

エジプト・アラブ共和国

上下水道資産保有会社（HCWW）

シャルキーヤ県上下水道公社（SHAPWASCO）

ガルビーヤ県上下水道公社（GHAPWASCO）

ミヌフィア県上下水道公社（MCWW）

エジプト国
ナイルデルタ地域
上下水道公社運営維持管理能力向上
プロジェクト

プロジェクト業務完了報告書
（メインレポート）

平成 27 年 4 月
（2015 年）

独立行政法人国際協力機構
（JICA）

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

環境
JR
15 - 065

エジプト・アラブ共和国

上下水道資産保有会社（HCWW）

シャルキーヤ県上下水道公社（SHAPWASCO）

ガルビーヤ県上下水道公社（GHAPWASCO）

ミヌフィア県上下水道公社（MCWW）

エジプト国

ナイルデルタ地域

上下水道公社運営維持管理能力向上

プロジェクト

プロジェクト業務完了報告書

（メインレポート）

平成 27 年 4 月

（2015 年）

独立行政法人国際協力機構

（JICA）

委託先

八千代エンジニアリング株式会社

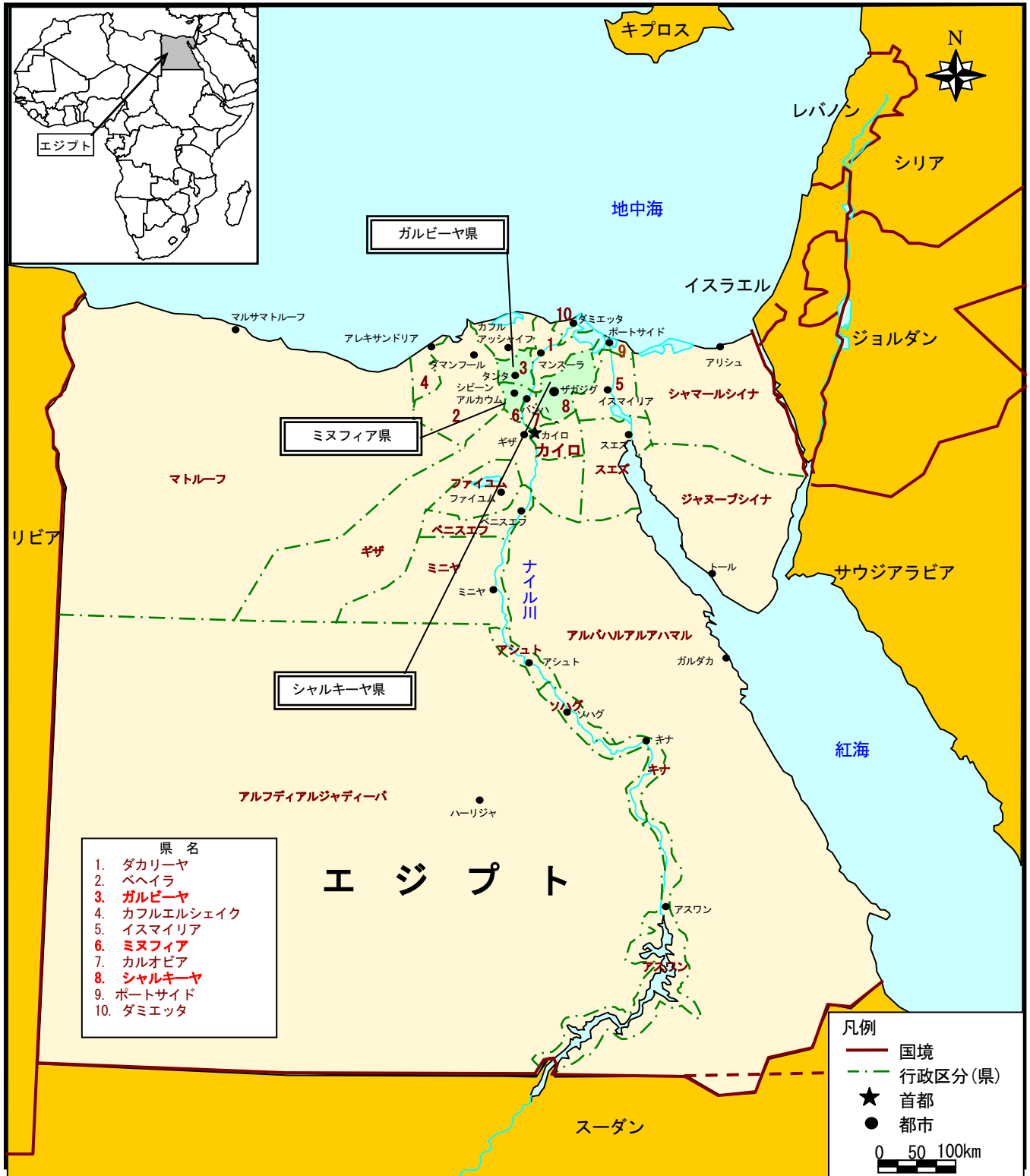
通貨換算率

(2015年2月)

USD 1.00 = LE 7.51

USD 1.00 = JPY117.93

LE 1.00 = JPY15.70

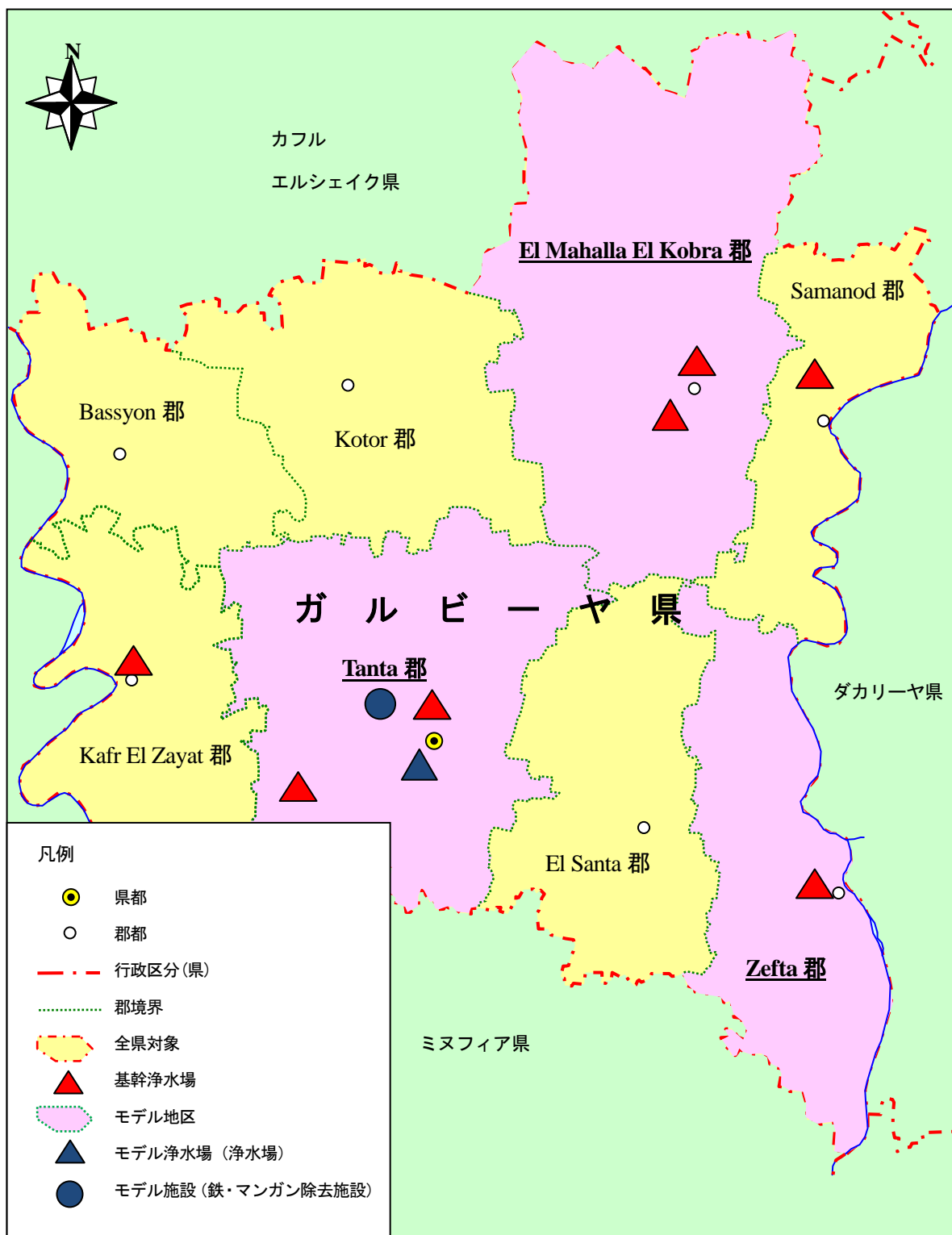


エジプト・アラブ共和国 全図



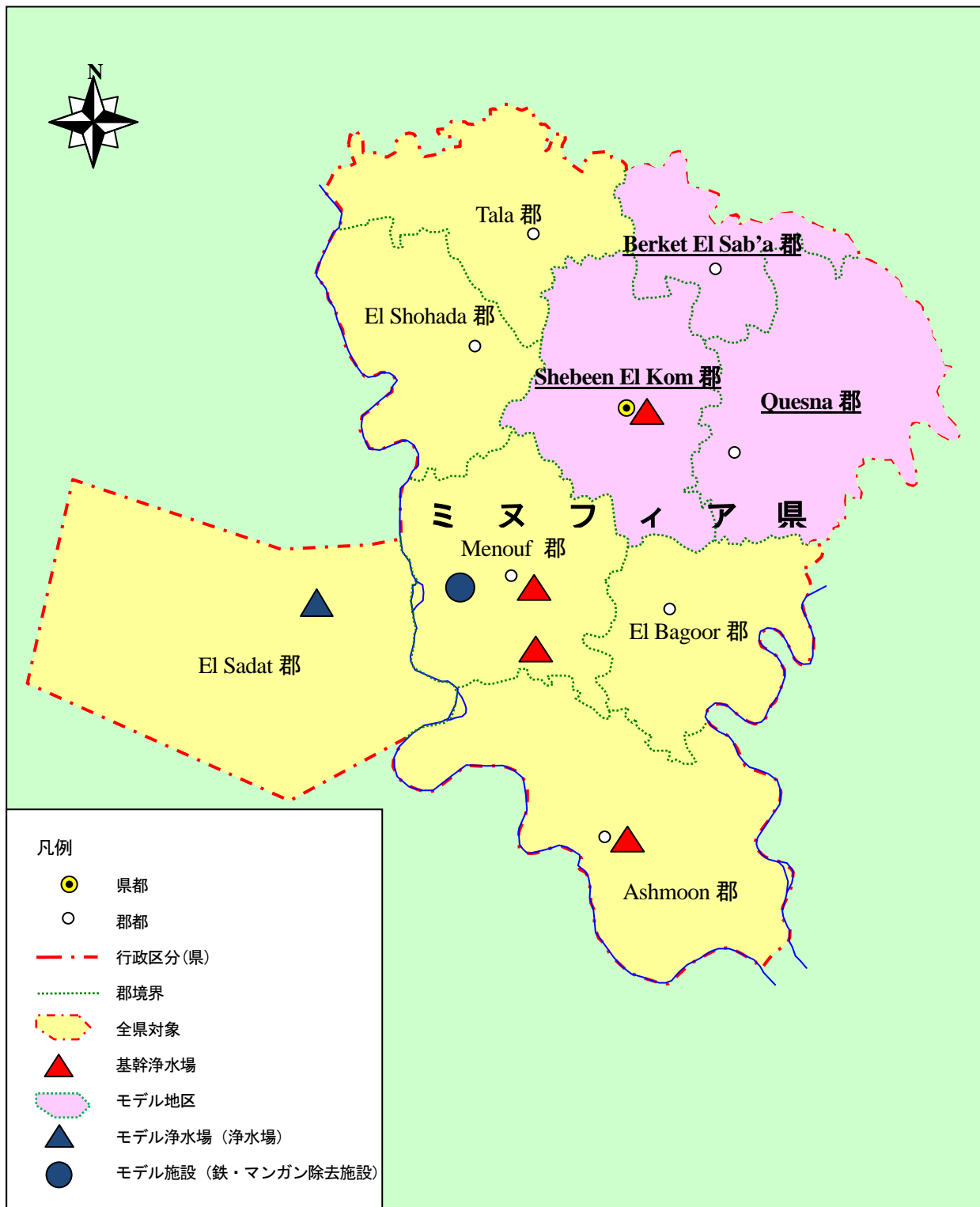
出典： SHAPWASCO

プロジェクト対象地域 位置図 (シャルキーヤ県)



出典： GHAPWASCO

プロジェクト対象地域 位置図 (ガルビーヤ県)



出典： MCWW

プロジェクト対象地域 位置図 (ミヌフィア県)

一般的な活動 (1/3)



インセプションレポート会議でミニッツにサインをする各上下水道公社の総裁。(2011年3月)



第1回JCC会議。(2011年9月)



ナイルデルタ地域の各上下水道公社が多数出席するキック・オフ・セミナー。(2011年9月)



キック・オフ・セミナーにおけるC/Pメンバーのプレゼンテーション。(2011年9月)



SHAPWASCOにおける指導者研修。(2011年10月)



マネジメント本邦研修における横浜市水道局内の浄水場管理活動研修。(2011年10月)

一般的な活動 (2/3)



第3国研修におけるヨルダンの水道庁との意見交換会。(2012年10月)



JICA中間レビューにおけるSOP現場視察。(2012年11月)



WDM本邦研修における横浜市水道局の管理・総合監視システム研修。(2012年11月)



WDM本邦研修における横浜市水道局の水道施設図面管理研修。(2012年11月)



第3回JCC会議。(2012年11月)



公開セミナーにてWDM活動進捗を発表するSHAPWASCOのC/Pメンバー。(2012年11月)

一般的な活動 (3/3)



JICA終了時評価におけるSOP現場視察。(2014年2月)



JICA終了時評価におけるNRW現場視察。(2014年2月)



GHAPWASCOにおける指導者研修。(2014年8月)



MCWWにおける指導者研修。(2014年8月)



第5回JCC会議(2014年3月)



公開セミナーにてWDM活動進捗を発表するSHAPWASCOのC/Pメンバー。(2014年3月)

GHAPWASCO及びMCWWのSOP活動 (1/3)



各浄水場施設における現状把握調査。(2011年5月)



各浄水場施設における現状把握調査。(2011年10月)



各浄水場施設における現状把握調査。(2011年10月)



各浄水場施設における現状把握調査。(2011年10月)



SOPに係る先行技プロの活動経験・成果をGHAPWASCO及びMCWWへ説明するSHAPWASCOのC/Pメンバー。(2011年10月)



SOPに係る先行技プロの活動経験・成果をGHAPWASCO及びMCWWへ説明するSHAPWASCOのC/Pメンバー。(2011年10月)

GHAPWASCO及びMCWWのSOP活動 (2/3)



Mahatet El Sadat El Satheya表流水浄水場における
運転管理記録書の準備。(2012年5月)



GHAPWASCO及びMCWWのC/Pメンバーによる塩素
ポンベの整備技術の共有。(2012年9月)



Tanta El Teraa El Melahia表流水浄水場における排水
トラフの越流レベルを調整。(2012年10月)



Ashama井戸施設におけるMCWWのNRWチームと合
同での流量調査。(2012年12月)



SHAPWASCOの水質分析所における水質管理の
OJT。(2013年1月)



GHAPWASCOプロジェクト事務所における水理解析
のOJT。(2013年1月)

GHAPWASCO及びMCWWのSOP活動 (3/3)



Mahalet Marhoom鉄・マンガン除去施設における水質検査。(2013年4月)



SHAPWASCO C/PメンバーによるTanta El Teraa El Melahia表流水浄水場におけるSOP活動モニタリング。(2013年5月)



Gezy鉄・マンガン除去施設における沈殿池越流堰のレベル調整。(2013年5月)



SOP県内展開活動—Tokh Tanbesha 鉄・マンガン除去施設の調査。(2013年5月)



MCWWにおけるSOP活動の県内展開についてのワークショップ。(2014年4月)



Mahatet El Sadat El Satheya表流水浄水場における水質管理活動の評価モニタリング。(2014年4月)

GHAPWASCO及びMCWWのNRW削減活動 (1/3)



SHAPWASCOにおける先行技プロ、NRW削減活動についてのミニセミナー。(2011年6月)



NRW削減アクションプランについてのワークショップ(2011年10月)



パイロット地区における配水管網調査。(2011年10月)



パイロット地区分離化のための消火栓作動状況テスト。(2011年10月)



SHAPWASCOのC/PメンバーによるGHAPWASCO及びMCWWのC/Pメンバーへの流量計の研修。(2011年10月)



SHAPWASCOのC/PメンバーによるGHAPWASCO及びMCWWのC/Pメンバーへの漏水探知機の研修。(2011年10月)

GHAPWASCO及びMCWWのNRW削減活動 (2/3)



MCWWにおけるメータ読み調査のためのワークショップ。(2012年3月)



GHAPWASCOのC/Pメンバーによる支所メンバーへの夜間最少流量調査方法説明。(2012年4月)



MCWWの支所メンバーへの漏水探知機のOJT。(2012年12月)



SHAPWASCOのHihyatレーニングヤードにおけるGHAPWASCOの支所メンバーへの漏水探知機の研修。(2013年1月)



Zefta郡におけるボーリングバーと音聴棒による漏水確認調査。(2013年1月)



Quesna郡における漏水確認調査のためのドリル穿孔。(2013年2月)

GHAPWASCO及びMCWWのNRW削減活動 (3/3)



NRW県内展開活動—Samanod支所における活動エリア選定のための打ち合わせ。(2014年3月)



NRW県内展開活動—Shebeen El Komにおいて各支所スタッフとの協議。(2013年11月)



NRW県内展開活動—Samanod支所スタッフとの戸別音聴調査。(2014年3月)



NRW県内展開活動—Tala支所スタッフとの戸別音聴調査。(2013年12月)



NRW県内展開活動—Kotor支所における漏水確認調査。(2013年12月)



NRW県内展開活動—Menouf支所で戸別音聴調査。(2013年11月)

SHAPWASCOのWDM活動 (1/3)



WDMパイロット地区の選定のための打ち合わせ。
(2011年9月)



WDMについてのミニセミナー。(2011年9月)



パイロット地区における配水管網解析。(2011年10月)



配水管網の現状把握調査。(2011年10月)



SHAPWASCOのC/Pメンバーによる埋没したバルブチャンパー蓋の金属探知機による探査。(2011年10月)



SHAPWASCOのC/Pメンバーによるバルブ状況調査。(2011年10月)

SHAPWASCOのWDM活動 (2/3)



JICAミッションによるWDMパイロット地区視察。
(2012年7月)



WDM圧力計設置箇所の現場調査。(2012年7月)



流量計チャンバーの建設現場。(2012年12月)



建設された流量計チャンバー。(2012年12月)



建設中のWDM中央監視棟。(2013年2月)



WDM活動に係る顧客インタビュー調査(2013年1月)

SHAPWASCOのWDM活動 (3/3)



流量モニタリングチャンバーに設置された流量計。
(2013年5月)



設置されたテレメータ装置。(2013年5月)



セットアップ中の流量計。(2013年5月)



圧力計とそのテレメータ装置。(2013年5月)



完成したWDM中央監視棟。(2014年3月)



稼働中の監視システム。(2014年6月)

4.1.2.8	Action-8（SOP活動の達成度をモニタリングする）	4-11
4.1.2.9	Action-9（SOPの県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成する）	4-12
4.1.3	各モデル施設における活動の成果	4-13
4.1.3.1	表流水浄水場（GHAPWASCO）	4-13
4.1.3.2	鉄・マンガン除去施設（GHAPWASCO）	4-20
4.1.3.3	井戸施設（GHAPWASCO）	4-24
4.1.3.4	表流水浄水場（MCWW）	4-28
4.1.3.5	鉄・マンガン除去施設（MCWW）	4-33
4.1.3.6	井戸施設（MCWW）	4-38
4.1.4	SOP活動の継続により期待される経済効果	4-41
4.1.4.1	表流水浄水場における経済効果（GHAPWASCO）	4-41
4.1.4.2	鉄・マンガン除去施設における経済効果（GHAPWASCO）	4-43
4.1.4.3	表流水浄水場における経済効果（MCWW）	4-45
4.1.4.4	鉄・マンガン除去施設における経済効果（MCWW）	4-47
4.1.5	SOP活動に対する理解度の評価	4-49
4.1.6	他郡及び県外へのSOP展開活動	4-50
4.1.6.1	各公社におけるモデル施設と活動状況	4-50
4.1.6.2	SOPを県内に展開するために必要な措置	4-51
4.2	NRW削減活動	4-54
4.2.1	基本方針	4-54
4.2.1.1	NRW削減活動の基本方針	4-54
4.2.1.2	NRW削減活動の実施手順	4-58
4.2.2	アクションプランに基づくNRW削減活動の成果概要	4-59
4.2.2.1	Action-1 ガルビーヤ県及びミヌフィア県のNRWの現状把握	4-59
4.2.2.2	Action-2 NRW削減チームの編成	4-59
4.2.2.3	Action-3 ガルビーヤ県及びミヌフィア県におけるモデル地区を 3箇所選定	4-60
4.2.2.4	Action-4 NRW削減活動における一般研修	4-63
4.2.2.5	Action-5 SHAPWASCO トレーニングヤードにおける研修	4-64
4.2.2.6	Action-6 ガルビーヤ県及びミヌフィア県のモデル地区の 配水管図面（GIS）の整備	4-65
4.2.2.7	Action-7 修繕前のモデル地区の配水量分析	4-66
4.2.2.8	Action-8 モデル地区の漏水調査の実施	4-67
4.2.2.9	Action-9 修繕後の配水量分析の実施	4-68
4.2.2.10	Action-10 シャルキーヤ県のモデル地区の配水管理についての研修	4-69
4.2.2.11	Action-11 NRW削減技術の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成	4-69
4.2.3	各モデル地区の成果	4-70
4.2.3.1	GHAPWASCO	4-70
4.2.3.2	MCWW	4-83
4.2.3.3	他のパイロット地区候補地区の追加漏水調査（両公社）	4-95
4.2.4	NRW削減活動の理解度の評価	4-95

4.2.5	他郡及び県外への NRW 削減活動の普及.....	4-97
4.2.5.1	GHAPWASCO.....	4-97
4.2.5.2	MCWW.....	4-99
4.2.5.3	NRW 削減活動を県内に展開するための必要な措置.....	4-101
4.2.6	費用便益分析.....	4-101
4.3	WDM 活動.....	4-105
4.3.1	基本方針.....	4-105
4.3.1.1	WDM 活動の基本方針.....	4-105
4.3.1.2	WDM 活動の実施手順.....	4-109
4.3.2	アクションプランに基づく WDM 活動の成果概要.....	4-110
4.3.2.1	Action-1 配水管理の方法論の論議及び現況調査.....	4-110
4.3.2.2	Action-2 配水管理方法に係る研修の実施.....	4-111
4.3.2.3	Action-3 配水管理活動計画の策定.....	4-111
4.3.2.4	Action-4 モデル地区における配水管理機材の設置.....	4-114
4.3.2.5	Action-5 配水監視システムの運用.....	4-114
4.3.2.6	Action-6 配水管理に係る SOP の作成.....	4-115
4.3.2.7	Action-7 モニタリングシステムの運用状況及び SOP 活用状況の評価.....	4-115
4.3.3	パイロット地区の成果.....	4-117
4.3.3.1	配水現況調査.....	4-117
4.3.3.2	パイロットプロジェクトの計画.....	4-121
4.3.3.3	機材設置と施設.....	4-125
4.3.4	評価.....	4-154
4.3.4.1	低給水圧発生率.....	4-154
4.3.4.2	1,000 接続件数あたりの苦情件数.....	4-155
4.3.4.3	顧客インタビュー調査.....	4-157
4.3.5	プロジェクト終了後の課題.....	4-157
4.3.5.1	配水監視システム上の課題.....	4-157
4.3.5.2	給水能力の課題.....	4-157
4.3.5.3	配水池と配水ネットワークの課題.....	4-157
4.3.5.4	シャルキーヤ全県への普及の課題.....	4-158
4.3.5.5	ナイルデルタ全域への普及の課題.....	4-158
第5章	工程実績.....	5-1
5.1	SOP 活動における工程実績.....	5-1
5.2	NRW 削減活動における工程実績.....	5-3
5.3	WDM 活動における工程実績.....	5-5
第6章	投入実績.....	6-1
6.1	日本側投入.....	6-1
6.1.1	JICA 専門家派遣実績.....	6-1
6.1.2	本邦研修員受入実績.....	6-6
6.1.3	ヨルダン水道庁とエジプト上下水道公社の情報交換.....	6-11
6.1.3	供与機材実績.....	6-12

6.1.4	JICA 専門家の現地業務費実績	6-17
6.2	エジプト側投入.....	6-18
6.2.1	エジプト国負担実績.....	6-18
第7章	プロジェクトの実施上の工夫・教訓	7-1
7.1	活動初期（準備期間）における工夫.....	7-1
7.2	活動実施期間における工夫.....	7-1
7.3	教訓.....	7-3
第8章	プロジェクト評価.....	8-1
8.1	中間レビュー.....	8-1
8.1.1	中間レビューの目的.....	8-1
8.1.2	中間レビューの結果.....	8-2
8.2	終了時評価.....	8-3
8.2.1	終了時評価の目的.....	8-3
8.2.2	終了時評価の結果.....	8-4
8.3	終了時評価（延長期間）	8-6
8.3.1	終了時評価（延長期間）の目的.....	8-6
8.3.2	終了時評価（延長期間）の結果.....	8-6
第9章	各種会議の開催	9-1
9.1	合同調整委員会（JCC）	9-1
9.2	ステアリング・コミッティ（SC）	9-1
9.3	プロジェクトチーム会議（PTM）	9-2
9.4	セミナー・ワークショップ.....	9-2
第10章	課題と提言	10-1
10.1	公社間共通の課題及び提言.....	10-1
10.2	SOP 活動に係る課題と提言	10-2
10.3	NRW 削減活動に係る課題と提言.....	10-3
10.4	WDM 活動に係る課題と提言.....	10-4
10.5	浄水施設設計上の課題.....	10-5

添付資料

- 添付資料-1: インセプション会議協議議事録
- 添付資料-2: インセプション会議協議議事録
- 添付資料-3: 合同調整委員会（JCC）協議議事録
- 添付資料-4: ステアリング・コミッティ協議議事録
- 添付資料-5: プロジェクトチーム会議議事録
- 添付資料-6: 配水管理活動における方針会議協議議事録
- 添付資料-7: 中間レビュー調査協議議事録
- 添付資料-8: 終了時評価調査協議議事録
- 添付資料-9: 終了時評価調査（延長期間）協議議事録

図表目次

第 1 章	頁
表 1-1 合同調整委員会（JCC）メンバー	1-5
表 1-2 ステアリング・コミッティ（SC）メンバー	1-5
表 1-3 プロジェクトチームメンバー	1-6
表 1-4 SHAPWASCO の C/P チームメンバー	1-6
表 1-5 GHAPWASCO の C/P チームメンバー	1-7
表 1-6 MCWW の C/P チームメンバー	1-10
表 1-7 JICA 専門家チームメンバー	1-13
表 1-8 他の開発パートナーの案件	1-14
図 1-1 プロジェクトの実施体制	1-4
第 2 章	
表 2-1 PDM 及び PO の変遷	2-1
表 2-2 PDM0（オリジナル：インセプション協議時）	2-2
表 2-3 表 2-3 PDM1（第 1 回変更）	2-4
表 2-4 表 2-4 PDM2（第 2 回変更）	2-6
表 2-5 表 2-5 PDM3（第 3 回変更）	2-8
第 3 章	
表 3-1 プロジェクト指標と達成状況	3-2
表 3-2 プロジェクト成果と達成状況	3-6
第 4 章	
表 4.1-1 アクションプランに基づく SOP 活動の実施内容	4-1
表 4.1-2 基本実態調査の候補施設数	4-4
表 4.1-3 各公社におけるモデル施設の選抜候補	4-5
表 4.1-4 モデル施設一覧（GHAPWASCO）	4-6
表 4.1-5 モデル施設一覧（MCWW）	4-6
表 4.1-6 シャルキーヤ県における上水道施設運転記録書式の変更点	4-7
表 4.1-7 PI 達成目標の修正（Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設）	4-10
表 4.1-8 PI 達成目標の修正（Gezy 鉄・マンガン除去施設）	4-10
表 4.1-9 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の達成目標	4-10
表 4.1-10 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の達成目標	4-11
表 4.1-11 Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の達成目標	4-11
表 4.1-12 Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の達成目標	4-11
表 4.1-13 OJT 主要活動内容（Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場）	4-15

表 4.1-14	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の改善効果.....	4-15
表 4.1-15	表流水浄水場における関連様式.....	4-18
表 4.1-16	OJT 主要活動内容（Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設）.....	4-21
表 4.1-17	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果.....	4-21
表 4.1-18	鉄・マンガン除去施設における関連様式（GHAPWASCO）.....	4-23
表 4.1-19	井戸施設における関連様式（GHAPWASCO）.....	4-27
表 4.1-20	OJT 主要活動内容（Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場）.....	4-30
表 4.1-21	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の改善効果.....	4-30
表 4.1-22	水質試験官養成学校での指導内容等.....	4-33
表 4.1-23	OJT 主要活動内容（Gezy 鉄・マンガン除去施設）.....	4-34
表 4.1-24	Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果.....	4-35
表 4.1-25	鉄・マンガン除去施設における関連様式（MCWW）.....	4-37
表 4.1-26	井戸施設における関連様式（MCWW）.....	4-40
表 4.1-27	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場におけるコスト分析に係る原価項目.....	4-41
表 4.1-28	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値.....	4-42
表 4.1-29	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果.....	4-43
表 4.1-30	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設におけるコスト分析に係る原価項目.....	4-43
表 4.1-31	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値.....	4-44
表 4.1-32	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果.....	4-45
表 4.1-33	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場におけるコスト分析に係る原価項目.....	4-45
表 4.1-34	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値.....	4-46
表 4.1-35	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果.....	4-47
表 4.1-36	Gezy 鉄・マンガン除去施設におけるコスト分析に係る原価項目.....	4-47
表 4.1-37	Gezy 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減成果.....	4-48
表 4.1-38	Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果.....	4-49
表 4.1-39	SOP 活動に対する理解度の評価基準.....	4-49

表 4.1-40	SOP 活動に対する理解度の評価結果.....	4-50
表 4.2-1	アクションプランに基づく NRW 削減活動の実施内容	4-54
表 4.2-2	国際水道協会（IWA）の配水量分析表.....	4-56
表 4.2-3	プロジェクト向けに改訂した国際水道協会（IWA）の分析表.....	4-56
表 4.2-4	業務指標目標値.....	4-58
表 4.2-5	モデル地区及びパイロット地区の選定定義	4-60
表 4.2-6	GHAPWASCO モデル地区とパイロット地区候補地	4-61
表 4.2-7	MCWW モデル地区とパイロット地区候補地.....	4-61
表 4.2-8	GHAPWASCO における夜間最少流量調査の結果とパイロット地区の選定.....	4-61
表 4.2-9	MCWW における夜間最少流量調査の結果とパイロット地区の選定.....	4-62
表 4.2-10	シャルキーヤ県内トレーニングヤードの研修	4-64
表 4.2-11	漏水修繕後の配水量分析の概要	4-68
表 4.2-12	SHAPWASCO における配水管理研修の概要	4-69
表 4.2-13	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の配水管網現況調査.....	4-70
表 4.2-14	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の水道メータ状況.....	4-71
表 4.2-15	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕前の配水量分析.....	4-72
表 4.2-16	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕後の配水量分析.....	4-75
表 4.2-17	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕前後の配水量分析の総括.....	4-76
表 4.2-18	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の配水管網現況調査	4-76
表 4.2-19	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の水道メータ状況	4-77
表 4.2-20	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区における修繕前の配水量分析.....	4-77
表 4.2-21	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区における修繕後の配水量分析.....	4-78
表 4.2-22	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区における修繕前後の配水量分析.....	4-79
表 4.2-23	Zefta 郡 Masaraf 地区の配水管網調査結果.....	4-79
表 4.2-24	Zefta 郡 Masaraf 地区における流量測定結果の総括.....	4-80
表 4.2-25	Zefta 郡 Masaraf 地区の流量測定結果の概要.....	4-80
表 4.2-26	Zefta 郡 Masaraf 地区における修繕前の配水量分析.....	4-81
表 4.2-27	Zefta 郡 Masaraf 地区における修繕後の配水量分析.....	4-82
表 4.2-28	Zefta 郡 Masaraf 地区における修繕前後の配水量分析の総括.....	4-82
表 4.2-29	修繕前及び修繕後の Zefta 郡 Masry 地区の配水量の比較.....	4-83
表 4.2-30	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の配水管網調査結果.....	4-84
表 4.2-31	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の水道メータ状況.....	4-84

表 4.2-32	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区における修繕前の配水量分析	4-85
表 4.2-33	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区における修繕後の配水量分析	4-89
表 4.2-34	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区における修繕前後の配水量分析	4-89
表 4.2-35	Quesna 郡 Mahkama 地区の配水管網調査	4-89
表 4.2-36	Quesna 郡 Mahkama 地区の水道メータ状況	4-90
表 4.2-37	Quesna 郡 Mahkama 地区における修繕前の配水量分析	4-90
表 4.2-38	Quesna 郡 Mahkama 地区における修繕後の配水量分析	4-91
表 4.2-39	Quesna 郡 Mahkama 地区における修繕前後の配水量分析	4-92
表 4.2-40	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の配管网調査結果	4-92
表 4.2-41	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の水道メータ状況	4-93
表 4.2-42	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における修繕前の配水量分析	4-93
表 4.2-43	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における修繕後の配水量分析	4-94
表 4.2-44	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における漏水修繕前後の配水量分析	4-95
表 4.2-45	機材技術テスト基準	4-96
表 4.2-46	機材技術評価結果	4-96
表 4.2-47	NRW 削減管理技術テスト評価	4-96
表 4.2-48	NRW 削減管理技術テスト結果	4-96
表 4.2-49	漏水量試算表（Estimation Table for Leakage Amount）	4-98
表 4.2-50	GHAPWASCO の戸別音聴調査件数とその結果	4-99
表 4.2-51	5ヶ年計画と1年計画の比較	4-100
表 4.2-52	MCWW の漏水調査結果	4-101
表 4.2-53	費用便益分析のシナリオ	4-101
表 4.2-54	シナリオ1の分析	4-103
表 4.2-55	シナリオ2の分析	4-104
表 4.3-1	アクションプランに基づく WDM 活動の実施内容	4-105
表 4.3-2	シャルキーヤ県での平均配水量（LCD）	4-107
表 4.3-3	2011 年の Zagazig 市内における配水状況	4-108
表 4.3-4	2010 年から 2011 年における低水圧及び断水に係る苦情件数	4-108
表 4.3-5	WDM 活動におけるパイロットプロジェクト候補地区の概要	4-112
表 4.3-6	WDM 活動におけるパイロット地区の選定	4-112
表 4.3-7	パイロットエリアにおける人口（2011 年/2012 年）	4-117
表 4.3-8	パイロット地区の人口の傾向（人）	4-117
表 4.3-9	Zagazig 浄水場の現状能力	4-118
表 4.3-10	井戸の数及びポンプ能力	4-118
表 4.3-11	能力検討のケース	4-120

表 4.3-12	WDM 活動のために選定された機材（初期計画時）	4-123
表 4.3-13	JICA 供与機材.....	4-125
表 4.3-14	エジプト側の調達機材及び設備	4-127
表 4.3-15	低給水圧発生率の計算例	4-131
表 4.3-16	パイロット地区の人口（人）	4-133
表 4.3-17	A-4 地区における日流量（2014 年 5 月～2015 年 2 月）	4-133
表 4.3-18	A-4 地区の配水量と請求流量の比較.....	4-134
表 4.3-19	A-4 地区の一日当たり流量が多い日	4-134
表 4.3-20	A-4 地区の配水量総括.....	4-135
表 4.3-21	Zagazig 市全体における日流量（2014 年 5 月～2015 年 2 月）	4-136
表 4.3-22	Zagazig 市全体の配水量と請求流量の比較	4-137
表 4.3-23	Zagazig 市全体の月間最大流量の日	4-137
表 4.3-24	Zagazig 市全体の配水量総括	4-138
表 4.3-25	低給水圧発生率.....	4-138
表 4.3-26	計測地点における低水圧の比率.....	4-139
表 4.3-27	地区毎の単位消費量の違い	4-140
表 4.3-28	ブロック毎による推定必要水量（2014 年）	4-141
表 4.3-29	低水圧の発生時間の比較（2014 年 9 月 3 日と 9 月 5 日）	4-143
表 4.3-30	Zagazig 浄水場でピーク時に必要とされる推定配水量	4-145
表 4.3-31	配水量 1,460L/s のための最適運転パターン	4-145
表 4.3-32	リアルタイムデータに従った運転のための流量と水圧の基準値	4-149
表 4.3-33	浄水場の配水ポンプに係る提案事項	4-150
表 4.3-34	井戸施設のリハビリとポンプ交換の進捗（2015 年 3 月時点）	4-151
表 4.3-35	低給水圧発生率（改善指標）	4-154
表 4.3-36	Zagazig 市における 1,000 顧客数あたりの苦情件数（2014 年 12 月時点）	4-155
表 4.3-37	A-4 地区における 1,000 顧客数あたりの苦情件数（2014 年 12 月時点）...	4-155
表 4.3-38	Zagazig 市の停電発生頻度.....	4-156
図 4.1-1	SOP 活動の実施手順.....	4-4
図 4.1-2	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場の施設概略図.....	4-14
図 4.1-3	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の改善効果図	4-16
図 4.1-4	水質試験室の SOP 及び内部監査・報告様式一例	4-18
図 4.1-5	運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、表流水浄水場）	4-19
図 4.1-6	活動普及計画一覧表	4-19
図 4.1-7	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設の施設概略図	4-20
図 4.1-8	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果図	4-22

図 4.1-9	運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、鉄・マンガン除去施設）	4-24
図 4.1-10	Seberbay 井戸施設の施設概略図	4-25
図 4.1-11	運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、井戸施設）	4-28
図 4.1-12	Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場の施設概略図.....	4-29
図 4.1-13	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の改善効果図	4-31
図 4.1-14	運用状況確認・評価表（MCWW、表流水浄水場）	4-32
図 4.1-15	Gezy 鉄・マンガン除去施設の施設概略図.....	4-34
図 4.1-16	Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果図	4-36
図 4.1-17	運用状況確認・評価表（MCWW、鉄・マンガン除去施設）	4-37
図 4.1-18	Ashama 井戸施設の施設概略図	4-38
図 4.1-19	運用状況確認・評価表（MCWW、井戸施設）	4-41
図 4.1-20	Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較.....	4-42
図 4.1-21	Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較.....	4-44
図 4.1-22	Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較.....	4-46
図 4.1-23	Gezy 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較.....	4-48
図 4.1-24	SOP 活動に対する理解度の評価結果.....	4-50
図 4.1-25	SOP 本部チームと支所チームの推奨組織図	4-52
図 4.1-26	SOP 年間活動計画図（案）	4-53
図 4.2-1	NRW 削減の意義.....	4-57
図 4.2-2	NRW 削減活動の実施手順.....	4-58
図 4.2-3	GHAPWASCO の音聴棒を使用した戸別音聴調査	4-72
図 4.2-4	GHAPWASCO の相関式漏水調査	4-73
図 4.2-5	GHAPWASCO の漏水探知器を使用した路面音聴調査	4-73
図 4.2-6	GHAPWASCO のドリルによる穿孔確認調査	4-74
図 4.2-7	GHAPWASCO のバルブボックス位置探知訓練	4-74
図 4.2-8	Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の漏水位置.....	4-75
図 4.2-9	El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の漏水位置	4-78
図 4.2-10	Masara タイプ及び Company タイプにおける誤差割合傾向（左側：Masara タイプ、右側：公社タイプ）	4-80
図 4.2-11	Zefta 郡 Masaraf 地区の漏水位置.....	4-81
図 4.2-12	Zefta 郡 Masry 地区の漏水位置	4-83
図 4.2-13	MCWW の戸別音聴調査	4-85
図 4.2-14	MCWW の相関式漏水調査	4-86
図 4.2-15	MCWW の路面音聴調査	4-86

図 4.2-16	MCWW のドリルによる穿孔確認調査	4-87
図 4.2-17	MCWW の金属管路探知についての研修	4-87
図 4.2-18	MCWW の埋没したマンホール蓋位置確認のための金属探知研修.....	4-88
図 4.2-19	Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の漏水位置.....	4-88
図 4.2-20	Quesna 郡 Mahkama 地区の漏水位置	4-91
図 4.2-21	Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の漏水位置	4-94
図 4.2-22	Berket El Sab'a 郡 Elterreten 地区の漏水位置	4-95
図 4.3-1	WDM 活動の実施手順.....	4-110
図 4.3-2	パイロット地区（Zagazig 市）及び詳細監視地区（A-4）	4-113
図 4.3-3	井戸施設の位置.....	4-119
図 4.3-4	配水ブロック計画（最終案：6 地区）	4-121
図 4.3-5	JICA 供与機材の設置位置.....	4-126
図 4.3-6	JICA 供与の機材の設置概要（配水監視システム構成概要）	4-126
図 4.3-7	モニタリング画面の例.....	4-129
図 4.3-8	A-4 地区の日毎の需要分析の例.....	4-130
図 4.3-9	A-4 地区における日流量の変動傾向（2014 年 5 月～2015 年 2 月）	4-134
図 4.3-10	A-4 地区の時間変動（2014 年 8 月 29 日の例）	4-135
図 4.3-11	Zagazig 市全体の日流量の傾向（2014 年 5 月～2015 年 2 月）	4-136
図 4.3-12	低給水圧発生率の傾向.....	4-139
図 4.3-13	P-2、P-3、P-4 の計測位置案内	4-140
図 4.3-14	ブロック毎の推定必要水量（2014 年）	4-142
図 4.3-15	配水量と低水圧の比率の関係.....	4-143
図 4.3-16	ピーク流量増加の運転結果.....	4-144
図 4.3-17	最適運転パターンにおける Zagazig 浄水場の配水池水位	4-146
図 4.3-18	最適配水パターンと試運転時（9 月 3 日）の配水パーンの比較	4-146
図 4.3-19	最低給水圧発生率の傾向.....	4-154
図 4.3-20	ナイルデルタ地域における断水と低水圧による苦情件数の傾向	4-156
第 5 章		
図 5-1	SOP 活動の実施計画及び工程実績.....	5-2
図 5-2	NRW 動の実施計画及び工程実績.....	5-4
図 5-3	WDM 動の実施計画及び工程実績.....	5-6
第 6 章		
表 6-1	派遣実績（第 1 期：2011 年 4 月～2012 年 1 月）	6-2
表 6-2	派遣実績（第 2 期：2012 年 2 月～2013 年 3 月）	6-3
表 6-3	派遣実績（第 3 期：2013 年 4 月～2015 年 4 月）（1/2）	6-4
表 6-4	派遣実績（第 3 期：2013 年 4 月～2015 年 4 月）（2/2）	6-5
表 6-5	カウンターパート本邦研修一覧.....	6-6

表 6-6	マネジメント本邦研修日程（第1期：2011年10月3日～12日）	6-7
表 6-7	SOP 本邦研修日程（第1期：2011年12月5日～15日）	6-8
表 6-8	NRW 本邦研修日程（第1期：2011年12月5日～15日）	6-8
表 6-9	WDM 本邦研修日程（第2期：2012年10月29日～11月8日）	6-10
表 6-10	ヨルダン水道庁とエジプト上下水道公社との情報交換	6-11
表 6-11	ヨルダン水道庁とエジプト上下水道公社との情報交換の参加者	6-12
表 6-12	SOP 活動・NRW 削減活動・WDM 活動のための機材調達.....	6-12
表 6-13	機材稼動状況.....	6-16
表 6-14	JICA 専門家の現地業務費実績.....	6-17
表 6-15	エジプト国負担実績	6-18
第7章		
表 7-1	PIs の一覧.....	7-3
第8章		
表 8-1	中間レビュー調査メンバー	8-1
表 8-2	中間レビュー調査日程表	8-1
表 8-3	終了時評価調査チームメンバー	8-3
表 8-4	終了時評価調査日程表	8-3
表 8-5	終了時評価調査（延長期間） チームメンバー	8-6
表 8-6	終了時評価調査（延長期間） 日程表	8-6
第9章		
表 9-1	合同調整委員会の開催リスト	9-1
表 9-2	ステアリング・コミッティの開催リスト	9-1
表 9-3	公社間協力主催セミナー、ワークショップ及びトレーニングリスト	9-3
表 9-4	各公社の内部ワークショップリスト	9-8
第10章		
表 10-1	改善が必要な浄水施設設計上の課題・提言	10-6

略語

ACs	Affiliated Companies	関連公社
APO	Annual Plan of Operations	年間実施計画
C/P	Counterpart	カウンターパート
DMA	District Metered Area	配水管理区域
Fe/Mn	Iron and Manganese	鉄・マンガン
FY	Fiscal Year	会計年度
GHAPWASCO	Gharbia Potable Water and Sanitation Company	ガルビーヤ県上下水道公社
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
HCWW	Holding Company for Water and Wastewater	上下水道資産保有会社
HQ	Headquarters	本部
IC/R	Inception Report	インセプションレポート
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IMRP	Iron and Manganese Removal Plants	鉄・マンガン除去施設
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IWA	International Water Association	国際水協会
IWSP	Improved Water and Wastewater Services Programme	上下水道サービス改善プログラム
JCC	Joint Coordinating Committee	合同調整委員会
JET	JICA expert team	JICA 専門家
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LCD	Liter per Capita per Day	リットル/人/日
LE	Egyptian Pound	エジプトポンド
L/s	Liter per second	リットル/秒
MCWW	Minufia Company for Water and Wastewater	ミヌフィヤ県上下水道公社
MDG	Millennium Development Goals	ミレニアム開発目標
M/M	Minutes of Meeting	議事録
MNF	Minimum Night Flow	夜間最少流量
NOPWASD	National Organization for Potable Water and Sanitary Drainage	全国上下水道庁
NRW	Non-Revenue Water	無収水
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
OJT	On the Job Training	オン・ザ・ジョブ・トレーニング
P&ID	Piping and Instrumentation Diagram	パイプ計装図
pcs	Pieces	個
PDCA	Plan Do Check Act	Plan Do Check Act（計画・実行・評価・改善）
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マト

		リックス
PIs	Performance Indicators	業務指標
PO	Plan of Operation	実施計画
PTM	Project Team Meeting	プロジェクト・チーム会議
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
RW	Revenue Water	収入水量
SC	Steering Committee	ステアリング・コミッティ
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System	監視監視制御システム
SHAPWASCO	Sharkiya Potable Water and Sanitation Company	シャルキーヤ県上下水道公社
SLD	Single Line Diagram	単線結線図
SOP	Standard Operational Procedures	標準操作手順
SWTP	Surface Water Treatment Plant	表流水浄水場
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発庁
WAJ	Water Authority of Jordan	ヨルダン水道庁
WDM	Water Distribution Management	配水管理
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

要約

1. プロジェクトの全体工程と主要活動

本プロジェクト業務完了報告書は、プロジェクトの全ての活動と、その成果を取り纏めたものである。プロジェクトは、2011年4月から2015年4月までの4年間、3期にわたり行われた。全体工程と主要活動は、図 S-1 に示すとおりである。

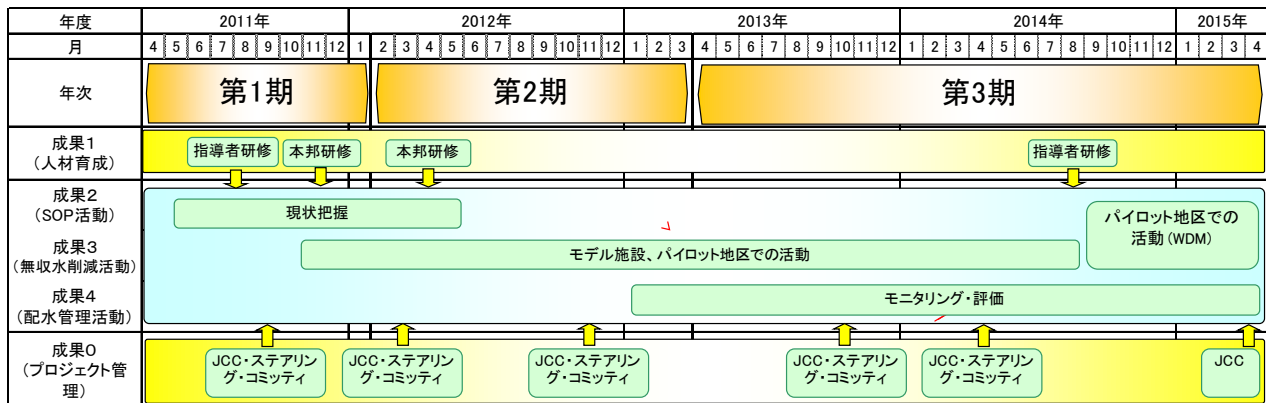


図 S-1 全体工程及び主要活動

2013年4月から2015年4月まで(第3期)の活動は、当初2014年3月までの予定であったが、エジプトの大統領選挙等の影響により業務渡航が制限された事を受け、2014年8月まで延長された。更に機材不備の影響から配水管理活動(WDM活動)のモニタリング期間を6か月間延長した結果、プロジェクト期間は2015年4月まで延長された。なお、SOP活動及び無収水削減活動(NRW削減活動)は2014年8月に終了している。

2. プロジェクトの目標とその成果要約

本プロジェクトはSHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWWの運営維持管理能力の向上を目標とした、SOP活動、NRW削減活動、及びWDM活動の3つの柱で構成され、HCWWの支援下、プロジェクトを通じて醸成される技術を3機関の手でナイルデルタ全域へ普及することをスーパーゴールにしたものである。本プロジェクトに期待される目標と成果の要約は、次に纏めるとおりである。

表 S-1 本プロジェクトの目標と各活動の成果要約

指標	成果
[スーパーゴール] ナイルデルタ地域において上水道施設の運営維持管理能力が向上する	
1. ナイルデルタ地域において、運営維持管理に係る業務指標(PI)が改善される。	第1回及び第2回公開セミナー(2011年9月(第1期)及び2012年11月(第2期)に開催)で、プロジェクトの進捗状況がナイルデルタの上下水道公社間で共有された。また、第3回公開セミナー(2014年3月(第3期)に開催)では、プロジェクトの成果の発表が実施された。 GHAPWASCOは、別途、ワークショップ(2012年9月に開催)を企画した。その活動を通じ、漏水検知活動に関する情報を全国的に発信した。また、SHAPWASCOは、WDM活動の視察に来たRed Sea上下水道公社へ技術紹介を実施した。これらの活動は、ナイルデルタのみならず、エジプト国全土の上水道施設運営維持管理能力向上に寄与する。

指標	成果
[上位目標] シェルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上水道施設の運営維持管理能力が向上する	
<p>1. シェルキーヤ県・ガルビーヤ県・ミヌフィア県の全支所において、運営維持管理に係る業務指標が改善される。</p>	<p>上水道施設の運営維持管理能力向上に向けた活動がモデル施設、モデル地区で実施され、SHAPWASCO、GHAPWASCO 及び MCWW は、以下のように県内展開を開始した。</p> <p>① GHAPWASCO と MCWW は、SOP と NRW 削減に対し、普及計画（県内活動展開計画）を作成し、活動に着手した。すでに、モデル施設やモデル地区とは異なる施設・地域で活動している。</p> <p>② 3 公社は、SOP・NRW 削減・WDM 等の担当部署を設置し、予算や人員を割り当てている。（WDM は、SHAPWASCO のみ）</p> <p>③ SHAPWASCO は、明文化した WDM の計画書を作っていないが、まず Zagazig 市の配水監視を拡張すること、次に県内の主要浄水場の送配水量監視をすることを計画しており、配水監視システムの拡張と機材メンテナンスに係る契約を国内の業者と契約した。</p>
[プロジェクト目標] シェルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区・施設において上水道施設の運営維持管理能力が向上する	
<p>1. モデル地区・施設において、運営維持管理に係る業務指標が改善される。</p>	<p>業務指標（PI）が第3回 JCC で設定され、2012年11月（第2期）にベースライン調査が実施された。2013年3月（第3期）の各活動とPIの監視・分析を実施した結果、活動成果は次のように整理される。</p> <p>(1)SOP 活動 各モデル施設において、モニタリング期間（2012年9月～2014年6月）の内、37.2%以上の期間でPIの目標値を上回った。 なお、モデル施設は以下のとおりである。</p> <p>1) GHAPWASCO</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Tanta EL Teraa El Melahia 表流水浄水場 ・ Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設 ・ Sberby 井戸施設 <p>2) MCWW</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場 ・ Gezy 鉄・マンガン除去施設 ・ Ashama 井戸施設 <p>(2)NRW 削減活動 6箇所モデル地区の内、2箇所でPIの目標を達成した。また、残り4箇所の内3箇所のモデル地区で、明らかな無収水削減効果が認められた。 なお、モデル地区は、以下のとおりである。</p> <p>1) GHAPWASCO</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Tanta 郡 ・ El Mahalla El Kobra 郡 ・ Zefta 郡 <p>2) MCWW</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Shebeen El Kom 郡 ・ Quesna 郡 ・ Berket El Sab'a 郡 <p>(3)WDM 活動 苦情数が増加したが、低給水圧のPIはWDM活動によって改善された。苦情数の増加理由は、頻繁な停電が影響（給水施設運転休止）を及ぼしたためと考えられる。なお、WDMのパイロットプロジェクト地区は、Zagazig 市である。</p>
[成果 1] シェルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上下水道公社の連携を通じた人材育成が強化される。	
<p>1-1 SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW の SOP チーム及び NRW チームにおいて、各々3名以上の職員が、ステアリング・コミッティの場でトレーナーとして</p>	<p>2014年8月に開催されたステアリング・コミッティで、各公社から次の人数の職員がトレーナー候補として承認された。</p> <p>SHAPWASCO: SOP チーム 4名 NRW チーム 4名 GHAPWASCO: SOP チーム 6名</p>

指標	成果
任命される。	NRW チーム 3名 MCWW SOP チーム 6名 NRW チーム 3名
1-2 20 回以上のセミナー/ワークショップが公社間協力の下、プロジェクトチームによって開催される。	合計 23 回のセミナー/ワークショップが、次の通り開催された。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 公開セミナー (3 回: 2011 年 9 月、2012 年 11 月、2014 年 3 月) ➤ ミニ・セミナー (3 回: 2011 年 6 月～7 月) ➤ SHAPWASCO 主催による SOP 視察ツアー (1 回: 2011 年 10 月) ➤ MCWW 主催による SOP 視察ツアー (1 回: 2012 年 9 月) ➤ 漏水探知技術に関するワークショップ (1 回: 2012 年 9 月～10 月) ➤ ヨルダン国水道庁との情報交換会 (1 回: 2012 年 10 月) ➤ 3 公社による内部ワークショップ (9 回) ➤ SHAPWASCO での無収水削減及び漏水探知技術に係るトレーニング (3 回) ➤ SHAPWASCO における WDM 活動視察ツアー (1 回)
[成果 2] シャルキーヤ県の事例を参考に、ガルビーヤ県・ミスフィア県のモデル施設において、運転・維持管理に係る SOP が作成・運用される。	
2-1 GHAPWASCO、MCWW の SOP チーム職員の 80% 以上が、5 段階評価で 3 以上の研修理解度と評価される。	GHAPWASCO で 6 名、MCWW で 6 名、計 12 名の職員に対して評価テストを実施した結果、12 名全員が 5 段階評価の 3 以上を記録した。この結果より、C/P チームは SOP の展開に必要な技能を習得したと考えられる。
2-2 モデル施設において、SOP に基づいた O&M が実施される。	プロジェクトチームは、各モデル施設に対して SOP 書類を整備した。それ以降、各モデル施設では、SOP に基づいて運転されている。
2-3 PI の改善が SOP に基づいて評価される。	改善目標として PI が設定され、2012 年 11 月（第 2 期）にかけて PI 値改善のためのトレーニング活動が開始した。活動の成果、全モデル施設の PI は改善の傾向を示している。
[成果 3] シャルキーヤ県上下水道公社の無収水率削減に係る技術・経験がガルビーヤ県、ミスフィア県のモデル地区の職員に移転される。	
3-1 GHAPWASCO、MCWW の NRW チーム職員の 80% 以上が、5 段階評価で 3 以上の研修理解度と評価される。	漏水技術に係る評価テストが、GHAPWASCO で 2 名、MCWW で 5 名の職員に対して実施された。また、無収水削減管理能力に係る評価テストが、GHAPWASCO で 3 名、MCWW で 3 名の職員に対して実施された。評価テストの結果、対象者全員が 5 段階評価の 3 以上を記録したことから、C/P チームは NRW 削減活動の展開に必要な技能を習得したと考えられる。
3-2 配水量分析が 3 箇所のモデル地区で実施される。	プロジェクトチームにより、6 箇所のモデル地区で配水量分析が実施された。同チームは、水道メータ精度の調査を行ったところ、誤差が大きいことが判明したため、配水量分析に補正することにした。活動の成果として、GHAPWASCO と MCWW で各々 1 箇所のモデル地区で PI の目標達成が確認された。他の 4 箇所のモデル地区では目標達成しなかったが、GHAPWASCO の 1 箇所、MCWW の 2 箇所、明らかな無収水削減効果が認められた。
3-3 モデル地区において、探知された漏水が全て修繕される。	漏水探知はすべてのモデル地区で行われ、合計 15 箇所の漏水（GHAPWASCO で 7 箇所、MCWW で 8 箇所）を発見された。発見された漏水箇所は、全て修理された。
[成果 4] 先行事例として、シャルキーヤ県上下水道公社の配水管理に係る能力が強化される。	
4-1 SOP に基づいた配水管理がパイロット地区において実施される。	2011 年 12 月から 2012 年 7 月（第 2 期）にかけてパイロット地区が選定され、2013 年 4 月から 2014 年 7 月（第 3 期）にかけて配水監視システムが据え付けられた。その後、配水状況の監視・分析が開始され、SHAPWASCO は、データを基にした浄水場及び井戸の運転モード設定に取り組んでいる。なお、この作業は、SOP に基づいて実施されている。
4-2 配水能力に関する課題点が SHAPWASCO の最高経営層に報告される。	配水管理活動を通じて確認された以下の課題は、C/P チームによって SHAPWASCO の経営層へ報告された。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zagazig 浄水場用ポンプの交換 ➤ Zagazig 浄水場内の Old Plant 用取水施設の改修 ➤ 6 か所の井戸ポンプ場における高架タンクの改修 ➤ 井戸の点検及び必要に応じた井戸の改修

指標	成果
	<ul style="list-style-type: none"> ➢ A-3 地区の配水本管の必要性 ➢ 井戸の配水流量の監視地点の増設（全井戸ポンプ場で計測するようにする）
[成果0] プロジェクトが適切に管理・調整される。	
0-1 3 公社間の調整方法を記載した合意書が作成される。	SHAPWASCO、GHAPWASCO 及び MCWW は公社間協力を合意し、3 公社の総裁及び HCWW によりステアリング・コミッティが設置された。プロジェクトチームはワークショップやサイトツアーなど、公社間協力の下に活動を行った。また、プロジェクトで確認された問題や課題を、ステアリング・コミッティや公社間協力で議論し、解決した。
0-2 PO/APO に基づきプロジェクトの進捗が定期的にモニタリングされる。	プロジェクトチームは活動計画 PO 及び APO に整理し、SC 及び JCC の承認を受けた。また、プロジェクトの進捗に応じて PO 及び APO を修正した。なお、治安上の渡航制限や WDM 機材のソフト調整での遅れは、適時、PO や APO に反映された。

出典:JICA 専門家

3. プロジェクト活動の総括

SOP 活動、無収水削減活動（NRW 削減活動）、及びシャルキーヤを対象とした配水管理活動（WDM 活動）の成果は、下表のように総括される。

表 S-2 プロジェクト成果と達成状況

活動	成果
1 シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上下水道公社の連携を通じた人材育成が強化される。	
1-1 HCWW、SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW のトップ層を対象にマネジメント研修を実施する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 日本の水道行政に係る一般講義を実施した。 ➢ HCWW 及び 3 公社の総裁を対象に、トップマネジメント研修を 2011 年 10 月に実施した。研修は、日本の水道法関連法規から浄水場の維持管理の在り方まで、上水道に関する幅広い知識を提供するものであり、人材育成システム、事業者間連携、日本水道協会の役割・機能を研修に盛り込んだ。
1-2 SOP に係る指導者研修を実施する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2011 年 10 月（第 1 期）に SHAPWASCO の SOP トレーナーチームを対象に指導者研修を実施し、指導者スキル向上を図った。 ➢ 2014 年 8 月（第 3 期）に GHAPWASCO と MCWW の SOP トレーナー候補者を対象に指導者研修が実施し、指導者スキル向上を図った。 ➢ 3 公社の要員は、SOP と NRW 削減に対し、プロジェクトの活動で技術的能力を向上させた。
1-3 無収水削減対策に係る指導者研修を実施する	上記の SOP と同様。
1-4 レポート・ワークショップを通して、SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW の協力内容・方法及び結果をナイルデルタ地域の水道公社に周知する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 2011 年 9 月、第 1 回公開セミナーを開催した。 ➢ 2012 年 11 月に第 2 回公開セミナーを開催した。 ➢ 2014 年 3 月に第 3 回公開セミナーを開催した。 ➢ 漏水探知技術に関するワークショップが GHAPWASCO の発議で開催された。 ➢ これらのセミナーに、ナイルデルタ全域の上下水道公社を招待し、プロジェクトの活動を周知した。
2 シャルキーヤ県の事例を参考に、ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、運転・維持管理に係る SOP が作成・運用される。	
2-1 ガルビーヤ県、ミヌフィア県の上水道施設の現状を調査する	<p>SOP 活動の対象となる全上水道施設の現況を調査し、現状調査を通じてモデル施設のショートリストを以下の通り作成した。</p> <p>1) GHAPWASCO</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 表流水浄水場：3 箇所 ・ 鉄・マンガン除去施設：3 箇所 ・ 井戸：5 箇所

活動	成果
	2) MCWW ・ 表流水浄水場：3 箇所 ・ 鉄・マンガン除去施設：3 箇所 ・ 井戸：4 箇所
2-2 ガルビーヤ県、ミヌフ ィア県のモデル施設を 3 箇所選定する。	<p>➤ 2011 年 10 月から 12 月にかけて施設の詳細調査を実施し、以下のモデル施設を選定した。</p> <p>3) GHAPWASCO ・ El Gedeeda 表流水浄水場 ・ Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設 ・ Sberby 井戸施設</p> <p>4) MCWW ・ Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場 ・ Gezy 鉄・マンガン除去施設 ・ Dekma 井戸施設</p> <p>➤ 2012 年 10 月から 11 月（第 2 期）の活動中、施設改善効果と県内全域への活動展開可能性を考慮し、より良い施設へモデル施設を変更した。概要は次の通りである。</p> <p>1) GHAPWASCO ・ 表流水浄水場モデル施設を、Tanta El Gedeeda El Morshaha から Tanta EL Teraa El Melahia に変更した。</p> <p>2) MCWW ・ 井戸モデル施設を、Dekma から Ashama に変更した。</p>
2-3 SOP チームを編成する	<p>➤ 2011 年 5 月、各公社本部に、SOP 活動を統括する SOP/本部チームを編成した。</p> <p>➤ 2012 年 1 月（第 2 期）以降、SOP 活動を実施するモデル施設において、それぞれの施設の SOP チームを編成した。</p>
2-4 シャルキーヤ県の施設 において SOP 作成・適 用に関する研修を行う	2011 年 10 月及び 2012 年 11 月、GHAPWASCO と MCWW の SOP チームが、SHAPWASCO の施設で SOP 適用状況を視察した。
2-5 必要に応じて SHAPWASCO の SOP を更新・作成する	2012 年 9 月から 11 月（第 2 期）の実施中、SOP の改善活動の一環で、非常時対応の SOP を作成した。 1) 緊急時の定義とその対応 2) 塩素漏洩時の対応 3) 非常用発電機の運転維持管理プログラム
2-6 SHAPWASCO の SOP を基にガルビーヤ県・ ミヌフィア県のモデル 施設の SOP 運用を作成 する	2011 年 12 月から 2013 年 5 月（第 2 期）にかけて SOP のドラフトを作成し、2013 年 6 月（第 3 期）に最終化した。作成した文書は以下のとおりで、英語版とアラビア語版で整備した。 1) P&ID および単線結線図 2) 標準運転記録用紙 3) SOPs
2-7 ガルビーヤ県・ミヌフ ィア県のモデル施設に おけて、SOP 運用に係 る OJT を実施する	SOP 活動の成果が、PI の数値改善で評価される。そのため、OJT 活動の実施に当たり、SOP の目的とともに PI の達成目標と活動の関係を明確化した。これにより、C/P チームのモチベーション向上を図った。
2-8 SOP 活動の達成度をモ ニタリングする	モデル施設の運転維持管理状況を監視し、SOP 活動の効果を検証すると同時に、PI 達成に係る SOP 活動の効果を確認した。
2-9 SOP の県内普及に係る 今後の方針案・計画案 を作成する	SOP の適用による改善事項や活動を県内の他施設へ展開するために、JICA 専門家チームと C/P チームは、共同で活動拡張計画を策定した。
3 シャルキーヤ県上下水道公社の無収水率削減に係る技術・経験がガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区の職員に移転される。	
3-1 ガルビーヤ県、ミヌフ ィア県の無収水の現状 を分析する。	2011 年 6 月から 2011 年 10 月（第 1 期）にかけて各郡の NRW に係るデータ分析を行い、モデル地区候補のショートリストを作成した。 1) GHAPWASCO：4 郡（全 16 候補地） 2) MCWW：5 郡（全 17 候補地）
3-2 ガルビーヤ県、ミヌフ	2011 年 10 月から 11 月にかけてショートリスト地区の詳細調査を実施し、各県

活動	成果
<p>イア県のモデル地区を3ヶ所ずつ選定する。</p>	<p>に3郡のモデル地区を選定した。</p> <p>3) GHAPWASCO (全9候補地)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Tanta 郡 (3候補地) ・ El Mahalla El Kobra 郡 (3候補地) ・ Zefta 郡 (3候補地) <p>4) MCWW (全9候補地)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Shebeen El Kom 郡 (3候補地) ・ Quesna 郡 (3候補地) ・ Berket El Sab'a 郡 (3候補地)
<p>3-3 無収水削減チームを編成する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2011年5月、各公社本部に、NRW削減活動を統括するNRW/本部チームを編成した。 ➤ 2012年1月(第2期)以降、NRW削減活動を実施するモデル地区において、担当者を定め、支所をベースにNRW削減活動が実施できるようにNRWチームを強化した。
<p>3-4 SHAPWASCO のアクションプランをもとにGHAPWASCO、MCWW の無収水削減活動アクションプランを策定する。</p>	<p>2011年10月、GHAPWASCO と MCWW の双方で、NRW削減パイロット活動のアクションプランを策定した。同アクションプランは、2011年10月、全支所のNRWチームを対象にワークショップで議論され、承認された。</p>
<p>3-5 無収水削減活動に関する一般研修を実施する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2011年10月、SHAPWASCO のNRWチームが、GHAPWASCO 及びMCWW のNRWチームを対象に、漏水探知技術を含むNRW削減活動に係る講義と実地訓練を実施した。 ➤ 2012年3月、SHAPWASCO のNRWチームが、GHAPWASCO 及びMCWW の本部チームを対象にした第2回目の講義・実務訓練を実施した。 ➤ また、SHAPWASCO の要員は、ミニセミナーやワークショップを開催して、SHAPWASCO の経験共有に努めた。
<p>3-6 SHAPWASCO の漏水探査ヤードで研修を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 上記の初期訓練を実施した。 ➤ 2013年1月～2月、漏水探知スキルを持つ要員を増員するために、SHAPWASCO の研修ヤードにて、実務訓練を実施した。この訓練では、2012年3月にSHAPWASCOにて研修を受けたGHAPWASCOとMCWWの要員が、トレーナーとして参加した。
<p>3-7 SHAPWASCO 配水管理に係るモデル地区で研修を行う。</p>	<p>GHAPWASCO と MCWW は2014年8月に、SHAPWASCO におけるWDM活動を視察し、意見交換を通して配水管理の目的や便益について学んだ。</p>
<p>3-8 ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル地区の配水管図面(GIS)を整備する。</p>	<p>2012年1月から2013年2月(第2期)の活動において、各モデル地区でのGIS図面が整備された。同図に基づき、配水管網の水理的な締切や流量計設置位置(チャンバー建設位置)を設定した。</p>
<p>3-9 モデル地区の水収支分析を実施する。</p>	<p>2012年1月から2014年8月(第2～3期)の活動において、夜間最小流量測定(MNF)により、6箇所のモデル地区でパイロット地区を選定した。また、パイロット地区で、漏水調査前(活動前)の配水量分析を実施した。なお、水道メータの誤差は、配水量分析で補正した。</p>
<p>3-10 モデル地区で漏水探知活動を実施する。</p>	<p>2012年1月から2014年8月(第2～3期)の活動を通じて6箇所のモデル地区で漏水調査を実施した。活動を通じて検出された漏水発見箇所はすべて修理した。</p>
<p>3-11 無収水率の調査と無収水対策活動の評価を行う。(モデル地区で漏水修理後の水収支分析を実施する。)</p>	<p>2012年1月から2014年8月(第2～3期)の活動を通じて、6箇所のモデル地区全てに対する配水量分析(漏水修理後)を実施した。</p>
<p>3-12 無収水削減技術の県内普及に係る方針案・計画案を作成する。</p>	<p>GHAPWASCO・MCWW 双方で「NRW削減活動に係る5ヶ年計画」が、2013年7月に作成された。MCWWは、翌年2014年8月に当該計画を1ヶ年へ改訂した。</p>

活動	成果
4 先行事例として、シャルキーヤ県上下水道公社の配水管理に係る能力が強化される。	
4-1 配水管理の方法を調査する。	2011年5月から9月にかけて、配水管理の目的、活動内容、必要な機材等について、議論と調査を行った。
4-2 配水管理に係る研修を実施する。	2011年9月、活動4-1の総括として、配水管理に係る内部ワークショップを開催した。本ワークショップにおいて、配水管理の目的、活動内容、必要な機材等に関する理解を深めた。
4-3 配水管理に係る計画を策定する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水管理のパイロット地区が Zagazig 市に選定され、6箇所のブロックに分割することにした。 ➤ 2012年7月に JICA の調査団が現地調査を行い、プロジェクトチームと配水管理の方針について議論した。Zagazig 市域に 10 箇所の圧力測定点を設置するものの、6ブロックのうち Area-4 を詳細モニタリング地区にすることで合意した。 ➤ 合意に沿った WDM パイロットプロジェクト活動計画が、2012年12月に整理された。
4-4 配水管理のための機材を設置する。	JICA 本部は WDM 活動に必要な機材（配水監視システム）の調達を実施した。SHAPWASCO は JICA 調達と並行して、中央監視棟や流量計用チャンバーの建設を実施した。その後、2013年4月に機材設置を開始した。しかし、ソフトの調整やシステム検証が必要になり、その終了は2014年7月になった。
4-5 システムを運用する。	<p>機材調達業者が作成した取扱説明書及び SOP に基づいて、配水監視システムを操作・運用している。システムの運用状況は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ スクリーン上でのデータ監視 ➤ 平均流量及び最大流量等のデータ分析 ➤ 低給水圧発生率の分析 ➤ 断水及び低給水圧に係る苦情の分析 ➤ 浄水場及び井戸の運転モードに係る修正提案
4-6 配水管理に係る SOP を作成する。	配水管理に係るドラフト SOP を 2013年3月から2014年8月（第3期）活動中盤に作成し、2014年11月に実際の運用結果を反映させ、最終化した。
4-7 システムの運用と SOP の評価を行う。	<p>プロジェクトチームは、SOP を含む WDM 活動の評価を実施した。その結果、「Zagazig 市にとってシステムが必要」と評価する。なお、パイロットプロジェクトの結果として、以下の点が改善と認識できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 十分な圧力を維持する必要性に関し、浄水場職員の意識が大きく改善された。 2) 施設や水圧・水量に係る課題を、蓄積されたデータ解析や図表で説明できるようになった。 3) 解析データの提供は、施設改修に係る意思決定を支援することになる。

