ヨルダン・ハシェミット王国
水灌漑省
ヨルダン水道庁

ヨルダン国
バルカ県送配水網改善・拡張計画
協力準備調査報告書

平成26年3月
（2014年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

（株）TECインターナショナル

環境
CR(1)
14−045

ヨルダン・ハシェミット王国
水灌漑省
ヨルダン水道庁

ヨルダン国
バルカ県送配水網改善・拡張計画
協力準備調査報告書

平成２６年３月
（2014年）

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

（株）TECインターナショナル

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ヨルダン・ハシェミット王国政府のバルカ県送配水網改善・拡張計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社 TEC インターナショナルに委託しました。

調査団は、平成 25 年 2 月から平成 26 年 3 月まで、ヨルダンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 26 年 3 月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部　長　　不破　雅実

要　約

1. 国の概要

ヨルダン・ハシェミット王国(以下「ヨ」国という)は人口 632 万人(2012 年)、国土面積 89,316km^2、西をパレスチナ暫定自治区西岸地区及びイスラエル、北をシリア、東をイラク、南東をサウジアラビアに囲まれた国であり、国土の西部にはヨルダン川から標高マイナス 400m の死海を経て紅海のアカバ湾まで広がるヨルダン渓谷がある。ヨルダン渓谷の東側は標高 600m～1,500m の高原地帯であり、高原地帯東部は国土の約 75%を占める砂漠地帯である。降雨は冬季に集中し北西部高原の年間降雨量は約 660mm に達するが、砂漠地帯の年間降雨量は約 120mm にとどまる。

ヨルダン国の一人当り GNI は 4,670 米ドル（2012 年)、産業別の GDP に占める割合は観光業を含む第三次産業が全体の 66.8%と最も高く、次いで第二次産業が 30.1%、第一次産業が 3.1%である（2012 年)。経済は 2008 年の世界的金融危機の影響を受け、現在、経済成長（2.7%：2012 年）は伸び悩んでいる。更に、都市・地方間の所得格差、高い水準で推移する貧困率・失業率、慢性的な財政ギャップなど構造的な問題を抱え、依然として外国からの資金援助、地域の治安情勢、外国からの短期的な資本流入の動向等に左右されやすい脆弱性がある。

ヨルダンの人口は依然高い人口増加率（2.2%：2012 年）を維持している。2012 年の人口統計で 632 万人であり、パレスチナやイラクからの難民が増えたこともあり、1961 年の統計人口（89 万人）に比べ 7 倍近くに増えている。人口の約 3 分の 2 をパレスチナ系住民がしめ、国連パレスチナ難民救済機関によると、そのうち登録パレスチナ難民は約 198 万人である（2012 年)。近年は、更に近隣諸国からの避難民が加わる。特に隣国シリアの内戦によりシリアからの難民流入が急激に増えており、その数は国連難民高等弁務官事務所によると、2014 年 2 月末現在で約 58 万人に達している。そのうち、国内最大の難民キャンプに約 10 万人、残りの 8 割以上の難民はヨルダンコミュニティー内に居住している。難民の急増による影響も含め水需要は今後増大する一方である。

本プロジェクトの対象地域は、ヨルダン国北西部に位置するバルカ県のアインアルバシャおよびディルアラである。アインアルバシャは首都アンマンに隣接し、標高 500m～900m と起伏に富んだ盆地内に位置する。ディルアラはヨルダン渓谷の底部に位置し標高は-50ｍ～-350m である。市街地はヨルダン川沿いに並走する幹線道路沿いに発達している。幹線道路の東側は山裾が迫り、西側はヨルダン川の氾濫域で肥沃な土地となっており、豊かな農業地帯を形成している。

バルカ県は、半乾燥あるいは地中海性気候であり、年間降水量は約 300mm～600 ㎜、年間を通し降雨は冬期に集中し、夏期にあたる 6 月から 9 月の間は乾期となる。アインアルバシャの気温は平均約 17℃、最大約 25℃（8 月)、最低 5℃（1 月)、降雨量は年間約 500 ㎜である。ディルアラの気温は、平均 23.5℃、最大 38.6℃（7 月)、最低 10.6℃（1 月)、降雨量は年間約 280 ㎜である。

アインアルバシャには、パレスチナ難民キャンプがあり、その人口は約 10 万人(2012 年:UNRWA)、その中、Al Baqa'a 地区の人口は 77,000 人（2012 年:DOS 推定）である。アインアルバシャの人口の半数以上がこの狭い Al Baqa'a に居住している。Al Baqa'a 地区は人口密度が高く、生活環境が劣っているため、この地区の環境整備が緊急の課題となっている。ディルアラは「ヨ」国の中でも貧窮度の高い地区である。ヨルダン川と急峻な山裾の間には大規模に農地が広がり、「ヨ」国

の農業生産基地として位置づけられている。人口は5.7万人である。

2. プロジェクトの背景、経緯

ヨルダンは、国土の75%が年間降雨量200㎜以下の砂漠地帯に属しており、国民一人当たりの年間水資源供給量は世界平均の8,000m^3に対して約145m^3と極端に少なく、水資源の不足は深刻である。給水時間は首都アンマンでも週50時間、渓谷地域で24～30時間、小規模村落に至っては10時間以下の地域がある。

水道庁は中長期的な水道事業の持続性向上のため、給水事業の公社化を進めており、アンマン県・マダバ県、北部4県、アカバ県の各地域で公社が設立されている。他県においても公社化すべく経営改善の努力をしており、その前提となる老朽施設の更新等を各ドナーが分担して支援している。しかしバルカ県におけるドナーの施設整備に対する支援は限定的で、特に貧困度が高いディルアラ、アインアルバシャ地区においては、人口が急増しているにも拘らず基幹送配水網の整備が過去25年間に亘ってなされておらず、全国平均を超える高い無収水率(50%超)や、ポンプでの不適切な配水が原因の過剰な電力消費量、水道管の摩耗・腐食による水質悪化などの問題を抱えている。

上記のような水資源の不足、施設の老朽化及び水道事業経営の改善の必要性に加え、隣国シリアの内戦の影響でヨルダンへの難民数が激増（同国政府によると2013年8月時点で約60万人）していることから、人口急増によるインフラ不可改善の必要性も高まっている。バルカ県にも、地価や物価が上昇している国境地域や都市部から難民が流入しており、特に本事業の対象地区であるディルアラ地区は貧困地域であることから、今後も難民の流入が見込まれている。また、シリア国内に居住していた約9千人（2013年8月時点）のパレスチナ難民がヨルダン国内のパレスチナ難民キャンプに流入していることから、国内最大のパレスチナ難民キャンプを抱えるアインアルバシャ地区の人口は増加傾向にあり、早急な対応が求められている。

このような状況のもと、ヨルダン国政府は、バルカ県の給水サービス向上を目的として、新規配水池の建設と配管網の更新を主な内容とする我が国への無償資金協力を2009年8月に要請した。本案件は同要請を受けて実施するものであり、要請内容は以下のとおりである。

我が国への要請内容

項目	要請内容及び数量
ディルアラ地区施設建設	1. 配水池2基： - New Rajeb Upper（6,000m^3×1基）、New Ma'adi （2,500m^3×1基） 2. 送水ポンプ場の改修： - New Rajebポンプ場（Q=500m^3/時、揚程52m、2台）、Ma'adiポンプ場（Q=200m^3/時、揚程140m、2台） 3. 配水管更新・拡張（Σ＝24,600m） - ダクタイル鋳鉄管 - 150㎜×7,000m、200㎜×13,000m、250㎜×2,800m、300㎜×1,300m、400㎜×500m
アインアルバシャ地区施設建設	1. 配水池5基： - Baqaa（8,000m^3×1基）、New Eskandanavian（2,000m^3×1基）、Safout（2,000m^3×1基） - New Abu Nussair 1（1,000m^3×1基）、New Abu Nussair 2（1,000m^3×1基） 2. 配水管更新・拡張（Σ＝27,200m） - ダクタイル鋳鉄管 - 100㎜×3,500m、150㎜×2,700m、200㎜×7,000m、400㎜×2,500m
ソフトコンポーネント	水道庁職員を対象とした無収水対策を含む送配水管理方法のトレーニング

3. 上位計画

「ヨ」国は包括的な国家戦略である「National Agenda 2006-2015」を策定し、国が取り組むべき課題及び解決方針を提示している。水分野の課題として、再生可能な水資源の不足・地下水の枯渇に加えて、非効率な配水、不適切な水道料金設定、不十分な汚水処理能力等が挙げられ、解決方針の１つとして「施設運転・維持管理の効率化及び無収水の削減」が挙げられている。
また、「 生命の水：2008 年～2022 年ヨルダンの水戦略」では、「ヨ」国政府は、次の公約を掲げている。

① 十分かつ安全・安心な飲料水の供給
② 地下水および表流水について理解の深化とさらに効果的な管理の促進
③ 健全な水生態系の創出
④ 水資源の持続的利用
⑤ 公平、手頃、かつ費用に見合う水道料金
⑥ 水セクター全体および水道利用者全体にわたる人口増加と経済発展への速やかな適応

4. 当該セクターの現状と問題点

要請対象地域では、表流水浄水場、脱塩処理水、井戸を水源とした配水池からの自然流下配水及びポンプ圧送による給水を行っているが、高い無収水率、基幹水道システムの能力不足等の問題により、給水時間は制限され、推定一日一人有収水量は低い水準にとどまっている（アインアルバシャ：51 リットル、ディルアラ：71 リットル)。無収水率はバルカ県で約 60％（2012 年）と全国平均の約 40%より高い値を示しており､ディルアラ地区には老朽管及びアスベスト管が多い。無収水の原因は、老朽管や高い配水圧に起因する漏水、メータの不感知や不法接続等となっている。

また、対象地域は起伏が大きいにかかわらず、給水圧を適正に保つための減圧施設や配水区が設置されていない。その結果、標高の低い地域は高水圧に標高の高い地域は低水圧になり、漏水や出水不良の原因になっている。更に、配水池の不備や老朽化した不適切な能力のポンプにより適切な水量を給水できず、対象地域での給水日数は約 1～3 日/週であり、住民の生活に影響を及ぼしている。

5. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICA は、株式会社 TEC インターナショナルを平成 25 年 2 月から平成 26 年 6 月まで、現地に派遣し、ヨルダンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し調査を実施した。以下に調査結果の概要を示す。

(1) プロジェクト対象地域

水道システムを改善するため両地区の送配水幹線施設全て整備することが理想であるが、事業予算の規模から、整備する施設の絞り込みを行った。施設コンポーネントの内容は、配水池の建設、配水池までの送水管敷設、配水池からの配水本管の敷設である。絞り込みの基準として、裨

益効果が高くプロジェクト目標への貢献度の高いコンポーネントを選定した。

(2) プロジェクトの目的

本プロジェクトは、「ヨ」国バルカ県アインアルバシャ地区及びディルアラ地区を対象とし、送配水網を改善することにより、水圧の適正化、給水時間の延長、水質の向上、無収水率の低減、消費電力の効率化等を通じて水道サービスの改善を図ることを目標とする。さらに、これらの改善を通して、ヨルダン北部に流入しているシリア難民による水不足の緩和を図る。

(3) 設計方針

本無償資金協力は、高い無収水率、出水不良や偏った給水の解決を目的とする「ヨ」国側「バルカ県送配水管網改善・拡張計画」の実施に資するため、バルカ県アインアルバシャ及びディルアラ地区において、送水・配水主管の敷設、配水池とポンプ場の建設及び、これらの円滑な運営・維持管理に資する配水管理に係るソフトコンポーネントを行うために、「ヨ」国政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき計画することとした。

① 本プロジェクトの施設建設対象地域は、アインアルバシャ地区 Abu Nussair 1 配水区、Abu Nussair 2 配水区、Al Baqa'a 配水区、及びディルアラ地区 Ma'adi 配水区を対象とした。対象地域は裨益人口、電力量削減効果等に基づいて決定した。
② 本プロジェクトの目標年は 2020 年とした。
③ 配水池は段階施工が基本であるが、ポンプ場・配水管は将来の段階施工が困難である。よって、ポンプ場・配水管の計画目標年は既計画の目標年である 2025 年に設定した。
④ 「ヨ」国統計局による全国の人口増加率予測及び過去のセンサスに基づき、2020 年のプロジェクト対象地域の人口は 261,600 人、施設建設地域の人口は 167,100 人と推定した。
⑤ 2020 年の計画一人一日生活給水量を都市部 100 リットル、村落部 80 リットル、計画無収水率を 40%、計画漏水率を 20%とした。
⑥ 施設設計方針は以下のとおりである。
   a) 無収水管理及び配水管理を効果的に行なうため、送水システムと配水システムを分離し、適切な配水区を設置した。
   b) 給水圧の変動を最小化するため、配水池を建設し、ポンプ加圧式から自然流下式に配水方式を変更した。
   c) アインアルバシャに関しては、Zai 浄水場-Dabouq 配水池間の送水管から分岐し自然流下で対象地域まで送水する。本送水管はアンマンへの送水管であり、送水を停止できないため不断水工法を採用して接続する。
   d) 配水池は環境社会影響が最も少なく、水理的に有利な場所に建設する計画とした。また、建設予定地は十分な地耐力を有しているため直接基礎とした。
   e) 送配水システムの分離、配水池建設、配水方式変更に伴い必要となるポンプ場及び送水管を整備する計画とする。
   f) 既存の配水管網を活用し給水する。従って、新設配水池からの既存配水管網への配水主管の新設、増強を行う。
   g) 配水圧を適正な範囲に保つため、配水管網に減圧弁を設置する計画とした。

h) 配水池、ポンプ場、配水区に流量計を設置し各配水区の配水量を管理する。

i) 既存配水ポンプ場を廃棄することにより、電力量及びCO_2の削減に資する計画とする。

j) 「ヨ」国公共事業省管轄の幹線道路での管路敷設のための開削工法は許可されていないため、この区間に関しては非開削工法を採用する。

⑦ WAJ バルカ支所職員の配水管理能力は十分とはいえないため、ソフトコンポーネントにより配水量及び無収水関連データの管理、活用に関する能力向上を支援する計画とする。

上記設計方針を基に計画した協力対象施設の概要を次表に示す。

本プロジェクトは、実施設計・入札に約 8 ヶ月、建設工事に約 19.5 ヶ月が見込まれている。本協力対象事業を実施する場合に必要となる事業総額は、22.27 億円（日本側負担概算額 21.95 億円、「ヨ」国側負担概算額 3,250 万円）と見積もられる。

施設概要

地域	施設項目		単位	容量、数量
アインアルバシャ	管路	100mm DI	m	350
		150mm DI	m	5,740
		200mm DI	m	4,700
		250mm DI	m	540
		300mm DI	m	8,750
		計	m	20,080
	配水池	Abu Nussair 1	m^3	900
		Abu Nussair 2	m^3	1,100
		計	m^3	2,000
	減圧弁		箇所	5
	流量計		箇所	7
ディルアラ	管路	150mm DI	m	1,090
		250mm DI	m	4,450
		300mm DI	m	9,620
		計	m	15,160
	配水池	Ma'adi	m^3	3,300
	ポンプ場	Ma'adi	箇所	1
	減圧弁		箇所	6
	流量計		箇所	11
合計	管路	100mm DI	m	350
		150mm DI	m	6,830
		200mm DI	m	4,700
		250mm DI	m	4,990
		300mm DI	m	18,370
		小計	m	35,240
	配水池		箇所	3
	ポンプ場		箇所	1
	減圧弁		箇所	11
	流量計		箇所	18

注）DI:ダクタイル鋳鉄管、DMA：District Metered Area

6. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

1) 裨益対象及び人口

本プロジェクトの実施により、開発が遅れているバルカ県の対象地域の住民約 167,000 人(2020 年) に対し給水サービスが改善する。また、Baqa'a 地区のパレスチナ難民キャンプの住民にも裨益する。更に、バルカ県内には、難民キャンプを中心に多くのシリア難民が流入してきており、これら難民も裨益を受けるととなる。

2) プロジェクトの目標と BHN

対象地域の給水時間は、週 1～3 日であり、一人一日平均有収水量もアインアルバシャで約 51L、ディルアラで 71L と少ない量であることから、住民生活は不便を強いられている。本プロジェクトの実施により、給水圧が適正化し、漏水率が減少することにより、使用水量が増加する、あるいは、将来増加する人口に対して同じ水源量でより多くの人口に給水可能となる。更に、給水時間の増加が可能となる。このように、生活に必要な最低限のレベルまで給水サービスを引き上げることが可能となる本プロジェクトは、ベーシック・ヒューマン・ニーズ (BHN) の充足に貢献するものである。

3) 住民の生活改善及び民生の安定

本プロジェクトの実施により、給水サービスが改善し、給水に要する労力や待ち時間が少なくなる、水売りから高価な水を購入する頻度も減少する等、住民の生活の改善に寄与する。また、対象地域には、難民キャンプが含まれており、難民の生活環境の改善及び民生の安定に寄与する。

4) 財務状況の改善

本プロジェクトの実施により、漏水率の減少と給水量の増加、ポンプ運転の効率化、Zai 浄水場からの残圧を使用した送水、自然流下による配水が可能となる。これにより、収入の増加及び電力費の減少が見込まれ、WAJ バルカ支所の財務状況の改善に貢献する。

5) 維持管理の容易な施設

配水区の設定、送配水幹線施設の再構築が実現することで、維持管理が容易にできる水道システムが整備される。これにより、維持管理に係る作業量及びそれに関わる費用が軽減されることが期待される。削減された作業量を予防的・計画的な無収水対策の実施に活用可能となる。

6) 中長期開発計画の目標達成に資する

「ヨ」国の中長期計画である「国家水戦略」では、限りある水源を最大限に有効利用していく方針であり、本プロジェクトは、漏水及び無収水を削減することをとおして、中長期計画の目標達成に資する。

7) 日本の技術の活用

本プロジェクトでは、日本の優れた製品である、ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)、減圧弁、ポンプ等

や、施工技術である不断水工法、非開削工法等が使用可能である。

8) 環境・気候変動対策に資する

本プロジェクトの実施により、漏水の減少及び効率的なポンプ運転、残圧の活用により、消費電力量が削減され CO_2 削減効果が得られる。我が国は、地球温暖化を始めとする環境・気候変動問題の解決のためのプロジェクトへの支援を進めており、本プロジェクトは本援助方針に合致する。

(2) 有効性

1) 定量的効果

本プロジェクトを実施することにより期待される効果は下表のとおりである。現況及び 2020 年におけるプロジェクトの有無により期待される効果を地域別に示す。

プロジェクトの定量的効果

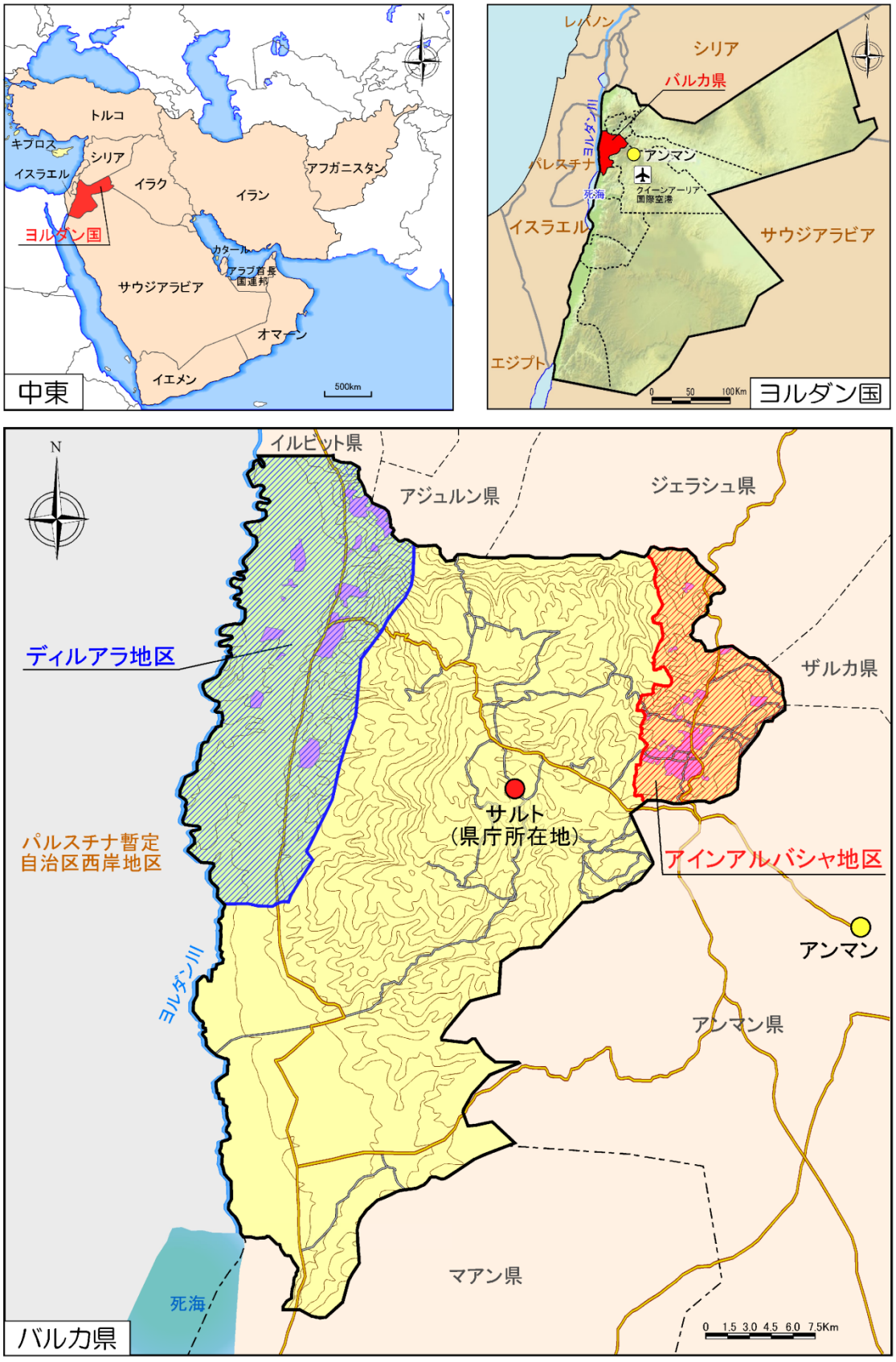
指標名	単位	現状値（2012 年）		目標値（2020 年）	
		ディルアラ	アインアルバシャ	ディルアラ	アインアルバシャ
給水圧	MPa	0.01 - 3.0	0.01 - 2.0	0.1 - 0.7	0.1 - 0.7
配水量	m^3/日	8,900	20,000	9,100	27,200
電力消費量	kWh/m^3	0.688	0.458	0.611	0.239

2) 定性的効果

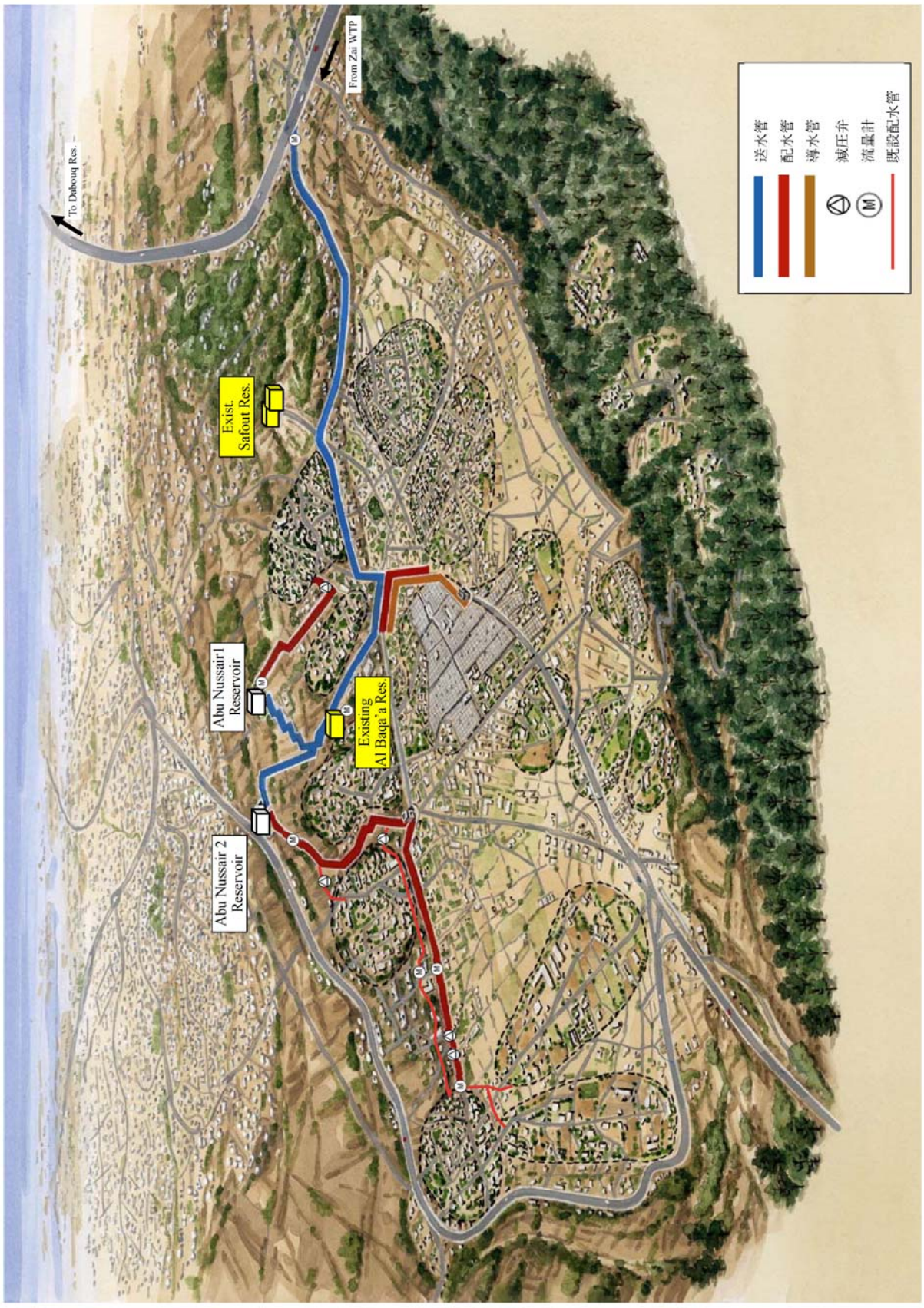
① 給水圧不足地域の削減、無収水の低減、水質の改善によって、水道サービスが改善され、住民の生活環境が改善される。

② 効率的な配水管理が可能となるに係る能力が向上する。

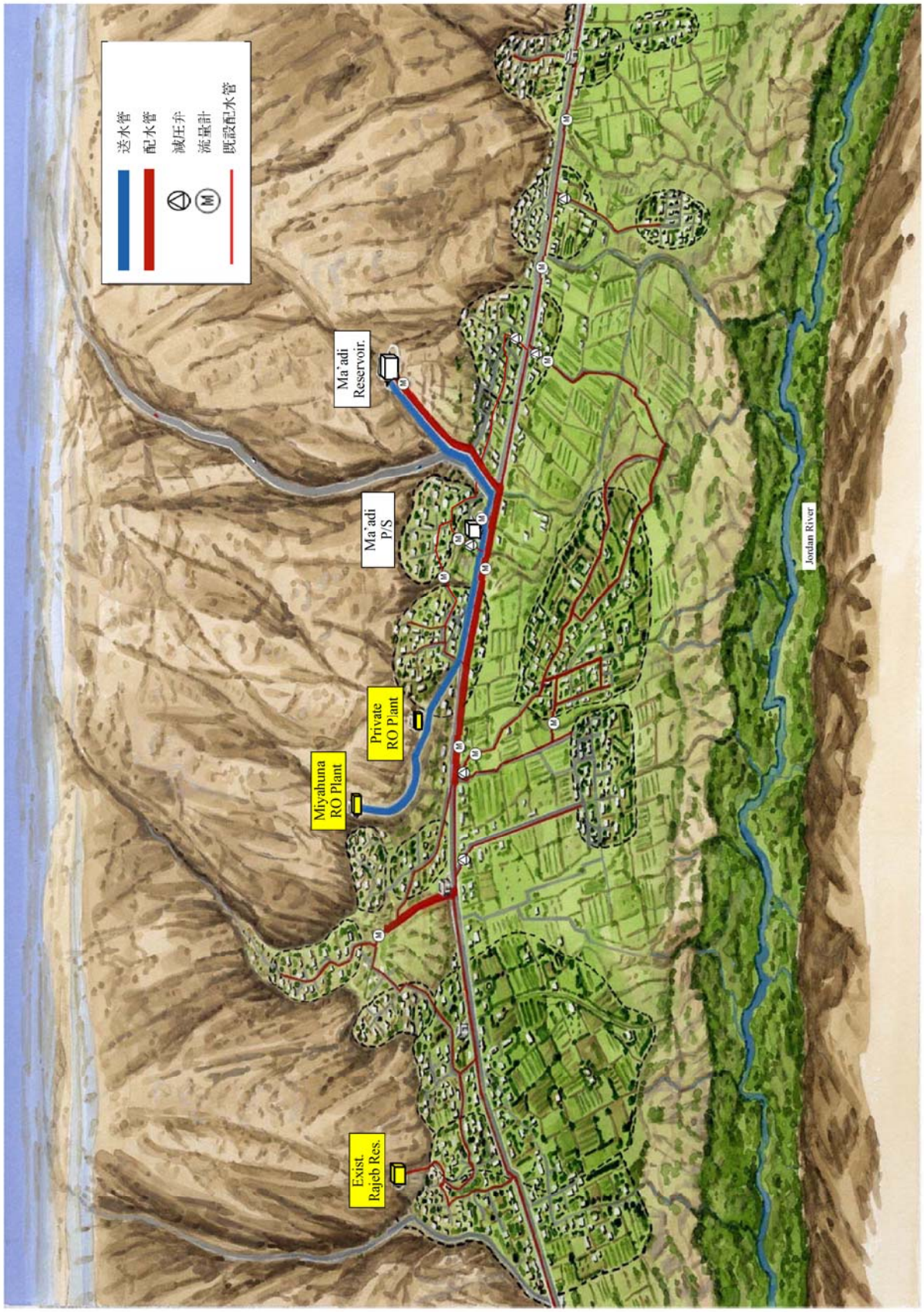
本プロジェクトは、広く住民の BHN の向上及び民生の安定に寄与し、シリア難民支援、当国水セクターの開発政策に合致しており、妥当性は高い。更に、効果として、給水時間の増加、適正な水圧による給水及び配水量の増加が見込まれている。以上の内容により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。


中東
トルコ
キプロス
シリア
イスラエル
イラク
イラン
アフガニスタン
ヨルダン国
カタール
アラブ首長国連邦
サウジアラビア
オマーン
イエメン
500km
ヨルダン国
レバノン
シリア
バルカ県
ヨルダン川
パレスチナ
アンマン
死海
クイーンアーリア国際空港
イスラエル
サウジアラビア
エジプト
0 50 100Km
N
イルビット県
アジュルン県
ジェラシュ県
ディルアラ地区
ザルカ県
サルト
(県庁所在地)
パルスチナ暫定
自治区西岸地区
アインアルバシャ地区
アンマン
ヨルダン川
アンマン県
マアン県
死海
バルカ県
0 1.5 3.0 4.5 6.0 7.5Km