出典:JICA 専門家

第1章 プロジェクト概要

1.1 プロジェクトの概要

エジプト国は、水道事業経営において、低い水道料金や過剰人員による赤字経営が 20 年以上続くという構造的な問題がある。中央政府から水道事業体へ多額の補助金が供与されてきたことや、経営改善のためのインセンティブ不足であったことが、問題を長期化させた。こうした非効率な経営状態を改善するために、エジプト国では大統領令により、2004 年から公社化が進められ県別上下水道公社を設立した。現在、上下水道資産保有会社（以下、HCWW と称す）が統括機関として機能し、業務指標（PI: Performance Indicator）を用いて各上下水道公社の経営改善を管理している。また、経営改善を新規投資の条件と位置付け、各上下水道公社に経営改善、高水準の水道サービスを求めている。

しかし、非効率な施設運転や高い無収水率等の改善が依然として進まないため、2005 年に我が国へ技術協力が要請され、「シャルキーヤ県上下水道維持管理能力向上計画プロジェクト（2006～2009 年）」（以下、先行技プロと称す）を実施した。同プロジェクトで、施設運転標準手順書（Standard Operation Procedure：以下、SOP と称す）の整備や無収水（Non-Revenue Water：以下、NRW と称す）への対策能力の向上プログラムを実施し、効率改善の効果が確認された。一方、HCWW で実施している既存の研修・訓練は、座学中心の講義やワークショップで実施されることが多く、シャルキーヤ県上下水道公社（以下、SHAPWASCO と称す）が習得した実務的な技術・経験を普及するに至っておらず、人材育成の仕組み、適切な維持管理の面的拡大が次の課題となった。

こうした状況下、HCWW は、先行技プロのノウハウ移転と、同様の改善プログラムをナイルデルタ地域で展開する構想を立て、SHAPWASCO で醸成された技術を近隣県のガルビーヤ県上下水道公社（以下、GHAPWASCO と称す）及びミヌフィア県上下水道公社（以下、MCWW と称す）へ移転することをモデルにするとともに、SHAPWASCO の配水管理（以下、WDM と称す）の技術を向上させる計画を立案し、技術協力を我が国へ要請した。

本プロジェクトでは、SOP に基づく維持管理、NRW 対策、適切な配水管理に係る技術移転を通じ、1) 各上下水道公社への補助金削減、2) 新たな投資及び開発効果の創出、3) SOP 活動による水質水量の改善（安全かつ安定した水供給への貢献）、4) NRW 削減活動による配水の効率化、5) 上記 1)～4)を通じた水道セクター全体の質の向上を目指す。

1.2 プロジェクトの目的と実施期間

本プロジェクトの目的は、以下のようにまとめられる。

- [スーパーゴール] ナイルデルタ地域において上水道施設の運営維持管理能力が向上する
- [上位目標] シェルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上水道施設の運営維持管理能力が向上する
- [プロジェクト目標] シェルキーヤ県・ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル地区・施設において上水道施設の運営維持管理能力が向上する

プロジェクト実施により、下記の成果（アプトプット）が得られると期待される。

- [成果]
- 成果 1：シェルキーヤ県・ガルビーヤ県・ミヌフィア県において上下水道公社の連携を通じた人材育成が強化される
 - 成果 2：シェルキーヤ県の事例を参考に、ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において運転・維持管理に係る SOP が作成・運用される
 - 成果 3：シェルキーヤ県上下水道公社の無収水削減に係る技術・経験がガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル地区の職員に移転される
 - 成果 4：先行事例として、シェルキーヤ県上下水道公社の配水管理に係る能力が強化される
 - 成果 0：プロジェクトが適切に管理・調整される

プロジェクトにおける活動は、以下に重点を置く

- [活動]
- 研修などの人材育成の活動
 - 上水道施設の運転維持管理の活動（SOP：標準手順書）
 - NRW 削減の活動
 - WDM の活動
 - 3 公社間調整の活動

プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）及び実施計画（PO）は、2011年9月に合同調整委員会（Joint Coordinating Committee：以下、JCCと称す）で、PDM1及びPO1への見直しが行われた。その後、本プロジェクト実施期間中に数回、PDM及びPOが変更され、JCC及びステアリング・コミッティ（Steering Committee：以下、SCと称す）で承認された。PDMの変更は2013年10月におけるPDM3の変更が最後である。PO4は、WDM活動期間を延長するために、2014年8月のSC会議で承認された。

1.3 プロジェクト対象地域

本プロジェクトの活動地域は、以下のとおりである。

<SOP 活動>

- ガルビーヤ県のモデル施設
 - Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場
 - Mahalet Marhoom 鉄マンガン除去施設
 - Seberbay 井戸
- ミヌフィア県のモデル施設
 - Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場
 - Gezy 鉄マンガン除去施設
 - Ashama 井戸

<NRW 削減活動>

- ガルビーヤ県のモデル地区
 - Tanta 郡
 - El Mahalla El Kobra 郡
 - Zefta 郡
- ミヌフィア県のモデル地区
 - Shebeen El Kom 郡
 - Quesna 郡
 - Berket El Sab'a 郡

<WDM 活動>

- シャルキーヤ県のパイロット地区
 - シャルキーヤ県 Zagazig 市内

1.4 プロジェクトの実施体制ならびに関連省庁

本プロジェクトの実施体制は、以下のとおりである。

1.4.1 プロジェクト実施構成

(1) カウンターパート機関

監督機関：

- 上下水道資産保有会社（HCWW）

実施機関：

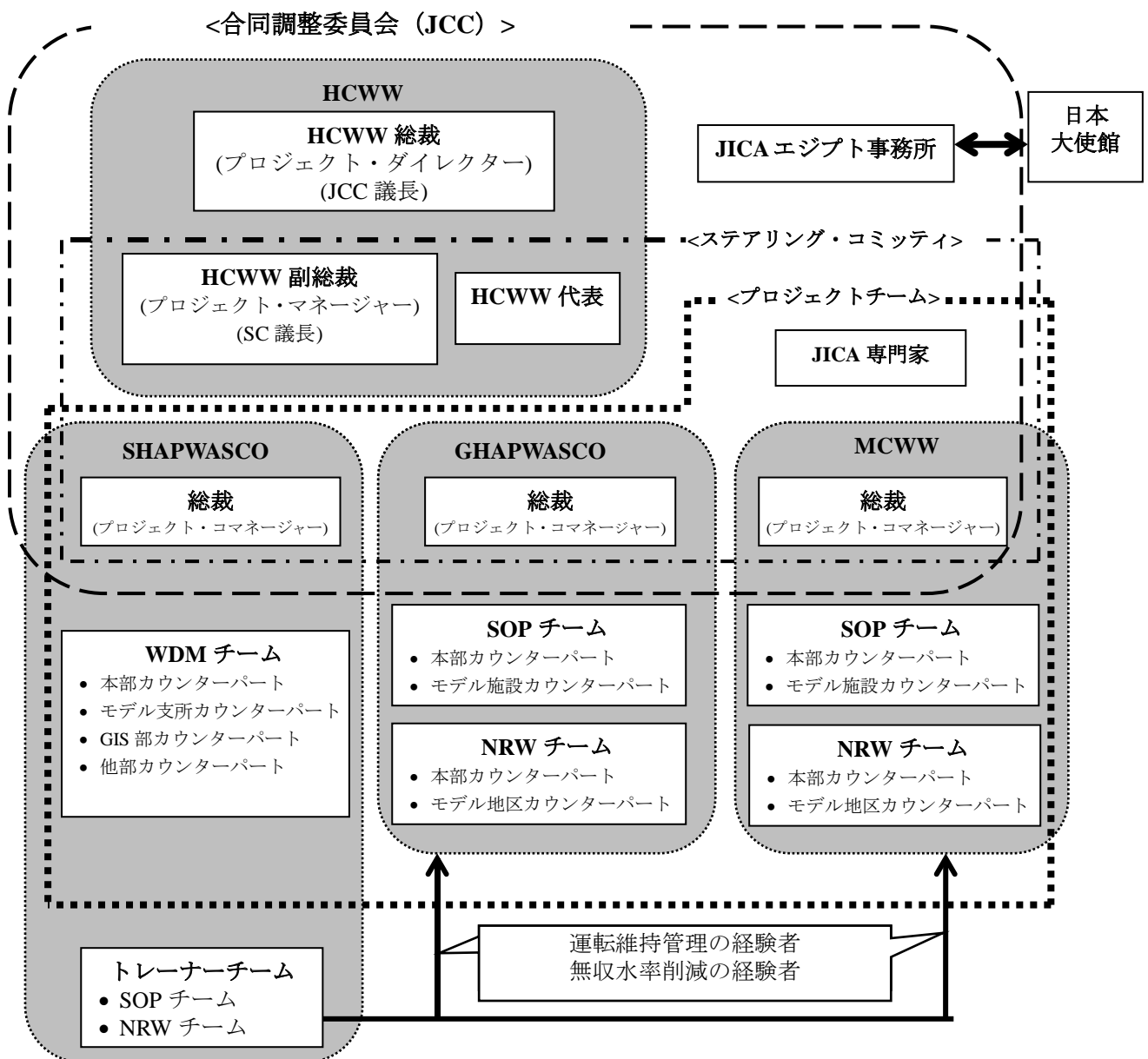
- シャルキーヤ県上下水道公社（SHAPWASCO）
- ガルビーヤ県上下水道公社（GHAPWASCO）
- ミヌフィア県上下水道公社（MCWW）

(2) プロジェクトの構成要員

- ▶ プロジェクト・ダイレクター：HCWW 総裁
- ▶ プロジェクト・マネージャー：HCWW 副総裁
- ▶ プロジェクト・コマネージャー：SHAPWASCO 総裁、GHAPWASCO 総裁、MCWW 総裁
- ▶ カウンターパート：SHAPWASCO スタッフ、GHAPWASCO スタッフ、MCWW スタッフ

プロジェクト実施体制は、図 1-1 に示すとおりである。

注：当初、HCWW のプロジェクト・セクター長がプロジェクト・マネージャーを務めていた。同氏が副総裁に昇進したため、第 4 回 JCC でプロジェクト・マネージャーを HCWW の副総裁に変更した。



出典:プロジェクトチーム

図 1-1 プロジェクトの実施体制

(3) 合同調整委員会（JCC）

合同調整委員会（JCC）は、2011 年 5 月に設立された。HCWW 総裁が総括責任者であり、HCWW 副総裁がプロジェクト・マネージャーとして、JCC の議長を兼ねる。JCC 委員は、以下のとおりである。

表 1-1 合同調整委員会（JCC）メンバー

職位	メンバー
- 議長	HCWW 総裁
- エジプト側委員	HCWW 副総裁
	SHAPWASCO 総裁
	GHAPWASCO 総裁
	MCWW 総裁
	SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW のスタッフ
- 日本側委員	チーフアドバイザー
	専門家
	JICA エジプト事務所代表
	JICA からの派遣者（必要な場合）

出典:JICA 専門家

(4) ステアリング・コミッティ（SC）

HCWW 副総裁、SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW 総裁、JICA 専門家等により構成されるステアリング・コミッティ設立した。2011 年 6 月から 2015 年 8 月までに全 7 回の会議を開催した。3 公社間の協力に係るルール（費用負担など）やプロジェクト運営上の課題を協議する場として機能した。結果は議事録として取り纏められ、関係者へ周知された。

表 1-2 ステアリング・コミッティ（SC）メンバー

職位	メンバー
- 議長	HCWW 副総裁
- 委員	SHAPWASCO 総裁
	GHAPWASCO 総裁
	MCWW 総裁
	SOP・GHAPWASCO 本部チーム代表
	SOP・MCWW 本部チーム代表
	NRW・GHAPWASCO 本部チーム代表
	NRW・MCWW 本部チーム代表
	WDM・SHAPWASCO 本部チーム代表
	専門家

出典:JICA 専門家

(5) プロジェクトチーム

プロジェクトチームは、プロジェクト開始前に C/P チームと JICA 専門家チームの間で SOP・NRW・WDM チームとして編成された。構成メンバーは以下のとおりで、各県で編成された。

表 1-3 プロジェクトチームメンバー

職位	メンバー
- プロジェクト・マネージャー	SHAPWASCO 総裁
	GHAPWASCO 総裁
	MCWW 総裁
- 構成員	各公社の C/P メンバー
	JICA 専門家

出典:JICA 専門家

(6) カウンターパート

SOP チーム、NRW チーム、WDM チームが SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW 内で編成された。本プロジェクト進捗に応じて段階的に強化された。

[SHAPWASCO]

メンバーは以下の表に示すとおりである（総員：21 名）。

表 1-4 SHAPWASCO の C/P チームメンバー

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Ahmed Abdeen	Chairman	Management	2011.5～2014.1	
Mr. Ayman Abd El Kader	Chairman	Management	2014.1～2015.4	
WDM 本部チーム				
Mr. Alaa El Din Mohamed	Head of C/P Team/ Head of NRW Team Headquarters (HQ)	Management	2011.5～2015.4	
Mr. Ahmed Maher	Assistant for head of WDM team/HQ	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Abd El Rahim Mohamed	Assistant for head of WDM team/HQ	Engineer	2011.5～2013.12	休暇中
Mr. Mohamed Atef	Assistant for head of WDM team/HQ	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Mostafa Ibrahim	Assistant for head of WDM team/HQ	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Tamer Kamel Hussein	Assistant for head of WDM team/HQ	Engineer	2014.2～2015.4	
SOP チーム				
Mr. Abd El Shafi Abd El Aziz Mohamed	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Ali El Mosalami	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Gamal Abd El Hameed	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Samir Ghareeb	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. El Sayed Mostafa	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Ms. Heba Mahmoud	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Ahmed Saeed Abd El Halim	SOP team	Engineer	2011.5～2015.4	
Ms. Marwa Mohie Atia	SOP team	Technician	2011.5～2015.4	
Mr. Mohamed Salah	SOP team	Technician	2011.5～2015.4	
NRW チーム				
Mr. Saeed Mohamed Attia	NRW team	Engineer	2011.5～2015.4	
Ms. Walaa Hamdi	NRW team	Engineer	2011.5～2015.4	
Ms. Walaa Mohamed Ali	NRW team	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Salama Mohmoud Abd Alaal	NRW team	Assistant Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Mr. Mohamed Baker	NRW team	Assistant Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Tamer Wael Abd Elhady	NRW team	Technician	2011.5～2015.4	

出典:JICA 専門家

[GHAPWASCO]

メンバーは以下の表に示すとおりである（総員：83名）。

表 1-5 GHAPWASCO の C/P チームメンバー

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Ayman Abd El Kader	Chairman	Management	2011.5～2014.1	
Mr. Mahmoud Zaki Assad	Chairman	Management	2014.1～2015.4	
Mr. Abdullah El Letty	Head of C/P team	Management	2011.5～2012.5	退職
Mr. Adel Attia	Head of C/P team	Head of C/P team	2012.6～2015.4	
SOP 本部チーム				
Mr. Ahmed El Maleh	SOP team leader/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Rizk El Fiky	SOP member/HQ	Engineer	2011.9～2015.4	
Mr. Samy Mogahed	SOP member/HQ	Engineer	2011.9～2012.7	異動
Mr. Essam Badawy	SOP member/HQ	Engineer	2011.9～2012.7	異動
Mr. Nagy youssry	SOP member/HQ	Engineer	2011.9～2012.6	退職
Mr. Mohamed Masood	SOP member/HQ	Engineer	2012.7～2015.4	
Mr. Mahmoud Badr	Electricity SOP member/HQ	Engineer	2011.7～2015.4	
Mr. Mekawy Mekawy	WQMSOP member/HQ	Chemist	2011.11～2015.4	
Mr. Gad Abdel Monsef Gad	SOP member/HQ	Engineer	2013.8～2015.4	
SOP 支所チーム				
Mr. Moataz Riyad Hassan	Station manager / Melahia SWTP	Engineer	2012.07～2015.4	
Mr. Mahmoud El Sayed Sarhan	Vice manager/ Melahia SWTP	Engineer	2012.07～2015.4	
Ms. Hemat Fathy Hozayfa	Laboratory manager/ Melahia SWTP	Chemist	2012.07～2015.4	
Mr. Goerge Naguib Abdo	Senior technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Saeed Eid Kombar	Senior technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Ramy Mostafa El Feky	Technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Mahrous Mohamed El Zayat	Technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Amir El Safty	Technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Mohamed Aly Saber	Technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Mohamed Ahmed Balat	Technician/ Melahia SWTP	Technician	2012.07～2015.4	
Mr. Huessein Youssef Shahin	Station manager / Mahalet Marhoum IMRP	Technician	2012.09～2015.4	
Mr. El Mohamady Mekawy	Senior technician / Mahalet Marhoum IMRP	Technician	2012.09～2015.4	
Mr. Mahmoud Abou El Anein	Technician / Mahalet Marhoum IMRP	Technician	2012.09～2015.4	
Mr. Ahmed El Maraghy	Technician / Mahalet Marhoum IMRP	Technician	2012.09～2015.4	
Mr. Ahmed Shoieb	Samanoud SWTP	Engineer and facility manager	2013.12～2015.4	
Mr. Ahmed El Shimy	Samanoud SWTP	Engineer	2013.12～2015.4	
Mr. Malek Abo El Fadl	Samanoud SWTP	Chemist	2013.12～2015.4	
Mr. Hamdy El Sayed Ramadan	Samanoud SWTP	Chemist	2013.12～2015.4	
Mr. Ahmed Mahmoud	Samanoud SWTP	Chemist	2013.12～2015.4	
Mr. Magdy Sherif	Samanoud SWTP	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Abdel Aty Galal	El Ramlia IMRF	Manager/technician	2013.12～2015.4	
Mr. Sayed Bayoumy Sharaf	El Ramlia IMRF	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Fath El Bab Saber	El Ramlia IMRF	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Reda bdel Hady Zaki	El Ramlia IMRF	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Ahmed Fath El Bab	El Ramlia IMRF	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Mohamed Ali El Meliegy	Shobrabeel WPS	Manager/technician	2013.12～2015.4	
Mr. Mohamed Saad Gouda	Shobrabeel WPS	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Saeed Khaled Ibrahim	Shobrabeel WPS	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Suliman El Sayed Suliman	Shobrabeel WPS	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. Ibrahim Ahmed Shehata	Shobrabeel WPS	Technician	2013.12～2015.4	
Mr. El Husseinein El Sayed Sengaf	Shobrabeel WPS	Technician	2013.12～2015.4	
NRW 本部チーム				
Mr. Ahmed Rabee'	NRW team leader/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Omar Salah El Din	NRW member/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Ahmed Ramadan El Bakary	NRW member/HQ	Engineer	2011.6～2012.3	退職
Mr. Mohamed Masood	NRW member/HQ	Engineer	2012.3～2012.6	SOPへ異動
Mr. Gad Abdel Monsef Gad	NRW member/HQ	Engineer	2012.3～2012.6	SOPへ異動
Mr. Salah Mohamed El Sawahly	NRW member/HQ	Technician	2012.3～2015.4	
NRW 支所チーム				
Mr. Abdel Azim Gouda	Water manager/Zefta	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Abdel Ghafar	Network manager/Zefta	Technician	2012.3～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
Mohamed				
Mr. Mohamed Hasouna	Meter reader/Zefta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Adel Othman	Meter reader/Zefta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Ibrahim Shehata	Worker/Zefta	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Abdel Azim El Beheiry	Worker/Zefta	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Waleed El Sayed Bekheit	Surveyor /Zefta	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Tamer Nassef	Surveyor /Zefta	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Ibrahim Abdel Mallak	Branch manager/Tanta	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Mostafa Abdel Aal	Nawag area network manager/Tanta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed Hemeida	Network technician/Tanta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Atef El Borlosy	Network technician/Tanta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Samy Abdel Gawad	Network manager/Tanta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Saied Shahin	Follow up/Tanta	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Hany Sallam	Worker/Tanta	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. El Dessouky Mohamed	Worker/Tanta	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed Abdel Rabo Aallam	Network/Tanta	Engineer	2013.9～2015.4	
Mr. Mohamed Ibrahim El Sheikh	Network /Tanta	Engineer	2013.9～2015.4	
Mr. Samy Morees Bekheet	Water manager/Mahala	Engineer	2013.9～2015.4	
Mr. Refaii Abdel El Rahman Badawy	Network technician/Mahala	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Rashed Mohamed Abo Hargal	Technician/Mahala	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Fahmy Moussa	Branch manager/Mahala	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed Suliman	Network technician/Mahala	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Mohamed El Sheshtawy	Network head/Mahala	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Hany Abdel Wahab	Worker/Mahala	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Sobhy Farahat	Meter reader/Mahala	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Mohamed Hegazy	Meter reader/Mahala	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed El Sayed Morsi	Bassyoun	Engineer	2013.9～2015.4	
Mr. Zakaria Kandil	Bassyoun	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Saad Kotb Rezq	Bassyoun	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Abdel Hamid Sherif	Bassyoun	Technician	2013.9～2015.4	
Nashaat Eissa	Kotour	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Mohamed Ismail Attia	Kotour	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Saeed Abou Ali	Santa	Engineer	2013.9～2015.4	
Mr. Abdel Hameed Ahmed Omar	Santa	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Abdel Hady Saeed El Hebeishy	Santa	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Mosaad El Sheikh	Samanoud	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Mahmoud El Mahalawy	Samanoud	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Mohamed Khalil	Samanoud	Technician	2013.9～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Aly El Hassawy	Kafr El Zayat	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Ragab El Nagar	Kafr El Zayat	Technician	2013.9～2015.4	
Mr. Ramadan El Araby Abdel Aziz	Kafr El Zayat	Technician	2014.1～2015.4	

出典:JICA 専門家

[MCWW]

メンバーは以下の表に示すとおりである（総員：90名）。

表 1-6 MCWW の C/P チームメンバー

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Mohamed Abo El Khier	Chairman	Management	2011.5～2012.9	退職
Mr. Ezzat Elsayad	Chairman	Management	2012.9～2014.1	異動
Mr. Mohamed Naguib	Chairman	Management	2014.1～2015.4	
Mr. Samir Abdel Moneom Suliman	Head of C/P team	Management	2011.5～2012.1	退職
Mr. Mohamed Abdulla	Assistant for Head of C/P team	Management	2011.5～2012.1	異動
SOP 本部チーム				
Mr. Ayman Bassyouni	Head of SOP Team/HQ	Engineer	2011.5～2015.4	
Mr. Mohamed Fawzy Awad	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Mohamed Fathy	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Khaled Kazamel	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2011.7～2015.4	
Mr. Saeed Abdelfattah	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2011.6～2015.4	
Mr. Salem Hamdy Fawzy	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2011.6～2011.11	異動
Ms. Eyman Zahran	Assistant for head of SOP team/HQ	Chemist	2011.6～2012.6	異動
Mr. Mostafa Lotfy	Assistant for head of SOP team/HQ	Engineer	2012.3～2012.6	異動
Mr. Adel Ibraheem	Assistant for head of SOP team/HQ	Chemist	2012.6～2015.4	
SOP 支所チーム				
Mr. Ahmed Sameer Elkawas	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Engineer, Plant manager	2011.12～2015.4	
Mr. Mohamed Abdallah Abdelrehem	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Engineer, Operation manager	2011.12～2015.4	
Mr. Ahmed Fathy Said Mr. Ahmed	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Chemist	2011.12～2015.4	
Mr. Mahmood Abdelzاهر Elsaid	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Chemist	2011.12～2015.4	
Mr. Mansoor Shawky Ibraheem	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Generator)	2011.12～2015.4	
Mr. Mansoor Shawky Ibraheem	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Mech. maintenance)	2011.12～2015.4	
Mr. Haithem Ahmed Omar	Mahatet El Sadat El	Technician	2011.12～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
	Satheya SWTP	(Mech. maintenance)		
Mr. Mohamed Foaad Soltan	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Elec. maintenance)	2011.12～2015.4	
Mr. Mohamed Ashraf Arafa	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Elec. maintenance)	2011.12～2015.4	
Mr. Haithem Ahmed Omar	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Sedimentation facility)	2011.12～2015.4	
Mr. Ahmed Bahnasy Mohamed	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Filtration facility)	2011.12～2015.4	
Mr. Mohamed Sabry Abdelazeem	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Sludge facility)	2011.12～2015.4	
Mr. Ahmed Abd Elsalam Belal	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Pump room)	2011.12～2015.4	
Mr. Ahmed Samy Saleh	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Cl room)	2011.12～2015.4	
Mr. Amin Gamal Mahroos	Mahatet El Sadat El Satheya SWTP	Technician (Al room)	2011.12～2015.4	
Mr. Ahmed Ebrahim Gobara	Gezy IMRP	Technician, O&M	2011.12～2015.4	
Mr. Elsaid Reyad	Gezy IMRP	Technician (Elec. maintenance)	2011.12～2015.4	
Mr. Abdelhakeem Abdelrasheed	Gezy IMRP	Technician (Cooling system)	2011.12～2015.4	
Mr. Mahmood Ali Ateem	Gezy IMRP	Technician (Operation)	2011.12～2015.4	
Mr. Ibrahim Maher Abdelglel	Gezy IMRP	Technician (Operation)	2011.12～2015.4	
Mr. Shaker Ibrahim Abdelgel	Gezy IMRP	Labor	2011.12～2015.4	
Mr. M. Nagi	Gezy IMRP (Chemist)	Technician (Mech. maintenance)	2012.3～2015.4	
Ms. Wala'a Elaskary	Gezy IMRP (Manager)	Engineer	2011.12～2015.4	
Mr. Salah M. Kabeel	Ashama WPS	Technician, Plant manager.	2012.3～2015.4	
Mr. Yosri William	Ashama WPS	Technician	2012.3～2013.8	異動
Mr. Hassan Mohamed	Ashama WPS	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Zaki Abdelazim	Ashama WPS	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Mohamed Abdelfatah	Ashama WPS	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Abdelrahman Abdullah	Ashama WPS	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Abdellatif Ammar	Ashama WPS	Technician	2012.3～2013.8	異動
Mr. Abdullah Abu Omar	Ashama WPS	Technician	2013.8～2015.4	

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Helal Khedr	Shebin SWTP Manager	Engineer	2013.10 ~2015.4	
Mr. Bassem Mahmoud	Shebin SWTP lab manager	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Ms. Radwa Hassan	Shebin SWTP SCADA system	Engineer	2013.10 ~2015.4	
Mr. Ali Amer	Shebin SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mostafa Mohammed	Shebin SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Baha'a Elserwy	Shebin SWTP Lab.	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Ms. Hala Bukr	Shebin SWTP Lab.	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Ms. Yassmin Gaber	Shebin SWTP Lab.	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mahmoud Elhadary	Minouf SWTP Manager	Engineer	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mahmoud Sallam	Minouf SWTP Chemist	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mohammed Abdeldaim	Minouf SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mohammed Khalifa	Minouf SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Ashraf Elshahed	Minouf SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Ali Kamunna	Minouf SWTP	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Salah Elbatanony	Kafr Elbatanon IMRF Manager	Engineer	2013.10 ~2013.12	退職
Mr. Mohammed Khattab	Kafr Elbatanon IMRF Lab. manager.	Chemist	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mohammed Eid	Kafr Elbatanon IMRF Electrical(Plant manager)	Technician	2013.10 ~2015.4	
Ms. Ahlam Sadek	Kafr Elbatanon IMRF	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mohammed Ghaly	Kafr Elbatanon IMRF	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Shawky M. Elmeshad	Elbatanon WPS Manager	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Kamel Abdelsaid	Elbatanon WPS	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Mohamed Abdelaziz	Elbatanon WPS	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Samy Azer	Elbatanon WPS	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Adel Abellatif	Elbatanon WPS	Technician	2013.10 ~2015.4	
Mr. Saeed Sha'aban	Elbatanon WPS	Technician	2013.10 ~2015.4	
NRW 本部チーム				
Mr. Belal Galal Khalaf	Head of NRW Team/HQ	Management	2011.5~2012.1	
	Head of C/P and Leader of NRW Team/HQ	Management	2012.1~2013.12	退職
Mr. Mohamed El Shafey	Assistant for head of NRW team/HQ	Engineer	2011.6~2015.4	
Mr. Mohamed Fawzy Bader	Assistant for head of NRW team/HQ	Engineer	2011.7~2015.4	
Mr. Ahmed Radwan	Assistant for head of NRW team/HQ	Engineer	2011.6~2012.12	異動
Mr. Ahmed El Showny	Assistant for head of NRW team/HQ	Engineer	2011.10~2015.4	
Mr. Ahmed Shalaby	Assistant for head of NRW team/HQ	Engineer	2011.10~2012.10	異動

氏名	役職	分野	期間	備考
Mr. Gamal Rizk	NRW Team member	Technician	2012.8～2013.8	徴兵休職
Mr. Mohammed Gaber	NRW Team member	Technician	2012.8～2013.8	徴兵休職
NRW 支所チーム				
Mr. Monir Mohamed	Quesna	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Anwar Ibrahim	Quesna	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Abdelsattar Hossin	Quesna	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Nagi Nikola	Quesna	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Mohamed Sobhy	Quesna	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Mohamed Ibrahim	Quesna	Plumper	2012.3～2015.4	
Mr. Abdelmalek Mohamed	Quesna	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Mansour Mohamed	Quesna	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Ayman Abdrabo	Berket El Saba'a	Engineer	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed Shawky	Berket El Saba'a	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Bakry Mohamed	Berket El Saba'a	Plumper	2012.3～2015.4	
Mr. Hamed Ali	Shebin	Network manager	2012.3～2015.4	
Mr. Hassan Ismael	Shebin	Supervisor	2012.3～2015.4	
Mr. Gamal Eldemerdash	Shebin	Technician	2012.3～2015.4	
Mr. Abdelmonsif Mohamed	Shebin	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Hitham Mohamed	Shebin	Worker	2012.3～2015.4	
Mr. Ahmed Elshamy	Shebin Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Sobhy Yossif	Berket El Saba'a Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mostafa Marzok	Minouf Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mahmoud Faramawy	Elbagour Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Ali Ahmed Reyad	Ashaman Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Abdelsattar Hossin	Quesna Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mohamed Ibrahim	Quesna Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mohamed Sobhy	Elshohada Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mohamed Elsha'ar	Minouf Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	
Mr. Mahmoud Shafik	Tala Surveyor	Technician	2013.8～2015.4	

出典:JICA 専門家

(7) JICA 専門家チーム

JICA 専門家チームは日本側専門家とエジプト側専門家で以下のように構成される。

表 1-7 JICA 専門家チームメンバー

専門家	氏名	期間
[日本専門家]		
- 総括/上水道計画	藤井克巳	2011年5月9日 - 2015年4月8日
- 副総括/無収水削減計画	大森光仁	2011年6月3日 - 2015年4月13日
- 漏水探知技術	新村宏樹	2011年9月5日 - 2015年3月7日
- 浄水システム	清水智裕	2011年5月10日 - 2015年3月31日
- 機械設備	長尾亮治	2011年6月3日 - 2012年11月29日
- 電気設備	サイエッド・オスマン・マドゥブリ	2011年7月1日 - 2013年2月10日

専門家	氏名	期間
- 管網解析	山田賢二	2011年9月3日 - 2013年7月2日
- 配水管理（1）	武内正博	2011年5月9日 - 2012年12月12日
- 配水管理（2）	木山清	2011年6月27日 - 2014年3月28日
- 井戸モニタリング	飯島信幸	2011年6月20日 - 2013年7月2日
- 水質管理	梅木知裕	2011年10月7日 - 2014年4月30日
- 業務調整/無収水削減計画補助	加藤篤志	2011年5月14日 - 2015年4月8日
[エジプト専門家]		
- プロジェクトファシリテーター	Mr. Mohamed Nagi Gaber	2011年5月15日 - 2015年4月12日
- プロジェクトファシリテーター	Mr. Mohamed Abdel Kader Abouzekry	2011年5月17日 - 2014年8月31日
- プロジェクトファシリテーター	Mr. Mohammed Abd El-kader Abd El-Ghany	2011年6月5日 - 2014年8月31日
- ローカル専門家（配水施設）	Mr. Mostafa Moawed Mostafa	2011年6月5日 - 2014年3月15日
- ローカル専門家（浄水施設）	Mr. Ahmed El-Baz	2011年6月5日 - 2012年10月1日
- ローカル専門家（浄水施設）	Mr. Mahmoud Abu Khalaf	2011年10月2日 - 2013年2月17日
- ローカル専門家（浄水施設）	Mr. Mahmoud Abdelkader	2013年5月22日 - 2014年8月31日
- 通訳	Mr. Ahmed Ragab Hamed	2011年6月5日 - 2012年7月5日
- 通訳	Mr. Ahmed Atef	2011年6月5日 - 2014年8月31日
- 通訳	Mr. Ahmed Rasmy	2012年7月1日 - 2013年2月27日
- 通訳	Mr. Ahmed Tahoum	2013年5月1日 - 2014年6月15日
- 通訳	Mr. Amr Salah Abd-elaal	2012年12月10日 - 2015年4月12日

出典:JICA 専門家

1.5 他の開発パートナーとの連携

SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW では、表に示す欧米の技術協力が実施されている。

表 1-8 他の開発パートナーの案件

No.	案件名	ドナー	本プロジェクトと関係する県	内容/本プロジェクトとの関係
1.	Water & Wastewater Sector Support Program (WWSS)	USAID	ミヌフィア	<p>2008年～2012年。HCWW と傘下の上下水道公社（13公社）が対象。</p> <p>1) 財務力・商業的経営能力向上 2) 投資計画や投資モニタリング体制改善 3) 人的資源開発を目的にした技術協力</p> <p>当該案件（WWSS）はビジネスプランの作成に主眼を置いており、経営改善活動の一環として、NRW 計測、顧客管理・違法接続管理・メーター確認/交換、漏水修理等を広く訓練した。しかし、それらは全体で3ヶ月間程度の講習会であり、現場実務の醸成を主目的にしている。</p> <p>そのため、JICA 側は、NRW 計測や漏水探知等の現場作業を中心に訓練し、それらの作業の深度を深くすることで、WWSS との補完関係を形成した。</p>
2.	Improved Water & Wastewater Services Program (IWSP)	EU KfW	シャルキーヤ ガルビーヤ	<p>2010年～2015年。ガルビーヤ、シャルキーヤ、ベヘイラ、ダミエッタの4県で、上水道と下水道の双方で活動。投資業務のロット A と技術協力のロット B で構成される。ロット B</p>

No.	案件名	ドナー	本プロジェクト と関係する県	内容／本プロジェクトとの関係
				<p>の構成は以下のとおり。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 運営・維持管理の効率 2) NRW 削減 3) 請求・料金収納 4) 人的資源管理 5) 広報・市民啓発等 <p>当該案件 (IWSP) は、ガルビーヤ県の SOP 及び NRW 削減を対象にしていた。そのため、以下の調整を実施し、重複防止と相互補完による相乗効果創出を図った。なお、WDM は計画されておらず、シャルキーヤ県での活動に干渉はない。</p> <p>SOP</p> <p>IWSP が下水道を担当し、JICA 側が上水道を担当することにし、それぞれの専門性に集中して注力することにした。</p> <p>NRW 削減</p> <p>IWSP の計画は、公社組織改善から料金請求・収納業務を含む広いもので、戦略作成が中心である。漏水探知に触れるものの、漏水探知技術そのものへ特別な注力をするものではない。</p> <p>したがって、JICA 側は、漏水探知等の現場業務に注力し、相乗効果を図ることとした。</p>

出典:JICA 専門家

第2章 PDM の変遷

PDM 及び PO は、プロジェクト期間中に改定された。PDM の改定内容は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 PDM 及び PO の変遷

PDM & PO	バージョン	変更日	承認	主な変更内容
PDM0 & PO0	オリジナル	2010 年 8 月 19 日	インセプション協議 (IC/R)	2010 年 8 月 19 日に両国間で調印された討議記録 (R/D) 及び議事録 (M/M) の合意事項に基づき準備された PDM0 及び PO0 が、インセプション協議で合意された。
PDM1 & PO1	第 1 回変更	2011 年 9 月 27 日	第 1 回 JCC	成果指標が設定され、PDM1 及び PO1 が、第 1 回 JCC で承認された。
PDM2 & PO2	第 2 回変更	2012 年 11 月 26 日	第 3 回 JCC	モデル施設及びモデル地区における業務指標 (PIs) を設定し、PDM2 及び PO2 が、第 3 回 JCC で承認された。
PDM3 & PO3	第 3 回変更	2013 年 10 月 30 日	第 4 回 JCC	エジプト側 C/P 機関におけるプロジェクト・ダイレクター及びプロジェクト・マネージャーの一部変更、及び、本プロジェクト期間を 2014 年 8 月まで延長することが第 4 回 JCC で承認された。
PO4	第 4 回変更	2014 年 8 月 31 日	第 7 回 SC	GHAPWASCO と MCWW の SOP・NRW 削減活動を 2014 年 8 月末で終了させること、及び、SHAPWASCO の WDM 活動期間を 2015 年 4 月まで延長することが第 7 回 SC で承認された。

出典:JICA 専門家

PDM0 から PDM3 は、表 2-2～表 2-5 に示すとおりである。PO は、第 5 章の表 5-1～5-3 に示すとおり、実施工程表に反映されている。

表 2-2 PDM0 (オリジナル: インセプション協議時)

Draft Project Design Matrix (PDM₁)

Dated August 11, 2010

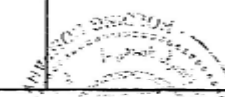
Project Name : The Project for Improvement of Management Capacity of Operation and Maintenance for Water Supply Facilities in Nile Delta Area

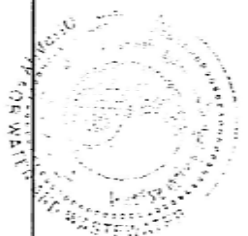
Duration : FY2010-FY2013

Project Site : Sharkiya Governorate, Gharbia Governorate, Minufia Governorate (Nile Delta Area)

Target Group : Staff of SHAPWASCO, GAPWASCO, MUPWASCO

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
<p>[Super Goal] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Nile Delta Area</p>	Performance Indicators (PIs) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Nile Delta Area	Quarterly Reports of all water supply companies in Nile Delta Area submitted to HCWW	
<p>[Overall Goal] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates</p>	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	Quarterly reports of SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO	Central and local government budget for development of water supply facilities is allocated appropriately
<p>[Project Purpose] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved at the model areas/facilities in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates</p>	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved at the model areas/facilities	Quarterly reports of SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO	Governmental policy on water supply sector does not change significantly.
<p>[Output] 1) Human Resource Development through collaboration among water supply companies in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates is strengthened</p>	<p>a. More than ** members each of SOP/NRW teams in SHAPWASCO - GAPWASCO - MUPWASCO are certified as trainers by Steering Committee</p> <p>b. More than ** % of participants rates satisfaction and understanding of workshops more than ** on the 5-scale evaluation</p>	<p>a. Certification of Training</p> <p>b,c. Reports of workshops</p>	<p>Employees who received trainings by the Project will continuously work for SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO</p> <p>Personnel transfer of executive management will not affect the implementation of the Project</p>
<p>2) Based on the experiences of SHAPWASCO, SOPs are developed and utilized at the model facilities in Gharbia and Minufia Governorates</p>	<p>a. More than ** % of SOP team members rates understanding of trainings more than ** on the 5-scale evaluation</p> <p>b. The model facilities are operated and maintained based on SOP</p>	a, b. Project Progress Reports	
<p>3) The institutional skills and experiences of SHAPWASCO for NRW reduction are transferred to NRW teams at the model areas in Gharbia and Minufia Governorates</p>	<p>a. More than ** % of NRW teams members rates understanding of trainings more than ** on the 5-scale evaluation</p> <p>b. Water balance analysis is conducted properly for the 3 model areas</p> <p>c. ** % of detected leakage is repaired at the model area</p>	a,b, c. Project Progress Report	
<p>4) The water distribution management capacity is improved in Sharkiya Governorate as an advanced model</p>	Water distribution is managed based on SOP at the model areas	Project Progress Reports	
<p>0) The project is managed and coordinated properly</p>	<p>a. Agreement on the cooperation among SHAPWASCO - GAPWASCO - MUPWASCO is prepared</p> <p>b. Project activities are regularly monitored based on PO/APO</p>	<p>a. Agreement Document</p> <p>b. Project Progress Reports</p>	



Activities	Inputs	Important Assumption
1-1 Conduct management training for the top management 1-2 Conduct Training of Trainers (TOT) for developing SOP 1-3 Conduct TOT for NRW reduction 1-4 Disseminate the contents, the manners and the results of the collaboration among SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO to the water supply companies in Nile Delta Area through reports and workshops 2-1 Survey the current conditions of water supply facilities in Gharbia and Minufia Governorates 2-2 Select 3 model facilities in Gharbia and Minufia Governorates each 2-3 Organize SOP teams 2-4 Conduct training for developing and applying SOPs at the facilities of Sharkiya Governorate 2-5 Revise SOPs of Sharkiya Governorate, if necessary 2-6 Develop SOPs for model facilities in Gharbia and Minufia Governorates based on SOPs for SHAPWASCO 2-7 Conduct On-the-Job Training for GAPWASCO and MUPWASCO to apply SOPs in operation and maintenance 2-8 Monitor the progress of SOP activities 2-9 Draft the policy/plan for disseminating SOP to the other Marakazes	<p>Japanese side</p> 1) Japanese Experts <ul style="list-style-type: none"> • Chief advisor/water supply planning • NRW reduction management • Leakage detection • Water treatment • Water quality • Electrical equipment • Mechanical equipment • Distribution network • Others (if necessary) 2) Local Experts 3) Equipment 4) Training in Japan 5) Local Cost	
3-1 Analyze the current situation on NRW in Gharbia and Minufia Governorates 3-2 Select 3 model areas for NRW reduction in Gharbia and Minufia Governorates each 3-3 Organize NRW reduction teams 3-4 Formulate an action plan for NRW reduction activities based on the action plan for SHAPWASCO 3-5 Conduct training at Mostrod Training Center 3-6 Conduct training at the training yard in Sharkiya Governorate 3-7 Conduct training at model areas for water distribution management in Sharkiya Governorate 3-8 Prepare GIS drawing for model areas in Gharbia and Minufia Governorates 3-9 Make water balance analysis at model areas 3-10 Conduct leakage detection survey at model areas 3-11 Make water balance analysis after repair works 3-12 Draft policy/plan for disseminating NRW reduction activities to the other Marakazes	<p>Egyptian Side</p> 1) Counterpart Personnel <ul style="list-style-type: none"> • Project Director : Chairman, HCWW • Project Manager : Chairman, SHAPWASCO • Co-Project Manager : Chairman, GAPWASCO Chairman, MUPWASCO • NRW Team • SOP Team 2) Office space and facilities for experts 3) Equipment 4) Necessary Information 5) Local Cost	<p>【Pre-condition】</p> Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO by HCWW
4-1 Discuss methods and conduct survey for water distribution management 4-2 Conduct training for water distribution management 4-3 Formulate a plan for water distribution management 4-4 Install the equipment for water distribution management at the model area 4-5 Operate the system 4-6 Develop SOP for water distribution management 4-7 Evaluate the operation and SOP for water distribution management		
0-1 Establish Steering Committee, consisting of representative of HCWW, SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO 0-2 Discuss the contents, the manners for the cooperation among SHAPWASCO, GAPWASCO and MUPWASCO through the Steering Committee 0-3 Organize JCC at least once a year 0-4 Finalize the Indicators of the Project Design Matrix (PDM) for approval of the first Joint Coordinating Committee (JCC) 0-5 Prepare a draft Annual Plan of Operations (APO) based on the Plan of Operations (PO) for approval of the first JCC 0-6 Monitor the progress of PO/APO and achievement of the Indicators of the PDM		

出典:JICA 専門家

表 2-3 PDM1 (第1回変更)

Project Design Matrix (PDM1)

Dated September 27, 2011

Project Name : The Project for Improvement of Management Capacity of Operation and Maintenance for Water Supply Facilities in Nile Delta Area

Duration : FY2011-FY2013

Project Site : Sharkiya Governorate, Gharbia Governorate, Minufia Governorate (Nile Delta Area)

Target Group : Staff of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
【Super Goal】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Nile Delta Area	Performance Indicators (PIs) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Nile Delta Area	Quarterly Reports of all water supply companies in Nile Delta Area submitted to HCWW	
【Overall Goal】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Sharkiya, Gharbia, and Minufia Governorates	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	Central and local government budget for development of water supply facilities is allocated appropriately
【Project Purpose】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved at the model areas/facilities in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved at the model areas/facilities	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	Governmental policy on water supply sector does not change significantly
【Output】 1) Human Resource Development through collaboration among water supply companies in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates is strengthened	a. More than 3 members each of SOP/NRW teams in SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW are approved as trainers by Steering Committee b. More than 20 times of seminars/workshops are organized under inter-company cooperation by the Project team	a. Certification of Training b. Reports of workshops	Employees who received trainings by the Project will continuously work for SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW Personnel transfer of executive management will not affect the implementation of the Project
2) Based on the experiences of SHAPWASCO, SOPs are developed and utilized at the model facilities in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of SOP team members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. The model facilities are operated and maintained based on SOP c. Improvement of PIs for the model facilities are evaluated based on SOP	a, b, c. Project Progress Reports	
3) The institutional skills and experiences of SHAPWASCO for NRW reduction are transferred to NRW teams at the model areas in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of NRW teams members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. Water balance analysis is conducted properly for the 3 model areas c. 100% of detected leakage is repaired at the model area	a, b, c. Project Progress Reports	
4) The water distribution management capacity is improved in Sharkiya Governorate as an advanced model	a. Water distribution is managed based on SOP at the model areas b. Issues on water distribution capacity are reported to top management of SHAPWASCO	a, b. Project Progress Reports	
0) The project is managed and coordinated properly	a. Agreement on the coordination among SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW is prepared b. Project activities are regularly monitored based on PO/APO	a. Agreement Document b. Project Progress Reports	

出典:JICA 専門家

Activities		Inputs	Important Assumption
1-1	Conduct management training for the top management	Japanese side 1) Japanese Experts <ul style="list-style-type: none"> • Chief advisor/water supply planning • NRW reduction management • Leakage detection • Water Treatment • Water quality • Electrical equipment • Mechanical equipment • Distribution network • Others (if necessary) 2) Local Expert 3) Equipment 4) Training in Japan 5) Local Cost	Budget for the Project is allocated as planned by HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO, and MCWW
1-2	Conduct Training of Trainers (TOT) for developing SOP		
1-3	Conduct TOT for NRW reduction		
1-4	Disseminate the contents, the manners and the results of the collaboration among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW to the water supply companies in Nile Delta Area through reports and workshops		
2-1	Survey the current conditions of water supply facilities in Gharbia and Minufia Governorates		
2-2	Select 3 model facilities in Gharbia and Minufia Governorates each		
2-3	Organize SOP teams		
2-4	Conduct training for developing and applying SOPs at the facilities of Sharkiya Governorate		
2-5	Revise SOPs of Sharkiya Governorate, if necessary		
2-6	Develop SOPs for model facilities in Gharbia and Minufia Governorates based on SOPs for SHAPWASCO		
2-7	Conduct On-the-Job Training for GHAPWASCO and MCWW to apply SOPs in operation and maintenance		
2-8	Monitor the progress of SOP activities		
2-9	Draft the policy/plan for disseminating SOP to the other Marakazes	Egyptian side 1) Counterpart Personnel <ul style="list-style-type: none"> • Project Director: Chairman, HCWW • Project Manager: Chairman, SHAPWASCO • Co-Project Manager: Chairman, GHAPWASCO • Chairman, MCWW • SOP Team • NRW Team 2) Office space and facilities for the experts 3) Equipment 4) Necessary Information 5) Local Cost	【Pre-condition】 Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW
3-1	Analyze the current situation on NRW in Gharbia and Minufia Governorates		
3-2	Select 3 model areas for NRW reduction in Gharbia and Minufia Governorates each		
3-3	Organize NRW reduction teams		
3-4	Formulate an action plan for NRW reduction activities based on the action plan for SHAPWASCO		
3-5	Conduct training on general practice of NRW reduction		
3-6	Conduct training at the training yard in Sharkiya Governorate		
3-7	Conduct training at model areas for water distribution management in Sharkiya Governorate		
3-8	Prepare GIS drawing for model areas in Gharbia and Minufia Governorates		
3-9	Make water balance analysis at model areas		
3-10	Conduct leakage detection survey at model areas		
3-11	Make water balance analysis after repair works		
3-12	Draft policy/plan for disseminating NRW reduction activities to the other Marakazes		
4-1	Discuss methods and conduct survey for water distribution management	2) Office space and facilities for the experts 3) Equipment 4) Necessary Information 5) Local Cost	Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW
4-2	Conduct training for water distribution management		
4-3	Formulate a plan for water distribution management		
4-4	Install the equipment for water distribution management at the model area		
4-5	Operate the system		
4-6	Develop SOP for water distribution management		
4-7	Evaluate the operation and SOP for water distribution management		
0-1	Establish Steering Committee, consisting of representative of HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW		
0-2	Discuss the contents, the manners for the cooperation among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW through the Steering Committee		
0-3	Organize JCC at least once a year		
0-4	Finalize the Indicators of the Project Design Matrix (PDM) for approval of the first Joint Coordination Committee (JCC)		
0-5	Prepare a draft Annual Plan of Operations (APO) based on the Plan of Operations (PO) for approval of the first JCC		
0-6	Monitor the progress of PO/APO and achievement of the Indicators of the PDM		

表 2-4 PDM2 (第 2 回変更)

Project Design Matrix (PDM2)

Dated November 26, 2012

Project Name : The Project for Improvement of Management Capacity of Operation and Maintenance for Water Supply Facilities in Nile Delta Area

Duration : FY2011-FY2013

Project Site : Sharkiya Governorate, Gharbia Governorate, Minufia Governorate (Nile Delta Area)

Target Group : Staff of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
【Super Goal】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Nile Delta Area	Performance Indicators (PIs) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Nile Delta Area	Quarterly Reports of all water supply companies in Nile Delta Area submitted to HCWW	
【Overall Goal】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Sharkiya, Gharbia, and Minufia Governorates	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	Central and local government budget for development of water supply facilities is allocated appropriately
【Project Purpose】 Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved at the model areas/facilities in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs (*1) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved at the model areas/facilities	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	Governmental policy on water supply sector does not change significantly.
【Output】 1) Human Resource Development through collaboration among water supply companies in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates is strengthened	a. More than 3 members each of SOP/NRW teams in SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW are approved as trainers by Steering Committee b. More than 20 times of seminars/workshops are organized under inter-company cooperation by the Project team	a. Certification of Training b. Reports of workshops	
2) Based on the experiences of SHAPWASCO, SOPs are developed and utilized at the model facilities in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of SOP team members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. The model facilities are operated and maintained based on SOP c. Improvement of PIs (*1) for the model facilities are evaluated based on SOP	a, b, c. Project Progress Reports	Employees who received trainings by the Project will continuously work for SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW
3) The institutional skills and experiences of SHAPWASCO for NRW reduction are transferred to NRW teams at the model areas in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of NRW teams members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. Water balance analysis is conducted properly for the 3 model areas c. 100% of detected leakage is repaired at the model area	a, b, c. Project Progress Reports	Personnel transfer of executive management will not affect the implementation of the Project
4) The water distribution management capacity is improved in Sharkiya Governorate as an advanced model	a. Water distribution is managed based on SOP at the model areas b. Issues on water distribution capacity are reported to top management of SHAPWASCO	a, b. Project Progress Reports	
0) The project is managed and coordinated properly	a. Agreement on the coordination among SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW is prepared b. Project activities are regularly monitored based on PO/APO	a. Agreement Document b. Project Progress Reports	

*1 PIs

SOP: a. Energy consumption per m³ of water production (kWh/m³) b. Unit consumption of alum sulfate/ chlorine / potassium permanganate used per m³ of water production (g/m³)
c. Ratio of effective utilization of raw water (%)

NRW: a. NRW ratio (%) b. Reduction ratio of NRW (%)

WDM: a. Number of complaints per 1000 connections on water suspension and low pressure b. Ratio of low service pressure (%)

Activities		Inputs	Important Assumption
1-1	Conduct management training for the top management	Japanese side 1) Japanese Experts • Chief advisor/water supply planning • NRW reduction management • Leakage detection • Water Treatment • Water quality • Electrical equipment • Mechanical equipment • Distribution network • Others (if necessary)	Budget for the Project is allocated as planned by HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO, and MCWW
1-2	Conduct Training of Trainers (TOT) for developing SOP		
1-3	Conduct TOT for NRW reduction		
1-4	Disseminate the contents, the manners and the results of the collaboration among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW to the water supply companies in Nile Delta Area through reports and workshops	2) Local Expert 3) Equipment 4) Training in Japan 5) Local Cost	Budget for the Project is allocated as planned by HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO, and MCWW
2-1	Survey the current conditions of water supply facilities in Gharbia and Minufia Governorates		
2-2	Select 3 model facilities in Gharbia and Minufia Governorates each		
2-3	Organize SOP teams	Egyptian side 1) Counterpart Personnel • Project Director: Chairman, HCWW • Project Manager: Chairman, SHAPWASCO • Co-Project Manager: Chairman, GHAPWASCO Chairman, MCWW • SOP Team • NRW Team	【Pre-condition】 Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW
2-4	Conduct training for developing and applying SOPs at the facilities of Sharkiya Governorate		
2-5	Revise SOPs of Sharkiya Governorate, if necessary		
2-6	Develop SOPs for model facilities in Gharbia and Minufia Governorates based on SOPs for SHAPWASCO		
2-7	Conduct On-the-Job Training for GHAPWASCO and MCWW to apply SOPs in operation and maintenance		
2-8	Monitor the progress of SOP activities		
2-9	Draft the policy/plan for disseminating SOP to the other Marakazes		
3-1	Analyze the current situation on NRW in Gharbia and Minufia Governorates		
3-2	Select 3 model areas for NRW reduction in Gharbia and Minufia Governorates each		
3-3	Organize NRW reduction teams		
3-4	Formulate an action plan for NRW reduction activities based on the action plan for SHAPWASCO		
3-5	Conduct training on general practice of NRW reduction		
3-6	Conduct training at the training yard in Sharkiya Governorate		
3-7	Conduct training at model areas for water distribution management in Sharkiya Governorate		
3-8	Prepare GIS drawing for model areas in Gharbia and Minufia Governorates		
3-9	Make water balance analysis at model areas		
3-10	Conduct leakage detection survey at model areas		
3-11	Make water balance analysis after repair works		
3-12	Draft policy/plan for disseminating NRW reduction activities to the other Marakazes		
4-1	Discuss methods and conduct survey for water distribution management	2) Office space and facilities for the experts 3) Equipment 4) Necessary Information 5) Local Cost	【Pre-condition】 Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW
4-2	Conduct training for water distribution management		
4-3	Formulate a plan for water distribution management		
4-4	Install the equipment for water distribution management at the model area		
4-5	Operate the system		
4-6	Develop SOP for water distribution management		
4-7	Evaluate the operation and SOP for water distribution management		
0-1	Establish Steering Committee, consisting of representative of HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW	2) Office space and facilities for the experts 3) Equipment 4) Necessary Information 5) Local Cost	【Pre-condition】 Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW
0-2	Discuss the contents, the manners for the cooperation among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW through the Steering Committee		
0-3	Organize JCC at least once a year		
0-4	Finalize the Indicators of the Project Design Matrix (PDM) for approval of the first Joint Coordination Committee (JCC)		
0-5	Prepare a draft Annual Plan of Operations (APO) based on the Plan of Operations (PO) for approval of the first JCC		
0-6	Monitor the progress of PO/APO and achievement of the Indicators of the PDM		

出典:JICA 専門家

表 2-5 PDM3 (第3回変更)

Annex-2: Project Design Matrix (PDM3)

Dated October 30, 2013

Project Name : The Project for Improvement of Management Capacity of Operation and Maintenance for Water Supply Facilities in Nile Delta Area

Duration : FY2011-FY2014

Project Site : Sharkiya Governorate, Gharbia Governorate, Minufia Governorate (Nile Delta Area)

Target Group : Staff of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption
[Super Goal] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Nile Delta Area	Performance Indicators (PIs) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Nile Delta Area	Quarterly Reports of all water supply companies in Nile Delta Area submitted to HCWW	
[Overall Goal] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved in Sharkiya, Gharbia, and Minufia Governorates	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	Central and local government budget for development of water supply facilities is allocated appropriately
[Project Purpose] Management capacity of operation and maintenance of water supply facilities is improved at the model areas/facilities in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates	PIs (*1) in the fields of management capacity of operation and maintenance are improved at the model areas/facilities	Quarterly reports of SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW	
[Output] 1) Human Resource Development through collaboration among water supply companies in Sharkiya, Gharbia and Minufia Governorates is strengthened	a. More than 3 members each of SOP/NRW teams in SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW are approved as trainers by Steering Committee b. More than 20 times of seminars/workshops are organized under inter-company cooperation by the Project team	a. Certification of Training b. Reports of workshops	
2) Based on the experiences of SHAPWASCO, SOPs are developed and utilized at the model facilities in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of SOP team members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. The model facilities are operated and maintained based on SOP c. Improvement of PIs for the model facilities are evaluated based on SOP	a, b, c. Project Progress Reports	Employees who received trainings by the Project will continuously work for SHAPWASCO, GHAPWASCO, MCWW
3) The institutional skills and experiences of SHAPWASCO for NRW reduction are transferred to NRW teams at the model areas in Gharbia and Minufia Governorates	a. More than 80% of NRW teams members rates understanding of trainings more than 3 on the 5-scale evaluation b. Water balance analysis is conducted properly for the 3 model areas c. 100% of detected leakage is repaired at the model area	a, b, c. Project Progress Reports	Personnel transfer of executive management will not affect the implementation of the Project
4) The water distribution management capacity is improved in Sharkiya Governorate as an advanced model	a. Water distribution is managed based on SOP at the model areas b. Issues on water distribution capacity are reported to top management of SHAPWASCO	a, b. Project Progress Reports	
0) The project is managed and coordinated properly	a. Agreement on the coordination among SHAPWASCO・GHAPWASCO・MCWW is prepared b. Project activities are regularly monitored based on PO/APO	a. Agreement Document b. Project Progress Reports	

*1 PIs

SOP: a. Energy consumption per m³ of water production (kWh/m³) b. Amount of alum sulfate/ chlorine / potassium permanganate used per m³ of water production (g/m³)
c. Ratio of effective utilization of raw water (%)

NRW: a. NRW ratio (%) b. Reduction ratio of NRW (%)

WDM: a. Number of complaints per 1000 connections on water suspension and low pressure b. Ratio of inappropriate pressure of water distribution (%) c. Ratio of public opinion mentioning enough pressure (%)

出典:JICA 専門家

Activities		Inputs	Important Assumption
1-1	Conduct management training for the top management	<p>Japanese side</p> <p>1) Japanese Experts</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chief advisor/water supply planning • NRW reduction management • Leakage detection • Water Treatment • Water quality • Electrical equipment • Mechanical equipment • Distribution network • Others (if necessary) <p>2) Local Expert</p> <p>3) Equipment</p> <p>4) Training in Japan</p> <p>5) Local Cost</p> <p>Egyptian side</p> <p>1) Counterpart Personnel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Project Director: Chairman, HCWW • Project Manager: Vice Chairman, HCWW • Co-Project Manager: Chairman, SHAPWASCO Chairman, GHAPWASCO Chairman, MCWW • SOP Team • NRW Team <p>2) Office space and facilities for the experts</p> <p>3) Equipment</p> <p>4) Necessary Information</p> <p>5) Local Cost</p>	<p>Budget for the Project is allocated as planed by HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO, and MCWW</p>
1-2	Conduct Training of Trainers (TOT) for developing SOP		
1-3	Conduct TOT for NRW reduction		
1-4	Disseminate the contents, the manners and the results of the collaboration among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW to the water supply companies in Nile Delta Area through reports and workshops		
2-1	Survey the current conditions of water supply facilities in Gharbia and Minufia Governorates		
2-2	Select 3 model facilities in Gharbia and Minufia Governorates each		
2-3	Organize SOP teams		
2-4	Conduct training for developing and applying SOPs at the facilities of Sharkiya Governorate		
2-5	Revise SOPs of Sharkiya Governorate, if necessary		
2-6	Develop SOPs for model facilities in Gharbia and Minufia Governorates based on SOPs for SHAPWASCO		
2-7	Conduct On-the-Job Training for GHAPWASCO and MCWW to apply SOPs in operation and maintenance		
2-8	Monitor the progress of SOP activities		
2-9	Draft the policy/plan for disseminating SOP to the other Marakazes	<p>【Pre-condition】</p> <p>Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW</p>	
3-1	Analyze the current situation on NRW in Gharbia and Minufia Governorates		
3-2	Select 3 model areas for NRW reduction in Gharbia and Minufia Governorates each		
3-3	Organize NRW reduction teams		
3-4	Formulate an action plan for NRW reduction activities based on the action plan for SHAPWASCO		
3-5	Conduct training on general practice of NRW reduction		
3-6	Conduct training at the training yard in Sharkiya Governorate		
3-7	Conduct training at model areas for water distribution management in Sharkiya Governorate		
3-8	Prepare GIS drawing for model areas in Gharbia and Minufia Governorates		
3-9	Make water balance analysis at model areas		
3-10	Conduct leakage detection survey at model areas		
3-11	Make water balance analysis after repair works		
3-12	Draft policy/plan for disseminating NRW reduction activities to the other Marakazes		
4-1	Discuss methods and conduct survey for water distribution management	<p>2) Office space and facilities for the experts</p> <p>3) Equipment</p> <p>4) Necessary Information</p> <p>5) Local Cost</p>	<p>【Pre-condition】</p> <p>Budget for HRD is allocated properly to SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW by HCWW</p>
4-2	Conduct training for water distribution management		
4-3	Formulate a plan for water distribution management		
4-4	Install the equipment for water distribution management at the model area		
4-5	Operate the system		
4-6	Develop SOP for water distribution management		
4-7	Evaluate the operation and SOP for water distribution management		
0-1	Establish Steering Committee, consisting of representative of HCWW, SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW		
0-2	Discuss the contents, the manners for the cooperation among SHAPWASCO, GHAPWASCO and MCWW through the Steering Committee		
0-3	Organize JCC at least once a year		
0-4	Finalize the Indicators of the Project Design Matrix (PDM) for approval of the first Joint Coordination Committee (JCC)		
0-5	Prepare a draft Annual Plan of Operations (APO) based on the Plan of Operations (PO) for approval of the first JCC		
0-6	Monitor the progress of PO/APO and achievement of the Indicators of the PDM		

出典:JICA 専門家

第3章 プロジェクトの達成状況

プロジェクト目標とその達成状況を以下に述べる。なお、プロジェクトを通じた活動の成果を表3-1及び3-2にまとめる。

3.1 スーパーゴールの達成状況

SHAPWASCO、GHAPWASCO及びMCWWは、HCWWの支援の下、公開セミナーを通じてプロジェクトの成果を共有すると共に、ナイルデルタ地域の上下水道公社へ情報発信を行った。また、GHAPWASCOは、ワークショップ（2012年9～10月に開催）を通じて、漏水調査活動に関する情報を全国的に発信した。MCWWは、隣接するカリオベイヤ上下水道公社とSOP・NRWの展開に係る支援協議を開始した。これらの活動は、ナイルデルタ地域における、上水道施設の運営維持管理能力向上に寄与する。

3.2 上位目標の達成状況

上水道施設の運営維持管理能力向上に向けた活動がモデル施設、モデル地区で成功裏に終了した。業務指標（PIs）が改善傾向にあり、SHAPWASCO、GHAPWASCO及びMCWWの上水道施設の運営維持管理能力は、徐々に向上している。また、同3公社は、SOP、NRW及びWDM活動を県内へ水平展開させる取り組みを開始した。

3.3 プロジェクト目標の達成状況

運営維持管理に係る訓練や能力向上活動がモデル施設、モデル地区で実施され、同施設・地区の機材やツールの整備とともに職員の能力が十分に向上した。この活動により、PIsが改善に導かれた。

3.4 成果（アウトプット）の達成状況

計画した活動は終了し、先行技プロで醸成されたSHAPWASCOのSOP・NRW技術は、数次のセミナーやワークショップを通じてGHAPWASCO及びMCWWへ確実に移転された。プロジェクトに十分な人数の職員が3公社で訓練され、それが成果の達成へ導くことになった。

表 3-1 プロジェクト指標と達成状況

プロジェクトの要約	指標	成果
<p>[スーパーゴール] ナイルデルタ地域において上水道施設の運営維持管理能力が向上する。</p>	<p>1. ナイルデルタ地域において、運営維持管理に係る業務指標 (PI) が改善される。</p>	<p>第 1 回及び第 2 回公開セミナー (2011 年 9 月 (第 1 期) 及び 2012 年 11 月 (第 2 期) に開催) で、プロジェクトの進捗状況がナイルデルタの上下水道公社間で共有された。また、第 3 回公開セミナー (2014 年 3 月 (第 3 期) に開催) では、プロジェクトの成果の発表が実施された。 GHAPWASCO は、別途、ワークショップ (2012 年 9 月に開催) を企画した。その活動を通じ、漏水検知活動に関する情報が全国的に発信された。また、SHAPWASCO は、WDM 活動の視察に来た Red Sea 上下水道公社へ技術紹介を実施した。これらの活動は、ナイルデルタのみならず、エジプト国全土の上水道施設運営維持管理能力向上に寄与する。</p>
<p>[上位目標] シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上水道施設の運営維持管理能力が向上する。</p>	<p>1. シャルキーヤ県・ガルビーヤ県・ミヌフィア県の全支所において、運営維持管理に係る業務指標が改善される。</p>	<p>上水道施設の運営維持管理能力向上に向けた活動がモデル施設、モデル地区で実施され、SHAPWASCO、GHAPWASCO 及び MCWW は、以下のよう に県内展開を開始した。 ① GHAPWASCO と MCWW は、SOP と NRW 削減に対し、普及計画 (県内活動展開計画) を作成し、活動に着手した。すでに、モデル施設やモデル地区とは異なる施設・地域で活動している。 ② 3 公社は、SOP・NRW 削減・WDM 等の担当部署を設置し、予算や人員を割り当てている。(WDM は、SHAPWASCO のみ) ③ SHAPWASCO は、明文化した WDM の計画書を作っていないが、まず Zagazig 市の配水監視を拡張すること、次に県内の主要浄水場の送配水量監視をすることを計画しており、配水監視システムの拡張と機材メンテナンスに係る契約を国内の業者と契約した。</p>
<p>[プロジェクト目標] シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区・施設において上水道施設の運営維持管理能力が向上する。</p>	<p>1. モデル地区・施設において、運営維持管理に係る業務指標が改善される。</p>	<p>業務指標 (PI) が第 3 回 JCC で設定され、2012 年 11 月 (第 2 期) にベースライン調査が実施された。2013 年 3 月 (第 3 期) の各活動と PI の監視・分析を実施した結果、活動成果は次のように整理される。 (1)SOP 活動 各モデル施設において、モニタリング期間 (2012 年 9 月～2014 年 6 月) の内、37.2%の期間で PI の目標値を上回った。 なお、モデル施設は以下のとおりである。 1) GHAPWASCO ・ Tanta EL Teraa El Melahia 表流水浄水場</p>

プロジェクトの要約	指標	成果
		<ul style="list-style-type: none"> ・ Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設 ・ Sberby 井戸施設 <p>2) MCWW</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場 ・ Gezy 鉄・マンガン除去施設 ・ Ashama 井戸施設 <p>(2)NRW 削減活動 6 箇所モデル地区の内、2 箇所です PI の目標を達成した。また、残り 4 箇所の内 3 箇所のモデル地区で、明らかな無収水削減効果が認められた。 なお、モデル地区は、以下のとおりである。</p> <p>1) GHAPWASCO</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Tanta 郡 ・ El Mahalla El Kobra 郡 ・ Zefta 郡 <p>2) MCWW</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Shebeen El Kom 郡 ・ Quesna 郡 ・ Berket El Sab'a 郡 <p>(3)WDM 活動 苦情数が増加したが、低給水圧の PI は WDM 活動によって改善された。苦情数の増加理由は、頻繁な停電が影響（給水施設運転休止）を及ぼしたためと考えられる。なお、WDM のパイロットプロジェクト地区は、Zagazig 市である。</p>
<p>[成果]</p> <p>1. シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフイア県において上下水道公社の連携を通じた人材育成が強化される。</p>	<p>1-1 SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW の SOP チーム及び NRW チームにおいて、各々 3 名以上の職員が、ステアリング・コミッティの場でトレーナーとして任命される。</p>	<p>2014 年 8 月に開催されたステアリング・コミッティで、各公社から次の人数の職員がトレーナー候補として承認された。</p> <p>SHAPWASCO: SOP チーム 4 名 NRW チーム 4 名</p> <p>GHAPWASCO: SOP チーム 6 名 NRW チーム 3 名</p> <p>MCWW SOP チーム 6 名 NRW チーム 3 名</p>

プロジェクトの要約	指標	成果
	1-2 20回以上のセミナー/ワークショップが公社間協力の下、プロジェクトチームによって開催される。	合計 23 回のセミナー/ワークショップが、次の通り開催された。 > 公開セミナー (3回: 2011年9月、2012年11月、2014年3月) > ミニ・セミナー (3回: 2011年6月~7月) > SHAPWASCO 主催による SOP 視察ツアー (1回: 2011年10月) > MCWW 主催による SOP 視察ツアー (1回: 2012年9月) > 漏水探知技術に関するワークショップ (1回: 2012年9月~10月) > ヨルダン国水道庁との情報交換会 (1回: 2012年10月) > 3 会社による内部ワークショップ (9回) > SHAPWASCO での無収水削減及び漏水探知技術に係るトレーニング (3回) > SHAPWASCO における WDM 活動視察ツアー (1回)
2. シャルキーヤ県の事例を参考に、ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、運転・維持管理に係る SOP が作成・運用される。	2-1 GHAPWASCO、MCWW の SOP チーム職員の 80%以上が、5 段階評価で 3 以上の研修理解度と評価される。	GHAPWASCO で 6 名、MCWW で 6 名、計 12 名の職員に対して評価テストを実施した結果、12 名全員が 5 段階評価の 3 以上を記録した。この結果より、C/P チームは SOP の展開に必要な技能を習得したと考えられる。
	2-2 モデル施設において、SOP に基づいた O&M が実施される。	プロジェクトチームは、各モデル施設に対して SOP 書類を整備した。それ以降、各モデル施設では、SOP に基づいて運転されている。
	2-3 PI の改善が SOP に基づいて評価される。	改善目標として PI が設定され、2012 年 11 月 (第 2 期) にかけて PI 値改善のためのトレーニング活動が開始した。活動の成果、全モデル施設の PI は改善の傾向を示している。
3. シャルキーヤ県上下水道公社の無収水率削減に係る技術・経験がガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区の職員に移転される。	3-1 GHAPWASCO、MCWW の NRW チーム職員の 80%以上が、5 段階評価で 3 以上の研修理解度と評価される。	漏水技術に係る評価テストが、GHAPWASCO で 2 名、MCWW で 5 名の職員に対して実施された。また、無収水削減管理能力に係る評価テストが、GHAPWASCO で 3 名、MCWW で 3 名の職員に対して実施された。評価テストの結果、対象者全員が 5 段階評価の 3 以上を記録したことから、C/P チームは NRW 削減活動の展開に必要な技能を習得したと考えられる。
	3-2 配水量分析が 3 箇所のモデル地区で実施される。	プロジェクトチームにより、6 箇所のモデル地区で配水量分析が実施された。同チームは、水道メータ精度の調査を行ったところ、誤差が大きいことが判明したため、配水量分析に補正することにした。活動の成果として、GHAPWASCO と MCWW で各々 1 箇所のモデル地区で PI の目標達成が確認された。他の 4 箇所のモデル地区では目標達成しなかったが、GHAPWASCO の 1 箇所、MCWW の 2 箇所、明らかな無収水削減効果が認められた。