プロジェクトの位置図



完成予想図１（アインアルバシャ）



完成予想図 2（ディルアラ）

写 真 集

Abu Nussair 1 配水池用地

Abu Nussair 2 配水池用地

Ma'adi 配水池用地

Zai-Dabouq 幹線の計画接合地点

非開削工法使用箇所
(アインアルバシャ)

Abu Nussair ポンプ場

Abu Alzeighan ポンプ場
老朽化が著しく漏水が多い

Abu Alzeighan ポンプ場内の既設滅菌設備

Abu Alzeighan 逆浸透膜施設
(Miyahuna 社管轄)

マアディポンプ場～マアディ配水池間 (アクセス道路)

アインアルバシャの幹線道路
(配水管＋導水管敷設)

デェルアラを貫通する幹線国道

既存 Al Baqa'a 配水池

アインアルバシャ市内

Ma'adi 配水池用地からディルアラ市街地方向を見る

序文
要約
プロジェクトの位置図
完成予想図
写真集
目次/図表目次
略語表
地域名

目　　次

第 1 章　プロジェクトの背景・経緯 1-1
1-1　当該セクターの現状と課題 1-1
1-1-1　現状と課題 1-1
1-1-2　開発計画 1-1
1-1-3　社会経済状況 1-4
1-2　無償資金協力の背景・経緯及び概要 1-6
1-3　我が国の援助動向 1-7
1-4　他ドナーの援助動向 1-9

第 2 章　プロジェクトを取り巻く状況 2-1
2-1　プロジェクトの実施体制 2-1
2-1-1　組織・人員 2-1
2-1-2　財政・予算 2-3
2-1-3　技術水準 2-9
2-1-4　既存施設・機材 2-18
2-2　プロジェクトサイトおよび周辺の状況 2-31
2-2-1　関連インフラの整備状況 2-31
2-2-2　自然条件 2-33
2-2-3　社会条件 2-40
2-2-4　環境社会配慮 2-43
2-2-5　その他 2-44

第 3 章　プロジェクトの内容 3-1
3-1　プロジェクトの概要 3-1
3-1-1　上位目標とプロジェクト目標 3-1
3-1-2　プロジェクトの概要 3-1
3-2　協力対象事業の概略設計 3-4
3-2-1　設計方針 3-4
3-2-2　基本計画 3-12

3-2-3　概略設計図 3-43
3-2-4　施工計画/調達計画 3-44
3-3　相手国分担事業の概要 3-56
3-4　プロジェクトの運営・維持管理計画 3-57
3-4-1　運営・維持管理計画基本方針 3-57
3-4-2　配水管理責任者の役割 3-57
3-4-3　運営・維持管理体制 3-57
3-5　プロジェクトの概略事業費 3-60
3-5-1　協力対象事業の概略事業費 3-60
3-5-2　運営・維持管理費 3-62

第 4 章　プロジェクトの評価 4-1
4-1　協力対象事業実施に当たっての前提条件 4-1
4-2　プロジェクト全体計画達成のために必要な相手側投入（負担）事項 4-1
4-3　外部条件 4-2
4-4　プロジェクトの評価 4-2
4-4-1　妥当性 4-2
4-4-2　有効性 4-3
4-4-3　結論 4-4

表　目　次

表 1-1　バルカ県の人口分布（2012 年）..... 1-5
表 1-2　我が国への要請内容 1-7
表 1-3　我が国の技術協力との関連（給水分野） 1-8
表 1-4　我が国の無償資金協力実績（給水分野） 1-8
表 1-5　他のドナー国・国際機関の援助実績（給水分野） 1-9
表 2-1　ディルアラ及びアインアルバシャ地区事務所の職員数 2-1
表 2-2　バルカ支所の維持管理部門のチーム数及び人数 2-1
表 2-3　WAJ の連結ベースの損益計算書..... 2-4
表 2-4　WAJ バルカ県支所の 2010 年及び 2011 年損益計算書..... 2-5
表 2-5　WAJ バルカ県支所分野別収入・支出の状況（2011 年） 2-5
表 2-6　WAJ バルカ県支所上下水道料金徴収状況の推移..... 2-6
表 2-7　2012 年 4 月 1 日に適用された上下水道料金..... 2-7
表 2-8　年間給水量・有収水量及び無収率(全国) 2-8
表 2-9　年間給水量・有収水量及び無収率(バルカ県) 2-8
表 2-10　アインアルバシャ地区事務所の職員数 2-9
表 2-11　ディルアラ地区事務所の職員数 2-10
表 2-12　アインアルバシャ地区の既存井戸の管理体制 2-11
表 2-13　ディルアラ地区の既存井戸の管理体制 2-11
表 2-14　アインアルバシャ地区既存ポンプ場の管理体制 2-12
表 2-15　ディルアラ地区既存ポンプ場の管理体制（アルファベット順） 2-13
表 2-16　物理特性、化学特性、放射能特性の検査頻度 2-15
表 2-17　「ヨ」国の飲料水水質基準と既存水源の代表的な分析結果 2-16
表 2-18　無収水量と原単位（2012 年）..... 2-18
表 2-19　既存井戸の仕様（アインアルバシャ） 2-23
表 2-20　アインアルバシャ地区水源の過去 3 年間の水量実績 2-24
表 2-21　既存井戸の仕様（ディルアラ） 2-24
表 2-22　アインアルバシャ地区水源の過去 3 年間の水量実績 2-25
表 2-23　布設年毎の管路延長（アインアルバシャ） 2-26
表 2-24　布設年毎の管路延長（ディルアラ） 2-26
表 2-25　既存ポンプ場の管理体制（アインアルバシャ） 2-27
表 2-26　既存ポンプ場の管理体制（ディルアラ） 2-28
表 2-27　既存配水池・着水井の状況 2-28
表 2-28　既存配水池・着水井の状況 2-29
表 2-29　既存消毒設備の状況（アインアルバシャ） 2-29
表 2-30　既存消毒設備の状況（ディルアラ） 2-29
表 2-31　WAJ 本庁メンテナンス課所有の主要機材..... 2-30
表 2-32　アインアルバシャおよびディルアラ地区事務所の維持管理機材 2-30

表 2-33　月間気温（ディルアラ） 2-33
表 2-34　月間気温（イルビット） 2-34
表 2-35　バルカ県内の観測点における年間降雨量 2-34
表 2-36　対象地域及びその近隣の観測点における降水量 2-34
表 2-37　地震係数 2-39
表 2-38　対象案件の施設コンポーネント毎の環境影響内容 2-44
表 2-39　世帯収入及び飲料用の支出 2-44
表 2-40　水道サービスに対する支払い意志額 2-45
表 3-1　要請内容と本プロジェクトによる施設内容の比較（計画案） 3-3
表 3-2　各配水区の特性と選定された配水区 3-7
表 3-3　各配水区の特性と選定された配水区 3-9
表 3-4　計画対象全地域の人口予測 3-13
表 3-5　計画無収水率と漏水率 3-14
表 3-6　1 人 1 日計画使用水量 3-14
表 3-7　協力対象地区の水需要と供給の計画条件 3-15
表 3-8　バルカ県の供給量実績（2012 年） 3-15
表 3-9　バルカ県の推定需要水量 3-16
表 3-10　バルカ県の将来の需要水量と供給水量とのバランス(2012 年の供給量に対する) 3-16
表 3-11　給水圧の設計基準 3-17
表 3-12　配水区の概要 3-18
表 3-13　配水区の需要水量 3-18
表 3-14　配水区の概要 3-26
表 3-15　配水区の需要水量 3-26
表 3-16　配水池の計画（アインアルバシャ） 3-32
表 3-17　配水池の計画（ディルアラ） 3-32
表 3-18　ポンプ場の計画内容 3-33
表 3-19　ポンプ設備の仕様 3-33
表 3-20　地域別管径別の計画管路延長 3-34
表 3-21　減圧弁の仕様（アインアルバシャ） 3-38
表 3-22　減圧弁の仕様（ディルアラ） 3-38
表 3-23　減圧弁の付帯設備 3-39
表 3-24　流量計の仕様（アインアルバシャ） 3-42
表 3-25　流量計の仕様（ディルアラ） 3-42
表 3-26　概略設計図面リスト（アインアルバシャ） 3-43
表 3-27　概略設計図面リスト（ディルアラ） 3-43
表 3-28　施設建設に係わる両国間の施工区分 3-46
表 3-29　現場における日本人施工監理体制 3-48
表 3-30　請負業者の施工管理体制 3-49
表 3-31　品質管理計画 3-50

表 3-32　主要資機材の調達計画 3-51
表 3-33　ソフトコンポーネント成果の確認方法 3-53
表 3-34　実施計画 3-54
表 3-35　ソフトコンポーネントの成果品 3-54
表 3-36　相手国負担事業の概要 3-56
表 3-37　主要な施設及び管理・制御設備 3-58
表 3-38　ポンプ設備の標準的な点検項目 3-58
表 3-39　配水池の定期点検項目 3-59
表 3-40　送配管路の定期点検項目 3-59
表 3-41　流量計と減圧弁の管理項目 3-59
表 3-42　ヨルダン国側の負担経費総括表 3-61
表 3-43　WAJ バルカ県支所の損益計算書..... 3-62
表 3-44　電力量と電気代の削減 3-63
表 3-45　バルカ県給水量 3-64
表 3-46　プロジェクト実施による水購入費の推算 3-64
表 3-47　無収水率削減による営業収入増の推算 3-64
表 3-48　プロジェクト実施による WAJ バルカ支所の収支増減（無収水率の改善したケース） 3-65
表 3-49　プロジェクト実施による WAJ バルカ支所の収支増減（無収水率が現状のままのケース） 3-65
表 4-1　プロジェクトの定量的効果 4-4

図　目　次

図 2-1　WAJ（ヨルダン水道庁）の組織図 2-2
図 2-2　WAJ バルカ県支所組織図..... 2-2
図 2-3　WAJ バルカ県地区事務所組織図..... 2-3
図 2-4　地域毎の時間給水 2-14
図 2-5　既存施設配置（アインアルバシャ） 2-19
図 2-6　既存施設配置（ディルアラ） 2-20
図 2-7　水道施設の模式図（アインアルバシャ） 2-21
図 2-8　水道施設の模式図（ディルアラ） 2-22
図 2-9　ヨルダン国の電力送電網 2-32
図 2-10　「ヨ」国の水理地質図 2-35
図 2-11　ヨルダン国地下水盆と地下水の流動方向 2-36
図 2-12　WAJ の取水量観測データ　－全体－（アインアルバシャ） 2-37
図 2-13　WAJ の水源井戸数と平均揚水量（アインアルバシャ） 2-37
図 2-14　WAJ の水位観測データ（ディルアラ） 2-38
図 2-15　WAJ の取水量観測データ（ディルアラ） 2-38

図 3-1　本プロジェクトの選定されたコンポーネント(アインアルバシャ) 3-8
図 3-2　本プロジェクトの選定されたコンポーネント(ディルアラ) 3-10
図 3-3　人口傾向と将来予測人口 3-13
図 3-4　バルカ県およびヨルダン国の無収水率経年変化 3-14
図 3-5　配水区及び DMA 割り（アインアルバシャ） 3-19
図 3-6　既存井戸の使用（アインアルバシャ） 3-20
図 3-7　計画管路ルート及び計画施設の配置図（アインアルバシャ） 3-21
図 3-8　計画水道システムの施設配置概念図（アインアルバシャ） 3-22
図 3-9　既存と計画送水システム模式図と日流量（アインアルバシャ） 3-23
図 3-10　既存と計画水道システムの高低差比較（アインアルバシャ） 3-24
図 3-11　配水区及び DMA 割り（ディルアラ） 3-26
図 3-12　既存水源からの配水池への送水 3-27
図 3-13　計画管路ルート及び計画施設の配置図（ディルアラ） 3-28
図 3-14　計画水道システムの施設配置概念図（ディルアラ） 3-29
図 3-15　既存と計画送水システム模式図と日流量（m^3/日）（ディルアラ） 3-30
図 3-16　既存と計画水道システムの高低差比較（ディルアラ） 3-31
図 3-17　非開削工法による配水管工事の施工個所（アインアルバシャ） 3-36
図 3-18　非開削工法及び水管橋による配水管工事の施工個所（ディルアラ） 3-37
図 3-19　減圧弁の水理 3-39
図 3-20　減圧弁と流量計の位置（アインアルバシャ） 3-40
図 3-21　減圧弁と流量計の位置（ディルアラ） 3-41
図 3-22　実施工程表 3-55

略語

AWC	Aquba Water Company（アカバ水道会社）
DI	Ductile Iron Pipe（ダクタイル鋳鉄管）
DMA	District Metered Area（配水管理区）
DOS	Department of Statistics（ヨルダン国統計局）
DZ	Distribution Zone（配水区）
E/N	Exchange of Notes（交換公文）
EIA	Environmental Impact Assessment（環境影響評価）
EIB	Europe Investment Bank（欧州投資銀行）
EPA	Environment Protection Agency（US）
EU	European Union （欧州連合）
GIS	Geographic Information System（地理情報システム）
GPRS	General Packet Radio Service
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit（ドイツ国際協力公社）
HDPE	High Density Polyethylene Pipe（高密度ポリエチレン管）
JICA 技プロ	JICA 技術協力プロジェクト
JD（JOD）	Jordan Dinar（ヨルダンディナール）
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau（ドイツ復興銀行）
M/D	Minutes of Discussions （討議議事録）
MPa	1 バール（bar） = 0.1 メガパスカル（MPa）
MWI	Ministry of Water and Irrigation（水灌漑省）
OD	Outer diameter（外径）
PDM	Project Design Matrix（プロジェクト・デザイン・マトリックス）
PRV	Pressure Reducing Valve（減圧弁）
RC	Reinforced Concrete（鉄筋コンクリート）
USAID	United State Agency for International Development（米国国際開発庁）
WAJ	Water Authority of Jordan（ヨルダン水道庁）
Lpcd	Liter per capita per day（1 人 1 日使用水量）
MOPH	Ministry of Public Works and Housing（住宅公共事業省）
MCM	Million cubic meter（100 万 m^3）
MWI	Ministry of Water and Irrigation（水灌漑省）
OMS	Operation Management Support, WAJ, GIZ（運営管理サポート）
RO	Reverse Osmosis Membrane（逆浸透膜）
UNRWA	United Nations Relief and Works Agency for Palestine Refugees in the Near East（国連パレスチナ難民救済事業機関）
WTP	Water Treatment Plant（浄水場）

地　域　名

英文	和文	英文	和文
Balqa Governorate	バルカ県	Abu Nussair	アブナシール
Madaba Governorate	マダバ県	Al Baqa'a	アルバカ
Zarqa Governorate	ザルカ県	Safout	サフート
Ain Al Basha	アインアルバシャ	Kufranja	クフランジャ
Deir Alla	ディルアラ	Rajeb	ラジェブ
Zai	ザイ	Ma'adi	マアディ
Dabouq	ダブーク	Eskandanavian	エスカンダナビアン

為替交換レート　：1US$ = 98.92 円、1JD=140.17 円

第1章　プロジェクトの背景・経緯

1-1　当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

ヨルダン・ハシェミット王国（以下「ヨ」国）は、国土の 75%が砂漠地帯であり、年間降雨量 200㎜ 以下となっている。国民一人当たりの年間水資源量は、世界平均の 7,700m^3 に対して、約 145m^3 と極端に少なく、水資源の問題は極めて深刻である。このため、時間給水も常識となっており、首都アンマンは週 50 時間、ヨルダン渓谷地域で 24～30 時間、小規模村落に至っては 10 時間以下の給水時間となっている。

希少な水資源にかかわらず、湾岸での戦争による難民や帰還民、近年では更にシリア難民を含む急速な人口増加により、ヨルダン国の水問題は、近年ますます深刻化している状況である。ヨルダン国における水政策は、常に直面する最重要な課題として扱われており、「限りある水資源をいかに有効にかつ公平に利用していくか」が基本方針となっている。この方針の下、無収水削減が急務となっている（2008 年の全国平均値 43.9%）。そのため、ヨルダン国や我が国を含む援助機関が無収水削減に向け積極的に取り組んでおり、特に我が国は技術協力プロジェクト「無収水対策能力向上プロジェクト」(2005-2008)、同フェーズ 2（2009 年～2011 年）を実施し支援している。

また、送配水管や送水ポンプ等の既存給水施設の多くは老朽化しており、さらに急激な都市圏の拡大による施設拡張が適切に行われておらず、効率の悪い送水システムとなっている。特に、起伏の大きい地形が多いため高圧力のポンプ直送方式が採用され、結果として、水道管劣化による高い無収水率（約 45%）や過剰な電力消費量（国全体の 16%）などの問題を招いている。これは水質の悪化、水資源やエネルギーの過剰消費や水道事業の収益悪化をもたらしている。

水道事業を監理しているヨルダン水道庁（WAJ）は、水道事業の持続性向上のために配水事業の公社化・民営化を進めており、アンマン県及びマダバ県ではミヤフナ社、北部 4 県ではヤルムーク水道公社、アカバ県でアカバ水道公社が設立されている。他県においても公社化すべく経営改善の努力をしている。

1-1-2 開発計画

1-1-2-1　水セクター開発政策

ヨルダンの水セクターにおけ最も重要な政策は以下の3政策である。以下ににその概要を示す。

(1) 1997 年閣議で採択された「ヨルダンの水戦略および政策」

ヨルダンの水戦略および政策において、以下の方策の実施を公約している。

1)　地下水汲み上げ量を再生可能な割合まで減少させること

2) 地下水揚水を制限するための継続的なモニタリング努力
3) 化石帯水層からの慎重かつ賢明な取水計画
4) 可能な限り高い送水・配水・水利用効率の追求
5) 水需要供給管理に対して統合的かつ時間変動的な（Temporally dynamic）アプローチの採用
6) 資源管理能力向上のための最先端技術の利用
7) 運転管理費用をなるべく低く抑える

(2) 2006 年～2015 年「国家目標（National Agenda)」

ヨルダン国は包括的な国家戦略である「National Agenda 2006-2015」を策定し、国が取り組むべき課題及び解決方針を提示している。水分野の課題として、再生可能な水資源の不足・地下水の枯渇に加えて、非効率な配水、不適切な水道料金設定、不十分な汚水処理能力等が挙げられ、解決のため以下の構想が示されている。

1) 配水管網の効率性改善による運転費用と無収水の削減
2) 水道料金の再編成と補助費の段階的削減
3) 最先端技術の活用による下水処理施設の開発（と改良）および処理水の農業用や工業への利用
4) 水セクターの発展や投資しやすい環境づくりへの民間部門の一層の関与。国家水道基本計画は、これらの改革の重要性を強めている。

(3)「生命の水：2008 年～2022 年ヨルダンの水戦略」

ヨルダン政府は、本水戦略において次の公約を掲げている。

1) 十分かつ安全・安心な飲料水の供給
2) 地下水および表流水について理解の深化とさらに効果的な管理の促進
3) 健全な水生態系の創造
4) 水資源の持続的利用
5) 公平、手頃、かつ費用に見合う水道料金
6) 水セクター全体および水道利用者全体にわたる、人口増加と経済発展への速やかな適応

生命の水政策は、以下の必要性を訴えている。

1) 効率的かつ効果的な制度改革
2) 水資源のより効率的な利用
3) 地下水開発の大幅な削減
4) Disiプロジェクトと紅海死海プロジェクト（JRSP）の実施
5) 高地での灌漑農業によりもたらされる問題へのさらなる注目
6) 適切な水道料金および水保全へのインセンティブ

ヨルダン国における水政策は、常に直面する最重要な課題として扱われており、「限りある水資源をいかに有効にかつ公平に利用していくか」が基本方針となっている。また、近年における電

気料金の急激な値上げは、水道施設の運転費用の上昇を招き、健全な水道事業の発展を阻害している。本プロジェクトは、配水管網の効率性改善による運転費用と無収水の削減、及び限りある水資源の有効かつ公平な利用に資するものである。

1-1-2-2　ディシ化石水プロジェクト

南部ヨルダン､北西部サウジアラビアの砂漠の下にあるのディシ帯水層から取水し､年間100MCM（1 億 m^3）を圧送するプロジェクトです。水需要の増加を満たすために首都アンマン、やその他の地域に供給される。建設は 2009 年に始まり、2013 年 7 月に完成した。本プロジェクトの恩恵はバルカ県にももたらされる。

1-1-2-3　対象地域における上水道計画

WAJ は、2025 年を目標年次とする中央 3 県（ザルカ県、マダバ県、バルカ県）の水道施設改善のための計画「Upgrading and Expansion of Water Facilities in the Central Governorates of Zarqa, Madaba and Balqa（以下 WAJ 既計画)」を 2005 年に作成した。以下に概要を示す。

1)　人口と水需要

WAJ 既計画では、統計局のデータをもとに、2003 年の人口を基準に 2025 年までの推定人口を求め水需要量を予測した。給水原単位は生活用水、商業用水、公共施設用水、軽工業用水を含んだ一人一日平均給水量を示し、計画漏水率は 2025 年までに漸次 15%まで削減する計画である。

水源の種類	2003 年 基準年	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年
人口増加率（%）	-	2.50	2.30	2.10	1.90
人口	359,485	429,736	481,482	534,206	586,921
給水原単位（L/c/d)	-	108	125	130	130
漏水率（%）	-	28	25	20	15
水需要量（MCM/年）	-	23.53	29.29	31.69	32.76

2)　現況と将来水源

WAJ 既計画では、バルカ県全体の 2003 年現在の水資源と 2025 年までの水資源計画を示している。2003 年現在の水資源は、地下水、表流水（湧水)、ザイ浄水場からの送水からなり、他の 2 県（ザルカ県、マダバ県）のように、将来、Disi 化石水からの直接供給は考慮されていない。地下水に関しては 2003 年時点おいて安全揚水量を超えた過剰揚水となっており、今後の地下水の増加は見込めず、水需要の増加はザイ浄水場からの供給量の増加によって補う計画である。2010 年からザイ浄水場からの供給量が 3 倍以上に増えるのは、ディシ化石水の供給が開始されることから、ザイ浄水場からアンマンへの送水量に余裕が生じ、アンマンの送水量の一部をバルカ県へ回すことを前提としている。

（単位：MCM/年）

水源の種類	2003 年現在	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年
表流水（湧水）	5.40	4.60	4.60	4.60	4.60
地下水[注)]	8.52	7.40	7.63	8.50	8.61
ザイ浄水場からの供給	4.05	14.83	18.90	20.42	20.31
合計	17.97	26.83	31.13	33.52	33.52

注）逆浸透膜（RO: Reverse Osmosis Membrane）方式による地下汽水の淡水化処理水も含む。

3) 設計

WAJ 既計画は次の方針に基づき計画されている。

- 配水区全体をゾーンニングによって区分けする。
- 送水管と配水管の分離を行う。
- ポンプによる直接配水から配水池からの自然流下方式へ切り替える。
- 2025年の目標年に合わせ、ポンプ仕様の最適化（容量と揚程）をはかる。
- 減圧弁よって配水圧の最適化をはかる。
- 既存給水施設の改善を図る。
- 配水池容量は日最大給水量の12時間分とする。

協力対象地域であるアインアルバシャ及びディルアラ地区の計画内容はつぎのとおりである。

アインアルバシャ地区

既存配水区を 5 つのゾーンに分け、各ゾーンには配水池を設けて、ポンプ直接配水から自然流下配水に切り替える。目標年 2025 年に不足する水供給量は、ディシ化石水のプロジェクトが完了後、現在はザイ浄水場からアンマンへの送水量の中から供給する計画である。

ディルアラ地区

既存配水区を 2 つのゾーンに分け、各ゾーンには配水池を設けて、ポンプ直接配水から自然流下配水に切り替える。既存井戸と地下汽水の淡水化処理水（ミヤフナ社、及び民間会社の RO プラント）の現在の水源は変わることはなく、水源量の増加は淡水化処理水の増加によって補う計画である。

1-1-3 社会経済状況

(1) 国の社会経済状況

ヨルダンの人口は依然高い人口増加率（2.2%：2012 年度）を維持している。2012 年の人口統計で 632 百万人であり、パレスチナやイラクからの難民が増えたこともあり、1961 年の統計人口（89 万人）に比べ 7 倍近くに増えている。人口の約 3 分の 2 をパレスチナ系住民がしめ、国連パレスチナ難民救済機関によると、そのうち国連登録難民は約 198 万人である（2010 年）。難民キャンプに居住する約 34 万人に加え、パレスチナ難民のほとんどはヨルダン国民として認められている。更に近隣諸国からの避難民が加わる。特にシリア内戦により、難民が 2013 年に難民キャンプに 40 万人、ヨルダンコミュニティー内に 80 万、総計 120 万に達すると推定されている。難民

のキャンプは、Mafraq 県の Za'atri に位置する。難民のホストコミュニティは、ヨルダン北部県 Irbid、Ajloun、Mafraq 等である。難民の急増による影響も含め水需要は今後増大する一方である。

ヨルダン国の一人当り GNI は 4,670 米ドル（2012 年)、産業別の GDP に占める割合は観光業を含む第三次産業が全体の 66.8%と最も高く、次いで第二次産業が 30.1%、第一次産業が 3.1%である（2012 年)。

経済は、1990 年代以来 IMF と協調して進めてきた経済構造改革プログラム（2004 年 7 月終了）を通じたマクロ経済・財政運営面での改革の成果等により、近年は平均で 7%を超える高い成長を実現していたが、2008 年の世界的金融危機の影響を受け、現在、経済成長（2.7%：2012 年）は伸び悩んでいる。

都市・地方間の所得格差、高い水準で推移する貧困率・失業率、慢性的な財政ギャップなど構造的な問題を抱え、依然として外国からの資金援助、地域の治安情勢、外国からの短期的な資本流入の動向等に左右されやすい脆弱性がある。

(2) 対象地区の社会経済状況

バルカ県の推定総人口（2012 年）は 428,000 人、Amman、Irbid、Zarqa に次いで 4 番に人口の大きな県である。人口密度（382 人/km^2）は、Irbid ,Jerash に次いで第 3 番目に高い。

バルカ県は 5 地区に分かれており（下表)、アインアルバシャはアンマンに隣接することから都市人口が多いが、ディルアラは、ヨルダン渓谷に位置し農業従事者が多いことから地方農村人口が半数以上を占める。なお、バルカ県全体では、都市人口、地方農村人口の比率はおおよそ 70%と 30%である。なお、シリア難民はバルカ県にも流入しており、15 万人と見積もられている（2014 年 2 月の WAJ バルカ支所情報)。

アインアルバシャには、パレスチナ難民キャンプが Al Baqa'a に位置している。キャンプ人口は 77,000 人とアインアルバシャの人口の半数以上がこの狭い難民キャンプ地域に居住している。

表 1-1　バルカ県の人口分布（2012 年）

地区	都市部	地方農村部	合計
Salt	101,790	33,990	135,780
Shounah Janoobiyah	32,009	15,881	47,890
Deir Alla	28,103	29,337	57,440
Ain Al Basha	139,342	20,008	159,350
Mahes & Fuhais	27,540	0	27,540
合計	328,784	99,216	428,000

出典：ヨルダン統計局

Al Baqa'a 地区は人口密度が高く、生活環境が劣っているため、この地区の環境整備が緊急の課題となっている。住民は給与所得者、商業従事者、公務員などが多く農業従事者は約 3%と少ない（JICA 調査団、社会条件調査)。

ディルアラ地区はヨルダン渓谷の底部に位置した南北に長い地形で、大部分は海抜下である。

ディルアラは「ヨ」国の中でも貧窮度の高い地区である。ヨルダン川と急峻な山裾の間には大規模に農地が広がり、「ヨ」国の農業生産基地として位置づけられている。人口は 5.7 万人であり、その多くは渓谷を南北に縦断する国道沿いに散在した集落を形成し居住する。住民のうち、農業従事者は 35%程度と多く、商業従事者が 29%とこれに続いている（JICA 社会条件調査)。農業従事者では自営農家は少なく、多くは大規模農家での雇用労働者が多い。

経済は、農業と軽工業（特に Fuhais に位置するセメント工場）に依存している。また、製薬工業がサルトに位置している。失業率は 14.2%（2012 年）でる。

JICA 調査団による社会条件調査によると、世帯収入は月額でアインアルバシャが 400JOD、ディルアラが 350JOD である。ディルアラは、アインアルバシャに比べ収入が少なく、上下水道設備などのインフラ整備率もアインアルバシャに比べて劣っている。

対象地域に対する社会条件調査結果を資料-6.8 に示す。

1-2　無償資金協力の背景・経緯及び概要

ヨルダンは、国土の 75%が年間降雨量 200mm 以下の砂漠地帯に属しており、国民一人当たりの年間水資源供給量は世界平均の 8,000m^3 に対して約 145m^3 と極端に少なく、水資源の不足は深刻である。給水時間は首都アンマンでも週 50 時間、渓谷地域で 24～30 時間、小規模村落に至っては 10 時間以下の地域がある。

水道庁は中長期的な水道事業の持続性向上のため、給水事業の公社化を進めており、アンマン県・マダバ県、北部 4 県、アカバ県の各地域で公社が設立されている。他県においても公社化すべく経営改善の努力をしており、その前提となる老朽施設の更新等を各ドナーが分担して支援している。しかしバルカ県におけるドナーの施設整備に対する支援は限定的で、特に貧困度が高いディルアラ、アインアルバシャ地区においては、人口が急増しているにも拘らず基幹送配水網の整備が過去 25 年間に亘ってなされておらず、全国平均を超える高い無収水率(50%超)や、ポンプでの不適切な配水が原因の過剰な電力消費量、水道管の摩耗・腐食による水質悪化などの問題を抱えている。

上記のような水資源の不足、施設の老朽化及び水道事業経営の改善の必要性に加え、隣国シリアの内戦の影響でヨルダンへの難民数が激増（同国政府によると 2013 年 8 月時点で約 60 万人）していることから、人口急増によるインフラ不可改善の必要性も高まっている。バルカ県にも、地価や物価が上昇している国境地域や都市部から難民が流入（2013 年 8 月時点で約 1 万 4 千人）しており、特に本事業の対象地区であるディルアラ地区は貧困地域であることから、今後も難民の流入が見込まれている。また、シリア国内に居住していた約 9 千人（2013 年 8 月時点）のパレスチナ難民がヨルダン国内のパレスチナ難民キャンプに流入していることから、国内最大のパレスチナ難民キャンプを抱えるアインアルバシャ地区の人口は増加傾向にあり、早急な対応が求められている。

このような状況のもと、ヨルダン国政府は、バルカ県の給水サービス向上を目的として、新規配水池の建設と配管網の更新を主な内容とする我が国への無償資金協力を 2009 年 8 月に要請した。本案件は同要請を受けて実施するものであり、要請内容は以下のとおりである。