プロジェクトの要約	指標	成果
	3-3 モデル地区において、探知された漏水が全て修繕される。	漏水探知はすべてのモデル地区で行われ、合計 15 箇所の漏水（GHAPWASCO で 7 箇所、MCWW で 8 箇所）を発見された。発見された漏水箇所は、全て修理された。
4. 先行事例として、シャルキーヤ県上下水道公社の配水管理に係る能力が強化される。	4-1 SOP に基づいた配水管理がパイロット地区において実施される。	2011 年 12 月から 2012 年 7 月（第 2 期）にかけてパイロット地区が選定され、2013 年 4 月から 2014 年 7 月（第 3 期）にかけて配水監視システムが据え付けられた。その後、配水状況の監視・分析が開始され、SHAPWASCO は、データを基にした浄水場及び井戸の運転モード設定に取り組んでいる。なお、この作業は、SOP に基づいて実施されている。
	4-2 配水能力に関する課題が SHAPWASCO の最高経営層に報告される。	配水管理活動を通じて確認された以下の課題は、C/P チームによって SHAPWASCO の経営層へ報告された。 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zagazig 浄水場用ポンプの交換 ➤ Zagazig 浄水場内の Old Plant 用取水施設の改修 ➤ 6 か所の井戸ポンプ場における高架タンクの改修 ➤ 井戸の点検及び必要に応じた井戸の改修 ➤ A-3 地区の配水本管の必要性 ➤ 井戸の配水流量の監視地点の増設（全井戸ポンプ場で計測するようにする）
0. プロジェクトが適切に管理・調整される。	0-1 3 公社間の調整方法を記載した合意書が作成される。	SHAPWASCO、GHAPWASCO 及び MCWW は公社間協力で合意し、3 公社の総裁及び HCWW によりステアリング・コミッティが設置された。プロジェクトチームはワークショップやサイトツアーなど、公社間協力の下に活動を行った。また、プロジェクトで確認された問題や課題を、ステアリング・コミッティや公社間協力で議論し、解決した。
	0-2 PO/APO に基づきプロジェクトの進捗が定期的にモニタリングされる。	プロジェクトチームは活動計画 PO 及び APO に整理し、SC 及び JCC の承認を受けた。また、プロジェクトの進捗に応じて PO 及び APO を修正した。なお、治安上の渡航制限や WDM 機材のソフト調整での遅れは、適時、PO や APO に反映された。

出典:JICA 専門家

表 3-2 プロジェクト成果と達成状況

活動	成果	投入計画
1 シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上下水道公社の連携を通じた人材育成が強化される。		[日本国側] 1) 日本人専門家の派遣 ・ 総括/上水道計画 ・ 無収水削減 ・ 漏水探知技術 ・ 浄水システム ・ 機械設備 ・ 電気設備 ・ 管網解析 ・ 配水管理 1 ・ 配水管理 2 ・ 井戸モニタリング ・ 水質管理 ・ 業務調整/無収水削減補助 2) 現地専門家の配置 ・ ファシリテータ ・ SOP 活動専門家 ・ 無収水削減活動専門家 ・ 通訳 3) 機材調達 4) 本邦研修 [エジプト国側] 1) カウンターパートの配置 ・ プロジェクト・ダイレクター (HCWW 総裁) ・ プロジェクト・マネージャー (HCWW 副総裁) ・ プロジェクト・コマネージャー (SHAPWASCO 総裁、GHAPWASCO 総裁、MCWW 総裁) ・ SOP チーム ・ NRW チーム ・ WDM チーム 2) プロジェクトチーム用事務所 3) 活動用資機材 4) プロジェクト活動関連情報及び資料
1-1 HCWW、SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW のトップ層を対象にマネジメント研修を実施する	日本水道行政に係る一般講義を実施した。 HCWW 及び 3 公社の総裁を対象に、トップマネジメント研修を 2011 年 10 月に実施した。研修は、日本の水道法関連法規から浄水場の維持管理の在り方まで、上水道に関する幅広い知識を提供するものであり、人材育成システム、事業者間連携、日本水道協会の役割・機能を研修に盛り込んだ。	
1-2 SOP に係る指導者研修を実施する。	2011 年 10 月 (第 1 期) に SHAPWASCO の SOP トレーナーチームを対象に指導者研修を実施し、指導者スキル向上を図った。 2014 年 8 月 (第 3 期) に GHAPWASCO と MCWW の SOP トレーナー候補者を対象に指導者研修が実施し、指導者スキル向上を図った。 3 公社の要員は、SOP と NRW 削減に対し、プロジェクトの活動で技術的能力を向上させた。	
1-3 無収水削減対策に係る指導者研修を実施する	上記の SOP と同様。	
1-4 レポート・ワークショップを通して、SHAPWASCO、GHAPWASCO、MCWW の協力内容・方法及び結果をナイルデルタ地域の水道公社に周知する。	2011 年 9 月、第 1 回公開セミナーを開催した。 2012 年 11 月に第 2 回公開セミナーを開催した。 2014 年 3 月に第 3 回公開セミナーを開催した。 漏水探知技術に関するワークショップが GHAPWASCO の発議で開催された。 これらのセミナーに、ナイルデルタ全域の上下水道公社を招待し、プロジェクトの活動を周知した。	
2 シャルキーヤ県の事例を参考に、ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、運転・維持管理に係る SOP が作成・運用される。		
2-1 ガルビーヤ県、ミヌフィア県の上水道施設の現状を調査する。	SOP 活動の対象となる全上水道施設の現況を調査し、現状調査を通じてモデル施設のショートリストを以下の通り作成した。 1) GHAPWASCO ・ 表流水浄水場：3 箇所 ・ 鉄・マンガン除去施設：3 箇所	

活動	成果	投入計画
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸：5 箇所 2) MCWW <ul style="list-style-type: none"> ・ 表流水浄水場：3 箇所 ・ 鉄・マンガン除去施設：3 箇所 ・ 井戸：4 箇所 	5) 現地活動費
<p>2-2 ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル施設を3箇所選定する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2011年10月から12月にかけて施設の詳細調査を実施し、以下のモデル施設を選定した。 <ul style="list-style-type: none"> 3) GHAPWASCO <ul style="list-style-type: none"> ・ El Gedeeda 表流水浄水場 ・ Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設 ・ Sberby 井戸施設 4) MCWW <ul style="list-style-type: none"> ・ Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場 ・ Gezy 鉄・マンガン除去施設 ・ Dekma 井戸施設 ➤ 2012年10月から11月（第2期）の活動中、施設改善効果と県内全域への活動展開可能性を考慮し、より良い施設へモデル施設を変更した。概要は次の通りである。 <ul style="list-style-type: none"> 1) GHAPWASCO <ul style="list-style-type: none"> ・ 表流水浄水場モデル施設を、Tanta El Gedeeda El Morshaha から Tanta EL Teraa El Melahia に変更した。 2) MCWW <ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸モデル施設を、Dekma から Ashama に変更した。 	
<p>2-3 SOP チームを編成する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 2011年5月、各公社本部に、SOP活動を統括するSOP/本部チームを編成した。 ➤ 2012年1月（第2期）以降、SOP活動を実施するモデル施設において、それぞれの施設のSOPチームを編成した。 	
<p>2-4 シャルキーヤ県の施設においてSOP作成・適用に関する研修を行う。</p>	<p>2011年10月及び2012年11月、GHAPWASCOとMCWWのSOPチームが、SHAPWASCOの施設でSOP適用状況を視察した。</p>	
<p>2-5 必要に応じてSHAPWASCOのSOPを更新・作成する。</p>	<p>2012年9月から11月（第2期）の実施中、SOPの改善活動の一環で、非常時対応のSOPを作成した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 緊急時の定義とその対応 2) 塩素漏洩時の対応 3) 非常用発電機の運転維持管理プログラム 	

活動	成果	投入計画
2-6 SHAPWASCO の SOP を基にガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設の SOP 運用を作成する	2011 年 12 月から 2013 年 5 月（第 2 期）にかけて SOP のドラフトを作成し、2013 年 6 月（第 3 期）に最終化した。作成した文書は以下のとおりで、英語版とアラビア語版で整備した。 1) P&ID および単線結線図 2) 標準運転記録用紙 3) SOPs	
2-7 ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、SOP 運用に係る OJT を実施する。	SOP 活動の成果が、PI の数値改善で評価される。そのため、OJT 活動の実施に当たり、SOP の目的とともに PI の達成目標と活動の関係を明確化した。これにより、C/P チームのモチベーション向上を図った。	
2-8 SOP 活動の達成度をモニタリングする。	モデル施設の運転維持管理状況を監視し、SOP 活動の効果を検証すると同時に、PI 達成に係る SOP 活動の効果を確認した。	
2-9 SOP の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成する。	SOP の適用による改善事項や活動を県内の他施設へ展開するために、JICA 専門家チームと C/P チームは、共同で活動拡張計画を策定した。	
3 シャルキーヤ県上下水道公社の無収水率削減に係る技術・経験がガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区の職員に移転される。		
3-1 ガルビーヤ県、ミヌフィア県の無収水の現状を分析する。	2011 年 6 月から 2011 年 10 月（第 1 期）にかけて各郡の NRW に係るデータ分析を行い、モデル地区候補のショートリストを作成した。 1) GHAPWASCO : 4 郡（全 16 候補地） 2) MCWW : 5 郡（全 17 候補地）	
3-2 ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区を 3 ヶ所ずつ選定する。	2011 年 10 月から 11 月にかけてショートリスト地区の詳細調査を実施し、各県に 3 郡のモデル地区を選定した。 3) GHAPWASCO（全 9 候補地） ・ Tanta 郡（3 候補地） ・ El Mahalla El Kobra 郡（3 候補地） ・ Zefta 郡（3 候補地） 4) MCWW（全 9 候補地） ・ Shebeen El Kom 郡（3 候補地） ・ Quesna 郡（3 候補地） ・ Berket El Sab'a 郡（3 候補地）	

活動	成果	投入計画
3-3 無収水削減チームを編成する。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2011年5月、各公社本部に、NRW削減活動を統括するNRW/本部チームを編成した。 ▶ 2012年1月(第2期)以降、NRW削減活動を実施するモデル地区において、担当者を定め、支所をベースにNRW削減活動が実施できるようにNRWチームを強化した。 	
3-4 SHAPWASCOのアクションプランをもとにGHAPWASCO、MCWWの無収水削減活動アクションプランを策定する。	2011年10月、GHAPWASCOとMCWWの双方で、NRW削減パイロット活動のアクションプランを策定した。同アクションプランは、2011年10月、全支所のNRWチームを対象にワークショップで議論され、承認された。	
3-5 無収水削減活動に関する一般研修を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 2011年10月、SHAPWASCOのNRWチームが、GHAPWASCO及びMCWWのNRWチームを対象に、漏水探知技術を含むNRW削減活動に係る講義と実地訓練を実施した。 ▶ 2012年3月、SHAPWASCOのNRWチームが、GHAPWASCO及びMCWWの本部チームを対象にした第2回目の講義・実務訓練を実施した。 ▶ また、SHAPWASCOの要員は、ミニ・セミナーやワークショップを開催して、SHAPWASCOの経験共有に努めた。 	
3-6 SHAPWASCOの漏水探査ヤードで研修を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 上記の初期訓練を実施した。 ▶ 2013年1月～2月、漏水探知スキルを持つ要員を増員するために、SHAPWASCOの研修ヤードにて、実務訓練を実施した。この訓練では、2012年3月にSHAPWASCOにて研修を受けたGHAPWASCOとMCWWの要員が、トレーナーとして参加した。 	
3-7 SHAPWASCO配水管理に係るモデル地区で研修を行う。	GHAPWASCOとMCWWは2014年8月に、SHAPWASCOにおけるWDM活動を視察し、意見交換を通して配水管理の目的や便益について学んだ。	
3-8 ガルビーヤ県・ミスフィア県のモデル地区の配水管図面(GIS)を整備する。	2012年1月から2013年2月(第2期)の活動において、各モデル地区でのGIS図面が整備された。同図に基づき、配水管網の水理的な締切や流量計設置位置(チャンバー建設位置)を設定した。	
3-9 モデル地区の水収支分析を実施する。	2012年1月から2014年8月(第2～3期)活動において、夜間最小流量測定(MNF)により、6箇所のモデル地区でパイロット地区を選定した。また、パイロット地区で、漏水調査前(活動前)の配水量分析を実施した。なお、水道メータの誤差は、配水量分析で補正した。	

活動	成果	投入計画
3-10 モデル地区で漏水探知活動を実施する。	2012年1月から2014年8月（第2～3期）の活動を通じて6箇所のモデル地区で漏水調査を実施した。活動を通じて検出された漏水発見箇所はすべて修理した。	
3-11 無収水率の調査と無収水対策活動の評価を行う。（モデル地区で漏水修理後の水収支分析を実施する。）	2012年1月から2014年8月（第2～3期）の活動を通じて、6箇所のモデル地区全てに対する配水量分析（漏水修理後）を実施した。	
3-12 無収水削減技術の県内普及に係る方針案・計画案を作成する。	GHAPWASCO・MCWW 双方で「NRW 削減活動に係る5ヶ年計画」が、2013年7月に作成された。MCWW は、翌年2014年8月に当該計画を1ヶ年へ改訂した。	
4 先行事例として、シャルキーヤ県上下水道公社の配水管理に係る能力が強化される。		
4-1 配水管理の方法を調査する。	2011年5月から9月にかけて、配水管理の目的、活動内容、必要な機材等について、議論と調査を行った。	
4-2 配水管理に係る研修を実施する。	2011年9月、活動4-1の総括として、配水管理に係る内部ワークショップを開催した。本ワークショップにおいて、配水管理の目的、活動内容、必要な機材等に関する理解を深めた。	
4-3 配水管理に係る計画を策定する。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 配水管理のパイロット地区が Zagazig 市に選定され、6箇所のブロックに分割することにした。 ▶ 2012年7月に JICA の調査団が現地調査を行い、プロジェクトチームと配水管理の方針について議論した。Zagazig 市域に10箇所の圧力測定点を設置するものの、6ブロックのうち Area-4 を詳細モニタリング地区にすることで合意した。 ▶ 合意に沿った WDM パイロットプロジェクト活動計画が、2012年12月に整理された。 	
4-4 配水管理のための機材を設置する。	JICA 本部は WDM 活動に必要な機材（配水監視システム）の調達を実施した。SHAPWASCO は JICA 調達と並行して、中央監視棟や流量計用チャンバーの建設を実施した。その後、2013年4月に機材設置を開始した。しかし、ソフトの調整やシステム検証が必要になり、その終了は2014年7月になった。	

活動	成果	投入計画
4-5 システムを運用する。	<p>機材調達業者が作成した取扱説明書及び SOP に基づいて、配水監視システムを操作・運用している。システムの運用状況は次のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ スクリーン上でのデータ監視 ▶ 平均流量及び最大流量等のデータ分析 ▶ 低給水圧発生率の分析 ▶ 断水及び低給水圧に係る苦情の分析 ▶ 浄水場及び井戸の運転モードに係る修正提案 	
4-6 配水管理に係る SOP を作成する。	<p>配水管理に係るドラフト SOP を 2013 年 3 月から 2014 年 8 月(第 3 期)活動中盤に作成し、2014 年 11 月に実際の運用結果を反映させ、最終化した。</p>	
4-7 システムの運用と SOP の評価を行う。	<p>プロジェクトチームは、SOP を含む WDM 活動の評価を実施した。その結果、「Zagazig 市にとってシステムが必要」と評価する。なお、パイロットプロジェクトの結果として、以下の点が改善と認識できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 十分な圧力を維持する必要性に関し、浄水場職員の意識が大きく改善された。 2) 施設や水圧・水量に係る課題を、蓄積されたデータ解析や図表で説明できるようになった。 3) 解析データの提供は、施設改修に係る意思決定を支援することになる。 	
0 プロジェクトが適切に管理・調整される。		
0-1 HCWW 代表、各県水道公社の総裁、JICA 専門家によって構成されるステアリング・コミッティを設立する。	<p>ステアリング・コミッティが設立し、計 7 回の会議が開催した。</p>	
0-2 ステアリング・コミッティを通して、3 県公社間の調整を行う。	<p>ステアリング・コミッティを通じて、プロジェクト運営に関する進捗状況や今後の課題等が 3 公社間で議論・調整した。</p>	
0-3 合同調整委員会 (JCC) を最低年 1 回行う	<p>JCC が設立し、計 6 回の会議が開催した。</p>	

活動	成果	投入計画
0-4 PDM の指標を最終決定し、第 1 回合同調整委員会で承認を得る。	<ul style="list-style-type: none"> ▶ PDM1 は、第 1 回 JCC 会で承認された。 ▶ PDM2 で評価のための PIs が設定され、第 3 回 JCC で承認された。 ▶ 最終的に PDM3 が作成され、第 4 回 JCC で承認された。 	
0-5 実施計画 (PO) をもとに年間活動計画 (APO) 案を策定し、合同調整委員会で承認を得る。	PO1 および APO1 は第 1 回 JCC で承認され、プロジェクトの進捗に応じて適時改訂された。最終的には、PO-4 が作成され、第 7 回ステアリング・コミッティで承認された。	
0-6 PO/APO の進捗及び PDM 指標の達成度をモニタリングする。	プロジェクトは、PO 及び APO に基づいて進捗された。進捗状況は、ステアリング・コミッティや JCC で報告・協議され、必要に応じて活動修正を実施した。	

出典:JICA 専門家

第4章 技術移転実施方法及び成果

4.1 SOP 活動

4.1.1 基本方針

4.1.1.1 SOP 活動の基本方針

SOP 活動における目的は、「モデル施設の運営維持管理能力向上」であり、その成果を継続的に県内全域、延いてはナイルデルタ全域に波及させる事にある。アクションプランの作成、及び各アクションを実施する過程で、SOP 活動の基本方針を次の通り決定した。

(1) SOP 活動の目的と成果

- ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル施設において浄水施設の運営維持管理能力が向上する。
- SHAPWASCO の SOP に係る技術・経験がガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設の職員に移転される。

上記の目的を達成するため、下記の活動が実施された。

- SHAPWASCO の C/P の SOP に係る経験を GHAPWASCO と MCWW の職員に移転する。
- SHAPWASCO の SOP を基にガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、SOP 運用に係る OJT を実施する。
- SOP 適用による、PI 改善の効果を確認する。

(2) アクションプランに基づく SOP 活動の実施

SOP 活動は、第1期（2011年5月～2011年12月）に作成されたアクションプランに基づいて実施された。活動内容は、表 4.1-1 に集約される。

表 4.1-1 アクションプランに基づく SOP 活動の実施内容

Action	活動項目	活動内容	実施時期
1	ガルビーヤ県・ミヌフィア県の上水道施設の現状を調査する	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設及び井戸施設の概要調査の実施 ➤ 表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設、井戸施設及び水質分析室における基礎データの収集 	2011年6月～11月
2	ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設を3カ所選定する	<ul style="list-style-type: none"> ➤ モデル施設選定基準の協議 ➤ 表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設及び井戸施設の基礎調査の実施とショートリストの作成 ➤ モデル施設選定のための詳細調査の実施 	2011年6月～10月
3	SOP チームを編成する	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SOP 本部チームの編成 ➤ SOP モデル施設チームの編成 	2011年5月～11月

Action	活動項目	活動内容	実施時期
4	シャルキーヤ県の施設において SOP 作成・適用に関する研修を行う	<ul style="list-style-type: none"> ➢ SHAPWASCO における SOP 活用状況の調査 ➢ SOP 活動に対する問題点の抽出 	2011 年 9 月～2012 年 10 月
5	必要に応じて SHAPWASCO の SOP を更新・作成する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ SHAPWASCO における SOP の更新 	2012 年 9 月～11 月
6	SHAPWASCO の SOP を基にガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、SOP 運用に係る OJT を実施する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ モデル施設における現状の活動内容の検証 ➢ 水質試験室における現状の活動内容の検証 ➢ 運転記録書式（表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設、井戸施設及び水質測定）の作成 ➢ 浄水施設運営・維持管理に係る SOP の作成 ➢ 水質測定に係る SOP の作成 	2011 年 12 月～2013 年 6 月
7	OJT の実施により、ガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設における SOP 運用を支援する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ P&ID、単線結線図等、基礎資料の作成 ➢ SOP に基づく、浄水運営効率改善作業の実施（机上における理論説明と OJT を通じた現場トレーニング） 	2012 年 2 月～2013 年 12 月
8	SOP 活動の達成度をモニタリングする	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 業務指標（PI）達成目標の設定 ➢ SOP 適用による、PI 改善効果の確認 	2012 年 9 月～2014 年 8 月
9	SOP の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ SOP の県内普及に係る今後の方針案・計画案の作成 	2014 年 2 月～3 月
SOP 関連活動内容			
1	3 公社合同ワークショップ／セミナーを開催する事で、SHAPWASCO における先行技プロの経験を効果的に継承させる	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 3 公社合同ワークショップ／セミナーの開催 	

出典:プロジェクトチーム

(3) 業務指標（PI）の改善

SOP 活動の成果は、最終的に業務指標（PI）の数値改善で評価される。PI 設定項目は SHAPWASCO における先行技プロの実績に基づき、データ管理可能な次の 4 項目を選定し、第 3 回合同調整委員会（JCC）で決議、承認された。

➢ **有効水量率 (%)**

浄水施設における総給水量 (m³) / 原水取水量 (m³)

➢ **単位薬品消費量 (g/m³) : 硫酸アルミニウム / 液体塩素 / 次亜塩素酸カルシウム / 過マンガン酸カリウム**

薬品消費量 (g) / 浄水施設における総給水量 (m³)

➢ **単位電力消費量 (kWh/m³)**

電力消費量 (kWh) / 浄水施設における総給水量 (m³)

一方、PIの達成目標は、SOP活動初期の運転データを基に初期値（ベース値）を定め、次に、運転初期値に対する、活動の成果と活動を通じて改善が期待される効果、及びエジプト国浄水場設計指針に基づいて計算される理想値を検証する形で設定される。

(4) 正しい浄水システムと浄水プロセスの理解に基づく SOP 活動の実施

浄水施設を効果的に運用するためには、水処理プロセスの正しい理解が必要である。しかし、GHAPWASCO 及び MCWW が管理するほとんどの浄水施設では、設計計算書、完成図、運転操作マニュアルが管理されておらず、施設の正しい運用方法が理解されていなかった。したがって、P&IDの作成やOJTの実施により、施設の正しい運用技術を移転する事が重要視された。

(5) 選定されたテーマに基づく OJT の実施

浄水施設は数多くの処理プロセスから構成されており、限られた活動時間の中で全てのプロセスに対する見直しを行う事は困難である。したがって、OJTを実施するに当たり、PI指標の達成に向けた活動テーマを施設ごとに設定し、運用効率の改善活動を行うことを計画した。

(6) SOP の県内普及活動

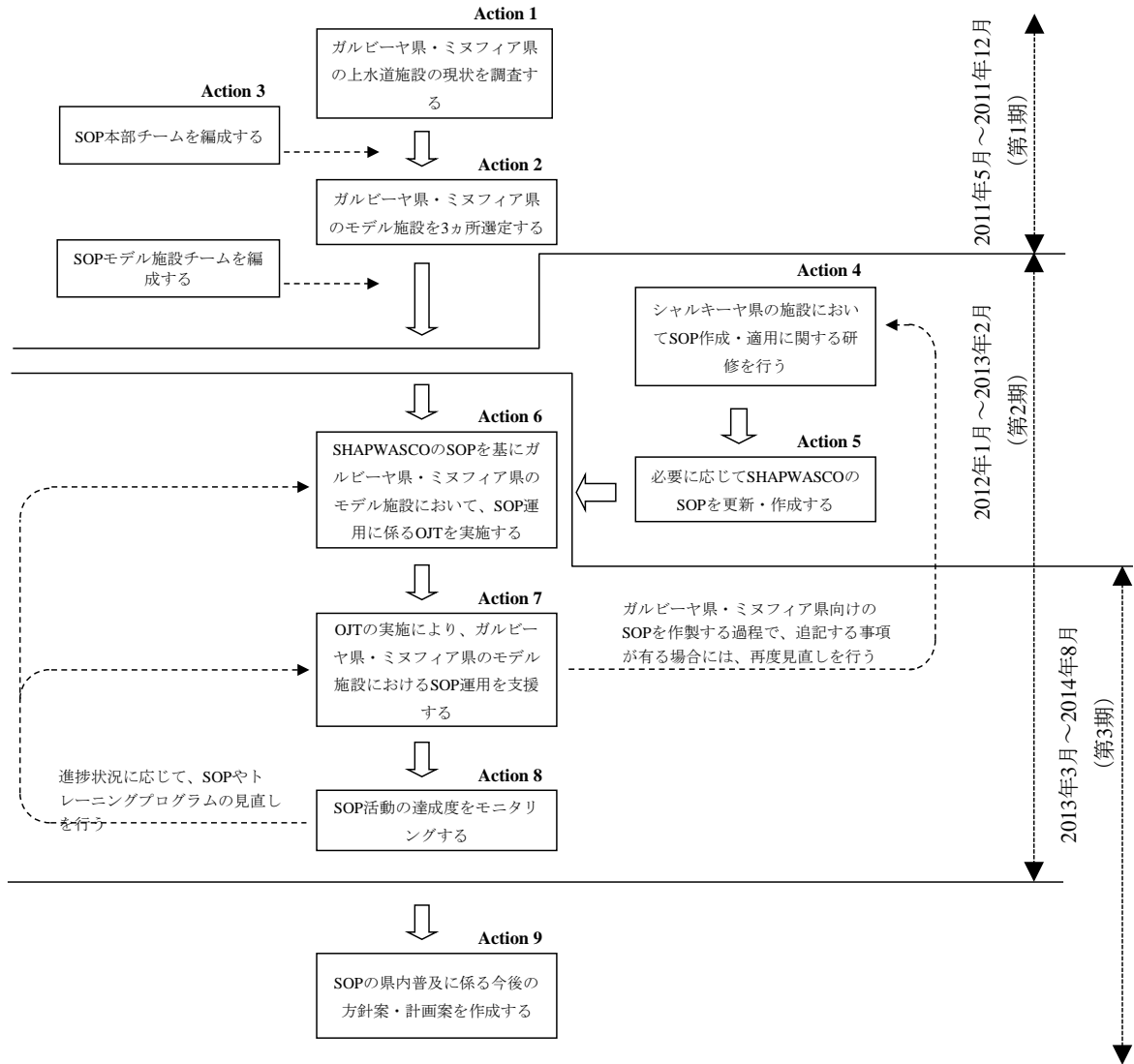
本プロジェクトの上位目標は、ガルビーヤ県、ミヌフィア県において上水道施設の運営維持管理能力が向上する事にある。この目標に向けて、将来の拡張計画案を JICA 専門家チームと C/P チームが共同で作成すると共に、本プロジェクト期間中に、モデル施設以外の施設に SOP を適用することで、各公社の日行業務に SOP 活動を確実に定着させる取り組みを行った。

(7) モデル施設における、損傷した機器の修繕

浄水施設の能力を最大限に発揮するためには、機械・電気設備が正常に稼働している事が前提である。本活動を通じて、損傷した機器、及び定期的な較正の行われていない流量計等の計装機器類の修繕活動を計画し、SOP 活動（PI モニタリング）を阻害する機器の能力が改善された。一方、データ管理上、不足していた計装機器類の設置が、GHAPWASCO、MCWW 両公社の協力により適切に行われた。

4.1.1.2 SOP 活動の実施手順

SOP 活動は、アクションプランに基づく次の実施手順図に沿って実施された。



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-1 SOP 活動の実施手順

4.1.2 アクションプランに基づく SOP 活動の成果要約

4.1.2.1 Action-1 (ガルビーヤ県・ミヌフィア県の上水道施設の現状を調査する)

SOP のモデルとなる施設を選定する過程で、ガルビーヤ県及びミヌフィア県全域の浄水施設の一覧を整理し、主要な施設に対して、運転維持管理状況、職員配置、マニュアルの有無、及び水質管理や施設の問題点等に係る基本実態の調査を行った。調査終了後、各施設の課題や問題点を整理・分析し、モデル施設の選抜候補をショートリストとして纏めた。

表 4.1-2 基本実態調査の候補施設数

公社名	施設形体	調査施設数
GHAPWASCO	表流水浄水場	5
	鉄・マンガン除去施設	14
	生産井戸	18

公社名	施設形体	調査施設数
MCWW	表流水浄水場	5
	鉄・マンガン除去施設	25
	生産井戸	18

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-3 各公社におけるモデル施設の選抜候補

公社名	施設形体	施設名
GHAPWASCO	表流水浄水場	Tanta El Gedeeda El Morshaha
		Zefta El Morashaha
		El Mahalla El Kobra El Gedeeda (Phase-IV)
		Kafr El Zayat El Morashaha
	鉄・マンガン除去施設	Mahalet Marhoom
		Manyal El Howaishat
		El Gaefareya
	生産井戸	El Kharasana
		El Montaza
		Seberbay
		Abou Dawoud
		Kfr Sebtas
MCWW	表流水浄水場	Shebeen El Kom El Gedeeda
		Mahatet Menouf El Morashaha
		Mahatet El Sadat El Satheya
	鉄・マンガン除去施設	Shemiaties
		Kafr El Arab
		Gezy
	生産井戸	Shubra Bas
		Kom Akhdar
		Dekma
		Kfr El Batunoun

出典:プロジェクトチーム

(1) Action-1 の成果

成果-1: 基本実態調査レポートの整備

ガルビーヤ県及びミノフィア県の主要浄水施設に対する基本実態調査の結果と、ショートリストを作成するうえでの評価基準を取り纏めた。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 基本実態調査レポートの活用

本活動で整備した基本実態調査レポートは、各施設における運転維持管理状況、職員配置、水質管理や施設の問題点等に言及している。これらは、SOP 活動をモデル施設以外の施設に波及させる計画を立てるうえでの基本となる事柄であり、本レポートが効果的に活用されることが期待される。

4.1.2.2 Action-2（ガルビーヤ県・ミスフィア県のモデル施設を3ヵ所選定する）

➤ モデル施設の選定

Action-1 でショートリストに整理した手本と成り得る選抜候補施設に対して、詳細調査を実施した。詳細調査では、各設備の稼働状況と修繕の必要性、修繕に係るコストや期間、施設運営維持管理の向上に対する職員の向上意欲を確認し、SOP 活動の効果と将来の展開性を見定め、例えば、表 4.1-4 及び表 4.1-5 に掲げる施設をモデル施設として選定した。

➤ モデル施設の変更

第2期（2012年1月～2013年2月）の活動で、SOP の適用による施設改善効果と、活動展開に対する将来の見通しを考慮した結果、次の通りモデル施設の変更を行った。

GHAPWASCO

表流水浄水場モデル施設を Tanta El Gedeeda El Morshaha から Tanta EL Teraa El Melahia に変更した。

MCWW

井戸モデル施設を Dekma から Ashama に変更した。

表 4.1-4 モデル施設一覧（GHAPWASCO）

施設形体	施設名	郡	備考
表流水浄水場	Tanta El Gedeeda El Morshaha	Tanta	2012年7月に活動中止
	Tanta El Teraa El Melahia	Tanta	2012年7より活動開始
鉄・マンガン除去施設	Mahalet Marhoom	Tanta	
井戸施設	Seberbay	Tanta	

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-5 モデル施設一覧（MCWW）

施設形体	施設名	郡	備考
表流水浄水場	Mahatet El Sadat El Satheya	El Sadat	
鉄・マンガン除去施設	Gezy	Menouf	
井戸施設	Dekma	Shebeen El Kom	2012年11月に活動中止
	Ashama	El Shohada	2012年11月より活動開始

出典:プロジェクトチーム

(1) Action-2 の成果

成果-1: 詳細調査

ショートリストでモデル施設の候補に挙げた施設に対する詳細調査の結果を、レポートとして取り纏めた。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: モデル施設の選定手順

SOP 活動を他県へ展開する場合、モデル施設を中心にした拡散展開を図る事が最も効率的である。一方で、モデル施設の施設状態や定性的活動成果（職員の改善意欲向上）が将来の展開に大きく影響を及ぼすため、本プロジェクト同様に、基礎調査及び詳細調査を通じた論理的な

アプローチにより選定を行うことが求められる。

4.1.2.3 Action-3 (SOP チームを編成する)

SOP 活動を開始するに当たり、GHAPWASCO 及び MCWW の両公社で SOP チームを構成した。SHAPWASCO でも、GHAPWASCO と MCWW の C/P チームにシャルキーヤ県における先行技プロで培った経験や技術を移転するための SOP ユニットの編成した。

(1) Action-3 の成果

成果-1: 公社本部及びモデル施設単位での SOP チーム編成

SOP 活動は、機械、電気、水質の3分野から構成されるため、相互協力関係の構築に資するチーム編成を目的として、本部で SOP 業務を統括管理するユニットとモデル施設の現場単位で活動するユニットの2チームが編成された。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 各公社における SOP 管理部門の設立

SOP チームは本プロジェクトの為だけに組織されたものではない。プロジェクト終了以降も継続して、SOP に係る技術を県内全ての浄水施設へ波及させていかなければならない。本プロジェクト期間中に GHAPWASCO 及び MCWW の両公社で SOP 部門が設立されたことにより、SOP に係る知見が形骸化する事なく、円滑に将来へ継承されて行くことが期待される。

4.1.2.4 Action-4 (シャルキーヤ県の施設において SOP 作成・適用に関する研修を行う)

シャルキーヤ県における先行技プロで整備された SOP 関連書類は、プロジェクト終了後から現在に至るまで、SOP セクションのスタッフが独自に修正/試行/評価を行い、施設運営維持管理に即した形に発展させている。このような改善・評価への取組が、ワークショップ等を通じ GHAPWASCO と MCWW の C/P チームへ移転されることで、効果的な活動へとつながっている。

(1) Action-4 の成果

成果-1: SOP の有効性の評価及び検証

➤ 運転記録書式の整備

シャルキーヤ県における SOP 展開活動の一環として、SHAPWASCO が独自に修正を加えた運転記録書式は、表 4.1-6 に示す通りである。

表 4.1-6 シャルキーヤ県における上水道施設運転記録書式の変更点

No.	記録書式名称	修正内容	修正理由
1	運転記録全般	1) 技術用語を修正した。	浄水場職員の理解を深めるため
2	ポンプ運転記録	1) 浄水施設、鉄・マンガン除去施設及び井戸施設における運転記録を細分化した。	記録用紙運用面の改善を図るため
		2) 井戸の状態と井戸ポンプの運転時間の記録書式を新たに作成した。	井戸施設の管理活動を改善するため

No.	記録書式名称	修正内容	修正理由
		3) 取水ポンプと送水ポンプの運転記録を分割した。	記録用紙運用面の改善を図るため
3	薬品注入率管理記録	1) 硫酸アルミニウム消費量の計算式を見直した。	硫酸アルミニウム溶液濃度の管理方法を改善するため
4	ろ過池逆洗記録	1) 洗浄時間を、空洗／逆洗に分けて管理出来るようにした。	洗浄時間を明確に記録するため
5	沈殿池運転記録	1) 沈殿池の排泥管理記録書式を新たに作成した。	沈殿池の排泥管理を改善するため

出典:プロジェクトチーム

➤ SOP 書類の整備

先行技プロにおける SOP の対象は、表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設、井戸施設、及び送水ポンプ場である。しかしながら、シャルキーヤ県には、多数の直接ろ過施設 (Direct Filtration) が稼働しており、早期の SOP 適用が求められていた。このことから、SHAPWASCO は SOP 展開活動の一環として、本施設向けの SOP を整備し、適用を開始した。

成果-2: 問題点の抽出

SHAPWASCO は本部に SOP セクションを設立し、先行技プロで整備された SOP の改訂、更新、及び県内全施設への展開活動を独自に行っている。一方、現在の SOP は施設運用に係る技術面からの改善に焦点が当てられており、緊急時の対応・安全確保に対する活動に遅れが生じている。このことから、緊急時における応急対応・安全確保への取り組みが、今後の課題として求められていた。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: SOP 活動の定期的評価

SOP の継続性と発展性を両立させるために、活動に対する評価を、自主的且つ定期的に行い、問題点や課題を抽出することで、運転記録や SOP 書類、現場における OJT 方針をアップデートして行くことが求められる。これらの評価活動を通じて、SOP 部門職員の管理能力が向上して行くものと判断する。

4.1.2.5 Action-5 (必要に応じて SHAPWASCO の SOP を更新・作成する)

4.1.2.4 項に記載する通り、現在の SOP は施設の運用面を重視したものであり、事故や災害時の緊急対応に特化した標準書類の整備が遅れている。また、主要浄水施設における非常用発電機の SOP 整備が求められていた。

(1) Action-5 の成果

成果-1: SHAPWASCO 向け新規 SOP 書類の整備

本活動を通じて、次の SOP が新規に整備された。

- 緊急時の定義とその対応
- 塩素漏洩時の対応
(人命を最優先させるべき対応であり、緊急時の対応と分割して管理する。)
- 非常用発電機の運転維持管理プログラム

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 浄水施設の施設構成に即した SOP 書類の整備

浄水施設の設備構成や能力は施設毎に異なるため、その施設に即した SOP 書類を整備する事が重要である。

4.1.2.6 Action-6 (SHAPWASCO の SOP を基にガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル施設において、SOP 運用に係る OJT を実施する)

GHAPWASCO、MCWW の C/P と共同で、各モデル施設に対する SOP 関連書類を英語版とアラビア語版の双方で作成した。

- P&ID (Piping and instrumentation diagram) 及び単線結線図 (Single line Diagram)
- SOP (水質管理書類を含む)
- 標準運転記録用紙 (月報/日報)

(1) Action-6 の成果

成果-1: P&ID 及び単線結線図

浄水施設の構成と処理プロセスを視覚的に把握するため、表流水浄水場、鉄・マンガン除去施設及び井戸施設に対する P&ID、及び表流水浄水場及び鉄・マンガン除去施設に対する単線結線図を作成した。

成果-2: SOP (水質管理書類を含む)

SOP は浄水場の運営維持管理の品質保持を目的として、作業や進行上の手順をひとつひとつ順序立て、且つ通常運転時と緊急時の対応とに分けて説明をしたものである。SOP は各モデル設備に対して整備され、後述の OJT を通じて、より施設運営の実情に見合った形に改訂された。

成果-3: 標準運転記録用紙 (月報/日報)

PI に対する達成度合いを定量的に評価することを目標として、運転記録用紙を各モデル施設に整備した。

成果-4: 日常業務の円滑化

モデル施設及び水質試験室では、SOP や各種様式を活用した系統的な情報伝達、施設運転基準や水質基準の視覚化が行われたことにより、日常業務の円滑化が図られた。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 浄水施設の施設構成に即した SOP 関連書類の整備

Action-5 における課題と同様に、SOP 関連書類をモデル施設以外の施設に展開する場合、施設規模や施設構成、施設能力を十分に検証したうえで、書類の内容を整理しなおす必要がある。更に、上述書類は定期的な見直しにより、活動レベルや職員の能力等の実情に沿った形へ改定が求められる。

4.1.2.7 Action-7 (OJT の実施により、ガルビーヤ県・ミスフィア県のモデル施設における SOP 運用を支援する)

施設運転・維持管理技術は OJT の適用により移転される。OJT の目標は、SOP に基づく浄水施設の操作・維持管理方法の説明と、現場でのトレーニング活動を通じて、最適な浄水施設の運用法を構築する事にある。一方で、SOP 活動の成果は業務指標 (PI) の数値改善で評価されるため、OJT 活動を適用するに当たり、PI の達成目標を掲げることで、トレーニングの目的意識を明確にし、目標達成に向けた具体的な活動に取り組んだ。

➤ PI 設定の見直し

Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設 (GHAPWASCO) では、流量計の較正不足により、正確なデータ収集が行われていなかった。2013 年 3 月に流量計の較正が完了したことを受け、PI 設定値を下表の通りに修正した。

表 4.1-7 PI 達成目標の修正
(Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設)

有効水量率	
初期設定値	変更設定値
85 %	96 %

出典:プロジェクトチーム

Gezy 鉄・マンガン除去施設における薬品消費量に関して、初期設定値の達成に向けた低減活動を続けていたが、過マンガン酸カリウムと塩素注入率のバランスを凶る事が難しく、液体塩素消費量の設定を 6.0g/m^3 から 6.5g/m^3 に修正して活動を継続した。

表 4.1-8 PI 達成目標の修正
(Gezy 鉄・マンガン除去施設)

液体塩素消費量	
初期設定値	変更設定値
6.0g/m^3	6.5g/m^3

出典:プロジェクトチーム

(1) Action-7 の成果

成果-1: PI 監視項目の設定

各モデル施設における PI 監視項目と、その達成目標は下表の通りである。

表 4.1-9 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の達成目標

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m^3)
		液体塩素 (g/m^3)	液体硫酸アルミニウム (g/m^3)	
初期値	85.0	8.87	38.45	0.39
PI 達成目標値	90.0	8.00	35.00	0.35
改善効果	$946,080\text{m}^3/\text{year}$	$16,461\text{kg}/\text{year}$	$65,279\text{kg}/\text{year}$	$756,864\text{kWh}/\text{year}$

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-10 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の達成目標

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		次亜塩素酸カルシウム (g/m ³)	過マンガン酸カリウム (g/m ³)	
初期値	-	7.05	3.04	0.76
PI 達成目標値	96.0	6.00	2.00	0.60
改善効果	-	575kg/year	569kg/year	87,600kWh/year

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-11 Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の達成目標

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	液体硫酸アルミニウム (g/m ³)	
初期値	88.0	9.20	26.00	0.45
PI 達成目標値	92.0	6.50	18.00	0.36
改善効果	742,556m ³ /year	50,122kg/year	148,511kg/year	1,670,751kWh/year

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-12 Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の達成目標

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	過マンガン酸カリウム (g/m ³)	
初期値	84.0	3.50	2.00	0.80
PI 達成目標値	92.0	6.50	1.00	0.50
改善効果	52,560m ³ /year	-1,971kg/year ^{*1)}	657kg/year	197,100kWh/year

*1) 過マンガン酸カリウムの価格は、液体塩素の約 16 倍である。塩素も鉄・マンガンを酸化させる効果があり、過マンガン酸カリウムの消費量を抑える代わりに塩素消費量を増加させる活動を本プロジェクトで適用した。このため、液体塩素の改善効果がマイナスになっている。なお、この措置により、薬品コスト全体を削減することができた。

出典:プロジェクトチーム

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 計装機器の定期校正の実施

SOP 活動成果は、最終的に業務指標 (PI) の数値改善で評価される。PI の達成を評価するためには正確な運転状況の記録が求められる。流量計や水位計等の計装機器は、定期的に校正を行い、常に正確な測定値の記録に努めなければならない。

4.1.2.8 Action-8 (SOP 活動の達成度をモニタリングする)

モデル施設における運転維持管理状態のモニタリングにより、SOP の適用状況と PI 達成に向けた SOP 活動の効果を確認した。活動の成果は 4.1.3 項で後述する。

(1) Action-8 の成果

成果-1: 活動監視記録

活動の成果として、PI 目標への達成率は GHAPWASCO で 38%（3/8 項目の達成）、MCWW で 50%（4/8 項目の達成）程度であるが、業務指標は改善傾向にあることから、持続的な改善活動の取組により、全ての PI が近い将来に達成されることが期待される。

成果-2: C/P の意識改善（改善の必要性の認識と、改善への取り組み姿勢の変化）

SOP を通じて改善可能な具体的な数値を PI として設定し、毎月の活動成果を「目に見える」形に記録、グラフ上に示すことで、C/P チームは如何に非効率な運転が多かったか、すなわち改善の必要性を認識した。また、活動の成果をデータとして管理する事で、改善成果の評価と次の改善への修正点を考えることに歩み寄りを示した。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: 運転・維持管理能力の発展

Action7 及び 8 における活動目的は、PI の達成に向けた、浄水施設の運営改善と施設職員の維持管理能力の向上にある。SOP 活動当初、モデル施設で働く大部分の職員は、活動に対して懐疑的であり、且つその目的を十分に理解していなかったが、PI が改善され、目に見えた成果が発現して行く過程で、職員に「やるき」や「目標意識」が芽生えてきた経緯がある。このように、運転維持管理能力の発展は、目的意識をもった活動への取組と、活動成果の具現化を通じて効果が現れるものであり、本プロジェクトで実施したプロセスに基づき、SOP 活動の継続的展開が着実に行われる事が期待される。

4.1.2.9 Action-9（SOP の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成する）

本プロジェクトの上位目標は、ガルビーヤ県及びミヌフィア県内全ての上水道施設における運転・維持管理能力を向上させる事にある。この目標に向けて、C/P チームは独自の展開活動を、本プロジェクト期間中に活性化させた。SOP の県内普及に係る活動は 4.1.6 項に後述する。

(1) Action-9 の成果

成果-1: SOP の県内普及に係る今後の方針案・計画案の準備

SOP の適用により成果が発揮された改善事項をモデル施設以外の施設へ展開するために、JICA 専門家チームと C/P チームが共同で計画案を策定した。

成果-2: 主体性と責任感の向上

プロジェクト期間中、JICA 専門家チームのサポートを必要最小限に抑え、C/P チーム主導でモデル施設以外の施設へ独自に SOP 展開を図るという「責任ある仕事」を任せる事で、主体性と責任感を持って業務に当たる意識が芽生えた。

成果-3: 自律性の向上

更に、SOP の県内普及を通じて、自律的に展開活動を広げて行こうとする意識が C/P に芽生えた。MCWW では、カリオベイヤ水道公社と総裁を交えて SOP の展開に関する打合を行って

おり、これは自律性向上の具体例である。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: ナイルデルタ地域における上水道施設運営・維持管理能力の向上

本プロジェクトは、「各上下水道公社が互いの技術や成功体験を共有し、互いに教え合い、競争しあいながらナイルデルタ全域の上水道運営を効率化する」動きを促進する役目を負っている。本プロジェクトを通じて習得した知識や技能を生かし、GHAPWASCO、MCWW 及び SHAPWASCO の3公社の協力体制の下、ナイルデルタ全域に早期に SOP 活動が普及する事を期待する。

4.1.3 各モデル施設における活動の成果

各モデル施設における活動の成果を本項に示す。結論として、PI 達成目標値に届かなかった項目もあるが、浄水施設の運転効率は全般に改善傾向を示している。各モデル施設において、モニタリング期間（2012年9月～2014年6月）の内、37.2%（=116ヶ月/312ヶ月）以上の期間でPIの目標値を上回った。C/Pメンバーは、施設運営能力の改善に多大な意欲を持っており、近い将来、全てのPIが目標値を達成するものと期待される。

4.1.3.1 表流水浄水場（GHAPWASCO）

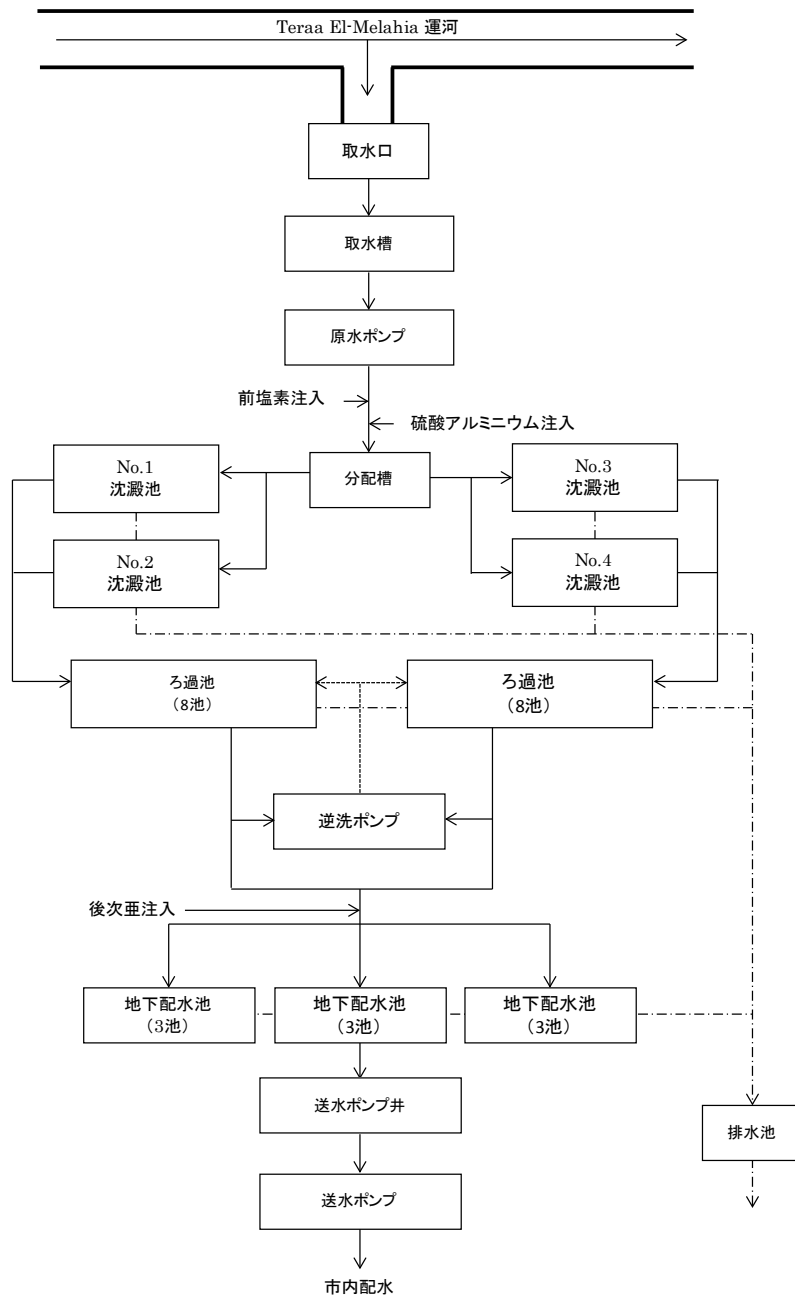
(1) モデル施設の概要

一般概要

Tanta EL Teraa El Melahia 表流水浄水場はガルビーヤ県の中央部に位置し、将来の Tanta 市の水供給を担う基幹施設である。

- ◆ 処理能力 : 計画処理水量 - 1,400 L/sec
(実際の生産水量 - 600 L/sec)
- ◆ 水源 : El Melahia 運河
- ◆ 配水区域 : Tanta 市及び Tanta 市周辺の数村落
- ◆ 設立 : 2011 年

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-2 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場の施設概略図

(2) SOP 活動の適用

浄水施設における運転・維持管理能力は、SOP に基づく机上講習と OJT を含む現場トレーニングを効率よく組み合わせることで向上する。机上講習では、浄水理論の説明と運転・維持管理手順の理解を促す一方、現場トレーニングにおいて、施設運転状況の把握と改善ポイントの抽出、及び実際の改善活動を行った。施設運転上改善すべきポイントに対する、現場トレーニングの主要な取組みを下表に整理する。

表 4.1-13 OJT 主要活動内容（Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場）

No.	OJT 活動内容
1	<p>ろ過池砂層レベル、及びトラフ越流堰設置高の調整</p> <p>本表流水浄水場のろ過池は、下部集水装置が共通で使用されるが、排水トラフを挟んで砂層が 2 池に分割された特殊な構造である。過去の運転では、砂層厚及び排水トラフ越流堰の設置高が各池で異なることが影響し、ろ過損失や洗浄効果にばらつきが生じていた。このため、ろ過池の洗浄効率を改善し、ろ過継続時間を延長させることを目的として、ろ過池砂層レベル、及びトラフ越流堰設置高の見直しと調整を行った。</p>
2	<p>沈澱池における凝集・沈澱効果の改善</p> <p>本表流水浄水場では、急速・緩速攪拌機／汚泥掻寄機の故障や、職員がその管理方法を熟知していなかったことから、効果的な沈澱池の運用が行われていなかった。沈澱池における凝集・沈澱効果の改善は、硫酸アルミニウム注入量の削減、延いてはろ過継続時間の延長に効果が期待されるため、次のトレーニングを適用した改善活動を実施した。</p> <p>(1) 沈澱池の汚泥排出スケジュールの確立</p> <p>沈澱池に堆積する汚泥は凝集効果を阻害する。汚泥の排出スケジュール（頻度／排出時間）を定めることで、ろ過池への流出濁度の低減を図ると共に、硫酸アルミニウム注入量の削減効果を期待した。</p> <p>(2) 急速攪拌機の運転による凝集・沈澱効果の改善</p> <p>ろ過池への流出濁度の低減を目的として、急速攪拌機の運転による、凝集・沈澱効果を確認した。</p>
3	<p>ろ過地運転効率の改善</p> <p>沈澱池における凝集・沈澱効果の改善により、ろ過池への負荷を軽減させることで、ろ過継続時間の延長を検討した。更に、ろ過池洗浄時間の見直しを行うことで、有効水量率の向上に取り組んだ。</p>
4	<p>塩素ボンベ取扱い方法の改善</p> <p>本表流水浄水場では、塩素ボンベの扱いに慣れた職員がおらず、微量の塩素が常にシリンダーバルブから漏れていた。この状況は、液体塩素消費量の増加だけではなく、生命への危険を招くことから、至急の改善が課題であった。MCWW との技術交流や OJT により、シリンダーからの漏洩は停止した。</p>
5	<p>硫酸アルミニウム希釈濃度の調整</p> <p>本表流水浄水場では、液体硫酸アルミニウムを水で希釈して使用しているが、希釈方法が標準化されておらず、希釈作業毎に濃度が変動する事から、安定した凝集効果が得られていなかった。このことから、SOP に基づき、標準溶解手順の指導を行った。</p>

出典:プロジェクトチーム

PI の改善効果

SOP に基づく活動成果の要約は、表 4.1-14 及び図 4.1-3 に示す通りである。

表 4.1-14 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の改善効果

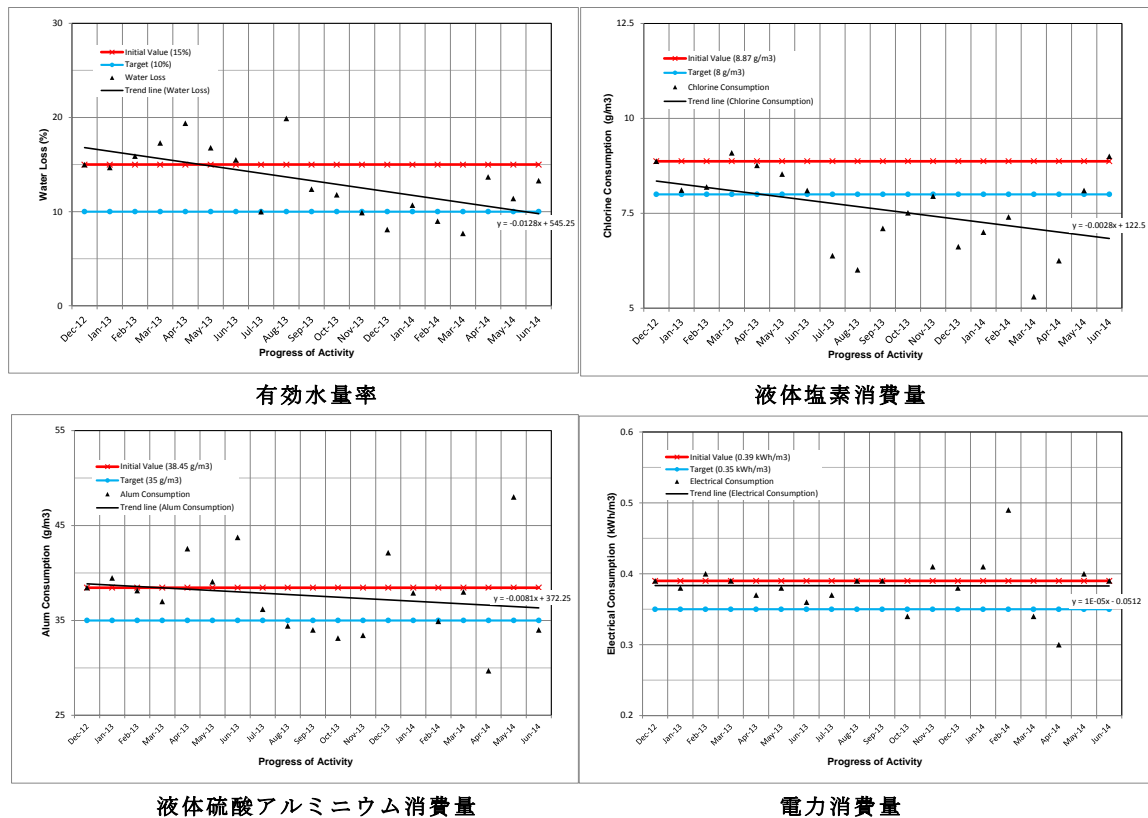
	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	液体硫酸アルミニウム (g/m ³)	
初期値	85.0	8.87	38.45	0.39
PI 達成目標値	90.0	8.00	35.00	0.35
モニタリング月	月平均値			
2012 年 12 月	85.0	8.87	38.45	0.39
2013 年 1 月	85.3	8.11	39.47	0.38
2013 年 2 月	84.1	8.19	38.14	0.40
2013 年 3 月	82.7	9.09	37.00	0.39
2013 年 4 月	80.6	8.76	42.56	0.37
2013 年 5 月	83.2	8.53	39.08	0.38

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	液体硫酸アルミニウム (g/m ³)	
2013年6月	84.5	8.10	43.74	0.36
2013年7月	90.0	6.38	36.18	0.37
2013年8月	80.1	6.01	34.42	0.39
2013年9月	87.6	7.10	34.00	0.39
2013年10月	88.2	7.51	33.14	0.34
2013年11月	90.1	7.95	33.43	0.41
2013年12月	91.9	6.62	42.14	0.38
2014年1月	89.3	7.00	37.90	0.41
2014年2月	91.0	7.40	34.90	0.49
2014年3月	92.3	5.30	38.00	0.34
2014年4月	86.3	6.25	29.70	0.30
2014年5月	88.6	8.10	48.00	0.40
2014年6月	86.7	9.00	34.00	0.39
PI 達成値^{*1}	87.2	7.78	37.20	0.36
達成結果^{*2}	○	◎	○	○

*1) PI 達成値は 2014 年 4 月～6 月の平均値として定めるものとする。

*2) 達成結果：◎PI 達成目標値を満足する、○改善成果がうかがえる、△今後の改善を期待する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-3 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の改善効果図

活動の成果として PI の達成に至らなかった項目があるが、図 4.1-3 に示すとおり、全ての PI で目標に向けた改善傾向が見られることから、プロジェクトの成果は十分にあったと結論する。PI の達成は、季節条件や水質条件に強く依存するため、活動の成果を詳細に分析するには、数

年にわたるデータ収集が不可欠であり、継続的な改善活動の取組により、全ての PI が達成されることを期待する。PI 達成を阻害した要因は次に要約される。

PI 達成を阻害した要因

- i) データにばらつきが多くみられるが、これはメーターからの計測誤差（計装機器の固有誤差、測定者の個人誤差）が大きく影響したものと推測される。計装機器の定期的な較正や、作業の標準化により計測精度を向上させることで、データ管理能力を養う必要のある事が課題として挙げられる。
- ii) 液体硫酸アルミニウムの注入率は、原水の水質に大きく作用される。ナイル河支流ではアッパーナイルでの降雨の影響により、冬季の終盤から夏季に向けて濁度が上昇する傾向を示すことが確認されており、このことが PI の達成を阻害した要因として考えられる。
- iii) 沈澱池やろ過池の運用改善を通じて電力削減を図ったが、電力計には表流水浄水場で使用される電力以外の雑用電源の使用量も加算されることから、電力使用量の数値が安定せず、正確な削減効果を確認する事が難しかった。この事が PI の達成に影響を及ぼしたと推測される。

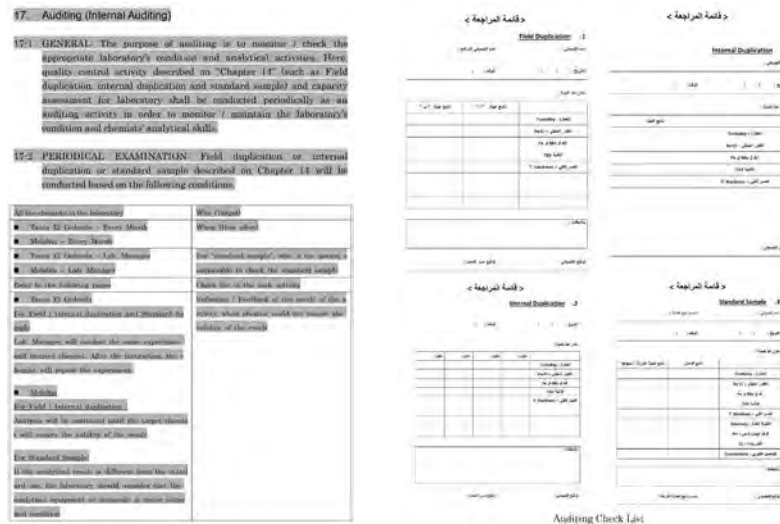
また、本表流水浄水場は建設から数年しか経っていないにも係わらず、機械・電気設備の状態が思わしくない。特に凝集沈澱を賄う急速・緩速攪拌機の減速機構、汚泥掻き寄せ機のレーキ部及び減速機構が、品質と据付け不備の両方の原因により故障と修理を繰り返している。また、2015年3月時点で塩素計量器も故障している。このため、GHAPWASCO は抜本的な改修を行うべく、HCWW に対して凡そ 16,000,000.00 L.E の予算措置を要望している。しかし、引き渡しから数年しかたっていない施設の全面改修に相当の予算を割り当てることは GHAPWASCO としても難しく、対処的な措置しかできていない。

(3) 水質管理活動

水質管理について、第1期（2011年5月～2011年12月）には、モデル施設における水質管理に係る SOP 作成・運用の準備を目的として、上水道施設の現状（表流水浄水場における水質試験室の構成、役割、スタッフ数、保有機器・器具、サンプリング頻度等）を調査した。また、GHAPWASCO の中央試験室の化学者を SOP チームの一員（C/P チーム）として加え、以下に記す水質管理に係る各種活動を実施した。

第1期（2011年5月～2011年12月）、第2期（2012年1月～2013年2月）に、SOP 作成・適用に関する合同研修やモデル施設の水質試験室の化学者を対象とした内部監査についての研修をシャルキーヤ県の Zagazig 表流水浄水場で実施するとともに、3 公社合同のワークショップをガルビーヤ県・ミヌフィア県で実施した。

先行技プロで整備された SHAPWASCO の SOP を基に、第2期（2012年1月～2013年2月）にモデル施設の水質管理に係るドラフト版 SOP 及び水質試験室の SOP（18 章構成）を作成して運用を開始し、第3期（2013年3月～2014年8月）に最終化した。SOP には業務で使用する関連様式が含まれ、施設や水質試験室の状況等に応じて使用する様式をカスタマイズした。特に水質試験室の SOP に関しては、合同研修を実施した内部監査、報告等の事項について図 4.1-4 に示す関連様式を作成した。



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-4 水質試験室の SOP 及び内部監査・報告様式一例

一方、モデル施設では、第 2 期（2012 年 1 月～2013 年 2 月）に作成した SOP 及び関連様式を活用した OJT を実施した。OJT は、C/P チームからモデル施設の水質試験室に対して、各種活動や SOP に従った様式運用の指導を実施した。モデル施設において使用した様式及びその目的は、表 4.1-15 に示す通りである。

表 4.1-15 表流水浄水場における関連様式

関連様式	内容・目的
水質管理 SOP	水質管理に係る業務手順を標準化し、明確化する
水質試験室 SOP	モデル施設の水質試験室の業務手順を標準化し、明確化する
日別水質試験記録表	日別及び月別の水質変化を把握し、異常の発生を確認する
目視チェックシート	目視による水、施設の日々の確認事項を標準化し、明確化する
トラブルシューティング	各種トラブルに対する迅速な対応を促進させる
緊急事態報告書	緊急時の対応状況を蓄積し、今後発生する緊急事態に活用する
緊急時連絡網	緊急事態の迅速な連絡、報告を促進する
水質管理基準表（カラー表示）	濁度、残留塩素、アルミニウム、マンガン、鉄のエジプトの水質基準をカラーで視覚化し、明確化する
塩素注入に係る水質試験室からの指示書	適切な塩素注入量を井戸施設の駐在職員に指示し、望ましい消毒処理を保つ
内部監査フォーム 1) 現場複製, 2) 内部複製, 3) 標準見本	水質試験室の化学者の分析技能を定期的に確認し、望ましい技能レベルを維持する
消費者苦情調査フォーム	ネットワークを通じて提供される水の安全性を確認し、且つ消費者が満足しているかを確認する
試験室状況調査表	外部監査人により水質試験室の状態を監査する

出典:プロジェクトチーム

表流水浄水場は、エジプト国の水質基準を満たした処理水を提供している。一方、ネットワーク上の水質が良くないという利用者の声も聞かれた。水質試験室ではネットワークの水質も定期的にサンプリング・検査していることから、ネットワークにおける今後の対策検討に資する基礎情報収集を目的として、定期サンプリングと併せて消費者苦情調査を実施し検査結果と利用者の声を比較検討した。

SOP の活動は、4.1.1 「基本方針」に示す通り、①有効水量率、②単位薬品消費量、③単位電

力消費量の 3 つの PI を用いて達成度をモニタリングした。水質管理については、上記の活動で作成、指導した各種様式の運用状況を C/P チームがモニタリングし、第 3 期（2013 年 3 月～2014 年 8 月）に運用状況確認・評価表として整理した（図 4.1-5 参照）。

	Activity / Format	Purpose	Applicable (If not, the reason)	Outcome (after the activity)
1	SOP of Quality Control	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	✓	Organizing and reducing the cost of operation
2	SOP of Laboratory	To standardize and clarify the laboratory operation	✓	Unifying the work procedures between all the staff
3	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	✓	Easy way for supervising and monitoring the results of analysis
4	Visual check sheet	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	✗	-
5	Troubleshooting	To facilitate smooth response to the troubles	✗	-
6	Emergency report	To compile and utilize the response took in the emergency case to the future emergency cases	✗	-
7	Emergency network	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	✓	Reducing the time needed to handle emergencies
8	Criteria of quality control	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Fe Cl, Aluminum, Mn and Fe	✓	Showing the criteria in a simple and easy way for easier follow up
9	Instructions by laboratory / WPS Operation for Chlorine dosage	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations	✓	Making sure that the Chemical dosage is used in operation
10	Auditing 1)Field duplication, 2)Internal duplication, 3)Standard sample	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	✓	Unifying the skills of the staff and at the same time try to improve it
11	Customer claim survey	To double-check the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it	✗	-
12	Capacity Assessment	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor	✓	-

出典：プロジェクトチーム

図 4.1-5 運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、表流水浄水場）

さらに、プロジェクト終了後の C/P チームの自立発展性を確保するため、モデル対象を拡大（県内普及）して今後の計画案を作成するとともに、水質管理については、上記運用状況確認・評価表を活用してこれまでのプロジェクト活動を C/P チームに評価させ、今後の県内施設への活動普及計画一覧表を作成した（図 4.1-6 参照）。

No.	Activity / Format	Applied facility (Example in GHAPWASCO)								
		Tanta El Teraa El Melahia WTP	Tanta El Gedeeda El Morshaha SWTP	Zefta El Morashaha WTP	Samaod SWTP	Mahalet Marhoom IMRP	El Ramleya IMRP	El Gaefareya IMRP	Seberbay Well Facility	Shobra Beel Well Facility
1	SOP of Quality Control	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	SOP of Laboratory	✓	✓	✓	✓					
3	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	Visual check sheet	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	Troubleshooting	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6	Emergency report	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	Emergency network	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8	Criteria of quality control									
9	Instructions by laboratory / WPS Operation for Chlorine dosage									
10	Auditing - 1) Field duplication, 2) Internal duplication, 3) Standard sample	✓	✓	✓	✓					
11	Customer claim survey									
12	Capacity Assessment									

出典：プロジェクトチーム

図 4.1-6 活動普及計画一覧表

水質管理活動に係る成果として、モデル施設の水質試験室では、SOP 及び各種様式を活用した緊急時の系統的な情報伝達や、水質の経時変化及び水質基準の視覚化（グラフ化）等、日常業務の円滑化が図られた（図 4.1-5 中の“Outcome”参照）。

4.1.3.2 鉄・マンガン除去施設（GHAPWASCO）

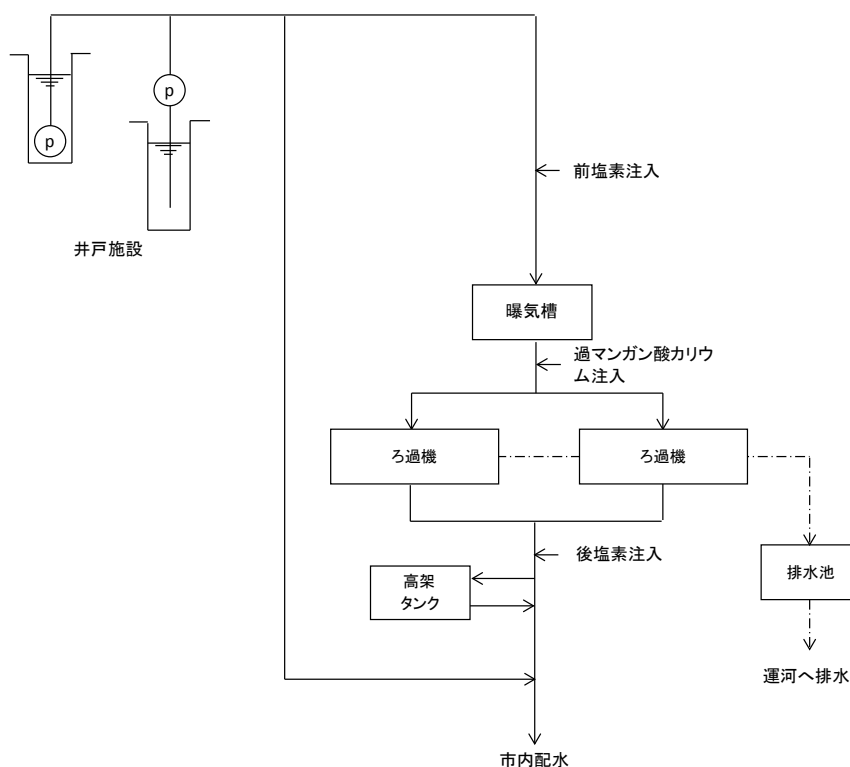
(1) モデル施設の概要

一般概要

Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設はガルビーヤ県の西側に位置する、一般的な規模の処理施設である。

- ◆ 処理能力 : 計画処理水量 - 2,400 m³/日
(実際の生産水量 - 1,500 m³/日)
- ◆ 水源 : 地下水
- ◆ 配水区域 : Mahalet Marhoom、El Groharia 及び Kafr El Arab の 3 村落
- ◆ 給水人口 : 約 1,500 人
- ◆ 設立 : 1968 年 (2010 年拡張)

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-7 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設の施設概略図

(2) SOP 活動の適用

Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における現場トレーニングの主要な取組みは、下表の通りである。

表 4.1-16 OJT 主要活動内容 (Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設)

No.	OJT 活動内容
1	水質測定（残留塩素／マンガン含有率）の実施 本鉄・マンガン除去施設は比較的施設規模が小さく、水質測定を日常的に実施していなかった。このことから、ろ材（グリーンサンド）の活性状態と活性化のタイミングを把握するため、残留塩素とマンガン含有率の測定を日常業務に取り入れた。
2	過マンガン酸カリウム使用量の削減 本施設では、鉄・マンガン除去用にグリーンサンド（マンガンゼオライト）をろ材として使用している。グリーンサンドの特徴として、鉄・マンガン除去と同時にゼオライト表面のマンガン酸化物が消耗されるため、定期的に過マンガン酸カリウムによるゼオライトの活性化が求められる。過去の運転では、2日に1回定期的に活性化を行っていたが、ゼオライト活性化サイクルと活性化に必要な過マンガン酸カリウム注入率の見直しにより、薬品使用量の削減を狙った活動を行った。
3	次亜塩素酸カルシウム注入量の管理 本施設における次亜塩素酸カルシウムは、井戸ポンプの運転台数に係わらず常に一定且つ、処理水量に対して過剰な量が注入されていた。井戸ポンプの運転台数に合わせて次亜塩素酸カルシウム注入量を調整することで、薬品消費量の削減を図った。
4	水損失の削減 エアレーションタンクとろ過器の運転スケジュールが確立できておらず日常的にエアレーションタンクからオーバーフローが生じていた。施設の運転方法を見直すことで、オーバーフローの発生を抑制し、水収支を向上させた。

出典：プロジェクトチーム

PI の改善効果

SOP に基づく活動の成果の要約を表 4.1-17 及び図 4.1-8 に示す。

表 4.1-17 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		次亜塩素酸カルシウム (g/m ³)	過マンガン酸カリウム (g/m ³)	
初期値	-	7.05	3.04	0.76
PI 達成目標値	96.0	6.00	2.00	0.60
モニタリング月	月平均値			
2012年12月	N/A	7.05	3.04	0.76
2013年1月	N/A	6.59	2.38	0.66
2013年2月	N/A	7.42	2.12	0.60
2013年3月	93.7	3.97	1.98	0.62
2013年4月	94.1	5.28	1.92	0.59
2013年5月	94.3	4.92	1.79	0.54
2013年6月	96.7	4.14	1.50	0.50
2013年7月	93.5	2.64	1.5	0.56
2013年8月	98.5	3.37	1.68	0.59
2013年9月	93.9	3.98	1.60	0.59
2013年10月	91.3	2.54	1.70	0.56

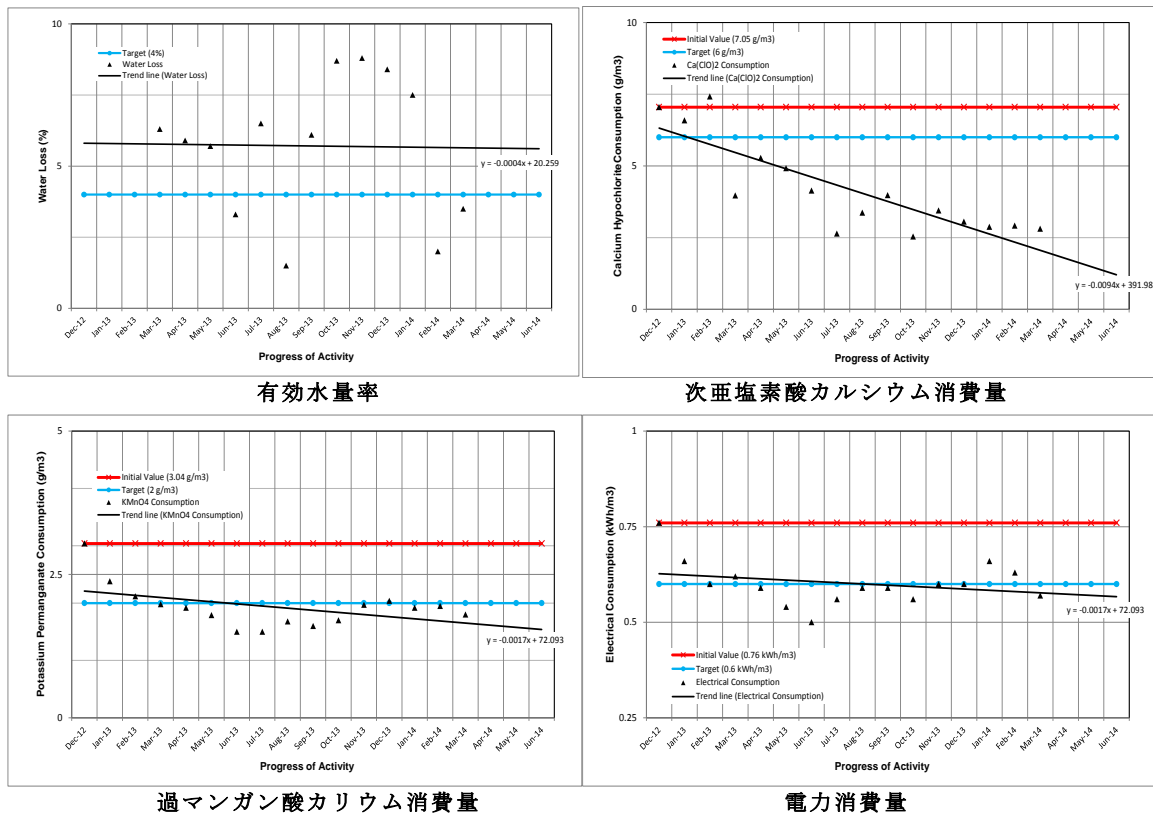
	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		次亜塩素酸 カルシウム (g/m ³)	過マンガン酸 カリウム (g/m ³)	
2013年11月	91.2	3.45	1.97	0.60
2013年12月	91.6	3.06	2.04	0.60
2014年1月	92.5	2.88	1.92	0.66
2014年2月	98.0	2.92	1.95	0.63
2014年3月	96.5	2.81	1.80	0.57
2014年4月	N/A	N/A	N/A	N/A
2014年5月	N/A	N/A	N/A	N/A
2014年6月	N/A	N/A	N/A	N/A
PI 達成値^{*1}	95.7	2.87	1.89	0.62
達成結果^{*3}	○ ^{*2}	◎	◎	○

*1) PI 達成値は 2014 年 1 月～3 月の平均値として定めるものとする。

*2) 有効水率の達成結果は、2013 年 3 月（データモニタリング開始時）に記録された数値である 93.7% との対比により評価する。

*3) 達成結果：◎PI 達成目標値を満足する、○改善成果がうかがえる、△今後の改善を期待する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-8 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果図

GHPAWASCO における鉄・マンガン除去施設は、表流水浄水場に比較して施設管理能力や浄水処理に係る技術的理論等が劣る面も見られたが、PI はほぼ目標値をクリア、若しくはそれに近い達成値を示しており、SOP 活動を通じて職員の管理能力が大幅に向上したことが、データからも裏付けされる。

ただし、2015年現在、施設内のケーブルが盗難にあったため、修繕活動中である。そのため、PIsを適切に計測できていない。

PI 達成を阻害した要因

- i) PIの達成を直接阻害してはいないが、有効水率測定用の配水流量計（超音波流量計）として中古品が設置されており、頻繁に較正を行わなければならない状況であった。更に、2014年の4月以降、この流量計の故障と修理の為、有効水率他全てのPI計測が出来ない状況が続いた。正確なデータ管理を行うために、必要な資機材の年間調達・較正計画をSOP活動計画に至急盛り込むことが求められる。有効水量率に係るデータのばらつき度合いが大きくなっている事は、超音波流量計の精度によるところが大きいものと判断する。

(3) 水質管理活動

鉄・マンガン除去施設における水質管理に係る活動は、先述の表流水浄水場における活動とほぼ同様であり、施設の現況把握、ドラフトSOPの作成・運用と最終化、各種様式を活用したOJT、活動のモニタリング及び今後の計画の立案までの一連の活動を実施した。ただし、モデル施設には水質試験室が無いため、C/Pチームによる指導（残留塩素測定や鉄、マンガン濃度測定）及びOJTは施設の駐在職員を対象とした。

なお、鉄・マンガン除去施設において使用した様式及びその目的は表4.1-18に示す通りである。

表 4.1-18 鉄・マンガン除去施設における関連様式（GHAPWASCO）

関連様式	内容・目的
水質管理 SOP	水質管理に係る業務手順を標準化し、明確化する
日別水質試験記録表	日別及び月別の水質変化を把握し、異常の発生を確認する
水質管理基準表（カラー表示）	濁度、残留塩素、アルミニウム、マンガン、鉄のエジプトの水質基準をカラーで視覚化し、明確化する
塩素注入に係る水質試験室からの指示書	適切な塩素注入量を井戸施設の駐在職員に指示し、望ましい消毒処理を保つ

出典：プロジェクトチーム

モデル施設で運用した各種様式は、表流水浄水場同様、第3期（2013年3月～2014年8月）に運用状況確認・評価表として整理した（図4.1-9参照）。

	Activity / Format	Purpose	Applicable (if not, the reason)	Outcome (after the activity)
1	SOP of Quality Control	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	✓	Organizing and reducing the cost of operation
2	SOP of Laboratory	To standardize and clarify the laboratory operation	✗ (No Laboratory)	-
3	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	✓ (Only Re Cl and Mn are checked)	Easy way for supervising and monitoring the results of analysis
4	Visual check sheet	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	✗	-
5	Troubleshooting	To facilitate smooth response to the troubles	✗	-
6	Emergency report	To compile and utilize the response took in the emergency case to the future emergency cases	✗	-
7	Emergency network	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	✗	-
8	Criteria of quality control	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Re Cl, Aluminum, Mn, and Fe	✓	Based on the instruction by C/P, Re Cl and Mn are checked and compared with the criteria by operator. In case the Re Cl and Mn exceeds the criteria (less or more) they could report immediately and directly to Laboratory.
9	instructions by laboratory / WFS Operation for Chlorine dosage	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations	✓	
10	Auditing 1)Field duplication, 2)internal duplication, 3)standard sample	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	✗ (No Laboratory)	-
11	Customer claim survey	To double-check the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it	✗ (Customer claim is collected via "Hotline 125")	-
12	Capacity Assessment	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor.	✗ (No Laboratory)	-

出典：プロジェクトチーム

図 4.1-9 運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、鉄・マンガン除去施設）

水質管理活動に係る成果として、モデル施設では、駐在職員及び C/P が定期的に処理水の水質を監視するとともに、水質の経時変化をグラフ化する等、水質監視体制が強化された（図 4.1-9 中の“Outcome”参照）。

4.1.3.3 井戸施設（GHAPWASCO）

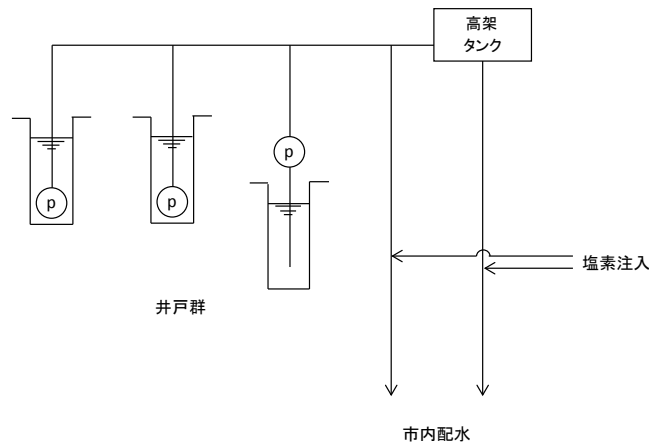
(1) モデル施設の概要

一般概要

Seberbay は Tanta 市に位置する井戸施設であり、一般概要は次の通りである。

- ◆ 処理能力 : 公称送水能力- 3,700 m³/日
- ◆ 水源 : 地下水
- ◆ 給水人口 : 約 40,000 人
- ◆ 設立 : 1956 年（2007 年、2008 年及び 2013 年に拡張）

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-10 Seberbay 井戸施設の施設概略図

(2) 井戸及び井戸施設の運転維持管理のための SOP 作成

井戸及び井戸施設の運転維持管理のため、先行技プロで整備した SOP を基にして本モデル施設向けのドラフト版を作成し、運用を開始した。第3期（2013年3月～2014年8月）の活動を通じて、現実的な運用を考慮した形でドラフトの最終化を行い、今後の自立的な展開活動を促す取組みを行った。なお、SOP 作成に至る活動は次の通りである。

<p>STEP-1</p>	<p>各井戸揚水量確認のための流量計修理 モデル施設である Seberbay 井戸施設では、本プロジェクト開始時に 2 本の水中ポンプが稼働していた。井戸には揚水量を計測する流量計が設置されていたが、大幅な測定誤差が見受けられたことから修理を依頼した。</p>
<p>STEP-2</p>	<p>送水量・送水圧確認のための流量計・圧力計の設置 Seberbay 井戸施設では、3 系統の送水管を用いて異なる 3 つの地区へ同時に送水しているが、送水量及び送水圧を測定するための流量計及び圧力計は設置されていなかった。このため 3 つの系統に各々流量計と圧力計を設置した。</p>
<p>STEP-3</p>	<p>井戸能力の確認のための揚水試験の実施 本井戸施設にある 2 本の井戸の能力を確認するために揚水試験を実施した。その際、単独で井戸を運転した場合の揚水量と 2 本同時に運転した場合の各井戸の揚水量の変化を測定した。</p>
<p>STEP-4</p>	<p>井戸施設リハビリテーションの実施 Step-3 で実施した揚水試験の結果、一本の井戸で揚水量が小さいことが確認された。ポンプ及びライザーパイプを引き抜いて調べたところ、ライザーパイプに腐食孔が多数あることが確認された。ライザーパイプを交換したところ揚水量は正常に戻った。</p>
<p>STEP-5</p>	<p>現況の揚水量及び送水量把握のための記録 本井戸施設では各井戸からの日揚水量が記録されていたが、各地区への送水量は測定・記録されていなかった。本プロジェクトにおける活動を通じて、井戸の適正な運転スケジュール検討、及び SOP の作成・運用に向けて、現況の井戸からの時間当たり揚水量及</p>

	び各地区への時間当たり送水量を記録する指導を行った。
STEP-6	井戸の適正な運転スケジュールの検討及びドラフト SOP の作成 STEP-5 の活動成果、及び配管網水理解析の結果に基づき、給水区域における水需要の時間的な変化を考慮して、適正な井戸の運転スケジュールを検討し、併せてドラフト版の SOP を作成した。
STEP-7	ドラフト SOP に基づく、施設運転の試行 ドラフト SOP に基づいて施設を運転し、その効果を分析し、井戸ポンプの運用と滅菌剤注入方法に関する SOP を主とする全書類の最終化を図った。その結果、より実際の運転に沿った SOP が完成した。

(3) 井戸施設の運用に係る技術移転

これまで明文化されていなかった井戸施設の運転手順を SOP として纏めると共に、各活動の実施方法及びその必要性に関する技術移転を行った。その結果、C/P チームは次の点が井戸施設の維持管理（安全性・経済性の面）において非常に重要であることを認識した。

- 井戸運転記録の活用
- 慣習的に実施されていた井戸運転の改善

GHAPWASCO 管轄エリア内には 200 箇所以上の井戸施設がある。C/P チームには、プロジェクトの成果を各施設に展開し、配水対象地域への安定的・経済的な給水を促進する取り組みが求められる。

(4) 配管網水理解析

管網解析の目的は井戸施設のポンプ運用計画立案を支援することであり、次の手順に基づき活動を行った。

(a) 井戸運用状況の確認

当該モデル施設の給水区域は、大きく 3 つのエリアに分類される。SOP 活動を通じて C/P チームが集積した、井戸からの時間当たり揚水量及び各地区への時間当たり送水量の記録から水需要の変動を確認した結果、各給水エリアにおける水需要は、8:00～22:00 の時間帯が大きく、一方、23:00～7:00 の時間帯が小さい事が確認された。本井戸施設では、常に 2 台の井戸を同時に運転しているが、管網解析を行うに当たり、水需要の大きい昼間の時間帯は井戸ポンプを 2 台稼働し、水需要の少ない夜間の時間帯は 1 台稼働すると仮定した。

(b) 管網解析の実施

上述仮定に基づき、Water-CAD を使用して水需要の変動を予測したシミュレーションを行った結果、全ての時間帯において、3.0bar 以上の圧力を給水栓末端で確保できることが確認された。給水区域の建物は 3~4 階の高さがあることから、端部の水圧は最低 2.0bar 程度を確保することが求められており、解析の結果から、ポンプの運転スケジュールを次の通りと正式に定めた。

運転時間	ポンプ運転台数
8:00～22:00	2 台同時運転
22:00～8:00	1 台運転

(c) 管網解析結果の検証

ポンプ運転スケジュールの妥当性を検証するために、NRW チームの協力を得て、各給水区域における水需要と配水圧力の時間変動を、超音波流量計とトランスミッタ機能付き圧力計を使用して連続的に監視した結果、解析データと実際の運転に相違のない事を確認した。この作業を通じて、C/P チームは超音波流量計と圧力計を使用した井戸運転に係るデータ集積方法を習得した。

(d) 今後の課題

管網解析業務を通じて、C/P チームに Water-CAD の取扱い方法と、運転スケジュール（ポンプ運用計画）を立案する手法の技術移転を行った。将来的には鉄・マンガンの除去を含めた井戸ネットワーク、延いては表流水浄水場を含む包括的なネットワークの構築と水理解析が行われることを期待する。

(5) 水質管理活動

井戸施設における水質管理に係る活動は、先述の鉄・マンガン除去施設における活動とほぼ同様である。モデル施設には水質試験室が無いため、C/P チームによる指導（残留塩素測定）及び OJT（塩素注入量指示書の運用）は施設の駐在職員を対象とした。

なお、井戸施設で使用した様式及びその目的は表 4.1-19 に示す通りである。

表 4-19 井戸施設における関連様式（GHAPWASCO）

関連様式	内容・目的
水質管理 SOP	水質管理に係る業務手順を標準化し、明確化する
水質管理基準表（カラー表示）	濁度、残留塩素、アルミニウム、マンガン、鉄のエジプトの水質基準をカラーで視覚化し、明確化する
塩素注入に係る水質試験室からの指示書	適切な塩素注入量を井戸施設の駐在職員に指示し、望ましい消毒処理を保つ

出典：プロジェクトチーム

モデル施設で運用した各種様式は、他施設同様、第 3 期（2013 年 3 月～2014 年 8 月）に運用状況確認・評価表として整理した（図 4.1-11 参照）。

	Activity / Format	Purpose	Applicable (if not, the reason)	Outcome (after the activity)
1	SOP of Quality Control	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	✓	-
2	SOP of Laboratory	To standardize and clarify the laboratory operation	x (No Laboratory)	-
3	Daily analytical record (for SWTP and IMRF)	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	x (Only Re Cl is checked)	-
4	Visual check sheet	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	x	-
5	Troubleshooting	To facilitate smooth response to the troubles	x	-
6	Emergency report	To compile and utilize the response took in the emergency case to the future emergency cases	x	-
7	Emergency network	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	x	-
8	Criteria of quality control	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Re Cl, Aluminum, Mn and Fe	✓	Based on the instruction by C/P, Re Cl is checked and compared with the criteria by operator. In case the Re Cl exceeds the criteria (less or more) they could report immediately and directly to Laboratory.
9	Instructions by laboratory / WP5 Operation for Chlorine dosage	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations	✓	
10	Auditing 1)Field duplication, 2)Internal duplication, 3)Standard sample	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	x (No Laboratory)	-
11	Customer claim survey	To double-check the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it	x (Customer claim is collected via "Hotline 125")	-
12	Capacity Assessment	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor	x (No Laboratory)	-

出典：プロジェクトチーム

図 4.1-11 運用状況確認・評価表（GHAPWASCO、井戸施設）

水質管理活動に係る成果として、モデル施設では、駐在職員及び C/P チームが定期的に処理水の水質を監視するとともに、適切な塩素注入等、運営上の効率化が図られた（図 4.1-11 中の“Outcome”参照）。

4.1.3.4 表流水浄水場（MCWW）

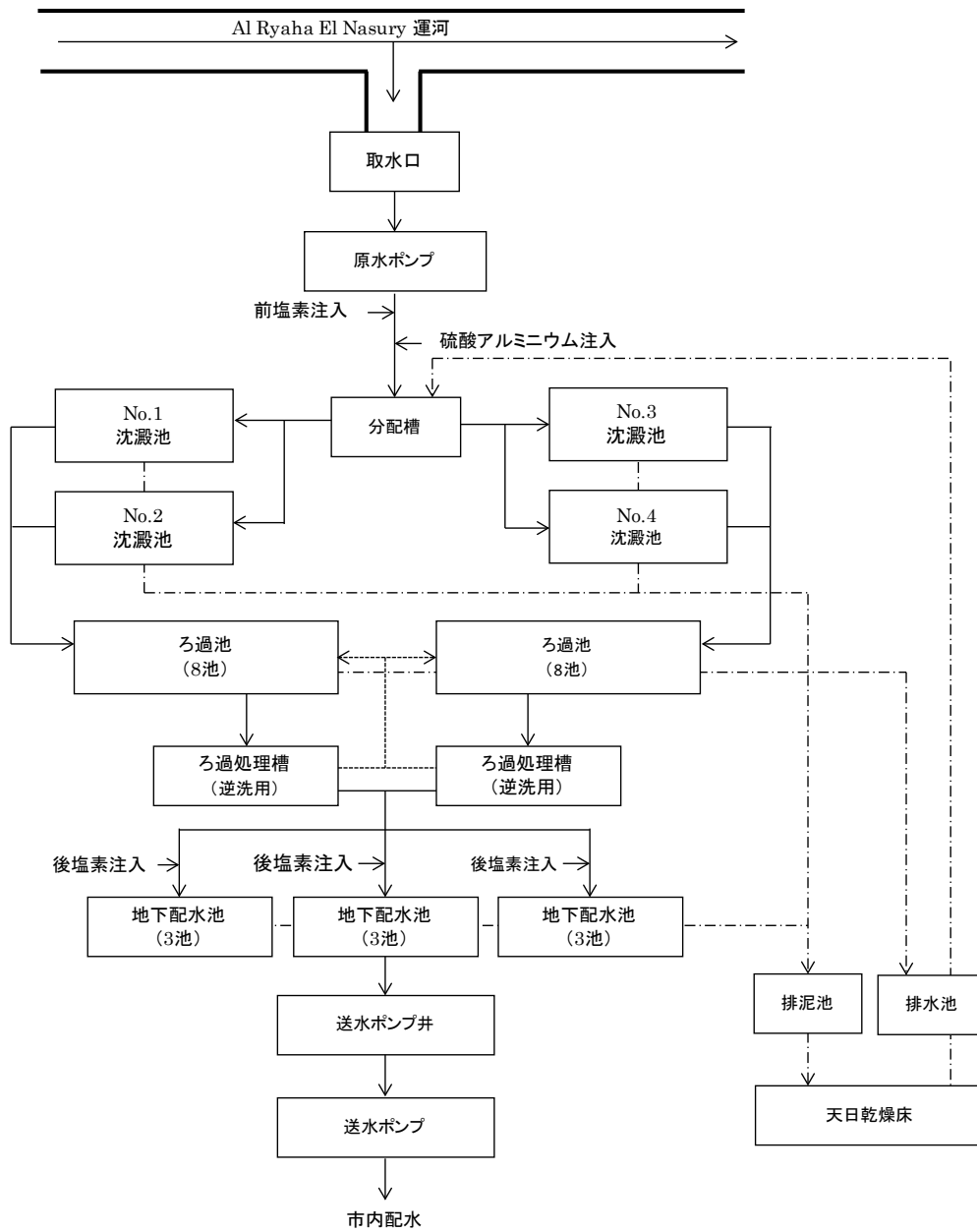
(1) モデル施設の概要

一般概要

Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場はミヌフィア県の南西部に位置し、El Sadat 市内給水の主要施設である。

- ◆ 処理能力 : 計画処理水量 - 102,000 m³/日
(実際の生産水量 - 50,860 m³/日)
- ◆ 水源 : Alriah El Nasery 運河
- ◆ 配水区域 : El Sadat 市
- ◆ 給水人口 : 約 50,000 人
- ◆ 設立 : 2009 年

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-12 Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場の施設概略図

(2) SOP 活動の適用

Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における現場トレーニングの主要な取組みは、下表の通りである。

表 4.1-20 OJT 主要活動内容（Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場）

No.	OJT 活動内容
1	<p>ろ過砂の再充填</p> <p>エジプト国浄水場施設設計基準において、ろ過砂の充填厚は 50~70cm と規定されている。しかし、本表流水浄水場におけるろ過砂の充填厚は、平均 45cm 程度と基準に達していないことが明らかになった。ろ層厚が不足する場合、沈澱処理水に含まれる懸濁物質がろ過砂を通過し、ろ過処理水濁度の増加を引き起こす恐れが考えられる。このことから、ろ過砂の再充填厚により、設計基準を満たす適正な運転を確立する活動を行った。</p>
2	<p>有効水量率の向上</p> <p>本表流水浄水場には、排水の再利用システムが導入されている。しかし、排水を再利用した場合の水処理プロセスに与える影響が懸念されたため、本システムは有効活用されていなかった。排水の再利用システムは、有効水量率の向上に寄与するものであり、試用を通じて、水質面への影響がない事が確認された場合に限り、継続した使用を行う様に指導した。</p>
3	<p>沈澱池における濁度低減</p> <p>本表流水浄水場では、硫酸アルミニウムの急速混和のためにフラッシュミキサーを稼働させているが、高濁度流入時、薬品混和池前段で、既に十分にフロックが成長していることが確認された。このような運転の下、ミキサーによる攪拌の影響で成長したフロックが破壊されており、沈澱効果に悪影響を及ぼすことが懸念された。このことから、試験的にフラッシュミキサーを停止させて、沈澱池出口の濁度を確認させたところ、処理水濁度の低減が認められた。フロックの成長は原水の水質に依存する事から、水質の変動に対して、フラッシュミキサーの運転をコントロールする様に指導した。</p>

出典：プロジェクトチーム

PI の改善効果

SOP に基づく活動の成果の要約を表 4.1-21 及び図 4.1-13 に示す。

表 4.1-21 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の改善効果

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	液体硫酸アルミニウム (g/m ³)	
初期値	88.0	9.20	26.00	0.45
PI 達成目標値	92.0	6.50	18.00	0.36
モニタリング月	月平均値			
2012 年 9 月	88.0	9.20	26.00	0.45
2012 年 10 月	90.0	8.50	24.00	0.42
2012 年 11 月	90.0	7.50	22.00	0.42
2012 年 12 月	88.6	6.56	22.60	0.36
2013 年 2 月	90.4	6.41	20.00	0.41
2013 年 3 月	92.5	6.02	16.00	0.41
2013 年 4 月	91.2	6.00	18.00	0.39
2013 年 5 月	91.0	6.20	18.00	0.38
2013 年 6 月	91.0	6.70	20.00	0.37
2013 年 7 月	90.5	6.30	35.00	0.36
2013 年 8 月	92.0	6.20	26.00	0.38
2013 年 9 月	93.0	6.50	24.00	0.35
2013 年 10 月	92.0	6.60	22.00	0.37
2013 年 11 月	92.0	7.00	20.00	0.36
2013 年 12 月	91.0	7.00	20.00	0.37
2014 年 1 月	91.0	6.90	22.00	0.40
2014 年 2 月	89.0	8.10	28.50	0.30
2014 年 3 月	94.6	7.68	49.10	0.42

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	液体硫酸アルミニウム (g/m ³)	
2014年4月	97.7	6.51	30.80	0.39
2014年5月	N/A	6.58	52.67	0.33
2014年6月	N/A	6.32	54.14	0.36
PI 達成値^{*1}	93.8	6.47	25.30	0.36
達成結果^{*2}	◎	◎	○	◎

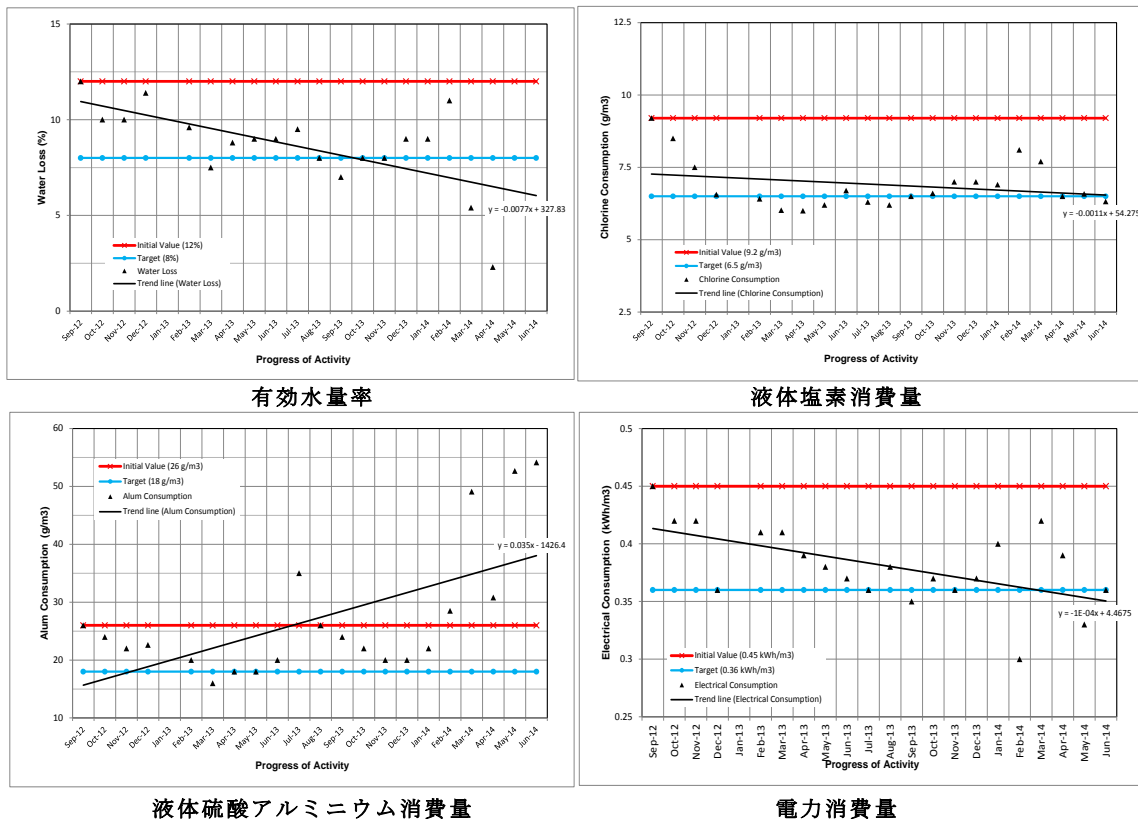
^{*}) 2013年1月のPIは配水流量計の不具合により取得不可能であった。

^{*1}) PI達成値は2014年4月～6月の平均値として定めるものとする。

但し有効水量率に関しては、流量計不具合の影響により、20142月～4月の平均値を採用する。また、液体硫酸アルミニウム消費量に関しては、アッパーナイルでの洪水の影響による原水水質悪化を考慮して、2014年1月～2月の平均値を採用する。

^{*2}) 達成結果：◎PI達成目標値を満足する、○改善成果がうかがえる、△今後の改善を期待する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-13 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の改善効果図

本表流水浄水場は、浄水場長以下職員の PI 改善に対する意欲が非常に高く、且つ浄水場運営に対する指揮系統が確立されている。PI の達成目標を比較的高く設定しているため、目標に届かなかった項目があるが、プロジェクトを通じた段階的な PI 削減への取組から優れた改善効果が生み出されている。今後の継続した活動により、SOP 活動を展開するうえでの規範となる施設となることを期待する。

PI 達成を阻害した要因

- i) GHAPWASCO における表流水浄水場の水源と同様に、冬季の終盤から夏季に向けて、原水水質の悪化に伴い液体硫酸アルミニウムの注入率が上昇する傾向を示すことが PI の達成を阻害した要因として考えられる。特に Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場はカイロの北にある流量調節堰の前で分岐するカナルを原水としており、他の表流水浄水場に比べてアッパーエジプトで生じる大雨洪水の影響を受けやすく、夏場の水需要増に合わせて堰を開放する際、原水水質が大きく悪化することが確認されている。2014 年は 10 年に一度の規模の洪水がアッパーナイルで生じており、水質の悪化に伴い、3 月以降に硫酸アルミニウム消費量が急激に上昇した。このため、PI の評価は洪水の影響が生じる前、1 月から 2 月に掛けての平均値として採用した。以上より、今後も継続したモニタリングを行い、原水水質と注入率の関係を詳細に分析する事が、PI の達成に繋がることを期待する。
- ii) また SOP 活動の途中、2013 年の夏季に、凝集剤が個体硫酸アルミニウムから液体硫酸アルミニウムに変更となったため、濃度管理や注入量管理方法の変更に対応出来ず、一時的に注入量の急激な変化が見られた。
- iii) 原水流量測定用の超音波流量計が故障した影響で、2014 年 5 月から 6 月に掛けての有効水量率の測定が不可能であった。

(3) 水質管理活動

MCWW の表流水浄水場モデル施設における水質管理活動は、GHAPWASCO のモデル施設での活動と同様であり、MCWW のラボラトリー一部の化学者を SOP チームの一員に加えて実施した。モデル施設で運用した各種様式は、GHAPWASCO 同様、第 3 期（2013 年 3 月～2014 年 8 月）に運用状況確認・評価表として整理した（図 4.1-14 参照）。

Outcome (after the activity)	Applicable (if not, the reason)	Purpose	Activity / Format		
This activity contributed to the application of SOP in reducing the consumption of chemicals, such as reducing the dose of chlorine and alum	x	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	SOP of Quality Control	1	
	x	To standardize and clarify the laboratory operation	SOP of Laboratory	2	
	x	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	3	
The use of emergency sheet results to discover a high turbidity in the clarifiers one in March 2014 and it so stopped it and then make necessary maintenance work and then take it back to work again	x	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	Visual check sheet	4	
	x	To facilitate smooth response to the troubles	Troubleshooting	5	
	x	To compile and utilize the response task in the emergency case to the future emergency cases	Emergency repair	6	
	x	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	Emergency network	7	
	x	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Re Cl, Aluminium, Mn and Fe	Criteria of quality control	8	
	-	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations	Instructions by laboratory / WPS Operation for Chlorine dosage	9	
Contributing to this application is to make sure the efficiency of chemists in the WTP's lab as well as the accuracy of the analysis conducted by the WTP's lab. Work experiences are among chemists who are in the lab every month and take a sample and analyzed by four chemists were discovered substantial convergence in the results. This laboratory of the plant. Either outside the scope of the WTP's lab there were exchanging between WTP's labs all over the governorate for example the lab of Shiebin SWTP had send a sample to a laboratory of Salsat SWTP and the work required analysis found substantial convergence between the results	x	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	Auditing 1)Field 2)Internal 3)Standard sample	10	
	x	The work of a field survey of customer complaints which done by members of the HQ-C/P team on 2012 was good, but did not continued, and we are going to recommend to the continuation of this activity by the new SOP department.	To doublecheck the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it	Customer claim survey	11
	x	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor	Capacity Assessment	12	

出典:プロジェクトチーム

図 4.1-14 運用状況確認・評価表（MCWW、表流水浄水場）

本プロジェクトにおける水質管理活動の成果として、モデル施設では、目視確認シートや緊急事態報告を運用し、異常発生（塩素処理水の高濁度の検出等）の早期発見や緊急事態時の対

応を蓄積する等、施設運営上の適切化が図れた。また、3 公社合同ワークショップ等を基に定期的な内部監査が行われており、水質試験室の化学者の技術レベルの維持が図られた（図 4.1-14 中の“Outcome”参照）。

なお、C/P チームが水質試験官養成学校で指導教官を務め、本プロジェクトの活動を学生に紹介する等、C/P チームによる自立的な活動が実施された（表 4.1-22 参照）。

表 4.1-22 水質試験官養成学校での指導内容等

目的	High technical water school（対象学年:3 年生）の学生に対して、MCWW における浄水施設及び水質試験室の業務内容等を指導し、将来の MCWW で勤務する化学者を育成する。
指導内容	教材：Technology of purification for potable water surface water and well water） 水質試験方法と併せて、本プロジェクトの SOP 活動、活動の成果（特に薬剤消費量等）について紹介した。
指導期間	2013 年 10 月～2014 年 6 月、週 2 回（毎週火曜、水曜・計 5 時間） 2014 年 10 月以降も指導予定
指導学生数	31
指導場所	Quesna 群の High technical water school（教育省と連携の下）

出典：プロジェクトチーム

4.1.3.5 鉄・マンガン除去施設（MCWW）

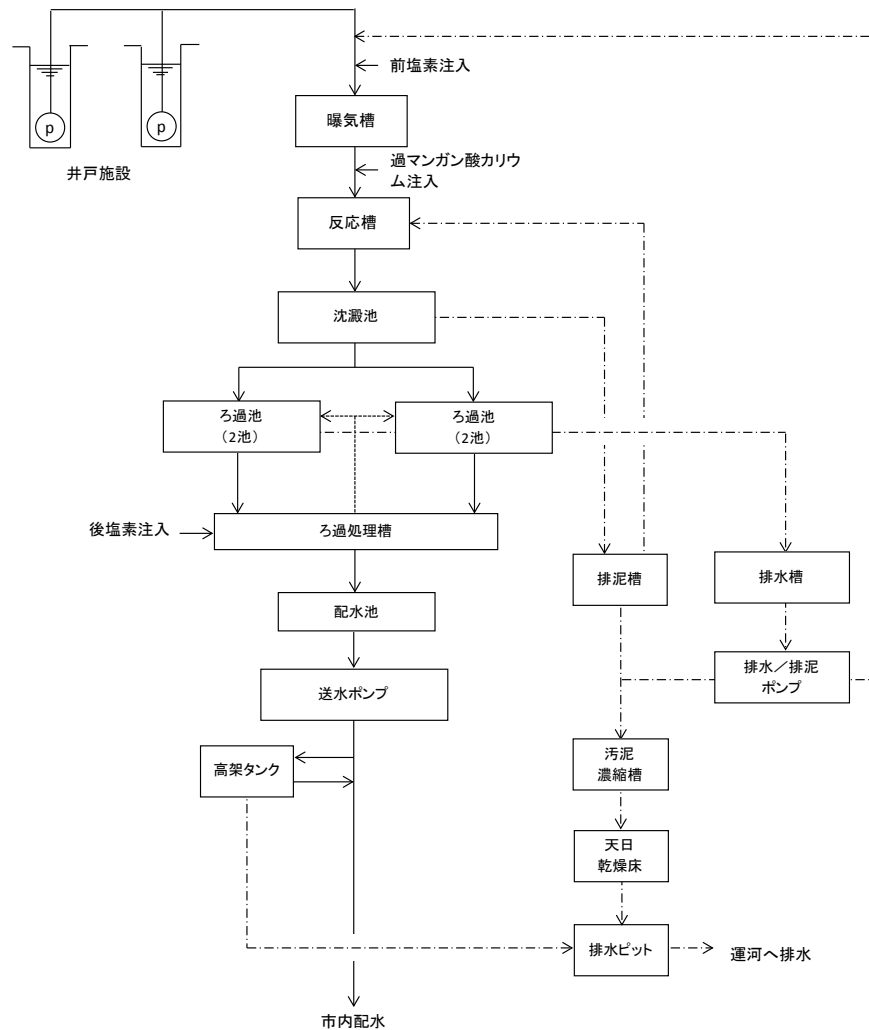
(1) モデル施設の概要

一般概要

Gezy 鉄・マンガン除去施設はミヌフィア県の西側に位置する、今後 MCWW で主流となる施設構成をもつ処理施設である。

- ◆ 処理能力 : 計画処理水量- 2,160 m³/日
(実際の生産水量 - 1,800 m³/日)
- ◆ 水源 : 地下水
- ◆ 配水区域 : Mainly 村及び周辺の数村落
- ◆ 給水人口 : 約 40,000 人
- ◆ 設立 : 2009 年

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-15 Gezy 鉄・マンガン除去施設の施設概略図

(2) SOP 活動の適用

Gezy 鉄・マンガン除去施設における現場トレーニングの主要な取組みは、下表の通りである。

表 4.1-23 OJT 主要活動内容 (Gezy 鉄・マンガン除去施設)

No.	OJT 活動内容
1	<p>塩素/過マンガン酸カリウム使用量の削減</p> <p>鉄・マンガン酸化プロセスとして、「前塩素注入+エアレーション+過マンガン酸カリウム注入」を採用している。しかし、前塩素注入後のエアレーションは、塩素消費量の増加を招く恐れがあり、このことから、鉄・マンガン酸化プロセスの見直しによる、使用薬品の削減活動を行った。</p>
2	<p>ろ過継続時間の延長</p> <p>ろ過継続時間の延長を目的として、次のアプローチによる、沈澱池からの越流フロックの削減活動を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・沈澱池堆積汚泥の排出サイクルの見直し

No.	OJT 活動内容
	・沈殿池越流トラフ設置高の見直し
3	排水リサイクルシステムの運用 Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場同様、有効水量率の更なる向上を目的として、排水リサイクル施設の運用を指導した。

出典：プロジェクトチーム

PI の改善効果

SOP に基づく活動の成果の要約を表 4.1-24 及び図 4.1-16 に示す。

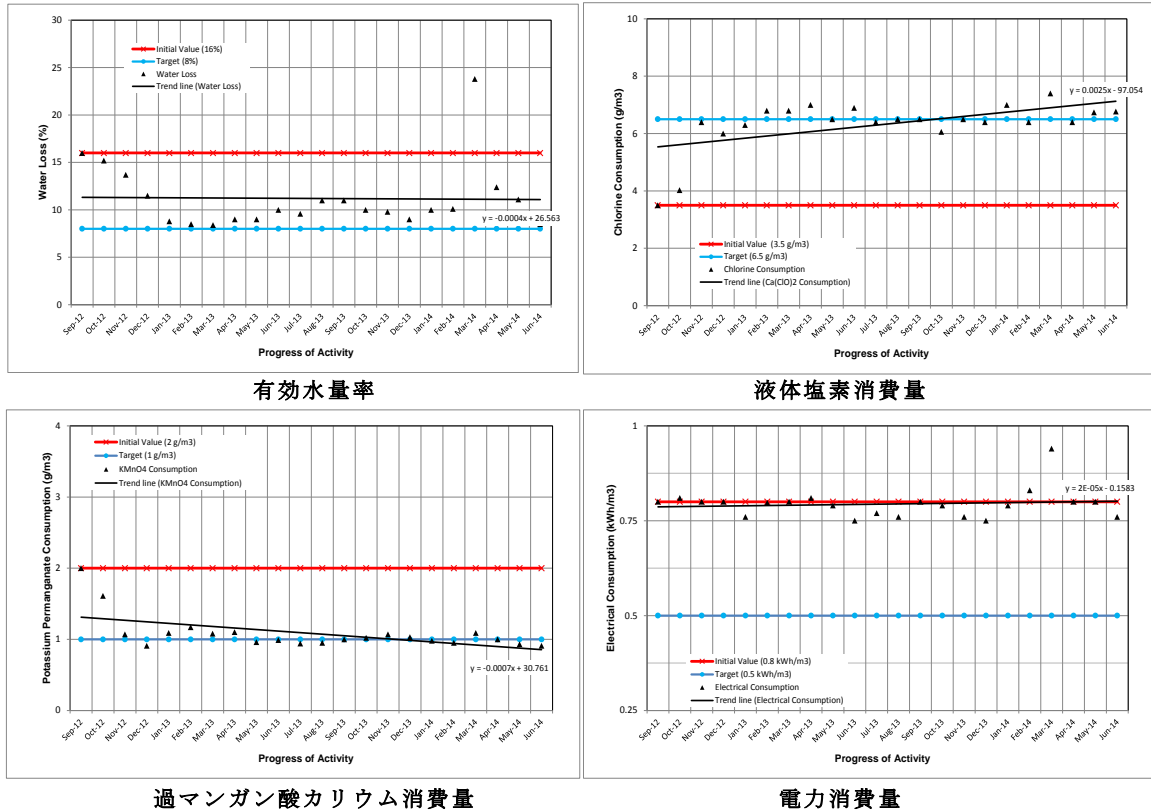
表 4.1-24 Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果

	有効水量率 (%)	薬品消費量		電力消費量 (kWh/m ³)
		液体塩素 (g/m ³)	過マンガン酸カリ ウム (g/m ³)	
初期値	84.0	3.50	2.00	0.80
PI 達成目標値	92.0	6.50	1.00	0.50
モニタリング月	月平均値			
2012 年 9 月	84.0	3.50	2.00	0.80
2012 年 10 月	84.8	4.03	1.61	0.81
2012 年 11 月	86.3	6.40	1.07	0.80
2012 年 12 月	88.5	6.00	0.91	0.80
2013 年 1 月	91.2	6.30	1.09	0.76
2013 年 2 月	91.5	6.80	1.17	0.80
2013 年 3 月	91.6	6.80	1.08	0.80
2013 年 4 月	91.0	7.00	1.10	0.81
2013 年 5 月	91.0	6.50	0.96	0.79
2013 年 6 月	90.0	6.90	0.99	0.75
2013 年 7 月	90.4	6.40	0.94	0.77
2013 年 8 月	89.0	6.50	0.95	0.76
2013 年 9 月	89.0	6.50	1.00	0.80
2013 年 10 月	90.0	6.06	1.02	0.79
2013 年 11 月	90.2	6.50	1.07	0.76
2013 年 12 月	91.0	6.40	1.03	0.75
2014 年 1 月	90.0	7.00	0.98	0.79
2014 年 2 月	89.9	6.37	0.95	0.83
2014 年 3 月	76.2	7.40	1.09	0.94
2014 年 4 月	87.6	6.44	1.00	0.80
2014 年 5 月	88.9	6.74	0.93	0.80
2014 年 6 月	91.5	6.77	0.91	0.76
PI 達成値 ^{*1}	89.3	6.65	0.95	0.79
達成結果 ^{*2}	○	○	◎	○

*1) PI 達成値は 2014 年 4 月～6 月の平均値として定めるものとする。

*2) 達成結果：◎PI 達成目標値を満足する、○改善成果がうかがえる、△今後の改善を期待する。

出典：プロジェクトチーム



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-16 Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の改善効果図

Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場と同様、PI の達成目標を比較的高く設定している為、目標に達成しなかった項目が見受けられるが、改善方向にあることは明らかであり、今後の継続した活動で目標を達成出来るものと推測する。

今後の課題として、2014 年 2 月から過マンガン酸カリウムの購入価格が 25 L.E/kg から 130 L.E/kg へと急激に上昇したことから、同薬品の消費量の更なる削減を図るために、SOP 活動の見直しが喫緊に求められる。

PI 達成を阻害した要因

- i) 井戸ポンプの揚程が必要以上に大きく（井戸から市内へ直接配水できる様な機種を選定している）、吐出弁で絞って運転しているため、電力を無駄に消費している。鉄・マンガン除去の観点から、原水は必ず浄水処理を行うべきであり、ポンプの仕様を見直し、更に適正なポンプへ交換することで、PI の目標は達成される見込みである。現在 MCWW では、ポンプ交換のための準備を進めている。
- ii) 汚水リサイクル施設の運用が活動期間中に軌道に乗らなかった事が、有効水量率の PI 達成を阻害した要因として挙げられる。同施設の運用が開始された場合、PI の達成が可能となる見込みである。
- iii) 2014 年 3 月の有効水量率が極端に減少しているが、これは原水管の破損による大規模な漏水が原因である。

(3) 水質管理活動

MCWW の鉄・マンガン除去施設のモデル施設における水質管理活動は、GHAPWASCO のモデル施設での活動と同様である。モデル施設には水質試験室があるものの化学者 1 名のみの勤務であるため、その状況に応じて表 4.1-25 に示す様式を運用した。

表 4.1-25 鉄・マンガン除去施設における関連様式 (MCWW)

関連様式	内容・目的
水質管理 SOP	水質管理に係る業務手順を標準化し、明確化する
日別水質試験記録表	日別及び月別の水質変化を把握し、異常の発生を確認する
目視チェックシート	目視による水、施設の日々の確認事項を標準化し、明確化する
トラブルシューティング	各種トラブルに対する迅速な対応を促進させる
緊急事態報告書	緊急時の対応状況を蓄積し、今後発生する緊急事態に活用する
緊急時連絡網	緊急事態の迅速な連絡、報告を促進する
水質管理基準表 (カラー表示)	濁度、残留塩素、アルミニウム、マンガン、鉄のエジプトの水質基準をカラーで視覚化し、明確化する
塩素注入に係る水質試験室からの指示書	適切な塩素注入量を井戸施設の駐在職員に指示し、望ましい消毒処理を保つ
内部監査フォーム 1) 現場複製, 2) 内部複製, 3) 標準見本	水質試験室の化学者の分析技能を定期的に確認し、望ましい技能レベルを維持する
試験室状況調査表	外部監査人により水質試験室の状態を監査する

出典:プロジェクトチーム

モデル施設で運用した各種様式は、表流水浄水場同様、第 3 期 (2013 年 3 月～2014 年 8 月) に運用状況確認・評価表として整理した (図 4.1-17 参照)。

Outcome (after the activity)	Applicable (if not, the reason)	Purpose	Activity / Format	
This activity contributed to increase the laboratory sufficient and ability to adjust the dose of chlorine and permanganate.	√	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	SOP of Quality Control	1
	As the laboratory of the WTP depending on the facility operation, thus we shall follow the facility' SOP	To standardize and clarify the laboratory operation	SOP of Laboratory	2
	X			
	√	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	3
The use of emergency sheet and visual check aiming to discover and occur any problems and documenting it.	√	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	Visual check sheet	4
	√	To facilitate smooth response to the troubles.	Troubleshooting	5
	√	To compile and utilize the response task in the emergency case to the future emergency cases.	Emergency report	6
	√	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	Emergency network	7
	√	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Re Cl, Aluminum, Mn and Fe	Criteria of quality control	8
	√	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations.	Instructions by laboratory / WPS Operation for Chlorine dosage	9
	√	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	Auditing 1)Field duplication, 2)Internal duplication, 3)Standard sample	10
	-	To doublecheck the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it	Customer claim survey	11
	√	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor.	Capacity Assessment	12

出典:プロジェクトチーム

図 4.1-17 運用状況確認・評価表 (MCWW、鉄・マンガン除去施設)

水質管理活動に係る成果として、モデル施設では、3 公社合同ワークショップ等を基に定期的な内部監査を他の水質試験室と実施しており、水質試験室の化学者の技術レベルの維持が図られた他、SOP に従った効率的な薬剤注入が図られた (図 4.1-17 中の“Outcome”参照)。

4.1.3.6 井戸施設（MCWW）

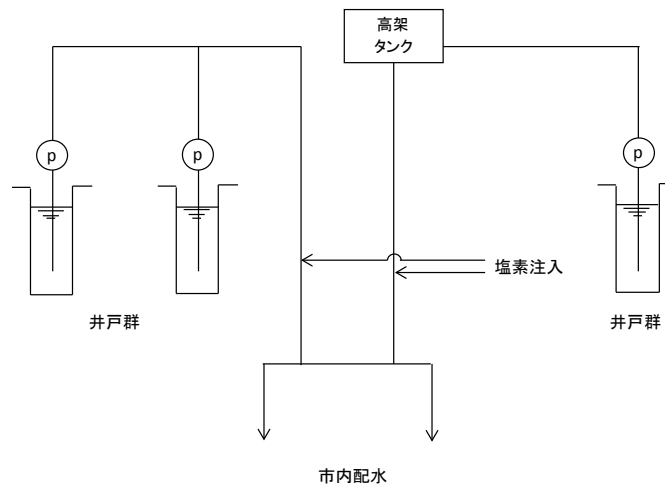
(1) モデル施設の概要

一般概要

Ashama はミヌフィア県の北部に位置する井戸施設であり、一般概要は次の通りである。

- ◆ 処理能力 : 計画送水能力- 4,000 m³/日
- ◆ 水源 : 地下水
- ◆ 給水人口 : 約 40,000 – 50,000 人
- ◆ 設立 : 1952 年（2000 年、2005 年及び 2009 年に拡張）

施設概略図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-18 Ashama 井戸施設の施設概略図

(2) 井戸及び井戸施設の運転維持管理のための SOP 作成

MCWW の井戸施設における活動は GHAPWASCO での活動と同様であり、SOP 作成に至る活動は次の通りである。

<p>STEP-1</p>	<p>各井戸揚水量確認のための流量計設置 モデル施設である Ashama 井戸施設では、プロジェクト開始時に 3 本のジェットポンプ（通称：横軸渦巻ポンプ）が稼働していた。しかし、それらの井戸には流量計が設置されておらず、井戸からの揚水量は管理されていなかった。</p>
<p>STEP-2</p>	<p>送水量・送水圧確認のための流量計・圧力計の設置 Ashama 井戸施設からは 2 系統の送水管を用いて異なる 2 つの地区へ各々送水が行われている。しかし、送水量を測定するための流量計及び送水圧を測定するための圧力計は設置されていなかった。このため、2 つの系統に各々流量計及び圧力計を設置した。</p>
<p>STEP-3</p>	<p>井戸能力の確認のための揚水試験の実施 本井戸施設にある 3 本の井戸の能力を確認するために揚水試験を実施した。その際、単</p>

	<p>独で井戸を運転した場合の揚水量と2本ないし3本同時に運転した場合の各井戸の揚水量の変化を測定した。</p>
STEP-4	<p>井戸施設リハビリテーションの実施 Step-3 で実施した揚水試験の結果により各井戸のリハビリテーションを実施した。その際、修繕の手順をまとめた作業要領書を作成した。</p>
STEP-5	<p>現況の揚水量及び送水量把握のための記録 本井戸施設では、井戸の公称能力（その時点で想定される井戸能力）から各井戸の日揚水量を求めていた。また、各地区への送水量は測定されていなかった。このため、SOP 活動を通じて、適正な井戸運転スケジュールの検討、SOP の作成・運用に向けて、現況の井戸からの時間当たり揚水量、及び各地区への時間当たり送水量を記録する指導を行った。</p>
STEP-6	<p>井戸の適正な運転スケジュールの検討及びドラフト SOP の作成 GHAPWASCO での活動と同様である。</p>
STEP-7	<p>ドラフト SOP に基づく、施設運転の試行 GHAPWASCO での活動と同様である。</p>

(3) 井戸施設の運用に係る技術移転

GHAPWASCO での活動成果と同様、C/P チームは上述活動を通じて、井戸施設の維持管理（安全性・経済性の面）で重要なポイントを次の通り認識した。

- 井戸運転記録の活用
- 井戸施設で慣習的に実施されていた井戸運転の改善
特に複数の井戸を同時に運転した場合、井戸の組み合わせにより揚水時の干渉が発生し各井戸の揚水効率が低下する。井戸の組み合わせを配慮した井戸の運転を行う必要がある。
- リハビリテーションにより井戸の揚水効率を保つ。

MCWW 管轄エリアには 200 箇所以上の井戸施設がある。GHAPWASCO 同様、C/P チームには、プロジェクト成果を井戸施設全体に展開し、安定且つ経済的な給水を促進することが期待される。

(4) 配管網水理解析

MCWW における管網解析作業は GHAPWASCO と同様の手順で行われた。

(a) 井戸運用状況の確認

当該モデル施設の給水区域は、Kafr Ashma, Ashma, El Eraqia と大きく 3つのエリアに分類される。井戸からの時間当たり揚水量及び各地区への時間当たり送水量の記録から水需要の変動を確認した結果、各給水エリアにおける水需要は、8:00～2:00 の時間帯が大きく、一方、3:00～7:00 の時間帯で小さい事が確認された。また本井戸施設には 8 台のポンプが設置されている（ただし、そのうちの 6 台は故障若しくはメンテナンス中である）が、ネットワークは El Shohada 表流水浄水場及び他井戸施設のネットワークと共用されていることを考慮した場合、1 台のポンプ運転で必要配水量が可能であると推測できる事から、管網解析を行うに当たり、常

時 1 台のポンプ運転を仮定した。

(b) 管網解析の実施

上述の仮定に基づき、Water-CAD により水需要の変動を予測したシミュレーションを行った結果、全ての時間帯において、2.5bar 以上の圧力を給水栓末端で確保できることが確認された。この結果より、適切なポンプ運転スケジュールとして、常時一台のポンプで運転する事を正式に定めた。

(c) 管網解析結果の検証

GHAPWASCO での手順と同様に、各給水区域における水需要と配水圧力の時間変動を連続的に監視した結果、解析の結果と実際の運転に相違のない事を確認した。

(d) 今後の課題

GHAPWASCO と同様、管網解析業務を通じて、C/P チームに Water-CAD の取扱い方法と、運転スケジュールを立案する手法の技術移転を行った。将来的には鉄・マンガン除去を含めた井戸ネットワーク、延いては表流水浄水場を含む包括的なネットワークの構築と水理解析が行われることを期待する。

(5) 水質管理活動

MCWW の井戸モデル施設における水質管理活動は、GHAPWASCO のモデル施設での活動と同様である。ここでは、モデル施設に水質試験室がないため、モデル施設を管轄する水質試験室に対して指導を行い、表 4.1-26 に示す様式を運用した。

表 4.1-26 井戸施設における関連様式（MCWW）

関連様式	内容・目的
水質管理 SOP	水質管理に係る業務手順を標準化し、明確化する
水質試験室 SOP	モデル施設の水質試験室の業務手順を標準化し、明確化する
水質管理基準表（カラー表示）	濁度、残留塩素、アルミニウム、マンガン、鉄のエジプトの水質基準をカラーで視覚化し、明確化する
塩素注入に係る水質試験室からの指示書	適切な塩素注入量を井戸施設の駐在職員に指示し、望ましい消毒処理を保つ
消費者苦情調査フォーム	ネットワークを通じて提供される水の安全性を確認し、且つ消費者が満足しているかを確認する

出典：プロジェクトチーム

モデル施設で運用した各種様式は、他施設同様、第 3 期（2013 年 3 月～2014 年 8 月）に運用状況確認・評価表として整理した（図 4.1-19 参照）。

Outcome (after the activity)	Applicable (if not, the reason)	Purpose	Activity / Format	
	√	To standardize and clarify the operation procedure regarding quality control	SOP of Quality Control	1
	-	To standardize and clarify the laboratory operation	SOP of Laboratory	2
	-	To understand the daily/monthly variation and to check the abnormal condition	Daily analytical record (for SWTP and IMRP)	3
	-	To standardize and clarify the operation procedure of the visual check	Visual check sheet	4
	-	To facilitate smooth response to the troubles	Troubleshooting	5
	-	To compile and utilize the response took in the emergency case to the future emergency cases	Emergency report	6
	-	To facilitate smooth reporting when the trouble occurred	Emergency network	7
To increase knowledge of the operators allow them to know the suitable safe chlorine ratio.	√	To visualize and specify the criteria of Turbidity, Re Cl, Aluminum, Mn and Fe	Criteria of quality control	8
Adjust the dose of chlorine when running any group of pumps and how to adjust the dose of chlorine required for each pump so that the ratio of residual chlorine kept in the allowable limits.	√	To instruct the clear chlorine dosage to the engineer and keep the ideal chlorination for the well stations	Instructions by laboratory / WPS Operation for Chlorine dosage	9
	-	To check and keep the same analytical level among the chemists / doctors	Auditing 1)Field duplication, 2)Internal duplication, 3)Standard sample	10
Scanning for customers complaint shall be done through branch laboratory by taking samples from all places of the network	√	To doublecheck the supplied water quality is analytically safe and customer satisfies with it.	Customer claim survey	11
	-	To Audit / monitor the laboratory condition by external auditor.	Capacity Assessment	12

出典:プロジェクトチーム

図 4.1-19 運用状況確認・評価表（MCWW、井戸施設）

水質管理活動に係る成果として、モデル施設を管轄する表流水浄水場の水質試験室が SOP 及び様式を運用してモデル施設の駐在職員に適切な塩素注入量を指示する等、運営上の効率化が図られた（図 4.1-19 中の“Outcome”参照）。

4.1.4 SOP 活動の継続により期待される経済効果

4.1.4.1 表流水浄水場における経済効果（GHAPWASCO）

SOP 活動は、浄水施設の維持管理コストの削減に直接寄与するものであり、Tanta EL Teraa El Melahia 表流水浄水場における、計 19 ヶ月に渡る PI 改善・モニタリング活動を通じて得られたコスト削減値（初期値を継続した場合との比較値）と、PI の削減効果を年間維持した場合に期待される経済効果を次の通り纏める。

表 4.1-27 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場におけるコスト分析に係る原価項目

	項目	原価 (L.E) ^{*1)}
1	給水原価 (1m ³ 当たり)	1.00
2	液体塩素単価 (1kg 当たり)	1.53
3	液体硫酸アルミニウム単価 (1kg 当たり)	0.64
4	電力単価 (1kWh/m ³ 当たり)	0.26

*1) GHAPWASCO からの聞き取り結果に基づく値

出典:プロジェクトチーム

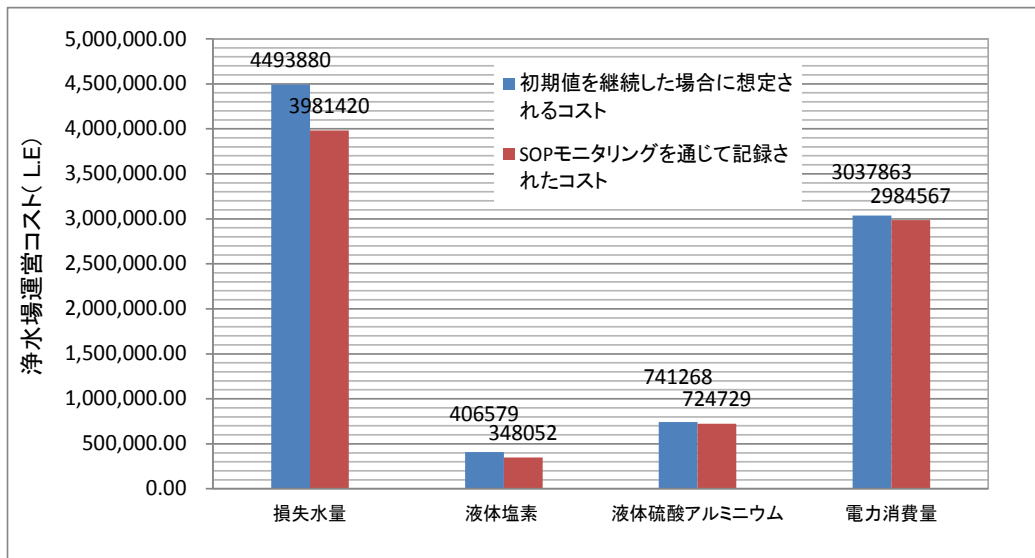
表 4.1-28 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値

	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		液体塩素	液体硫酸 アルミニウム	
A: 初期値を継続した場合に想定される総生産量 ^{*1}	4,493,880.00 m ³ (25,465,320.00 m ³)	265,738.10 kg	1,151,931.24 kg	11,684,088.00 kW
B: SOP モニタリングを通じて記録された総生産量 ^{*1}	3,981,420.00 m ³ (25,977,780.00 m ³)	227,484.94 kg	1,126,229.40 kg	11,479,104.00 kW
改善効果 (A-B)	512,460.00 m ³	38,253.17 kg	25,701.84 kg	204,984.00 kW
	512,460 L.E	58,527.35 L.E	16,539.13 L.E	53,295.84 L.E
削減率 (%)	11.40	14.40	2.23	1.75
			総計	640,822.32 L.E (8,971,512 円)^{*2}

*1) 生産値は 実際の施設生産水量 (600 L/sec) 及び計 19 ヶ月 (2012 年 12 月～2014 年 6 月) に渡るモニタリング記録から検証される数値である。

*2) 換算レート：1 L.E = 14 円として計算する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-20 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較

表 4.1-29 Tanta El Teraa El Melahia 表流水浄水場における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果

	コスト削減効果				
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量	
		液体塩素	液体硫酸 アルミニウム		
初期値	15.0% (85.0%)	8.87 g/m ³	38.45 g/m ³	0.39 kWh/m ³	
PI 達成値	12.8% (87.2%)	7.78 g/m ³	37.20 g/m ³	0.36 kWh/m ³	
A: 期待される改善効果 ^{*1}	416,275.20 m ³ /年	20,561.47 kg/年	23,021.28 kg/年	504,576.00 kWh/年	
	416,275.20 L.E/年	31,459.05 L.E/年	14,814.19 L.E/年	131,189.76 L.E/年	
B: C/P チームの活動費用	広告等印刷費 : 8,000.00 L.E /年 交通費 : 22,000.00 L.E /年 ワークショップ開催費 : 6,000.00 L.E /年 トレーニング講師費 : 3,000.00 L.E /年				
	合計 : 39,000.00 L.E /年				
	経済効果 (A-B)		総計		554,738.21 L.E/年
					(7,766,335 円/年) ^{*2}

*1) 期待される改善効果は PI 達成値と初期値の差から計算される年間削減効果であり、前述 PI 達成値が年間継続された場合に期待される数値である。

*2) 換算レート：1 L.E = 14 円として計算する。

出典：プロジェクトチーム

表 4.1-29 の分析は、C/P チームの年間活動費用を考慮した場合に想定される年間経済効果であり、初期値及び PI 達成値を年間維持した場合に比較されるコスト削減効果を示すものである。年間では凡そ 554,738.21 L.E (¥ 7,766,335-) のコスト削減が期待されることがこの表より推測される。また、PI 目標値に達してない項目もあるため、PI を一層削減することが出来れば、更なる経済効果が得られることが認識される。以上より、SOP 活動が県内全域の浄水施設に波及した場合の経済効果は、GHAPWASCO にとって非常に有益であると言える。

4.1.4.2 鉄・マンガン除去施設における経済効果 (GHAPWASCO)

Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における、16 ヶ月に渡る PI 改善・モニタリング活動を通じて得られたコスト削減値と、PI の削減効果を年間維持した場合に期待される経済効果を次の通り纏める。

表 4.1-30 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設におけるコスト分析に係る原価項目

	項目	原価 (L.E) ^{*1)}
1	給水原価 (1m ³ 当たり)	1.00
2	次亜塩素酸カルシウム単価 (1kg 当たり)	11.65
3	過マンガン酸カリウム単価 (1kg 当たり)	25.00
4	電力単価 (1kWh/m ³ 当たり)	0.26

*1) GHAPWASCO からの聞き取り結果に基づく値

出典：プロジェクトチーム

表 4.1-31 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値

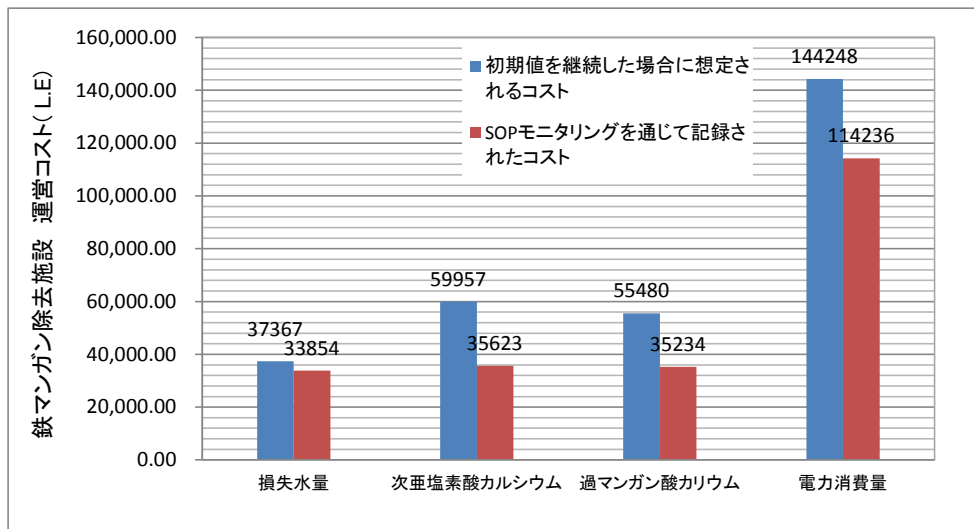
	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		次亜塩素酸 カルシウム	過マンガン酸 カリウム	
A: 初期値 ^{*1} を継続した場合に想定される総生産量 ^{*2}	37,366.88 m ³ (555,758.13 m ³)	5,146.50 kg	2,219.20 kg	554,800.00 kW
B: SOP モニタリングを通じて記録された総生産量 ^{*2}	33,853.75 m ³ (559,271.25 m ³)	3,057.79 kg	1,409.36 kg	439,368.75kW
改善効果 (A-B)	3,513.12 m ³	2,088.71 kg	809.84 kg	115,431.25 kW
	3,513.12 L.E	24,333.50 L.E	20,246.09 L.E	30,012.13 L.E
削減率 (%)	9.40	40.59	36.49	20.81
総計				78,104.84.00 L.E (1,093,468 円)^{*3}

*1) 有効水量の初期値は、2013 年 3 月（モニタリング開始時）に記録された数値である 93.7%と仮定する。

*2) 生産量は 実際の施設生産水量（1,500m³/日）及び計 16 ヶ月（2012 年 12 月～2014 年 3 月）に渡るモニタリング記録から検証される数値である。但し、有効水量率に関しては、計 13 カ月（2013 年 3 月～2014 年 3 月）の記録を採用する。

*3) 換算レート：1 L.E=14 円として計算する。

出典:プロジェクトチーム



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-21 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較

表 4.1-32 Mahalet Marhoom 鉄・マンガン除去施設における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果

	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		次亜塩素酸 カルシウム	過マンガン酸 カリウム	
初期値	6.3% (93.7%)	7.05 g/m ³	3.04 g/m ³	0.76 kWh/m ³
PI 達成値	4.3% (95.7%)	2.87 g/m ³	1.89 g/m ³	0.62 kWh/m ³
A: 期待される改善効果*1	10,767.50 m ³ /年	2,288.55 kg/年	629.63 kg/年	76,650.00 kWh/年
	10,767.50 L.E/年	26,661.61 L.E/年	15,740.63 L.E/年	19,929.00 L.E/年
B: C/P チームの活動費用	広告等印刷費 : 8,000.00 L.E /年 交通費 : 22,000.00 L.E /年 ワークショップ開催費 : 6,000.00 L.E /年 トレーニング講師費 : 3,000.00 L.E /年			
	合計 : 39,000.00 L.E /年			
		経済効果 (A-B)	総計	34,098.73 L.E/年 (477,382 円/年)*2

*1) 期待される改善効果は PI 達成値と初期値の差から計算される年間削減効果であり、前述 PI 達成値が年間継続された場合に期待される数値である。

*2) 換算レート：1 L.E = 14 円として計算する。

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-32 の分析結果より、SOP 活動を継続する事により、年間で凡そ 34,098.73 L.E (¥ 477,382-) のコスト削減が期待される。

4.1.4.3 表流水浄水場における経済効果 (MCWW)

Mahatet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における、21 ヶ月に渡る PI 改善・モニタリング活動を通じて得られたコスト削減値と、PI の削減効果を維持した場合に期待される経済効果を次の通り纏める。

表 4.1-33 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場におけるコスト分析に係る原価項目

	項目	原価 (L.E) *1)
1	給水原価 (1m ³ 当たり)	1.25
2	液体塩素単価 (1kg 当たり)	1.50
3	液体硫酸アルミニウム単価 (1kg 当たり)	0.60
4	電力単価 (1kWh/m ³ 当たり)	0.26