表 1-2　我が国への要請内容

項目	要請内容及び数量
ディルアラ地区施設建設	1. 配水池 2 基： - New Rajeb Upper (6,000m³×1 基)、New Ma'adi (2,500m³×1 基) 2. 送水ポンプ場の改修： - New Rajeb ポンプ場 (Q=500m³/時、揚程 52m、2 台)、Ma'adi ポンプ場 (Q=200m³/時、揚程 140m、2 台) 3. 配水管更新・拡張 (Σ＝24,600m) - ダクタイル鋳鉄管 - 150mm×7,000m、200mm×13,000m、250mm×2,800m、300mm×1,300m、400mm×500m
アインアルバシャ地区施設建設	1. 配水池 5 基： - Baqaa (8,000m³×1 基)、New Eskandanavian (2,000m³×1 基)、Safout (2,000m³×1 基) - New Abu Nussair 1 (1,000m³×1 基)、New Abu Nussair 2 (1,000m³×1 基) 2. 配水管更新・拡張 (Σ＝27,200m) - ダクタイル鋳鉄管 - 100mm×3,500m、150mm×2,700m、200mm×7,000m、400mm×2,500m
ソフトコンポーネント	水道庁職員を対象とした無収水対策を含む送配水管理方法のトレーニング

1-3　我が国の援助動向

(1) 援助動向

対ヨルダン国別援助方針における重点目標として「自立的・持続的な経済成長の後押し」が掲げられ、本事業は当目標の開発課題である「資源の持続的管理と環境保全」に対応する「水資源の有効利用」プログラムに位置づけられる。本プログラムは上水道施設整備・改善、無収水の低減を通した水資源の安定的確保を支援している。本プログラムの下、「南部地域給水改善計画」（2011 年開始）などの無償資金協力による水道インフラの整備や、「無収水対策能力向上プロジェクト」（フェーズ 1：2005-2008 年、フェーズ 2：2009-2011 年）などの技術協力による関係機関の能力向上の支援を続けている。

(2) ヨルダンに対する ODA 実績

以下に ODA 援助次実績を示す。

表 1-3　我が国の技術協力との関連（給水分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2005 年～2008 年	無収水対策能力向上プロジェクト	ヨルダン水道庁の無収水対策能力の向上
	2009 年～2011 年	無収水対策能力向上プロジェクト（フェーズ 2）	
専門家派遣	1999 年～2006 年	指導科目：無収水対策技術・上水道改善計画等、人数：4 名	
協力準備調査	2009 年 10～11 月	ヨルダン国南部地域給水改善計画準備調査	事前調査
研修員受入	2008 年、2009 年、2010 年	上水道維持管理（配水管網の維持・漏水防止）、人数：1 名/年	上水道維持管理（配水管網の維持・漏水防止）に係る本邦研修
開発調査	1994 年～1996 年	ザルカ地区上水道施設改善計画調査	2015 年を目標年次とするザルカ地区の漏水率の低減及び給水状況の改善のためのマスタープランの策定及び優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査
	2000 年～2001 年	全国水資源管理計画調査	循環型水利用社会の形成を目標として、2020 年までに取り組むべき課題である「水資源の統一的かつ総合的な管理」及び「希少な水資源の戦略的開発」を目指した水資源管理マスタープランの策定

表 1-4　我が国の無償資金協力実績（給水分野）

（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1994 年	水道施設補修機材整備計画	6.6	ヨルダン水道庁のアンマン中央ワークショップ及び支部ワークショップ 2 箇所のワークショップ用修理・整備機材の調達
1996 年～1997 年	アンマン都市圏上水道施設改善計画	12.75	アンマンの水源であるキングアブダラ運河から原水を導水するための取水・導水ポンプの改修
1998 年～2001 年	第二次アンマン都市圏上水道施設改善計画	74.22	キングアブダラ運河の原水を水源とするザイ浄水場の能力（12.5 万 m^3/日）を 25 万 m^3/日に拡張するための施設の建設
2002 年～2004 年	ザルカ地域上水道施設改善計画	17.21	ザルカ地域（ルセイファ・アワジャン地区）の漏水量の低減及び安定給水を目的とした送配水基幹施設の改善
2005 年～2007 年	ヨルダン渓谷中・北部上水道施設改善計画	20.64	ヨルダン渓谷北・中部地域の漏水量の低減及び安定給水を目的とした上水道施設の改善、拡張
2007 年～2009 年	第 2 次ザルカ地域上水道施設改善計画	23.71	ザルカ地域（ザルカ市、ハシミエ市、スフナ市）の漏水量の低減及び安定給水を目的とした送配水基幹施設の改善
2010 年	上水道エネルギー効率改善計画	11.32	ザルカ地区の送配水システムのエネルギー効率を向上させるための機材供与
2011 年	南部地域給水改善計画（詳細設計）	0.47	下記本体工事の詳細設計
2011 年	南部地域給水改善計画	19.11	タフィーレ県対象地域の送配水の安定、漏水削減及びエネルギー効率の改善を目的とした水道システムの改善

1-4　他ドナーの援助動向

他ドナーによる主な協力として、米国国際開発庁によるミヤフナ社への無収水削減、ミレニアム開発公社によるザルカ県の原水井の補修や公社化支援、ドイツ国際協力公社による全国のホテルでの水再利用支援や主に女性を対象とした啓発活動がある。ドイツ復興金融公庫はバルカ県にて水道補修・拡張を行っているものの、対象地域は異なり、本事業について他ドナーとの重複はない。施設整備を目的とした主なプロジェクトは下表の通りである。

表 1-5　他のドナー国・国際機関の援助実績（給水分野）

（単位：千 US$）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2002 年～2003 年	ドイツ国	ザイ - ダボウク水道プロジェクト	28,200	有償	ザイ浄水場の浄水をアンマンへ送水するための送水管の建設
2003 年～2008 年	米国	ムジブ・ザーラ・マイン汽水淡水化プロジェクト	125,000	無償	汽水を淡水化するための逆浸透膜施設の建設、アンマンへの送水管の建設
2002 年～2008 年	注 1	ワヘダダムプロジェクト	204,800	有償	水資源開発のためのヤルモク川水系へのダム建設
2008 年～2011 年	KfW	カラック県漏水削減プロジェクト	22,000	有償	カラック県の漏水を削減するための水道施設の改善
2009 年～2012 年	USAID	北部県水道プロジェクト	34,800	無償	北部県の送水基幹システムの改善
2009 年～2013 年	Disi Water Company, EIB/AFD 注 2	ディシ送水プロジェクト	1,075,000	BOT 及び有償	南部ディシ化石地下水を開発し 325km の送水管及びポンプ送水により、アンマンに年間 100 百万 m^3 の水を供給
2010 年～2015 年	USAID(MCC)	ザルカ水プロジェクト	275,000	無償	ザルカ県の上下水道システムの改善

注 1：経済社会開発アラブ資金、イスラム開発銀行及びアブダビ開発資金

注 2：有償部分は European Investment Bank と French Development Agency

- エネルギー効率化プロジェクト（EEP）（Phase-1）Cinsultancy Stage

EEP（Energy Efiiciency Programme)は、GIZ と KfW によって、エネルギー効率の向上を目的に既存の井戸ポンプとポンプ施設の改修を行うプログラムである。本プロジェクトの協力対象地区では、アインアルバシャ地区の Baqa 井戸群（13 カ所）が対象となり、井戸ポンプを改修することによって、現在のポンプ効率 50%を 61%に高めることを目的としている。現在、コンサルティング段階である。基本的には、現在の井戸ポンプを更新するプロジェクトであるため、特段調整の必要はない。

- バルカ県では、GIZ の支援の基、MicroPSP により、顧客データの整理、無収水量の把握等の業務を民間に委託して実施していたが、3 年間の再委託が 2013 年 6 月末で完了している。
  - プロジェクト名：Service Contract for Management of Water & Wastewater New

Customer, Billing & Revenue Collection Processes, Management of GIS Unit, Implementation of GIS Based Tools, Redesigned Customer Information System and Sewerage Data Base in Balqa Governorate

- 期間:2010 年 7 月 1 日; 3 年間; 資金: WAJ 自己資金
- 委託者: Engicon (local private company)
- スコープ:
  - 上下水道顧客、請求・徴収プロセスの管理
  - GIS 及び ICT ユニットの管理
  - GIS 支援ツールの実施、顧客情報システム、下水道データベースの再設計

- アインアルバシャ地区では KfW が漏水削減を目的とした、大型配水ブロック (Prince Ali block)の 2 次、3 次配水管網の改善の借款プロジェクトを実施中である。本プロジェクトは、この地区を対象としないため、この KfW のプロジェクトとの重複はない。

- ディルアラの老朽管の更新は、現在、WAJ がガルフ資金を使用してその一部を実施することを計画している。ただし、計画実施の承認は下りていない。

第2章　プロジェクトを取り巻く状況

2-1　プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

ヨルダン国の水道事業は、水道事業の持続性向上のため、公社化･民営化を進めており、アンマン県･マダバ県はミヤフナ社、北部 4 県はヤルムーク水道公社、アカバ県はアカバ水道公社により運営されている。他県においても公社化すべく経営改善の努力をしている。

水道公社により運営されている地域を除き他の地域はヨルダン水道庁（WAJ）が運営している。WAJ は図 2-1 に示すとおり 8 局（財務局、総務局、南部地域局、中部地域局、水生産・送水局、技術局、試験・水質局、連絡・情報技術局）から構成されている。

今回、ヨルダン国政府より要請のあったアインアルバシャ地区およびディルアラ地区の上下水道の運営維持管理は、中部地域局のバルカ県支所が管轄している。同支所は図 2-2 に示すとおり、6 局（無収水局、財務・総務局、顧客局、下水道局、運営時管理局、技術局）から構成され、サルト（Salt)、ディルアラ（Deir Alla)、アインアルバシャ（Ain Al Bashha)、マヘス・フヘイス（Mahes & Fuhais)、南シュナ（Shounah Janoobiyah）の 5 カ所の行政区に地区事務所を設けている。

地区事務所は同じ組織構成を有して、3 部所（顧客部、運営維持管理部、財務・総務部）から構成されている（図 2-3)。ディルアラ及びアインアルバシャ地区事務所の職員構成及びバルカ支所の維持管理部門のチーム数及び人数を以下に示す。

表 2-1　ディルアラ及びアインアルバシャ地区事務所の職員数

部所名	ディルアラ地区事務所	アインアルバシャ地区事務所
顧客部	18 人	34 人
運営維持管理部	59 人	44 人
財務・総務部	23 人	24 人
計	110 人	102 人

※出典：バルカ県支所職員からの聴取結果をもとに調査団が作成。

表 2-2　バルカ支所の維持管理部門のチーム数及び人数

支所	日中シフト		夜間シフト	
	チーム数	各チームの人数	チーム数	各チームの人数
Salt（サルト）	3	2	1	2
Mahes&Fuhais（フハイス）	1	3	1	2
Ain Al Basha（アインアルバシャ）	1	3	-	-
Shounah Janoobiyah（南シュナ）	1	5	-	-
Dier Alla（ディルアラ）	3	3	1	3

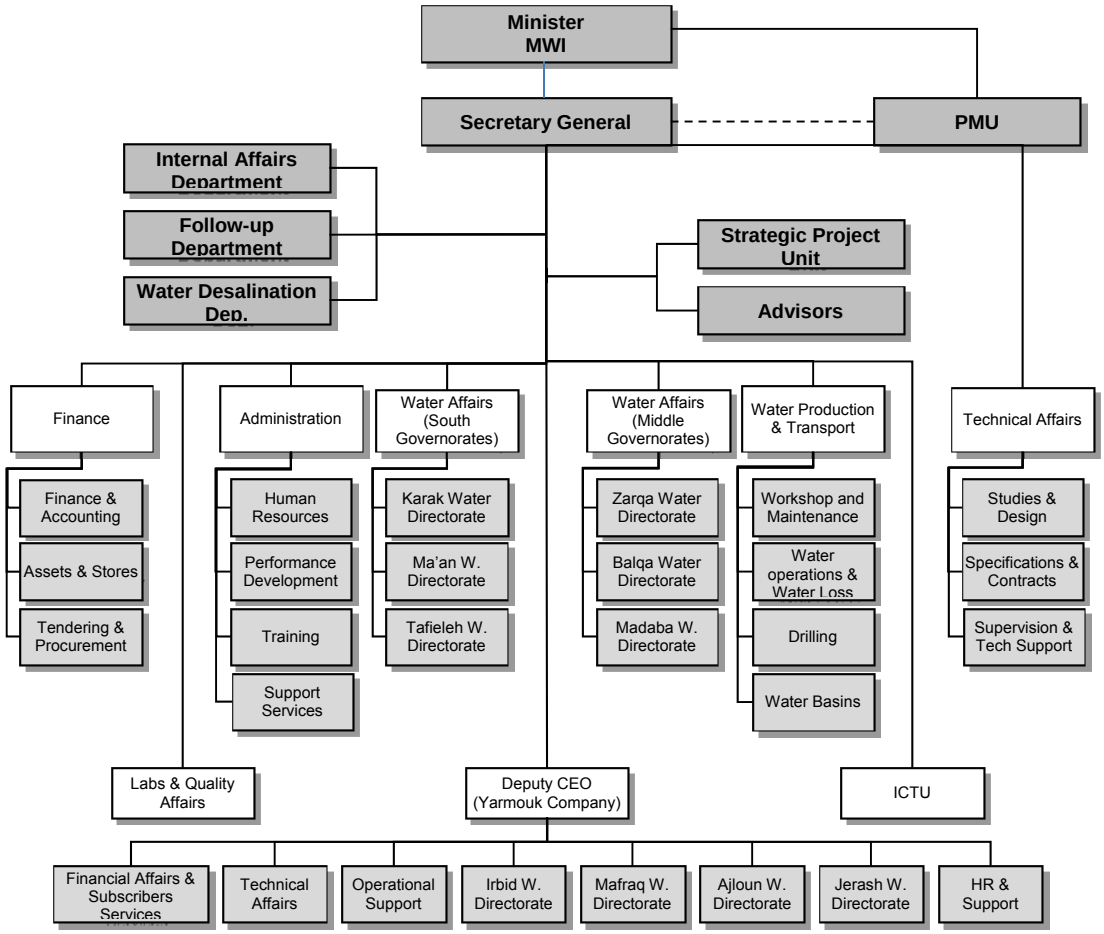


図 2-1　WAJ（ヨルダン水道庁）の組織図

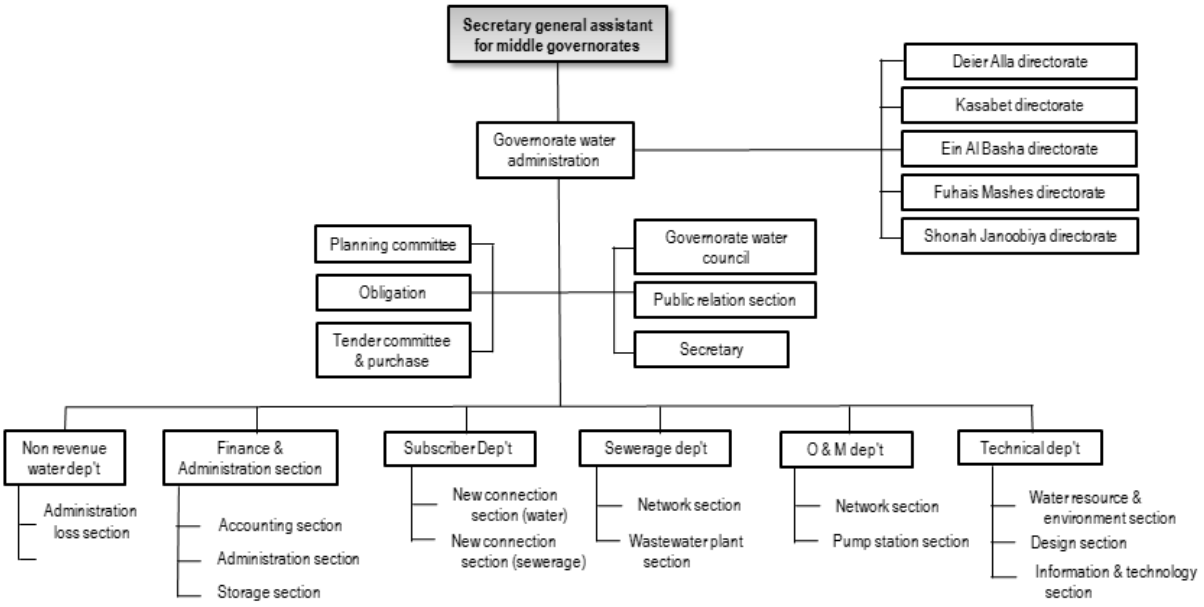


図 2-2　WAJ バルカ県支所組織図

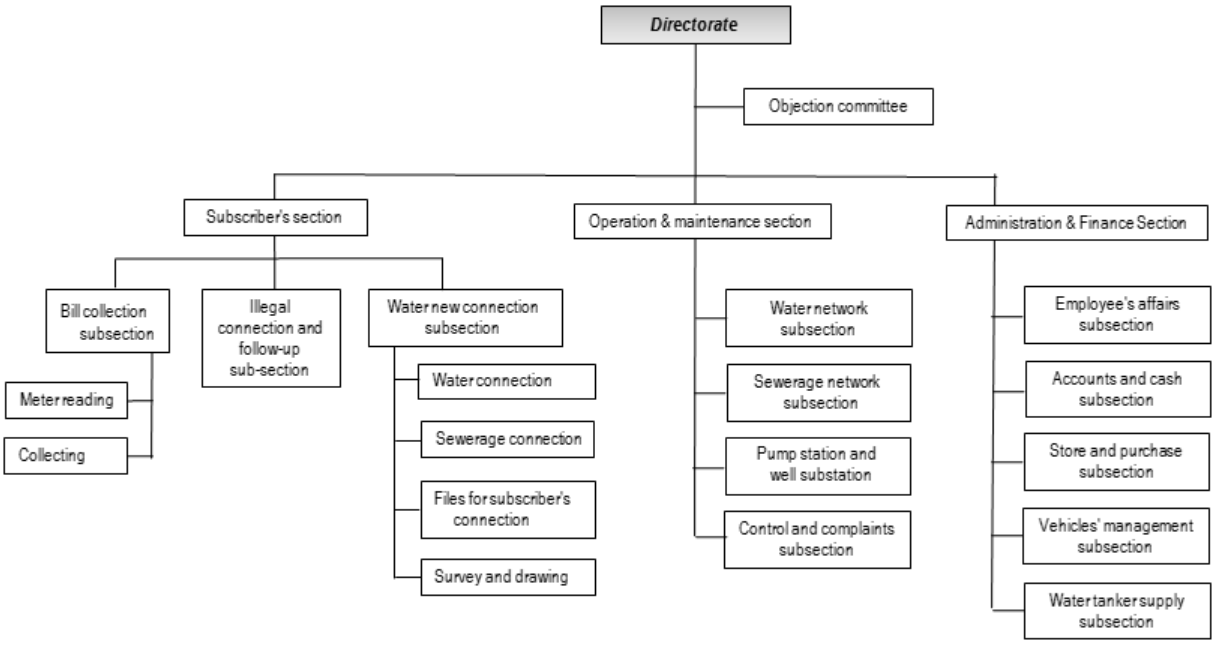


図 2-3　WAJ バルカ県地区事務所組織図

2-1-2 財政・予算

(1) WAJ の財務状況

ヨルダン国の水道事業は、過去、公益事業の一環から独立採算制はとられていなかったが、近年の公社・民営化の流れの中で国際会計基準に準じた商業会計制度を導入した。この結果、損益計算書（Profit & Loss statement）が順次作成されるようになった。WAJ の損益計算書は各県支所の損益計算書を集計して作成され、GIZ の支援を受けた OMS（Operations Management Support）グループが取りまとめている。

表 2-3 に WAJ の連結ベースの損益計算書を示す。2011 年までは、営業収支が黒字であったが、2012 年には、営業収支が赤字に転落した。これは、運転経費（Operating expenses）が特に増加したことに起因している。近年の電気料金の値上がりにより電力代金の増加が影響している。ヨルダン国政府は、水道事業を優先課題としてとらえており、赤字は補助金により補填される。

(2) バルカ支所の財務状況

バルカ県支所の損益計算書は、OMS グループによって 2010 年度から作成されている。2011 年度の損益計算書（表 2-4）によると、2010 及び 2011 年度とも支出額は収入額の約 1.7 倍と歳出超過となっており、水購入費、電気料金、人件費の支出が大きく、一方、収入では無収水量（NRW：Non Revenue Water）が大きく収入額の減少を招き歳出超過の主な原因となっている。収入は営業収益と営業外収益に分けられ、営業収益が約 90%を占めている。

表 2-3　WAJ の連結ベースの損益計算書

Item	2102 (Draft)	2011 (After amendment)	2010	2009
営業収入				
水道	115,177,202	112,618,189	100,575,186	92,485,791
下水道	43,678,188	39,133,884	33,344,713	32,821,043
接続購入、申請、接続費	18,351,014	17,669,668	16,289,186	14,832,486
メータ維持費	227,862	334,919	472,812	1,464,801
その他の営業経費			817,063	797,137
総営業収入	**178,121,535**	**170,069,914**	**151,498,960**	**142,401,258**
営業経費				
水購入費（受水費）	7,351,944	3,361,507	1,505,547	
給料、賃金、雇用手当	55,142,548	49,237,853	43,002,758	42,822,754
維持管理運転経費	119,647,021	98,334,438	85,934,465	87,090,497
管理費	4,990,349	5,170,739	4,748,652	4,285,420
総営業経費	**187,131,862**	**156,104,537**	**135,191,422**	**134,198,671**
営業収支バランス	**-9,010,327**	**13,965,377**	**16,307,538**	**8,202,587**
営業外収入	5,263,748	8,440,362	4,126,646	6,241,988
繰延収益の分割償還費	1,283,220	1,197,984		
Al-Samra 下水処理場分担金	-5,717,711	-3,621,213	-13,398,752	-22,543,533
原価償却費	-80,012,855	-78,663,326	-76,501,367	-74,183,432
その他の経費	-2,374,863	-		
不良債権	-3,819,629	-5,598,805	-1,000,000	-3,017,189
財務コストと税前赤字額	**-94,388,417**	**-64,279,621**	**-70,465,935**	**-85,299,579**
外国借款再評価利益（損失）	-3,526,723	4,880,714	-15,818,037	-9,335,762
財務コスト	-35,559,214	-30,479,265	-24,117,242	-21,637,189
税前赤字額	**-133,474,354**	**-89,878,172**	**-78,765,140**	**-116,272,530**
収入税	-186,341	-317,759	-372,462	-410,432
赤字額	**-133,660,695**	**-90,195,931**	**-79,137,602**	**-116,682,962**
赤字額				
WAJ 起因	-133,934,417	-90,195,142	-79,395,532	-116,943,667
管理不能金利	-273,722	-217,211	-257,930	-260,705
合計	**-133,660,695**	**-90,195,931**	**-79,137,602**	**-116,682,962**

出典：WAJ 財務局から入手（2014 年 2 月）

表 2-4　WAJ バルカ県支所の 2010 年及び 2011 年損益計算書

項目	2011 年	2010 年	差	
	JOD	JOD	JD	%
収入				
営業収入	7,217,944	5,959,550	1,258,394	21.12%
営業外収入	807,680	691,264	116,416	16.84%
総収入	**8,025,625**	**6,650,814**	**1,374,810**	**20.67%**
支出				
給料と賃金	3,550,057	3,288,668	261,390	7.95%
電気代	2,359,279	2,197,083	162,196	7.38%
受水費（水購入費）	4,554,001	3,821,164	732,837	19.18%
車両費	576,390	491,394	84,996	17.30%
配管維持管理	913,315	737,370	175,945	23.86%
PSP 代金	1,075,080	81,661		
汚泥移送	251,718	225,566	26,152	11.59%
その他	235,275	237,347	-2,072	-0.87%
総支出	**13,515,115**	**11,080,253**	**2,434,863**	**21.97%**
損益	**-5,489,491**	**-4,429,438**	**-1,060,052**	**23.93%**
維持管理回収率	**59%**	**60%**	**-1%**	

出典:BALQA WATER ADMINISTRATION PROFIT AND LOSS STATEMENT FOR 2011

営業収益は水道事業、下水道事業、給水車による給水事業に分けられ（下表)、水道事業からの収益が全収益の 76%を占めており、水道料金の設定とその徴収は事業運営にとり重要な位置づけとなる。

表 2-5　WAJ バルカ県支所分野別収入・支出の状況（2011 年）

（単位：JD)

項目	水道	下水	給水車	合計
収入				
営業収入	5,578,577	22,017	1,617,350	7,217,944
営業外収入	508,338		299,342	807,680
総収入	**6,086,916**	**22,017**	**1,916,692**	**8,025,625**
収入割合%	76%	0%	24%	100%
支出				
給料と賃金	2,037,714	4,768	810,647	2,853,129
電気代	2,024,787	0	316,411	2,341,198
受水費（水購入費）	4,554,001			4,554,001
PSP 代金	860,064		215,016	1,075,080
車両費	377,000	71,012	157,818	605,829
管路維持管理	717,982		195,333	913,315
管理一般経費	648,859	8,111	154,104	811,074
その他	54,031	21,615	285,845	361,490
総支出	**11,274,437**	**105,505**	**2,135,173**	**13,515,115**
支出割合 %	83%	1%	16%	100%
損益	**-5,187,521**	**-83,488**	**-218,481**	**-5,489,491**
損益割合 %	54%	21%	90%	59%

出典:BALQA WATER ADMINISTRATION PROFIT AND LOSS STATEMENT FOR 2011

上下水道料金の回収率の推移を下表に示した。同表は同一年の請求金額に対する回収金額が記載されていないため、正確な年間の回収率は示されていない。2006 年から 2011 年までの 6 年間の合計値から計算すると期の平均回収率は 93%となり、比較的高い回収率を示している。一方、2011 年末時点で年間の請求金額の約 70%に匹敵する未回収金が年度を超えて持ち超されている。これにより、2011 年の期首残高と期請求額を含めた総請求額に対しては、60%の回収率となっている。2010 年に大幅に期正味請求額が増加したが、これは PSP（民間セクター参加）契約により、請求システムが改善されたことによるものと推定される。

表 2-6　WAJ バルカ県支所上下水道料金徴収状況の推移

（単位：JD）

項目	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	2011 年
期首残高	2,587,477	3,775,912	3,416,189	3,257,527	3,545,966	5,124,350
期正味請求額	4,927,744	4,576,907	4,735,362	4,805,471	6,559,650	6,939,830
期徴収額	3,765,286	4,936,629	4,846,663	4,517,033	4,981,265	7,248,988
期末残高	3,749,935	3,416,189	3,304,889	3,545,966	5,124,350	4,815,192
回収率 1（期請求額）	76%	108%	102%	94%	76%	104%
回収率 2（総請求額）	50%	59%	59%	56%	49%	60%

出典:BALQA WATER ADMINISTRATION PROFIT AND LOSS STATEMENT FOR 2011

(3) 上下水道料金徴収

長い間採用されてきた四半期ごとの請求から 2011 年から月次請求へと変わった。しかし 2012 年 4 月には、再び月次請求から四半期ごとの請求へと変わった。

一般家庭向けは逓増料金制となっている。上記逓増料金は、ヨルダン国の乏しい水資源賦存状況を反映したもので、使用量が多くなるに従い使用量単価が増加する料金体系により、使用量を抑制する効果があると言える。しかし、日常生活にもかなり経済的に負担となる使用量単価の設定になっていることから、ヨルダン国政府により上下水料金の一部を補助している。これは水が人間の基本的要求であることから、主食料、教育、医療等と同様にヨルダン国政府の補助の対象となっている。

全国における上下水道料金は管轄する事業者によって異なり、本プロジェクト対象地区であるバルカ県は WAJ の料金体系が適用される。また、アインアルバシャ地区は下水道が完備され下水道料金が含まれるが、ディルアラ地区は下水道が完備されておらず、下水道料金は徴収されない。事業者ごとの料金体系は以下のとおりである。水道料金を下表に示す。

表 2-7　2012 年 4 月 1 日に適用された上下水道料金

水道会社

一般家庭向け料金

Block (m^3)	Additional fix charge (JD)	Water Rate (JD/m^3)	Wastewater Rate (JD/m^3)	Total Charge (JD)	Example Calculation
0 - 18	2.4	2.13	0.6	This is the minimum consumption slab. Total charge for this slab is: 2.4+2.13+0.6 = 5.13 JD	
19 - 36	1.65	0.145	0.04	Bill value = Maximum of lower slab (JD) + Additional fix charge (JD) + (q - Maximum consumption limit of lower slab) * (water rate + wastewater rate)	For 25 m^3 consumption, Bill value = 5.13 + 1.65 + (25-18) * (0.04+0.145) = 8.075 JD
37 - 54	1.65	0.5	0.25		
55-72	0	0.935	0.5		
73-90	0	1.15	0.69		For 75 m^3 consumption, Bill value = 51.00 + 0 + (75-72)*(1.15+0.69) = 56.52 JD
91-126	0	1.61	0.805		
127-more	0	1.92	0.96		

一般家庭以外

0 - 6	6.000	7.8	4.2		
7 - more	1.800	1.3	0.75		

Minimum Consumption for non-residential = 6 m^3

q = Quantity of consumption in m^3

WAJ

一般家庭向け料金

Block (m^3)	Additional fix charge (JD)	Water Rate (JD/m^3)	Wastewater Rate (JD/m^3)	Total Charge (JD)	Example Calculation
0 - 18	2.4	1.5	0.6	This is the minimum consumption slab. Total charge for this slab is:2.4+1.5+0.6 = 4.5JD	
19 - 36	1.2	0.075	0.04	Bill value = Maximum of lower slab (JD) + Additional fix charge (JD) + (q - Maximum consumption limit of lower slab) * (water rate + wastewater rate)	For 25 m^3 consumption, Bill value = 4.5+1.2+(25-18)*(0.04+0.075) = 6.505JD
37 - 54	1.65	0.4	0.2		
55-72	0	0.715	0.33		
73-90	0	0.748	0.345		For 75 m^3 consumption, Bill value = 39.03 + 0 + (75-72)*(0.748+0.345) = 42.308JD
91-126	0	1.15	0.575		
127-144	0	1.44	0.84		
145 - more	0	1.68	0.84		

一般家庭以外

0 - 6	6.000	7.8	4.2		
7 - more	1.800	1.3	0.75		

Minimum Consumption for non-residential = 6 m^3

q = Quantity of consumption in m^3

Note: For farms the charge is calculated as residential for consumption 0-54 m^3 and as non-residential for the consumption more than 54 m^3

(4) 無収水率（年間給水量、有収水量、無収率）

WAJ は 1996 年から無収水のデータを取り始めたが、1996 年におけるバルカ県と全国平均の無収

水率はそれぞれ 60%、55%と極めて高い値を示していた。その後、我が国も含めた多くのドナー協力により、無収水率の削減を目的とした数多くのプログラムが実施され、2011 年の無収水率は、バルカ県が 47.9%、全国平均で 39.5%まで落ちてきているが、バルカ県の無収水率は、統計をとり始めてから現在まで、ほとんど年で全国平均を上回っている。