*1) MCWW からの聞き取り結果に基づく値

出典:プロジェクトチーム

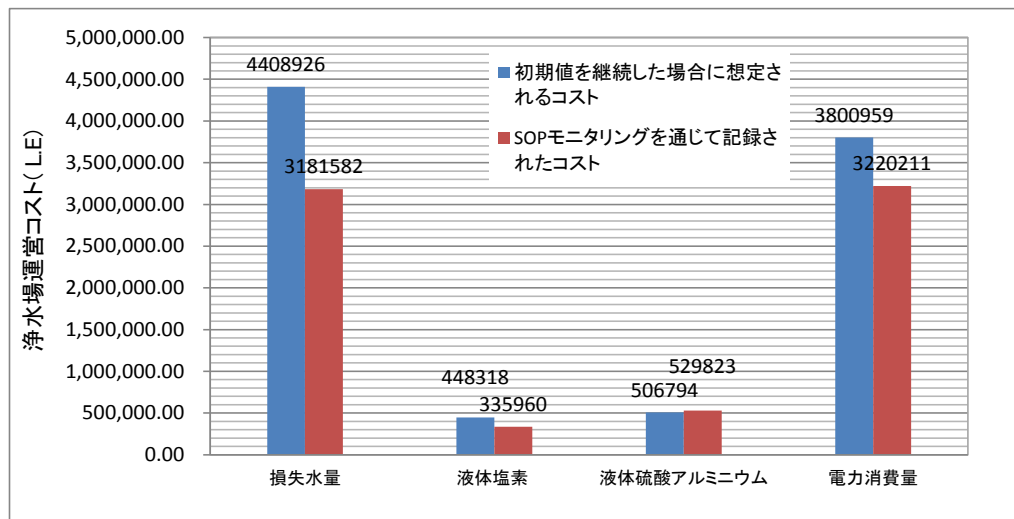
表 4.1-34 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減値

	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		液体塩素	液体硫酸 アルミニウム	
A: 初期値を継続した場合に想定される総生産量*1	3,527,141.00 m ³ (25,865,700.67 m ³)	298,878.79 kg	844,657.45 kg	14,619,071.25kW
B: SOP モニタリングを通じて記録された総生産量*1	2,545,265.39 m ³ (26,847,576.28 m ³)	223,973.45 kg	883,038.31 kg	12,385,428.23 kW
改善効果 (A-B)	981,875.61 m ³	74,905.34 kg	-38,380.86 kg	2,233,643.02 kW
	1,227,344.51 L.E	112,358.00 L.E	-23,028.52 L.E	580,747.19 L.E
削減率 (%)	27.84	25.06	-4.54	15.28
総計				1,897,421.19 L.E (26,563,897 円)*2

*1) 生産値は 実際の施設生産水量 (50,860m³/日) 及び計 21 ヶ月 (2012 年 9 月～2014 年 6 月) に渡るモニタリング記録から検証される数値である。但し、有効水量率に関しては、計 19 カ月 (2012 年 9 月～2014 年 4 月) の記録を採用する。

*2) 換算レート：1 L.E=14 円として計算する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-22 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較

表 4.1-35 Mahalet El Sadat El Satheya 表流水浄水場における PI の削減効果を継続した場合に期待される年間経済効果

	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		液体塩素	液体硫酸 アルミニウム	
初期値	12.0% (88.0%)	9.20 g/m ³	26.00 g/m ³	0.45 kWh/m ³
PI 達成値	6.2% (93.8%)	6.47 g/m ³	25.30 g/m ³	0.36 kWh/m ³
A: 期待される改善効果 ^{*1}	1,070,518.23 m ³ /年	50,679.45 kg/年	13,922.93 kg/year	1,644,118.17 kWh/年
	1,338,147.79 L.E/年	76,019.17 L.E/年	8,353.76 L.E/year	427,470.72 L.E/年
B: C/P チームの活動費用	計装機器較正費 : 14,000.00 L.E /年 広告等印刷費 : 6,000.00 L.E /年 交通費 : 16,000.00 L.E /年 ワークショップ開催費 : 5,000.00 L.E /年 トレーニング講師費 : 4,000.00 L.E /年 合計 : 45,000.00 L.E/年			
	経済効果 (A-B)		総計	1,804,991.44 L.E/年 (25,269,880 円/年) ^{*2}

*1) 期待される改善効果は PI 達成値と初期値の差から計算される年間削減効果であり、前述 PI 達成値が年間継続された場合に期待される数値である。

*2) 換算レート：1 L.E = 14 円として計算する。

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-35 の分析結果より、SOP 活動を継続した場合、年間で凡そ 1,804,991.44 L.E (¥ 25,269,880-) のコスト削減が期待される。GHAPWASCO 同様に、全ての PI が目標値に達成した場合、更なるコスト削減が見込まれることから、SOP 活動が県内全域の浄水施設に波及した場合の経済効果は、MCWW にとって有益であると言える。

4.1.4.4 鉄・マンガン除去施設における経済効果 (MCWW)

Gezy 鉄・マンガン除去施設における、22 ヶ月に渡る PI 改善・モニタリング活動を通じて得られた削減値と、PI の削減効果を維持した場合に期待される経済効果を次の通り纏める。

表 4.1-36 Gezy 鉄・マンガン除去施設におけるコスト分析に係る原価項目

	項目	原価 (L.E) ^{*1)}
1	給水原価 (1m ³ 当たり)	1.25
2	液体塩素単価 (1kg 当たり)	1.50
3	過マンガン酸カリウム単価 (1kg 当たり)	25.00 (2014 年 2 月より 130.00 L.E に上昇)
4	電力単価 (1kWh/m ³ 当たり)	0.26

*1) MCWW からの聞き取り結果に基づく値

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-37 Gezy 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの削減成果

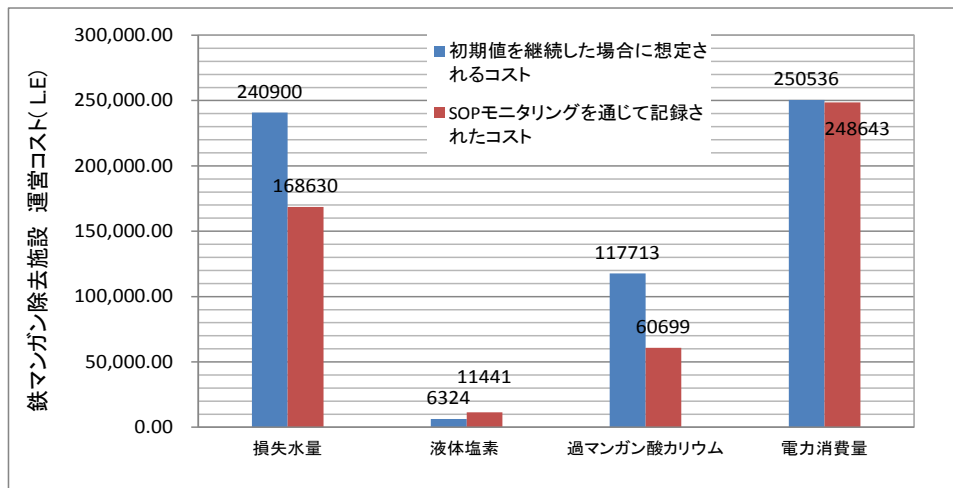
	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		液体塩素	過マンガン酸 カリウム	
A: 初期値を継続した場合に 想定される総生産量 ^{*1}	192,720.00 m ³ (1,011,780.00 m ³)	4,215.75 kg	2,409.00 kg	963,600.00 kW
B: SOP モニタリングを通じて 記録された総生産量 ^{*1}	134,904m ³ (1,069,596.00 m ³)	7,627.22 kg	1,305.79 kg	956,318.25 kW
改善効果 (A-B)	57,816.00 m ³	-3,411.47 kg	1,103.21 kg	7,281.75 kW
削減率(%)	72,270.00 L.E	-5,117.21 L.E	57,013.91 L.E ^{*2}	1,893.26 L.E
	30.00	-80.92	48.43	0.76
			総計	126,059.96 L.E (1,764,839 円)^{*3}

*1) 生産値は 実際の施設生産水量 (1,800m³/日) 及び計 22 ヶ月 (2012 年 9 月～2014 年 6 月) に渡るモニタリング記録から検証される数値である。

*2) 過マンガン酸カリウムに係るコストは表 4.1-36 に示す条件に基づき算出される。

*3) 換算レート：1 L.E=14 円として計算する。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.1-23 Gezy 鉄・マンガン除去施設における SOP 活動を通じた維持管理コストの比較

表 4.1-38 Gezy 鉄・マンガン除去施設における PI の削減効果を継続した場合に期待される
年間経済効果

	コスト削減効果			
	損失水量 (有効水量)	薬品消費量		電力消費量
		液体塩素	過マンガン酸 カリウム	
初期値	16.0% (84.0%)	3.50 g/m ³	2.00 g/m ³	0.80 kWh/m ³
PI 達成値	10.7% (89.3%)	6,65 g/m ³	0.95 g/m ³	0.79 kWh/m ³
A: 期待される改善効果*1	35,040.00 m ³ /年	-2,069.55 kg/年	692.04 kg/年	8,760.00 kWh/年
	43,800.00 L.E/年	-3,104.33 L.E/年	89,965.20 L.E/年*2	2,277.60 L.E/年
B: C/P チームの活動費用	計装機器較正費 : 14,000.00 L.E /年			
	広告等印刷費 : 6,000.00 L.E /年			
	交通費 : 16,000.00 L.E /年			
	ワークショップ開催費 : 5,000.00 L.E /年			
	トレーニング講師費 : 4,000.00 L.E /年			
	合計 : 45,000.00 L.E/年			
	経済効果 (A-B)		総計	87,938.47 L.E/年 (1,231,139 円/年)*3

*1) 期待される改善効果は PI 達成値と初期値の差から計算される年間削減効果であり、前述 PI 達成値が年間継続された場合に期待される数値である。

*2) 過マンガン酸カリウムのコストは 130L.E で算出される。

*3) 換算レート：1 L.E = 14 円として計算する。

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-38 の分析結果より、SOP 活動を継続した場合、年間で凡そ 87,938.47 L.E (¥ 1,231,139-) のコスト削減が期待される。

4.1.5 SOP 活動に対する理解度の評価

SOP 活動を通じた技術移転の成果を確認するため、GHAPWASCO 及び MCWW の C/P 本部チームのメンバーに対して、評価テストを行った。テストの趣旨は、SOP の目的と今後 SOP を県内に展開してゆくために必要な基礎知識、及び水処理全般に係る基礎知識の理解度を、5 段階評価で確認するものである。評価テストの結果、SOP チームの全員が、評価 4 以上の理解力を示しており、このことから、SOP に係る技術移転の成果が確認された。評価基準、及び評価結果は次の通りである。

表 4.1-39 SOP 活動に対する理解度の評価基準

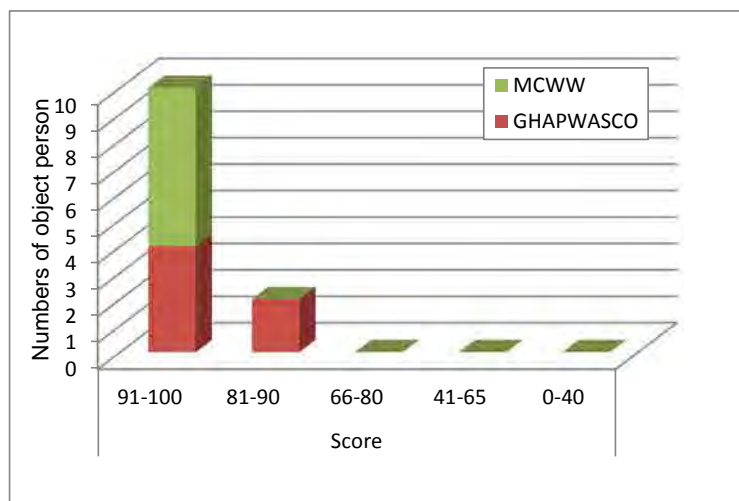
評価	定義	点数
5	SOP の目的と水処理のシステムを完全に理解している	91～100
4	SOP の目的と水処理のシステムをほぼ理解している	81～90
3	SOP の目的と水処理のシステムを標準的に理解している	66～80
2	SOP の目的と水処理のシステムを多少理解している	41～65
1	SOP の目的と水処理のシステムを理解していない	0～40

出典:プロジェクトチーム

表 4.1-40 SOP 活動に対する理解度の評価結果

	点数					合計
	91-100	81-90	66-80	41-65	0-40	
受験者数	10	2	0	0	0	12
GHPAWASCO	4	2	0	0	0	6
MCWW	6	0	0	0	0	6
比率 (%)	83.3	16.7	0.0	0.0	0.0	100.0

出典:プロジェクトチーム



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-24 SOP 活動に対する理解度の評価結果

4.1.6 他郡及び県外への SOP 展開活動

プロジェクト活動期間中に SOP 活動を独自に県内へ発信させる取り組みは、各公社の日常業務に SOP 活動を確実に定着させ、業務改善を加速させることに効果的である。GHPAWASCO 及び MCWW は、独自にモデル施設を設定し、日本人専門家のインプットを最小限に抑えて活動を実施した。

更に、JICA 専門家チームと C/P チームが共同で SOP 展開画案を策定し、SOP の適用により成果が発揮された改善事項をモデル施設以外の施設へ展開するために必要な組織体制の構築と、その職務内容を明確にするるとともに、アクションプランに基づく展開活動の推奨に言及した。

4.1.6.1 各公社におけるモデル施設と活動状況

各公社におけるモデル施設

各公社におけるモデル施設の選定は C/P が独自に行った。施設選定の基準は、展開活動の第一段階として、SOP 適用の利便性の面からプロジェクトにおけるモデル施設と類似した施設構成を持ち、かつ比較的新しく設備状態の良い施設として計画された。各公社におけるモデル施設は次のとおりである。

<GHAPWASCO>

- Samanod 表流水浄水場
- Zefta 表流水浄水場
- El Ramleya 鉄・マンガン除去施設
- Shobra Beel 井戸施設

<MCWW>

- Shebeen El Kom El Gadeeda 表流水浄水場
- Menouf 表流水浄水場
- Kafr El Batanon 鉄・マンガン除去施設
- Batanon 井戸施設
- El Kom El Akhdar 井戸施設

各モデル施設における活動状況

各モデル施設における活動は C/P チーム主導の下、非常に活発に行われている。現在、MCWW では全ての施設に対して P&ID の作成、及び SOP の配布が終了し、SOP に基づく PI 改善活動が継続されている。一方、GHAPWASCO でも表流水浄水場に対して PI 改善活動が行われており、今後鉄・マンガン除去施設及び井戸施設に対する SOP 活動も順次行われる予定である。各公社における活動の概要を次に整理する。

(1) 施設改修活動

- ・状態の悪い機器に対する修繕の実施

(2) SOP 適用活動

- ・運転記録の管理
- ・OJT の実施
- ・PI の設定と、施設運転状況のモニタリング

(3) その他活動

- ・公社内でのワークショップ開催による SOP の展開活動

(4) 他郡への展開活動

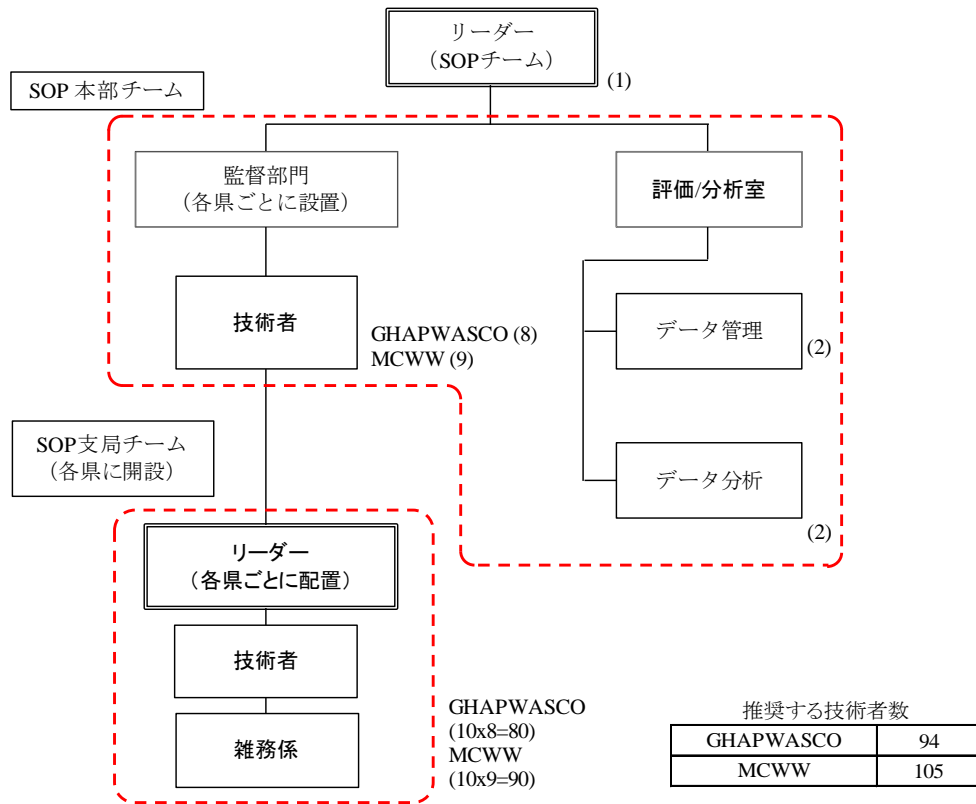
MCWW では、カリオバイヤ（Qalyubia Governorate）水道公社と、総裁レベルで SOP の活動展開に係る調整を図っており、ナイルデルタ全域に向けた SOP の展開が一層期待される。

4.1.6.2 SOP を県内に展開するために必要な措置

SOP 活動終了時（2014 年 8 月）の段階では、GHAPWASCO、MCWW とともに本部チームの人員は各々 6 名と、今後の活動展開には人員不足の感が否めない。このため、今後 SOP 活動を県内全域に水平展開していくためには、SOP 活動を継続するための本部チームの組織化が必要である。GHAPWASCO 及び MCWW 内に SOP 本部チームを組織し、チームスタッフの権限を明確にし、彼らに必要な責任を与えることが重要視される。一方で、各県における活動を円滑に行うため、本部チームとは別に、各県に SOP 支所チームを置き、本部チームとの密な連携により、効果的に SOP 活動を支援する体制を確立する事が必要である。SOP 本部チームと支所チ

ームに必要な職種、及び各チームに推奨する活動内容は次の通りである。

(1) SOP 本部チームと支所チームの推奨組織図



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-25 SOP 本部チームと支所チームの推奨組織図

(2) SOP 本部チームと支所チームの活動内容

SOP 本部チーム、及び支所チームに期待する活動内容は次の通りである。

SOP 本部チーム

- SOP 活動の年間行動計画書の準備
- SOP 支所チームに対するトレーニングプログラム/スケジュールの準備
- 各浄水施設、水質管理室に対する SOP 活動の状態管理と浄水効率の確認
- 浄水効率のデータ管理と評価の実施
- 浄水効率の向上が見られない施設に対する、改善策の立案と実施
- 維持管理機材、スペアパーツの調達、及び計装機器の定期校正の実施
- SOP 活動に必要な年間予算の計上（本部チーム/支所チーム）

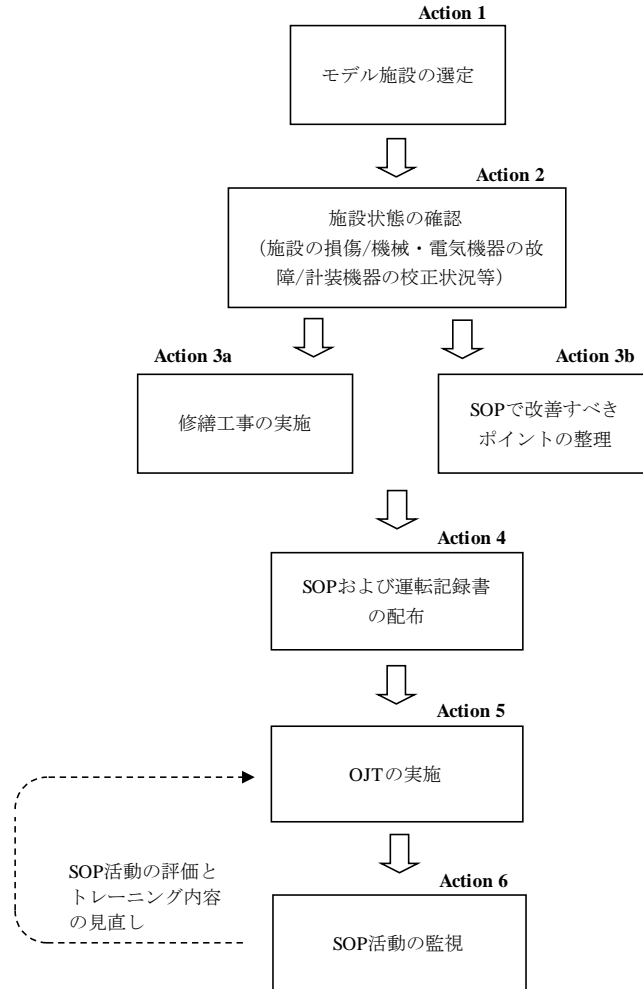
SOP 支所チーム

- SOP 活動を適用する施設の決定
- 浄水施設職員の活動状況の確認と指導
- 浄水施設状態の点検
- 運転日誌（日報/月報）の記録状況の確認

- 機器及び施設に対する軽微な修理
- 以上の活動状況を SOP 本部チームへ定期的に報告する

(3) SOP 活動の基本方針

SOP 活動を効果的に普及させるため、各県で毎年少数のモデル施設を定め、集中的に活動を行う事を推奨する。年間の SOP 活動計画の例を図 4.1-26 に示す。



出典:プロジェクトチーム

図 4.1-26 SOP 年間活動計画図 (案)

4.2 NRW 削減活動

4.2.1 基本方針

4.2.1.1 NRW 削減活動の基本方針

(1) プロジェクト目的と成果

- シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区・施設において上水道施設の運営維持管理能力が向上する。
- SHAPWASCO の NRW 削減にかかわる技術・経験がガルビーヤ県・ミヌフィア県のモデル地区の職員に移転される。

上記の目的を達成するため、下記の活動が実施された。

- 無収水（NRW）量が適切に測定される。
- プロジェクトでのベースラインデータと比較し、NRW 率を削減する。
- SHAPWASCO の C/P の NRW に係る経験を GHAPWASCO と MCWW の職員に移転する。

(2) アクションプランに基づく NRW 削減活動の実施

NRW 削減活動は、第 1 期（2011 年 5 月～2011 年 12 月）に作成されたアクションプランに基づいて実施された。活動内容は、表 4.2-1 に示すとおりである。アクションプランはサポートングレポート S3.1 に添付する。

表 4.2-1 アクションプランに基づく NRW 削減活動の実施内容

活動	活動項目	活動内容	実施時期
1	ガルビーヤ県及びミヌフィア県の NRW の現状把握	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水量と消費水量の分析を実施 ➤ 各郡での苦情件数の分析 	2011 年 6 月～ 2011 年 9 月
2	NRW チームの編成	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 各公社本部に NRW 本部チームを編成 ➤ 各支所での NRW チームを編成 ➤ NRW チームを組織化 	2011 年 5 月～ 2011 年 10 月
3	ガルビーヤ県及びミヌフィア県におけるモデル地区を 3 箇所選定	<ul style="list-style-type: none"> ➤ モデル地区及びパイロット地区候補選定基準の討議 ➤ パイロット地区選定のロングリスト作成 ➤ パイロット地区分離化の現地調査 ➤ モデル地区を 3 箇所選定 ➤ 各モデル地区のパイロット地区候補を 3 箇所以上選定 	2011 年 6 月～ 2011 年 10 月
4	NRW 削減活動に係る一般研修	<ul style="list-style-type: none"> ➤ SHAPWASCO で NRW 削減活動研修を実施 ➤ 漏水調査機器の原理とメカニズムを習得 ➤ ヒヒヤトレーニングヤードで夜間最少流量調査に必要な機材の操作方法の習得 	2011 年 10 月
5	SHAPWASCO のトレーニングヤードでの研修	<ul style="list-style-type: none"> ➤ NRW チームに対しシャルキーヤ県のヒヒヤトレーニングヤードで研修を実施 ➤ 漏水調査と漏水調査機材の活用方法を習得 	2012 年 3 月、 2013 年 1 月、 2013 年 2 月
6	ガルビーヤ県及びミヌフィア県のモデル地区の配水管図面（GIS）の整備	<ul style="list-style-type: none"> ➤ モデル地区（郡）内パイロット地区の配水管網図（GIS）を作成 	2011 年 11 月～ 2012 年 8 月
7	修繕前のモデル地区の配水量分析		2012 年 3 月～ 2013 年 3 月
7-1	パイロット地区の夜間最少流量調査	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 各公社にてパイロット地区における 9 箇所の夜間最少流量調査 	2012 年 3 月～ 2012 年 8 月

活動	活動項目	活動内容	実施時期
7-2	各モデル地区（郡）内のパイロット地区の選定	➤ 各モデル地区内のパイロット地区を1箇所選定	2012年6月～ 2012年8月
7-3	配水管網の実態調査	➤ パイロット地区の配水管網データ及び給水データの収集 ➤ パイロット地区給水範囲確定の現地調査	2012年4月～ 2012年10月
7-4	流入流量調査の実施	➤ パイロット地区内の配水流入量調査 ➤ パイロット地区内の水道メータ実測による消費水量調査（約1週間）	2012年4月～ 2013年2月
7-5	水道メータの誤差及び不感水量測定	➤ パイロット地区内の顧客データの収集 ➤ 水道メータの現状把握調査 ➤ 水道メータの誤差測定 ➤ パイロット地区内20～30の水道メータを無作為抽出し水道メータ誤差測定	2012年4月～ 2013年2月
7-6	修繕前の配水量分析	➤ 夜間最少流量による推定漏水量 ➤ 24時間内におけるパイロット地区の流入量と消費水量分析 ➤ 漏水修繕前の配水量分析	2012年4月～ 2013年3月
8	モデル地区の漏水調査の実施		2012年9月～ 2013年4月
8-1	モデル地区の漏水調査の実施	➤ 漏水調査（地下漏水・不可視漏水を含む） ➤ 修繕内容の整理	2012年9月～ 2013年4月
8-2	漏水個所の修繕	➤ 漏水修繕許可の申請取得 ➤ 漏水修繕方法の監視（必要に応じて）	2013年1月～ 2013年4月
8-3	水道メータ状況改善	➤ 故障水道メータを新品へ交換 ➤ 水道メータの無い宅内へ水道メータを設置	2012年9月～ 2013年4月
9	修繕後の配水量分析		2012年12月～ 2013年6月
9-1	流入流量調査の実施	➤ パイロット地区内の流入量測定の実施 ➤ パイロット地区内の水道メータ実測による消費水量調査（約1週間）	2012年12月～ 2013年5月
9-2	修繕後の配水量分析の評価	➤ 配水量分析	2013年1月～ 2013年6月
10	シャルキーヤ県のモデル地区の配水管理についての研修	➤ SHAPWASCOにおけるWDM活動について公社間の意見交換	2014年8月
11	NRW削減技術の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成	➤ NRW削減技術の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成 ➤ NRW削減技術の県内普及に係る今後の方針案・計画案を実施	2013年6月～ 2014年8月
NRW削減に係る活動			
1	3公社合同ワークショップ/セミナーを開催し、SHAPWASCOにおける先行技プロの経験を効果的に継承	➤ 3公社合同ワークショップ・オープンワークショップの開催 ➤ オープンセミナーの開催	適宜

出典:プロジェクトチーム

(3) NRWの定義及び意義

1) NRWと配水量分析の定義

NRWは、表4.2-2に示すとおり国際水協会（IWA）の配水量分析表に基づいて定義される。表4.2-2に示すとおり、NRWには認定非請求水量（Unbilled Authorized Consumption）と見かけ損失水量（Apparent loss）と実損失水量（Real losses）からなる損失水量（Water loss）が含まれている。

表 4.2-2 国際水協会（IWA）の配水量分析表

原水	配水量	認定水量	認定請求水量	請求計量水量	収入水量（RW）
				請求非計量水量	
		損失水量	認定非請求水量	非請求計量水量	無収水量（NRW）
				非請求非計量水量	
			見かけ損失水量	非認定水量（盗水）	
				水道メータ誤差	
			実損失水量	送水管、配水管上漏水	
漏水、受水槽のオーバーフロー 水道メータまでの給水管上の漏水					
浄水場使用水（逆洗等）蒸発水量					

出典:国際水協会（IWA）

本プロジェクトでは、認定非請求水量（Unbilled authorized consumption）と見かけ損失水量（Apparent losses）を営業的損失水量（Commercial losses）とし、実損失水量（Real losses）を物理的損失（Physical losses）で分類する。SHAPWASCOにおける先行技プロでは、プロジェクトチームは、表 4.2-3 に示す配水量分析表を利用した。したがって、本プロジェクトでもGHAPWASCO 及び MCWW に対して同様の分析表を使用した。

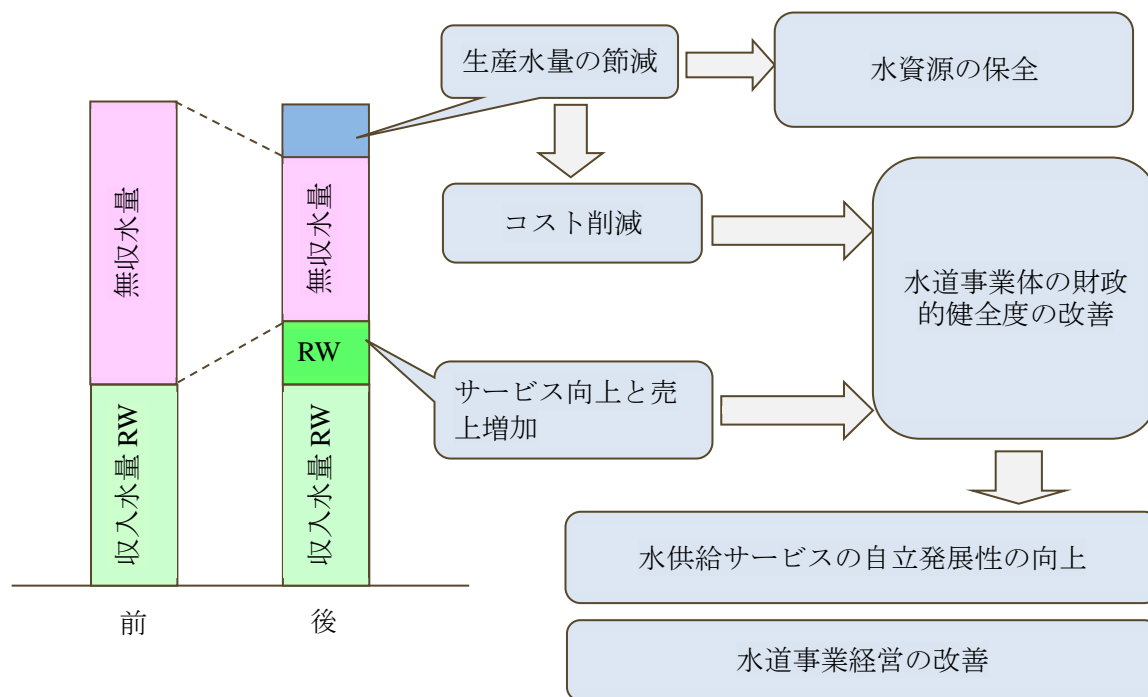
表 4.2-3 プロジェクト向けに改訂した国際水協会（IWA）の分析表

原水	配水量	認定水量	認定請求水量	請求計量水量 (水道メータ過大読みを差し引く)	販売水量	収入水量（RW）	
				請求非計量水量			
			認定非請求水量	非請求計量水量 非請求非計量水量			営業的損失水量
		見かけ損失水量	非認定水量（盗水） 水道メータ誤差				
			実損失水量	送水管、配水管上漏水 漏水、受水槽のオーバーフロー 水道メータまでの給水管上の漏水	物理的損失水量		
		浄水場使用水（逆洗等）蒸発水量					無収水量（NRW）

出典:シャルキーヤ県上下水道公社運営維持管理能力向上計画プロジェクト ファイナルレポート

2) NRW 削減の意義

NRW 削減の意義を図 4.2-1 に示すとおりである。



出典: シャルキーヤ県上下水道公社運営維持管理能力向上計画プロジェクト ファイナルレポート

図 4.2-1 NRW 削減の意義

NRW 削減は収入水量の増加、つまり水道事業者の収入の増加を意味する。この収入の増加分を原資として、給水サービスの向上や新たな給水地区の拡大に投資することができる。また NRW 量の削減によって、これまで余分であった水量の消費が抑えられる。このような余剰水量は、顧客から必要とされなかった場合には水源の保全に繋がるとともに、井戸であれば、その限りある寿命を延ばすことになる。水量の節減に加え、新規水源開発や浄水場の建設、既存浄水場の改修や拡張などの不必要な資本投資を抑えることにも繋がる。

これらの節減は上下水道公社の財政健全化や水道施設の持続可能性の向上に貢献し、給水マネジメントシステムのサービス向上をもたらすことになる。

(4) NRW 削減活動の業務指標 (PI)

NRW 削減活動の成果は、最終的に業務指標 (PI) の数値改善で評価される。第 3 回合同調整委員会 (JCC) で決議された PI 設定項目は、次のとおりである。

1) NRW 率 (%)

$$\text{NRW 率 (\%)} = \frac{\text{NRW 量 (m}^3\text{)} / \text{配水量 (m}^3\text{)}}{\text{ここに NRW 量 (m}^3\text{)} = \text{配水量 (m}^3\text{)} - \text{請求水量 (m}^3\text{)}}$$

2) NRW 削減率 (%)

$$\text{NRW 削減率 (\%)} = \{ \text{現状の NRW 率 (\%)} - \text{改善後の NRW 率 (\%)} \} / \text{現状の NRW 率 (\%)}$$

目標値の設定については、当面の活動結果を考慮して設定する必要がある。プロジェクトチームは、表 4.2-4 に示すとおり SHAPWASCO の先行技プロの結果を考慮した目標値を設定した。

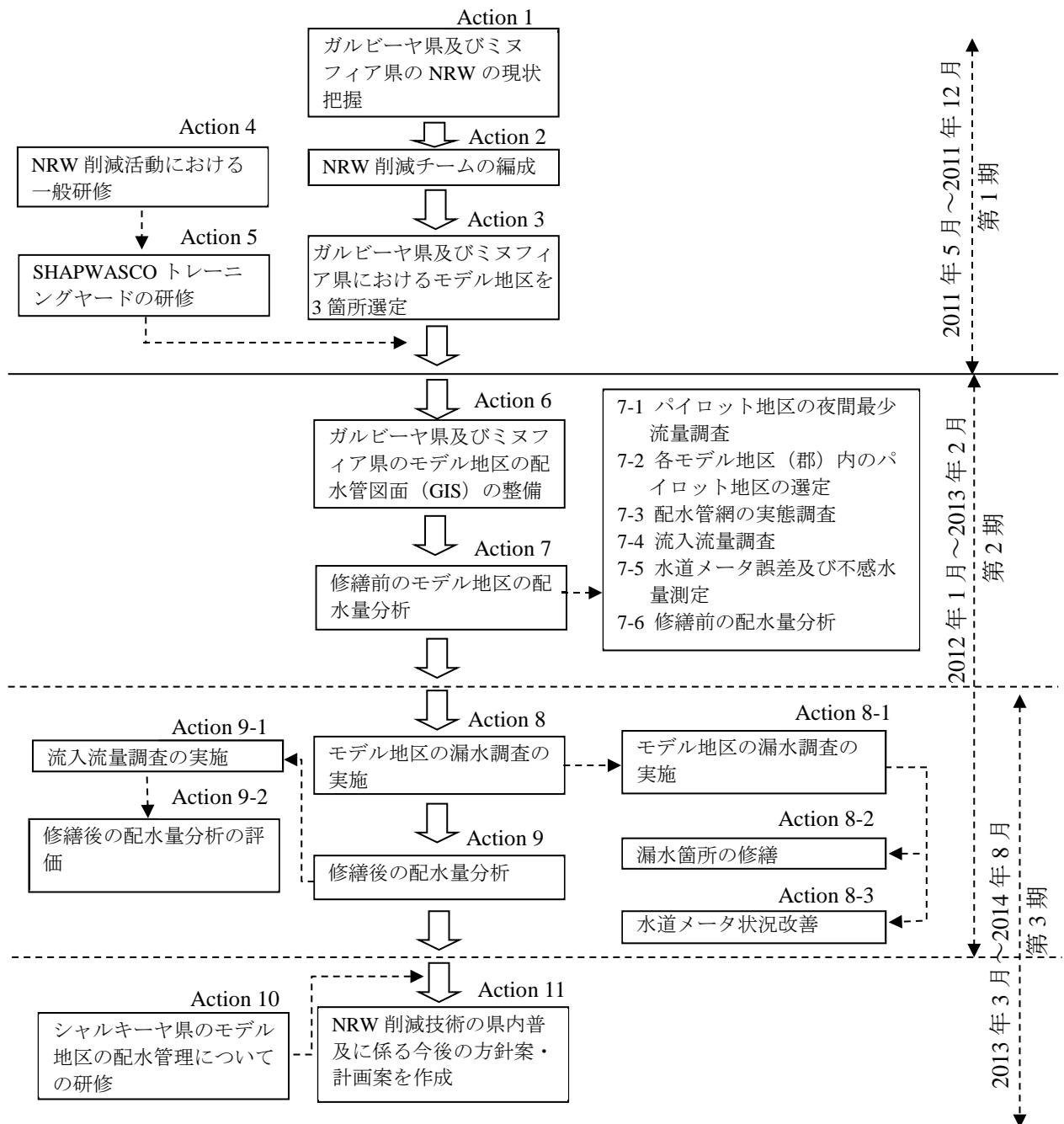
表 4.2-4 業務指標目標値

活動前 NRW 率	NRW 削減率の目標値
30%以上の場合	無収水率を 30% 下げる
30%未満の場合	無収水率を 25% 下げる

出典:プロジェクトチーム

4.2.1.2 NRW 削減活動の実施手順

NRW 削減活動は、サポーティングレポート S3.1 内のアクションプランを元を実施された。実施手順は下記図 4.2-2 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-2 NRW 削減活動の実施手順

4.2.2 アクションプランに基づく NRW 削減活動の成果概要

4.2.2.1 Action-1 ガルビーヤ県及びミヌフィア県の NRW の現状把握

(1) Action-1 の成果

成果-1：基本実態調査の整理

ガルビーヤ県及びミヌフィア県において、モデル地区を選定する基本となる実態把握調査として人口、給水量、請求水量、パイプ情報等の各県の配水に関するデータを収集した。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：都市圏と農村部

基本実態調査の詳細なデータは比較的容易に収集された。配水に係る適切な基礎データは各公社と共に管理されている。また、1人1日当たり給水量や苦情件数は都市部である Tanta 郡や Shebeen El Kom 郡で高い傾向が確認された。苦情件数やこれら原因を究明して NRW 削減活動の基礎データとすることが必要である。

課題-2：データの正確性

一部の地区では使用するポンプの吐出量を基に配水量が推計されていた。また、請求水量には、計量水道メータの無い家庭の水量も含まれている。言い換えると、収集されたデータには計測されていないデータが含まれている。これらの基礎データは、NRW 削減活動の基本となることから、各浄水場、井戸施設での配水量の把握、請求水量の正確な把握を今後追及する必要がある。

4.2.2.2 Action-2 NRW 削減チームの編成

(1) Action-2 の成果

成果-1：チーム編成とワークショップの開催

JICA 専門家と共に NRW 削減活動を実施するため、各公社本部内において NRW 削減チーム（以下、C/P チームと称す）が編成された。SHAPWASCO においても、先行技プロの経験と知識を GHAPWASCO と MCWW の両公社に移転するための C/P チームが編成された。さらに、活動を通して本部内だけでなく、各支所内での NRW 削減活動を実施するためにチーム候補者が選定され、組織化された。

また、アクションプランは先行技プロを参考とし、JICA 専門家と共に策定された。アクションプランを説明し、実行するためのワークショップが各支所のメンバーに対し開催された。（本部及び支所内の C/P のリストは 1.4 (7)章を参照）。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：普及活動のためのチーム編成

C/P チームはそれぞれの公社で編成された。プロジェクトチームは、プロジェクト期間内に、NRW 削減活動の理論や方法を県内の全ての郡に継続的に普及させる役割を持つ。チームの持

つ知識や経験をスムーズに全県内に普及させるため、幹部、中堅、若手クラスからなるバランスのとれたメンバー編成とした。今後、ナイルデルタ全域への波及へ向けて、継続的に NRW 削減にかかわる編成チームや組織は見直される必要がある。

4.2.2.3 Action-3 ガルビーヤ県及びミヌフィア県におけるモデル地区を3箇所選定

(1) Action-3 の成果

成果-1：モデル地区とパイロット地区候補地

NRW 削減活動は各公社3つの郡で実施された。3つの郡のそれぞれが3つのパイロット地区候補地を決めるため、各公社はそれぞれ9つのパイロット地区候補地を決めることとなった。モデル地区及びパイロット地区の定義は表 4.2-5 に示すとおりである。漏水調査や配水量分析は3つのパイロット地区で実施された。C/P チームは現地調査を実施し、以下の選定条件に従って、3つの郡を選定し、それぞれ3つのパイロット候補地区を選定した。GHAPWASCO の結果は表 4.2-6、MCWW の結果は表 4.2-7 に示すとおりである。

a) モデル地区に対する選定条件

- 漏水、断水等の顧客クレーム数が多い
- 配水量が多い
- 配管延長が長い
- 郡の取り扱い重要度が高い

b) パイロット地区に対する選定条件

- バルブの開閉によって水理的分離化ができる地区
- 学校、病院や政府機関の建物を含むバラエティのある地区
- 水圧が、1～2bar ある地区
- 接続件数が多すぎず、概ね 2-3km² の面積の地区
- 水道メータが設置され、毎月記録ができている地区
- GIS 地図が出来るだけ正確な地区

表 4.2-5 モデル地区及びパイロット地区の定義

	定義
モデル地区	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 各公社は3箇所の郡を選定し、それぞれをモデル地区とする ➤ それぞれのモデル地区から3箇所のパイロット地区候補地を選定する ➤ 9箇所のパイロット地区で夜間最少流量調査する
パイロット地区	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 3箇所のモデル地区から1箇所ずつパイロット地区を選定する ➤ 3箇所のパイロット地区で漏水調査及び配水量分析を実施する

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-6 GHAPWASCO モデル地区とパイロット地区候補地

郡名	パイロット地区候補地名	
1.Tanta	Area-1	Mohamed Farid
	Area-2	Boreg
	Area-3	Seberbay
2.El Mahalla El Kobra	Area-1	Zahraa
	Area-2	Omar Ebn Abd El Aziz
	Area-3	Abou Deraa
3. Zefta	Area-1	Masry
	Area-2	Masaraf
	Area-3	Ibrahim Khatib

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-7 MCWW モデル地区とパイロット地区候補地

郡名	パイロット地区候補地名	
1.Shebeen El Kom	Area-1	Arafa
	Area-2	Abo Agwa
	Area-3	Menshat Esam Village
2.Quesna	Area-1	Mahkama
	Area-2	Taimor
	Area-3	El Agaiza
3. Berket El Sab'a	Area-1	Abdel Salam Aref
	Area-2	El Teratin
	Area-3	Myet Abo Saleh

出典:プロジェクトチーム

成果-2：夜間最少流量調査の結果とパイロット地区の選定

水理的分離化が確認されたパイロット地区候補地において、夜間最少流量調査実施し、パイロット地区選定した。GHAPWASCOの結果は表 4.2-8、MCWWの結果は表 4.2-9 に示すとおりである。モデル地区及びパイロット地区の選定方法とその条件はアクションプランとして取り纏められた。アクションプランは、サポーティングレポート S3.1 に添付する。

なお、この夜間最少流量値は夜間においても水圧や流量の上下動がみられるため、直接漏水率を表すものではなく夜間の消費水量が含まれる。水圧と流量の関係グラフを作成しながらこのような使用水を含めた事象について学習し、夜間最小流量調査と地区の配水パターンの特性の違いについても理解を深めた。

表 4.2-8 GHAPWASCO における夜間最少流量調査の結果とパイロット地区の選定

モデル地区		給水管数	夜間最少流量 (L/s) *1	配水量 (m ³ /日)	推定漏水量 (m ³ /日)*2	推定漏水率 (%)	パイロット地区	
Tanta	1	Mohamed Farid	400	1.81 (5:02 a.m.)	350.95	135.40	38.6	Selected
	2	Boreg	760	2.68 (2:54 a.m.)	536.32	179.00	33.4	-
	3	Seberbay	430	2.89 (2:48 a.m.)	728.38	220.12	30.2	-
El Mahalla El	1	Zahraa	200	1.24 (6:31 a.m.)	208.33	92.20	44.3	-
	2	Omar Ebn	380	3.38	430.74	228.00	52.9	Selected

モデル地区		給水管数	夜間最少 流量 (L/s) *1	配水量 (m ³ /日)	推定漏水 量 (m ³ /日)*2	推定漏 水率 (%)	パイロッ ト地区
Kobra		Abd El Aziz	(4:02 a.m.)				
	3	Abou Deraa	0.28 (5:46 a.m.)	112.34	21.87	19.5	-
Zefta	1	Masry	1.46 (3:44 a.m.)	466.30	122.26	26.2	-
	2	Masaraf	0.88 (4:36 a.m.)	731.92	244.28	35.0	Selected
	3	Ibrahim Khatab	0.27 (2:49 a.m.)	180.10	22.39	12.4	-

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-9 MCWW における夜間最少流量調査の結果とパイロット地区の選定

モデル地区		給水管数	夜間最少 流量 (L/s) *1	配水量 (m ³ /日)	推定漏 水量 (m ³ /日)*2	推定漏 水率 (%)	パイロッ ト地区
Shebeen El Kom	1	Arafa	0.82 (4:37 a.m.)	228.10	58.81	25.8	-
	2	Abo Agwa	0.73 (1:28 a.m.)	183.88	64.88	35.3	Selected
	3	Menshat Esam Vill	2.12 (2:51 a.m.)	650.10	183.95	28.3	-
Quesna	1	Mahkama	1.74 (4:43 a.m.)	530.64	152.39	27.7	Selected
	2	Taimor	4.71 (4:03 a.m.)	988.93	342.46	34.6	-
	3	El Agaiza	4.08 (2:06 a.m.)	977.65	341.26	34.9	-
Berket El Sab'a	1	Abdel Salam Aref	2.45 (3:27 a.m.)	554.90	212.16	38.2	Selected
	2	El Teratin	2.53 (2:50 a.m.)	590.52	221.14	37.4	-
	3	Myet Abo Saleh	1.03 (3:34 a.m.)	296.13	81.57	27.6	-

出典:プロジェクトチーム

- 注:1. 夜間最少流量 MNF (Minimum Night Flow) は、分離化された地区内の夜間における最少流量値であり、不明水量と夜間に消費されている水量を含む。() 内は、最小流量を記録した時間である。
2. 推定漏水量とは、仮に夜間最少流量を漏水量とみなした場合に、水圧の変化に応じた時間当たりの漏水量 Q1 (見掛け漏水量) を算出後、24 時間分として合計したものである。従って、推定漏水量 (m³/日) は、Q1 (m³/min) の 24 時間分の積算値で、Q1 (at 0:01) + Q1 (at 0:02) + Q1 (at 0:03) …… Q1 (at 24:00) となる。

見掛け漏水量は下記の計算式により求めた。

$$Q1 = (P1 / P2)^{1/2} \times Q2$$

ここに、

Q1=推定漏水量

P1=流量測定時の水圧

P2=夜間最少流量発生時の水圧

Q2=夜間最少流量値

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：水理的分離化

水理的分離化調査は、配水量分析調査を行うパイロット地区選定のために実施された。ほとんどのパイロット地区候補地では、パイロット地区の配水管網から分離化作業がスムーズに確認された。一方で、本プロジェクトでは、パイロット地区の規模に合わせて、水理的分離化を試みたが、規模が小さいために候補となる地区に制限があった。NRW 削減活動を継続していくにあたり、水理的分離化がしやすい様な配水管網計画が必要なことも浮き彫りになった。今後、配水管網の計画部門と連携して、管路計画を行う必要がある。

課題-2：水道メータ検針の組織的強化

夜間最少流量分析と実際の現場調査によって、パイロット地区の選定を行った。選定基準については C/P チーム内および各支所において様々な議論が交わされた。重要とされた選定条件を下記に示すとおりである。

- 推定漏水率が高く、改善効果が期待できること
- パイロット地区の状況がモデル地区の標準的状況であること
- 漏水音発生のための水圧があること
- 給水戸数があまりに多すぎないこと（水道メータ読み調査に配慮）
- 候補地区に2人のメータ検針員の協力が得られること
- 水道メータを検針することができること（支所の何人かがリスクを指摘）

支所のメータ検針員の何名かは選定する地区によって水道メータの状況が悪く、水道メータを読むことが困難であることを把握していた。検針員に現場の水道メータの状態を報告させ、組織として稼働状態を把握し改善につなげる仕組み作りを検討する必要がある。

4.2.2.4 Action-4 NRW 削減活動における一般研修

(1) Action-4 の成果

成果-1：NRW 削減活動における一般研修とパイロット地区現地の研修

NRW 削減活動の一般研修は、SHAPWASCO 本部及び SHAPWASCO 内ヒヒヤトレーニングヤードにて実施された。詳細は9.4章内表9-3に示すとおりである。SHAPWASCO の C/P チームは、GHAPWASCO 及び MCWW に向けて研修内容と工程を計画した。また、NRW 削減活動に関する研修は、プロジェクト期間中に定期的実施された。それぞれの郡で、その進捗時点に応じた課題や問題を解決し、プロジェクトをスムーズに実施するため具体的な研修は少人数で実施された。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1 NRW 削減のためのトレーナー認定

NRW 削減を戦略的にかつ継続的に実施するためには、組織を取りまとめる人材と漏水調査

のトレーナーの育成が重要である。本プロジェクトで基礎を学んだ C/P が人材育成をする立場となり、各公社が連携して NRW 削減活動をナイルデルタ全域に波及させることが必要である。そのためには組織として計画的にこの様な NRW 削減活動のための研修を継続し、トレーナーとして認定し活用していくことが重要である。

4.2.2.5 Action-5 SHAPWASCO のトレーニングヤードにおける研修

(1) Action-5 の成果

成果-1 : SHAPWASCO のトレーニングヤードにおける研修

SHAPWASCO 内ヒヒヤトレーニングヤードでの実地研修を、流量計や基礎的な漏水調査の操作方法の習得を目的として 2011 年 10 月 23 日に実施した。SHAPWASCO の C/P チームは、GHAPWASCO 及び MCWW の両公社本部の C/P チームに対して実地研修を実施した。さらに 2012 年 3 月 7 日に再度流量や水圧測定データの管理や、相関式漏水探知器の操作方法を含む研修を実施した。

成果-2 : SHAPWASCO トレーニングヤードにおける各支所の C/P への研修

各支所の C/P メンバーに対しても、GHAPWASCO は 2013 年 1 月 15 日、また、MCWW は 2013 年 2 月 13 日に NRW 削減に係る実地研修を SHAPWASCO のトレーニングヤードで実施した。これは GHAPWASCO 及び MCWW の本部の C/P チームがパイロット地区での経験から、さらなる実地研修の必要性を感じて立案し、SHAPWASCO の C/P チームと共にトレーナーとなり各支所の C/P メンバーに対して実施した。この実地研修は、アクション 5 に規定された SHAPWASCO トレーニングヤードの研修をさらに上回るものである。研修は音聴棒、漏水探知器、相関式漏水探知器を使った漏水調査方法について計画された。

表 4.2-10 シャルキーヤ県内トレーニングヤードの研修

トレーナー	対象	日付	場所	プログラム
SHAPWASCO 本部 C/P チーム	GHAPWASCO /MCWW 本部 C/P チーム	2012 年 3 月 7 日	SHAPWASCO ワークショップル ームおよびヒヒヤ トレーニングヤ ード	講習 水圧データ記録とその管理方法 流量データ記録とその管理方法 実地研修 音聴棒、漏水探知器、相関式漏水 探知器の使用法
GHAPWASCO 本部 C/P チームと SHAPWASCO	GHAPWASCO 支所 C/P メン バー	2013 年 1 月 15 日	SHAPWASCO ヒ ヒヤトレーニング ヤード	実地研修 音聴棒、漏水探知器、相関式漏水 探知器の使用法。
MCWW 本部 C/P チームと SHAPWASCO	MCWW 支所 C/P メン バー	2013 年 2 月 13 日	SHAPWASCO ヒ ヒヤトレーニング ヤード	実地研修 音聴棒、漏水探知器、相関式漏水 探知器の使用法。

出典:プロジェクトチーム

(2) 今後対処すべき課題

課題-1 : トレーニングヤードの継続利用

SHAPWASCO 内ヒヒヤトレーニングヤードでの研修は、このプロジェクトの大きなアドバンテージであった。プロジェクトチームは、漏水調査の研修としてこの場所を活用しただけでな

く、先行技プロの技術や成功体験を共有し、公社間相互のコンサルティングといった機会として活用することができた。ナイルデルタ地域に活動を波及させるためだけでなく、この研修ヤードをより長く活用し、維持管理していくために定期的に研修会を開催することが必要である。

4.2.2.6 Action-6 ガルビーヤ県及びミヌフィア県のモデル地区の配水管図面（GIS）の整備

(1) Action-6 の成果

成果-1：GIS 図面の準備

モデル地区選定後にはパイロット地区分離化調査や、夜間最少流量調査を実施するために、現場との照合を含めて GIS 図面を準備した。GHAPWASCO 及び MCWW は、パイロット地区候補地を選定した後、下記の情報を含む GIS 図面を準備した。

- 管口径
- 管材質
- 管路位置
- バルブ位置
- 道路名
- 家屋・施設情報

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：GIS 施設情報更新の仕組み作り

両公社には GIS 部門があり、上下水道公社として様々な活動を円滑にするために必要な情報を提供しており、本プロジェクトの実施にも貢献した。一方、本プロジェクトを実施する上で、地区によっては道路や建物を管理するベース図面が更新されておらず、ベース図面の修正に相当の時間を要した。このようなことはパイロット地区に限ったことではない。今後、各公社が活動を実施していく上で、GIS で管路施設の情報を共有できると現場作業の効率化が図れる。工事、補修等を含めた施設管理業務の一環として、GIS データを活用した施設情報の更新を行う仕組みを作ることが重要である。

課題-2：給水戸番図とのリンク

現在の GIS 図では給水管までは管理対象とされていない。GIS 図面が給水装置情報まで整備され、顧客情報とリンクできるようになると、水道メータ検針や、水道メータ清掃作業、漏水調査における戸別音聴などが更に効率よく実施できると予想される。また、GIS 図面上においてバルブ設置個所が不明瞭であるケースが散見された。実態として分岐部にどのように設置されているのかなど、現地の情報が確認できる仕組み作りが必要である。現地での作業効率を高めるためにも、細部情報にも注意を払った管理が望まれる。この課題の第一歩として、現在全県で拡大活動している漏水調査の中で、給水管理設位置を GIS へフィードバックさせる作業を実施中である。

4.2.2.7 Action-7 修繕前のモデル地区の配水量分析

(1) Action-7 の成果

成果-1：配水量分析の実施

配水量分析の本質とは、分離化された地区に一定時間内に流入する水量と消費される水量の割合を求めることである。水道メータの清掃作業とその維持管理を含めて各公社3つのパイロット地区で実施した。詳細は、「4.2.3 各モデル地区での成果」に示すとおりである。

成果-2：水道メータ精度測定

プロジェクトチームは、水道メータ状況調査を実施し、その結果から多くの水道メータに誤差があること、特に古い水道メータについて誤差率が大きいことを確認した。地区内での NRW 率を可能な限り正確に把握するためには、消費水量調査を実施する前に水道メータ清掃または新品と交換することが必要であった。基本的に水道メータ清掃後の計測誤差率を消費水量調査の補正值として適用することとした。

成果-3：水道メータ現況調査

消費水量調査の際に、プロジェクトチームはパイロット地区内に計測不能な故障水道メータと表示値の読み取りができない水道メータがあることを確認した。プロジェクトチームは、このような水道メータに対し、その地区内の使用水量の平均値を使って使用水量を算出した。しかし、これは NRW 率の推定誤差の原因となった。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：水道メータ管理方法の見直し

パイロット地区内の多くの水道メータは、設置年数の古い水道メータが特にプラス方向の誤差があること、言い換えると過大読みが確認された。一方で、現在は水道メータ設置費用の負担義務ならびにその所有権が居住者にあり、この制度の下で水道メータを交換することは難しい。しかしながら、所有権の移転を含めた新しい法制度の構築や、水道メータ管理規則の見直しを含め、水道メータを使った正確な計測を目指すことを提言した。これは上下水道公社が消費者の信頼を得ることに繋がるだけでなく、一つの公共事業体としての責務であることを提言した。

課題-2：料金徴収システムの見直し

消費水量調査の際に、プロジェクトチームはパイロット地区内に計測不能な故障水道メータと表示値の読み取り不能水道メータがあることを確認した。その状況は水道メータ検針員にはある程度把握されていたものの、組織的に管理もしくは把握されているとは言えない。水道メータそのものだけでなく、料金徴収システム全体として改善していくべきである。

4.2.2.8 Action-8 モデル地区の漏水調査の実施

(1) Action-8 の成果

成果-1：漏水調査の実施

漏水調査は、各公社の3箇所のパイロット地区で実施された。漏水調査は、以下に示すように、大きく3段階に分けて実施され、探知された15箇所の漏水（GHAPWASCO:7箇所、MCWW:8箇所）の全てが修繕された。詳細は章4.2.3 各モデル地区での活動結果に示すとおりである。また、パイロット地区以外でも漏水調査が実施された。

第1段階：漏水発生範囲の調査

（音聴棒による戸別音聴調査、相関式漏水探知器による調査）

第2段階：漏水箇所の特定調査

（漏水探知器による路面音聴調査）

第3段階：確認調査

（音聴棒による漏水確認調査）

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：成功経験の共有

C/P チームはプロジェクト内で実際の漏水調査を実施し、現地での漏水調査方法を学んだ。現在C/P チームは自身が経験した漏水調査活動をすべての県内に広めるための準備が整ったといえる。これはナイルデルタ全地域に波及させるために必要なことであり、さらに成功経験を積み、漏水調査の効果を知ることが重要である。

課題-2：調査効率の向上

C/P チームは、路面音聴調査で確認された疑似漏水音が発生する箇所について、穿孔を含む確認調査を実施した。一般的に確認調査はアスファルトの路面上においてハンマードリルを用いた穿孔作業から開始されるが、本プロジェクトではパイロット地区の一部は舗装されていなかったこともあり、音聴棒で漏水箇所を特定することなくそのまま掘削するケースもみられた。穿孔による確認調査は漏水音の探査に頼る漏水調査の精度を上げ、から堀りなど無駄な作業時間および費用を節約することに繋がるため、舗装の状況にかかわらず実施し、作業スピードの向上を目指して欲しい。

課題-3：掘削跡現状復旧作業

修繕の為に掘削し、その後埋戻しがされているもののその舗装状態の現状復旧作業が不十分であるケースもみられた。掘削跡がはっきりとわかる形で数日間放置されており、通行の際に注意を必要とする状態であった。現状復旧は顧客満足に繋がるため、漏水調査に対し今後住民の協力を継続的に得るためにも取り組むべき課題である

課題-4：管路施工管理基準の策定

探知された全ての漏水は修理され、C/P チームは漏水箇所の原因、材質、修繕方法について

の報告書を作成した。その報告書によると漏水原因の一部に不適切な修繕が見受けられる。また、修繕状況を視察すると、修繕による掘削の発生土が、修繕後の埋戻しに使用されている。その発生土には、コンクリート片や欠けたレンガも含まれており、配管埋設後の荷重によって、十分に漏水の発生原因となりうるものである。さらに、埋戻しの段階で埋戻土の締固めが日本と比較して不十分なものもあった。修繕や埋戻しといった配管工事についての方法の明文化や管理方法に改善の余地がある。

4.2.2.9 Action-9 修繕後の配水量分析の実施

(1) Action-9 の成果

成果-1：ベースラインからの NRW 率の改善

各戸接続管や本管の漏水調査実施後、プロジェクトチームは NRW 率の削減量を把握するために 2 回目の配水量分析を実施した。結果は表 4.2-11 に示すとおりである。

表 4.2-11 漏水修繕後の配水量分析の概要

GHAPAWSCO					
モデル地区	業務指標	修繕前測定値	目標値	修繕後測定値	漏水箇所数
Tanta	NRW 率	40.1%	28.0%	24.7%	4
	NRW 削減率		30.0%	38.4%	
El Mahalla El Kobra	NRW 率	27.1%	20.3%	22.0%	2
	NRW 削減率		25.0%	18.8%	
Zefta	NRW 率	21.2%	15.9%	21.0%	1
	NRW 削減率		25.0%	0.0%	
MCWW					
Shebeen El Kom	NRW 率	19.6%	14.7%	16.5%	1
	NRW 削減率		25.0%	15.8%	
Quesna	NRW 率	29.8%	22.3%	22.5%	3
	NRW 削減率		25.0%	24.5%	
Berket El Sab'a	NRW 率	27.1%	20.3%	20.2%	4
	NRW 削減率		25.0%	25.4%	

出典:プロジェクトチーム

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：ブロック化可能な配水管網の構築

一般的に分水栓から水道メータまでの給水管上に多くの漏水がみられるため、本プロジェクトでも給水戸数をパイロット地区選定のための条件の 1 つとした。パイロット地区の多くは一つの建物に多くの住居が入る集合住宅であり、本管から取り出された給水管は建物内で複数の水道メータに分岐されて給水されている。そのため漏水調査対象となる給水管接続の総数は当初の予定よりも少なく、発見された漏水箇所数も少ないという結果となった。一方、これ以上大きなブロックを作り水理的分離化を図るには既存配水管網では困難が予想され、メータ読み作業を伴う消費水量調査に多くの困難が予想される。将来的には容易にブロック化を目指すことができる配水管網の構築が望ましい。

4.2.2.10 Action-10 シェルキーヤ県のモデル地区の配水管理についての研修

(1) Action-10 の成果

成果-1：SHAPWASCO の配水管理研修の実施

この研修の目的は SHAPWASCO の先行事例として、配水管理について知識と経験を共有することにある。GHAPWASCO 及び MCWW の C/P チームが 2014 年 8 月 28 日に Zagazig へ招待された。新設の事務所と浄水場を含む各サイトにて、配水管理に関する必要な機材と方法を学んだ。測定データのモニタリングから得られた成果が SHAPWASCO から発表され、3 公社が意見交換を行った。

表 4.2-12 SHAPWASCO における配水管理研修の概要

対象	日付	場所	内容
GHAPWASCO MCWW	2014 年 8 月 28 日	SHAPWASCO ワーク ショップルーム	講習 配水管理に係る機材とその活用方法 測定データモニタリングと分析 現地視察 配水管理に係る機材とその方法。

出典:プロジェクトチーム

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：今後の水道事業運営の改善

この WDM 活動もまた 3 公社間で学んだ技術及び成功経験をお互いに共有する水道事業運営効率化の知見の情報交換の場の一つとなった。今後、GHAPWASCO 及び MCWW にて、浄水場及び井戸施設の連携運営する上で、配水管理の監視システムを導入する検討材料になる。また、SHAPWASCO で得た経験は、配水管理に係る機材選定、その方法及び運用が大いに役に立つであろう。

4.2.2.11 Aciton-11 NRW 削減技術の県内普及に係る今後の方針案・計画案を作成

(1) Action-11 の成果

成果-1：NRW 削減活動 5 ヶ年計画

モデル地区での実績及び活動を通じ、他郡へ普及活動するため NRW 削減活動 5 ヶ年計画を 2013 年 7 月に作成した。この「5 ヶ年計画」は、漏水探知による物理損失の削減を主目的としたアプローチで、以下の 6 つの項目で構成されている。英語版とアラビア語版の両方をサポーティングレポート S3.4 に添付する。

- NRW 削減活動戦略と手法：NRW 削減のための PDCA サイクル
- 組織体制：組織と役割
- 作業工程：各支所の作業工程・工数の把握
- 活動方法：準備作業、安全管理、調査方法、報告制度、分析方法
- 提言：今後の活動のため、問題と提言事項
- 機材操作方法：主要機器の操作方法を作成し、5 ヶ年計画に添付

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：調査報告体制の構築

漏水調査の進捗とその工程を管理するために漏水調査月報が必要である。その報告内容において漏水調査工程の進捗とその調査により探査された漏水は、目視で発見できる漏水とは別に管理するべきである。5 か年計画でも漏水調査の報告体制について定められ、現在両公社にて実施されている。C/P チームは調査戸数（給水管数）と調査により発見された漏水数を分析する等、さらに効率の高い漏水調査を心掛ける必要がある。

4.2.3 各モデル地区の成果

各モデル地区における NRW 削減活動成果を以下に述べる。

4.2.3.1 GHAPWASCO

(1) GHAPWASCO の Tanta 郡

1) 配水管網現況調査

プロジェクトチームは、Tanta 郡の Mohamed Farid 地区をパイロット地区と選定した。接続件数が多すぎないこと、推定漏水率が高いこと、また、C/P の過去の経験から漏水が多いと予想されたことが、主な選定理由である。パイロット地区の状況を確認するため、プロジェクトチームは現地調査を実施して、GIS 図を更新した。同時に給水情報を含めた水道メータ配水管情報を GIS 部門から収集した。パイロット地区の特徴は下記のとおりである。

- 本管から分岐された給水管はビルの地下に埋設され、ビル内の小スペースに設置されており、1本の給水管から多数の家庭の水道メータに分岐して各戸へ給水されている。
- 地区内の管路延長、面積、給水管数は顧客数と比較すると小さい。
- 道路面はアスファルト舗装である。
- 昼間は多くのビルが施錠されており、ビル内に入り給水管音聴調査を実施するのは困難であった。
- この地区の給水管の敷設状況や、水道メータの状況は Tanta 郡内では標準的といえる。

表 4.2-13 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の配水管網現況調査

地区流入点の管口径	150mm (6 インチ)
配水管路延長 (管種: アスベスト)	899
150 mm (6 インチ)	375
100 mm (4 インチ)	524
顧客数	約 408
稼働水道メータ個数	約 320

出典:GIS 部門

2) 水道メータ精度測定

プロジェクトチームは、水道メータ精度テストを Tanta 支所の水道メータテスト施設において、320 個の稼働水道メータ中の 42 個に対し実施した。営業部門がパイロット地区内の古い水

道メータを中心に選定し、稼働水道メータの 10%以上について水道メータ精度テストを実施した。この地区では、Company タイプ、Qaha タイプ、Army Factories タイプの 3 つの水道メータタイプがあった。プロジェクトチームは、古い水道メータと新しい水道メータの精度を比較したが、多少の過小読みや過大読みがみられたものの、結果は誤差がほぼゼロであった。また、清掃や修理対象と判断された水道メータは数個であった。このため、プロジェクトチームは、配水量分析の誤差率をゼロとした。

3) 漏水修繕前の配水量分析

この調査は地区への流入量測定と、消費水量測定から構成される。超音波流量計を利用したパイロット地区への流入量測定中に、2 回の水道メータ読み調査を実施し消費水量を把握する。消費水量調査の際に、表 4.2-14 のとおり、水道メータの詳しい状況が確認された。水道メータ検針員によると、この地区の推定同居人数（1 水道メータあたりの人数）は 4 人であるとのことであった。

表 4.2-14 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の水道メータ状況

項目	単位	数
通常水道メータ	個	296
施錠された居住区及び判読不能水道メータ	個	46
水道メータ未設置件数	件	66
不法接続件数	件	9

出典:プロジェクトチーム

プロジェクトチームは、下記の手順で配水量分析を実施した。

1. パイロット地区への流入量を算出する。
2. 水道メータ読み調査結果から、請求計量水量の平均値を求める。
3. 計量水量と水道メータ未設置の消費量から認定消費水量を算出する。
4. 平均使用水量を用いて非請求もしくは非計量水量を求める。
5. 水道メータ不感流量値を求める。Mohamed Farid 地区での水道メータ不感調査は実施せずに、Zefta 地区での結果 0.17L/min を適用した。この不感量調査は、顧客の拒否などクレーム削減の観点から、短時間で各家庭において実施するのが困難であった。また、水道メータそのものの誤差が大きいため、この微小不感量誤差を計測して配水量分析に反映する意義が C/P 内で議論された。プロジェクトチームは、最終的に、Zefta での調査結果を活用することで合意した。

上記の手順に従い実施した漏水修繕前の配水量分析は表 4.2-15 に示すとおりである。

表 4.2-15 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕前の配水量分析

Water Distribution Volume 359.474 (m ³ /day) (100%)	Authorized Consumption 215.237 (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day)	Billed Metered Consumption (m ³ /day)	150.67	Sold Water 215.2371429 (m ³ /day) (59.9%)	Revenue Water (RW) (m ³ /day) 215.237 (59.9%)
			Metering Error (over registration) (m ³ /day)	0		
			Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	64.5711		
	Water Losses 144.237 (m ³ /day)	Unbilled Authorized Consumption (m ³ /day)	Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)	0	Commercial Loss	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day) 144.237 (40.1%)
			Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	0		
		Apparent Losses (m ³ /day)	Unauthorized Consumption (m ³ /day)	8.48	15.54803896 (m ³ /day) (4.3%)	
		Metering Inaccuracies (m ³ /day)	7.07			
	Real Losses (m ³ /day)	128.689	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	0	Physical Loss	
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)	0		
			Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)	128.69		

出典:プロジェクトチーム

4) 漏水調査の実施

漏水調査は大きく3段階に分けて実施された。第1段階は、漏水が発生していると思われる範囲を大まかに絞るための調査で、音聴棒を使った戸別音聴調査や、相関式漏水探知器による調査がこれにあたる。第2段階として、漏水箇所の特定期間調査が行われる。第3段階は、漏水の有無を確認する調査である。

a) 漏水発生範囲の調査

a-1) 戸別音聴調査

配管網から漏水箇所を探査するための第1歩として、音聴棒や電子音聴棒を使用して家庭の給水管に伝わる漏水音を確認する。漏水が給水管付近で発生していた場合は、漏水音は給水管に沿って伝播するため、音聴棒を伝わってくる音から漏水範囲を推測する。戸別音聴調査の様子は、図 4.2-3 に示すとおりである。



図 4.2-3 GHAPWASCO の音聴棒を使用した戸別音聴調査

a-2) 相関式漏水調査

相関式漏水探知器は、管路上の離れた2点にセンサーを設置し、漏水音の到達する時間差から漏水点までの距離を表示し、漏水箇所を推定する機器である。別棟を含む2箇所の給水管または本管上に疑似漏水音が到達しているにもかかわらず、路面上から音源が確認できない場合に使用した。相関式漏水調査の様子を図 4.2-4 に示す。



図 4.2-4 GHAPWASCO の相関式漏水調査

b) 漏水箇所の特定調査（漏水探知器による路面音聴調査）

音聴棒や相関式漏水探知器で、ある程度の漏水範囲を推測した後、配水本管上の漏水音を地上から特定するために漏水探知器が使われる。路上に集音器を当て、ヘッドセットで途中の音を聞き、漏水箇所を特定する。漏水探知器を利用した路面音聴調査の様子を図 4.2-5 に示す。プロジェクト開始当初、プロジェクトチームは車両騒音を含む生活環境ノイズを避けるために夜間に路面音聴調査を実施した。C/P チームは安全確保のため警察へ活動の警護を要請したが、そのアレンジに時間と費用がかかることが確認されたため、プロジェクトチームは昼間に路面音聴調査を実施することとした。