表 2-8　年間給水量・有収水量及び無収率(全国)

県	2010			2011		
	給水量	有収水量	無収率	給水量	有収水量	無収率
	m^3/年	m^3/年	%	m^3/年	m^3/年	%
アンマン	134,495,898	83,969,406	37.57	132,349,873	89,606,771	32.30
アカバ	22,015,060	17,360,879	21.14	22,048,067	17,159,330	22.17
イルビット	37,926,104	26,330,581	30.57	43,305,712	28,909,747	33.24
ザルカ	48,271,289	23,776,598	50.74	55,563,831	24,179,871	56.48
マダバ	7,480,966	4,443,483	40.60	11,062,384	8,308,100	24.90
バルカ	25,599,069	11,748,528	54.11	26,196,371	13,643,919	47.92
カラック	15,359,608	7,632,600	50.31	15,239,161	7,647,208	49.82
タフィーラ	4,971,139	2,838,742	42.90	3,988,744	2,512,212	37.02
マアン	10,369,279	4,597,729	55.66	10,541,912	2,831,668	73.14
マフラック	20,460,987	8,166,582	60.09	26,786,788	14,752,722	44.93
アジュルン	3,880,277	2,616,627	32.57	3,646,796	2,480,274	31.99
ジェラッシュ	4,684,172	3,283,929	29.89	5,204,123	3,431,742	34.06
計／平均	335,513,848	196,765,684	41.35	355,933,762	215,463,564	39.47

出所：WAJ 本庁

WAJ バルカ支所から入手した無取水データを以下に示す。下表に示すように、バルカ県の 5 地区の無収率は、マヘス・フヘイス地区の 39.7%から南シュナの 76.0% (2012 年) までばらつきが見られる。アインアルバシャ地区の 2012 年の無収率は 2011 年から 13%上昇している。バルカ県全体では、無収水率は 2011 年及び 2012 年でそれぞれ 56%と 60%となっている。2011 年の率は WAJ 本庁から入手した値と異なるが、MOS により正確に作成されており、本データが正しいものと考える。

表 2-9　年間給水量・有収水量及び無収率(バルカ県)

地区名	2011 年				2012 年			
	給水量 (m^3)	有収水量 (m^3)	無収水量 (m^3)	無収率 (%)	給水量 (m^3)	有収水量 (m^3)	無収水量 (m^3)	無収率 (%)
サルト	10,115,336	4,456,637	5,658,699	55.9%	10,926,652	4,377,909	6,548,743	59.9%
アインアルバシャ	6,161,758	3,284,939	2,876,819	46.7%	7,310,036	2,985,032	4,325,004	59.2%
マヘス・フヘイス	2,675,067	1,482,876	1,192,191	44.6%	2,874,576	1,733,252	1,141,324	39.7%
南シュナ	4,516,513	1,205,297	3,311,216	73.3%	5,161,302	1,237,299	3,924,003	76.0%
ディルアラ	3,468,405	1,462,412	2,005,993	57.8%	3,260,362	1,479,419	1,780,943	54.6%
計	26,937,079	11,892,161	15,044,918	55.8%	29,532,928	11,812,911	17,720,017	60.0%

2-1-3 技術水準

(1) 維持管理概要

水道施設の運営・維持管理は、水灌漑省、WAJ 本庁ならびに各地区事務所の連携により実施されている。水灌漑省は深井戸に関するデータ管理を行い、WAJ 本庁は水道用機器類のメンテナンス、修理と情報管理を行っている。各地区事務所は、施設の運営、簡易な修繕および料金徴収を行っている。

既存井戸の情報管理は水灌漑省の情報課（Information systems）が行っている。井戸は基本的に建設時に ID No.が付けられ、井戸情報として井戸建設年月日、座標、深度、スクリーン位置、自然水位、動水位、限界揚水量などの情報が蓄積されている。なお、これらの情報は各地区事務所レベルには伝わっていないため、維持地区事務所の管理担当者は井戸情報を知らないものが多い。

水中・送水ポンプの維持管理は、WAJ 本庁の維持管理課（Maintenance & warehouse）が行っており、維持管理度のみならず、仕様決定、調達、設置ならびにポンプの仕様管理も行っている。また、井戸情報と同様にポンプ類の詳細情報は各事務所レベルには伝わっていないことも多い。

水道施設の運営、維持管理ならびに料金徴収は地区事務所が行っているが、本件対象サイトのうち、アインアルバシャ地区事務所では、下水道の運営維持管理ならびに料金徴収も行っている。既存施設の各機器に関する運転管理は、WAJ 本庁から指示された内容に基づき行われているが、既存施設の竣工図や施設図等は地区事務所には整備されていないため、職員は現場経験から給水システム全体を概略的にしか理解していないように見受けられる。

また、各地区事務所は小口径の弁の取替等の簡易な補修には対応可能であるが、特殊な機器類が必要となる水中ポンプ、大口径の弁や送水ポンプの修理・取替は対応できないため、前述のとおり WAJ 本庁の維持管理課が行っている。

1) アインアルバシャ地区

WAJ のアインアルバシャ事務所の概要を次表に示す。

表 2-10 アインアルバシャ地区事務所の職員数

部 所	職員数
顧客部	34 人
運営・維持管理部	44 人
財務・総務部	24 人

出典：バルカ県支所職員からの聴取結果をもとに調査団が作成

アインアルバシャ地区事務所は、顧客部、運営・維持管理部、財務・総務部から構成される。運営・維持管理部はさらに水道課、下水道課及び水源・環境課に分かれているが、大多数の職員は水道課に属している。顧客部は主として水道メータ計測、水道料金計算等の業務を行い、運営・維持管理部は、配管（送水管、配水管網）と施設（井戸、配水池及びポンプ場等）の日常の運営・

維持管理である。財務・総務部は会計データ等の作成とバルカ県支所へ送付などを行っている。

2) ディルアラ地区

ディルアラ県支所の事業概要を次表に示す。職員数は、顧客部 18 人、運転・維持管理部 59 人、財務・総務部 23 人となっている。顧客部は水道メータの計測、上下水道料金の請求・徴収を行っており、運営維持管理部は、配管（送水管、配水管網）と施設（井戸、配水池及びポンプ場等）の日常の運転・維持管理となっている。

運営維持管理部は、前述のアインアルバシャ事務所同様に施設の運営と簡単な修繕しか行っておらず、大きな問題のある機器類の修繕は中央の WAJ 修理部門で行っている。また、財務・総務部も同様に収入・支出などの会計情報や水質検査結果取り纏め、バルカ県支所を通じて WAJ 中央事務所に送付している。なお、経営状況や水質分析の結果などは中央からフィードバックされていない。

表 2-11 ディルアラ地区事務所の職員数

部 所	職員数
顧客部	18 人
運営・維持管理部	59 人
財務・総務部	23 人

出典：バルカ県支所職員からの聴取結果をもとに調査団が作成

(2) 水源井戸管理

1) アインアルバシャ地区

アインアルバシャ地区の給水水源は、市内に点在する井戸並びに Zarqa 県支所からの供給水から構成されている。アインアルバシャ地区内の井戸開発は 1960 年代より始まり、水需要の増加に伴い開発が進んだ。また、地下水の問題（鉄、マンガン等の含有、塩水化、地下水位の低下等）により再掘削を繰り返したが、近年では地下水開発が規制されたため、井戸建設は行われていない。Zarqa 県支所からの供給水は、ザルカ県支所 Al Ramra No.1 Well から週 2 日間、直接配水区まで送水されている。

井戸ポンプは基本的に 24 時間運転を行い、配水池（もしくはポンプ場着水井）が満水の場合は停止する。また、水需要が多い夏期は、ほぼ全ての井戸ポンプを稼働しているが、水需要が落ちる冬期では水需要に合わせ井戸ポンプの運転台数を調整している。

既存井戸の管理は常駐管理と巡回管理に分かれており、この区分は厳密に規定されていない。2012 年には GIZ の支援を受け、既存井戸の流量計並びに圧力計に問題のある井戸に関し、流量計と圧力計用元弁が交換された。なお、流量計はデジタルタイプが設置され、時間揚水量と積算揚水量が計測できる。

表 2-12　アインアルバシャ地区の既存井戸の管理体制

井戸名		管理体制	備考
1	Abu　Nussair	常駐管理、1名	ポンプ場管理者が兼務
2	Al Baq'a Well No.1	常駐管理、1名、5交替	
3	Al Baq'a Well No.2A	巡回管理	
4	Al Baq'a Well No.5	常駐管理、1名	住み込み
5	Al Baq'a Well No.6	巡回管理	Al Baqa'a 26管理者が兼務
6	Al Baq'a Well No.9	巡回管理	
7	Al Baq'a Well No.11	常駐管理、1名	
8	Al Baq'a Well No.12	巡回管理	空井戸のため使用中止
9	Al Baq'a Well No.15	〃	
10	Al Baq'a Well No.16	巡回管理	運転待機中
11	Al Baq'a Well No.19	常駐管理、1名(シフトなし)	住み込み
12	Al Baq'a Well No.20	常駐管理、1名	鉄分を含有しているため使用中止
13	Al Baq'a Well No.21	常駐管理、1名(シフトなし)	住み込み
14	Al Baq'a Well No.22	巡回管理	
15	Al Baq'a Well No.26	常駐管理、1名	住み込み

2)　ディルアラ地区

ディルアラ地区への給水に利用している井戸数は8井であり、このうち、Al Sliekhat Well No.4, 5, 6の3井はIrbid県に位置している。この3井はヤルムーク（Yarmouk）水道会社が運営管理し、週1回（土曜日）Irbid地区へ送水している。残りの5井はディルアラ地区事務所が運営管理を行なっている。運転・維持管理は1井（Asamahiat new well）を除き、巡回管理で行っている。

地区内に点在する井戸は、基本的に24時間運転であるが、配水池（もしくはポンプ場着水井）が満水になった場合は停止する。また、水需要が落ちる冬期では水需要に合わせ井戸ポンプの運転台数を調整している。

表 2-13　ディルアラ地区の既存井戸の管理体制

井戸名		管理体制	備考
1	Asamahiat old well	巡回管理	
2	Asamahiat new well	常駐管理、1名	
3	Al Sliekhat Well No.4	巡回管理（Yarmouk会社に管理委託）	
4	Al Sliekhat Well No.5	同上	
5	Al Sliekhat Well No.6	同上	
6	Rajeb water reservoir (Well No. 1)	巡回管理	
7	Rajeb water reservoir (Well No. 2)	巡回管理	
8	Rajeb Well No. 8	巡回管理	Wadi Rajeb ポンプ場管理者が兼務
9	MiyahunaRO	Miyahuna水道公社による管理	

注）RO：逆浸透膜施設

(3) 配水池、ポンプ場の管理

1) アインアルバシャ地区

アインアルバシャ地区のポンプ場（配水池を含む）の管理体制を下表に示す。基本的にポンプ場の運転管理は、塩素消毒設備や配水池が設置されていない場合は巡回管理で行うこととしている。また、消毒設備や配水池がある場合は、基本的に常駐管理とし、1名もしくは2名が24時間体制で交替している。なお、Al Ramra No.1 Well はZarqa県支所のポンプ場であり、運転管理もZarqa県支所が行っている。

ポンプ場は送水ポンプ場と増圧ポンプ場に分けられるが、場内の配水池は着水井と配水池の両方の機能を兼ねているケースが多い。また、Al Ramra No.1 Well 、Well No.2並びに Well No.20のように場内に井戸施設がないものの、井戸が併記されている名前となっている施設があるが、これらは過去、場内に井戸施設があったものの、老朽化や水質的に問題があったため、中止となった経緯がある。

ポンプ場は地区内に3か所あり、点在する井戸施設から揚水された地下水が各々のポンプ場着水井まで送水され、その後、ポンプにて直接配水されている。ポンプの運転時間は配水区より異なっており、週4日から6日、1日24時間運転となっている。

各ポンプ場に消毒設備が設置され、塩素ガスが注入され消毒されている。注入量等のデータはWAJ 本庁に送付され、同庁で全国的な水質管理を行っている。また、水質検査は水源、配水池・ポンプ場等の施設及び配水管網からサンプルを採取し持ち帰り WAJ 本庁管轄の中央水質試験所で行なわれている。水道メータ以降の給水槽・給水栓における水質管理は保健省の管轄となっている。

表 2-14　アインアルバシャ地区既存ポンプ場の管理体制

ポンプ場名		管理体制	要員	施設
1	Abu Nussair	常駐管理	常時1名、4交替	送水ﾎﾟﾝﾌﾟ、着水井（高架水槽）、井戸、消毒設備
2	Al Ramra No.1 Well	常駐管理	常時1名、4交替	増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ、RO施設、着水井、消毒設備
3	Pump station No.13	常駐管理	常時2名、2交替	増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ、配水池、消毒設備
4	Safout	巡回管理	常時1名、4交替	増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ、配水池、消毒設備
5	Well No.2	常駐管理	-	増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ、着水井、消毒設備
6	Well No.20	常駐管理	常時1名、4交替	配水池、消毒設備

2) ディルアラ地区

下表に示すとおり、地区内には6カ所のポンプ場がある（2送水、4増圧)。Wadi Rajebポンプ場が常駐管理を置き常駐管理体制をとっているが、他のポンプ場は全て巡回管理体制をとっている。Wadi Rajebポンプ場以外は、国道沿いに位置しているため、アクセスの点からも巡回管理体制は問題がないものと考えられる。

既存送水ポンプ場の2か所に消毒設備が設置されており特に問題はなく稼働している。塩素注入はWAJの規定に沿って注入されている。

表 2-15　ディルアラ地区既存ポンプ場の管理体制（アルファベット順）

ポンプ場名		管理体制	要員	施設
1	Abu Ziegan	巡回管理		送水ﾎﾟﾝﾌﾟ、着水井、井戸、消毒設備
2	Al Rweha	巡回管理		増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ
3	Dera	巡回管理		増圧ﾎﾟﾝﾌ
4	Thahret Al Ramel	巡回管理		増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ、配水池
5	Ma'adi	巡回管理		増圧ﾎﾟﾝﾌﾟ
6	Wadi Rajeb	常駐管理	常時 1 名、4 交替	送水ﾎﾟﾝﾌﾟ、着水井、消毒設備

(4) 配水管理（配水区、給水時間、給水制限方法）

ヨルダン国での配水は時間給水が基本であり、原則、1 週間に 1 度の配水が行われる。各需要家はそれぞれの家屋に貯水タンクを設け、1 週間に必要な給水を受けるシステムとなっている。給水日以外は断水しており、必要なときに蛇口を開けば給水が可能という通常の水道システム（water supply on demand）とは異なる。時間給水による配水管理は WAJ の各事務所が担当しており、各事務所はポンプの運転操作（ON-OFF）とバルブの開閉操作により、給水コントロールを行っているが、その操作は極めて複雑で、同じ給水日にあたる給水区域内でも、時間ごとに給水区域を細かく分け、給水区域内のバルブを操作し、高台地区、低地地区ごとに分けて配水している。起伏に富んだ地形に住む需要家に、限られた水を公平に分配するため、長い経験を経て確立された方法であると考えられる。

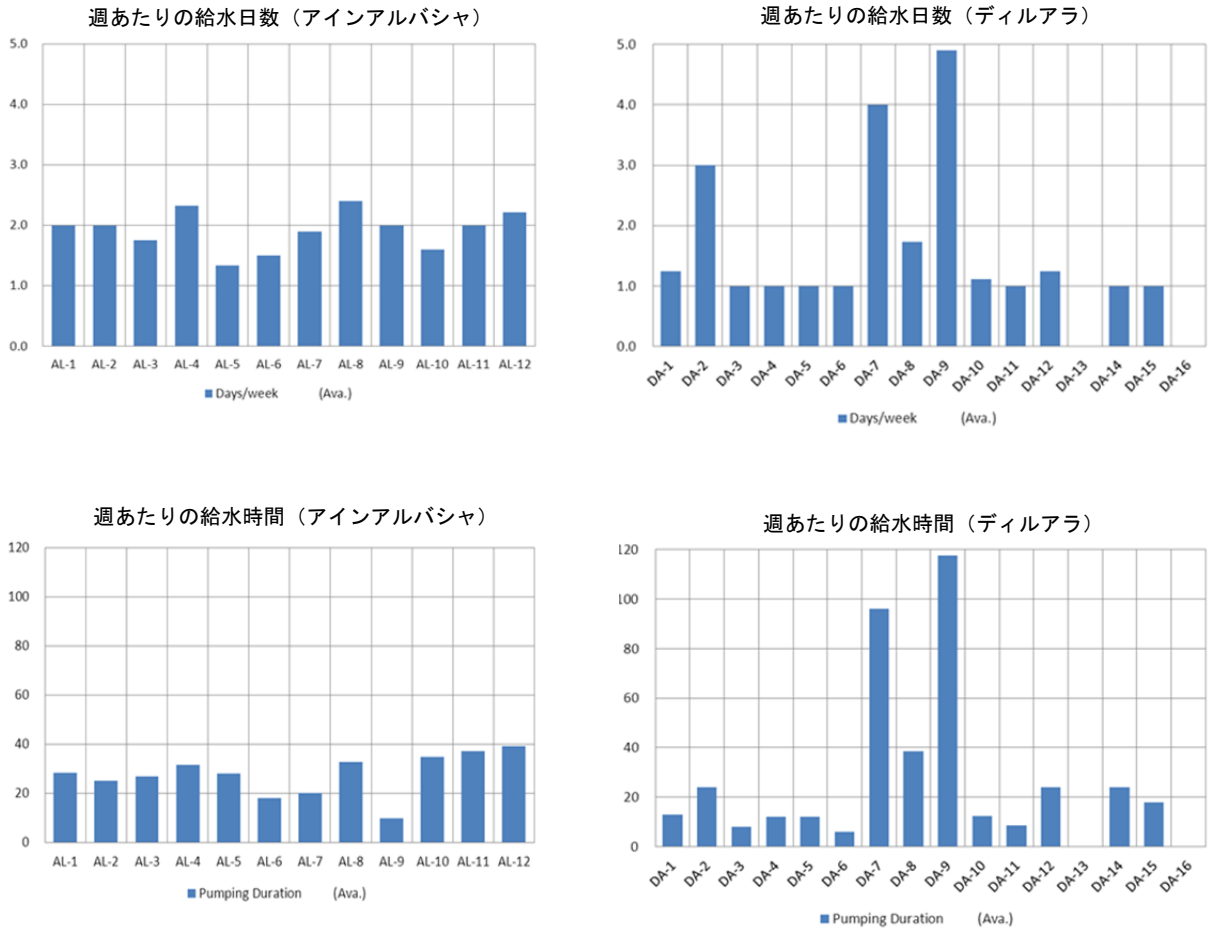
ディルアラ地区、アインアルバシャ地区とも曜日ごとに給水区域が決められ、給水区域は再分割され時間ごとに給水される。両地区の配水管理の特徴を下記に、地域毎の給水時間を次図に示す。

アインアルバシャ地区

アインアルバシャ地区は都市化が進み、住宅は市街地の中に拡がり、時間給水のための明確な給水区を分けることは難しく、極めて複雑な給水区が設定されている。調査団が再委託で実施した社会経済調査によると、1 週間あたりの給水日数は平均 2.1 日であり、給水時間は 31.1 時間である。

ディルアラ地区

ディルアラ地区は農業地帯に属し、居住地の多くは農業地帯の中で集落を形成し地域内に分散する。集落は時間給水の給水区として設定され配水管理されている。時間給水の対象となる給水区域は 14 地区であり、このうち、低地の 3 地区は週 3 回から 5 回の給水があるものの、他の 11 区域はほぼ週 1 回の給水を受ける。調査団が再委託で実施した社会経済調査によると、給水時間は低地の 3 区域を除いた 11 地域での給水時間は 6 時間、8 時間、12 時間、24 時間とばらつきがあり、平均給水時間は 16 時間である。



出典:JICA 社会条件調査

図 2-4　地域毎の時間給水

時間給水は水の公平な分配のために必要な方法と考えられるものの、以下のような弊害が生じている。

- 配水ポンプから離れた地区への配水は水量に対して配水管口径が小さくなる傾向が強く摩擦ロスが大きい。
- 配水ポンプは高台、遠方地域に合わせて揚程を決めているため、低地、近傍地域への送水では過大な水圧となり、漏水事故が多くなり漏水量が大きい。
- 各事務所では時間給水のための日中夜間を問わないバルブ操作にかかる負担が大きい。
- 配水管には内圧がかかっていない時間は、外部から汚水が混入するというリスクがある。

(5) 水質管理

WAJ 本庁では全国的な水質管理を行っており、水質検査技術規則に沿って水質検査及び管理を実施している。

水質管理には、WAJ 本庁（実験室および水質課：Laboratory & quality)、WAJ 各地区事務所ならびに保健省環境・保健局（Ministry of Health、Department of Environment & Health）が携わっている。WAJ 本庁ならびに保健省は、水質分析と分析結果を基にした措置の執行を受け持ち、

WAJ 各地区事務所は施設に設置された消毒装置の運転管理をしている。

水質分析は WAJ 本庁ならびに保健省が独自に行っており、仮に問題があった場合の使用停止措置なども WAJ 本庁ならびに保健省が独自に行える二重のシステムになっている。なお、保健省が伝達する飲料水生産の可否に関する措置は、WAJ よりも優先される

水質分析は、井戸、配水池・ポンプ場等の施設および配水管網から採取したサンプルを水質管理技術規則に定められた検査頻度（下表）、検査項目、資料採取、試験方法およびモニタリング方法等沿って実施されている。なお、消毒施設における塩素の注入量も水質管理技術規則（No.286/2008）に定められている。

表 2-16　物理特性、化学特性、放射能特性の検査頻度

対象となる水源の種類	物理的特性および嗜好性 亜硝酸塩／硝酸塩	亜硝酸塩／硝酸塩を除く無機物	農薬／難分解性有機汚染物質	消毒後			放射能（α線、β線）
				残留塩素／クロライト		ハロゲン化物	
				頻度	方法		
新規水源あるいは半年以上未使用の水源の再利用	1 年目は半年に 1 回 その後はカテゴリに準じる。	1 年目は半年に 1 回 その後はカテゴリに準じる。	1 回 その後はカテゴリに準じる。	毎日	サンプリングプログラム	1 回 その後はカテゴリに準ずる	1 回 その後はカテゴリに準ずる
未管理の表流水（湧水）および地下水	半年に 1 回	年に 1 回	年に 1 回	毎日	サンプリングプログラム	表流水は週 1 回 地下水は年 2 回	2 年に 1 回
管理地下水	年に 1 回	年 1 回 連続 2 年問題がなければ 3 年に 1 回に緩和	年 1 回 連続 2 年問題がなければ 3 年に 1 回に緩和	毎日	サンプリングプログラム	年 1 回 連続 2 年問題がなければ 3 年に 1 回に緩和	年 1 回 連続 2 年問題がなければ 3 年に 1 回に緩和

バルカ県の対象地域における水質検査は、水源、配水池・ポンプ場等の施設及び配水管網からサンプルを採取し持ち帰り WAJ 本庁管轄の中央水質試験所で行なわれ管理されている。水道メータ以降の給水槽・給水栓における水質管理は保健省の管轄となっている。

「ヨ」国の水質基準ならびに過去 10 年間の分析結果の抜粋を下表に示す。現地調査期間中に稼働している井戸ならびに他地区からの送水に関する水質は、基本的に基準値以内にあった。

なお、ディルアラ地区 Sleikhat No.6 の塩分濃度が高いことを確認したため、現場にて電気伝導度より TDS 値を推定した結果、基準値を超えていた。しかしながら、Sleikhat No.6 で揚水された地下水は、Sleikhat No.4 および 5 の地下水と合流し、TDS 値は、基準値以下に希釈されるため、現状のままで特に支障はない。

表 2-17 「ヨ」国の飲料水水質基準と既存水源の代表的な分析結果

Table	項　　目	単位	「ヨ」国基準	ディルアラ地区			アインアルバシャ地区		
				2008年12月	2008年12月	2008年12月	2008年12月	2007年8月	2008年7月
				Sleikhat No.4 Well	Sleikhat No.6 Well	Omar Abdullah Dakhkan Treatment Plant	Abu Nussair Well	Baqa'a No.9 (W.S.C) Well	Baqa'a No.19 Well
				原水	消毒後	ろ過後	原水	原水	原水
2:物理的特性	pH		6.5 to 8.2	7.83	6.82	6.56	7.28	7.43	7.64
	色度	TCU	15						
	味		palatable						
	臭気		acceptable						
	濁度	NTU	5	<0.2	<0.2	<0.2		0.37	9.29
	温度	℃	25						
3:7Palatablity	pH		6.5 to 8.2						
	総溶解性蒸発残留物 (TDS)	mg/L	1000	367	467	137	255	211	362
	総硬度	mg/L	500						
	Methylen Blue Active Substance	mg/L	0.2	<0.10	<0.10	<0.10		<0.10	<0.10
	アンモニア (NH_4)	mg/L	0.1	<0.03	<0.03	<0.03			0.02
	アルミニウム (Al)	mg/L	0.1	<0.10	<0.10	<0.10		<0.06	0.14
	鉄 (Fe)	mg/L	1	<0.06	<0.06	<0.06		<0.04	0.07
	亜鉛(Zn)	mg/L	4	78.89	133.4	114.08	40.94	27.6	77.05
	ナトリウム(Na)	mg/L	200	153.36	368.85	184.25	62.84	34.08	136.68
	塩素イオン(Cl)	mg/L	500	43.2	60.96	65.76	38.88	29.28	46.08
	硫酸イオン(SO_4)	mg/L	500	<0.005	<0.005	<0.005		<0.005	<0.005
4:無機物	ヒ素(As)	mg/L	0.01					<0.01	<0.01
	鉛(Pb)	mg/L	0.01	<0.05	<0.05	<0.05			<0.05
	シアン(CN)	mg/L	0.07					<0.003	<0.003
	カドニウム(Cd)	mg/L	0.003	<0.02	<0.02	<0.02		<0.01	<0.01
	クロム(Cr)	mg/L	0.05	0.05	0.04	<0.02			
	バリウム(Ba)	mg/L	1						
	セレン(Se)	mg/L	0.01						
	ホウ素(B)	mg/L	1						
	水銀(Hg)	mg/L	0.001			<0.02			<0.01
	銀(Ag)	mg/L	0.1	<0.02	<0.02	<0.02		<0.01	<0.01
	銅(Cu)	mg/L	1	<0.02	<0.02	<0.02		<0.01	<0.01
	マンガン(Mn)	mg/L	0.1	<0.02	<0.02	<0.02		<0.01	<0.01
	ニッケル Ni)	mg/L	0.07						<0.005
	アンチモン(Sb)	mg/L	0.005	0.41	<0.2	0.21	0.47		
	フッ素(F)	mg/L	1.5	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2		<0.20
	亜硝酸塩(NO_2)	mg/L	2	<0.02	<0.02	<0.02			
	モリブデン(Mo)	mg/L	0.07	21.32	26.66	16.64		3.63	129.27
	硝酸塩(NO_3)	mg/L	50						
5:農薬	エンドリン	μg/L	2				<0.01		
	リンデン	μg/L	2				<0.01		
	ヘプタクロルエポキシド	μg/L	0.03						
	アルドリン	μg/L	0.03				<0.01		
	ディルドリン	μg/L	0.03				<0.30		
	2,4-D	μg/L	90				<0.62		
	2,4,5-T	μg/L	9				<0.02		
	ＤＤＴ	μg/L	2						
6:有害有機汚染物質	ガソリン	μg/L	40						
	トリクロロエチレン	μg/L	20						
	キシレン類	μg/L	700						
	トルエン	μg/L	300						
7:消毒副生成物	総トリハロメタン	mg/L	0.15						
	二酸化塩素	mg/L	0.4						
	亜塩素酸	mg/L	0.7						

：基準値を超えている項目

(6) 無収水、漏水探査、漏水修理

バルカ県支所は水道メータの検針、水道料金の徴収、情報管理と GIS データベースの更新を民間に委託する「マイクロ PSP 制度」を採用していたが、2013 年 6 月に完了した。需要家用の水道メータは WAJ 本庁で一括調達し、各県事務所の要求に応じて支給される。故障した水道メータはアインガザル（Zarqa 県）の水道メータ修理工場に送られ、修理のあと較正される。修理工場はバルク（大口）メータの担当部所とは別な組織であるが、各県事務所からの求めに応じバルクメータの現地での検査と維持管理を担っている。

バルカ県支所の無収水部（NRW department）は次の業務を担当する。

四半期ごとの水収支と無収率の算定

バルクメータによる流量データ（BMFO: bulk meter flow operation)、顧客部の有収水量データ、運営・維持管理部の運転データを収集、集計して四半期ごとの無収率を求める。水収支と無収率は 5 地区ごとに集計される。

漏水個所の調査

無収水部は漏水個所の探索業務を担っている。漏水探査と漏水対策のために最低限必要な探査機器を積んだ移動車輌を保有し、JICA あるいは他のドナーの活動のために利用可能な機器も保有している。また、職員への漏水探査技術の訓練も行っている。

しかしながら、無収水部は漏水の調査計画を策定していない。JICA による第 2 次技術協力プロジェクトで、無収水削減のための活動計画が作成されたものの予算の制約、その他の理由によりこの計画に沿った活動は行われていない。

漏水管理

バルカ県の 5 地区にはコンピュータ支援の維持管理システム（MMS: Maintenance Management System）が導入され、水道サービスに何らかの問題が生じた場合には、専用番号に電話をかけることによって、オペレーターはその内容を記録し、その回線は自動的に維持管理部につながるシステムとなっている。問題に対し維持管理部は出来るだけ早い処置をとり、修理内容、使用材料、投入人数などの処置結果は地区事務所内の MMS に入力、記録される。水道サービスに関する問題は漏水とは限らず、断水、水質汚染の問題等も含まれる。MMS は漏水の修理記録から漏水量を推定して入力出来る機能があるが必ずしも現実的な方法ではない。漏水修理は通常、給水時間外に行われるため、全漏水量を求めるのは不可能である。

無収水統計

バルカ県の各地貴事務所ごとの無収水及び原単位統計を下表に示す。

表 2-18　無収水量と原単位（2012 年）

地区	給水量 (m^3)	有収水量 (m^3)	無収水量 (m^3)	無収水率 (%)	顧客数	人口 (2012 年)	１人１日有収水量 (Lcpd)	１人１人給水量 (Lpcd)
Salt	10,926,652	4,377,909	6,548,743	59.93%	28,220	135,844	88	220
Ain AL-Basha	7,310,036	2,985,032	4,325,004	59.17%	21,607	159,435	51	126
Mahes & Fuhies	2,874,576	1,733,252	1,141,324	39.70%	6,612	27,560	172	286
South Shonah	5,161,302	1,237,299	3,924,003	76.03%	6,744	47,917	71	295
Dier Alla	3,260,362	1,479,419	1,780,943	54.62%	7,596	57,472	71	155
Total	29,532,928	11,812,911	17,720,017	60.00%	70,779	428,228	76	189

出典：WAJ バルカ支所データから算定

2-1-4　既存施設・機材

(1) 水道施設の概要

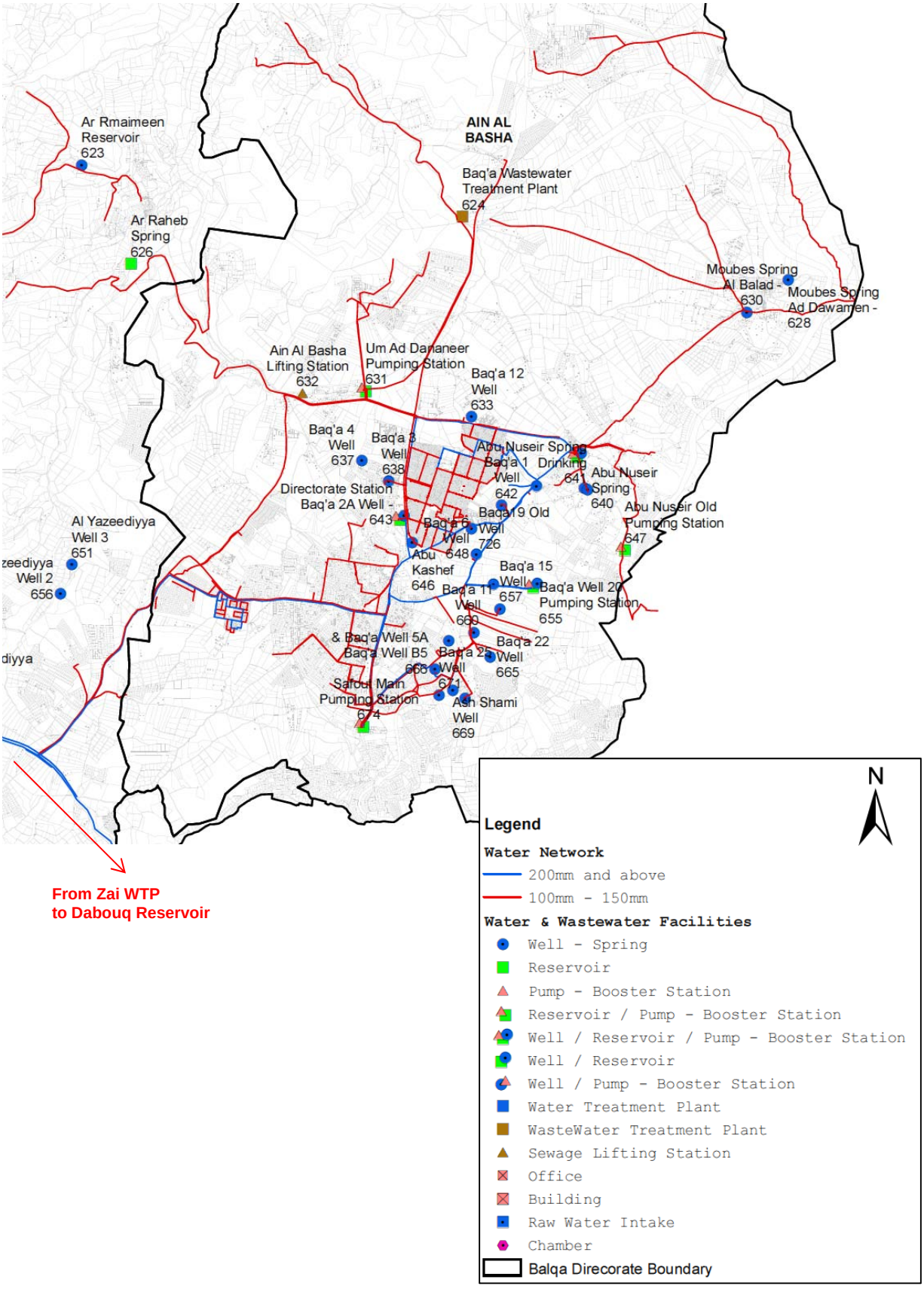
両地域の既存水道施設の配置及び模式図を以下の図に示す。

図 2-5：既存施設配置（アインアルバシャ）

図 2-6：既存施設配置（ディルアラ）

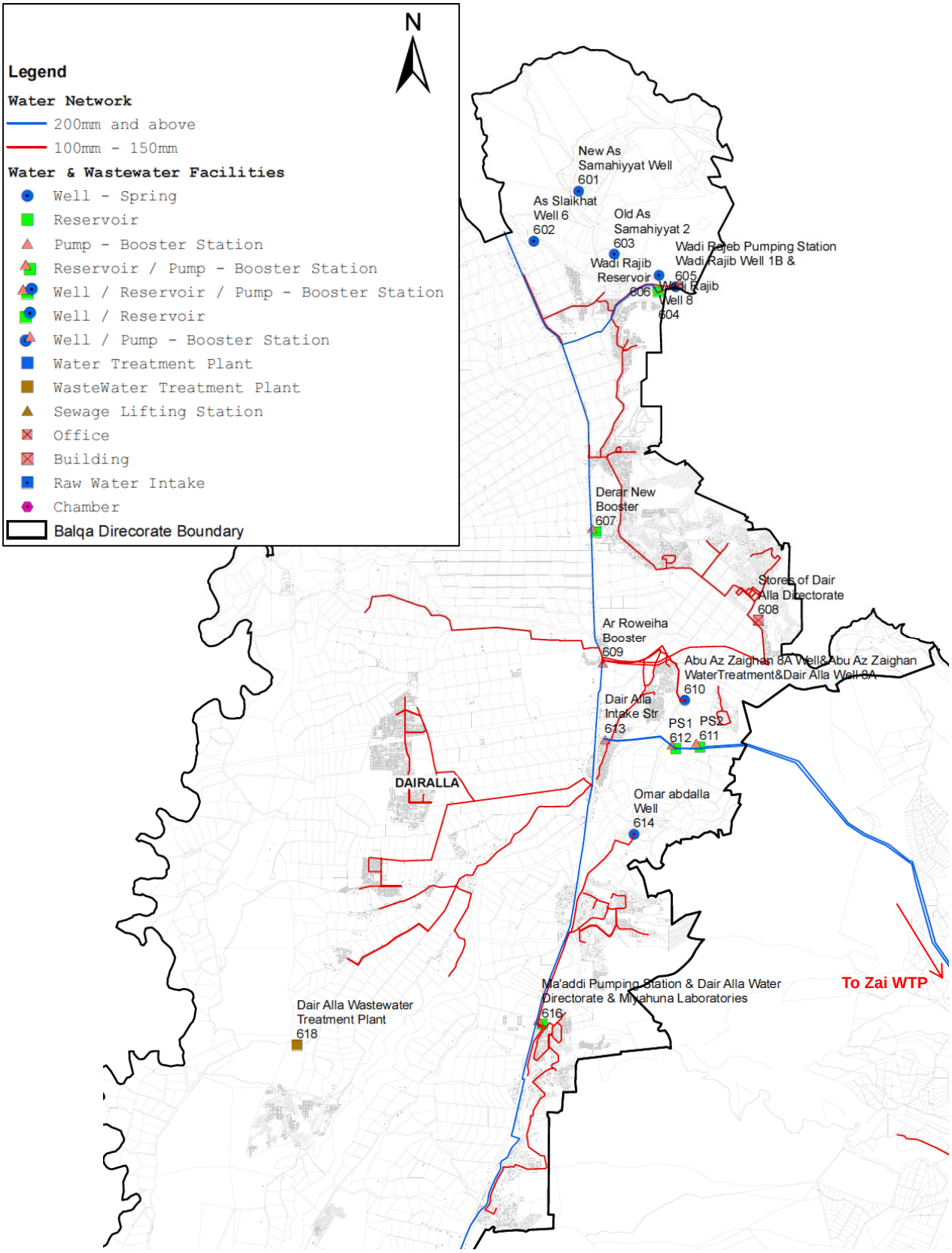
図 2-7：水道施設の模式図（アインアルバシャ）

図 2-8：水道施設の模式図（ディルアラ）



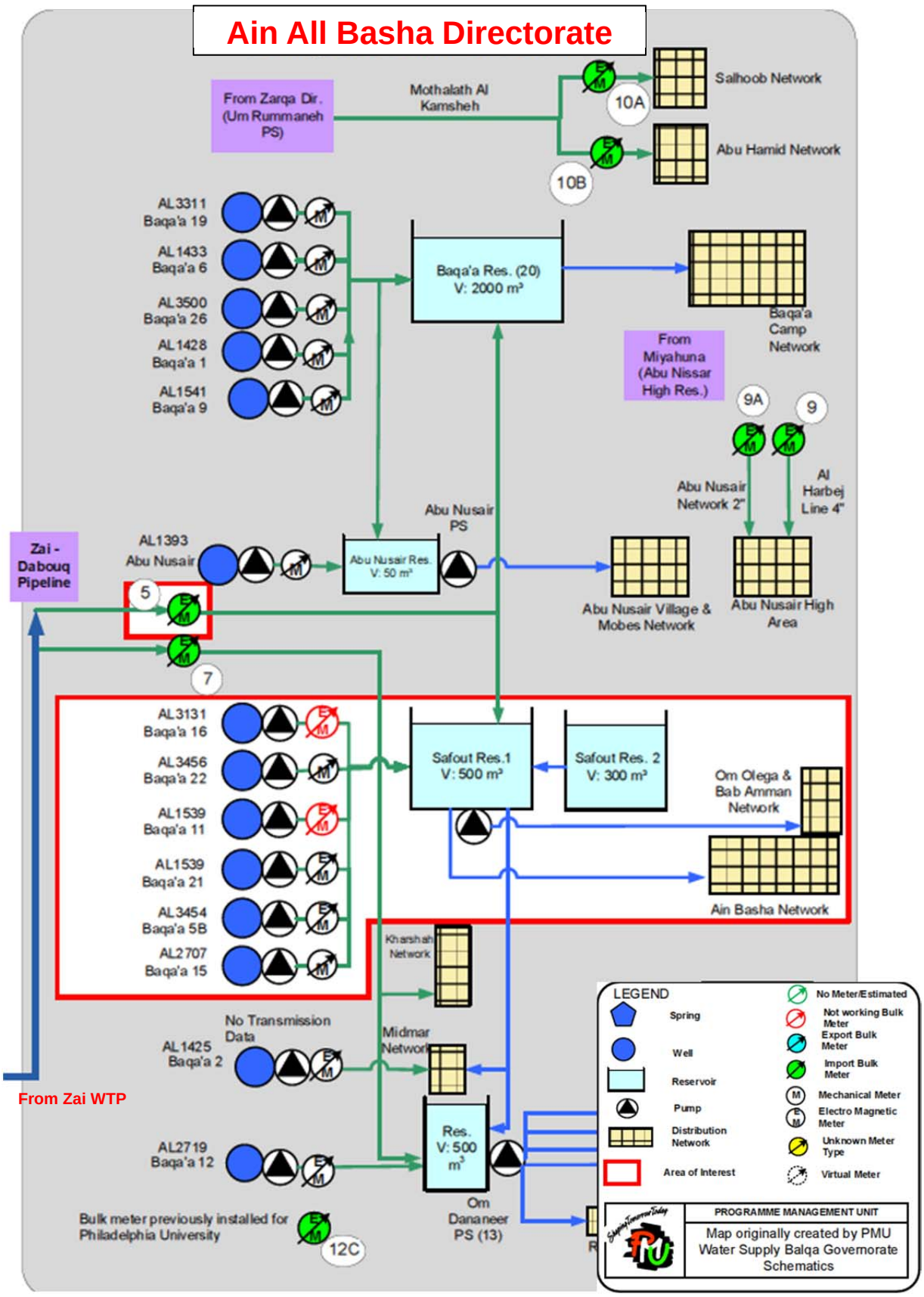
出典：Balqa Water Facilities Overview、OMS

図 2-5　既存施設配置（アインアルバシャ）



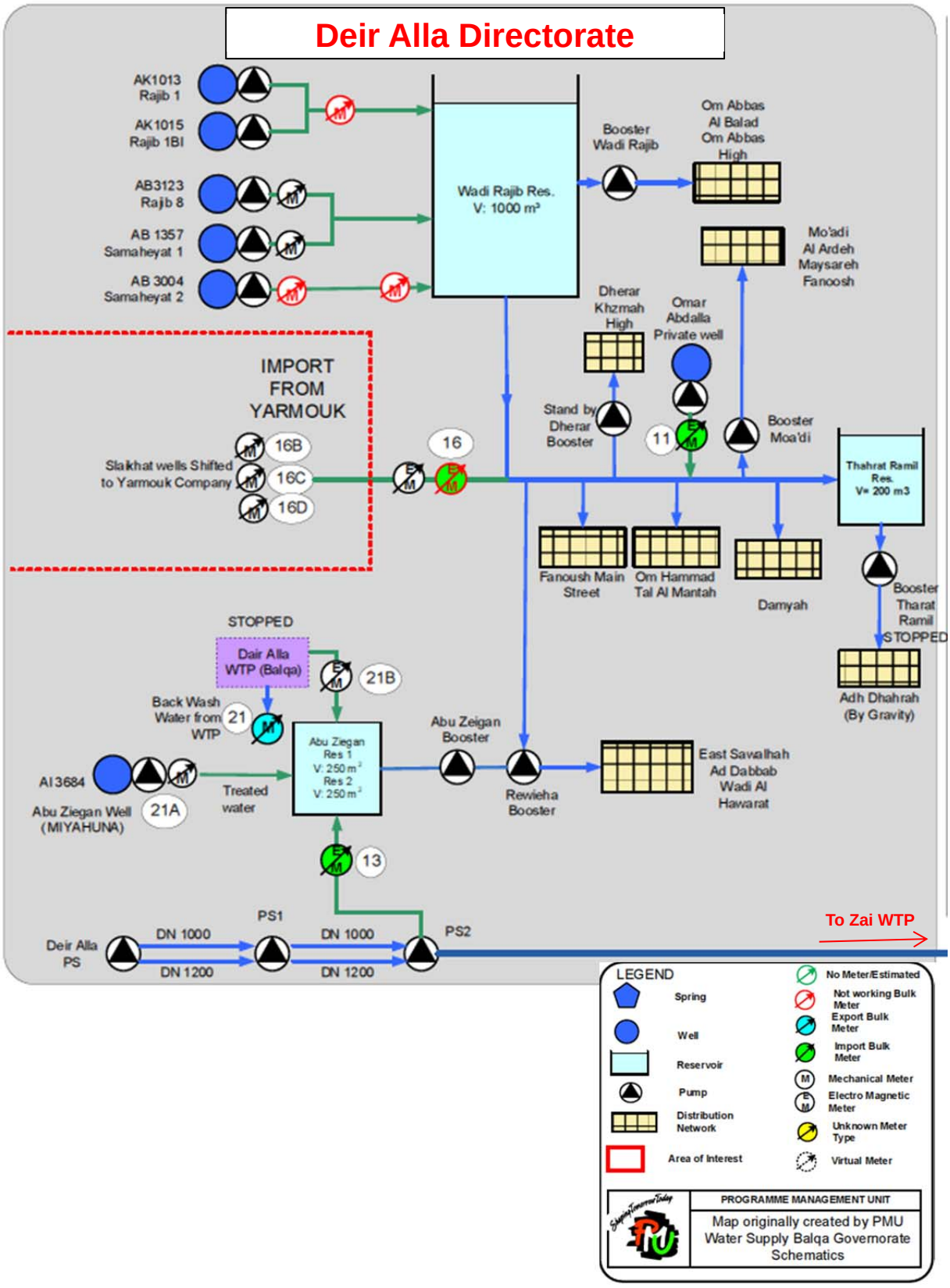
出典:Balqa Water Facilities Overview、OMS

図 2-6　既存施設配置（ディルアラ）



出典:Water Loss Reduction - Middle Governorate-Balqa & Madaba, WAj, KfW

図 2-7　水道施設の模式図（アインアルバシャ）



出典:Water Loss Reduction - Middle Governorate-Balqa & Madaba, WAJ, KfW

図 2-8　水道施設の模式図（ディルアラ）

(2) 水道水源、水源ポンプ

1) アインアルバシャ地区

既存井戸並びに井戸ポンプの仕様を下表に示す。

表 2-19 既存井戸の仕様（アインアルバシャ）

NO.	ID No.	井戸名	揚水量 (m^3/時)	揚程 (m)	電動機 (kW)
1	AL1393	Abu Nussair	50	200	45
2	AL1428	Baqa'a 1	20	200	22
3	AL1433	Baqa'a 6	30	247	37
4	AL1539	Baqa'a 11	20/30	300/250	37
5	AL1541	Baqa'a 9	30	300	45
6	AL2707	Baqa'a 15	20/30	350/300	37
7	AL2719	Baqa'a 12 OBS	10	260	22
8	AL3131	Baqa'a 16	30	300	45
9	AL3311	Baqa'a 19	30	200	32
10	AL3357	Baqa'a 20	20	300	30
11	AL3454	Baqa'a 5B	20	300	37
12	AL3456	Baqa'a 22A	20/30	300/250	30
13	AL3487	Baqa'a 21A	30	150	30
14	AL3500	Baqa'a 26	30/25	300/350	37
15	AL3573	Baqa'a 2A	15/25	200/150	22

出典：WAJ 本庁からの聴取データを基に調査団が作成

アインアルバシャ地区の既存井戸の 2010～2012 年までの生産量を下表に示す。水源は、地区内の既存井戸（約 30%）および/他地区からの購入水（約 70%）である。地区内の既存井戸は基本的に毎日、24 時間運転を行い、水需要が多い夏期はほぼ全ての井戸ポンプを稼働しているが、水需要が落ちる冬期では井戸ポンプの運転台数を調整している。また、他地区からの買水は、週の限られた曜日だけ送水されている。

既存井戸のうち、No.16 井戸は長期間使用していなかったが、水質試験の結果を待って、今後使用する予定となっている。No.20 井戸は、地下水に基準値以上の鉄分が含有しているため使用していない。また、No.22 井戸は、2012 年までは稼働していたが、地下水位の低下もしくはポンプ位置に問題により連続できないため、使用していない。

表 2-20　アインアルバシャ地区水源の過去 3 年間の水量実績

水源			2010 年	2011 年	2012 年	計
既存井戸	AL1393	Abu Nussair	258,088	348,884	310,926	917,898
	AL1428	Al Baqa'a 1	0	148,581	237,477	386,058
	AL1433	Al Baqa'a 6	279,386	272,726	190,273	742,385
	AL1539	Al Baqa'a 11	117,404	135,102	156,500	409,006
	AL1541	Al Baqa'a 9	219,655	101,660	202,617	523,932
	AL2707	Al Baqa'a 15	221,038	225,473	236,097	682,608
	AL2719	Al Baqa'a 12	60,083	57,998	81,703	199,784
	AL3131	Al Baqa'a 16	0	0	0	0
	AL3311	Al Baqa'a 19	200,183	161,723	153,462	515,368
	AL3357	Al Baqa'a 20	0	0	0	0
	AL3454	Al Baqa'a 5B	120,478	183,061	203,400	506,939
	AL3456	Al Baqa'a 22A	25,094	22,618	20,711	68,423
	AL3487	Al Baqa'a 21A	176,200	150,874	179,579	506,653
	AL3500	Al Baqa'a 26	224,963	190,437	153,030	568,430
	AL3573	Al Baqa'a desalination2	39,916	108,739	152,689	301,344
	小計		1,942,488	2,107,876	2,278,464	6,328,828
購入水	Deir Alla /Al Baqa'a		4,403,450	3,897,800	4,842,838	13,144,088
	Herbj (village Abonasir)		98,672	116,830	123,783	339,285
	ZARQA /SALHOB		35,659	39,252	28,872	103,783
	Al Zarqa / Abouhamd		0	0	36,079	36,079
	小計		4,537,781	4,053,882	5,031,572	13,623,235
合計			6,480,269	6,161,758	7,310,036	19,952,063
井戸本数			12	13	13	13
1 井当たりの揚水量 (m^3/年/井)			161,874	162,144	175,266	486,833
全水量に対する既存井戸の割合			30.0%	34.2%	31.2%	31.7%
全水量に対する購入水の割合			70.0%	65.8%	68.8%	68.3%

出典：WAJ 本局並びにバルカ支局からの月生産量データをもとに調査団が作成

2) ディルアラ地区

既存井戸並びに井戸ポンプの仕様を下表に示す。

表 2-21　既存井戸の仕様（ディルアラ）

NO.	ID No.	井戸名	揚水量 (m^3/時)	揚程 (m)	電動機 (kW)
1	AB1350	Sliekhat Well 4	50	200	52
2	AB1351	Sliekhat Well 5	25	250	30
3	AB1357	Smahiyyat 7 (Al Samahiat old well)	50	250	67
4	AB1377	Sliekhat Well 6	30	150	22
5	AB3004	Smahiyyat 2 (Al Samahiat new well)	50/70	70/200	63
6	AB3123	Wji Rajeb No. 8	30	200	30
7	AK1013	Waji Rajeb No.1	50/35	175/200	37
8	AK1015	Waji Rajeb No. 1B	50/35	175/200	37
9	AL3684	Der Alla No.8A	26/65	46/52	9.5

出典：WAJ 本庁からの聴取データを基に調査団が作成

2010 年から 2012 年の年間揚水量を下表に示す。ディルアラ地区の水源は、WAJ 管轄の既存井戸と他地区の水道会社および民間の水道会社からの購入水からなる。WAJ ディルアラ地区事務所は 5 井の井戸を運営管理しており、基本的に毎日、24 時間運転となっている。なお、水需要が落ちる冬期では水需要に合わせ水中ポンプの運転台数を調整している。

Yarmouk 水道公社は Al Sliekhat Well No.4、5、6 の 3 井を管理しており、契約送水量をディルアラに送水している。2012 年、送水量が大幅に下回ったため（110m³/時→27m³/時)、契約を一時中断し、現在、当初の契約量より落ちる 55m³/時にて送水している。

Miyahuna 水道公社は、Deir Alla 8a の他にディルアラ地区の塩分濃度が高い井戸も利用している。このため、収集した地下水は、RO 方式の脱塩装置にて浄水され、その後、Zai 浄水場ならびにディルアラ地区に送水している。

民間の水道会社（Omar Abdulla）からの給水は 1992 年から開始し、1 井の井戸から既存配管網に契約水量（135m³/時）の送水と給水タンクローリへの販売を行っている。契約は、当初は 4 年契約であったが、現在は 1 年契約に変更となっている。

表 2-22　アインアルバシャ地区水源の過去 3 年間の水量実績

水源			2010 年	2011 年	2012 年	計
既存井戸	AB1357	Al Samahiat Old Well	217,174	263,224	267,897	748,295
	AB1377	Sleihat No.6 注 1)	179,340	192,417	574	372,331
	AB3004	Al Samahiat New Well	345,177	411,982	464,162	1,221,321
	AB3123	Wadi Rajib No.8	2,671	183,234	196,857	382,762
	AK1013	Wadi Rajib No.1	235,708	179,445	196,733	611,886
	AK1015	Wadi Rajib No.1B	236,708	179,445	196,730	612,883
	AL3562	Deir Alla 8a 注 2)	328,181	0	0	328,181
	AL3684	Deir Alla 8	103,947	0	0	103,947
	小計 (1)		1,648,906	1,409,747	1,322,953	4,381,606
購入水	AL3435	Well Omar Abdulla (Dkhqan)	809,552	897,680	1,085,380	2,792,612
	Irbid (the wells Slejat)		502,489	538,381	194,451	1,235,321
	From Miyahuna (Abu Alzhigan)		381,564	373,677	657,580	1,412,821
	小計 (2)		1,693,605	1,809,738	1,937,411	5,440,754
合計： (1) ＋ (2)			3,342,511	3,219,485	3,260,364	9,822,360
井戸本数			8	7	7	
1 井当たりの揚水量 (m³/年/井)			206,113	201,392	188,993	
全水量に対する既存井戸の割合			49.3%	43.8%	40.6%	44.6%
全水量に対する購入水の割合			50.7%	56.2%	59.4%	55.4%

出典：WAJ 本局並びにバルカ支局からの月生産量データをもとに調査団が作成
注 1）Sleihat No.6 は、2012 年の半ばよりヤルムーク水道公社に移管
注 2）Deir Alla 8a は、2011 年より Miyahuna 水道公社に移管

(3) 既存管網

既存管網の状況は、バルカ県支所の GIS 管理部より入手した GIS データを基に調査団が口径、管材、建設年代別に取り纏めた。

1) アインアルバシャ地区

管路の合計延長は 400 ㎞、そのうち、1990 年以前の管の合計は 22%足らずであり、比較的新しい管構成となっている。

表 2-23 布設年毎の管路延長（アインアルバシャ）

（単位:m）

管口径 (㎜)	1980 以前	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2012	合計
15-37		20,349	8,054	29,783	4,517	62,704
50		16,975	11,185	16,043	6,208	50,411
63		1,393	2,944	103,057	3,568	110,961
75		1,719	1,881	2,207	0	5,807
100		42,073	30,257	32,645	2,695	107,669
150		2,730	13,891	18,133	0	34,754
200		3,762	2,520	6,542	0	12,824
250		693	0	1,020	0	1,713
300		0	1,201	10,208	0	11,410
350		0	0	1,441	0	1,441
500		0	0	903	0	903
合計		89,695	71,933	221,982	16,988	400,598
%	0%	22%	18%	55%	4%	100%

出典：バルカ県支所からの GIS データを基に調査団が作成

2) ディルアラ地区

管路の合計延長は 234 ㎞、そのうち、1990 年以前の管の合計は約 190 ㎞、81%を占め、老朽化した管から構成されている。

表 2-24 布設年毎の管路延長（ディルアラ）

（単位:m）

管口径 (㎜)	1980 以前	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2012	合計
15-37	0	15,558	402	456	1,670	18,085
50	0	25,028	4,777	1,159	0	30,965
63	0	41,054	2,115	2,377	2,821	48,366
75	0	1,089	0	0	0	1,089
90	0	788	0	0	0	788
100	1,718	59,017	4,709	755	5,618	71,817
125	0	0	0	0	2,493	2,493
150	5,285	22,348	0	1,814	133	29,580
180	0	0	0	0	4,017	4,017
200	13,036	3	0	0	0	13,039
250	612	0	0	0	7,520	8,132
300	0	2,983	0	0	0	2,983
1,000	0	1,081	0	0	0	1,081
1,200	0	9	0	1,842	0	1,851
合計	20,651	168,957	12,003	8,404	24,271	234,286
%	9%	72%	5%	4%	10%	100%

出典：バルカ県支所からの GIS データを基に調査団が作成

(4) 送配水ポンプ

1) アインアルバシャ地区

既存ポンプの仕様並びに状況を下表に示す。アインアルバシャ地区の既存ポンプには、殆どスタンバイポンプが設置されておらず、配水区にポンプ直送にて給水している。既存ポンプの殆どから水漏れが生じており、設置年度が比較的新しいポンプからも水漏れが発生している。全てのポンプはアンカーボルト等を使用してコンクリート架台と一体化しておらず、さらにコンクリート架台も水平に施工されていないため、ポンプの芯も水平を保たれていない。このため、近年に設置されたポンプも取り換えが必要なものと判断された。

また、Abu Nussair ポンプ場建屋は屋根と支柱だけであり、風雨が直接施設に当たるため運営維持上芳しくない。このため、本計画でポンプの取り換えを行う場合、門扉のある建屋が新たに必要となるが、敷地に余裕がないため、給水になるべく支障を与えない施工計画を策定する必要がある。

表 2-25 既存ポンプ場の管理体制（アインアルバシャ）

ポンプ場		既存ポンプ					
		ポンプ番号	容量 (m^3/時)	揚程 (m)	電動機 (kW)	設置年	状態
1	Abu Nussair	1	50	400	110	2010	不良
		2	50	350	90	2009	不良
		3	50	250	55	2009	不良
2	Pump Station No.13	1	不明	不明	90	2009	不良
		2	不明	不明	110	2012	不良
		3	不明	不明	90	2009	不良
		4	不明	不明	90	2009	不良
3	Safout	1	50	350	90	不明	不良
		2	50	350	75	不明	不良
		3	70	200	90	不明	不良
4	Well No.2	1	25	200	30	不明	不良

2) ディルアラ地区

既存ポンプの仕様並びに状況を下表に示す。ディルアラ地区の既存ポンプは、Abu Ziegan ポンプ場を除いたポンプで予備ポンプが設置されている。なお、季節によっては予備ポンプも運転するケースが多い。

既存ポンプは Wadi Rajeb ポンプ場の No.3 及び No.4 の 2 台のポンプを除き、ほとんどのポンプから水漏れが生じており、取り換えの時期になっているものと判断された。全てのポンプはアンカーボルト等を使用してコンクリート架台と一体化しておらず、また、コンクリート架台は水平に施工されていないため、ポンプの芯も水平を保たれていない。このため、近年に設置されたポンプも再設置の必要があるものと判断された。

さらに全てのポンプ建屋は門扉が設置されておらず、ポンプが風雨にさらされやすく、また、国道沿いに位置するポンプ場は民間人が簡単にポンプ場にアクセスできる。既存ポンプ場建屋は維持管理上にも問題があるため改善する必要がある。

表 2-26　既存ポンプ場の管理体制（ディルアラ）

ポンプ場名		既存ポンプ					
		ポンプ番号	容量 (m^3/時)	揚程(m)	電動機 (kW)	設置年	状態
1	Abu Ziegan	1	100	150	75	2000	不良
2	Al Rweha	1	100	250	110	2013	不良
		2	不明	不明	110	2008	不良
2	Dera	1	100	250	55	2007	不良
		2	100	250	55	2011	不良
	Thahret Al Ramel	1	50	200	110	1997	不良
		2	100	200	55	1997	不良
3	Ma'adi	1	100	250	90	2010	不良
		2	100	250	110	2010	不良
4	Wadi Rajeb	1	13.7	250	75	1994	不良
		2	50	300	75	1994	不良
		3	13.7	400	90	2012	良好
		4	13.7	400	90	2012	良好

(5) 配水池（対象地域）

1)　アインアルバシャ地区

既存配水池及び着水井の仕様並びに現状を下表に示す。既存配水地（着水井）は全て使用中であり、目視の限りでは特に問題は確認されなかった。

表 2-27　既存配水池・着水井の状況

設置先	形式	建設年	容量 ($m^{3)}$	構造	状態
Abu Nasair ポンプ場	着水井（高架水槽）	1998	50	Steel	目視の限り特に問題はない。
No.13 ポンプ場	着水井	1997	300	RC	同上
Safoutポンプ場	着水井＋配水池	1987	500	RC	同上
	着水井＋配水池	2004	300	RC	同上
Well No.2	着水井	不明	50	RC	同上
Well No.20	着水井＋配水池	不明	2000	RC	同上

2) ディルアラ地区

既存配水池および着水井の仕様ならびに現状を下表に示す。Abu Ziegan ポンプ場に建設されている着水井は、建設年度が比較的新しいわりには躯体からの水漏れが激しく、簡単な修理で復旧できる状態ではなかった。このため、今後もポンプ圧送が必要な場合は、新たに着水井を建設する必要がある。