図 4.2-5 GHAPWASCO の漏水探知器を使用した路面音聴調査

c) 確認調査

疑似漏水音を探査した後、プロジェクトチームは漏水の有無を確認するために漏水確認調査を実施した。ハンマードリルやボーリングバーを使用して舗装路面上から穿孔し、それにより

できた小さな穴に音聴棒を挿入し、埋設管路上の漏水による噴射音や実際の水があることを確認する。この確認調査が漏水調査の成功のカギを握っている。



図 4.2-6 GHAPWASCO のドリルによる穿孔確認調査

下記の機器の取り扱い方法についても、技術移転を行った。

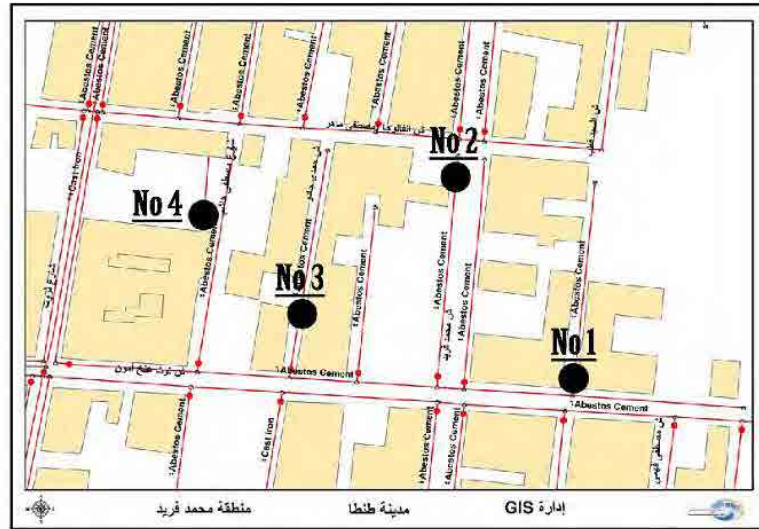
- a-鉄管探知器：埋設された金属管の位置探査に使用する。
- b-非金属管探知器：非金属の給水管からの漏水が予測され、その配管経路が確認できない場合に使用する。
- c-金属探知器：バルブボックスが土やアスファルトによって埋没してしまった場合に使用する。



図 4.2-7 GHAPWASCO のバルブボックス位置探知訓練

5) 漏水調査の結果

Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の漏水調査によって 4 箇所の漏水が発見され、すべての漏水箇所は修繕された。その漏水箇所は図 4.2.8 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-8 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の漏水位置

6) 漏水修繕後の配水量分析

戸別音聴調査と路面音聴調査の実施後、NRW 削減率を把握するために同地区で 2 回目となる配水量分析を実施した。配水量分析の結果は、表 4.2-16 に示すとおりである。

表 4.2-16 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕後の配水量分析

Water Distribution Volume (100%)	Authorized Consumption 210.810 (m³/day)	Billed Authorized Consumption (m³/day) 210.810	Billed Metered Consumption (m³/day)	147.567	Sold Water 210.810 (m³/day) (75.3%)	Revenue Water (RW) (m³/day) 210.810 (75.3%)	
			Metering Error (over registration) (m³/day)	0			
			Billed Unmetered Consumption (m³/day)	63.24			
	Water Losses 69.292 (m³/day)	Apparent Losses (m³/day) 10.263	Unbilled Authorized Consumption (m³/day) 0	Unbilled Metered Consumption (m³/day)	0	Commercial Loss 10.2631 (m³/day) (3.7%)	Non Revenue Water (NRW) (m³/day) 69.292 (24.7%)
				Unbilled Unmetered Consumption (m³/day)	0		
				Unauthorized Consumption (m³/day)	3.19		
	Real Losses (m³/day) 59.029	Real Losses (m³/day) 59.029	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m³/day)	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m³/day)	0	Physical Loss 59.029 (m³/day) (21.1%)	69.292 (24.7%)
				Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m³/day)	0		
				Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m³/day)	59.03		

出典:プロジェクトチーム

7) 配水量分析のまとめ

Tanta 郡 Mohamed Farid 地区の配水量分析の結果総括は、表 4.2-17 に示すとおりである。

表 4.2-17 Tanta 郡 Mohamed Farid 地区における修繕前後の配水量分析の総括

業務指標	修繕前	目標値	修繕後	漏水箇所数
NRW 率	40.1%	28.0%	24.7%	4
NRW 削減率		30.0%	38.4%	

出典:プロジェクトチーム

(2) GHAPWASCO の El Mahalla El Kobra 郡

1) 配水管網現況調査

プロジェクトチームは Omar Ebn Abd El Aziz 地区を El Mahalla El Kobra 郡内のパイロット地区として選定した。接続件数が多すぎないこと、推定漏水率が高いことが、主な選定理由である。全体として、El Mahalla El Kobra 郡は低水圧という問題に直面している。一方、ガルビーヤ県内でも重要な郡である。パイロット地区の特徴は下記のとおりである。

- 様々な水道メータの種類があると共に、そのいくつかは大変古く、汚れており判読不能である。
- いくつかの道路面はアスファルトで舗装されている。
- El Mahalla El Kobra 郡では標準的な状況といえる。

表 4.2-18 El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の配水管網現況調査

地区流入点の管口径	150mm (6 インチ)
配水管延長 (管種 : PVC)	1,625
150 mm (6 インチ)	180
100 mm (4 インチ)	1,445
顧客数	約 376
稼働水道メータ数	不明

出典:GIS 部門

2) 水道メータ精度測定

プロジェクトチームは目盛り付タンクを利用し、水道メータ精度テストを実施した。7つの水道メータの種類が確認されたが、半数は Masara タイプであり、Qaha タイプ、Harby タイプと続いている。このパイロット地区ではプロジェクトチームは消費水量が多いほど誤差が増えることを確認し、その平均値は 45%ほどの過大読みであることを確認した。プロジェクトチームは水道メータ清掃を開始したが、すべての水道メータを清掃するには大変な時間と労力が必要であることが判明した。プロジェクトチームは清掃可能な水道メータを選び、その清掃後に再度水道メータ精度テストを実施した。そして平均補正値を 33%の過大読みとし、清掃後は精度の向上が得られることを確認した。水道メータ不感流量値は、Omar Ebn Abd El Aziz 地区での水道メータ不感調査は実施せずに、Zefta 地区での結果 0.17L/min を適用した。理由は、Tanta 郡の項で述べたとおりである。

3) 漏水修繕前の配水量分析

プロジェクトチームは、漏水修繕前の配水量分析を実施した。水道メータ誤差率は、この地区の平均値である 33%の過大読みを採用した。水道メータ状況の総括は表 4.2-19 に、漏水修繕前の配水量分析の結果は表 4.2-20 に示すとおりである。

表 4.2-19 El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の水道メータ状況

項目	単位	数
稼働水道メータ	個	227
故障及び判読不能水道メータ	個	130
施錠戸数及び水道メータ未設置戸数	戸	21

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-20 El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区における修繕前の配水量分析

Water Distribution Volume	Authorized Consumption	Billed Authorized Consumption (m³/day)	Billed Metered Consumption (m³/day)	Sold Water	Revenue Water (RW) (m³/day)
			218.50		
354.544	(m³/day)	258.370	Metering Error (over registration) (m³/day)	(m³/day)	(72.9%)
			-85.26		
(m³/day)	(100%)	Water Losses	Billed Unmetered Consumption (m³/day)	Commercial Loss	Non Revenue Water (NRW) (m³/day)
			125.13		
96.174	(m³/day)	Unbilled Authorized Consumption (m³/day)	Unbilled Metered Consumption (m³/day)	(m³/day)	(27.1%)
			0		
96.174	(m³/day)	Apparent Losses (m³/day)	Unbilled Unmetered Consumption (m³/day)	Physical Loss	(27.1%)
			0		
89.228	(m³/day)	Real Losses (m³/day)	Unauthorized Consumption (m³/day)	(m³/day)	(2.0%)
			6.946		
89.228	(m³/day)	Real Losses (m³/day)	Metering Inaccuracies (m³/day)	(m³/day)	(25.2%)
			6.95		
89.228	(m³/day)	Real Losses (m³/day)	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m³/day)	(m³/day)	(25.2%)
			0		
89.228	(m³/day)	Real Losses (m³/day)	Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m³/day)	(m³/day)	(25.2%)
			0		
89.228	(m³/day)	Real Losses (m³/day)	Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m³/day)	(m³/day)	(25.2%)
			89.23		

出典:プロジェクトチーム

4) 漏水調査の実施及び結果

漏水調査は、Tanta 郡と同様な手順で実施した。はじめに、漏水が発生していると思われる範囲を大まかに絞るため、音聴棒や相関式漏水探知器による調査を実施した。次に漏水探知器を使用した路面音聴調査で、漏水箇所の特定制を行った。最後に、穿孔した穴から音聴棒を使用して噴射音や水の有無を確認した。

漏水調査を実施した結果、2つの漏水が発見され、修繕された。漏水箇所は図 4.2-9 に示すとおりである。

6) 配水量分析のまとめ

El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区の配水量分析の結果総括は表 4.2-22 に示すとおりである。

表 4.2-22 El Mahalla El Kobra 郡 Omar Ebn Abd El Aziz 地区における修繕前後の配水量分析

業務指標	修繕前	目標値	修繕後	漏水箇所数
NRW 率	27.1%	20.3%	22.0%	2
NRW 削減率		25.0%	18.8%	

出典:プロジェクトチーム

(3) GHAPWASCO の Zefta 郡

1) 配水管網の現況調査の実施

プロジェクトチームは、パイロット地区として Zefta 郡 Masaraf 地区を選択した。接続件数が多すぎないこと、推定漏水率が高いことが、主な選定理由である。パイロット地区の特徴は以下に示すとおりである。

- 殆どの水道メータは建物の入り口に設置されている。
- 不良水道メータが比較的少ない。
- 街路は舗装されていない。
- 地区の状況は Zefta 郡においては標準的といえる。

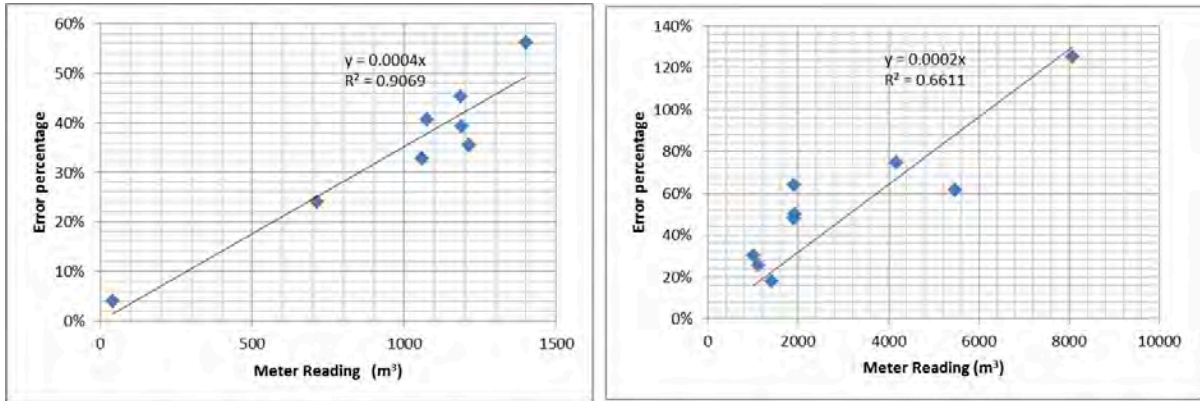
表 4.2-23 Zefta 郡 Masaraf 地区の配水管網調査結果

地区流入点の管口径	100mm (4 インチ)
配水管延長 (管種: PVC)	4,766
250 mm (10 インチ)	50
200 mm (8 インチ)	5
150 mm (6 インチ)	1,662
100 mm (4 インチ)	3,049
顧客数	約 242
稼働水道メータ数	約 230

出典:GIS 部門

2) 水道メータ精度測定

プロジェクトチームは目盛り付タンクを利用して、水道メータ精度テストを実施した。この地区では、Masara タイプ、Company タイプの2つの水道メータタイプがあった。各水道メータは、図 4.2-10 に示すとおり、消費水量が多いほど誤差が大きく、水道メータの種類毎に近似直線が引けることが分かった。プロジェクトチームは、この近似直線を利用して、精度誤差を配水量分析へ適応した。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-10 Masara タイプ及び Company タイプにおける誤差割合傾向
(左側 : Masara タイプ、右側 : Company タイプ)

プロジェクトチームは、水道メータで計測されない家庭内での微小漏水量調査を実施した。給水管の直径は小さく、家庭内での微小漏水量を把握するための流量計設置が出来なかったため、プロジェクトチームは 10 個の水道メータの実流量精度テストを実施した。水道メータ始動流量測定及び水道メータ不感流量の結果は 0.17L/min である。プロジェクトチームは配水量分析にこの値を適用した。

3) 修繕前の配水量分析の実施

配水流量測定結果の総括は、表 4.2-24 に示すとおりである。プロジェクトチームはこの地区での夜間最少流量が少ないことから、多くの漏水量は見込めないと予測した。

表 4.2-24 Zefta 郡 Masaraf 地区における流量測定結果の総括

項目	単位	値
測定期間	日	6
夜間最少流量 (MNF)	L/min	31.8
NRW 率評価 (MNF 測定データ)	%	21.57
平均配水量	m ³ /日	198.646
平均漏水量評価	m ³ /日	52.013
NRW 割合評価 (平均)	%	26.18%

出典:プロジェクトチーム

消費調査中に水道メータ状況が把握された。検針員によるとこの地区では多くの世帯構成人数は 5 から 6 人である。水道メータ状況は下記のとおりである。

表 4.2-25 Zefta 郡 Masaraf 地区の流量測定結果の概要

項目	単位	状況
稼働水道メータ	個	203
施錠された居住区及び判読不能水道メータ	個	20
水道メータ未設置件数	戸	10
居住無し件数	戸	9

出典:プロジェクトチーム

Zefta 郡のパイロット地区で修繕前の配水量分析の結果は表 4.2-26 に示すとおりである。

表 4.2-26 Zefta 郡 Masaraf 地区における修繕前の配水量分析

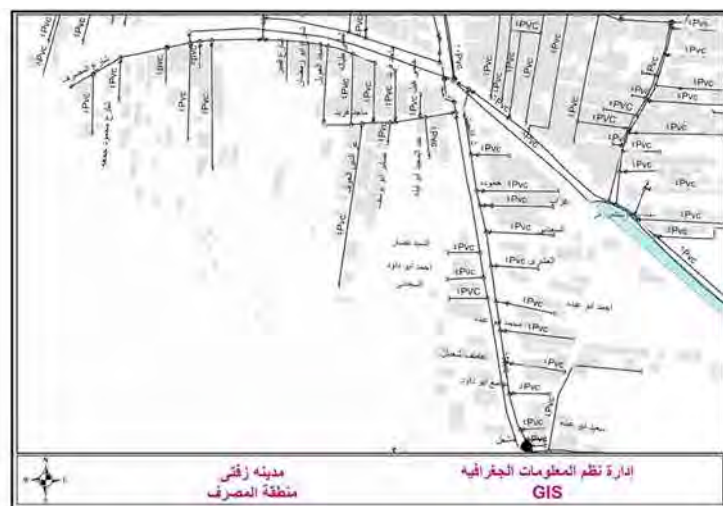
Water Distribution Volume 198.646 (m ³ /day) (100%)	Authorized Consumption 156.585 (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day) 156.585	Billed Metered Consumption (m ³ /day)	188.885	Sold Water 156.585 (m ³ /day) (78.8%)	Revenue Water (RW) (m ³ /day) 156.585 (78.8%)	
			Metering Error (over registration) (m ³ /day)	-38.26			
		Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	5.96				
	Water Losses 42.061 (m ³ /day)	Apparent Losses (m ³ /day) 7.405	Unbilled Authorized Consumption (m ³ /day) 0	Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)	0	Commercial Loss 7.405 (m ³ /day) (3.7%)	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day) 42.061 (21.2%)
				Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	0		
		Real Losses (m ³ /day) 34.656	Unauthorized Consumption (m ³ /day) 0	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day) 0	Metering Inaccuracies (m ³ /day)		
	Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)				0		
	Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)				34.66		

出典:プロジェクトチーム

4) 漏水調査の実施及び結果

漏水調査は、Tanta 郡と同様な手順で実施した。はじめに、漏水が発生していると思われる範囲を大まかに絞るため、音聴棒や相関式漏水探知器による調査を実施した。次に漏水探知器を使用した路面音聴調査で、漏水箇所の特定制を行った。最後に、穿孔した穴から音聴棒を使用して噴射音や水の有無を確認した。

漏水調査の結果は Zefta 郡 Masaraf 地区で 1 箇所しか漏水が発見されなかった。また大きな漏水量ではなかった。漏水箇所は図 4.2-11 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-11 Zefta 郡 Masaraf 地区の漏水位置

7) Zefta 郡 Masry 地区の漏水調査の追加

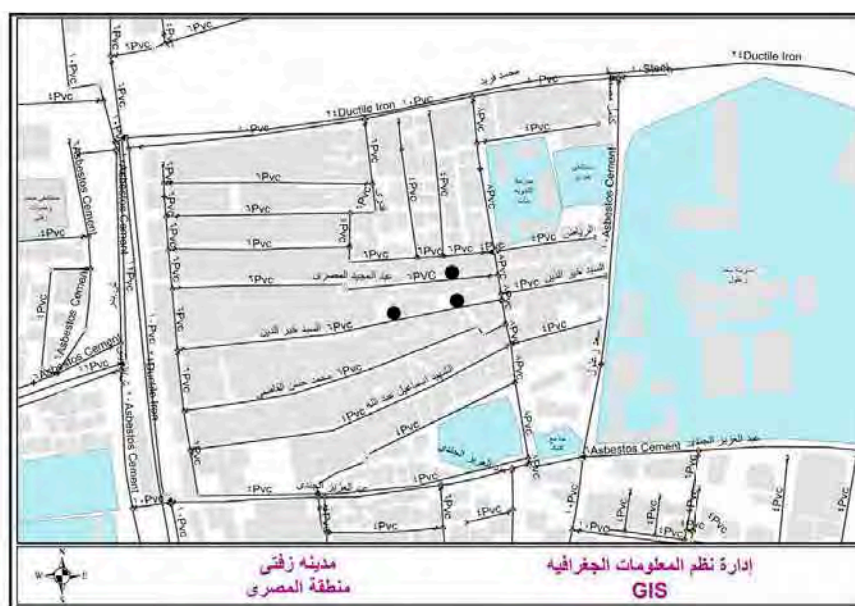
上記のように、プロジェクトチームは、パイロット地区で漏水量を削減出来なかった。このため、プロジェクトチームは、他の地区で漏水調査を実施し、Masry 地区で3箇所の漏水箇所を発見した。漏水箇所の位置は、図 4.2-12 に示すとおりである。2箇所の漏水は、修繕の甘さに起因するもの（ゴムバンドで覆うのみの修理）であり、残りの1箇所は、配管の損傷によるものであった。これらの漏水は、修理における配管工事の施工監理不足が原因であるため、GHAPWASCO は、修繕方法ならびに監理方法を見直す必要がある。

漏水量削減を把握するため、プロジェクトチームは修繕前と修繕後で、この地区の流入量を測定した。表 4.2-29 は、修繕前後の比較である。示した値は、24 時間では無く、21 時間の比較である。1 日当たり節水できた配水量の割合は、修繕前の約 3% であった。

表 4.2-29 修繕前及び修繕後の Zefta 郡 Masry 地区の配水量の比較

項目	値
修繕前の配水量	574,887.9 m ³
修繕後の配水量	557,087.1 m ³
節水量	17,800.8 m ³
節約の割合	3.2%

出典:プロジェクトチーム



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-12 Zefta 郡 Masry 地区の漏水位置

4.2.3.2 MCWW

(1) MCWW の Shebeen El Kom 郡

1) 配水管網の現場調査の実施

プロジェクトチームは、パイロット地区として Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区を選択した。接続件数が多すぎないこと、推定漏水率が高いことが、主な選定理由である。

表 4.2-30 Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の配水管網調査結果.

地区流入点の管口径	100mm (4 インチ)
配水管延長 (管種: アスベスト)	2,465.9
顧客数	約 495
稼働水道メータ数	不明

出典:プロジェクトチーム

現場調査中、プロジェクトチームは、道路上に目視で確認できる可視漏水を 1 箇所発見した。その漏水は漏水量も多く、住民の生活や無駄水の節減を考慮し直ぐに修繕するべきと判断され、プロジェクトチームは配水量分析を行う前に漏水箇所を修繕した。

2) 水道メータ精度測定

水道メータ精度テストを実施した。この地区では、Masara タイプ、Company タイプ、Qaha タイプ、ポーランドタイプの 4 つの水道メータタイプがあった。それぞれの水道メータに誤差が認められたため、プロジェクトチームは、できる限り多くの水道メータの清掃を実施することとした。多くの場合は顧客の拒否や、給水管から取り外しが困難であることから清掃を断念した。清掃が実施された水道メータの数は全地区の水道メータ数の 4 分の 1 以下と推計される。その後、プロジェクトチームは、再度水道メータ精度テストを実施し、エラー割合は 32% という結果となった。水道メータ不感流量値は、Abo Agwa 地区での水道メータ不感調査は実施せずに、Zefta 地区での結果 0.17L/min を適用した。理由は、GHAPWASCO の Tanta 郡の項で述べたとおりである。

3) 修繕前の配水量分析の実施

表 4.2-31 に水道メータの状況、Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区で修繕前の配水量分析データを表 4.2-32 に示すとおりである。

表 4.2-31 Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の水道メータ状況

項目	単位	数
稼働水道メータ	個	358
故障水道メータ及び判読不能水道メータ	個	98
施錠戸数および水道メータ未設置戸数	戸	40

出典:プロジェクトチーム

a-2) 相関式漏水調査

相関式漏水探知器を使用した調査の様子を、図 4.2-14 に示す。



図 4.2-14 MCWW の相関式漏水調査

b) 漏水箇所の特特定調査（漏水探知器による路面音聴調査）

漏水探知器による路面音聴調査の様子を、図 4.2-15 に示す。



図 4.2-15 MCWW の路面音聴調査

c) 確認調査

穿孔による漏水箇所の確認の様子を、図 4.2-16 に示す。



図 4.2-16 MCWW のドリルによる穿孔確認調査

下記の機器の取り扱い方法についても、技術移転を行った。

- a-鉄管探知器：埋設された金属管の位置探査に使用する。
- b-非金属管探知器：非金属の給水管からの漏水が予測され、その配管経路が確認できない場合に使用する。
- c-金属探知器：バルブボックスが土やアスファルトによって埋没してしまった場合に使用する。

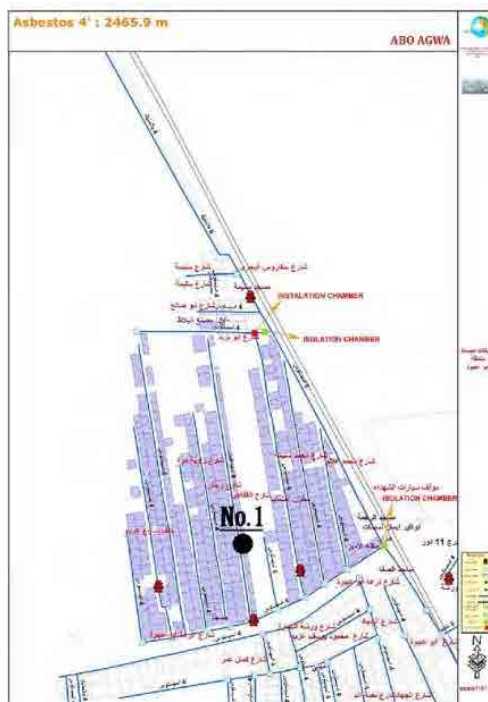


図 4.2-17 MCWW の金属管路探知についての研修



図 4.2-18 MCWW の埋没したマンホール蓋位置確認のための金属探知研修

漏水調査の結果、Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の漏水は 1 箇所のみであった。漏水箇所の位置は図 4.2-19 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-19 Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の漏水位置

5) 修繕後の配水量分析の実施

漏水修繕後、NRW 削減率を把握するために同地区で 2 回目となる配水量分析を実施した。修繕後の配水量分析結果は表 4.2-33 に示すとおりである。

表 4.2-33 Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区における修繕後の配水量分析

Water Distribution Volume 356.90 (m ³ /day) (100%)	Authorized Consumption 298.06 (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day)	Billed Metered Consumption (m ³ /day)	293.099	Sold Water 298.06 (m ³ /day) (83.5%)	Revenue Water (RW) (m ³ /day) 298.06 (83.5%)
			Metering Error (over registration) (m ³ /day)	-93.888		
			Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	98.85		
		Unbilled Authorized Consumption (m ³ /day) 0	Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)	0	Commercial Loss 15.361 (m ³ /day) (4.3%)	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day) 58.85 (16.5%)
			Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	0		
	Water Losses 58.85 (m ³ /day)	Apparent Losses (m ³ /day) 15.361	Unauthorized Consumption (m ³ /day)	0		
			Metering Inaccuracies (m ³ /day)	15.361		
		Real Losses (m ³ /day) 43.49	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	0	Physical Loss 43.49 (m ³ /day) (12.2%)
	Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)			0		
	Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)			43.4854		

出典:プロジェクトチーム

6) 配水量分析のまとめ

Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区の配水量分析の結果総括は下記のとおりである。

表 4.2-34 Shebeen El Kom 郡 Abo Agwa 地区における修繕前後の配水量分析

PIs	修繕前	目標値	修繕後	漏水箇所数
NRW 率	19.6%	14.7%	16.5%	1
NRW 削減率		25.0%	15.8%	

出典:プロジェクトチーム

(2) MCWW の Quesana 郡

1) 配水管網の現況の実施

プロジェクトチームは、パイロット地区として Quesna 郡 Mahkama 地区を選択した。接続件数が多すぎないこと、推定漏水率が高いこと、また、C/P の過去の経験から漏水が多いと予想されたことが、主な選定理由である。パイロット地区は以下の特徴に示すとおりである。

- 一部の配水管は 2 から 3 年前に取り返されたが、一部ではアスベスト管がある。
- 狭い道路は舗装されていない。

表 4.2-35 Quesna 郡 Mahkama 地区の配水管網調査

地区流入点の管口径	100mm (4 インチ)
配水管延長 (管種 : PVC とアスベスト)	3,650
100 mm (4 インチ) PVC	1,500
150 mm (6 インチ) アスベスト	600
100 mm (4 インチ) アスベスト	1,550
顧客数	約 760
稼働水道メータ数	不明

出典:GIS 部門

2) 水道メータ精度測定

プロジェクトチームは、64 個の水道メータに対し、水道メータ精度を測定し誤差を確認したため、水道メータの清掃を実施した。この地区では、Masara タイプ、Qaha タイプ、New Poland タイプ、Company タイプの4つの水道メータタイプがあった。清掃後に再度精度測定を実施し、誤差を 31.5%とした。水道メータ不感流量値は、Mahkama 地区での水道メータ不感調査は実施せずに、Zefta 地区での結果 0.17L/min を適用した。理由は、GHAPWASCO の Tanta 郡の項で述べたとおりである。

3) 修繕前の配水量分析の実施

表 4.2-36 は水道メータの状況概要、表 4.2-37 は漏水修繕前の配水量分析結果は下記のとおりである。

表 4.2-36 Qesna 郡 Mahkama 地区の水道メータ状況

項目	単位	数
稼働水道メータ	個	396
故障水道メータ及び判読不能水道メータ	個	207
施錠戸数および水道メータ未設置戸数	戸	31

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-37 Qesna 郡 Mahkama 地区における修繕前の配水量分析

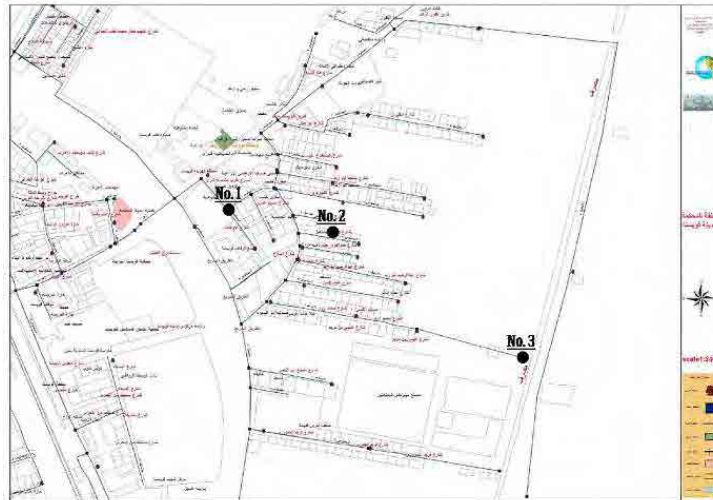
Water Distribution Volume 495.838 (m ³ /day) (100%)	Authorized Consumption 348.073 (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day)	300.59	Sold Water 348.073 (m ³ /day) (70.2%)	Revenue Water (RW) (m ³ /day) 348.073 (70.2%)
		Metering Error (over registration) (m ³ /day)	-109.64		
		Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	157.127		
	Unbilled Authorized Consumption (m ³ /day) 0	Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)	0	Commercial Loss 12.026 (m ³ /day) (2.4%)	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day) 147.764 (29.8%)
		Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	0		
		Apparent Losses (m ³ /day) 12.026	Unauthorized Consumption (m ³ /day) 0		
	Water Losses 147.764 (m ³ /day)	Real Losses (m ³ /day) 135.738	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	0	Physical Loss 135.738 (m ³ /day) (27.4%)
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)	0	
			Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)	135.738	

出典:プロジェクトチーム

4) 漏水調査の実施及び結果

漏水調査は、GHAPWASCO の Tanta 郡と同様な手順で実施した。はじめに、漏水が発生していると思われる範囲を大まかに絞るため、音聴棒や相關式漏水探知器による調査を実施した。次に漏水探知器を使用した路面音聴調査で、漏水箇所の特定制を行った。最後に、穿孔した穴から音聴棒を使用して噴射音や水の有無を確認した。

漏水調査の結果 Quesna 郡 Mahkama 地区では 3 箇所の漏水を発見し、全ての漏水箇所を修繕した。漏水箇所の位置を図 4.2-20 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-20 Quesna 郡 Mahkama 地区の漏水位置

5) 修繕後の配水量分析の実施

3 か所の漏水箇所が発見されたものの、それほど NRW 削減量は高くなかった。Quesna 郡 Mahkama 地区で修繕後の配水量分析は下記に示すとおりである。

表 4.2-38 Quesna 郡 Mahkama 地区における修繕後の配水量分析

Water Distribution Volume 444.100 (m ³ /day) (100%)	Authorized Consumption 344.277 (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day)	Billed Metered Consumption (m ³ /day)	259.12	Sold Water 344.277 (m ³ /day) (77.5%)	Revenue Water (RW) (m ³ /day) 344.277 (77.5%)
			Metering Error (over registration) (m ³ /day)	-108.45		
			Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	193.60		
		Unbilled Authorized Consumption (m ³ /day) 0	Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)	0	Commercial Loss	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day)
			Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	0		
		Apparent Losses (m ³ /day) 12.026	Unauthorized Consumption (m ³ /day)	0	Physical Loss	99.823 (22.5%)
			Metering Inaccuracies (m ³ /day)	12.03		
		Water Losses 99.823 (m ³ /day)	Real Losses (m ³ /day) 87.797	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	0	87.797 (m ³ /day) (19.8%)
				Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)	0	
				Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)	87.80	

出典:プロジェクトチーム

6) 配水量分析のまとめ

Quesna 郡 Mahkama 地区の修繕前の配水量分析の結果総括は下記に示すとおりである。

表 4.2-39 Quesna 郡 Mahkama 地区における修繕前後の配水量分析

PIs	修繕前	目標値	修繕後	漏水箇所数
NRW 率	29.8%	22.3%	22.5%	3
NRW 削減率		25.0%	24.5%	

出典:プロジェクトチーム

(3) MCWW の Berket El Sab'a 郡

1) 配水管網の現況調査の実施

プロジェクトチームは、パイロット地区として Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区を選
択した。推定漏水率が高いこと、C/P の過去の経験から漏水が多いと予想されたことが、主な
選定理由である。パイロット地区の特徴は以下のとおりである。

- 殆どの水道メータは建物の入り口に設置されている。
- 新しい水道メータは最近設置されていた。
- 顧客にはいくつかのカテゴリがある。(一般住宅、政府系施設、病院など)
- 狭い道路では舗装されていない。
- Berket El Sab'a 地区の標準的状況である。

表 4.2-40 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の配管網調査結果

地区流入点の管口径	200mm (8 インチ)
配水管延長 (管種: PVC とアスベスト)	5,600
150mm (6 インチ) PVC	540
100 mm (4 インチ) PVC	1,500
200 mm (8 インチ) アスベスト	420
150 mm (6 インチ) アスベスト	2,000
100 mm (4 インチ) アスベスト	1,140
顧客数	約 883
(住宅)	(749)
(政府)	(9)
(商業)	(121)
(企業)	(4)
稼働水道メータ数	不明

出典:GIS 部

2) 水道メータ精度測定

Shebeen El Kom 支所のワークショップで給水管から取り外した 4 種類 (Masara タイプ、Qaha
タイプ、New Poland タイプ、Company タイプ) の水道メータの 72 個分水道メータ精度テス
トを実施した。平均誤差率を 20% とした。水道メータ不感流量値は、Omar Abdel Salam Aref 地区
での水道メータ不感調査は実施せずに、Zefta 地区での結果 0.17L/min を適用した。理由は、
GAHPWASCO の Tanta 郡の項で述べたとおりである。

3) 修繕前の配水量分析

水道メータ状況は表 4.2-41 に示すとおりであり、Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区のパイロット地区で修繕前の配水量分析データは表 4.2-42 に示すとおりである。

表 4.2-41 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の水道メータ状況

項目	単位	数
稼働水道メータ	個	502
故障水道メータ及び判読不能水道メータ	個	342
施錠戸数および水道メータ未設置戸数	戸	38

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-42 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における修繕前の配水量分析

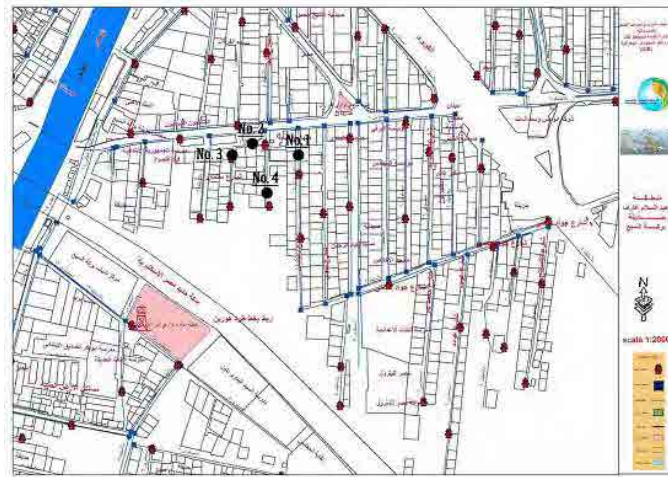
Water Distribution Volume (m ³ /day)	Authorized Consumption (m ³ /day)	Billed Authorized Consumption (m ³ /day)	Billed Metered Consumption (m ³ /day)	Sold Water (m ³ /day)	Revenue Water (RW) (m ³ /day)		
			306.25			429.081	429.081
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Metering Error (over registration) (m ³ /day)	208.64 (m ³ /day)	Commercial Loss (m ³ /day)		
			-85.82			15.361 (2.6%)	
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Billed Unmetered Consumption (m ³ /day)	15.361 (2.6%)	Non Revenue Water (NRW) (m ³ /day)		
			0			159.575 (27.1%)	
			Unbilled Metered Consumption (m ³ /day)				144.214 (24.5%)
			0				
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Unbilled Unmetered Consumption (m ³ /day)	144.214 (24.5%)	159.575 (27.1%)		
			0				
			Apparent Losses (m ³ /day)				
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Unauthorized Consumption (m ³ /day)	144.214 (24.5%)	159.575 (27.1%)		
			0				
			Metering Inaccuracies (m ³ /day)				
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m ³ /day)	144.214 (24.5%)	159.575 (27.1%)		
			0				
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m ³ /day)				
588.656 (m ³ /day) (100%)	429.081 (m ³ /day)	429.081 (m ³ /day)	Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m ³ /day)	144.214 (24.5%)	159.575 (27.1%)		
			144.214				

出典:プロジェクトチーム

4) 漏水調査の実施及び結果

漏水調査は、GHAPWASCO の Tanta 郡と同様な手順で実施した。はじめに、漏水が発生していると思われる範囲を大まかに絞るため、音聴棒や相関式漏水探知器による調査を実施した。次に漏水探知器を使用した路面音聴調査で、漏水箇所の特定制を行った。最後に、穿孔した穴から音聴棒を使用して噴射音や水の有無を確認した。

漏水調査の結果 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区で 4 箇所の漏水を発見し、全ての漏水箇所を修繕した。漏水箇所の位置は図 4.2-21 に示すとおりである。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-21 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区の漏水位置

5) 修繕後の配水量分析の実施

漏水修繕後、NRW 削減率を把握するために同地区で 2 回目となる配水量分析を実施した。漏水修繕後の配水量分析は表 4.2-43 に示すとおりである。

表 4.2-43 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における修繕後の配水量分析

Water Distribution Volume (100%)	Authorized Consumption 522.651 (m³/day)	Billed Authorized Consumption (m³/day) 522.651	Billed Metered Consumption (m³/day)	351.07	Sold Water 522.651 (m³/day) (79.9%)	Revenue Water (RW) (m³/day) 522.651 (79.9%)	
			Metering Error (over registration) (m³/day)	-104.26			
			Billed Unmetered Consumption (m³/day)	275.84			
	Water Losses 131.709 (m³/day)	Unbilled Authorized Consumption (m³/day) 0	Apparent Losses (m³/day) 15.361	Unbilled Metered Consumption (m³/day)	0	Commercial Loss 15.361 (m³/day) (2.3%)	Non Revenue Water (NRW) (m³/day) 131.709 (20.1%)
				Unbilled Unmetered Consumption (m³/day)	0		
				Unauthorized Consumption (m³/day)	0		
	Real Losses (m³/day) 116.348	Real Losses (m³/day) 116.348	Real Losses (m³/day) 116.348	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains (m³/day)	0	Physical Loss 116.348 (m³/day) (17.8%)	
				Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks (m³/day)	0		
				Leakage on Service Connections up to point of Customer metering (m³/day)	116.348		

出典:プロジェクトチーム

6) 配水量分析のまとめ

Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における配水量分析の結果総括は下記のとおりである。

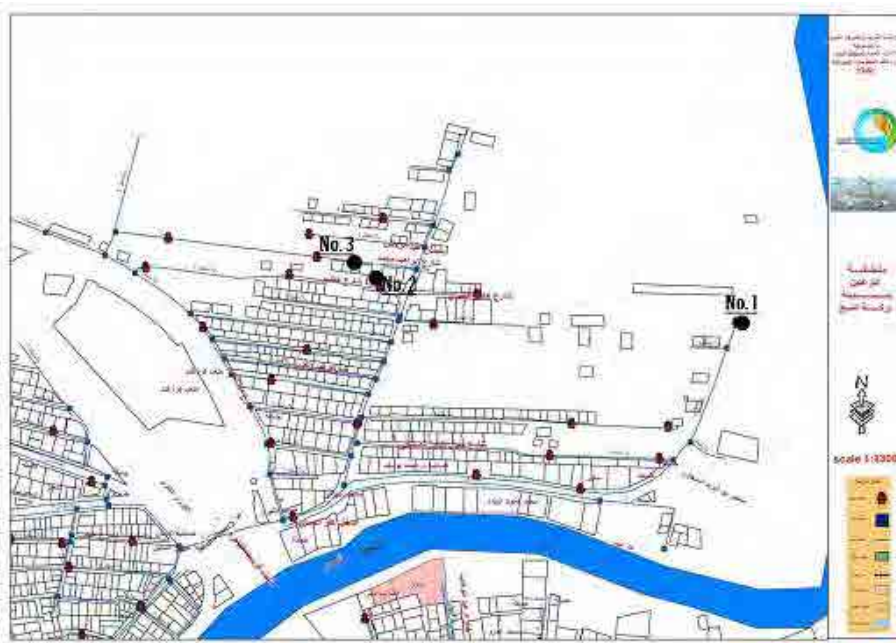
表 4.2-44 Berket El Sab'a 郡 Abdel Salam Aref 地区における漏水修繕前後の配水量分析

PIs	修繕前	目標値	修繕後	漏水箇所数
NRW 率	27.1%	20.3%	20.2%	4
NRW 削減率		25.0%	25.4%	

出典:プロジェクトチーム

4.2.3.3 他のパイロット地区候補地区の追加漏水調査（両公社）

プロジェクトチームは、GHAPWASCO 及び MCWW 内でパイロット地区の他の候補地区で漏水調査を実施した。水道メータ精度測定や、水道メータ読み調査が予想以上に困難であったため配水量分析をせずに漏水調査のみを実施することとした。漏水調査は、全ての候補地区で実施され、多くの地区で漏水は発見されたが、漏水が発見されない地区もあった。参考までに MCWW による Berket El Sab'a 郡 Elterreten 地区の 3 か所の漏水箇所位置を図 4.2-22 に示す。なお、全ての候補地区での修繕は完了している。



出典:プロジェクトチーム

図 4.2-22 Berket El Sab'a 郡 Elterreten 地区の漏水位置

4.2.4 NRW 削減活動の理解度の評価

(1) 漏水調査機材習熟度

NRW 削減活動の理解度を確認するため、NRW の C/P チームに対して、2つのカテゴリの評価テストを実施した。最初のカテゴリは、漏水探知器の機材習熟度の確認である。内容は、口頭質問を含む機材のセットアップ方法、基本原理、現場での実際の使用方法とした。その評価は、JICA 専門家により浄水場などの施設を利用して実施された。評価基準及び結果は、表 4.2-45 及び 4.2-46 に示すとおりである。全てのメンバーは、評価 4 以上の得点であった。

表 4.2-45 機材技術テスト基準

評価	基準	
5	A	Q&A を含む高度な操作ができる
4	B	高度な操作ができる
3	C	基本操作ができる
2	D	支援が必要
1	E	無知

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-46 機材技術評価結果

テスト分類	ランク					合計数
	A	B	C	D	E	
1 流量及び圧力測定の使用 方法	G:0	G:2	G:0	G:0	G:0	2
	M:3	M:0	M:0	M:0	M:0	3
2 漏水探知器及び音聴棒 の使用 方法	G:1	G:1	G:0	G:0	G:0	2
	M:2	M:3	M:0	M:0	M:0	5
3 相関式漏水探知器の使 用 方法	G:1	G:1	G:0	G:0	G:0	2
	M:3	M:2	M:0	M:0	M:0	5
4 金属探知器の使用 方法	G:2	G:0	G:0	G:0	G:0	2
	M:4	M:1	M:0	M:0	M:0	5
5 振動発生装置の使 用 方法	G:2	G:0	G:0	G:0	G:0	2
	M:5	M:0	M:0	M:0	M:0	5
6 マンホールカバー探 知 方法	G:0	G:2	G:0	G:0	G:0	2
	M:1	M:4	M:0	M:0	M:0	5
比率 (%)	60%	40%	0%	0%	0%	100%

注) G:GHAPWASCO、M:MCWW

出典:プロジェクトチーム

(2) NRW 削減管理技術知識

第2カテゴリでは、NRW 削減管理技術についての基礎知識を確認した。評価テストの内容は、NRW 削減活動の基本方針及び戦略、流量測定、配水量分析、圧力及び漏水防止の方法論とした。各 C/P メンバーに対しペーパーテストを実施した。その評価基準及び結果を、表 4.2-47 から 4.2-48 に示す。全てのメンバーは、評価3以上の得点であった。

表 4.2-47 NRW 削減管理技術テスト評価

評価	定義	得点	
5	A	NRW 削減管理技術を完全に理解している。	90-100
4	B	NRW 削減管理技術をほぼ理解している。	80-89
3	C	NRW 削減管理技術を標準的に理解している。	60-79
2	D	NRW 削減管理技術を多少理解している。	40-59
1	E	NRW 削減管理技術を理解していない。	0-39

出典:プロジェクトチーム

表 4.2-48 NRW 削減管理技術テスト結果

	得点					合計
	90-100	80-89	60-79	40-59	0-39	
GHAPWASCO	1	2	0	0	0	3
MCWW	0	0	3	0	0	3
合計	1	2	3	0	0	6
比率 (%)	16.7%	33.3%	50.0%	0.0%	0.0%	100%

出典:プロジェクトチーム

4.2.5 他郡及び県外への NRW 削減活動の普及

4.2.5.1 GHAPWASCO

GHAPWASCO は、第 2 期（2012 年 1 月）から他の郡や他の行政区域への普及活動を継続してきた。今後の NRW 削減活動の普及戦略は下記のとおりである。

(1) NRW 削減活動 5 ヶ年計画

モデル地区での実績及び活動で、他郡へ普及活動するため NRW 削減活動 5 ヶ年計画を 2013 年 7 月に作成した。パイロットプロジェクトを通して、1) NRW のほとんどが物理損失（漏水）であること、2) 水道メータの精度による消費量把握の不確実性があること、そして 3) 配水ブロック形成が困難であることが分かった。水収支分析をするためには、DMA に準ずる締め切った配水ブロックを作る必要があるが、既存のネットワークで配水ブロックを作るのは多大な時間と費用が必要で、即時に広範囲で活動展開することは難しい。目的が NRW 削減にあるため、水収支分析のために配水ブロックをつくることは対費用効果の面で疑問が持たれた。このことから、「5 ヶ年計画」では NRW 削減活動の重点項目を、配水量分析から漏水探知による物理損失（主に漏水）の削減にシフトすることとした。

なお、4.2.2.11 で示したとおり、その計画は下記の 6 つの項目で構成されている。「5 ヶ年計画」の英語版とアラビア語版の両方をサポーティングレポート S3.4 に添付する。

- NRW 削減活動戦略と手法：NRW 削減のための PDCA サイクル
- 組織体制：組織と役割
- 作業工程：各支所の作業工程・工数の把握
- 活動方法：準備作業、安全管理、調査方法、報告制度、分析方法
- 提言：今後の活動のため、問題と提言事項
- 機材操作方法：主要機器の操作方法を作成し、5 ヶ年計画に添付

1) 組織体制

GHAPWASCO は、2014 年 5 月に、運転維持管理セクター内に NRW 部署が正式に組織された。（サポーティングレポート S1.3 を参照）。この取り組みと並行して、GHAPWASCO では各支所から漏水のスタッフを選出した。その選出されたスタッフの数名は既にパイロット地区で調査やヒヒヤトレーニングヤードでの訓練に参加していた。また、NRW 削減 5 ヶ年計画の実行組織はこのメンバーが基本となって組織された。

2) NRW 削減活動 5 ヶ年計画の実施と活動

プロジェクトチームは、2013 年 11 月以降、Tanta 郡と El Mahala El Kobra 郡を除く全支所において 5 ヶ年計画に沿った NRW 削減活動を実施してきた。ガルビーヤ県全体へ普及させるため、本部 NRW チームは、漏水調査に必要な技術や情報を各支所チームへ伝えるためのワークショップや調査現場での実践的な訓練を実施した。GHAPWASCO は、漏水調査を比較的人口の密集する都市部から開始し、El Mahalla El Kobra 郡及び Tanta 郡を除く都市部の漏水調査は完了した。Tanta 郡はガルビーヤ県の中央行政区であり、NRW 削減活動に人員を割り当てることのできななかったが、El Mahalla El Kobra 郡ではやや遅れて 2014 年 10 月から漏水調査を開始

した。

3) 機材

GHAPWASCO は、第 2 期に 20 セットの音聴棒を自己調達し、全支所へ配備した。本部における C/P チームは音聴棒及び漏水探知器の効果的な利用方法を支所へ伝えるために漏水調査現場の同行を含めて指導をしてきた。本部の協力なく各支所のみで疑似漏水音が発生する箇所を迅速に絞り込むことができるよう、漏水探知器を追加購入することを検討課題としている。なお、JICA 調達による漏水探知器は既に 4 箇所の支所へ配備済みである。

4) 漏水量試算

5 ヶ年計画では、配水管理区画 (District Metered Area、以下「DMA」) を利用した漏水調査前後の漏水防止量測定を実施しないため、漏水調査の効果を測定するための漏水量試算をする必要がある。修繕担当の作業員が掘削時に計量バケツを使って 1 分あたりの漏水量を実測するのが最も効果的である。しかしながら、漏水調査と修繕の担当者が違うこともあり毎回測定できるとは限らない。また、漏水調査担当者が調査報告書を作成するが、その漏水音から漏水量推定することは大変困難である。プロジェクトチームは、漏水量及びその試算について検討及び協議した。最終的には、IWSP の試算表を使用することに結論に達した。この試算表は SHAPWASCO も同様に使用しており、基本的な式は表 4.2-49 に示すとおりである。

$$q = C_d A \sqrt{2gh}$$

ここに

q: 推定量

Cd: 流量係数 (非定数約 0.5-0.8)

A: 漏水孔口径

g: 重力加速度

h: 圧力

表 4.2-49 漏水量試算表

water loss table						
comparison of water losses relating to pressure and orifice diameter of the leakage hole						
bar	diameter [mm]	l/min	l/hour	m ³ /day	m ³ /month	m ³ /year
10	2	7	420	10	305	3,650
	4	27	1,620	39	1,190	14,230
	6	60	3,600	86	2,623	31,390
	8	100	6,000	144	4,392	52,580
8	2	7	390	9	274	3,280
	4	23	1,380	33	1,006	12,040
	6	50	3,000	72	2,196	26,280
	8	85	5,100	122	3,721	44,530
6	2	5	288	7	213	2,550
	4	18	1,080	26	793	9,490
	6	40	2,400	58	1,769	21,170
	8	70	4,200	101	3,080	36,880
4	2	4	228	5	152	1,820
	4	14	840	20	610	7,300
	6	32	1,920	46	1,403	16,790
	8	55	3,300	78	2,409	28,830
3	2	3	192	5	138	1,650
	4	12	720	17	516	6,190
	6	27	1,620	39	1,164	13,920
	8	48	2,880	69	2,073	24,870
1.5	2	2	108	3	75	900
	4	7	420	10	300	3,600
	6	15	900	21	648	7,776
	8	27	1,620	39	1,164	13,968

出典: IWSP プロジェクト

5) 漏水調査実施件数と結果

2013年11月から2014年6月まで漏水調査結果は、表4.2-50に示すとおりである。El Mahalla El Kobra 郡及び Tanta 郡は2014年6月の時点では未実施である。

表 4.2-50 GHAPWASCO の戸別音聴調査件数とその結果

支所	作業員数	戸別漏水調査実施件数	漏水箇所							作業日数	推定漏水量 (m ³ /日)
			合計	各戸接続			本管				
				鋼	PVC	その他	鋼	PVC	その他		
Zefta	2	4,100	18	7	8	0	1	2	0	60	103.70
El Santa	4	3,581	33	13	13	0	0	7	0	55	522.70
Bassyon	2	3,100	14	3	9	0	1	1	0	45	355.64
Kotor	2	3,462	16	2	12	0	0	2	0	60	141.10
Kafr El Zayat	2	5,180	53	3	42	0	0	8	0	45	508.32
Samanod	2	2,900	44	5	12	2	3	4	18	40	550.08
合計	14	22,323	178	33	96	2	5	24	18	305	2,181.54

出典:プロジェクトチーム

6) 今後の基本方針

HCWW は GHAPWASCO に対し、2014年3月に1年以内に全ての各戸接続のための給水管に対し戸別音聴漏水調査を実施するように公式レターを発行した。公式レターの発行前に、HCWW と GHAPWASCO は実際の戸別音聴調査の作業工程と作業人員について協議し、給水地区の全戸数を1年以内に完了する事は困難であると理論的に説明し、HCWW も5ヶ年計画の内容で合意した。

(2) 県外普及へ向けた取り組み

GHAPWASCO の C/P チームはエジプト内の上下水道公社及び水道関連企業と2012年9月30日から10月4日にかけて特別ワークショップを実施した。これは C/P チームが漏水防止関連機器を扱う企業へコンタクトし、ワークショップを共同開催したものである。ここで現在のプロジェクト活動内容を他の上下水道公社へ知らせ、将来の NRW 削減活動についての意見交換をした。

➤ 参加水道公社及び企業

Gharbia 県、Giza 県、Alexandria 県、Red Sea (Al Bahr Al Ahmr) 県、Menia 県、Sohag 県、Kafr El Shiekh 県、Qina 県、民間企業 UPS (Utilities and Positioning Systems)。

➤ 意見交換の結論

- ✓ 継続的な無収水削減活動が必要である。
- ✓ NRW 削減活動のための組織編成が必要である。
- ✓ NRW 削減のための基本戦略と具体的なアクションプランが必要である。

4.2.5.2 MCWW

MCWW も第2期(2012年1月)以降、他の郡への普及活動を実施しており、普及戦略活動

は以下のとおりである。

1) NRW 削減活動 5 ヶ年計画

NRW 削減活動 5 ヶ年計画が 2013 年 7 月に完成した。その計画内容は、GHAPWASCO と同様である。

2013 年 11 月、MCWW 内の全支所で 5 ヶ年計画の NRW 削減活動を開始した。MCWW は静かな環境である村落地区から戸別音聴調査を開始した。HCWW から 1 年以内に漏水調査を完了するように 2014 年 3 月に公式レターが発行され、MCWW は 5 ヶ年計画から 1 年計画へと計画変更した。

2) NRW 削減活動 1 年計画の策定

MCWW は JICA 専門家のサポート無しで、5 ヶ年計画をもとに 1 年計画を作成し、2014 年 8 月に総裁へ提出した。5 ヶ年計画と 1 年計画の比較は下記のとおりである。

表 4.2-51 5 ヶ年計画と 1 年計画の比較

	1 年計画	5 ヶ年計画
運営主体	MCWW	MCWW と本プロジェクト（導入時）
漏水調査工期	1 年	5 年
目標郡	ミヌフィア県全体	El Sadat 郡を除くミヌフィア県
作業員総数	10 支所の 80 作業員	8 支所の 8 作業員、8 補助員
支所への供与機材	- 音聴棒：80 セット - 支所に漏水探知器：4 セット - NRW 部に漏水探知器：1 セット（全支所に漏水探知器を供与予定）	- 音聴棒：20 セット - 支所に漏水探知器：4 セット - NRW 部に漏水探知器：1 セット

出典:プロジェクトチーム

3) 漏水調査結果

MCWW における NRW 部署は、USAID から提供された数式によって漏水量を推定していたが、JICA 専門家との協議の中で USAID の方法よりも比較的簡単な IWSP から提供された表を適用することとした。

2013 年 11 月から 2014 年 3 月までの活動結果は、表 4.2-52 に示すとおりである。しかしながら MCWW の報告は、戸別音聴調査済み件数、推定漏水量、漏水管種などについてあいまいなものであった。そのため、推定漏水量は Berket El Sb'a 郡において実際に漏水をしたパイプの孔口径を利用し、その孔口径の推定漏水量をすべての漏水量の試算に利用した。

表 4.2-52 MCWW の漏水調査結果

支所	作業員数	戸別漏水調査実施件数	漏水箇所			作業日数	推定漏水量 (m ³ /日)
			合計	各戸接続	本管		
Tala	2	4,000	1	1	0	40	13.7
El Shohada	2	800	14	14	0	8	191.5
Berket El Sab'a	2	3,200	18	18	0	32	326.9
Quesna	2	2,400	11	11	0	24	150.5
Shebeen El Kom	2	2,400	18	18	0	24	246.2
Ashmoon	2	1,600	1	1	0	16	13.7
El Bagoor	2	3,200	7	0	0	32	95.8
Menouf	2	1,600	1	0	0	16	13.7
合計	16	19,200	71	71	0	192	1,051.9

出典:プロジェクトチーム

4.2.5.3 NRW 削減活動を県内に展開するための必要な措置

GHAPWASCO 及び MCWW では、本部の協力なく漏水箇所の絞り込みができるように、各支所への漏水探知器の購入を予定している。また、県内全域で調査を行うためには、移動手段の確保も必要である。現時点では、各支所には漏水探知に係る専用車はない。各支所で機材と調査のための移動手段を確保することにより、より効率的かつ現実的な県内展開が可能となる。

現在、各支所の調査結果は、手書きのレポートで本部へ報告され、本部でこれらを分析している。中期的には、支所で調査結果を PC へ入力し、分析結果を本部へ報告するシステムが期待される。各支所が、漏水の原因究明と対策を講じることが出来るようになると、より一層支所の自発性が増し、県内全域での NRW 削減活動が確実に定着すると考えられる。

4.2.6 費用便益分析

(1) 費用便益分析のシナリオ

NRW 削減活動の有効性を判断するため、プロジェクトチームは下記に示すとおり 2 つのシナリオで費用便益を分析した。

表 4.2-53 費用便益分析のシナリオ

シナリオ	内容
シナリオ 1 小規模 DMA 内のみ活動する場合	パイロット地区の継続 測定対象地区の水理的分離化地区作成 配水量分析 各 8 支所で 4 つのパイロット地区を実施 パイロット地区の配水量分析のよって平均された削減量を適用
シナリオ 2 漏水調査のみの活動する場合	5 ヶ年計画実施 配水量分析と水理的分離化地区作成を除外 5 ヶ年計画で暫定的に実際の削減量を適用

出典:プロジェクトチーム

1) 単価分析

プロジェクトチームは単価について協議し、下記の条件で単価を適用した。

- a) 機材費：JICA が供与した漏水探知機器を 10 年の減価償却期間で検討する。
- b) 流量測定ピット：流量測定ピット建設費は、パイロット地区での実績から算定する。
- c) 労務費：労務費は C/P チームへの聞き取りから推定した。
- d) その他雑費：修理費は上下水道公社の実績によるもの。車両調達は含めず、燃料費のみ計上する。
- e) 水生産費：C/P チームへの聞き取りから算出。1m³あたり 1.0 LE。

(2) 分析結果

1) シナリオ 1

シナリオ 1 は、プロジェクトで実施したように、水理的分離地区で消費水量測定及び流量測定を実施し漏水防止量を確認する方法での試算である。

本プロジェクトの実績から 4 つの測定対象地区の作業が終了するのに 1 年を要すると推定した。試算した結果、総支出が年間収益を超えていることが示された。理由の 1 つとして、仮定した DMA のサイズが小さかったことが挙げられる。今回プロジェクトの測定対象地区の規模は指導上の目的のため小規模にした。結果として、収益額が少なく見積もられ、効果が分かりにくいものとなった。一方、広範囲の DMA を作り、多くの漏水を発見することで、上下水道公社は年間支出を賄うことができるようになる。ただし、現在のネットワーク条件や、水道メータの状況によっては、大規模な測定対象地区で実施することが難しいことも予想される。このことは、今後の上下水道公社の 1 つの検討課題である。

表 4.2-54 シナリオ 1 の分析

Item	Quantity	Unit	Notes
I. Expenses			
1 Equipment Cost			
Cost of equipment provided by JICA	790,077	LE	
Cost of equipment provided by Water Company	32,000	LE	
Total equipment cost for 10 years	822,077	LE	As depreciation period of 10 years
Total equipment cost for 1 year	82,208	LE	
2 Chamber cost			
Unit cost of chamber	17,000	LE	
Number of required chamber	32	pcs	
Total chamber cost for 1 year	544,000	LE	
3 Labor Cost			
Average labor cost for each working day	75	LE	
Number of working labors in head quarter	4	person	
Number of working days in head quarter	260	day	Full time
Number of working labors in 8 branches	16	person	
Number of working days in branches	104	day	Average 2days per week
Total labor cost for 1 year	202,800	LE	
4 Others Miscellaneous Cost			
Fuel for car	9,600	LE	2LE*50L*12months*8branches
Repair cost of leakage	32,000	LE	200LE*20pcs*8branches
Total miscellaneous cost for 1year	41,600	LE	
Total Expense for 1 year	870,608	LE	a)
II. Revenue			
Average saved amount for 1 DMA	33	m ³ /day	
Saved amount in 32 areas per day	1,056	m ³ /day	
Saved amount in 32 areas per year	385,440	m ³ /year	
Production water cost	1.0	LE/m ³	
Total revenue for 1 year (Cost Reduction)	385,440	LE	b)
III. Cost Recovery Period			
a) / b)	2.26	year	

出典:プロジェクトチーム

2) シナリオ 2

シナリオ 2 は、5 ヶ年計画の結果に基づいた試算である。GHAPWASCO が 6 支所において 8 か月間活動を継続した漏水調査における漏水削減量の結果をもとに分析した。

表 4.2-55 に示すとおり、シナリオ 2 の分析結果では、0.41 年という明らかなスピードで年間総支出額を回収できる。この 5 ヶ年計画に基づく NRW 削減活動は、GHAPWASCO と MCWW はもとより、全国の上水道公社にとって、有収水量の増加、コスト削減において有益であると言える。

表 4.2-55 シナリオ 2 の分析

Item	Quantity	Unit	Notes
I. Expenses			
1 Equipment Cost			
Cost of equipment provided by JICA	790,077	LE	
Cost of equipment provided by Water Company	32,000	LE	
Total equipment cost for 10 years	822,077	LE	As depreciation period of 10 years
Total equipment cost for 1 year	82,208	LE	
2 Labor Cost			
Average labor cost for each working day	75	LE	
Number of working labors in head quarter	4	person	
Number of working days in head quarter	260	day	Full time
Number of working labors in 8 branches	16	person	
Number of working days in branches	104	day	Average 2days per week
Total labor cost for 1 year	202,800	LE	
3 Others Miscellaneous Cost			
Fuel for car	9,600	LE	2LE*50L*12months*8branches
Repair cost of leakage	35,600	LE	200LE*178pcs at 6 branches
Total miscellaneous cost for 1year	45,200	LE	
Total Expense for 1 year	330,208	LE	a)
II. Revenue			
Average saved amount per day	2,182	m ³ /day	Result of 8 months at 6 branches
Saved amount per year	796,262	m ³ /year	
Production water cost	1.0	LE/m ³	as cost reduction
Total revenue for 1 year (Cost Reduction)	796,262	LE	b)
III. Cost Recovery Period			
a) / b)	0.41	year	

出典:プロジェクトチーム

4.3 WDM 活動

4.3.1 基本方針

4.3.1.1 WDM 活動の基本方針

(1) プロジェクト目的と成果

- シャルキーヤ県、ガルビーヤ県、ミヌフィア県のモデル地区・施設において上水道施設の運営維持管理能力が向上する。
- エジプト国における先進的な取り組みとして、SHAPWASCO の配水管理に係る能力が強化される。

上述目的の達成を目的として、以下の活動を実施した。

- 配水管網の流量と水圧を、適正且つリアルタイムに監視する。
- 監視データに基づき、水需要を時間毎、日毎及び月毎に分けて分析する。
- 運転データ及び計測データを分析し、運転操作、保守作業、経営管理等に活用する。

(2) アクションプランに基づく WDM 活動の実施

本プロジェクトの WDM 活動は、表 4.3-1 に集約される。

表 4.3-1 アクションプランに基づく WDM 活動の実施内容

活動	活動項目	活動内容	実施時期
1	配水管理の方法の論議及び現況調査		2011 年 6 月～ 2011 年 11 月
1-1	WDM チームを編成する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ WDM チーム職員の選定。 ➤ WDM チームの編成。 	2011 年 6 月
1-2	配水管理に関するデータ（流量・水圧・水質等）を分析する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ シャルキーヤ県全体における配水管理状況の整理。 ➤ パイロット地区の候補地選定とパイロット地区における配水管理状況の整理。 ➤ 流量・水圧の分析と課題の抽出。 	2011 年 6 月～ 2011 年 11 月
1-3	Rod El-Farag 表流水浄水場及び South Giza 表流水浄水場に導入された SCADA システムの調査とその評価を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ カイロ（Rod El-Farag 表流水浄水場）、ギザ及びダカリア県において、既存 SCADA システムの運用状況を調査する。 ➤ 配水管理用モニタリングシステムに対する国内業者（Giza System）の体制や技術能力を調査する。 	2011 年 7 月
1-4	SHAPWASCO における最適な配水監視システムの検討を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水管理活動の目的と監視項目の確認。 ➤ 配水管理活動により期待される効果の確認。 ➤ 現実可能な配水管理方法の議論。 	2011 年 9 月～ 2011 年 11 月
2	配水管理活動に係る研修を行う。		2011 年 9 月～ 2011 年 10 月
2-1	配水管理方法に係る研修（目的・管理項目）を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Action1-4 の協議を通じた目的や管理項目の検討。 ➤ 配水管理活動に係る内部ワークショップの実施。 	2011 年 9 月
2-2	配水管理方法に係る研修（機材・施設）を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Action1-4 の協議を通じた実施事項の検討。 ➤ 配水管理に必要な様な機材と活動の検討。 	2011 年 10 月
3	配水管理活動計画の策定		2011 年 9 月～ 2013 年 3 月
3-1	アクションプランを立案する。	➤ パイロット地区候補地でブロック化を試行	2011 年 9 月～

活動	活動項目	活動内容	実施時期
		<ul style="list-style-type: none"> する。 ➤ Action3-2～3-5 で展開される計画を整理する。 ➤ パイロット地区における活動計画について JICA と協議・確認を行う。 ➤ アクションプランの準備。 	2012年12月
3-2	パイロット地区選定基準を整理する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ パイロット地区候補地の比較検討。 ➤ パイロット地区選定基準の整理。 	2011年9月～ 2012年7月
3-3	パイロット地区を選定する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ パイロット地区の予備選定。 ➤ 実行可能な投入計画の検討。 ➤ パイロット地区の最終選定。 	2011年12月～ 2012年7月
3-4	機材調達及び設置計画の概要を整理する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 監視項目の選定。 ➤ データ伝送及びデータ管理システムの検討。 ➤ 必要な機材の予備検討。 	2012年3月～ 2012年7月
3-5	ブロック化を含め、機材設置の準備を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Action3-1 で実施された配水管理区画ブロック化の試行成果に基づき、配水管理区画を決定する。 ➤ 配水状況監視を目的とした計装機器設置場所の検討。 	2012年3月～ 2012年12月
3-6	機材仕様書（調達手順書）を準備する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水監視システムを構築する候補機材の整理。 ➤ 配水監視システム候補機材の仕様検討。 ➤ 機材仕様書の準備。 	2012年2月～ 2012年10月
3-7	機材調達を支援する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水監視システム機材とその仕様について JICA と協議を行う。 ➤ 入札に向けた仕様書の準備。 	2012年7月～ 2013年3月
3-8	配水ブロックにおける目標流量・水圧・水質を検討する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ パイロット地区におけるケーススタディの実施（夏季、冬季における配水流量・水圧の比較検討）。 ➤ パイロット地区における最大配水可能量の確認。 	2012年7月～ 2012年12月
3-9	配水ブロックの状況調査を実施する。（夏季）	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 夏季と冬季における、配水量と水圧の試算。 ➤ 夏季と冬季における、水圧の確認（実測）。 ➤ 2011/2012年にかけての給水苦情件数調査 	2012年6月～ 2012年12月
3-10	配水ブロックにおける目標流量・水圧・水質を検証する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Action3-8 及び 3-9 の活動と並行した、パイロット地区で必要となる配水量と水圧の確認 ➤ 井戸の水質確認 	2012年12月
3-11	本邦研修の実施	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水管理活動に係るにおける本邦研修の実施（受入機関：横浜市、さいたま市及び横河電機株式会社） 	2012年10月～ 2012年11月
4	モデル地区へ配水管理機材を設置する。		2012年7月～ 2014年7月
4-1	配水管理用モニタリング施設の建設準備	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 中央監視棟の建設 	2012年7月～ 2013年4月
4-2	通信システムを準備する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 通信事業者との契約、及び無線ルーター用 SIM カードの準備 	2012年7月～ 2013年4月
4-3	SHAPWASCO による流量計チャンバーの建設	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 超音波流量計設置に向けた、流量計チャンバーの建設 ➤ 圧力計接続配管の設置 	2012年7月～ 2013年4月
4-4	JICA による機材調達の実施	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 配水監視システム・機材の入札 ➤ 配水監視システム・機材の輸送 	2012年10月～ 2013年4月
4-5	配水管理機材を設置する。	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 機材納入業者による据付工事への助言 ➤ SHAPWASCO による機材の据付 ➤ 機材納入業者によるソフトウェアの動作確認 	2013年4月～ 2014年7月

活動	活動項目	活動内容	実施時期
5	配水監視システムを運用する。		2013年6月～ 2015年4月
5-1	井戸施設を運用する。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 井戸施設運転中における配水圧の記録 ➢ WDM チームの提言に基づく井戸運用方法の修正 ➢ 井戸施設における最適な運用計画の立案 	2014年3月～ 2015年4月
5-2	配水流量・水圧の遠隔監視を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 配水監視システム上に表示される配水流量・水圧をリアルタイムで監視する。 ➢ 配水管網で十分な水圧が確保出来るよう、井戸及び浄水場の運用計画を立案する。 	2014年3月～ 2015年4月
5-3	監視データに基づき、浄水場の配水ポンプを操作する。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 配水監視システムを使用した、配水流量・水圧の点検 ➢ 蓄積された配水流量・水圧データと WDM チームの提案に基づく施設運用方法の修正 ➢ 最適な施設運用計画を立案する 	2014年3月～ 2015年4月
5-4	収集データを分析する。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ データに基づく水需要（日毎、時間毎及び月毎）の分析 ➢ 低給水圧の分析、ならびに配水量との関連の調査 ➢ 浄水場の能力分析 ➢ SHAPWASCO の施設整備計画の見直しと課題の抽出 	2014年3月～ 2015年4月
6	配水管理に係る SOP を作成する。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ドラフト SOP の準備 ➢ ドラフト SOP の試行 	2014年2月～ 2014年11月
7	モニタリングシステムの運用状況及び SOP の活用状況を評価する。	<ul style="list-style-type: none"> ➢ ドラフト SOP の試行を通じた SOP 最終化。 ➢ 配水監視システム運用に対する評価と課題の抽出 	2014年11月～ 2015年4月
7-1	配水管理活動の有効性及び効率性を評価する	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 配水管理に係る運用コストの検討 ➢ 配水管理活動に対する効率性と有効性の評価 	2014年11月～ 2015年4月
7-2	インタビュー調査の実施	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 監視地区における顧客からの意見調査の実施 	2014年11月～ 2014年12月

出典：プロジェクトチーム

(3) 業務指標 (PI) 改善

1) WDM 活動実施の背景

表 4.3-2 に示すとおり SHAPWASCO は、シャルキーヤで平均 170LCD の単位給水量を配水しており、エジプト国で規定される基準値を上回っている。その一方で、県内各地で、給水量・給水圧の不足が問題視されている。

表 4.3-2 シャルキーヤ県での平均配水量 (LCD)

項目	水量	シャルキーヤ県の人口	備考
年間総給水量 (m ³ /年)	362,210,861	5,824,852	エジプト国基準で規定される平均一人一日給水量 (LCD) は次のとおりである。 - 都市部：200 LCD - 郡部：165 LCD - 5万人当りまでの村落：135 LCD 注記： 1. 上述単位給水量は漏水を含むものとする。 2. 平均給水量は都市部人口が 1/3、郡中心部人口が 1/3、残りが村落部人口と仮定した計算結果 (166LCD) である。
一日平均給水量 (m ³ /日)	992,358		
エジプト国基準で計算した平均一人一日給水量 (LCD)	166 (注記 2 参照)		
平均配水量 (LCD)	170		

注記) 2010 年から 2011 年までのデータ。

出典: SHAPWASCO

シャルキーヤ県の県庁所在地は Zagazig 市であり、同県の約 60%の人口が集中する。同市においても給水量・給水圧の不足が問題視されており、市民の苦情が多く寄せられている。SHAPWASCO では、地域経済の中心であること及び給水人口が多いことから、Zagazig 市の配水改善を優先課題にしている。

同市を例にした配水状況を表 4.3-3 に整理する。なお、同市の平均給水量は 360LCD であり、エジプト国基準である 200LCD を大きく上回る。

表 4.3-3 2011 年の Zagazig 市内における配水状況

項目		流量 / 人口
給水量 (m ³ /日)	[Zagazig 表流水浄水場]	
	- 新旧施設の総計画浄水量	91,000
	- 平均給水量	76,218
	[井戸施設]	
	- 平均給水量	49,029
	[合計]	
	- 平均給水量の合計	125,247
2011 年の Zagazig 市人口 (人)		348,000
Zagazig 市の平均一人一日給水量 (LCD)		360

出典: SHAPWASCO

配水手法が十分に管理されていない場合、水需要や上水施設能力を勘案せぬまま、無計画にネットワークへ水を供給してしまう危険性を秘めている。SHAPWASCO は、この状況が、水需要者から苦情を招いていると推測した。2010 年から 2011 年における、シャルキーヤ県の低水圧及び断水に係る苦情件数を表 4.3-4 に示す。

表 4.3-4 2010 年から 2011 年における低水圧及び断水に係る苦情件数

地域	断水の苦情件数	低水圧の苦情件数
全県	9,296	1,832
Zagazig 市	968	350

注記)

1. 本記録は 2010 年から 2011 年の集計データによる。
2. 上述苦情はホットラインに寄せられた内容に基づくものである。

出典: SHAPWASCO

この状況下、SHAPWASCO には、次の調査と平等な配水に係る対策が求められた。

- 水需要を月毎、日毎及び時間毎に適切に分析し、結果を把握する
- 水需要者へ十分な水を配水できる能力があるかの確認をする。
- 配水管網の状況を確認する
- 配水管網における配水流量や水圧をリアルタイムに監視し、状況に応じた給水施設の運転モードを確立する

- 配水量とポンプ運転モードの現況を把握する。
- 水需要に応じたポンプ運用モードを検討する。
- 配水流量や水圧に係る分析データを活用し、改善計画を作成する。
- 実施すべき課題を抽出する。

以上より、配水管網における配水流量や水圧を適正に管理することを目的に、シャルキーヤ県で配水管理（WDM）活動が計画された。

2) 低水圧発生率

適切な配水管理を行うことにより、配水管網における必要水圧は確保される。したがって、業務指標（PI）による WDM 活動の評価に、給水圧がふさわしい。給水圧を記録し、次の手順で分析することにした。

- 配水管網に設置された圧力計で、基準を下回る（低水圧）時間をカウントする。
- 上述の低水圧の時間数を集計する
- 次式に基づき PI を算出する

$$\text{低水圧発生率} = \frac{\text{(低水圧が測定された時間総数)}}{\text{(水圧測定箇所} \times 365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間)}}$$

低水圧とみなす基準は、公式な基準書に則った最低給水圧にすべきであるが、エジプト国基準は当該水圧を規定していない。したがって、プロジェクトチームは SHAPWASCO 及びステアリングコミッティでの議論から、SHAPWASCO 内規の「1 Bar」に設定した。

3) 苦情件数

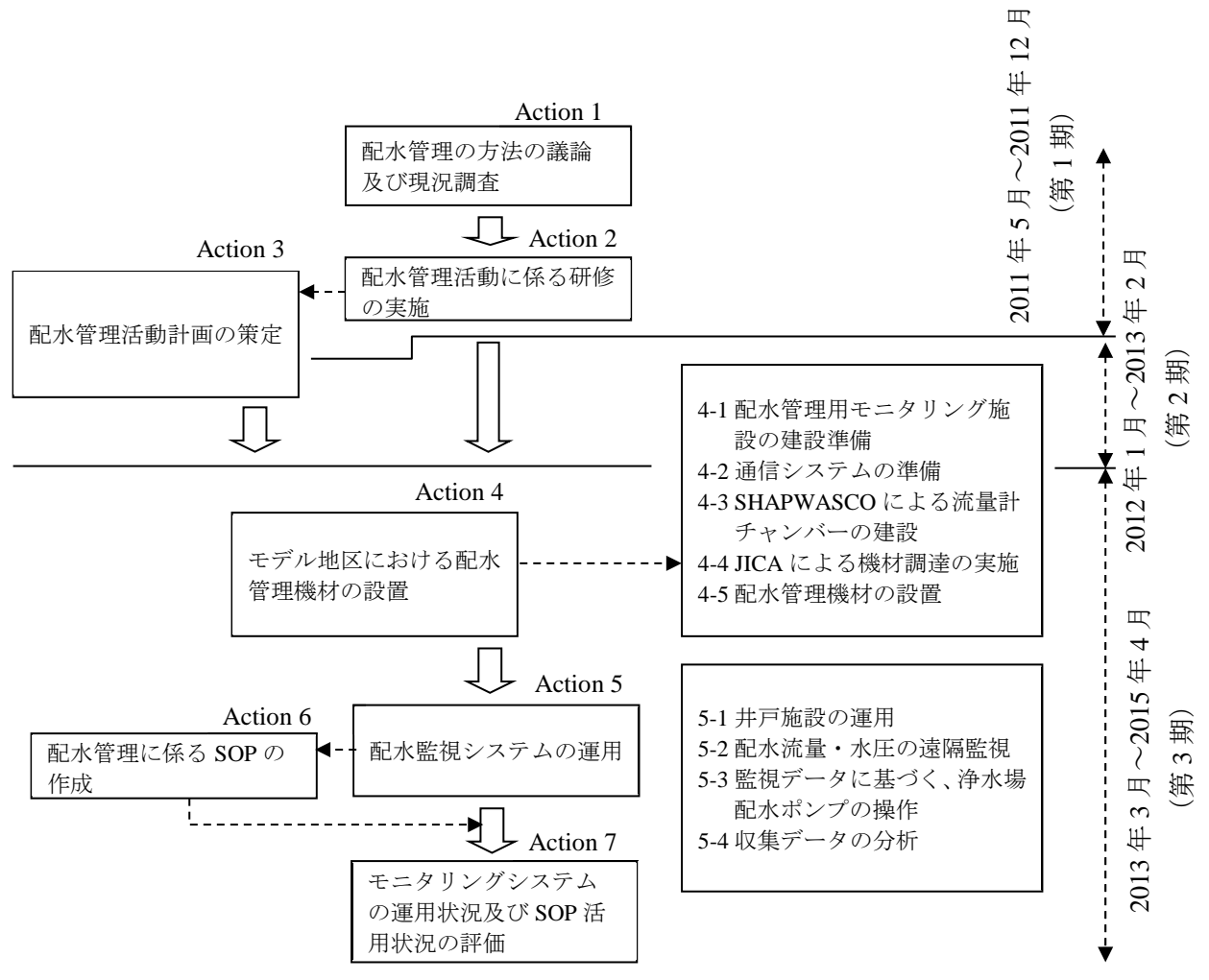
上水施設からの配水が適正に維持された場合、断水や低水圧に係る苦情件数は減少すると想定される。したがって、苦情件数は低水圧発生率と同様に PI としてふさわしい。水道施設関連の苦情は、SHAPWASCO に設置されているホットラインに寄せられるため、次の手順による分析が有効となる。

- 断水及び低水圧に係る苦情件数（ホットラインのデータ）の集計
- 水道メータ接続件数（水需要者）の確認
- 次式に基づき PI を算出する

$$1,000 \text{ 接続件数あたりの断水および低水圧における苦情件数} = \frac{\text{(断水および低水圧における苦情件数)}}{\text{(1,000 接続件数)}}$$

4.3.1.2 WDM 活動の実施手順

プロジェクトチームは第 1 期（2011 年 5 月～2011 年 12 月）に WDM 活動に係るアクションプランを立案し、計画に基づく活動を第 2 期（2012 年 1 月～2013 年 2 月）、第 3 期（2013 年 3 月～2015 年 4 月）を通じて実行した。WDM 活動の実施手順を図 4.3-1 に示す。



出典：JICA 専門家

図 4.3-1 WDM 活動の実施手順

4.3.2 アクションプランに基づく WDM 活動の成果概要

4.3.2.1 Action-1 配水管理の方法論の論議及び現況調査

(1) Action-1 の成果

SHAPWASCO は、「情報センター及び企画セクター」内に WDM チームと呼称される C/P チームを編成し、シャルキーヤ県における配水管理（流量、水圧、水質、管路の状況、苦情内容等）の現状分析やモニタリングに必要な機材等についての議論を開始した。Action-1 における活動の成果はサポーターレポーター S4.1 に要約される。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：パイロットプロジェクトシステム

配水流量・水圧の配水監視システムは、複数の計装機器、監視モニターや付帯する通信システム等から構成され、その導入には高額な費用が発生するため、即座にシャルキーヤ県全域に

同システムを展開することは非常に難しい。このような理由から、対象範囲を絞り込んだパイロットシステムでの実証が必要である。プロジェクトチームには、パイロットシステムによる WDM 活動の試行を通じて、その効果を検証することが求められる。

課題-2：配水区画のブロック化

水需要は地域によって異なるため、その需要に応じて平等に配水を行うためには、配水区画のブロック化が有効である。ブロック化により、各地区の水需要と配水量の分析・管理を実現可能になる。ブロック管理システムを導入するに当たり、SHAPWASCO は、配水管理区域（DMAs）に倣い、配水管網を複数の給水ブロックに分割しなければならない。

課題-3：配水ポンプの運用方法

WDM 活動の目的は配水管網における配水状態の連続監視のみならず、各地域の水需要に応じた配水流量・水圧の管理を行うことにある。SHAPWASCO は、パイロットプロジェクトを通じて、水需要の変化に応じた表流水浄水場及び井戸施設における配水ポンプの運用手法の確立に取り組むことが求められる。

4.3.2.2 Action-2 配水管理方法に係る研修の実施

(1) Action-2 の成果

Action-1 の活動と並行して、C/P チームは、日本人専門家の紹介するモニタリング手法と必要機材の参考事例を基に、配水管理の目的、活動内容、パイロットプロジェクトで必要となる機材等について議論した。このような議論を通じて、プロジェクトチームは Action-3 に向けた活動計画案を策定した。

(2) 今後対処すべき課題

C/P チームは WDM 活動や配水監視システムの構築に係る基礎知識を習得したが、これは机上の知識に過ぎない。プロジェクトチームは、配水監視システムの運用・活用状況の実例を本邦研修で習得し、実際のシステム運用に役立てる必要がある。

4.3.2.3 Action-3 配水管理活動計画の策定

(1) Action-3 の成果

プロジェクトチームは、Action-1 及び Action-2 の活動成果に基づき、サポーティングレポート S4.1 に示す活動計画案を、次の手順に従って策定した。

- 1) パイロット地区候補地区における配水状況の確認や選定方法の立案
- 2) 活動方針や投入計画に係る JICA との協議（2012 年 7 月実施：添付書類-5 を参照）
- 3) 活動計画案の最終化

また、WDM 機材は JICA より調達される。プロジェクトチームは上述活動計画の立案と並行して、WDM 活動に必要な機材の入札仕様書の準備を開始した。

パイロット地区候補として、県庁所在地の Zagazig 市、同市に準ずる Zagazig 郡、及び日本国の無償資金協力で浄水施設を整備した Hihya 郡の 3 地区が選定された。また、パイロット地区候補における配水状況を確認するに当たり、苦情件数の分析を実施した。同 3 地区の需要者数と苦情件数を表 4.3-5 に示す。

表 4.3-5 WDM 活動のパイロットプロジェクト候補地区の概要

地域	人口	苦情数						
		低給水圧	断水	漏水	水質	苦情総数	人口一人当たり苦情数	一人当たり苦情数の順位
Zagazig 市	363,867	350	968	347	216	2,891	0.008	1
Zagazig 郡	362,627	305	1,604	324	135	3,253	0.004	2
Hihya 郡	233,296	94	166	48	21	702	0.003	3

注：本記録は 2010 年から 2011 年の集計データによる。

出典：SHAPWASCO

上記に加え、施設等の整備状況や SHAPWASCO 全体へのインパクトを勘案し、表 4.3-6 のように Zagazig 市をパイロット地区として選定した。

表 4.3-6 WDM 活動におけるパイロット地区の選定

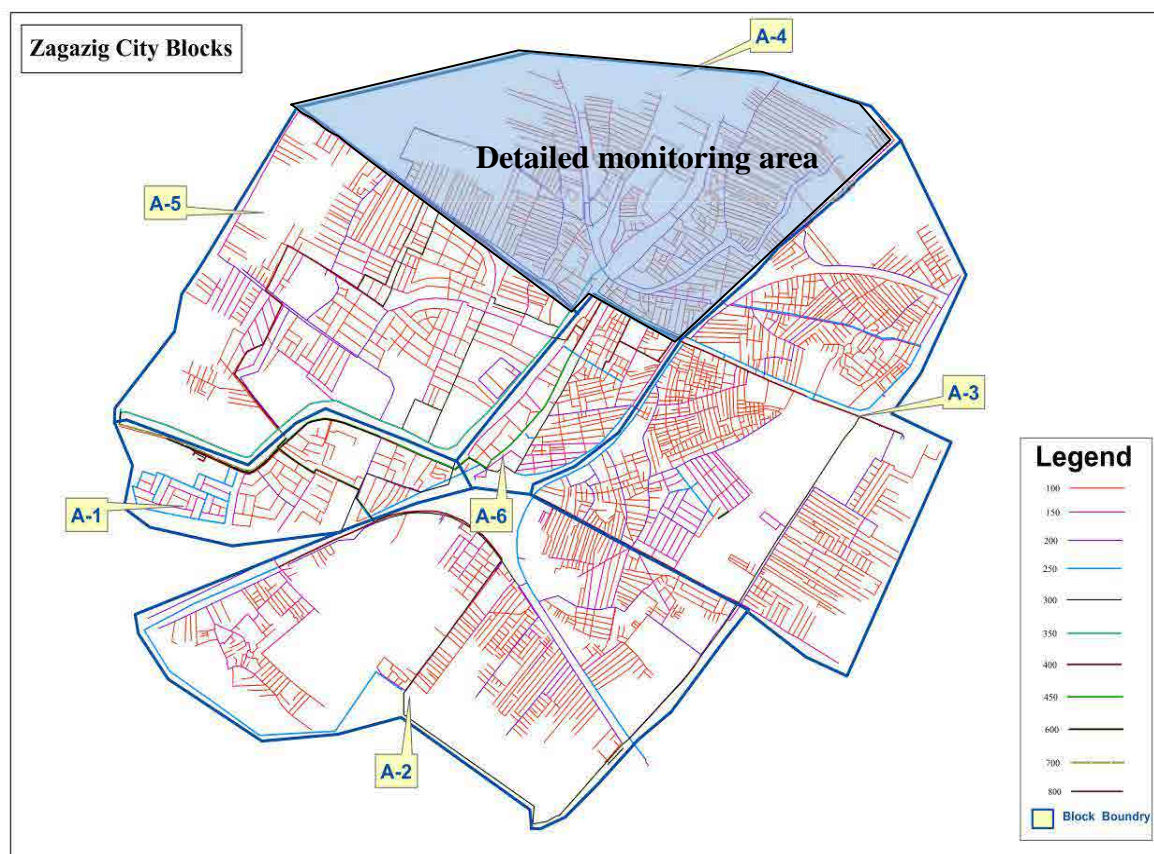
Zagazig	選定基準								合計
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	水需要者数	水需要者からの苦情	配水量	配水管理ブロックの形成	GIS 図面の整備状況	本部によるプロジェクト管理	広報効果	料金徴収	
Zagazig 市	3	3	3	2	3	3	3	3	23
Zagazig 郡	2	2	1	3	3	2	2	2	17
Hihya 郡	1	1	2	3	1	1	2	2	13

[各基準の採点]

- 水需要者数： 大-3 / 中-2 / 小-1 (コスト収益)
- 水需要者からの苦情： 大-3 / 中-2 / 小-1 (圧力、断水、漏水、水質)
- 配水量： 十分な量 / 中程度-2 / 十分でない量-1 (NOPWASD 設計基準との比較で)
- 配水管理区域の形成： 容易-3 / 可能-2 / 困難-1
- GIS 図面の整備状況： 完成-3 / もう直ぐ完成-2 / 未完成-1 (プロジェクトの実効)
- 本部によるプロジェクト管理: 容易-3 / 中程度-2 / 困難-1 (行動には多少の時間を要する)
- 広報効果: 大-3 / 中-2 / 小-1 (エジプト全土及びシャルキーヤ県)
- 料金収集: 悪い-3 / 普通-2 / 良い-1

出典: プロジェクトチーム

また、Zagazig 市内においては、配水管理するためのブロック化を検討した。管網解析や給水栓での水圧実測を通して各ブロックの配水状況を把握し、低給水圧が発生しやすいと考えられる A-4 地区を詳細監視地区に指定した。Zagazig 市の配水ブロックを図 4.3-2 に示す。



出典: プロジェクトチーム

図 4.3-2 パイロット地区 (Zagazig 市) 及び詳細監視地区 (A-4)

Action-3 の活動期間中に、配水監視システムの運用・活用に対する具体的なイメージを向上させる取り組みとして、WDM チームを対象とした本邦研修を横浜市水道局、さいたま市水道局、横河電気株式会社で実施した。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1: モニタリング機材設置の準備

JICA 供与する WDM 活動に必要な監視機材を設置するため、SHAPWASCO は機材の据付に先立ち、次の準備を行う必要がある。

- 配水のブロック管理の実現を図るため、バルブで閉じられたブロックを構築する。
- 圧力計及び流量計の設置場所を詳細に選定する。
- 流量計設置のためのチャンバーを建設する。
- 圧力計接続用の引き込み管を敷設する。
- Zagazig 表流水浄水場内に中央監視棟を建設する。
- 通信事業者と契約を結び、無線ルーター間の通信環境を整備する。
- 全ての井戸施設にブルトン式圧力計を設置する。

課題-2：機材調達

WDM 活動機材を適切に管理するため、機材仕様書の作成や積算等、日本人専門家は JICA の調達作業を側面支援した。

4.3.2.4 Action-4 モデル地区における配水管理機材の設置

(1) Action-4 の成果

JICA が WDM 活動に必要な機材の調達を実施する一方、SHAPWASCO は機材設置に必要な流量計チャンバーの設置、水圧計接続用配管、中央監視棟の建設を行った。中央監視棟及び流量計チャンバー等は、2013 年 3 月に機材据付ができる状態になった。また、JICA が調達した機材は、2013 年 4 月（第 3 期活動初期）に SHAPWASCO へ納品された。

機材納入業者は、2013 年 4 月下旬から 5 月上旬に 3 名のスーパーバイザーを派遣し、機材の据付及びシステムの操作・保守に関する指導を実施した。しかし、データ取得及び情報処理システムに不具合のあることが判明した。

機材納入業者のシステム調整が実施され、2014 年 3 月、情報処理システム上に不具合が残っていたが、データ取得システムの運用を開始した。2014 年 7 月には、情報処理システムの不具合も解消された。なお、電力や携帯電話通信の不安定な状況が、システム調整の作業に大きな影響を及ぼした。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：Zagazig 表流水浄水場における計装機器の交換

表流水浄水場からの配水状況把握を目的に、プロジェクトチームは取水管と配水管に設置される既設流量計及び配水池に設置される既設水位計の使用を計画した。しかし、システム運用開始後、これらの計装機器の精度が不十分なことが明らかとなった。正確な配水管理を行うために、SHAPWASCO には流量計・水位計の交換が求められる。

4.3.2.5 Action-5 配水監視システムの運用

(1) Action-5 の成果

WDM 活動に必要な機材のシステム調整後（2014 年 7 月）、配水監視システムの本格的運用を開始した。プロジェクトチームはシステムを通じて取得したデータを以下の項目に従って分析し、Zagazig 浄水場および井戸の運転方法を修正する事を提案した。

- 低給水圧発生率
- ピーク時を含む A-4 地区の水需要（時間毎、日毎及び月毎）
- ピーク時を含む Zagazig 全体の水需要
- Zagazig 浄水場及び井戸施設の運転モード評価
- 施設整備に関する課題

2014年8月、SHAPWASCO 総裁の通達により、部門を超えて迅速な対応が可能な総合配水管理部所として C/P チームは再編成された。同部所は、WDM 部と呼ばれ、総裁の直下に位置付けられた。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：井戸施設職員との連携

WDM チームと井戸のオペレーターは、所属しているセクター（部署）が異なるため、それぞれのセクター長を通じた改善提案や情報交換が実施されている。直接的な連絡体制が構築されていないため、井戸ポンプ運転スケジュールの調整に時間がかかる。井戸のオペレーターとの緊密な連絡体制の構築が WDM 活動に欠かせないため、オペレーターのトレーニングを含む組織・体制整備が求められる。

この課題に対し、SHAPWASCO は、2014年8月の WDM 部設立と、2015年3月の井戸オペレーターへの携帯電話配布で対応した。WDM 部はオペレーターへの直接的なポンプ操作指導を開始したが、その連絡体制は端緒にすぎたばかりである。今後、開始された直接的な連絡体制を運用しつつ、課題を抽出し、より迅速で安定したものへ発展させていく必要がある。

課題-2：施設の改修及び修理

SHAPWASCO は水需要が高まる夏季の配水量確保のために、Zagazig 表流水浄水場及び井戸施設の修理を行う必要がある。ポンプ、コントロールパネルや井戸の損傷が著しく、同施設に対して運転モード変更を指示しても、施設が対応できない状況が散見される。修理をしない場合、ピーク時の配水量確保に係る改善は難しい。

4.3.2.6 Action-6 配水管理に係る SOP の作成

(1) Action-6 の成果

配水監視システム運用の過程で、プロジェクトチームは配水管理に係る SOP を作成した。SOP は主に水需要（流量）と圧力の分析に焦点を当てている。機材メーカーが準備した監視システムの操作・保守点検マニュアルと併用する事で、適切な SOP に整理された。

(2) 今後対処すべき課題

配水監視システムの操作及び SOP の活用状況の評価・改善のために、SHAPWASCO は、WDM 部の指示及び提言に応じた運転モード変更を継続する必要がある。また、システムの本格運用に向けて、井戸オペレーターとの連携を改善する必要がある。Zagazig 表流水浄水場を含めた統合的な給水・配水管理の体制構築が求められる。

4.3.2.7 Action-7 モニタリングシステムの運用状況及び SOP 活用状況の評価

(1) Action-7 の成果

2015年3月に JICA 専門家チームはシステム運用と SOP に関する評価を行った。活動を通じて、浄水施設職員の給水圧力監視の重要性に対する意識が改善された。しかし、限られた活動

期間の中、低給水圧率を完全にゼロにするレベルに至らなかった。評価の要約は次のとおりである。

- WDM 部の職員は、システムの操作と取得データの分析が行える技能を有しており、継続した活動とシステムの拡張を通じて、その技能が熟成される可能性が高い。
- 中央監視棟は Zagazig 表流水浄水場内に建設されており、浄水場のオペレーターとの密なコミュニケーションが可能である。浄水場側からの配水流量や配水圧力の直接監視頻度を更に高めることで、ポンプ運転方法を更に改善できると考えられる。
- WDM 部の職員は、システム導入の目的や効果的なシステム運用への協力を、井戸のオペレーターへ繰り返し説明・要請した。また、迅速な情報伝達のために、全ての井戸施設に携帯電話を支給した。このような働きかけは、井戸のオペレーターの意識改革や連絡体制構築に効果があった。
- 夏季の水需要が高まる時期の低給水圧発生率は、改善目標に到達しなかった。しかし、2014 年 11 月から 2015 年 3 月にかけての冬季には、水需要が落ち着くこともあり、改善効果が現れた。夏場の低給水圧の原因は、浄水場配水池の容量や設備の不具合等から、ピーク時に十分な量を配水できなかったことがあげられる。そのため、2015 年の夏までに施設や設備の改善が強く求められる。
- 1,000 接続件数あたりの断水および低水圧における苦情件数に増加傾向が見られたが、エジプト全土で頻発した停電の影響を受けた（停電で給水施設が休止した）ものと推測される。
- SOP の作成と並行し、プロジェクトチームは施設改修の必要性について SHAPWASCO 上層部へ報告・説明した。

(2) 今後対処すべき課題

課題-1：施設の改善及び修理

表流水浄水場や井戸からの配水能力はピーク時間帯に不足することが確認されている。損傷の著しい機器では必要とされる流量や圧力を確保することが困難なことから、WDM 部が適切な指示を行っても、施設自体がその指示に応えることができない。そのため、SHAPWASCO は施設の修理もしくは改善活動を促進しなければならない。

課題-2：配水監視システムの適切なメンテナンス

SHAPWASCO は、配水監視システム全般のメンテナンスに関し、2015 年 3 月に開始した配水監視システム拡張契約に含む形で現地サービス業者と契約締結した。契約したメンテナンス内容については、4.3.3.3 (8)に別記する。

プロジェクト期間中に業者の能力を確認することが出来なかったが、SHAPWASCO はプロジェクトの経験を生かし、率先してメンテナンス体制の維持・改善に務める必要がある。

課題-3：ナイルデルタ地域へのWDM普及活動

SHAPWASCOはWDMの展開活動を、Zagazig市から開始している（パイロット地区以外への拡張）。Zagazig市以外でも、主要浄水場に流量計を設置し、配水監視システムで監視する計画であるが、これは、浄水場の給水量の監視に留まる。そのため、Zagazig市におけるモニタリングシステムを整備した後、できるだけ早期にWDM活動の県内展開に取り組むべきである。なお、並行して、ナイルデルタの他県と情報共有することが求められる。

4.3.3 パイロット地区の成果

4.3.2.3で前述したとおり、Zagazig市をパイロット地区として選択した。パイロット地区におけるWDM活動の成果は、以下のとおりである。

4.3.3.1 配水現況調査

(1) Zagazig市の人口

人口データは、統計局（CAPMAS）のシャルキーヤ支所で収集し、表4.3-7に示すように、Zagazig市のベースライン人口は347,935人であった。

表 4.3-7 パイロットエリアにおける人口（2011年/2012年）

項目	単位	Zagazig市	A-4地区
面積	ha	1,336	260
行政人口	人	347,935	112,187

出典: CAPMAS

パイロットプロジェクトでは、できるだけ正確に一人当たりの需要量を計算するために、分析のベース人口を更新してきた。モニタリング期間中の人口増加の傾向は、表4.3-8に示すとおりであり、2011年から2012年に35万人だった人口が、2015年の初めには40万人へ増加した。（なお、Zagazig浄水場の配水地区である一部のZagazig郡の人口を含む）

表 4.3-8 パイロット地区の人口の傾向（人）

地区	2014年										2015年	
	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
Zagazig市	385,455	387,035	388,620	389,320	390,132	392,060	393,988	395,916	397,844	399,783	401,710	403,637
A-4地区	124,286	124,796	125,308	125,533	125,794	126,416	127,038	127,660	128,282	128,905	129,527	130,149

出典: CAPMAS

(2) Zagazig市における給水能力（浄水能力）と配水能力

1) Zagazig浄水場

プロジェクトチームは、SOP、ポンプの銘板、さらには浄水場のオペレーターからのヒアリングにより、Zagazig浄水場の現在の施設能力を表4.3-9のとおり確認した。最大浄水能力、最大配水能力共に、約91,000m³/日（1,060L/s）であるが、機器の劣化による故障やメンテナンスのため、実際の浄水量及び配水量は約80,000m³/日（930L/s）である。なお、ピーク時配水量は、

短時間であれば 1,000L/s のレベルが可能である。

表 4.3-9 Zagazig 浄水場の現状能力

項目	原水ポンプ				配水ポンプ		
	設置	設計能力	実際に可能な 運転	有効生産量 (10%の損失)	設置	設計能力	実際に可能な 運転
旧施設	150L/s×3 合計 450L/s	150L/s×2 合計 300L/s	150L/s×1 合計 150L/s	130L/s	130L/s×3 合計 390L/s	130L/s×2 合計 260L/s	130L/s×1 合計 130L/s
新施設	220L/s×5 150L/s×1 合計 1,250L/s	220L/s×4 150L/s×0 合計 880L/s	220L/s×4 または 3 150L/s×0 または 1 合計 810 - 880L/s	729 - 792L/s	200L/s× 5 130L/s× 1 合計 1,300L/s	200L/s×4 130L/s×0 合計 800L/s	200L/s×4 または 3 130L/s×0 または 1 合計 730 - 800L/s
合計	1,700L/s	1,100L/s	960 - 1030L/s	859 - 922L/s	1,690L/s	1,060L/s	860 - 930L/s

出典: プロジェクトチーム

2) 井戸施設

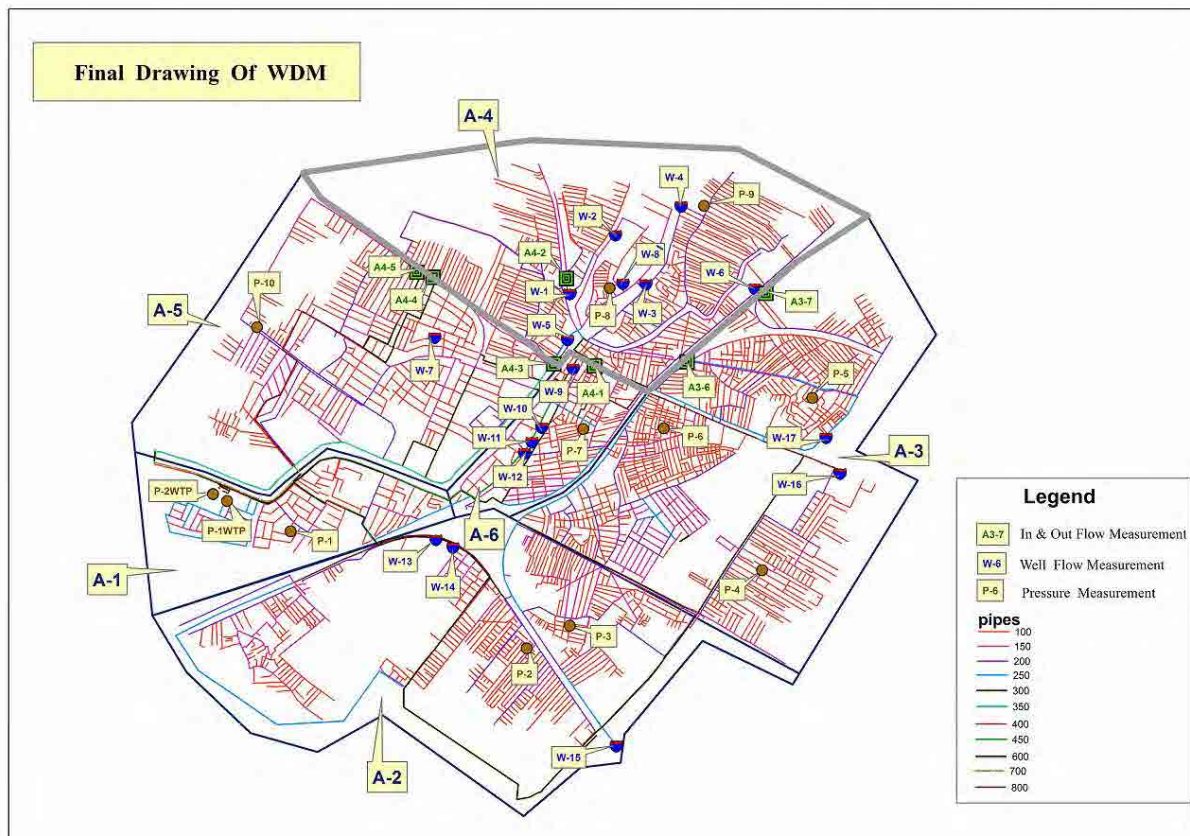
Zagazig 市には、18 箇所の井戸施設がある。複数の井戸の交互運転を基本に、需要に応じた配水が行われており、Zagazig 市全体での配水能力量は約 50,000m³/日と推定される。各井戸施設のポンプ能力は表 4.3-10、井戸施設の位置は図 4.3-3 に示すとおりである。

表 4.3-10 井戸の数及びポンプ能力

井戸施設番号 井戸番号	W-1	W-2	W-3	W-4	W-5	W-6	W-7	W-8	W-9
Well-1 (L/s)	50	15		40	50	40	40	50	40
Well-2 (L/s)	50	15		40	20		40		40
施設名	W-10	W-11	W-12	W-13	W-14	W-15	W-16	W-17	W-18
Well-1 (L/s)	40	40	40	40	20	20	25	50	40
Well-2 (L/s)			40		20		25	40	
Well-3 (L/s)							25		
Well-4 (L/s)							40		
Well-5 (L/s)							40		

注: W-3 はメンテナンスのため停止している。

出典: プロジェクトチーム



注: パイロットプロジェクトで計画された配水ブロックと共に井戸施設の位置を示している。W-“ “が井戸施設の位置である。

出典: WDM の C/P チーム

図 4.3-3 井戸施設の位置

3) 全体配水量

Zagazig 市における、井戸を含めた全体の公称生産能力は、141,000m³/日 (1,600L/s) である。実際の配水量ベースでは、すべての井戸ポンプが計画通りに運転されれば、130,000m³/日 (1,500L/s) となる。これは人口が 400,000 人の場合 325LCD、人口が 350,000 人の場合 370LCD 相当に値する。エジプト国基準と比較すると、Zagazig 市における給水（浄水）能力は十分といえる。

(3) 配水管網

プロジェクトチームは、第 2 期（2012 年 1 月～2013 年 2 月）で水理管網解析により配水管網の能力を確認した。管網解析は、表 4.3-11 に示す 4 つのケースで実施した。その結果、Zagazig 市内の既存配水管網は、需要に対して相応の圧力で配水できることがわかった。

- 一部エリアで、圧力 1.5bar 以下を示したが、既存配管網で浄水場から 1,200L/s、井戸施設から 800L/s を配水可能である。ただし、需要が 2,000L/s より多い場合、低給水圧エリアは増加する。（ケース 1）
- 需要が 1,770L/s もしくはそれより少ない場合、圧力が 1.5bar を確保できる。（ケース 2）
- 需要が 1,000L/s 未満となる冬のピーク外需要時では、井戸の運転を止めて浄水場だけで

Zagazig 市全体へ配水可能である。（ケース 3 及び 4）

表 4.3-11 能力検討のケース

ケース	条件	浄水場	井戸	市		郡	
				人口	LCD	人口	LCD
ケース 1	理想最大値	1200L/s	800L/s	380,400	433	26,600	300
ケース 2	ピーク時（現状最大能力）	1000L/s	770L/s	380,400	360	26,600	300
ケース 3	冬時 1（井戸運転なし）	1000L/s	0 L/s	380,400	210	26,600	180
ケース 4	冬時 2（井戸運転なし）	1200L/s	0 L/s	380,400	260	26,600	180

注 1: 需要は、時間最大流量であるが、理解し易いように LCD で表示している。

注 2: Zagazig 浄水場は Zagazig 郡の一部へ配水している。

出典: プロジェクトチーム

(4) 水理的分離化と配水ブロックの策定

Zagazig 市の配水管網は長年にわたり無計画に拡張され、ゾーニングの概念が導入されていない。配水ブロックシステムの構築が必要なため、プロジェクトチームは、将来の DMA 化も考慮しつつ、幾つかのケースで配水ブロック化を試みた。

1) 配水ブロック計画（第 1 回：12 地区、第 2 回：8 地区）

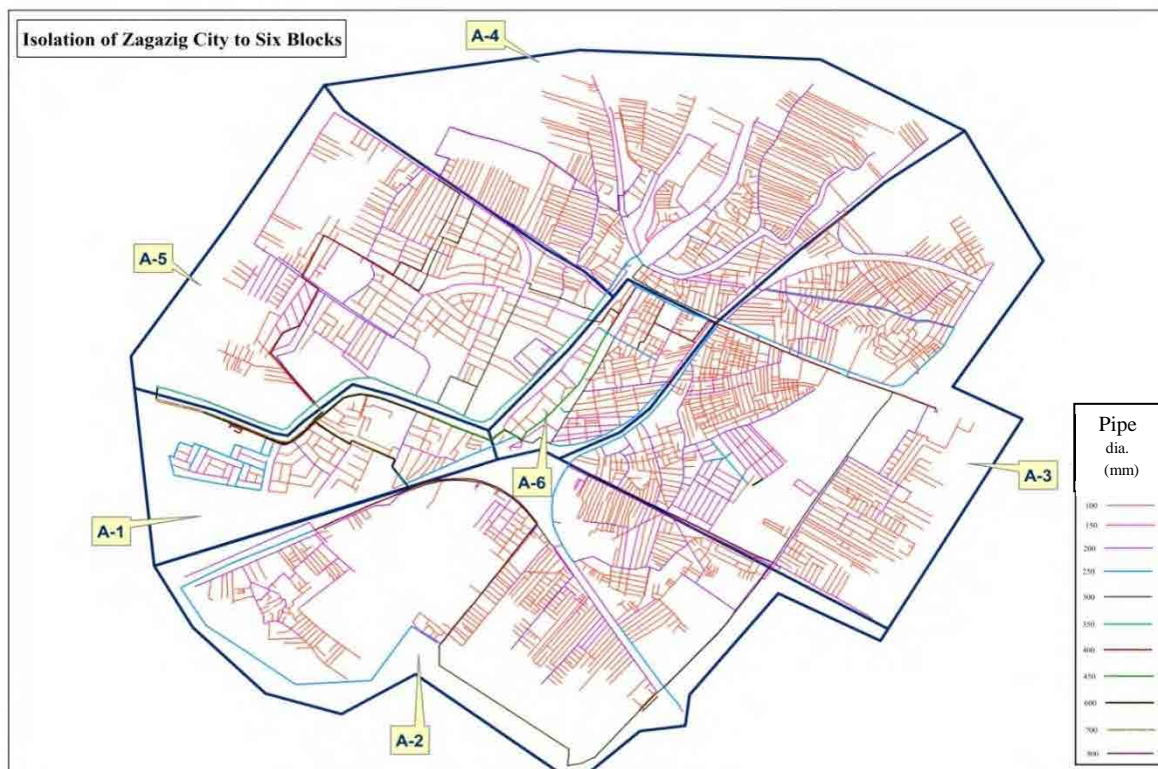
プロジェクトチームは、第 1 回計画として、以下の検討を実施し、全 12 地区でブロック計画した。

- C/P チーム、ネットワークマネージャー、JICA 専門家は、現場調査を通じて、既存配水管網の情報を修正した。
- バルブ開閉に関する現況調査は、ネットワークマネージャーの協力で行われた。
- 故障しているバルブは、ネットワークスタッフによって修理し、既存配水管網図面は GIS 部門により更新された。
- 水理解析により、配水ブロック化の実現性を検討した。
- 現場のバルブを閉じて、実際の水理的分離化を検証した。

水理解析上では、問題がなかったが、実際の現場での水理分離化トライアルでは、一部の地域で水圧低下を引き起こした。バルブ制御のみで、全 12 地区で適正圧力を確保することは難しかった。このため、配水ブロックを 12 地区から 8 地区へ修正し（第 2 回計画）、水理解析と現場での確認を改めて実施した。しかし、結果は 12 地区と同様、8 地区でも配水ブロック化は難しいと結論付けた。

2) 配水ブロック計画（最終計画：6 地区）

プロジェクトチーム及びネットワークマネージャーは、水圧低下を招かないよう注意しつつ、6 地区の配水ブロックへ見直した。プロジェクトチームは、3 月 6 日から現場での水理的分離化トライアルを開始し、ホットラインへの顧客クレームもないことを確認し、6 地区における配水ブロック計画を最終案とした。配水ブロック計画（最終案）を図 4.3-4 に示す。



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-4 配水ブロック計画（最終案：6 地区）

(5) 配水管網における現状圧力の確認

プロジェクトチームは、水理解析と実際の現場での圧力測定から、現状の管網圧力を確認した。現場での測定は、夏季（2012年6月）と冬季（2012年12月）に実施した。概要は以下のとおりである。詳細は、サポーティングレポート S4.3 に示す。

- 市の外れや浄水場から遠い地点では、水圧が低い傾向にある。
- 低水圧と規定した 1.0bar 以下を示す地区は、他の地区に比べ A-4 地区が多い。

4.3.3.2 パイロットプロジェクトの計画

(1) 初期計画（詳細投入計画策定前）

第1期の後半から第2期の前半（2011年9月～2012年6月）にかけ、プロジェクトチームは、パイロットプロジェクトの計画案の検討をした。

1) 方法

水道事業者は、適正な量、水圧、水質にて、使用者へ公平に提供しなければならないため、現状の水供給の状況を常時監視し確認することが重要である。

計測データは、地区毎に日報、月報、年報という形で集計することが必要であり、この集計データにより流量の日変動、月間変動、年間変動に関して把握することができるようになる。また、監視を通じて、配水状況の異常に気づき、事故等を防ぐ必要がある。

そのためには、常時計測とレポーティングが可能なシステム導入が必要であり、データ分析により運転方法や施設を適切なものに改善していくことが求められる。

2) システムの選定

配水ブロック管理では、計測地点での常時監視が必要であるが、これらを人力で対応することは困難である。そのため、現場の自動計測データを遠隔でモニタリングする手法が広く使われている。遠隔モニタリング導入により、小人数でより多くのデータ管理が実現できる。

データの通信には 24 時間の常時接続が必要で、方法として、無線、一般の有線電話網、携帯電話網の 3 種類が考えられる。このうち、無線については、通信許可の取得に時間を要するため本プロジェクトに不適切と判断された。また、有線電話も、加入手続きや電話線敷設に必要な期間が長いため、不適切と判断された。結果的に、通信費が比較的高くなるものの、迅速かつ臨機応変な対応が可能な携帯電話網（携帯電話網のデータ通信機能）を活用することにした。

プロジェクトでは、最重要要素である水量、水圧、水質を管網上で計測し、配水監視システムで集計・分析を行う。その結果を施設整備や改善へ活用する。

3) 期待される効果

期待される効果は以下のとおりである。

顧客満足

- 安全な水供給
- 顧客満足度の向上
- 不適切な状態や苦情に対する迅速対応
- 不適切な状態や苦情の防止

管理向上

- 漏水エリアの推定（量的判断）
- 盗水量の削減と防止（異常配水量による判断）
- 現状と将来の需要量推定
- 施設改善の提言
- 配水の効率化

4) 遠隔計測システムの導入

計測データを現場と中央監視棟の双方で表示できるように計画する。計測アイテムは、以下のとおりである。

- 流量（計測範囲 流速で-30m/s～+30m/s）
- 水圧（計測範囲 0～10bar）
- 残留塩素（計測範囲 0～2mg/L）
- 濁度（計測範囲 0～2NTU）

5) モニタリングシステムに必要とされる機材

プロジェクトチームは、配水地区の圧力低下を避けるため、バルブ制御のみによる配水ブロック化を避け、地区間の流量計測を併用した配水ブロック化を行い6地区に分割した。地区間の相互配水流量を計測するため、最終的に全19個の流量計が必要となった。その他、モニタリングシステムに必要とされる機材を表4.3-12のとおり選定した。

表 4.3-12 WDM 活動のために選定された機材（初期計画時）

番号	機材名	数量
1	超音波流量計	19 式
2	残留塩素計	19 式
3	濁度計	19 式
4	水圧計	19 式
5	テレメーター及び現場モニター	19 式
6	モニタリングシステム	1 式
7	データ収集用コンピューターサーバー	1 式
8	モニタリング用コンピューター	1 式
9	プリンター	1 式

出典：プロジェクトチーム

(2) 最終計画（詳細投入計画策定後）

2012年7月にJICA、HCWW、SHAPWASCO、プロジェクトチームが、目的、活動、投入に関する詳細な議論を実施し、以下のように方針を定めた。プロジェクトチームは、アクションプランとして詳細に活動内容を整理した。これらは、サポーティングレポート S4.2 へ添付する。

1) パイロット地区

Zagazig 市をパイロット地区に選定した。Zagazig 市では、浄水場と井戸の運転により給水が行われている。活動を通じ、効果的な浄水場ならびに配水池の活用法を検討する。さらに、A-4 地区でより詳細なモニタリングと分析を行う。

2) パイロットプロジェクトの成果

パイロットプロジェクトで期待される成果を以下に示す。なお、①本件が遠隔監視のパイロットであること、②監視項目や監視地点数は効果確認後に徐々に増加させるべきであること、③水質より水量に係る苦情が多いため水質監視の優先度が高いこと、から水質監視を優先事項から除外した。

- 水需要が把握される。
- Zagazig 浄水場の既存配水池が効果的に活用される。（ピーク時間帯の適切な配水量）
- Zagazig 浄水場の配水能力が最大限に引き出される。（浄水場の一定量配水をベースにした井戸の適宜運転）
- 浄水場部門、井戸部門、配水部門の一体的な運転・配水システムが確立される。
- 一人一日当たりの給水量、ピークファクター、需要パターン等の基礎データが収集・分析される。

3) 主な活動

成果を達成するための活動は次のとおりである。

水需要

- データ収集と分析（浄水場の運転データ、ポンプの運転データ、配水池の水位データ、水圧データ、井戸運転データ、気温等）
- 需要パターンの分析

配水池

- 需要に応じた配水池の有効利用
- 配水ポンプ運転モードの見直し
- 水需要に応じて増加した配水量と配水池水位の観測

Zagazig 浄水場

- 需要予測値に応じた浄水量の管理
- 水量変動を安定させた浄水量管理
- 浄水中の配水池の水位管理

一体的な運転

- 井戸施設の水圧測定と水圧による井戸ポンプ運転
- 浄水場部門、井戸部門、配水部門における協力体制の構築

基本情報

- 需要量の分析と SHAPWASCO の計画需要量の見直し

4) 投入

日本側投入

- Zagazig 市全体で 10 個の水圧計とテレメーターのセット（携帯電話回線による）
- A-4 地区で 14 個の流量計とテレメーターのセット（携帯電話回線による）
- 配水監視システム 1 式
- Zagazig 浄水場用の水圧計（新旧浄水場各 1 箇所）

エジプト側投入

- 井戸施設用ブルトン式水圧計
- 中央監視棟の建設
- 流量計設置用チャンバーの建設
- 水圧計への引き込み管
- Zagazig 浄水場内の既存計器から中央監視室までの配線工事
 - 既存配水池の水位計
 - 既存流量計（原水用）
 - 既存流量計（配水用）

- 新規に設置させる水位計

- 配水監視システムのメンテナンス
- 配水監視システムの運転維持管理費
- 流量計設置に伴う既存配水管の修繕工事

4.3.3.3 機材設置と施設

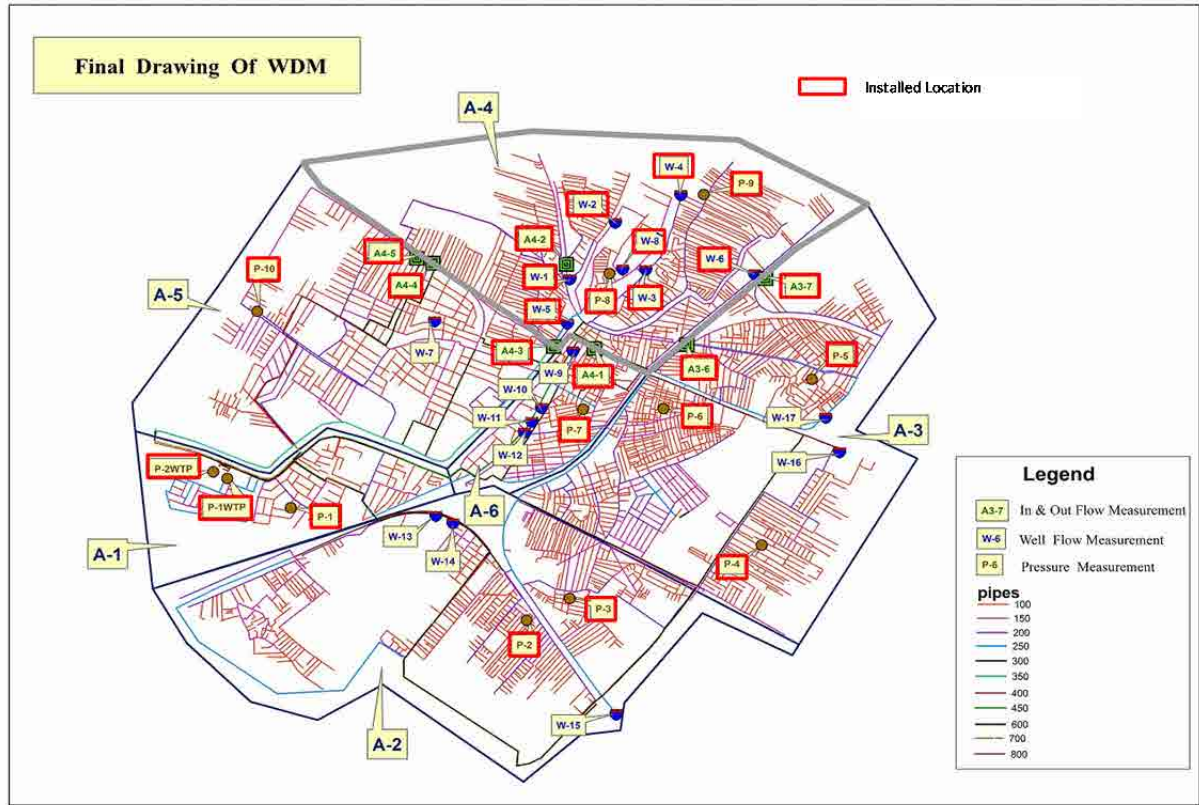
(1) 主要機材と設置場所

JICA 供与機材とその設置場所は、表 4.3-13、図 4.3-5、図 4.3-6 に示すとおりである。設置工事は、SHAPWASCO が実施した。また、SHAPWASCO 側で購入したブルトン式水圧計も同時に設置された。

表 4.3-13 JICA 供与機材

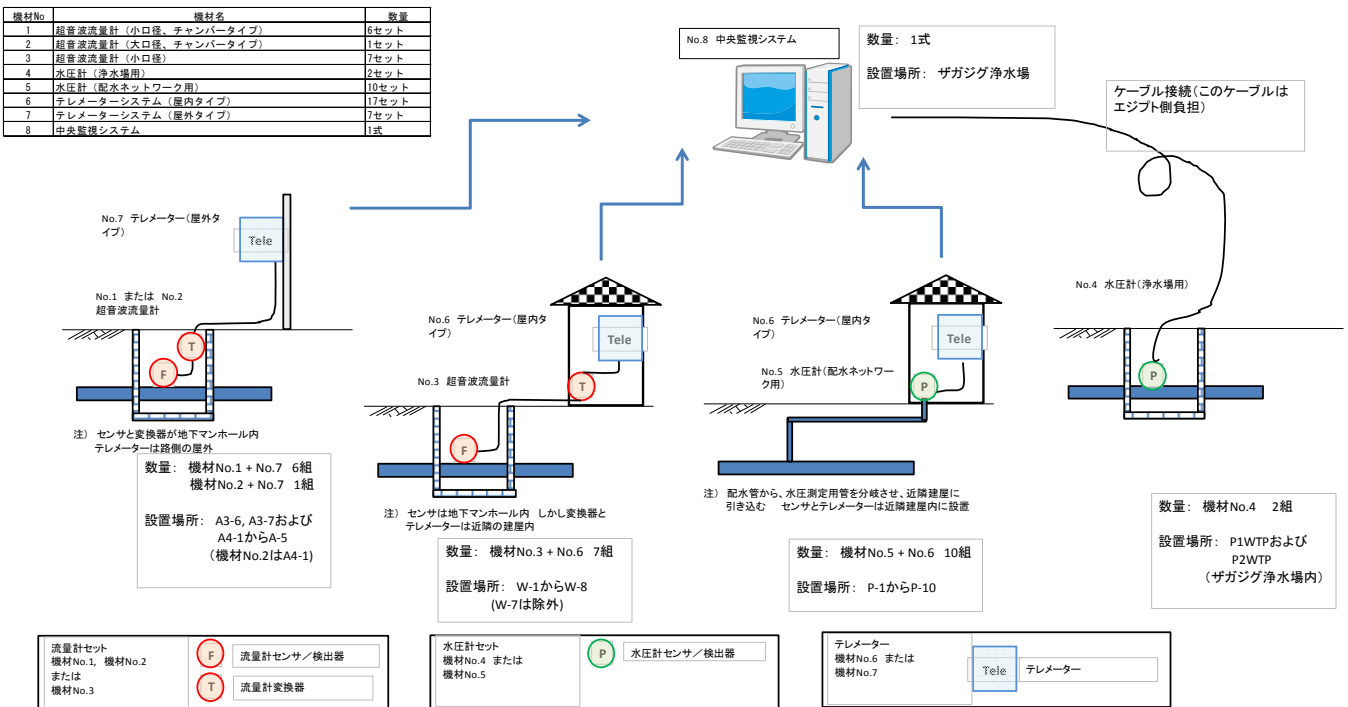
番号	機材名	数量	基本仕様
1	超音波流量計（小口径用：チャンバー用）	6	測定範囲：-30m/s～+30m/s、管径 100mm 以上 300mm 未満に対応するもの、正逆双方向の積算流量へ対応、IP67 以上。（テレメーターでデータ伝送）
2	超音波流量計（大口径用、チャンバー用）	1	測定範囲：-30m/s～+30m/s、管径 300mm に対応するもの、正逆双方向の積算流量へ対応、IP67 以上。（テレメーターでデータ伝送）
3	超音波流量計（小口径用）	7	測定範囲：-30m/s～+30m/s、管径 100mm 以上 300mm 未満に対応するもの、正逆双方向の積算流量へ対応、IP65 以上。（テレメーターでデータ伝送）
4	水圧計（浄水場用）	2	測定圧力範囲：0～1.00MPa、検出器の IP67 以上。（ケーブルでデータ伝送）
5	水圧計（配水ネットワーク用）	10	測定圧力範囲：0～1.00MPa、検出器の IP67 以上。（テレメーターでデータ伝送）
6	テレメーター（屋内設置用）	17	外装：鋼製錆止塗装または樹脂製、盤内主要機器：漏電遮断機・配線用遮断器・変圧器・ノイズフィルター・携帯端末モジュール等、壁面設置型、屋内用・IP44 以上。
7	テレメーター（室外設置用）	7	外装：鋼製錆止塗装または樹脂製、盤内主要機器：漏電遮断機・配線用遮断器・変圧器・ノイズフィルター・携帯端末モジュール等、ポール設置型、温度調節用換気ファン、遮熱板、屋外用・IP44 以上。
8	配水監視システム	1	構成品：データ収集監視ソフト・データ収集用 PC・データ監視用 PC・モニター・プリンター、可能計測項目数：最低 8 項目 100 地点まで拡張可、データ収集監視：トレンドグラフ・集計表（日・月・年）、

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-5 JICA 供与機材の設置位置



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-6 JICA 供与の機材の設置概要（配水監視システム構成概要）

(2) SHAPWASCO による調達機材及び施設

SHAPWASCO が調達した機材ならびに施設は、表 4.3-14 に示すとおりである。

表 4.3-14 エジプト側の調達機材及び設備

項目	数量	備考
流量計チャンバー（配水管網用及び井戸用）	14 箇所	
水圧計接続配管	10 箇所	
Zagazig 浄水場内の信号ケーブル	1 式（流量、水圧、水位）	
中央監視棟	1 棟（Zagazig 浄水場内）	
通信回線契約	1 式（25 回線）	
ブルトン式水圧計（井戸用）	18 箇所	
電気回線工事（遠隔監視用）	24 箇所	
無停電電源装置（UPS）（中央監視室用）	1 式	運用中の改善事項
携帯電話（井戸施設への連絡手段）	18 セット	運用中の改善事項

出典：プロジェクトチーム

(3) 機材設置スケジュール

1) 日本側投入機材

JICA 供与機材は、2013 年 4 月に SHAPWASCO へ譲渡された。機材納入業者は 2014 年 4 月 22 日から 5 月 2 日まで、機材設置と運転維持管理のために技術者を派遣した。SHAPWASCO は、同期間中に設置を開始し、同年 5 月末に設置工事は完了した。

しかし、2013 年 10 月に、P-5 に設置された水圧計一式が盗難にあった。SHAPWASCO は、P-5 の水圧計に関し、Zagazig 市の拡張計画の中で機材調達・据付をする計画である。

2013 年 5 月に機材設置が完了したものの、次に示す問題点が浮き彫りになり、モニタリング作業を開始することができなかった。

- 伝送装置設定の不具合
- 日報及び月報の印刷設定の不具合.
- 表示パラメータの単位設定の不具合
- モニタリング装置内の流量計算の不具合

納入会社は、修正作業を 2013 年 6 月に開始したが、システムとして使用できるレベルには 2014 年 3 月までかかり、最終的に 2014 年 7 月ですべての修正作業が完了した。修正作業に長時間を要した理由は次のとおりである。

- インターネット回線を通したリモート作業での修正作業になったこと。
- 頻繁な停電と通信回線の不通に見舞われたこと。

2) エジプト側投入機材

SHAPWASCO 側で調達した主要機材は以下のとおりである。

ブルトン式水圧計（井戸用）

井戸の水圧管理を目的として、2014 年 3 月までに全井戸施設にブルトン式水圧計が設置された。

Zagazig 浄水場内の流量計及び水位計

当初は、既存の流量計と水位計を使用してモニタリングを試みたが、これら機器の誤差が大きく、SHAPWASCO は、新たに機器を購入することにした。設置時期は次のとおりである。

- 配水用流量計及び水位計は 2014 年 7 月に設置された。
- 原水用流量計は 2014 年 9 月に設置された。しかし、新浄水場の流量計設置位置の問題で測定誤差が大きく、2015 年 2 月に修理を実施した。

無停電電源装置 (UPS)

Zagazig 市は、約 2 年前から頻繁な停電に見舞われており、Zagazig 浄水場内の中央監視室も停電でデータ受信ができないケースが頻発した。そこで、SHAPWASCO は 2014 年 8 月無停電電源装置の導入を行った。

携帯電話

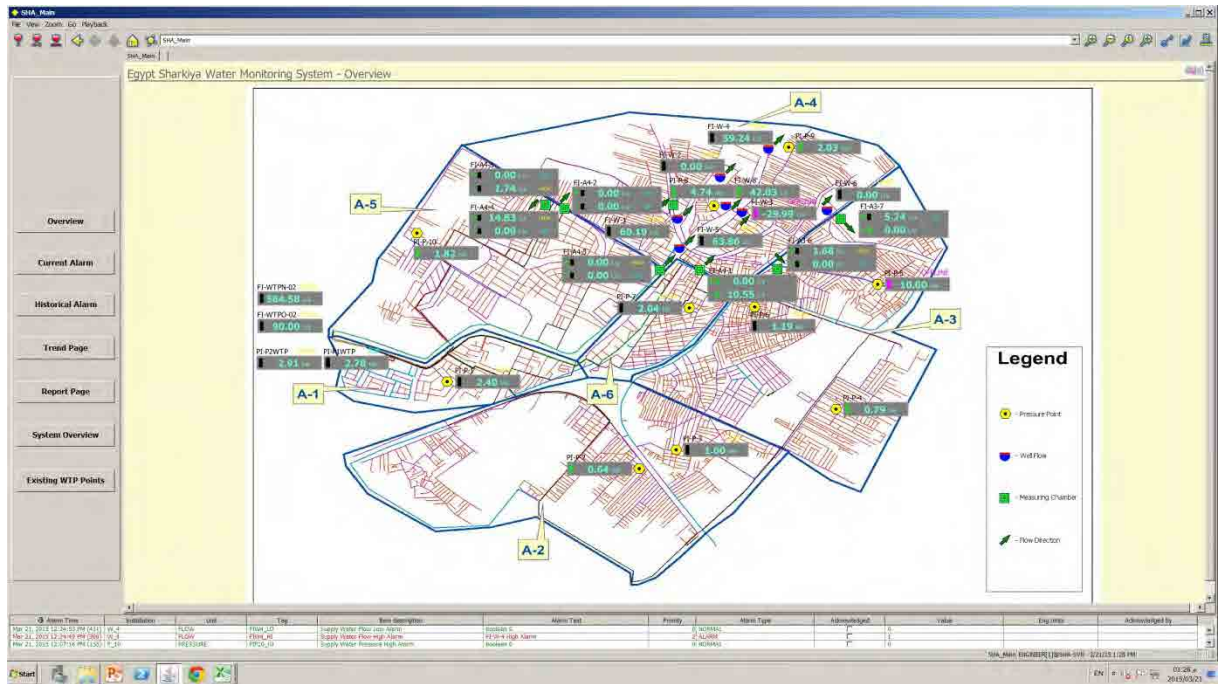
困難であった井戸オペレーターと WDM 部のコミュニケーションを確保するために、2015 年 3 月に 18 セットの携帯電話を購入した。

(4) 日常のデータ観測と分析

1) 流量と水圧モニタリング

WDM 部署は、流量と水圧を日常的にモニタリングする。図 4.3-7 がモニターの一例である。システム管理者は、以下の状態を監視し、必要なときに、運転モードの変更を Zagazig 浄水場と井戸施設に伝達する。

- Zagazig 浄水場の配水量と水圧が適切かどうか
- ネットワーク上の水圧が適切かどうか
- A-4 地区の流量と水圧が、井戸を含め適切かどうか
- 各地点の機器の状態に、電気や通信よる問題がないかどうか。



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-7 モニタリング画面の例

2) A-4 地区の日需要分析

WDM 部署は、Zagazig 市の需要分析の基礎となる A-4 地区の需要を毎日分析している。プロジェクトチームは、これにより、時間変動と共に需要を確認している。なお、停電と通信回線の問題から月間需要や年間需要の自動集計が困難なため、2015 年 3 月現在、日毎のデータをベースに月間平均や年間平均を推定している。一日毎の需要分析の一例を図 4.3-8 に示す。

Daily Demand Identification Sheet for Area-4



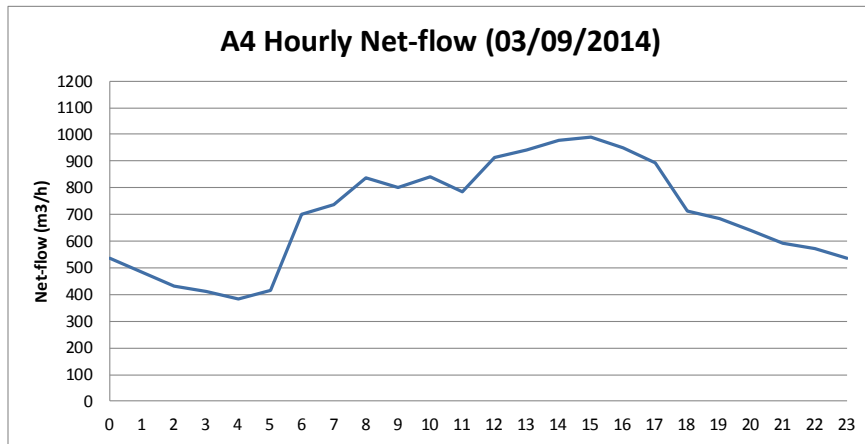
Date:	03/09/14
Prepared by	Name: Tamer & Nagi

Population:	112,187	Ave Temperature:	21 - 36
-------------	---------	------------------	---------

Hours	In-Flow (m ³ /h)	Well Flow (m ³ /h)	Out-Flow (m ³ /h)	Net-Flow (m ³ /h)
0	69	495	30	534
1	41	474	30	485
2	30	432	31	431
3	42	400	30	413
4	45	369	29	385
5	75	373	31	417
6	64	656	21	700
7	77	690	31	736
8	55	878	95	839
9	25	885	109	801
10	44	886	88	843
11	88	729	33	784
12	224	739	51	913
13	192	801	51	942
14	203	825	51	977
15	118	932	61	989
16	66	935	52	948
17	231	711	47	895
18	414	338	39	712
19	451	276	41	685
20	257	413	28	642
21	253	366	27	592
22	229	369	26	572
23	183	376	22	538
Total	3,477	14,352	1,055	16,774

Daily Average	
149.52	LCD
698,929	L/h

Max.	
989	m ³ /h
989,368	L/h
142%	Peak F



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-8 A-4 地区の日毎の需要分析の例

3) Zagazig 市の低給水圧地区

低給水圧地区の状況を毎日確認し、業務指標である低給水圧比率を計算している。計算例を表 4.3-15 に示す。

表 4.3-15 低給水圧発生率の計算例

Date	Effective Hours										Total (a)	Total (b)	Ratio (%) =(b)/(a) %			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10						
1	24	24	24	24	24	0	0	24	23	23	0	143	0	16	11%	
2	23	23	23	23	23	0	11	12	23	22	22	3	163	0	9	6%
3	24	24	24	24	24	0	17	24	24	24	24	9	191	0	13	7%
4	23	24	24	24	23	0	0	23	24	23	2	165	0	0	25	15%
5	24	24	24	24	24	0	0	24	24	24	0	168	0	0	15	9%
6	23	24	24	23	23	0	13	24	24	24	0	178	1	10	6%	
7	24	24	24	22	22	0	24	24	24	24	0	188	0	30	16%	
8	24	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	192	0	28	15%	
9	24	24	24	24	24	0	24	24	24	22	0	190	0	5	3%	
10	24	23	24	23	23	0	24	24	20	23	0	185	0	8	4%	
11	24	24	24	24	24	0	24	24	23	24	0	191	0	5	3%	
12	24	24	23	24	24	0	24	24	24	24	0	191	0	4	2%	
13	21	24	24	24	24	0	24	22	23	24	0	186	0	16	9%	
14	0	24	24	24	24	0	24	24	23	24	0	167	0	30	18%	
15	0	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	168	0	35	21%	
16	0	23	24	24	24	0	23	24	24	23	0	165	0	6	4%	
17	0	24	24	24	24	0	24	24	23	24	0	167	0	9	5%	
18	0	23	23	23	23	0	24	23	4	23	0	143	0	4	3%	
19	0	24	24	24	24	0	24	24	7	23	0	150	0	2	1%	
20	0	24	22	24	24	0	23	24	23	24	0	164	0	1	1%	
21	0	24	24	24	24	0	22	24	24	24	0	166	0	14	8%	
22	11	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	179	0	29	16%	
23	24	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	192	0	0	1%	
24	24	24	24	24	23	0	24	24	24	24	1	192	0	7	4%	
25	24	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	192	0	5	3%	
26	24	24	24	24	24	0	24	24	24	23	0	191	0	9	5%	
27	24	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	192	0	9	5%	
28	11	11	11	11	11	0	11	11	11	11	0	88	0	0	0%	
29	14	14	14	14	14	0	13	14	14	14	13	110	0	7	6%	
30	24	24	24	24	24	0	24	24	24	24	0	192	0	0	0%	
Total	486	692	686	689	689	0	589	657	650	685	15	5149	1	4	352	7%

Area-4	Effective Low Press Rate (%)	Total (b)	Ratio (%) =(b)/(a) %
45	0	9	6%
48	0	13	7%
47	0	25	15%
48	0	15	9%
48	0	10	6%
48	0	30	16%
48	0	28	15%
46	0	5	3%
43	0	8	4%
47	0	5	3%
48	0	4	2%
47	0	16	9%
47	0	30	18%
48	0	35	21%
47	0	6	4%
47	0	9	5%
27	0	4	3%
50	2	2	1%
47	0	1	1%
48	2	14	8%
48	0	29	16%
48	0	0	0%
48	0	7	4%
48	0	5	3%
47	1	9	5%
48	0	9	5%
22	0	0	0%
27	0	0	0%
48	0	0	0%
1353	5	352	7%

Month	November
Year	2014
Prepared by	

出典: プロジェクトチーム

4) Zagazig 市全体の需要分析

Zagazig 市全体の配水量分析をするには、流量計測地点数が十分ではない。しかし、以下の手順で把握することができる。

- A-4 地区の井戸流量を総計する。
- 浄水場の配水量を総計する。
- A-4 地区以外の井戸施設は、ポンプの運転時間から推定する。

5) Zagazig 浄水場の配水池の活用

配水池の水位と浄水量、配水量の関係を分析し、配水池の有効活用を促進する計画であった。しかし、水位計のデータが精度不備のために十分にデータ取得できず、十分な配水池活用トリアルを実施できていない。これは、今後の課題である。

(5) データ分析結果 (第 1 ステップ)

課題の絞り込みのため、データ分析は 2 段階で実施した。なお、2 段階ではあるものの、季節変動等で条件が動くため、2 段階の分析を平行させ、1 年を通して断続的に実施した。

1) 人口

プロジェクト開始時に得られた人口データと施設能力から推定した平均給水量は、Zagazig 全体で約 300LCD 以上と計算された。しかし、この値は、エジプト国基準や A-4 地区で得られた結果と大きく異なる。したがって、2014 年 12 月の人口を例にデータを再検証した。

統計局 (CAPMAS) による人口

前述の表 4.3-8 によれば、2014 年 12 月時点の Zagazig 市の人口は、399,783 人となっている。

水道契約者ベースによる推定人口

2014 年 12 月時点での水道契約数は 93,216 であり、CAPMAS の推定人口 399,783 人から割り戻した 1 世帯 (1 契約) あたりの人口は、4.33 人で、予想された 4~5 人と一致する。

電気契約者ベースによる推定人口

電力公社 Zagazig 支所によると、電力契約者数は、138,000 である。水道に比べて個別契約が進んでいることから、1 契約あたりの人口は 3 人程度と想定されている。これらから、Zagazig 全体の人口は、 $138,000 \times 3 = 414,000$ 人で、CAPMAS の推定値とほぼ一致する。

下水道ベースによる推定人口

SHAPWASCO 下水道部門によれば、平均下水処理量は、 $87,185\text{m}^3/\text{日}$ である。CAPMAS の推定人口は 399,783 人なので、一人当たり平均下水処理量は、218LCD となる。4.3.3.3 (5) 3) 項で記載するように、平均配水量は 244LCD と計算され、ここで計算された平均下水道処理量 218LCD は、平均配水量の約 89% に相当する。エジプト基準では、下水処理量は、上水配水量の約 80% - 90% で設定されていることから、概ね基準見合いの割合となっている。なお、Zagazig 市の下水道普及率は、上水道普及率を同じくほぼ 100% である。

結論

各種情報から計算した人口は、CAPMAS の推定人口とほぼ同じであったことから、プロジェクトチームは、CAPMAS の推定人口データを使用することとした。また、表 4.3-16 に示すとおり、月毎の人口増加を需要分析に加味することとした。

表 4.3-16 パイロット地区の人口（人）

地区	2014 年										2015 年	
	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	11 月	11 月	12 月	1 月	2 月
Zagazig 市	385,455	387,035	388,620	389,320	390,132	392,060	393,988	395,916	397,844	399,783	401,710	403,637
A-4 地区	124,286	124,796	125,308	125,533	125,794	126,416	127,038	127,660	128,282	128,905	129,527	130,149

出典：CAPMAS

2) A-4 地区への配水量

平均配水量

4.3.3.1 (5)項で述べたとおり、A-4 地区は低給水圧問題を抱えていた。2013 年 5 月、SHAPWASCO は、同地区の西端部にあった W-8 井戸を中央に移動した。これにより、水圧バランスが向上し、低給水圧の状態が改善した。