また、今回の現地調査時において、Thahret Al Ramel 高区配水池が使用されておらず、また、既存配管とも接続されていなかった。今後、この配水池・着水井が使用する場合は別の機会に再調査する必要がある。

表 2-28　既存配水池・着水井の状況

設置先	形式	建設年	容量 (m^3)	構造	状態
Abu Ziegan ポンプ場	着水井	2000	300	RC	不良（躯体からの水漏れ箇所が多く、今後の使用には問題がある。）
Thahret Al Ramel ポンプ場	着水井	1997	300	RC	不明（調査時は内部には空であったため、水漏れは確認できなかった。目視では水漏れ跡などはなかった。）
Thahret Al Ramel 高区配水池	配水池	不明	1000	RC	不良（現在、使用していないため内部は空であり、水漏れ等は　確認できないが、コンクリートの表面が削られ、鉄筋が露出している箇所が数か所ある。）
Wadi Rajeb ポンプ場	着水井	1984	1000	RC	良好（調査時はほぼ満水状態で躯体からも水漏れはなかった。）

(6) 塩素消毒設備

1)　アインアルバシャ地区

塩素消毒は下表に示すように、ポンプ場及び井戸ポンプ場の 5 か所で行われている。目視の限りでは、全ての注入施設は今後も使用できるものと判断された。なお、ザルカ県支所が管理する Al Ramura Well　No.1 においても塩素消毒は行われているが、アインアルバシャ地区事務所の管轄外であるため、本報告書では割愛する。

表 2-29　既存消毒設備の状況（アインアルバシャ）

設置先	形式	数量	設置年	注入量 (Kg/時)	状態
Abu Nussair ポンプ場	塩素ガス	1 台	不明	0.1	目視の限りは特に問題はない。
ポンプ場 No.13	同上	1 台	不明	0.06	同上
Safout ポンプ場	同上	1 台	不明	0.12	同上
Well No.2	同上	2 台	不明	0.09	同上
Well No.20	同上	2 台	不明	0.1	同上

2) ディルアラ地区

消毒設備は下表に示すように、Abu Ziegan ポンプ場並びに Wadi Rajeb ポンプ場に設置され、2013 年 3 月現在、稼働中であり、目視からでは今後も使用できるものと判断された。注入量は供給量と残留塩素量の観点から決定していない。なお、Miyahuna 社が管理する RO 施設及び民間 RO 施設においても消毒設備を有している。

表 2-30　既存消毒設備の状況（ディルアラ）

設置先	形式	数量	設置年	注入量 (Kg/時)	状態
Abu Ziegan ポンプ場	塩素ガス	1 台	2000	1.0	目視の限りは特に問題はない。
Wadi Rajeb ポンプ場	同上	1 台	1984	0.027	同上

(7) 維持管理料資機材

1)　WAJ 本庁

一般的に軽微な修理は各地区事務所で行うが、各地区事務所で対応できない水中ポンプ、送水

ポンプ、建設機械、特殊バルブおよび計装機器などの点検・修理は WAJ 本庁の維持管理課が行っている。WAJ 本庁維持管理課の職員数は約 190 人である。1994 年度の我が国の無償資金協力により、水道機材用の修理・整備用機材が整備されている。WAJ 本庁の維持管理課に整備された資器材は、水道用資機材、水道施設保守管理用建設機械や車両の修理・整備用であり、その種類は 120 種類にわたっている。下表にその代表的な機材を示す。

地区事務所の規模、人員等を考慮すると主要な機器の維持管理は、WAJ 本庁に委託することが効率的と考えられる。

表 2-31　WAJ 本庁メンテナンス課所有の主要機材

資機材名	仕　　様	数量
クランクシャフト研磨機	芯間 2,200 ㎜	1
平面研磨機	研磨範囲 1200×360 ㎜	1
卓上ボール盤	ドリル能力 23 ㎜	1
曲り修正プレス	100 トン	1
旋盤	芯間　2500 ㎜	1
交流溶接機	300A クラス	1
ガス溶接機	切断機、溶接機他一式	2
シリンダーヘッド水圧試験装置	テスト圧力 20kg/㎠	1
総合エンジン診断機	ガソリンエンジン用多機能型	1
門型クレーン	5 トン	3
高圧温水洗車機	吐出量 1600L/分	2
フォークリフト	5 トン	1
水ポンプ試験機	4～8“口径用	1
ポンプ整備用工作車	4 トン積みトラック	1
レッカー車	25 トン	1
クレーン付きトラック	3 トンクレーン	5

2)　アインアルバシャおよびディルアラ地区事務所

アインアルバシャならびにディルアラ地区事務所の所有する維持管理機材の維持管理機材の内容を下表に示す。

表 2-32　アインアルバシャおよびディルアラ地区事務所の維持管理機材

機材名	アインアルバシャ	ディルアラ
バックホウ	1 台	1 台
セダン車	1 台	1 台
ダブルキャビンピックアップ（大）	3 台	3 台
ダブルキャビンピックアップ（小）	5 台	2 台
給水車（水道用）	1 台	2 台
給水車（下水用）	4 台	－
トラック	1 台	－
溶接機	1 台	1 台
圧縮機	1 台	1 台

2-2　プロジェクトサイトおよび周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

ヨルダン国では、鉄道が発達していないため、公共道路網が人・物の物流に重要な役割を担っている。ヨルダン国内における道路は、国道とその他の一般道路に区分され、管轄は各々、公共土木省と県となる。また、国道は、幹線（Primary road)、2 次道路（Secondary road)、3 次道路（Tertiary road）に分けられる。

唯一の港湾であるアカバからは片側 2 車線の国道主要幹線であるデザートハイウェーが整備され、アンマンまでの約 380km を約 5 時間で繋いでいる。アンマンからは、アインアルバシャ及びディルアラ地区へはそれぞれ約 30 分、約 1 時間である。対象地域への資機材の輸送は、このデザートハイウェーを幹線として行なわれる。

アインアルバシャ地区では 2 本の幹線道路が地区内を北から南に走り、2 次道路ならびに 3 次道路が幹線道路を横切るように位置している。幹線道路は片側 2 車線の交通量も比較的に多い道路となっている。

ディルアラ地区は、もともと北から南に走る幹線道路に沿って発展した地区であり、この幹線道路に首都アンマンに通じる道路が交差している。

ヨルダン国では近年、幹線道路における管渠類の道路横断を開削工法から推進工法などの非開削工法にて行うように指導しており、本件においても非開削工法を検討することとなる。

(2) 港湾

ヨルダン国唯一の港湾であるアカバ港は、紅海の北端に位置している。現在では、石油用のバース、コンテナバース、浮きバース、燐鉱石船積桟橋、カリ及び肥料用船積ターミナル等、近代的設備を有する港湾である。

(3) 下水道

アインアルバシャ地区では管路の下水道が 80%普及しており、終末処理場(Al Baqa'a:14,900m^3/日及び Abu Nusseir：4,000m^3/日）を市内に有している。残りの 20%は浸透式浄化槽を利用している。ディルアラ地区では管路の下水道施設はなく、約 84%は浄化槽を用い、残りの 16%は浸透式浄化槽を利用している。浄化槽の下水は民間のバキュームカーによって処分される。

(4) 電力

ヨルダン国の電力は、2007 年において、国内 3 か所からの火力発電所からの供給が主となっており、約 94%を占めている。その他には、エジプトからの輸入電力 5%、風力発電 1%となっている。尚、送電網は、高圧送電線（400kV）がエジプト、ヨルダンならびにシリアを横断して接続されており、各国との間で電力の融通が可能となっている。

現在、ヨルダン国の電力事業は、1997 年に民営化され、発電事業、送電事業および配電事業に

3 分割されている。次図に全国送電網を示す。発電事業は、SEPGCO（Samara Electric Power Generating Company：政府系企業)、 CEGCO（Central Electricity Generating Company：民間企業)、QEPCO（Qatrana Electric Power Generating Company：民間企業)、AES（Amman East Power Plant：民間企業)、IPP（Independent Power Producer：民間企業）の 5 社が参画している。送電事業には、NEPCO（National Electric Power Company：政府企業）の 1 社のみであり、配電事業には、JEPCO（Jordan Electric Power company：民間企業、ヨルダン中央部に配電)、IDECO（Irbid District Electricity Company：民間企業、ヨルダンの北部に配電)、EDCO（Electricity Distribution Company ：民間企業、ヨルダンの東部、西部、南部に配電）の 3 社が参画している。

調査対象地域であるアインアルバシャ地区の配電は上記の JEPCO が管轄しており、ディルアラ地区は EDCO が管轄している。計画対象地域の電気の普及率はほぼ 100%である。配電方式は、埋設ケーブル及び電柱・架空線方式である。

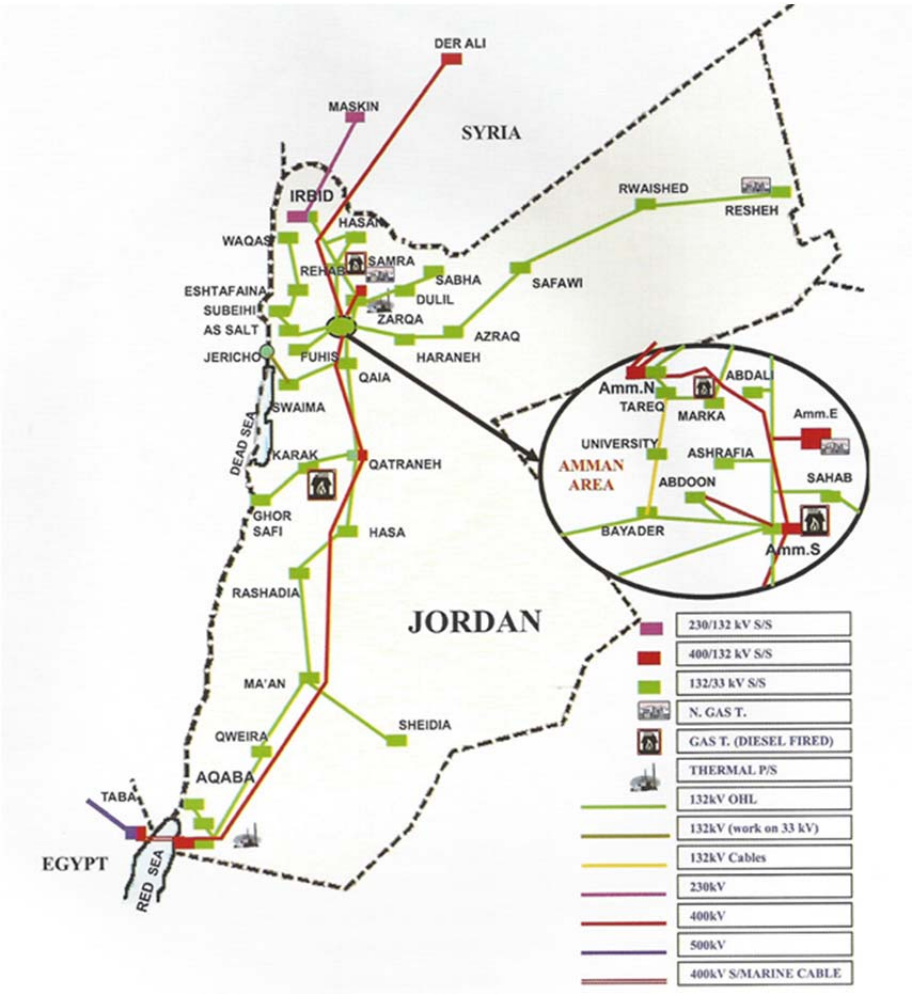


図 2-9　ヨルダン国の電力送電網

(5) 通信

ヨルダン国の通信サービスは 1997 年に民営化され、フランステレコムおよびアラブ銀行が資本

参加しているヨルダン通信会社（ヨルダンテレコム）が国内および国際通信サービスを提供している。固定電話の普及率は 2012 年時点で 12.6%となっており、携帯電話は固定電話の普及率を抜き 22.9%となっている。ほぼヨルダン全域で通話可能である。インターネットの普及率も 5.8%となっている。

2-2-2 自然条件

(1) プロジェクトサイトの位置と地勢

調査対象地域はヨルダン国北西部に位置するバルカ県のアインアルバシャおよびディルアラである。アインアルバシャは、首都アンマンより約 45km、車で約 30 分の距離である。ディルアラは首都アンマンより約 90km に位置し、車で約 1 時間の距離である。なお、両地区の水道事業を管轄する WAJ のバルカ支所は県都であるサルト市にあり、サルト市はアンマンから約 57km の位置にあり、車で約 45 分の距離である。

(2) 気象条件

ヨルダン国の国土の大半は砂漠性気候に属するが、対象地域は年間の降雨量が 270mm 程度と一定の降雨量があり、半乾燥あるいは地中海性気候の様相を示している。年間を通し降雨は冬期に集中し、夏期にあたる 6 月から 9 月の間は全く雨が降らない乾期となる。

両地区の気温を比べると、ディルアラの気温は年間をとうして 6～7℃高い。両地区には約 1,000m 近い標高差があり、ディルアラは海抜下 300m 程度のヨルダン渓谷の底部に位置するため、夏期になると 40℃を超える日も多く、高温乾燥した過酷な気象となる。一方、アインアルバシャは冬期になると氷点下になることも珍しくなく、降雪も観測されている。

アインアルバシャ地区に気候が似ているイルビットでは、気温は平均 17.5℃、最大 25.2℃（8 月）、最低 4.6℃（1 月）、降雨量は年間約 500 ㎜である。ディルアラ地区では、気温は、平均 23.5℃、最大 38.6℃（7 月）、最低 10.6℃（1 月）、降雨量は年間約 280 ㎜である。以下にデータを示す。

表 2-33 月間気温（ディルアラ）

（単位：℃）

分類	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	平均
最高	18.7	20.3	23.6	28.9	33.8	37.2	38.6	38.5	36.7	32.7	26.5	20.4	29.66
平均	14.6	15.6	18.1	22.2	26.1	29.3	31	31.3	29.8	26.6	21.7	16.4	23.56
最低	10.6	10.9	12.6	15.4	18.4	21.4	23.3	24	23	20.5	16.9	12.4	17.45

出典：http://www.climate-charts.com

表 2-34　月間気温（イルビット）

（単位：℃）

分類	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
最高	12.7	14.2	17.1	21.9	26.6	29.7	30.9	31	29.6	26.3	20.5	14.7	22.93
平均	8.7	9.8	12.1	16.2	20.3	23.5	25	25.2	23.8	20.6	15.1	10.5	17.57
最低	4.6	5.4	7.2	10.5	14	17.4	19	19.3	18	14.9	9.7	6.2	12.18

出典：http://www.climate-charts.com

表 2-35　バルカ県内の観測点における年間降雨量

（単位:mm）

場所	2012/2011	2011/2010	2010/2009	2009/2008	2008/2007	2007/2006
サルト（バルカ）	569.4	422.5	574.9	518.2	338.1	535.6
ディルアラ	234.4	165.2	229.7	222.8	151.8	280.7

出典：DOS

表 2-36　対象地域及びその近隣の観測点における降水量

（単位:mm）

場所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
アンマン空港	62	54	51	17	3	0	0	0	0	8	25	51	271
イルビット	109	93	89	28	6	1	0	0	0	15	46	88	475
ディルアラ	64	53	47	17	3	0	0	0	0	10	33	53	280

出典：http://www.deir-alla.climatemps.com

(3)　水文

冬期には、地中海からの湿った風が山裾にあたって降雨をもたらし、ヨルダン渓谷を深く切り込んだ河川を通して渓谷に向かい流出する。ほとんどの河川はワジ（涸れ川）であり、乾期の河川流出は認められない。地中への涵養水は循環地下水となり、同じようにヨルダン渓谷および死海へ向かい流動する。ヨルダン渓谷の山裾で湧泉となって流出する地下水も多く見られたが、過剰揚水により、近年は多くの湧水が消失した。

ディルアラ地区はヨルダン川を除きヨルダン渓谷に流れ込む水系に属し、地下水の水源域は山裾に沿って点在する。アインアルバシャは四方を山地に囲まれた盆地地形であり、周辺の山地への降水は涵養地下水として盆地の中心に向かい、盆地の中心には多くの井戸が開発されたが、過剰揚水によって地下水位低下をもたらしている。

(4)　地形

アインアルバシャ地区の地形は盆地であり、盆地の中心で幹線道路が交差し幹線道路のまわりに市街地が形成されている。北部から北西部の山地には植林による森林が拡がり、集落が点在している。東部の山地は岩盤が露出し山地の上は、ザルカ市に至る住居が連なっている。標高は海

抜 500m～900m と起伏に富んでいる。

ディルアラ地区はヨルダン渓谷の底部に位置し、ヨルダン川が北から南へ縦走して死海まで至り、幹線道路が並走する。ヨルダン渓谷底部の地形は、若干の起伏を伴いながら、北から南に緩やかな勾配で下っていく。幹線道路の東側には山裾が迫り、住居の多くは幹線道路沿いと山裾の間に建ち新しい住居はより高台に向かって発達している。幹線道路の西側は、ヨルダン川の氾濫域で肥沃な土地となっており、豊かな農業地帯を形成している。農業地帯には集落が散在する。

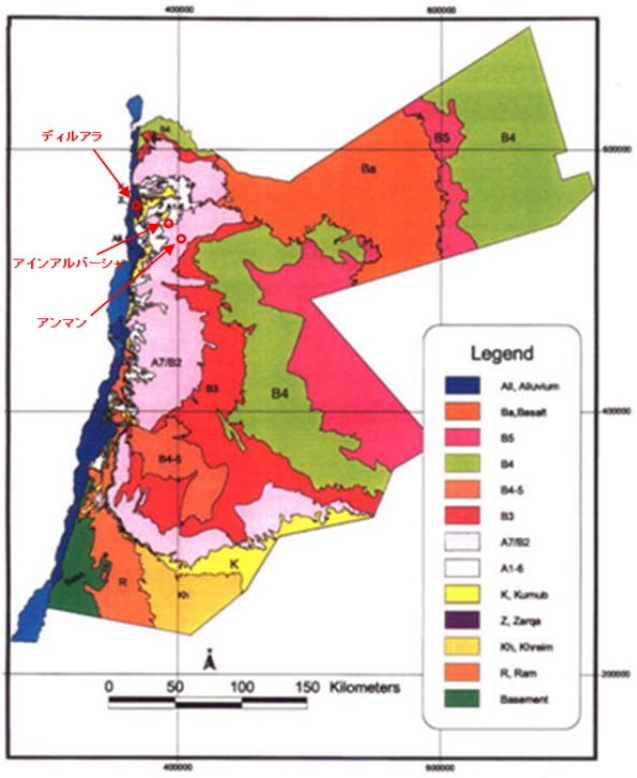
ディルアラ地区はヨルダン渓谷の底部に位置しているため、標高は-50m～-350m となっている。

(5)　地質

試掘調査結果によると、アインアルバシャ地区、ディルアラ地区とも平地にあたるところは、おおむね砂礫層、砂層および玉石混じりの砂礫層である。山地は巨石混じり砂礫層、あるいは岩盤が露出している。

(6)　水理地質

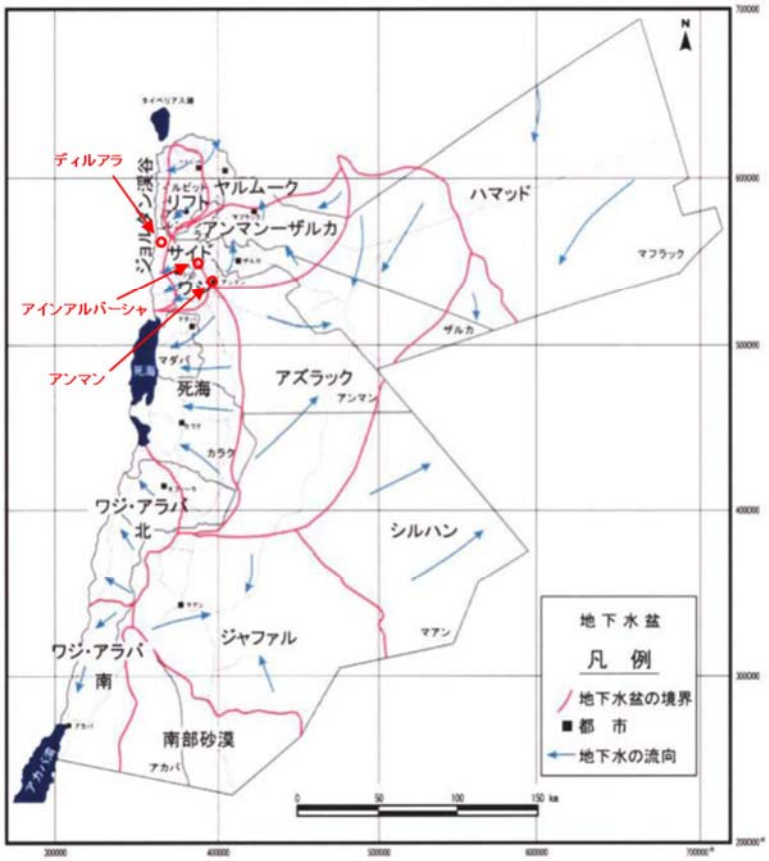
「ヨ」国の水理地質図を下図に示す。帯水層は大きく、上部帯水層（第四紀－第三紀層：AII、Ba,B5,B4)、中部帯水層（石灰岩系の帯水層：A7/B2）及び下部帯水層（砂層優勢層：K、Z、R）の 3 つに分類される。調査対象地域で見るとアインアルバシャ地区は中部帯水層であり、ディルアラ地区は下部帯水層となる。



出典：JICA、ヨルダン水資源管理調査、最終報告書要約、2001

図 2-10　「ヨ」国の水理地質図

また、「ヨ」国の地下水盆を下図に示す。アインアルバシャは Zarqa 地下水盆、ディルアラは Jordan Side Valley 地下水盆に位置し、地下水の流動方向は、ほぼアンマン市を境界にして、内陸から死海方向へ流動している。



出典：JICA、ヨルダン水資源管理調査、最終報告書要約、2001

図 2-11　ヨルダン国地下水盆と地下水の流動方向

ヨルダン国の全ての地下水水位は長期低下傾向にある。地下水位の長期低下傾向は過剰揚水が主な原因である。2013 年、全国の地下水の水位と塩分濃度に関する調査報告書が USGS（米国地質調査所）から公表された。地域的な偏りはあるものの全国的にみてこの傾向は続いており、本プロジェクトの対象地区でもこのこの傾向が続いていると報告されている。同報告書では、限られた水位データから水位低下トレンドを分析しているため、マクロな視点からの広い地下水盆の傾向を示したものである。

水道庁は 1985 年からアインアルバシャ地区とディルアラ地区の地下水位を独自に観測し続けている。これらの、地下水位データと揚水量データから両地区における水源水量の持続性は以下のように考えられる。

1)　アインアルバシャ地区

同地区の帯水層は Zarqa basin に属する。図 2-12 および図 2-13 に示すように、1989 年から 1999 年にかけて井戸開発が進められ、井戸数は 3 カ所から 13 カ所、総揚水量は 88m^3/時から 332m^3/時まで増加した。その結果、2000 年から揚水量は減り続けて 3 本の井戸が破棄され、2005 年には総

揚水量は 104m³/時まで低下した。その後、破棄された井戸の代わりに、3 本の井戸を開発した結果、現在では 248m³/時（2012 年）まで揚水量は回復してきている。2005 年までの井戸開発は明らかに過剰揚水であったと想定される。揚水量の経年変化から判断する限り、現状の揚水量が同地区の最大開発量と考えられる。

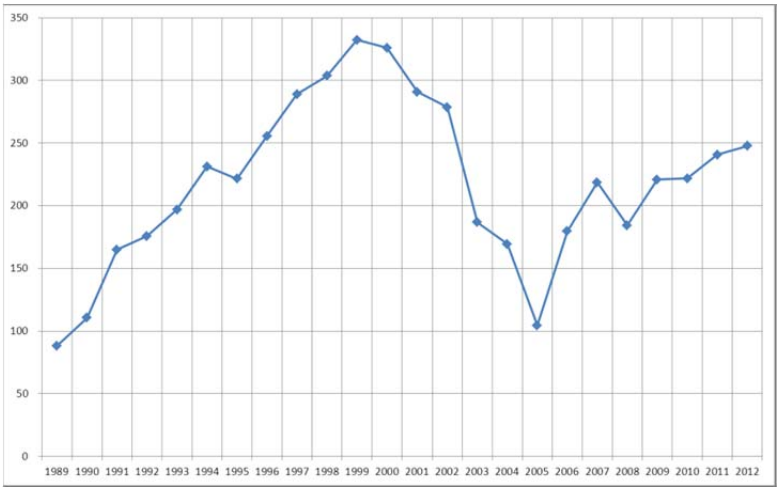


図 2-12　WAJ の取水量観測データ　－全体－（アインアルバシャ）

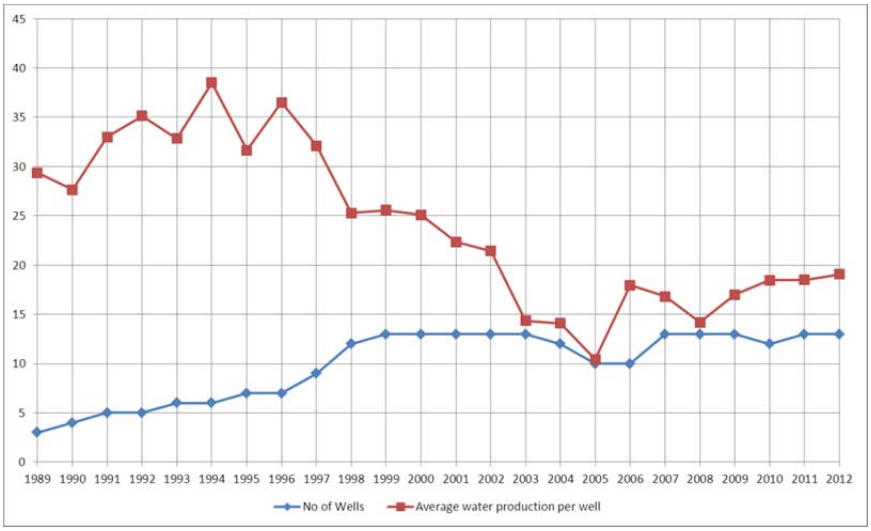


図 2-13　WAJ の水源井戸数と平均揚水量（アインアルバシャ）

2)　ディルアラ地区

同地区の帯水層は Jordan Side Valleys Basin に属する。同地区の井戸水源は北部に集中し、一方、南部の水源は、RO(脱塩)施設へ供給する塩分濃度の高い地下水である。北部井戸水原は Yarmouk 水道公社の管轄となる Sleikhat 井戸群と Rajeb 配水池へ送水される井戸群に大別されるが、1989 年以降、水源井戸数に大きな変化はない。

図 2-14 に井戸水源の地下水位の経年変化を示す。Abu Zeagan Well No.1 を除き他の 2 本の井戸では地下水位の低下傾向が見られる。図 2-15 に示すように揚水量に大きな変化はない。詳細に見ると、Sleihat Well No.6 と Rajeb Well No.8 の揚水量の低下が大きい。Rajeb Well No.8 は、一時井戸能力が低下したものの、2012 年から回復に転じてきた。

水位、および揚水量の経年変化のトレンドから、現在の揚水量を超えない取水量を維持することによって、水源の持続性は確保出来るものと考える。

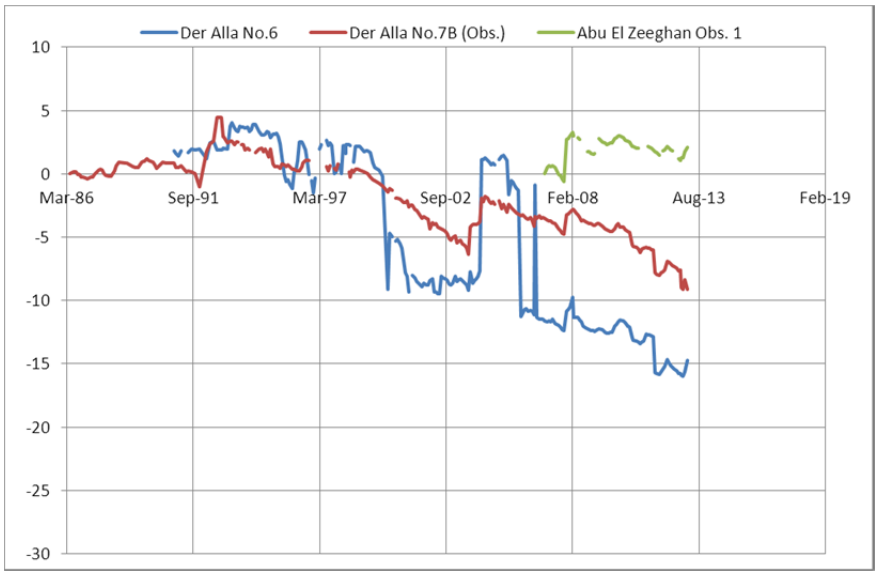


図 2-14　WAJ の水位観測データ（ディルアラ）

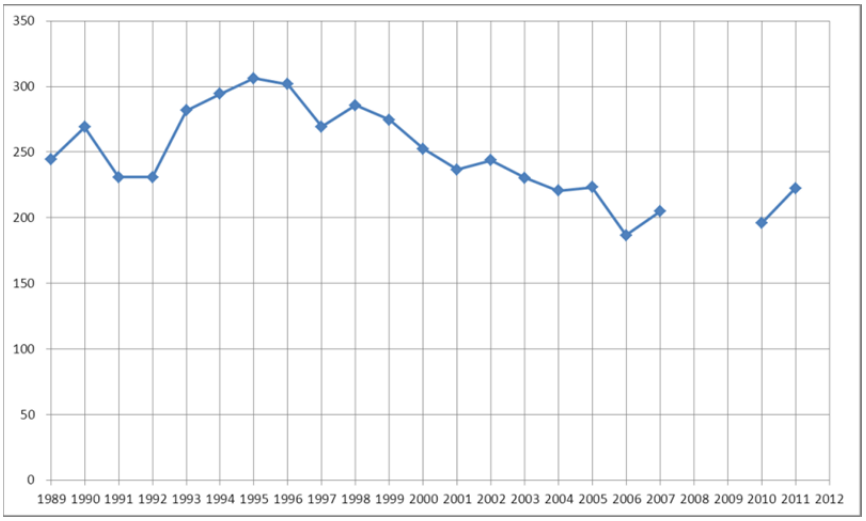


図 2-15　WAJ の取水量観測データ（ディルアラ）

本プロジェクトの井戸水原の水質では、塩分濃度を検討する必要がある。塩分濃度が高い地下水は面的な拡がりがなく、スポット的に塩水濃度の高い井戸が存在する。WAJ の方針は、塩分基