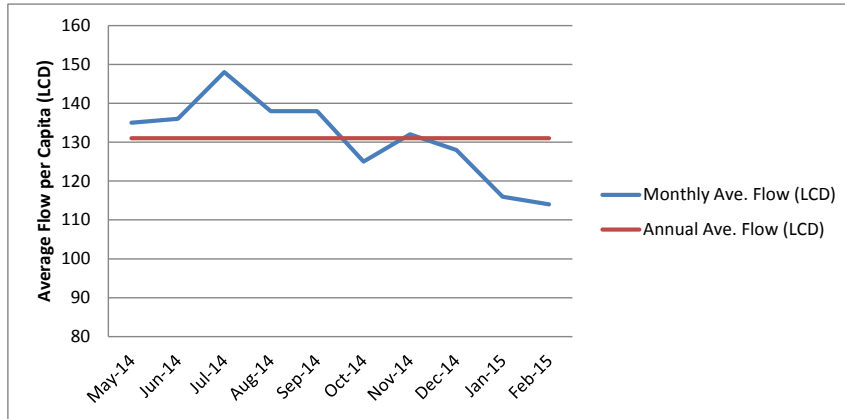
表 4.3-17 と図 4.3-9 に示すように、A-4 地区へ配水される水量は、10 ヶ月の記録から 131LCD と推定される。これは、エジプト基準で言う村落のレベルの配水量であり、その理由は次のように考えられる。

- 4.3.3.3 (5) 4)項で述べるとおり、2014 年 7 月と 8 月に、停電を原因とした低水圧の発生割合が増加した。
- A-4 地区は、伝統的な生活様式をベースとした住宅地である。このため、単位使用量が比較的少ない。
- 気温が上がり、消費量が上昇し始める 3 月と 4 月の記録が含まれていない。

表 4.3-17 A-4 地区における日流量（2014 年 5 月～2015 年 2 月）

月	記録流量 (m ³ /月)	有効記録 日数	平均日配 水量 (m ³ /日)	暦日数	推定月間配水 量 (m ³ /月)	人口	平均需要 量 (LCD)
2014 年 5 月	236,801	14	16,914	31	524,334	125,308	135
2014 年 6 月	256,237	15	17,082	30	512,460	125,533	136
2014 年 7 月	409,789	22	18,627	31	577,437	125,794	148
2014 年 8 月	332,589	19	17,505	31	542,655	126,416	138
2014 年 9 月	490,806	28	17,529	30	525,870	127,038	138
2014 年 10 月	431,150	27	15,969	31	495,039	127,660	125
2014 年 11 月	506,536	30	16,885	30	506,550	128,282	132
2014 年 12 月	430,152	26	16,544	31	512,864	128,905	128
2015 年 1 月	299,764	20	14,988	31	464,628	129,527	116
2015 年 2 月	356,015	24	14,834	28	415,352	130,149	114
合計/平均	3,749,838	225	16,666	304	5,066,464	127,461	131

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-9 A-4 地区における日流量の変動傾向（2014年5月～2015年2月）

計算された配水量と実際に請求した量を比較検証した結果、表 4.3-18 に示すように、請求量が配水量の約 90% となり。想定される NRW を考慮すると、ほぼ妥当な配水量である。

表 4.3-18 A-4 地区の配水量と請求流量の比較

期間	A-4 地区で請求された流量 (LCD)	分析結果による A-4 地区の平均配水量 (LCD)	配水量に対する請求割合	推定 NRW 率
2014年5月-6月	129	136	95%	5%
2014年7月-8月	121	143	85%	15%
2014年9月-10月	115	131	88%	12%
2014年11月-12月	121	130	93%	7%

出典：プロジェクトチーム

月間最大流量

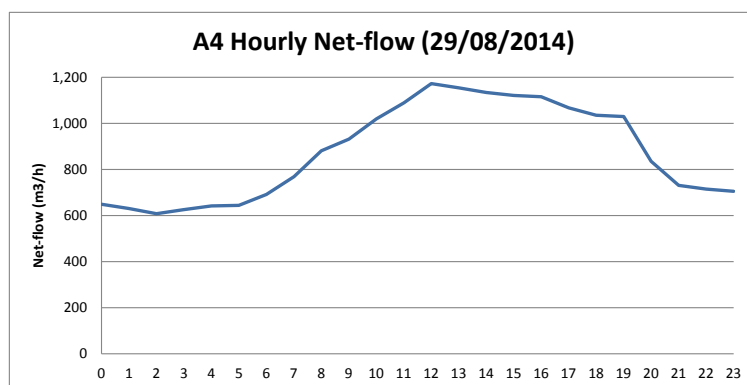
平行して、7月、8月、9月のデータに対し、最大の配水量の日を表 4.3-19 のとおり抽出した。その際、不安定なデータ観測をした日は除外した。同表のデータから、最大配水量を計測した 8月 29日のデータを、年間を通じた最大値とした。一日最大配水量は 166.07LCD となる。一日平均配水量が、131LCD であることから、年間を通じた日変動係数は、1.3 倍（130%）と推定できる。

表 4.3-19 A-4 地区の一日あたり流量が多い日

日	日流量 (m ³ /日)	LCD 換算の流量
2014年7月18日(金.)	19,429	154.45
2014年7月19日(土)	19,788	157.31
2014年8月29日(金)	20,993	166.07
2014年8月30日(土)	19,032	150.55
2014年9月12日(金)	19,218	151.28
2014年9月30日(土)	19,401	152.72

出典：プロジェクトチーム

2014年8月29日の時間変動は、図4.3-10に示すとおりである。一日あたり平均流量が874,727L/h、一日あたり最大流量が1,172,439L/hであるから、時間変動係数は1.3倍(130%)と推定できる。



出典：プロジェクトチーム

図4.3-10 A-4地区の時間変動(2014年8月29日の例)

A-4地区の配水量総括

A-4地区の配水量の総括を表4.3-20にまとめた。4.3.3.3(5)4で後述するとおり、7月と8月の低給水圧発生率が約3.0%であることから、計算値は実需要量より少ない可能性がある。しかし、年間を通してみると、A-4地区は1.0barもしくはそれ以上であることが多いため、プロジェクトチームは、計算値は需要量にほぼ等しいと評価した。

表4.3-20 A-4地区の配水量総括

項目	値
日平均需要量	131LCD
日最大需要量	166LCD
日変動係数	1.3 (130%)
時間変動係数	1.3 (130%)

出典：プロジェクトチーム

3) Zagazig市全体への配水量

平均配水量

Zagazig市全体では、分析に必要な、正確なデータが不足する。しかし、概略の一日配水量を把握することはできる。A-4地区以外の井戸流量は、計測モニタリングされていないが、ポンプの容量と運転時間から流量を推定できる。

表4.3-21と図4.3-11に示すように、Zagazig市全体の10ヶ月の平均配水量は244LCDである。これは、エジプト国基準以上の値である。原因に、次のことが考えられる。

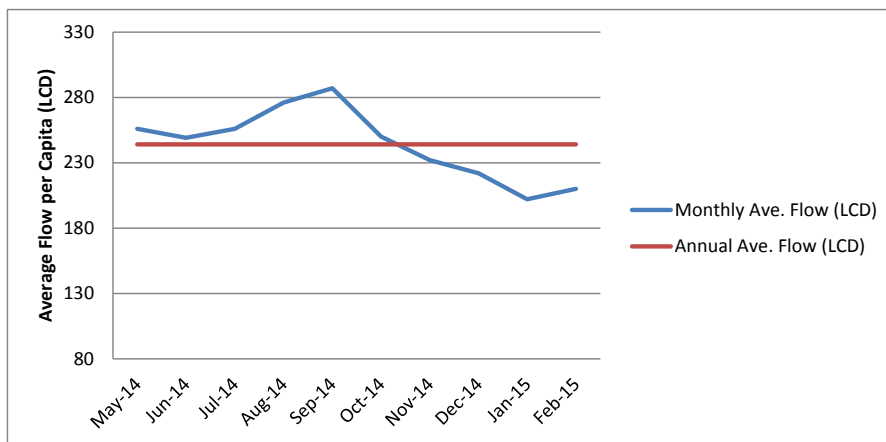
- ポンプの経年劣化の影響から、実際の配水量は、計算値よりも少ないと予想される。
- A-4地区以外の井戸の記録は、オペレーターの手書き記録であり、間違いが混ざっている可能性がある。

- その一方、4.3.3.3.(5) 4)項で述べるとおり、低水圧の発生割合が高い。2014年7月から10月にかけては、その比率は10%を超えている。これは、推定した配水量よりも、多くの水需要があることを意味する。

表 4.3-21 Zagazig 市全体における日流量（2014年5月～2015年2月）

月	記録流量			推定流量		有効記録日数 (日)	平均日配水量 (m ³ /日)	暦日数	推定月間配水量 (m ³ /月)	人口	平均需要量 (LCD)
	浄水場	A-4 地区 井戸	他地区 井戸	総配水量 (m ³ /月)							
	(m ³ /月)	(m ³ /月)	(m ³ /月)								
2014年5月	890,563	218,793	283,052	1,392,408	14	99,458	31	3,083,198	388,620	256	
2014年6月	917,104	233,282	303,270	1,453,656	15	96,910	30	2,907,300	389,320	249	
2014年7月	1,554,164	357,894	485,232	2,397,290	24	99,887	31	3,096,497	390,132	256	
2014年8月	1,295,751	285,617	363,924	1,945,292	18	108,072	31	3,350,232	392,060	276	
2014年9月	2,331,102	451,208	606,540	3,388,850	30	112,962	30	3,388,860	393,988	287	
2014年10月	2,030,609	415,012	626,758	3,072,379	31	99,109	31	3,072,379	395,916	250	
2014年11月	1,533,181	343,043	525,668	2,401,892	26	92,380	30	2,771,400	397,844	232	
2014年12月	1,669,863	386,845	606,540	2,663,248	30	88,775	31	2,752,025	399,783	222	
2015年1月	1,532,545	352,888	626,758	2,512,191	31	81,038	31	2,512,178	401,710	202	
2015年2月	1,456,868	346,465	566,104	2,369,437	28	84,623	28	2,369,444	403,637	210	
合計／平均	15,211,750	3,391,047	4,993,846	23,596,643	247	96,321	304	29,303,513	395,301	244	

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-11 Zagazig 市全体の日流量の傾向（2014年5月～2015年2月）

計算された配水量と実際に請求した量を比較検証した結果、表 4.3-22 に示すように、NRW 率が A-4 地区の値よりも大きく、Zagazig 市全体の NRW 率は、約 32%と推定できる。

表 4.3-22 Zagazig 市全体の配水量と請求流量の比較

期間	Zagazig 市全体で請求された流量 (LCD)	分析結果による Zagazig 市全体の平均配水量 (LCD)	配水量に対する請求割合	推定 NRW 率
2014 年 5 月&6 月	176	252	70%	30%
2014 年 7 月&8 月	169	266	64%	36%
2014 年 9 月&10 月	162	246	66%	34%
2014 年 11 月&12 月	168	227	74%	26%

出典：プロジェクト

月間最大流量

平行して、7月、8月、9月のデータに対し、最大の配水量の日を表 4.3-23 のとおり抽出した。最大配水量を計測した日である 2014 年 8 月 20 日を、年間を通じた最大値とした。一日最大配水量は、317LCD となる。日平均配水量が、244LCD であることから、年間を通じた日変動係数は、1.3 倍（130%）と推定できる。これは、A-4 地区とほぼ同値である。

表 4.3-23 Zagazig 市全体の月間最大流量の日

日	日流量 (m ³ /日)	LCD 換算の流量
2014 年 7 月 19 日 (土)	117,308	300.69
2014 年 8 月 20 日 (水)	124,461	317.45
2014 年 9 月 7 日 (日)	118,010	299.53

出典：プロジェクトチーム

Zagazig 市全体の配水量総括

Zagazig 市全体の配水量の総括を表 4.3-24 にまとめた。4.3.3.3 (5) 4)で後述するとおり、低給水圧発生率が 2014 年 7 月から 10 月にかけて 10%を超えていることから、計算値は、実需要量よりも少ないと考えられる。これを受け、プロジェクトチームは、次のように評価した。

- 低水圧の比率が 2014 年 7 月から 10 月にかけて 10%を超えていることから、実際の需要量は推定配水量よりも多い。
- 推定された NRW 率が、A-4 地区より大きいことから、地区毎の NRW 率にばらつきがあると考えられる。
- 同時に、井戸の運転記録や水道メータ検針の記録精度が疑わしく、NRW 率の推定値のバラツキも記録やメータ精度に連動している可能性がある。これらは、改善される必要がある。
- 流量計設置数の制約から、より精度の高い分析は難しく、プロジェクトでは概略な分析に留まった。他に精度の高い情報がないため、プロジェクトチームは表 4.3-23 の数値をプロジェクト内の分析に活用することにする。新たな流量計の設置や記録精度の改善により、分析の精度を改善することが必要である。

表 4.3-24 Zagazig 市全体の配水量総括

項目	値
一日平均需要量	244LCD
一日最大需要量	317LCD
日変動係数	1.3 (130%)

出典：プロジェクトチーム

4) 配水ネットワーク上の水圧

プロジェクトチームは、盗難にあった P5 を省く、P1 から P10 の計 9 つ水圧計により、ネットワーク上の水圧計測を行った。記録は、PI で管理される低給水圧発生率として集計した。これらの結果を表 4.3-25 及び図 4.3-12 に示す。

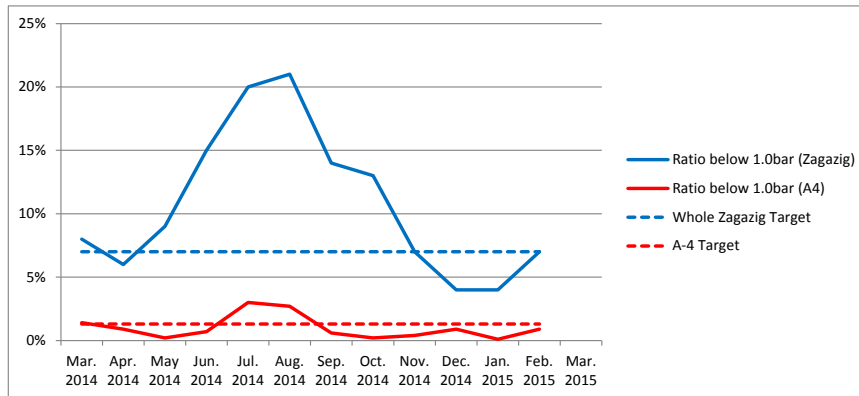
同図から分かるように、夏季に低水圧の発生割合が高くなり（2014 年 7 月から 10 月の間で顕著である）、11 月から発生率が安定する。8 月には一日平均配水量が 276LCD であるにもかかわらず、低水圧の発生割合は 21% である。これは、配水システムが不均等で適切でないことを意味する。A-4 地区の水圧状態は、Zagazig 市全体に比べてよいが、2014 年 7 月と 8 月のように、夏季の低水圧発生率が高くなる。

表 4.3-25 低給水圧発生率

項目	目標	2014 年 3 月	2014 年 4 月	2014 年 5 月	2014 年 6 月	2014 年 7 月	2014 年 8 月
Zagazig 市全体							
9 地点の有効計測時間		2,887	3,407	2,749	3,465	4,883	4,113
9 地点の 1.0bar 以下の計測時間		240	201	253	512	964	852
1.0bar 以下の割合 (Zagazig 市)	7%	8%	6%	9%	15%	20%	21%
A-4 地区							
2 地点の有効計測時間		854	848	644	803	1,149	1,002
2 地点の 1.0bar 以下の計測時間		12	8	1	6	34	27
1.0bar 以下の割合 (A-4 地区)	1.3%	1.4%	0.9%	0.2%	0.7%	3.0%	2.7%
目標							
Zagazig 市全体の目標		7%	7%	7%	7%	7%	7%
A-4 地区の目標		1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%
項目	目標	2014 年 9 月	2014 年 10 月	2014 年 11 月	2014 年 12 月	2015 年 1 月	2015 年 2 月
Zagazig 市全体							
9 地点の有効計測時間		4,438	4,614	5,149	5,080	4,565	5,657
9 地点の 1.0bar 以下の計測時間		630	582	352	216	178	389
1.0bar 以下の割合 (Zagazig 市)	7%	14%	13%	7%	4%	4%	7%
A-4 地区							
2 地点の有効計測時間		1,309	1,330	1,335	1,274	1,032	1,290
2 地点の 1.0bar 以下の計測時間		8	3	5	11	1	12
1.0bar 以下の割合 (A-4 地区)	1.3%	0.6%	0.2%	0.4%	0.9%	0.1%	0.9%
目標							
Zagazig 市全体の目標		7%	7%	7%	7%	7%	7%
A-4 地区の目標		1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%	1.3%

注：目標値は、2014 年 3 月のデータを基に設定された。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-12 低給水圧発生率の傾向

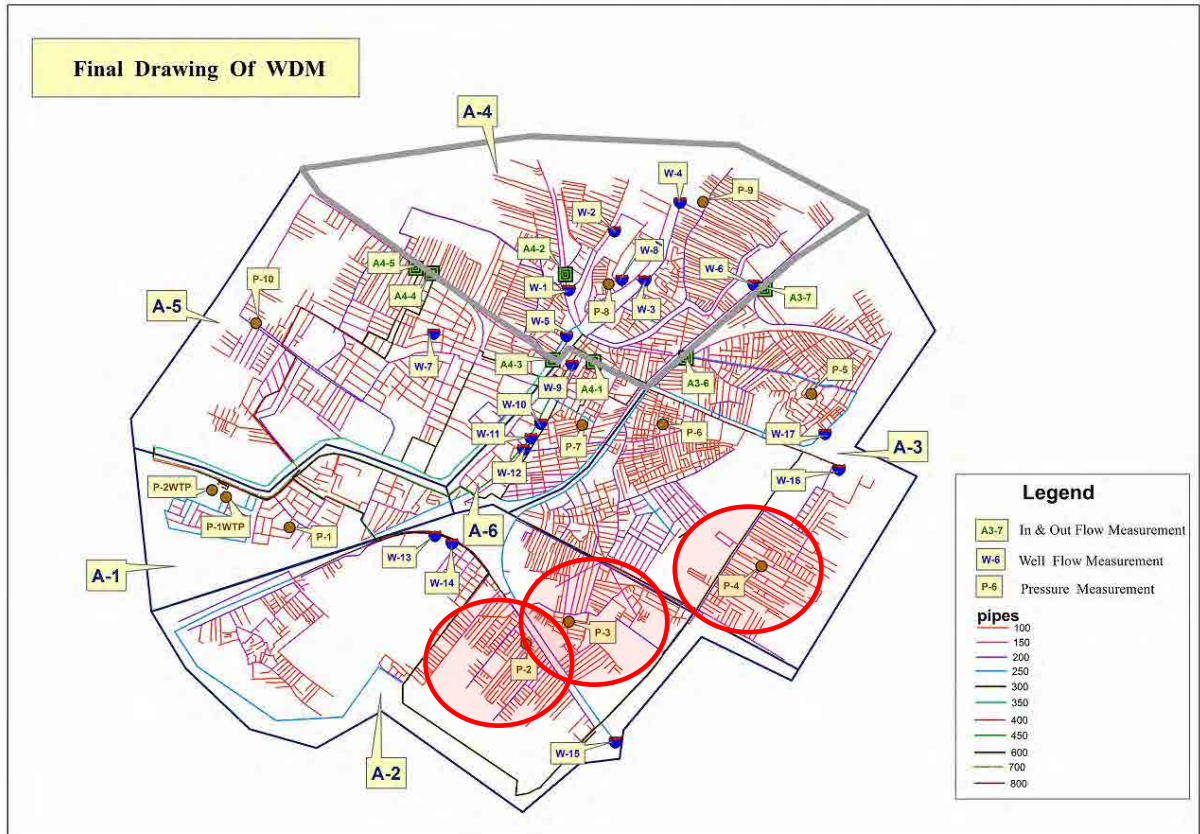
表 4.3-26 に、地区毎の低水圧発生状況を示した。P2、P3、P4 で頻繁に低水圧の状況になり、この 3 地点で、Zagazig 市全体の 90%を占める。これらの地区で水圧の改善がされれば、Zagazig 市全体として改善することができる。

表 4.3-26 計測地点における低水圧の比率

月	各測定点での低水圧の計測時間										合計 (a)	有効 時間 (b)	割合 (a/b)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10			
	A-1	A-2		A-3			A-6	A-4		A-5			
2014年3月	3	37	39	113		26	9	6	6	1	240	2,887	8%
2014年4月	1	38	77	64		5	3	2	6	5	201	3,407	6%
2014年5月	1	58	94	75		7	0	0	1	17	253	2,749	9%
2014年6月	0	82	175	168		30	0	2	4	51	512	3,465	15%
2014年7月	0	220	318	288		94	3	13	21	7	964	4,883	20%
2014年8月	0	216	324	229		56	0	15	12	0	852	4,113	21%
2014年9月	0	167	301	141		11	2	2	6	0	630	4,438	14%
2014年10月	0	158	224	213		11	2	0	3	0	582	4,614	13%
2014年11月	1	58	63	215		10	0	1	4	0	352	5,149	7%
2014年12月	0	23	31	142		7	7	9	2	0	216	5,080	4%
2014年1月	0	25	25	117		18	0	0	1	0	178	4,565	4%
2014年2月	3	154	45	124		30	9	4	8	12	389	5,657	7%
合計	9	1,236	1,716	1,889		305	35	54	74	93	5,369	51,007	11%
合計 (%)	0.20	23.02	31.96	35.18		5.68	0.65	1.01	1.38	1.73	100		
		90.17											

注：ハイライトは A-4 地区

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-13 P-2、P-3、P-4 の計測位置案内

5) 地区毎の需要量

プロジェクトチームは、ブロック毎の流量を計測しておらず、その把握は難しい。しかし、請求量からブロック毎の需要予測を行うことはできる。表 4.3-27 に示すとおり、A-2 地区と A-4 地区で平均（LCD）を下回っている。高所得者地区である A-1 地区と A-4 地区では、A-4 地区の倍の単位使用量になる。また、市中心部の A-6 地区も高い。しかし、消費量自体は、A-2 地区、A-3 地区、A-4 地区で全体の 70% を占める。

表 4.3-27 地区毎の単位消費量の違い

	項目	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	合計
2014 年 1 月、2 月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253
	請求量 (m ³)	295,718	736,323	1,180,245	1,009,900	808,207	292,760	4,323,153
	m ³ /日	5,012	12,480	20,004	17,117	13,698	4,962	73,274
	人口	21,989	70,290	100,542	123,779	45,886	21,396	383,882
	平均 LCD	228	178	199	138	299	232	191
2014 年 3 月、4 月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253
	請求量 (m ³)	304,801	665,303	1,158,004	987,165	790,761	288,721	4,194,755
	m ³ /日	4,997	10,907	18,984	16,183	12,963	4,733	68,766
	人口	22,171	70,867	101,366	124,796	46,262	21,573	387,035
	平均 LCD	225	154	187	130	280	219	178
2014 年 5 月、6 月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253

	項目	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	合計
	請求量 (m ³)	296,144	664,625	1,146,354	986,793	784,831	295,459	4,174,206
	m ³ /日	4,855	10,895	18,793	16,177	12,866	4,844	68,430
	人口	22,301	71,286	101,964	125,533	46,536	21,699	389,319
	平均 LCD	218	153	184	129	276	223	176
2014年 7月、8月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253
	請求量 (m ³)	287,547	664,046	1,140,877	949,293	789,170	285,680	4,116,613
	m ³ /日	4,638	10,710	18,401	15,311	12,729	4,608	66,397
	人口	22,458	71,788	102,683	126,416	46,863	21,852	392,060
	平均 LCD	207	149	179	121	272	211	169
2014年 9月、10月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253
	請求量 (m ³)	276,337	606,977	1,108,299	896,924	753,616	272,870	3,915,023
	m ³ /日	4,530	9,950	18,169	14,704	12,354	4,473	64,181
	人口	22,678	72,494	103,693	127,660	47,325	22,066	395,916
	平均 LCD	200	137	175	115	261	203	162
2014年 11月、12月	契約者数	7,265	12,590	24,392	19,921	20,795	7,290	92,253
	請求量 (m ³)	297,350	669,639	1,138,566	950,309	761,921	285,802	4,103,587
	m ³ /日	4,875	10,978	18,665	15,579	12,491	4,685	67,272
	人口	22,901	73,202	104,706	128,905	47,786	22,283	399,783
	平均 LCD	213	150	178	121	261	210	168
合計/平均	契約者数	7,265	726,996	1,262,837	1,048,898	893,145	322,130	4,577,878
	請求量 (m ³)	1,757,897	4,006,913	6,872,345	5,780,384	4,688,506	1,721,292	24,827,337
	m ³ /日	4,816	10,978	18,828	15,837	12,845	4,716	68,020
	人口	22,416	71,655	102,492	126,182	46,776	21,812	391,333
	平均 LCD	215	153	184	126	275	216	174

出典：プロジェクトチーム

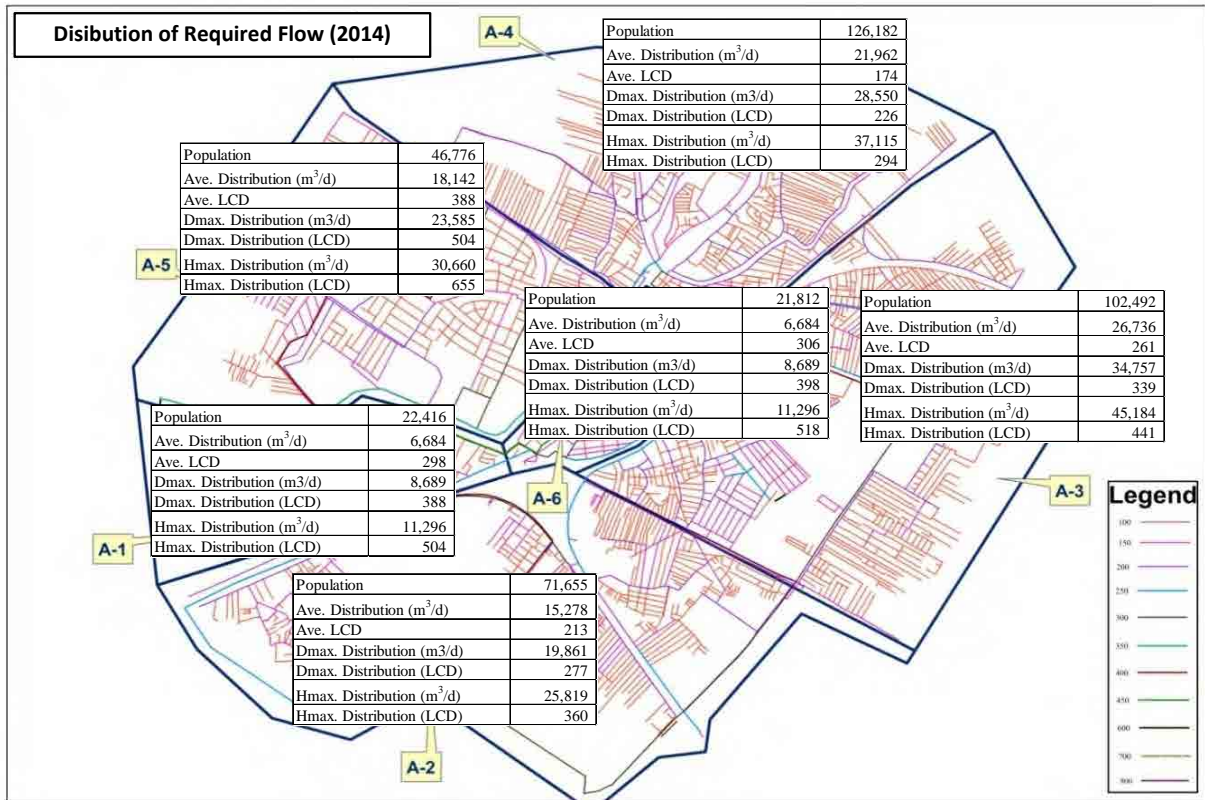
6) 地区毎の必要水量

プロジェクトチームは、ブロック配水管理の1つ参考として、消費量と配水量のデータから各ブロックで必要とされる各種水量を分析し、表 4.3-28 と図 4.3-14 にまとめた。

表 4.3-28 ブロック毎による推定必要水量 (2014年)

項目	A-1 地区	A-2 地区	A-3 地区	A-4 地区	A-5 地区	A-6 地区	合計
消費量							
2014年の請求水量 (m ³)	1,757,897	4,006,913	6,872,345	5,780,384	4,688,506	1,721,292	24,827,337
人口	22,416	71,655	102,492	126,182	46,776	21,812	391,333
一人一日水使用量 (LCD)	215	153	184	126	275	216	174
流量の比率	7%	16%	28%	23%	19%	7%	100%
配水量計算							
年間平均配水量 (m ³ /年)	2,439,642	5,576,324	9,758,567	8,015,966	6,621,885	2,439,642	34,852,025
一日平均配水量 (m ³ /日)	6,684	15,278	26,736	21,962	18,142	6,684	95,485
一人一日平均配水量 (LCD)	298	213	261	174	388	306	244
一日最大配水量 (m ³ /日)	8,689	19,861	34,757	28,550	23,585	8,689	124,131
一人当たり日最大配水量 (LCD)	388	277	339	226	504	398	317
時間最大配水量 (m ³ /日)	11,296	25,819	45,184	37,115	30,660	11,296	161,370
一人当たり時間最大配水量 (LCD)	504	360	441	294	655	518	412

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-14 ブロック毎の推定必要水量（2014年）

(6) データ分析結果（第2ステップ）

第1ステップの分析の結果を踏まえ、課題解決のためより深い分析を第2ステップとして実施した。

1) 第1ステップで判明した課題

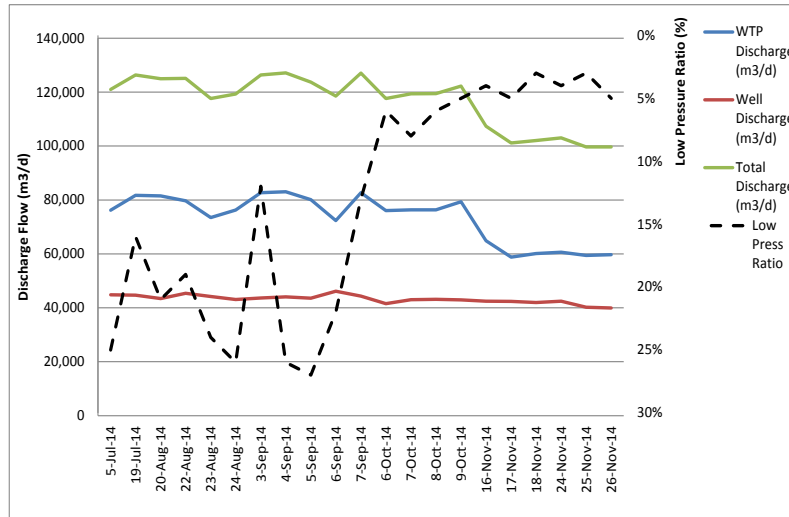
第1ステップの解析の結果、次のことが分かった。

- 2014年では、A-2地区とA-3地区の夏の配水量は十分とは言えなかった。ピーク期の配水量を増加する必要がある。
- A-2地区、A-3地区、A-4地区への配水は、単位需要量が多いA-1地区、A-6地区とA-5地区を経由して配水されるため、特にピーク時に、A-2地区、A-3地区、A-4地区へ配水される前に消費されてしまう。この解決のためには、Zagazig浄水場からの配水量を増やすか、井戸の改善や新設を行う必要がある。
- 井戸のオペレーター的能力や自覚が不足しており、記録されたデータが疑わしいことがある。確認作業や運転方法の改善がトレーニングと共に実施されるべきである。

2) 配水量と低給水圧

2014年12月、プロジェクトチームは、図4.3-15に示すとおり、配水量と低給水圧発生率の関係を整理した。

- 低給水圧発生率が高いのは、2014年7月から10月の夏季である。それでも、一日配水量は120,000m³/日（8月の人口で換算すると306LCD）に達している。
- 2014年11月以降は、低水圧率は10%以下に改善されている。このとき、配水量は夏季よりも減少している。
- つまり、冬季の配水量に比べ、夏季の配水量は不十分である。
- 2014年9月3日に低給水圧発生率が抑えられていることが図から読み取れる。この日は、Zagazig 浄水場のピーク時の配水量をポンプ能力最大まで引き上げる試みを実施した日である。ただし、このケースでも、低給水圧の解消はできなかった。



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-15 配水量と低水圧の比率の関係

3) Zagazig 浄水場の運転改善の試行

プロジェクトチームは、2014年9月3日に、Zagazig 浄水場で問題可決のための試運転を試みた。ピーク時の配水量をポンプの最大能力の1,000L/sまで引き上げて運転し、P3地点の水圧を通常運転の9月5日のデータと比較した。結果は次のとおりである。

- それぞれの日平均流量は、957L/s（9月3日）、927L/s（9月5日）である。一日配水量がおおよそ等しくても、9月3日の低給水圧発生率は低い。
- 例外的に、9月3日の午前0時にP6地点で低給水圧が発生したが、この2日間、ほとんどの低給水圧がP2、P3、P4地点で起こっている。これらは、表 4.3-29 に示すとおりである。

表 4.3-29 低水圧の発生時間の比較（2014年9月3日と9月5日）

月	各計測地点での低水圧の記録時間										合計 (a)
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
2014年9月3日	0	0	10	9		1	0	0	0	0	20
2014年9月5日	0	4	14	17		0	0	0	0	0	35

出典：プロジェクトチーム

- 浄水場の最大能力運転によって、ピーク時における配水量の増加はできたものの、低給水圧を解消するには至らなかった。
- 需要が少ない早朝には、配水量を削減できると考えられる。その早朝時に、配水池に十分な水を確保するれば、ピーク時により多くの流量で配水できる。



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-16 ピーク流量増加の運転結果

もし、浄水場が試運転と同じような運転を行うことができているならば、低給水圧発生率は、記録されたデータよりも低かったと推測できる。しかし、メンテナンスやポンプ・電気パネル類の修理頻度が高く、常に最大能力で運転継続することが難しい。プロジェクトチームは、全てのポンプの交換や電気パネルのリハビリの必要性を再認識した。

4) Zagazig 浄水場の配水池容量

Zagazig 浄水場は、新旧浄水場の 2 つのシステムを有している。旧浄水場は、浄水能力 260L/s と小さく、配水池の機能も備わっていない。新浄水場は、浄水能力 1,060L/s と大きく、14,000m³ の配水池を備えている。この配水池を上手に活用することが重要であり、早朝に配水池で蓄えた浄水を、ピークの昼間に浄水能力 1,060L/s 以上の配水を行うようにすべきである。

一方で配水池の容量は、全体の浄水能力 (91,000m³/日) に対して 4 時間と小さい。これは、日本の基準の 12 時間に比べて極めて小さいが、浄水場の敷地内へ新たな配水池を造るスペースがない。従って、現在の配水池を効果的に活用することが求められる。

5) Zagazig 浄水場の配水能力と配水池の有効活用のためのシミュレーション

配水のために必要な施設能力

一日最大流量を一人当たり 317LCD にし、400,000 人でピーク時の時間最大流量を推定すると、表 4.3-30 に示すとおり、約 1,400L/s となる。なお、井戸からの配水量は、ピーク時間に過大な負担にならないよう、35,800m³/日とした（ピーク時は、45,540m³/日 = 35,800 x 時間変動係数 1.3）。

表 4.3-30 Zagazig 浄水場でピーク時に必要とされる推定配水量

単位需要量 (LCD)	人口	一日最大流量 (m ³ /日)	井戸による配水量 (m ³ /日)	浄水場による配水量 (m ³ /日)	同左 (L/s)	時間変動係数	時間最大流量 (L/s)
a	b	c=a x b	d	e=c - d	f=dx1000/24/60/60		g=f x 1.3
317	400,000	126,800	35,800	91,000	1,053	1.3	1,370 改め 1,400

出典：プロジェクトチーム

配水能力と浄水場の配水池の活用

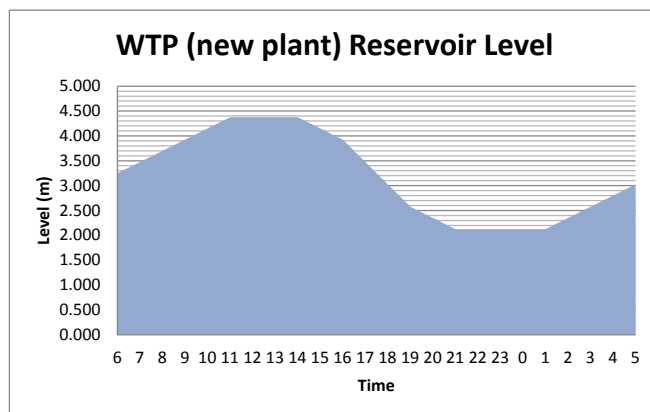
プロジェクトチームは、既存配水池の有効活用のため、ピーク時の Zagazig 浄水場からの配水量増加の方策についてシミュレーションした。結果は、表 4.3-31 と図 4.3-17 に示すとおりであり、浄水量を現在と同じ 1,060L/s で維持しても、浄水能力の約 136%に相当する 1,460L/s を配水することが可能である。図 4.3-18 は、このシミュレーションで得られた最適配水パターンであり、9月3日の試運転時のパターンの配水量も満足している。

表 4.3-31 配水量 1,460L/s のための最適運転パターン

Time	New Plant								Old Plant		Total	
	Production		Discharge		Reserved water	Level of reservoir	Level of SucPit	Reserved water	Production	Discharge	Production	Discharge
	L/S	m ³ /h	L/S	m ³ /h	m ³	m	m		L/S	L/S	L/S	L/S
6	800	2880	600	2160	10,400	3.250	4.875	74%	260	260	1,060	860
7	800	2880	600	2160	11,120	3.475	5.100	79%	260	260	1,060	860
8	800	2880	600	2160	11,840	3.700	5.325	85%	260	260	1,060	860
9	800	2880	600	2160	12,560	3.925	5.550	90%	260	260	1,060	860
10	800	2880	600	2160	13,280	4.150	5.775	95%	260	260	1,060	860
11	800	2880	800	2880	14,000	4.375	6.000	100%	260	260	1,060	1,060
12	800	2880	800	2880	14,000	4.375	6.000	100%	260	260	1,060	1,060
13	800	2880	800	2880	14,000	4.375	6.000	100%	260	260	1,060	1,060
14	800	2880	1000	3600	14,000	4.375	6.000	100%	260	260	1,060	1,260
15	800	2880	1000	3600	13,280	4.150	5.775	95%	260	260	1,060	1,260
16	800	2880	1200	4320	12,560	3.925	5.550	90%	260	260	1,060	1,460
17	800	2880	1200	4320	11,120	3.475	5.100	79%	260	260	1,060	1,460
18	800	2880	1200	4320	9,680	3.025	4.650	69%	260	260	1,060	1,460
19	800	2880	1000	3600	8,240	2.575	4.200	59%	260	260	1,060	1,260
20	800	2880	1000	3600	7,520	2.350	3.975	54%	260	260	1,060	1,260
21	800	2880	800	2880	6,800	2.125	3.750	49%	260	260	1,060	1,060
22	800	2880	800	2880	6,800	2.125	3.750	49%	260	260	1,060	1,060
23	800	2880	800	2880	6,800	2.125	3.750	49%	260	260	1,060	1,060
0	800	2880	800	2880	6,800	2.125	3.750	49%	260	260	1,060	1,060
1	800	2880	600	2160	6,800	2.125	3.750	49%	260	260	1,060	860
2	800	2880	600	2160	7,520	2.350	3.975	54%	260	260	1,060	860
3	800	2880	600	2160	8,240	2.575	4.200	59%	260	260	1,060	860
4	800	2880	600	2160	8,960	2.800	4.425	64%	260	260	1,060	860
5	800	2880	600	2160	9,680	3.025	4.650	69%	260	260	1,060	860
6					10,400	3.250	4.875	74%				
Total (m ³ /d)	69,120	69,120	69,120	69,120					22,464	22,464	91,584	91,584

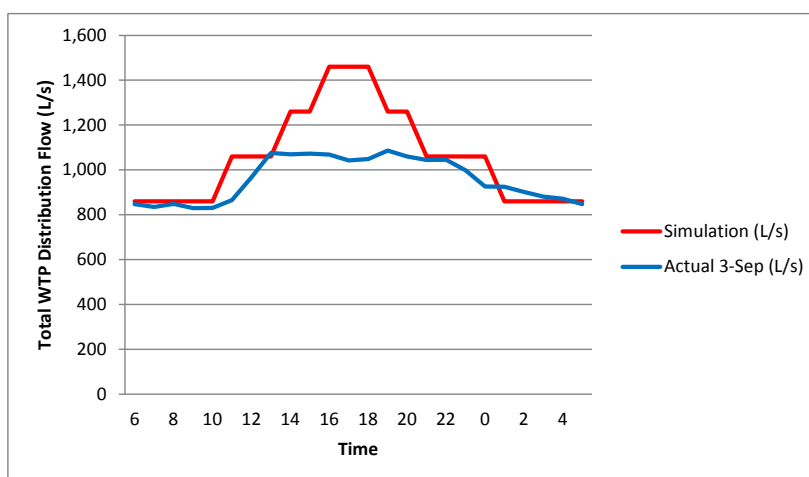
注：表の値は、運転ロスによる低減後の値である。

出典：プロジェクトチーム



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-17 最適運転パターンにおける Zagazig 浄水場の配水池水位



出典：プロジェクトチーム

図 4.3-18 最適配水パターンと試運転時（9月3日）の配水パーンの比較

6) Zagazig 市における井戸の貢献

ほとんどの井戸流量は配水監視システムで計測されていないため、データ精度は劣る。しかし、井戸流量そのものは、Zagazig 市の配水にとって重要で、全体配水量の約 1/3 を占めている。

全述のように、Zagazig 浄水場からの配水は、単位需要量が多い A-1 地区、A-6 地区と A-5 地区を経由して、A-2 地区、A-3 地区、A-4 地区へ配水されるため、同地区は低給水圧の状況に陥りやすい。ピーク時には、特に顕著である。また、配水距離が長いことも影響している。従って、これらの地区には井戸が必要であり、A-2 地区は W-15、A-3 地区は W-16、A-4 地区は W-8 が主要井戸の役目を担っている。

7) 全井戸への流量計設置

プロジェクトチームは、井戸オペレーターによって記録されたデータと配水監視システムの水圧データから、井戸の運転を確認している。時折、オペレーターの記録データと観測された

データに不整合が見られることがある。そのため、SHAPWASCO は、その対策として、以下について検討した。

- 井戸のオペレーターへの継続的な訓練は必要であっても、十分な知識とその自覚を確保することが難しい。
- 井戸管理者による日々の監視が解決策のひとつと考えられる。しかし、管理者と移動手段の不足から、現実的には難しい。
- 流量計の通して運転状況確認することが、別の解決手段として考えられる。
- 井戸管理者を介して井戸オペレーターとコミュニケーションを実施しているが、WDM 部と井戸オペレーターの間で意思疎通に問題が生じることがある。現在のコミュニケーションの方法であると、迅速な確認と対応ができないため、WDM 部と運転者との直接的なやり取りが必要である。

最終的に SHAPWASCO は、1) 流量計の設置と中央監視システムへのデータ転送、及び 2) WDM 部と井戸運転者との直接的コミュニケーションのための携帯電話の配布、が必要と結論付けた。

8) Zagazig 浄水場の給水能力と運転の課題

現在の給水能力が 141,000m³/日 (91,000 m³ : 浄水場、50,000 m³ : 井戸) であるので、440,000 人の人口に対して、平均で 320LCD の給水が可能である。2015 年 1 月の人口が約 400,000 人であるため、これまでの人口増加率から、2015 年 1 月から約 2 年間は給水能力が十分と言える。同 2 年間は、浄水場の給水能力に起因する問題は少ないと考えられるが、その後の対策を別プロジェクトで検討する必要がある。

現時点の課題としては、以下のことが挙げられる。

- 一日平均として給水量が十分であっても、ピーク時の配水量は十分ではない。このため、ポンプの改善や交換が必要である。
- 浄水施設や機器の劣化が起こっているため、故障を引き起こす前の定期的な修理やメンテナンス及びリハビリが必要である。施設改善の必要性は、浄水場に限らず、井戸施設にも同様に言える。
- 現在の配水管網と浄水場の給水能力では、井戸は必要不可欠である。特に A-2 地区、A-3 地区、A-4 地区には、井戸が重要である。常に WDM 部の指示や水圧をベースにした自律運転を継続することは難しいので、井戸の標準運転プログラムをベースにした運転が必要である。
- 標準運転プログラムは、浄水場と井戸の双方の関係で策定されるが、常にこれに基づいて運転されるわけではない。モニタリングと分析に従って、WDM 部は、浄水場と井戸オペレーターに指示をして運転を見直すことが必要である。
- 配水監視システムの監視員が、配水管網上の低給水圧を見つけた場合、浄水場や井戸のオペレーターへ運転方法の改善を直接指示する権限や手段が無ければ効率が落ちる。そのため、WDM 部と浄水場・井戸間の連絡体制の改善が必要である。
- 全ての施設に非常用電源が備わっているわけではないため、停電時に配水が休止してしまう。早期に非常用電源を設置することが必要である。

- ▶ ブロック毎の需要量は異なるため、ブロックの分離とブロック毎の送配水システムの構築を実施し、ブロック毎に配水管理することが望ましい。

(7) 運転モード修正に関する活動

第2ステップの分析を通じて、需要ベースの運転を目的に、次の活動を実施した。

1) 標準運転プログラムの策定

水圧監視結果と浄水場の配水能力を考慮して、プロジェクトチームは浄水場と井戸の標準運転プログラムを策定した。このプログラムは、SOPで管理するものとした。各施設は、このプログラムに基づいて運転を開始した。

ただし、同プログラムは、標準的なポンプ起動・停止の時間割を示すもので、発生する場所・時間・組み合わせを特定できない各種トラブルに対応する運転計画を網羅することは困難である。したがって、プロジェクトチームは、標準運転プログラムを基本にするものの、必要に応じて運転モードを変えるように指示した。

各種トラブルの例

- ▶ 需要量の変化や施設のトラブルに伴う圧力変動
- ▶ 停電に伴う施設の運用停止

2) 浄水場、井戸施設、上層部のコミュニケーションの改善

パイロットプロジェクトの開始当初は、全てのコミュニケーションは、各セクター長や部長を介して実施されていた。このため、迅速な確認やその対応に支障があった。

Zagazig 浄水場

中央監視棟は浄水場内に位置しているが、浄水場長と中央監視棟が100m以上離れていて、即時対応するには、難しい環境であった。

そこで、浄水場長の執務室を中央監視棟へ移したところ、プロジェクトチームとの密なコミュニケーションが実現し、浄水場長自身の自覚も芽生え、自ら流量と水圧監視、さらにはモニタリング結果に基づき運転方法の修正を行うようになった。

井戸

井戸施設とのコミュニケーションは浄水場以上に難しかった。セクター長といくつかの部長を介してのやり取りが必要だった。迅速なコミュニケーションの実現のため、SHAPWASCOは、WDM部と井戸のオペレーターとの直接的なコミュニケーションを認めた。さらに、2015年3月、携帯電話が各井戸のオペレーターへ配布され、密なコミュニケーションが実現された。

WDM部の創設とSHAPWASCO上層部・関連部所とのコミュニケーション

Zagazig 浄水場の統括部署、井戸の統括部署、配水管理の統括部署を総合的にマネジメントするために、2014年8月、SHAPWASCOはWDM部を創設した。C/Pチームは、WDM部を中心に再配置された。また、部所を越えた連絡・問題に対応するため、WDM部は総裁の管理下に置かれ、WDM部と浄水場／井戸間の直接的な指示が許されることになった。

3) 井戸運転者の訓練とモニタリングシステムの拡張

パイロットプロジェクト開始に伴い、SHAPWASCO はブルトン式圧力計を全ての井戸に設置した。設置と同時に、プロジェクトチームは、パイロットプロジェクトの内容を説明して、井戸での圧力を計測するように指示した。しかし、井戸の運転者が取った記録には、時折疑わしいものがあった。

次のステップとして、プロジェクトチームは、設置した水圧計の結果から井戸運転をコントロールすることを試みたが、全ての井戸の管理と運転者のスキルの問題から難しかった。その解決策として、WDM 部は、全ての井戸の流量をモニタリングする提案をした。総裁の了承を得て、HCWW のサポートを得ながら、SHAPWASCO 予算で入札の計画を行った。そして、2015年3月、業者契約が締結し、拡張作業が開始された。

さらに、WDM 部は 2015 年 3 月には、中央監視室にて、モニタリングに関する訓練を井戸オペレーターに対して実施した。これは、配布された携帯電話によって、効率的に井戸運転管理する作業の一環である。訓練は、人数の制約から 1 回に対し、4 名から 5 名で行われた。なお、井戸オペレーターの自覚と責任を持たせるために、実際のモニターを利用した訓練を実施した。

4) ネットワークの水圧管理による運転モードの改善

プロジェクトチームは、モニタリング機器の設置以来、流量と水圧のリアルタイムデータに従って流量調整を行うように、運転モードの改善を提案してきた。2015 年 3 月現在の流量と水圧の管理値（指示等の基準値）を表 4.3-32 に示す。

活動当初、浄水場や井戸オペレーターの配水監視システムやプロジェクトチームの提案に対する理解が低かった。総裁も交え、繰り返し議論を重ねたが、改善スピードはゆっくりであった。

WDM 部発足後、浄水場長の執務室が中央監視室と同じ建屋になったのを契機に、認識が改善され、プロジェクトチームの情報を待たずして、自らもモニタリングするまでに至った。

携帯電話の配布も井戸運転者とのコミュニケーションの改善と運転モードの迅速な修正に役立っている。

表 4.3-32 リアルタイムデータに従った運転のための流量と水圧の基準値

項目	基準値	備考	指示先
WTP outlet pressure	3.0bar in winter 3.5bar in summer	Flexible depending on network pressures.	WTP
WTP outlet flow	700 - 800L/s in winter 800 - 1,000L/s in summer	Flexible depending on network pressures and peak / off-peak time.	WTP
Network Pressure in general	1.0 - 1.2bar		WTP and the nearest wellstation
Network Pressure P-2	1.0bar		WTP and W-15
Network Pressure P-3	1.0bar		WTP and W-16
Network Pressure P-4	1.0bar		W-16

出典：プロジェクトチーム

5) Zagazig 浄水場の配水池の活用

当初、プロジェクトチームは浄水場の運転を次のように考えていた。

- できる限り、原水量（浄水量）を一定に保つ
- ピーク時の配水のために配水池を有効に使う（夜間貯蔵と昼間配水）

しかし、残念ながら、2014年7月と8月に設置された原水用流量計と配水池の水位計の精度が悪く、夏の間には有効活用に係る試運転が実現しなかった。

精度状況は改善せず、冬の間には、ポンプの修繕とメンテナンスのため、配水量700L/sから800L/sの間での台数制御運転が余儀なくされた。このため、ポンプは24時間フル稼働となり、配水池の有効利用に係る試運転ができなかった。

6) 施設のリハビリと修理

プロジェクトチームは、次の挙げるリハビリ工事、修理、施設の改善を提案した。

a) Zagazig 浄水場

配水ポンプ

全てのポンプと電気パネルは古く、劣化している。ポンプと電力システムのリハビリが早期に必要とされる。その際、ポンプの能力はピーク時の需要に配慮した仕様にしなければならない。

ピーク時に1,406L/sの配水量を確保するために、プロジェクトチームは、表4.3-33に示すとおり、2014年12月に全てのポンプの交換と電力システムのリハビリが必要であると提案した。

表 4.3-33 浄水場の配水ポンプに係る提案事項

部門	現状			計画	
	設置ポンプ	最大運転時	現状の運転	設置ポンプ	最大運転時
旧 浄水場	130L/s x 3 合計 390L/s	130L/s x 2 合計 260L/s	130L/s x 1 合計 130L/s	130L/s x 3 合計 390L/s	130L/s x 2 合計 260L/s
新 浄水場	200L/s x 5 130L/s x 1 合計 1,300L/s	200L/s x 4 130L/s x 0 合計 800L/s	200L/s x 4 or 3 130L/s x 0 or 1 合計 730 - 800L/s	200L/s x 7 合計 1,400L/s	200L/s x 6 合計 1,200L/s
合計	1,690L/s	1,060L/s	860 - 930L/s	1,790L/s	1,460L/s

出典：プロジェクトチーム

SHAPWASCO は、新浄水場で最も劣化の著しい2台の原水ポンプと2台の配水ポンプを緊急交換することを決めた。3台の既存配水ポンプは比較的健全であることから、夏季には全5台で1,000L/sの配水が期待できる。2015年4月時点、入札評価中である。電気パネルを含めた電力システムの改善は、次のステップとして期待される。

旧浄水場の取水施設

現在、取水パイプが閉塞している状況で、旧浄水場の設計能力の半分程度しか浄水できない。130L/s と規模が小さいとは言え、Zagazig 市にとっては有益であり、特にピーク時の配水量に寄与する。2014 年 12 月、プロジェクトチームは、改修工事を提案した。2015 年には、IWSP の資金で実施予定である。

b) 井戸

全ての井戸の運転状況と正確な配水量のデータを得るため、プロジェクトチームは、A-4 地区以外の井戸へ流量計を設置することを提案した。そして、SHAPWASCO は、2014 年 11 月から流量計の設置を始めた。テレメーター（伝送装置）の入札は、2014 年 12 月に始まり、業者選定を 2015 年 3 月に終えた。設置工事は、4 ヶ月間の予定である。なお、契約には、パイロットプロジェクトで設置されたシステムの 2 年間のメンテナンス支援が含まれている。

浄水場同様に、井戸にもポンプ能力の低下が確認された。2014 年 12 月に、プロジェクトチームは、必要なリハビリとポンプの交換をするために全ての井戸の点検を提案した。

SHAPWASCO により点検が実施され、リハビリ工事が始まった。2015 年 4 月時点の進捗は、表 4.3-34 に示すとおりである。ほとんどの工事は終了していることから、来年の夏季には、配水状況が改善することを期待できる。

表 4.3-34 井戸施設のリハビリとポンプ交換の進捗（2015 年 3 月時点）

井戸施設	井戸 No	ポンプ	現状のポンプ仕様	リハビリ/交換後の仕様	流量計	テレメーター	備考	SHAP による流量計設置時期
1	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	リハビリ無	JICA による設置	JICA による設置		
	2	P2	Q=50 L/s - H=40 m					
2	1	P1	Q=30 L/s - H=25 m	リハビリとポンプの追加 (Q =50L/s、H= 40 m)	JICA による設置	JICA による設置	設置終了、テスト中	
		P2	Q=30 L/s - H=25 m					
3	1	P1	Q=30 L/s - H=25 m	リハビリとポンプの追加 (Q =50L/s、H= 40 m)	JICA による設置	JICA による設置	設置終了、テスト中	
		P2	Q=30 L/s - H=25 m					
4	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	リハビリ無	JICA による設置	JICA による設置		
	2	P2	Q=40 L/s - H=40 m					
5	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	リハビリ無	JICA による設置	JICA による設置		
	2	P2	Q=50 L/s - H=25 m					
6	1	P1	Q=50 L/s - H=45 m	井戸の追加及びポンプの追加 (Q =50L/s 、 H= 40 m)	JICA による設置	JICA による設置	設置終了、テスト中	
7	1	P1	Q= 30 L/s - H= 25 m	2 つの井戸と 2 つのポンプのリハビリ	SHAP による設置	SHAP による設置	Finish rehabilit	2014 年 11 月 5 日

エジプト国ナイルデルタ地域上下水道公社運営維持管理能力向上プロジェクト
プロジェクト業務完了報告書（メイン）

井戸施設	井戸No	ポンプ	現状のポンプ仕様	リハビリ／交換後の仕様	流量計	テレメーター	備考	SHAPによる流量計設置時期		
	1	P2	Q=50 L/s - H=45 m	リ (Q= 50 L/s and H= 40m)		予定	ation			
8	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	リハビリ無	JICAによる設置	JICAによる設置				
旧 W8	1	P1		ポンプの交換 (Q=50L/s and H= 40m)	SHAPによる設置予定	SHAPによる設置予定	設置終了、テスト中			
9	1	P1	Q=40 L/s - H=25 m	リハビリ無	SHAPによる設置予定	SHAPによる設置予定				
	2	P2	Q=40 L/s - H=25 m							
10	1	P1	Q=40 L/s - H=25 m	リハビリ無	SHAPによる設置	SHAPによる設置予定		2014年11月8日		
11	1	P1	Q=40 L/s - H=25 m						2014年11月9日	
12	1	P1	Q=40 L/s - H=25 m		SHAPによる設置予定					
	2	P2	Q=40 L/s - H=25 m							
13	1	P1	Q=40 L/s - H=25 m	停止中	無し	無し				
14	1	P1	Q=30 L/s - H=25 m	井戸の追加及びポンプの追加 (Q=50L/s、H= 40 m)	SHAPによる設置	SHAPによる設置予定	設置終了、テスト中	2014年12月5日		
		P2	Q=30 L/s - H=25 m							
15	1	P1	Q=30 L/s - H=20 m	井戸の追加及びポンプの追加 (Q=25L/s、H= 30 m)	SHAPによる設置	SHAPによる設置予定	設置終了	2014年11月28日		
16	1	P1	Q=30 L/s - H=40 m	リハビリ無	SHAPによる設置予定	SHAPによる設置予定				
		P2	Q=30 L/s - H=40 m							
	2	P1	Q=30 L/s - H=40 m							
		P2	Q=30 L/s - H=40 m							
	3	P1	Q=30 L/s - H=40 m							
		P2	Q=30 L/s - H=40 m							
	4	P1	Q=50 L/s - H=40 m							
	5	P1	Q=50 L/s - H=40 m							
17	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	リハビリ無	SHAPによる設置	SHAPによる設置予定	設置終了、テスト中	2015年2月4日		
	2	P2	Q=50 L/s - H=40 m							
18	1	P1	Q=50 L/s - H=40 m	井戸の追加及びポンプの追加 (Q=50L/s、H= 40 m)	SHAPによる設置	SHAPによる設置予定	設置終了、テスト中	2014年10月28日		

注：SHAPは、SHAPWASCOを意味する。

出典：プロジェクトチーム

c) 井戸施設の高架タンク

日本人専門家は、井戸の配水圧を保つために、全ての井戸施設に高架タンクを設置することを提案した。これにより、井戸オペレーターにとっても、ポンプの on / off 管理が容易になるはずである。プロジェクトチームは、この効果と実現性を議論したが、オペレーターのスキルの問題もあり、時期尚早であると結論付け、将来の課題とした。この理由は次のとおりである。

- 道路に面した井戸施設では、高架タンクのための十分な敷地用地が確保できない。
- オペレーターにとって、高架タンクの水位を常に観測しながらポンプ運転することが難しい。(時間割性の方がオペレーターにとっては、管理しやすい。)

d) 浄水場から A-3 地区への配水本管

一般的に、A-2 地区、A-3 地区、A-4 地区、特に Zagazig 市の端部に位置する地区には、浄水場の配水がうまく行き渡らない。A2 地区は、浄水場に近く、流入前の使用量比較的少ないので、浄水場の影響が比較的強い。A-4 地区は、W-8 井戸を地区中央に配置した結果、配水状況が改善した。しかし、A-3 地区の配水状況は、W-16 井戸の状況に大きく作用され、井戸停止中は深刻な状況に陥る。管網解析ではカバーできていない需要の地域差や変動が影響していると考えられる。

この背景下、プロジェクトチームは、浄水場から A-3 地区への配水本管の敷設を提案した。同計画は、SHAPWASCO ならびに NOPWSD が持っているが、実現に至っていない。プロジェクトからの提案が実現を促進すると期待されるが、2015 年には下水道工事を先行するため、着手はそれ以降になる。

(8) 配水監視システムのメンテナンス・サービス契約

これまでに述べているように、SHAPWASCO は、2015 年 3 月に配水監視システム拡張の業者契約を締結した。当該契約には、拡張作業だけでなく、配水監視システムのメンテナンス作業が含まれている。なお、本プロジェクトで据え付けたシステム・機材 (JICA 供与機材) もメンテナンスの対象である。

メンテナンス・サービス契約の概要を以下に要約する。

- 契約期間は 2 年間である。
- ソフトと機材の両者に対し、4 ヶ月毎に現場巡回点検とメンテナンスを実施する。
- 契約に、必要に応じた電話相談や臨時の点検が含まれる。
- 契約業者が修理やメンテナンスの費用を負担するものの、JICA 供与機材に必要な交換部品の調達は SHAPWASCO が実施する。

4.3.4 評価

4.3.4.1 低給水圧発生率

給水量が十分で適切な配水が行われていれば、低給水圧は起こらない。プロジェクトチームは、プロジェクトの評価のために、低給水圧の比率を業務指標 PI とした。その基準を 1bar とし、1bar を下回るときに低給水圧状態と定義した。

低給水圧発生率(%) =

$$\frac{\text{(低給水圧と測定される時間総数)}}{\text{(水圧測定箇所} \times 365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間)}}$$

(注) 低水圧は 1Bar 以下と設定する。

2014 年 3 月に継続監視が開始したのに伴い、初期値（ベースライン）を設定する必要があった。しかし、前年のデータがないため、初期値を 2014 年 3 月時点として、目標値を表 4.3-35 のように定めた。

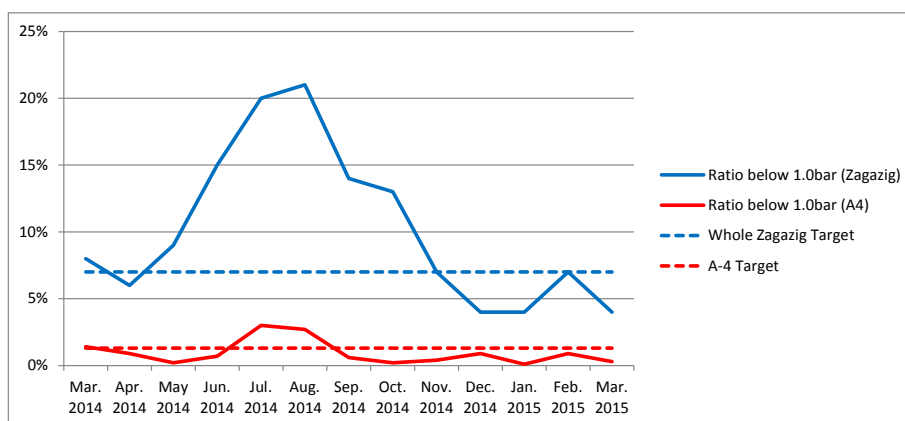
表 4.3-35 低給水圧発生率（改善指標）

地区	ベースライン (2014 年 3 月)	目標値 (2015 年 3 月予定)
Zagazig 市全体	8.0%	7.0%
A-4 地区	1.4%	1.3%

出典：プロジェクトチーム

4.3.3.3(5) 4)で述べたとおり、低給水圧発生率は、需要量が多い夏に高い。A-4 地区では、2014 年 9 月から、Zagazig 市全体では 2014 年 11 月から発生率が目標内で安定してきた。

給水量は平均的に見れば十分であるが、夏のピーク時には配水量が不足し、低給水圧発生率が上がる原因となる。プロジェクトチームは、この考察結果を SHAPWASCO の上層部へ報告し、SHAPWASCO は、Zagazig 浄水場の配水ポンプと井戸のリハビリの実行に移した。



出典：プロジェクトーム

図 4.3-19 低給水圧発生率の傾向

4.3.4.2 1,000 接続件数あたりの苦情件数

給水量が十分で、適切な配水が行われていれば、断水及び低水圧による苦情件数は減るはずである。プロジェクトチームは、プロジェクトの評価のために、1,000 接続件数あたりの断水及び低水圧における苦情件数を業務指標 PI とした。

$$1,000 \text{ 接続件数あたりの断水及び低水圧における苦情件数} = \frac{\text{(断水及び低水圧における苦情件数)}}{\text{(1,000 接続件数)}}$$

(注) 接続件数は顧客数を意味する

C/P チームは、苦情データをホットラインから収集して、苦情の種類毎と地区毎に集計した。プロジェクトチームは、プロジェクト開始以前の 2011 年度（2011/2012）のデータをベースライン、つまり初期値とした。プロジェクト期間中、2013 年度、2014 年度のデータ集計を継続し、2014 年 3 月から 2014 年 12 月のデータを使用してパイロットプロジェクトの評価を行った。表 4.3-36 と 4.3-37 にその結果を示す。

表 4.3-36 Zagazig 市における 1,000 顧客数あたりの苦情件数（2014 年 12 月時点）

項目	ベースライン (2011/2012)	2014 年 3 月 – 2014 年 12 月	年間推定値 (2014 年 3 月 - 2015 年 2 月)
苦情件数			
断水	746	1,231	1,477
低水圧	462	2,049	2,459
合計	1,208	3,280	3,936
顧客件数	86,755	92,253	92,253
1,000 顧客数あたりの苦情件数	13.92	35.55	42.67

注：2014 年 3 月から 2014 年 12 月のデータで、年間を通じた推定値を計算した。

出典：プロジェクトチーム

表 4.3-37 A-4 地区における 1,000 顧客数あたりの苦情件数（2014 年 12 月時点）

項目	ベースライン (2011/2012)	2014 年 3 月 – 2014 年 12 月	年間推定値 (2014 年 3 月 - 2015 年 2 月)
苦情件数			
断水	134	131	157
低水圧	126	335	402
合計	260	466	559
顧客件数	19,224	19,921	19,921
1,000 顧客数あたりの苦情件数	13.52	23.39	28.06

注：2014 年 3 月から 2014 年 12 月のデータで、年間を通じた推定値を計算した。

出典：プロジェクトチーム

苦情件数は、飛躍的に増加した。その理由をプロジェクトチームは以下のとおり分析した。

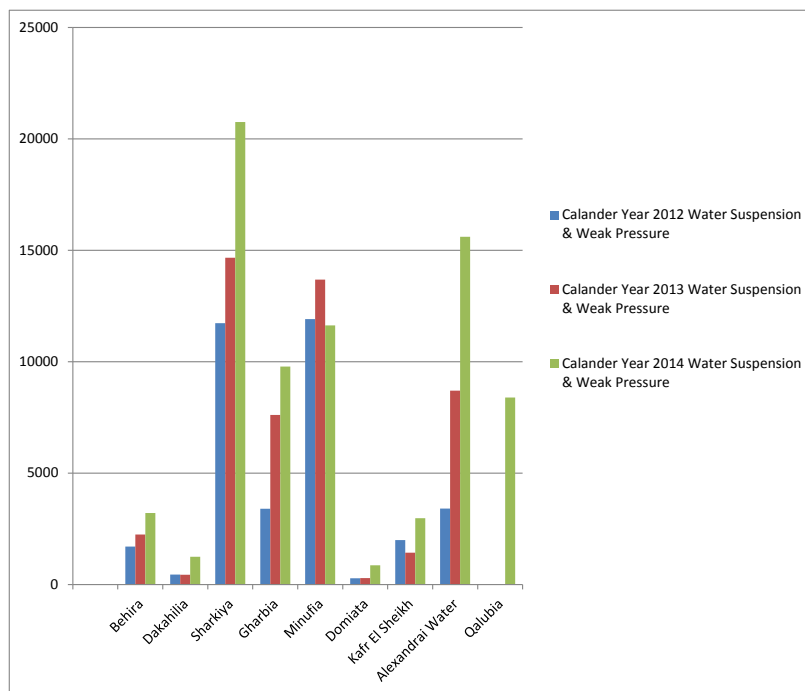
- A-4 地区では、夏季に低水圧の比率が若干増加したものの、概ね 1bar ないしはそれ以上の圧力で安定的に推移していた。従って、低水圧が直接的な原因とは言えない。

- 表 4.3-38 に示すとおり、停電の頻度が 2013 年度と 2014 年度にかけて飛躍的に増加した。
- 2013 年度の停電時間は、2011 年度の 10 倍以上となっている。
- 1 年間に換算した 2014 年度の停電時間も、2011 年度のほぼ 10 倍である。
- 停電の継続中、浄水場は少なくとも停電発生時の 15 分間は運転を停止する。そのため、徐々に水圧が低くなり、たとえ水圧が 1bar 以上あっても、水圧低下と同時に顧客苦情件数が増加する。
- 苦情件数は、停電の影響を受けやすい高層階の住民からが多い。水圧が 1bar 以上あっても、高層階の住民へ影響を与えている。
- この傾向は、SHAPWASCO だけではなく、エジプト全土で同じ傾向を示している。図 4.3-20 にナイルデルタ地域での傾向を示す。

表 4.3-38 Zagazig 市の停電発生の頻度

期間	頻度（回）		継続時間（時間）	
	A-4 地区	Zagazig 市全体	A-4 地区	Zagazig 市全体
2011 年度 (2011 年 7 月～2012 年 6 月)	6	16	6	24
2013 年度 (2013 年 7 月～2014 年 6 月)	84	163	98	243
2014 年度前期 (2014 年 7 月～2014 年 12 月)	34	91	18	109

出典：電力公社 Zagazig 支所



出典：HCWW

図 4.3-20 ナイルデルタ地域における断水と低水圧による苦情件数の傾向

4.3.4.3 顧客インタビュー調査

上記 2 つの PI の分析と平行して、SHAPWASCO は、A-4 地区の顧客インタビュー調査を実施した。詳細は、サポーティングレポート S4.4 に添付する。プロジェクトの前後で、それほど顧客の意見は変わらなかった。SHAPWASCO は、その理由を以下のように分析した。

- 2014 年、低水圧の苦情が多く、その多くが停電時のものであった。停電時にも安定した配水が必要であることを理解した。
- 多くの苦情が 4 階以上の高層階に住む住民からで、SHAPWASCO は、もっと高水圧で配水することが求められることを理解した。

4.3.5 プロジェクト終了後の課題

WDM 活動を継続し、配水状況を向上するために SHAPWASCO がすべきことを下記に示す。

4.3.5.1 配水監視システム上の課題

- 流量、水圧共に計測地点を増やして、Zagazig 市の全ブロックを対象とした配水監視システムを構築すること。
- 24 時間の監視ができるような WDM 部に再構築すること。
- 機器の点検修理、ソフトウェアの更新などの維持管理システムとそれを実行する組織が必要であり、メンテナンス支援に係るサービス業者との継続的契約が必要である。

4.3.5.2 給水能力の課題

- 15 年後までの水需要の調査を実施し、開発計画を策定すること。
- 給水能力の向上に係る計画を実行すること。
- SHAPWASCO が計画している Abbasa 浄水場からの送水計画を実行すること。
- 無収水（特に漏水量）を低減し、必要とされる給水量の減少に努めること。
- 停電時、少なくとも井戸を含めた全給水施設に対して 50% の能力を確保できるように、非常用発電機を設置すること。

4.3.5.3 配水池と配水ネットワークの課題

- 互いに完全に分離化され、配水、需要予測、流量・水圧コントロールが個別に管理される配水ブロックに改善すること。
- それぞれの DMA に十分な能力を持った配水池を確保すること。Zagazig 浄水場既存配水池は、A-1 地区と A-5 地区へ利用に十分な大きさがある。その他の地区は、それぞれ専用の配水池が確保することが望まれる。
- 浄水場から、それぞれの配水池に専用の送水管を敷設すること。浄水場からの計画送水量は、月間ベースで一定にし、配水量と水圧の観測によって調整する。
- 井戸から直接配水せず、いったん上記の配水池へ一日計画水量を貯留する。配水は、配水池から実施すること。

4.3.5.4 シャルキーヤ全県への普及の課題

- 第1ステップとして、水需要と水変動を把握するために、中央監視室で基幹浄水場の送水水量をモニターすること。同時に、井戸やその他小規模浄水場のデータをマニュアルで記録し、分析に加えること。
- 水需要と水変動の分析をより正確に行うために、他小規模浄水場と井戸施設に配水監視システムを拡大すること。
- WDMシステムを適応する次の対象地区を選定し、Zagazig市と同様な手順で実施すること。

4.3.5.5 ナイルデルタ全域への普及の課題

- ナイルデルタ全域の各上下水道公社のために、プレゼンテーションや現場見学会の実施を検討すること。
- SHAPWASCOの要請や企画に応じて、各上下水道公社へ講師や指導者を派遣すること。