準を上回る地下水は、他地下水との混合あるいはRO施設を設置し、基準以下で給水を行っている。

(7) 地震

対象地域の地震係数は以下のとおりである。

表 2-37 地震係数

項目	アインアルバシャ		ディルアラ	
Seismic Zone	2B		3	
Seismic Zone Factor (Z)	0.20		0.30	
Seismic Soil Type	Silty Clay	Marl Interbedded with Marly Limestone	Marly Limestone (as BH1)	Alluvial Material (as BH2)
Seismic Soil Section Name	S_D	S_C	S_B	S_C
Seismic Factor Related to Acceleration (Ca)	0.28	0.24	0.30	0.33
Seismic Factor Related to speed (Cv)	0.40	0.32	0.30	0.45

注）BH1、BH2は本調査での試掘箇所を示す。

(8) 自然条件調査

1) 地形測量

a) 目的

計画施設及び管路の設計、積算に活用するため、送配水管路の路線測量、配水池およびポンプ場予定地の平面測量を行う。路線測量では道路敷地内の他の埋設物の確認調査も行なうものとする。

b) 内容

測量種別	測量対象	測量規模		
		ｱｲﾝｱﾙﾊﾞｼｬ地区	ディルアラ地区	計
縦断・平面測量	送配水管路	28 km	28 km	56 km
平面測量	配水池、ポンプ場	15.8 ha (5カ所)	12.4 ha (5カ所)	28.2 ha (10カ所)

c) 結果

測量結果は、計画図面の作成に使用した。

2) 地質調査

a) 目的

計画施設および管路の設計、積算に活用するため、送配水管路の路線の試掘、配水池およびポンプ場予定地の地質調査を行う。試掘は管埋設工事での岸掘削の範囲の把握が目的であり、地質調査は配水池およびポンプ場予定地の地耐力の確認が主な目的である。

b) 内容

調査種別	調査対象	地質調査規模		
		ｱｲﾝｱﾙﾊﾞｼｬ地区	ディルアラ地区	計
試掘	送配水管路	10 カ所	15 カ所	25 カ所
地質調査（ボーリング）	配水池、ポンプ場予定地	45m（3 カ所）	30m（2 カ所）	75m（5 カ所）
地質調査（室内試験）		3 サンプル	2 サンプル	5 サンプル

試掘： 掘削仕様は W0.5mxL1.0mxH1.5m とする。
地質調査： ボーリングは掘削深度 15m。標準貫入試験は 1m ピッチ。
室内試験は物性試験、圧縮試験を含む。

c) 地質調査結果を資料-6.12 に示す。

2-2-3 社会条件

社会条件、水利用実態に係わる社会条件調査結果の要約を以下に示し、詳細を参考資料-6.8 に示す。

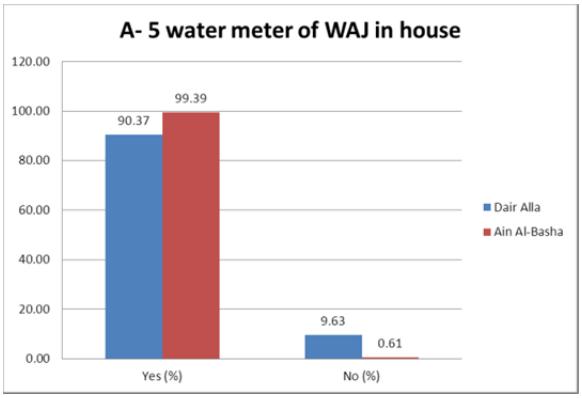
(1) 一般情報

回答者の性別

インタビューの回答者は 83%（アインアルバシャ）、88%（ディルアラ）とほとんどが男性であり、「ヨ」国の伝統的慣習から女性が表に出ることは少なく、とくに、貧困度が高いディルアラでこの傾向は強い。

水道普及率

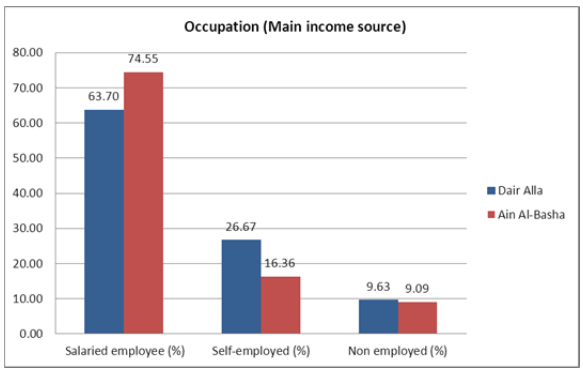
両地区とも配水管網は整備され、WAJ の給水サービスを受けている。アインアルバシャはほぼ全世帯が各戸接続されているが、ディルアラの 2 地区（Muthallath El-Masri と Ghour Kebed）には配水管網がなく給水車から給水を受けている。これら 2 地区の住民は全住民数の 3.8%にあたる。



(2) 世帯状況

家族構成

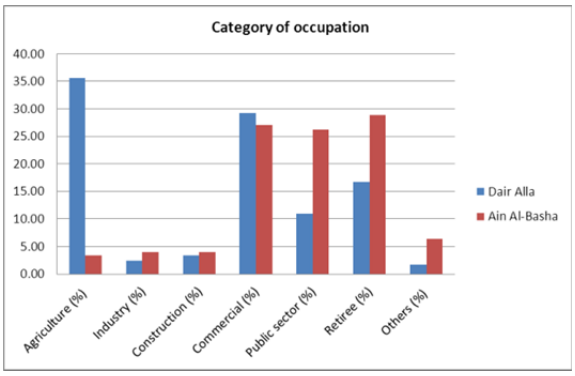
1 家族あたりの人数は、アインアルバシャが 6.46 人（成人：4.17 人、未成人：2.28 人）、ディルアラは 7.36 人（成人：3.98 人、未成人：3.39 人）である。統計局のデータによると地方における全国平均の人数は 5.4 人であり、両地区ともこの値を上回っ



ている。

就業状況

両地区とも給与所得者の比率が高い（ディルアラ：63%、アインアルバシャ：75%）。アインアルバシャはアンマン市への通勤者、ディルアラは農場での勤務者が多いものと考えられる。失業率は両地区と 9%台と全国の失業率 12.9%（2011 年）に比べてかなり低い。



ディルアラでは農業従事者が多いが自営農家は少なく農場での従事者が多い。アインアルバシャは農業従事者が少なく、公務員など他の職種の比率が高い。

(3) 水道利用状況

給水源

両地区とも WAJ の配水管網は整備されているものの、給水車の給水サービスを受けている住民もかなりの比率となる（アインアルバシャ：20%、ディルアラ：44%）、水需要に対する WAJ からの給水量が不足し、不足分は民間の高価な給水車のサービスに頼っている。

時間給水状況（給水日および給水時間）

協力対象地区は、曜日ごとに給水区を決めて給水しており、同じ給水区内でも更に分割し時間ごとに給水している。時間給水のための給水区の設定は極めて複雑であり、本調査では時間給水の全体の概要を捉えることが目的となる。両地区の平均給水日数と平均給水時間は次のとおりである。

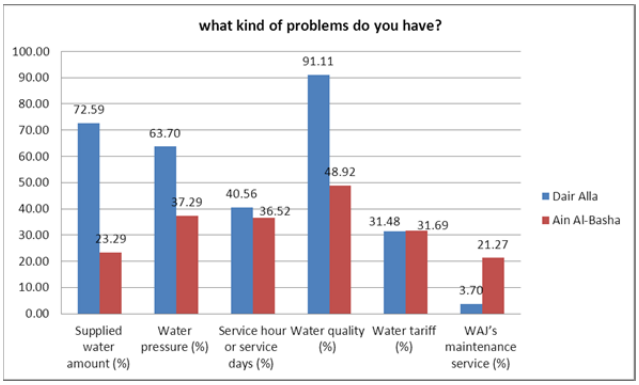
地区	平均給水日数（日／週間）	平均給水時間（時間／週間）
アインアルバシャ	2.1	31.1
ディルアラ	1.79	30.9

各地区内の状況をみると、アインアルバシャは給水日数が 1.4 日から 2.4 日と比較的ばらつきが少なく、給水時間も同様にばらつきは少ない。公平な水配分を目的とした時間給水が比較的うまく機能しているものと考えられる。ディルアラでは 2 地区は配水管網がなく、給水車からの給水を受けている。3 給水区を除くと他の給水区は週 1 日の給水であるが、3 地区は週 3 日から 5 日と他の給水区に比べて日数が多く、時間給水の方法に問題があると考えられる。

漏水事故

アインアルバシャは 65%、ディルアラでは回答者の 90%が漏水事故を目撃している。ディルアラは特に高く、アインアルバシャに比べディルアラの配水管網は老朽化が進んでいると考えられる。

給水に関する住民意識



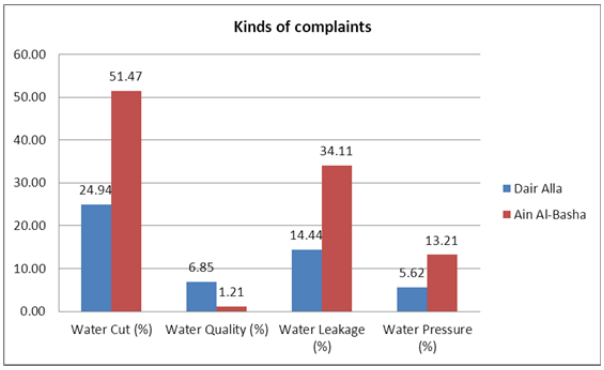
両地区の住民は、給水問題は「ヨ」国にとって重要な問題であり、節水の重要性を認識している。しかしながら、両地区には、水道料金に対して認識の違いがあり、両地区とも安いと感じている回答者はほとんどなく、高いと感じるのはアインアルバシャが 48%、ディルアラが 81%である。また、給水サービスに対する満足度にも違いがあり、アインアルバシャは 67%が不満に思っているのに対し、ディルアラは 98%とほとんど住民が不満を感じており、とくに、水質に対して不満が大きい。

貯水タンクの維持管理

全住民は貯水タンクを設置し、大分部の住民は自分で貯水タンクの清掃を実施する。年間の清掃回数は、アインアルバシャが約 3 回、ディルアラは約 5 回である。また、WAJ は貯水タンクの清掃方法に関して指針を示しているが、その存在は全く知られていない。

WAJ の給水サービスに対するクレーム

アインアルバシャの 35%、ディルアラの 39%が過去 1 年の間に、WAJ へのクレームを出したことがあり、1 需要家からの年間のクレーム回数は平均 2 回（アインアルバシャ）、平均 5 回（ディルアラ）である。クレームの内訳は断水に関するクレームが最も多い。



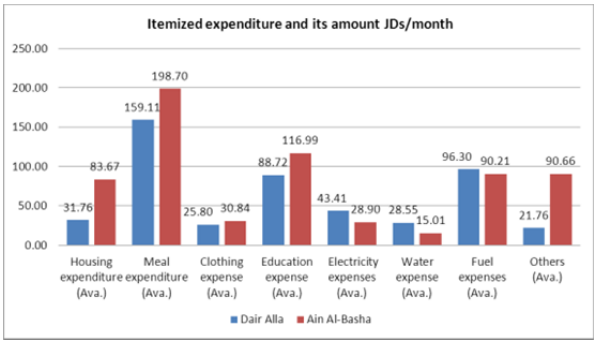
水道料金の支払額と支払意志額

水道料金の現在の支払額と、満足する給水サービスが受けられるとした場合の支払い意志額は次のとおりであるが、給水サービスに強い不満を持つディルアラの住民の方が支払い意志額は高い。

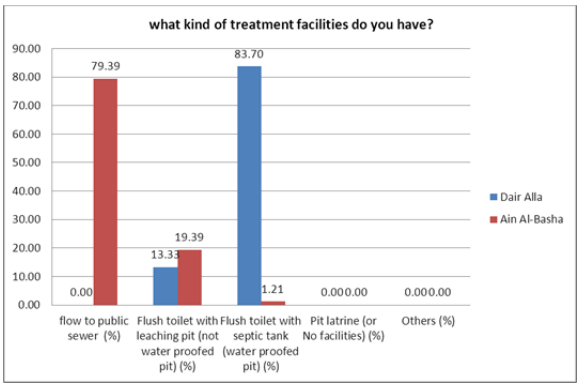
地区	現在の水道料金支払額	水道料金支払意志額
アインアルバシャ	5.67 JD	8.84 JD
ディルアラ	6.83 JD	16.18 JD

出費の内訳

両地区とも最もかかる出費は食費であり、1 月の給水にかかる出費は 15JD（アインアルバシャ）、29JD（ディルアラ）であり、全出費にしめる比率は 2.3%（アインアルバシャ）、5.8%（ディルアラ）である。



(4) 下水処理の状況



アインアルバシャは約 80%が下水道を利用し、残りの 20%は浸透式浄化槽を利用している。これに対し、ディルアラでは下水道はなく、約 84%は浄化槽を用い、残りの 16%は浸透式浄化槽を利用している。浄化槽の下水は民間のバキュームカーによって排水される。

アインアルバシャでの下水道料金の平均は年間 13.5JD であり、民間のバキュームカーへの料金は平均 50JD（アインアルバシャ）、76JD（ディルアラ）である。

2-2-4 環境社会配慮

本プロジェクトは「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」(2010 年 4 月公布）上、環境への望ましくない影響は最小限であると判断されるため。要請当初から環境カテゴリーC と位置付けられている。

ヨルダン国おける環境影響評価（Environmental Impact Assessment:EIA）行政は、環境省（Ministry of Environment）の環境影響評価局（EIA Directorate）において実施されている。環境影響評価は、EIA Bylaw No. 37/2005 により規定されている。

また、監督官庁である環境省に対して環境影響調査が必要かどうか確認した。それを受け、環境省では関係委員会で協議した結果、環境影響が軽微であり、環境省から WAJ あてに本プロジェクトに関連する環境社会影響評価は必要ないことを示した”Exception Letter”が環境省から WAJ あてに発出された（資料-6.1)。ただし、同レターでは、建設時の騒音、交通障害等には充分に配慮することを付け加えている。

対象案件の施設コンポーネント毎の環境影響内容を下表に示す。

プロジェクトサイトの環境社会条件を考慮して、配水池用地の選定において、建設用地及びその周辺の環境社会影響が少なく、取得が容易な公有地あるいは空地とすることとした。

表 2-38　対象案件の施設コンポーネント毎の環境影響内容

地区	施設コンポーネント	想定される環境社会影響
アインアルバシャ地区	Abu Nussair 1 配水池の建設	配水池予定地及びその周辺は農地であり、人家の張り付きはない。用地自体は私有地であるものの、人家の張り付きがないため、住民移転は発生せず、取得に係る社会的影響は軽微と考える。
	Abu Nussair 2 配水池の建設	配水池予定地及びその周辺には住居があるものの、人家の張り付き及び土地利用はない。用地自体は私有地であるもの、人家の張り付きがないため、住民移転は発生せず、取得に係る社会的影響は軽微と考える。
	送配水管路の敷設	送配水管は公道下に埋設されるため、建設中の交通障害を除いて基本的には環境社会影響はない。一部、幹線道路の工事においては適切な交通整理が必要である。また、幹線道路の横断は非開削工法で施工するため交通の障害もない。
ディルアラ地区	Ma'adi ポンプ場の建設	ポンプ場予定地は WAJ ディルアラ支所の敷地内であり土地取得は必要ない。付近のに住居は有るものの十分な距離があり、、既設ポンプ場に対する住民からの苦情はない。ポンプは建家に入るため運転による騒音・振動に関しては、影響があるレベルではない。
	Ma'adi 配水池の建設	配水池予定地及びその周辺は原野であり、人家の張り付き及び土地利用はない。用地は政府所有であり政府からの移転手続きが必要である。住民移転は発生せず、取得に係る社会的影響は軽微と考える。なお、建設期間の配水池への取り付け道路が必要となる。
	送配水管路の敷設	送配水管は公道下に埋設されるため、建設中の交通障害を除いて基本的には環境社会影響はない。工事においては適切な交通整理が必要である。なお、幹線道路の横断は非開削工法で施工するため交通の障害はない。

2-2-5 その他

ヨルダン国の水道普及率は 95%を超え、大半の家庭に各戸給水栓が設置されている。そのため、水汲み運搬労働もなく、男女別の水利用状況に違いは無い。今回調査対象のアインアルバシャ地区とディルアラ地区においても同様で、各戸給水栓が各家庭に設置されており、また、不足分は給水車及び瓶詰飲料を使用しており、子女による水汲み運搬労働はない。WAJ 担当者に確認したところ、水利用に伴うジェンダーの問題は無いため、本プロジェクトで特段ジェンダー視点に立った配慮はいらないとのことである。

バルカ県の世帯収入は、ヨルダン国の中でも比較的低い地域である。今回実施した社会条件調査によると、ディルアラ地区の世帯収入に対する飲料用支出の割合は、平均 6.57%前後で、アインアルバシャ地区より高い値である。

表 2-39　世帯収入及び飲料用の支出

項目		アインアルバシャ地区	ディルアラ地区
世帯収入（JD/月）	平均値	489	433
	中央値	400	350
飲料用の支出（JD/月）	平均値	17.5	28.5
	中央値	10.0	15.0
世帯収入に対する飲料用支出の割合（%）	平均値	3.83	6.57
	中央値	2.50	4.23

*社会条件調査より、サンプル数：165 世帯（アインアルバシャ地区）、135 世帯（ディルアラ地区）

両地区では、水道以外に私設給水車及び瓶詰飲料水に水道以上の出費をしている。水道による給水状況が改善すれば、これらの出費が減少可能である。更に、社会調査では、改善された水道サービスに対しては現在より多くの料金を支払う意思があることが確認されている。

表 2-40　水道サービスに対する支払い意志額

地区	支払い意志額	
	現在のサービス	満足できるサービス
アインアルバシャ	5.67 JD/月	8.84 JD/月
ディルアラ	6.83 JD/月	16.18 JD/月

本プロジェクト実施により、給水量の増加が期待される。プロジェクト実施後、給水車やボトル水の使用頻度が低くなり、世帯収入に対する飲料用支出の割合が低くなると考えられる。従って、本プロジェクトの実施は、貧困削減にも貢献する。

第3章　プロジェクトの内容

3-1　プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「ヨ」国は包括的な国家戦略である「National Agenda 2006-2015」を策定し、国が取り組むべき課題及び解決方針を提示している。水分野の課題として、再生可能な水資源の不足・地下水の枯渇に加えて、非効率な配水、不適切な水道料金設定、不十分な汚水処理能力等が挙げられ、解決方針の１つとして「施設運転・維持管理の効率化及び無収水の削減」が挙げられている。

また、「生命の水：2008 年～2022 年ヨルダンの水戦略」では、「ヨ」国政府は、次の公約を掲げている。

① 十分かつ安全・安心な飲料水の供給
② 地下水および表流水について理解の深化とさらに効果的な管理の促進
③ 健全な水生態系の創出
④ 水資源の持続的利用
⑤ 公平、手頃、かつ費用に見合う水道料金
⑥ 水セクター全体および水道利用者全体にわたる人口増加と経済発展への速やかな適応

上位計画の下、本プロジェクトは、「ヨ」国バルカ県アインアルバシャ地区及びディルアラ地区を対象とし、送配水網を改善することにより、水圧の適正化、給水時間の延長、水質の向上、無収水率の低減、消費電力の効率化等を通じて水道サービスの改善を図ることを目標とする。さらに、これらの改善を通して、ヨルダン北部に流入しているシリア難民による水不足の緩和を図る。

3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトでは、上記目標を達成するため、送配水システムを再構築する。このために、ソフトコンポーネントを含む、以下の活動を行う。

(1) 我が国の協力対象事業
① 送水管と配水本管の増強
② 減圧弁の設置
③ 配水池の増設
④ 送水ポンプ場の新設
⑤ 配水区と DMA（District Metered Area:配水管理区画）の設定
⑥ 配水管理システムの構築
⑦ 配水管理能力向上に係るソフトコンポーネント

(2) ヨルダン国の実施事業

① 配水池建設用地の取得

② 配水池敷地への進入（アクセス）道路用の用地の取得及び工事

③ 敷地内の道路舗装、照明、植栽、フェンス、門扉等の整備

④ 上記の工事及び計画施設の運営・維持管理に必要な予算処置

(3) 要請内容と本計画内容

概略設計調査のミニッツ調印時にヨルダン国により確認された要請内容と、概略設計において策定された施設内容の比較を下表に示す。

表 3-1　要請内容と本プロジェクトによる施設内容の比較（計画案）

地域	施設項目		単位	容量、数量		計画施設に対するコメント
				要請	計画	
アインアルバシャ	管路	100mm DI	m	15,000	350	
		150mm DI	m	2,700	5,740	
		200mm DI	m	7,000	4,700	
		250mm DI	m		540	
		300mm DI	m		8,750	
		400mm DI	m	2,500	0	
		計	m	27,200	20,080	
	配水池	Baqa'a	m^3	8,000	-	既存 2000 m^3 配水池の利用
		Safout	m^3	2,000	-	既存 800 m^3 配水池の利用
		Eskandanavian	m^3	2,000	-	
		Abu Nussair 1	m^3	1,000	900	空地（私有地）
		Abu Nussair 2	m^3	1,000	1,100	空地（私有地）
		計	m^3	14,000	2,000	
	ポンプ場		箇所	0	0	既存 2 ポンプ場を廃棄
	減圧弁		箇所	0	5	
	流量計		箇所	0	7	3DMA、1 送水管分岐、3 配水池用
ディルアラ	管路	150mm DI	m	7,000	1,090	
		200mm DI	m	13,000	0	
		250mm DI	m	2,800	4,450	
		300mm DI	m	1,300	9,620	
		400mm DI	m	500	0	
		計	m	24,600	15,160	
	配水池	Rajeb	m^3	6,000	-	既設 1,000m^3
		Ma'adi	m^3	2,500	3,300	空地（公用地）
		計	m^3	8,500	3,300	
	ポンプ場		箇所	3	1	Ma'adi ポンプ場 141m^3/h x 170m x 110kW 受水槽 280m^3 既存ポンプ場 4 か所廃棄
	減圧弁		箇所	0	6	
	流量計		箇所	0	11	9DMA、1 ポンプ場、1 配水池用
合計	管路	100mm DI	m	15,000	350	
		150mm DI	m	9,700	6,830	
		200mm DI	m	20,000	4,700	
		250mm DI	m	2,800	4,990	
		300mm DI	m	1,300	18,370	
		400mm DI	m	3,000	0	
		小計	m	51,800	35,240	
	配水池		箇所	7	3	計 5,300m^3
	ポンプ場		箇所	2	1	
	減圧弁		箇所	0	11	
	流量計		箇所	0	18	12DMA、1 送水管分岐、4 配水池用、1 ポンプ場

注）DI:ダクタイル鋳鉄管、DMA：District Metered Area

3-2　協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

(1) 基本方針

1)　協力対象範囲

協力対象として検討する範囲は以下のとおりとする。

① 配水池の設置、送水能力の増強及び配水区割を含む送配水基幹システムの再構築
② 配水本管の増強と減圧弁の設置
③ 再構築に伴う配水ポンプ場の廃棄と送水ポンプ場の新規構築
④ DMA の構築と流量管理のための大口流量計の設置
⑤ 配水管理能力向上に係るソフトコンポーネント

2)　プロジェクト対象地域

本プロジェクトはバルカ県のアインアルバシャ地区およびディルアラ地区を対象とする。

3)　目標年

プロジェクトの目標年は無償資金協力プロジェクトとして実施された場合、施設完成後 3 年後と想定される 2020 年とする。ただし、管路系の容量は段階的に増量できないため、若干長期に設定する。WAJ の水道計画「Upgrading and Expansion of Water Facilities in the Central Governorates of Zarqa, Madaba and Balqa」の目標年に合わせ、管路系システムの計画年次を 2025 年とする。

4)　解決されるべき課題と方策

a)　課題

既存水道施設は、需要地に適したように配置されていなく、かつ適切な容量・能力でないため、適切な給配水ができない状況にある。以下に詳細を説明する。

- 需要地の起伏の多い地形を考慮した配水区のゾーニングが行われていない。
- 給水圧が非常に高いに係らず減圧弁による配水圧コントロールが行われていない。
- 送配水ポンプ、増圧ポンプの揚程が極めて高い。これは、①WAJ 本部から配給されるポンプ仕様が不適切、②水需要の増加に対し、管の増径せずにポンプ揚程のみを高くすることにより、無理やり配水することに起因する。
- 高揚程ポンプのために、配水ポンプ、増圧ポンプの近くは過剰水圧となっている。ポンプ場近傍の配管の破裂事故、高い漏水率の原因となっている。
- 配水システムに配水池が存在しないか存在しても既存配水池の容量は充分でない。管網容量が不足している。そのため、地域的に 1 週間に 1 日～3 日の給水しかできない。配水池より標高が低い地域でも高揚程ポンプで断続的に送水せざるを得ない。
- 同じ管で配水管と送水管の機能を有している場合が多く、送配水量を管理できないため給

水の管理及び制御ができない。

配水区や配水管理区画（DMA）がないために適切な流量・水圧管理ができない。ポンプ場から離れた地区での断水を引き起こしている。このような施設的な不備があるため、漏水や無収水が多く、地域的な不均等な給水、エネルギー効率の低い水道システムとなっている。従って、本プロジェクトで解決すべき課題は、送配水施設の再構築を通して、漏水と無収水を減少させること、公平な給水を行なうこと、およびエネルギー効率の高い水道システムに改善することである。

b) 対応策

上記の課題を解決するため本プロジェクトでは以下の対応策を検討する。

対応策	目的
➢ 送水管と送水ポンプの適正な位置への配置 ➢ 高揚程の配水ポンプの廃止 ➢ 送配水機能の分離	➢ 不必要な高揚程の配水ポンプが廃止できるためエネルギー効率の高いシステムとなる。 ➢ 配水ポンプ近くでの高い給水圧が改善され漏水量が減少する。 ➢ 配水ポンプでの配水では需要の変動に合わせて水圧が増減するため、需要の変動に合わせて適切な給水圧を確保するのが難しい。配水池からの自然流下配水では、配水圧変動が少ないため、需要変動による給水圧への対応が改善される。
➢ 配水池までを送水、配水池からを配水施設とする ➢ 各配水区に配水池を配置し、配水池からの自然流下配水の採用 ➢ 配水主管の増強	➢ 配水池から常に一定の配水圧で配水可能となるため、給水圧変動の最小化が少なくなり、均等給水に貢献する。 ➢ 送配水量と水圧の管理と制御が容易になるため均等給水に貢献する。 ➢ 配水ポンプを使用する必要がなくなるケースがありエネルギー効率の高いシステムとなる。 ➢ 管網の末端まで適切な給水圧の確保
➢ 適切な配水区の設定 • アインアルバシャ地区：2 区（本計画での整備は 1 区） • ディルアラ地区：5 区（本計画での整備は 3 区）	➢ 配水区毎に配水水量と水圧が管理・制御可能となるため均等給水に貢献する。
➢ DMA の設定 • アインアルバシャ地区：10DMA（本計画での整備は 5DMA） • ディルアラ地区：12DMA（本計画での整備は 7DMA）	➢ DMA 単位で給水圧・水量管理を行うことにより、無収水対策の実施が容易となる。また、給水圧・水量を制御することにより均等給水に貢献する。
➢ 高い給水圧箇所での減圧弁の設置	➢ 適切な給水圧に減圧することにより漏水量が減少する。

5) 老朽配水管網の更新に対する方針

漏水率削減のためには老朽化した枝管/給水管の更新が必要であるが、予算規模から本プロジェクトにおいて老朽管の更新を対象とすることは難しい。アインアルバシャ地区は他ドナーによる配水管網の更新プロジェクトを実施済み、あるいは実施中であるため、老朽管の更新を本プロジェクトの対象としない。

ディルアラ地区は配水管網の更新が遅れ、管総延長 234km の内 81%の 190km が 1990 年以前の古い管路である。老朽管のうち、特にアスベスト管の老朽化が著しい。現在、湾岸基金(Gulf Fund)を活用して配水管の更新事業が計画されている。本プロジェクトでは、送配水システムの整備にあわせ、管径が不足するアスベスト管のみを更新する。

6) 気候温暖化対策への貢献

不適切な揚程と吐出し量のポンプ設備を廃棄・更新することによりエネルギー使用量の低減を行なう。Zai 浄水場からダブウク配水池に送水する配管から送水管を分岐し残圧を利用してアインアルバシャ地区の配水池に送水し、不要となる既存の配水ポンプは廃棄する。ディルアラ地区では水道システムの送配水分離をはかり、計画 Ma'adi 配水池からの自然流下による配水方式に切り替えることにより、不適切な配水ポンプ、増圧ポンプを破棄し、エネルギー効率の高いシステムに変換する。

7) 環境社会条件を考慮した配水池サイトの選定

計画配水池用地は、対象とする配水区へ効果的な配水をするために水理的に適切な標高を有する場所とする。更に、建設用地及びその周辺の環境社会影響が少なく、取得が容易な公有地あるいは空地とする。

8) 既存施設の有効活用

既存の配水池、井戸施設など、可能な限り既存施設の有効利用をはかる。

9) 裨益効果の高くプロジェクト目標への貢献度の高いコンポーネントの採用

水道システムを改善するため両地区の送配水幹線施設全て整備することが理想であるが、事業予算の規模から、整備する施設の絞り込みが必要である。コンポーネントの基本的な内容は、配水池の建設、配水池までの送水管敷設、配水池からの配水本管の敷設である。絞り込みの基準として、裨益効果が高くプロジェクト目標への貢献度の高いコンポーネントを選定する。両地区とも配水区ごとに優先度を与えプロジェクトの対象となる配水区を選定する。ただし、整備の対象とならない配水区でも、プロジェクトの目標年における供給水量を満足するように計画を行う。

資料-6.2 に全配水区の計画施設の配置を添付する。

a. 絞り込み方針

以下にプロジェクトコンポーネントの絞り込み方針を示す。

- 裨益人口が可能な限り大きくなるように絞り込む
- 費用対効果が最大になるように絞り込む
- 相手国の優先順位は、ディルアラであるが、ディルアラだけの裨益人口は 7 万人程度あるため、アインアルバシャのコンポーネントも取り込む
- 自然流下方式へ移行することで、既存ポンプ場を廃止し、電力量の大きな削減が見込める地域を優先する（Abu Nussair 1 及び Abu Nussair 2 配水区）。

- 配水区単位でプロジェクトスコープを選定する。

b. アインアルバシャ地区のコンポーネントの選定

アインアルバシャ地区は 5 配水区に分割した。Al Baqa'a 配水区は難民キャンプに位置して最大の人口を擁し、人口密度も高く裨益効果が大きい。ただし、配水池の容量が充分でないという問題はあるものの、既存の Al Baqa'a 配水池の利用が可能である。同じように、Al Baqa'a 配水区に次いで給水人口の多い Safout 配水区も既存の Safout 配水池の利用が可能である。

以下の条件のもと協力対象コンポーネントを選定した。

- 費用対裨益効果が一番小さいエスカンダナビアン配水区のスコープを削減する。
- 既存配水池がある配水区は既存の配水池を使用する。容量が不足する場合も増設はしない。

上記の選定条件により以下の 3 配水区がアインアルバシャの整備すべき配水区として選定する。なお、Safout 配水区は人口が多いが、現在 KfW が配水管網の更新事業を実施しており、その効果が見込めることから、協力対象から除外した。

- Abu Nussair 1
- Abu Nussair 2
- Al Baqa'a

配水区毎の特性を以下に示す。着色部分は選定されたプロジェクトコンポーネントを有する配水区である。

表 3-2 各配水区の特性と選定された配水区

番号	配水区名	裨益人口 (2020 年)	既存配水方法	既存配水池から自然流下配水の有無	本計画による配水方法	計画実施による電力削減効果
DZ01	Abu Nussair 1	11,178	配水ポンプ	無	新設配水池からの自然流下	ポンプ場削減 (大)
DZ02	Abu Nussair 2	13,853	配水ポンプ	無	新設配水池からの自然流下	ポンプ場削減 (大)
DZ03	Al Baqa'a	97,707 (難民キャンプ)	配水池 配水ポンプ	有 (一部は直接配水)	既設配水池からの自然流下	ほぼ不変
DZ04	Eskandanavian	12,610	配水ポンプ	無	不変	ポンプ場削減 (大)
DZ05	Safout	56,157	配水池	有	不変	なし
合計		191,505				

選定された主要施設コンポーネントを図 3-1 に示す。配水池は Abu Nussair 1 と Abu Nussair 2 配水区に建設し新設送水管から供給する。Al Baqa'a 配水区の配水池へもこの新設送水管から途中で分岐することにより送水を行う。更に、新設配水主管を配水池から敷設し、既存配水管網に接続すること、あるいは配水区内に配水主管を増設することにより給水区域への適正圧で配水を行う。なお、本プロジェクトの送水施設計画の実施により、目標年における 5 配水区への送水量を満たすことができる。

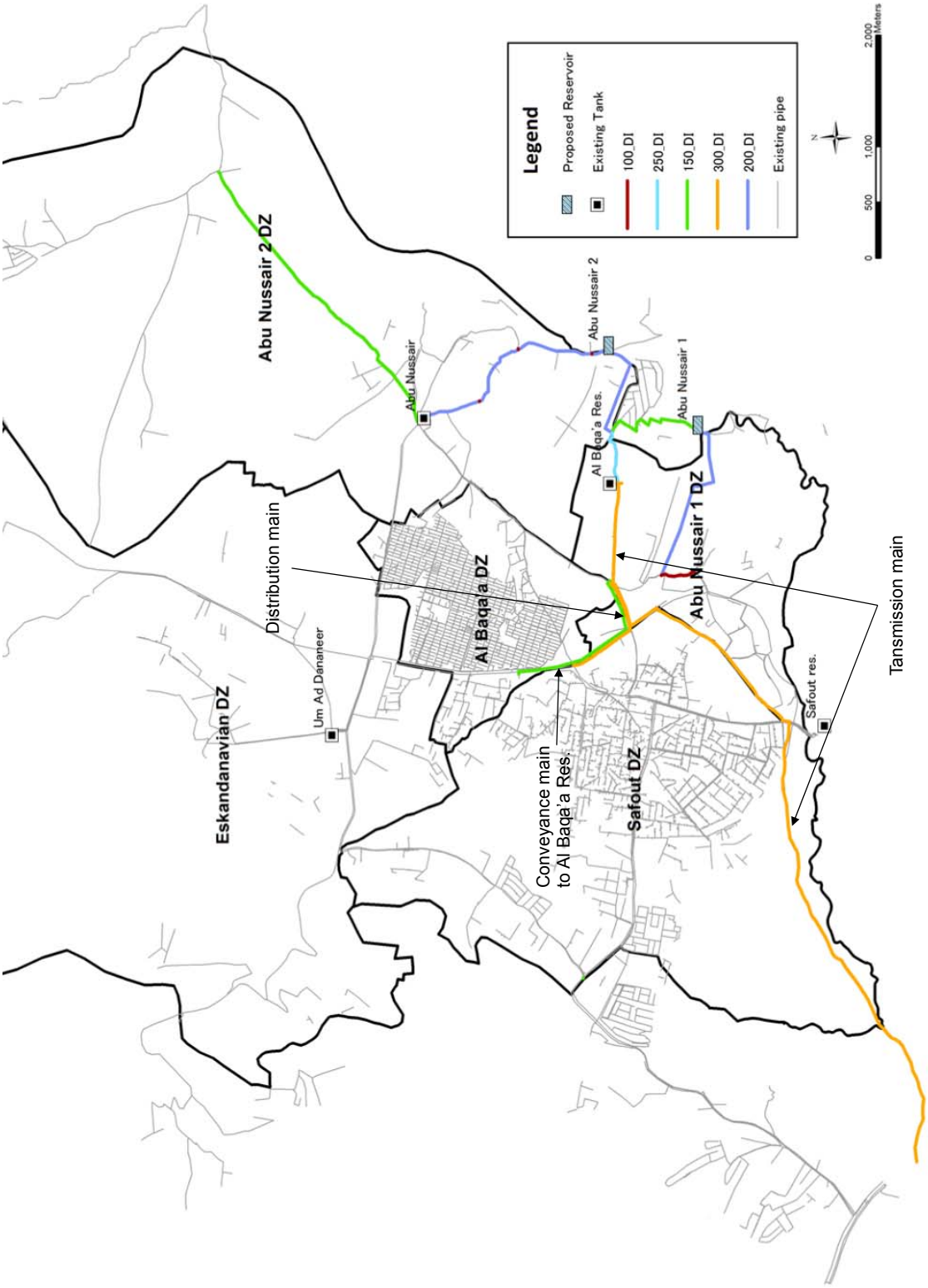


図 3-1　本プロジェクトの選定されたコンポーネント(アインアルバシャ)

c. ディルアラ地区のコンポーネントの選定

ディルアラ地区は 2 配水区に分割した。

以下の条件の下、協力対象コンポーネントを選定した。

- 裨益人口の少ない Rajeb 地区の施設スコープを削減する。
- 既存アスベスト管のうち、計画水量を送水できない容量が不足する管路部分に関しては、アスベスト管の更新を行う。

上記の選定基準により、本計画では、裨益人口が多い Ma'adi 配水区のみを対象とする。ただし、同配水区内の既存アスベスト管のうち、計画水量を送水できない容量が不足する管路部分のみのアスベスト管の更新を行う。

以下に配水区毎の特性を示す。着色部分は選定されたプロジェクトコンポーネントを有する配水区である。

表 3-3　各配水区の特性と選定された配水区

番号	配水区名	裨益人口 (2020 年)	既存配水方法	既存配水池から自然流下配水の有無	計画による配水方法	計画実施による電力削減効果
DZ01	Rajeb	25,753	ポンプ場と井戸から直接配水	無	新設配水池からの自然流下	小
DZ02	Ma'adi	44,371	ポンプ配水	無	新設配水池からの自然流下	小
合計		70,124				

選定された主要施設コンポーネントを図 3-2 に示す。

配水池は Ma'adi 配水区に 1 ヶ所建設し、水源である 2 ケ所の脱塩処理施設から送水管を、新設の Ma'adi 配水池まで敷設する。途中、増圧のため Ma'adi ポンプ場を建設する。更に、この配水池からの配水主管を敷設し、既存配水管網に接続することにより給水区域への配水を行う。

また、本システムの構築により不要となる既存のポンプ場は廃棄する。なお、Ma'adi 配水区に位置する既存ポンプ場を廃棄するためには、Rajeb 配水区内の、Ma'adi 配水区に隣接する高台に送水するための増補管が必要となる。Rajeb 配水区に関しては、本管路の追加を行う。

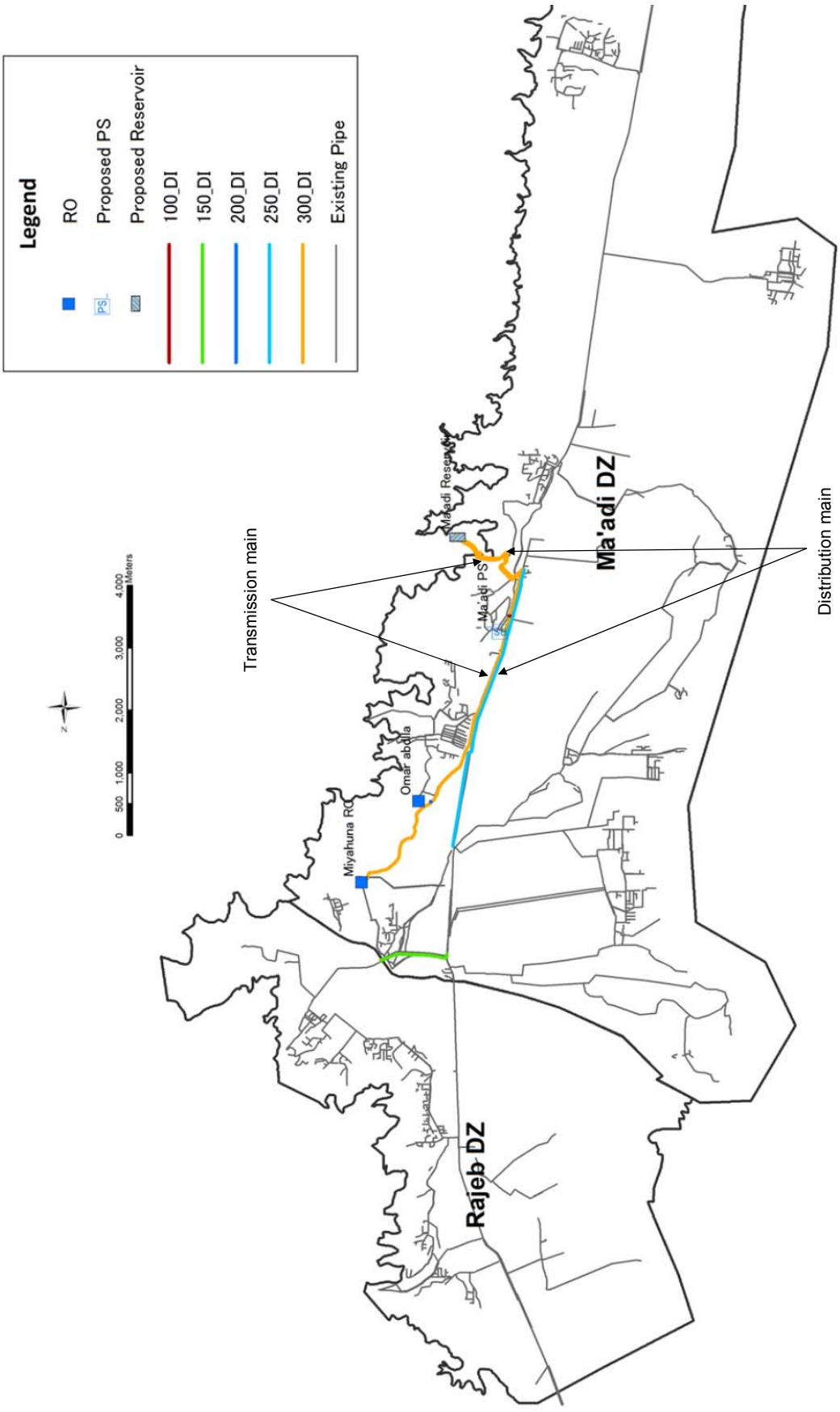


図 3-2　本プロジェクトの選定されたコンポーネント(ディルアラ)

(2) 自然条件に対する方針

対象地域の夏期は、日中の気温が 40℃を超えることから、特にコンクリート打設に注意を払い品質管理を徹底する必要がある。

対象地域の地質は、礫交じりの石灰岩（土砂）及び石灰岩地盤（軟岩）である。地質状況から地盤は十分な地耐力を有しているため、配水池施設の直接基礎として適している。一方、配管布設路線の全ての区間で岩（軟岩）掘削が必要になるが土留め工は必要としない。地質調査結果を資料 6.12 に添付する。

対象地域は、標高約 500～900m（アインアルバシャ）、-330～-70m（ディルアラ）の起伏の激しい地形である。このような地形を考慮し、適正な給水圧となるよう配水池の位置の選定、配水区境界の設定及び減圧弁の計画を行なう。

(3) 社会経済条件に対する方針

起伏の激しい地形や送配水施設容量の不足のため、対象地域では、制限給水が日常的に実施されている。給水時間は地域に異なり、1 週間当り 1 日～3 日となっており、住民の日常生活に大きな影響を及ぼしている。このような不均等な給水を改善し、限りある水の公平な配分および給水日数増加に資する計画とする。

商業地域及び住宅密集地での工事では、可能な限り生活・商業活動に支障を及ぼさない施工方法とする。同様に、交通量の多い道路の施工方法も、通過交通への影響と安全に配慮した施工方法とする。

対象地域のディルアラ地区は、ヨルダン国内でも、所得の低い地域であり、建設工事等での雇用等その裨益に配慮する。

社会条件調査結果及び給水圧調査結果をそれぞれ資料 6.8 及び資料 6.9 に示す。

(4) 調達方法に関する方針

ヨルダン国で調達可能な資機材については、ヨルダン国で調達する。ヨルダン国にて調達不可能な資機材あるいは十分な質を確保できない資機材については、第三国あるいは日本からの調達とする。対象地域の地元の経済に貢献するためにも、地元で調達可能な資機材及び労務者は、地元での調達に配慮する。

(5) 施工方法、工期に関する方針

本工事のクリティカルパスは、管路工事である。適正な施工班数を設定して最適な全体工期を設定する。

本工事の配管敷設の開削工事では、可能な限り交通障害が少なくなるように配慮し施工計画を策定する。さらに、工事にあたっては必要な安全策を講じる。

MOPH（Ministry of Public Works and Housing:公共事業省）管轄の幹線道路での管路敷設のための開削工法は許可されていない。従って、非開削（トレンチレス）工法を採用する。

アンマンへの送水管である Zai 浄水場～Dabouq 間の送水管の送水は中断できないため、新設送水管の接続は不断水工法を採用する。

(6) 日本に優位性のある技術や製品の活用

本プロジェクトでは、日本の優れた製品である、ダクタイル鋳鉄管（DCIP)、減圧弁、ポンプ等や施工技術である、不断水工法、非開削工法等が使用可能である。

(7) 実施機関の運営・維持管理能力に対する方針

WAJ は、本プロジェクトの実施機関であり、プロジェクト実施後の運営維持管理を担当する。WAJ 本庁技術局が設計、工事監理の担当部局となる。工事完成後の送・配水施設の日常的な維持管理は WAJ バルカ支所が担当する。

施設計画において、維持管理の容易な簡素な施設及びシステムとなるよう計画する。また、維持管理において、WAJ が所有する維持管理の資機材が活用可能な計画とする。

本プロジェクトで建設された施設と構築された水道システムを活用して、水道システム全体の配水管理及び無収水管理を行う WAJ 支所の能力は十分とはいえない。同能力を向上させ本事業の本体施設の建設効果を十分発現できるように、ソフトコンポーネントにて支援する。

(8) 他ドナーとの連携と情報の共有

アインアルバシャでは KfW/GIZ による 2 次配水管以降の整備が行われることになっており、ディルアラでは湾岸基金（Gulf Fund）による既存配水管網の整備計画があがっている。これらの計画は本プロジェクトと深く関係しているため、他ドナーとのコミュニケーンをとり、情報の共有化をはかることに努めるものとする。

3-2-2 基本計画

3-2-2-1 計画条件

(1) 計画対象地域の全人口

統計局（DOS: Department of Statistics)の人口データを用い計画対象地域の全人口を設定する。過去の人口センサスは 1994 年と 2004 年に実施されている。将来人口は DOS の予測値を採用した。両地域の過去及び将来予測人口を下図及び下表に示す。

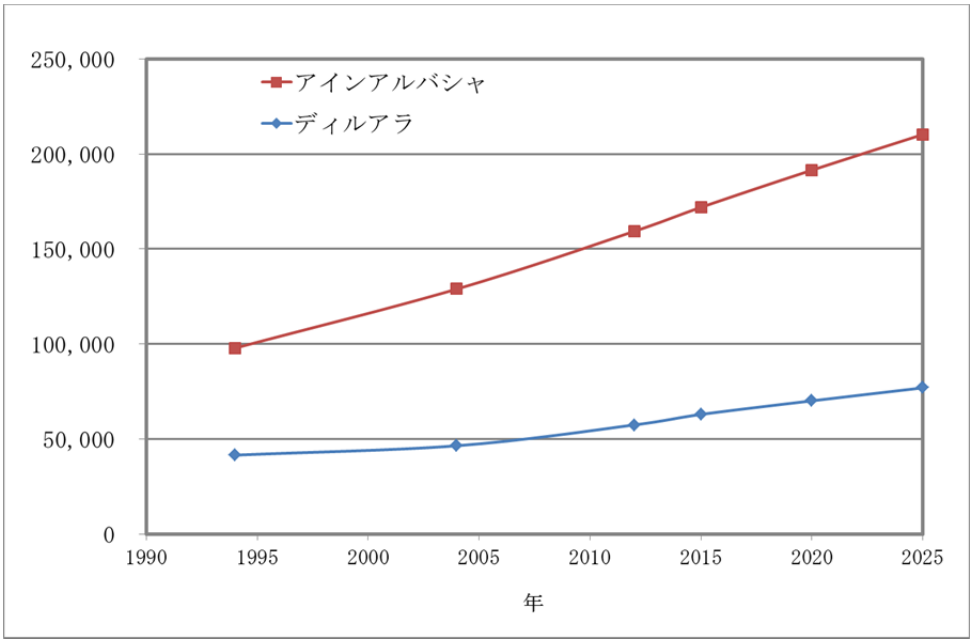


図 3-3　人口傾向と将来予測人口

表 3-4　計画対象全地域の人口予測

項目	2012 年	2015 年	2020 年	2025 年
アインアルバシャ地区	159,350	174,678	194,545	213,599
ディルアラ地区	57,440	62,966	70,125	76,944

備考）水道普及率は 98%に達しており、給水人口=行政人口とする。

(2) 計画無収水率と計画漏水率

無収水率の実績値と本計画で採用する計画無収水率と計画漏水率を下記に示す。2011 年までの実績値は水資源省（MWI: Ministry of Wager and Irrigation）のデータであり、直近 2012 年の無収水率は WAJ バルカ支所から入手した。2011 年と 2012 年の数値には不整合がみられるものの、WAJ バルカ支所の 2012 年の数値を基準値に用いた。調査団は 2012 年の無収水率をもとに 2015 年と 2020 年の計画無収水率を設定した。2025 年の計画無収水率はヨルダン国国家水戦略（2008 年）（Jordan's Water Strategy 2008-2022)の値を採用した。2025 年を除きヨルダン国での実績から計画漏水率は計画無収水率の半分とし、2025 年の計画漏水率は水灌漑省の水再配分委員会（Water Reallocation Committee）の計画値の 15%を採用した。

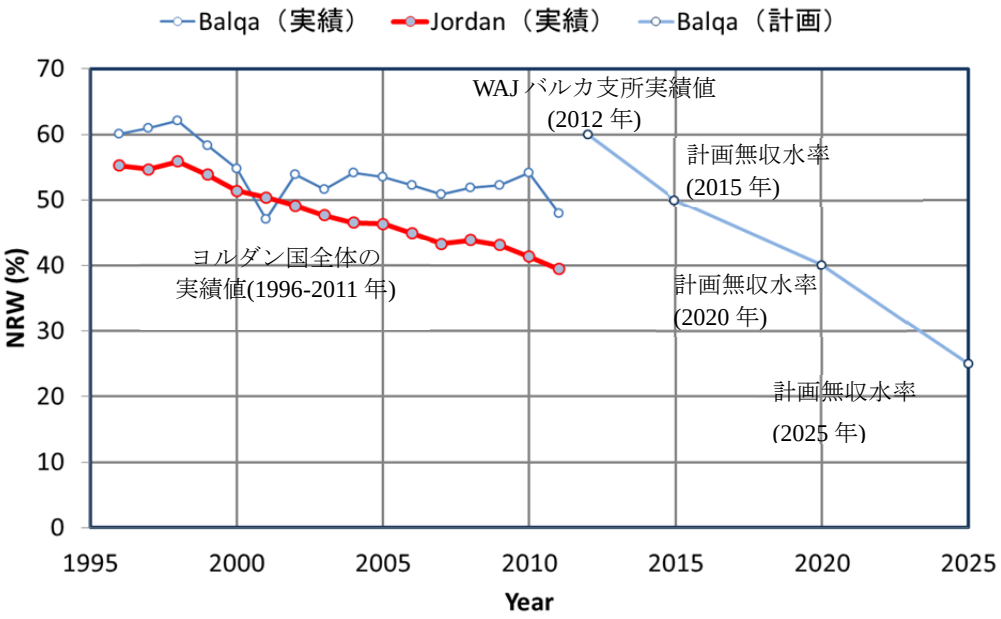


図 3-4　バルカ県およびヨルダン国の無収水率経年変化

表 3-5　計画無収水率と漏水率

指標		2012	2015	2020	2025	備考
無収水率（%）		60	50	40	25	2012 年の無収水率は 59.2%（Ain al Basha）、54.6%(Deir Alla)である。
	漏水率(%)	30	25	20	15	

(3) 計画需要水量

1)　計画 1 人 1 日平均使用水量及び給水量

計画 1 人 1 日平均使用水量は水灌漑省の水再配分委員会の推定値を用い以下のとおりとする。

表 3-6　1 人 1 日計画使用水量

番号	項目	アンマン市	都市部	村落部
1	水需要の基本水量（LPCD）	120	100	80
2	商業用	基本水量の 3%	基本水量の 3%	基本水量の 3%
3	工業用	8%	5%	2%
4	観光業用	5%	3%	-
5	非常用	5%	5%	5%
	一日平均使用水量（LPCD）	147.6	116	93
6	季節変動	基本水量の 17%	基本水量の 17%	基本水量の 17%
	一日最大使用水量（LPCD）	165.6	133	102

2)　計画負荷率

水灌漑省水再配分委員会の計画値である基本水量の 1.17 を採用する。

3)　時間係数

時間係数は、時間最大配水量の時間平均配水量の比率である。WAJ の設計では、1.5～2.0 が使用される。必要最低限として 1.5 を採用する。

4) 計画需要水量条件のまとめ

上記の条件で計算した計画需要水量条件を下表にまとめる。

表 3-7 協力対象地区の水需要と供給の計画条件

項目	単位	地域	2012（実値）		両地区共有		
			AAB	DA	2015	2020	2025
1 日 1 人計画平均使用水量	LPCD	都市部	57.7	84.8	116	116	116
		村落部			93	93	93
1 日 1 人計画平均給水量	LPCD	都市部	-	-	155	145	136
		村落部	-	-	124	116	109
1 人当たり計画一日最大給水量	LPCD	都市部	-	-	177	166	156
		村落部	-	-	136	128	120
計画漏水率	%		-	-	0.30	0.20	0.15
負荷率（基本水量に対する比率）	-		-	-	1.17	1.17	1.17
時間係数	-		-	-	1.5	1.5	1.5

注）AAB: アインアルバシャ、DA: ディルアラ

(4) 水需給バランス

1) バルカ県の給水実績

バルカ県の各支部別水源別の 2012 年の給水実績を下表に示す。最大の水源は県内水源（地下水）で次いで Miyahuna 水道会社所有の Zai 浄水場からの送水となっている。

表 3-8 バルカ県の供給量実績（2012 年）

（単位：MCM/年）

Directorate (支部)	給水量 （システムインプット）						比率
	Internal Source	Import from Miyahuna Zai	Import from Miyahuna RO	Private wells (RO)	Other Gov Wells	Total	%
Salt	5.88	5.05	0	0	0	10.93	37%
Ain Al Basha	2.28	4.84	0	0	0.19	7.31	25%
Fuhies	1.44	1.43	0	0	0	2.87	10%
South Shounah	2.77	0	0	2.39	0	5.16	17%
Deir Alla	1.32	0	0.66	1.09	0.38	3.45	12%
合計	13.69	11.32	0.66	3.48	0.57	29.72	100%
%	46%	38%	2%	12%	2%	100%	

2) 将来水需給バランス

バルカ県の将来推定需要水量を表 3-9、2012 年の給供水量と将来の推定需要水量とのバランスを表 3-10 に示す。バルカ県総計では、2025 年には日最大需要量で 2.02MCM 不足するが、日平均需要量では既存供給量で賄える。これは、夏場の需要量の多い時期に既存水源以上に供給量が必

要になることを意味し、Disi プロジェクトの余剰水（Zai 浄水場からの送水）等を活用する必要がある。

地区別にみると、日平均需要量に関して、Salt、Fuhies、South Shounal では既存水源で賄えるが、アインアルバシャ及びディルアラでは不足することになる。後者では、需要量を満たすために追加の水源が必要とされる。

表 3-9　バルカ県の推定需要水量

（単位：MCM/年）

支部	日平均需要量				日最大需要量			
	2012	2015	2020	2025	2012	2015	2020	2025
Salt	7.73	7.91	8.26	8.59	8.87	9.07	9.48	9.86
Ain Al Basha	9.35	9.63	10.06	10.40	10.73	11.05	11.54	11.92
Fuhies	1.67	1.70	1.78	1.84	1.91	1.95	2.04	2.11
South Shounah	2.67	2.87	3.06	3.16	3.06	3.29	3.51	3.63
Deir Alla	3.05	3.19	3.33	3.50	3.51	3.67	3.83	4.03
合計	24.5	25.3	26.49	27.49	28.08	29.03	30.40	31.55

注：2012 年は計画条件から算定した推定値。

表 3-10　バルカ県の将来の需要水量と供給水量とのバランス(2012 年の供給量に対する)

（単位：MCM/年）

支部	日平均バランス				日最大バランス			
	2012	2015	2020	2025	2012	2015	2020	2025
Salt	3.2	3.02	2.67	2.34	2.06	1.86	1.45	1.07
Ain Al Basha	-2.04	-2.32	-2.75	-3.09	-3.42	-3.74	-4.23	-4.61
Fuhies	1.2	1.17	1.09	1.03	0.96	0.92	0.83	0.76
South Shounah	2.49	2.29	2.1	2	2.1	1.87	1.65	1.53
Deir Alla	0.4	0.26	0.12	-0.05	-0.06	-0.22	-0.38	-0.58
合計	5.25	4.42	3.23	2.23	1.64	0.69	-0.68	-1.83

注：- 不足

3)　対象地域の水需給バランスと将来水源

アインアルバシャ地区はプロジェクトの目標年の 2020 年には需要水量に対し日平均、日最大とも供給水量が不足する。一方、ディルアラ地区は、日平均では現在の供給水量で不足することはないが、日最大では供給水量が不足する。すなわち、需要がピークとなる期間は供給水量が不足する。目標年次の水需給のバランスを保つために、本プロジェクトでは供給量を以下の水源で補うこととする。

- 水源井戸からの供給量は現状（2012 年）揚水量を本計画でも維持する。
- Disi プロジェクト運用後は、追加の水量は以下の水源から補完する。
  - アインアルバシャ：Zai 浄水場～Dabouq 送水本管からの分水量の増加
  - ディルアラ：Miyahuna 水道会社所有の脱塩施設（RO）浄水の Zai 浄水場への送水量を減じて、必要量をディルアラに供給する。

なお、水灌漑省の計画では、Disi プロジェクト運用後は、バルカ県に 4MCM/年の追加配分水量が約束されている。

(5) 配水池容量

WAJ の水道施設計画では､配水池容量は日最大給水量の 12 時間分以上とすることが標準であり、本プロジェクトの協力対象地区でも配水池容量は一日あたり日最大給水量の 12 時間分と設定されている。また、我が国の基準「水道施設設計指針」でも配水池容量は 12 時間分以上となっていることから、本計画の配水池容量は目標年次 2020 年の日最大給水量の 12 時間分とする。

(6) 計画給水圧

WAJ ガイドラインよると、配水区内の給水圧は 0.25 MPa から 0.7 MPa (2.5 bar から 7.0 bar) である。ただし、対象地区の建屋は 2 階建てが多く、0.15 MPa の水圧があれば給水が可能である。

本計画では給水栓での計画最小圧 0.25 Mpa を目標とする。しかしながら、配水池と給水区の位置と地形との関係から水理的に不利な給水区へ送水する時、この目標値を満足するため過大な投資費用が生じるような事態を避けるため、WAJ の既存計画でも採用された下記の基準に従うものとする。ただし、最低給水圧の目標値は、1 階に到達できる給水圧として 0.1 Mpa を目標とする。

表 3-11　給水圧の設計基準

一日最大給水量の場合	時間最大給水量の場合	最大給水圧
P ＞ 0.25 MPa(2.5 bar)	P＞ 0.05 MPa(0.5 bar)	P ＜ 0.7 MPa (7.0 bar)

3-2-2-2　送配水システム全体計画

(1) アインアルバシャ

1)　既存送配水スキーム

既存の水源は、地域内井戸水及び Zai 浄水場からの送水である。Zai 浄水場水は、既存 Safout 配水池及び Al Baq'a 配水池に送水されてから各給水地域に配水されている。途中、Eskanandavian 地区へは、送水管から直接配水されている。地域内の井戸水は、井戸からの直接給水されるか、複数の井戸水を配水ポンプ場に集めてからポンプ配水あるいは配水池を経由して配水している。

2)　計画水源

本計画では、現在の井戸揚水量を維持し、目標年次に不足する供給量を Zai 浄水場からの供給量を増やすことで賄う計画である。

3)　配水区及び DMA 計画

既存配水区には明確な配水区がない。本計画では、既存の配水管網を活用するため、既存の配水スキームを基本として、既存配水区を 5 つの配水区 (DZ01～DZ05) に分ける。各配水区には 1

カ所の配水池を設けて送配水管を分離し自然流下による配水法に切り替えることを基本とする。更に、DMA（配水管理区画）単位の配水管理を行うため、配水区内に DMA を設定する。

設計方針でのコンポーネントの選定の結果、本計画では、3 配水区（Abu Nussair 1、Abu Nussair 2 及び Al Baqa'a 配水区の整備を行う。ただし、Al Baqa'a には既存配水池があるため配水池の増設は行わない。新規に建設する配水池は Abu Nussair 1 配水区と Abu Nussair 2 配水区の 2 カ所である。新規配水池の設置高さは配水区への自然流下が可能な高さとし、配水区内の過剰水圧になる配管には減圧弁を用いて適正な水圧に減圧する。DZ04、DZ05 は DMA の計画をするが、本計画の対象としないため、DMA の建設は行わない。なお、本計画では、全配水区の水配分計画を作成し、その計画を基に、計画送水管の計画を作成した。

各配水区の概要を表 3-12、各配水区の計画需要水量を表 3-13、配水区と DMA 分けを図 3-5 に示す。

表 3-12　配水区の概要

（単位：m^3/日）

番号	配水区	人口 (2020 年)	配水区内の標高差 (m)	配水池			DMA 数*
				既設容量	新設	現標高 (m)	
DZ01	Abu Nussair 1	11,178	840-680	-	新設	867	1
DZ02	Abu Nussair 2	13,853	900-620	-	新設	925	3
DZ03	Al Baqa'a	97,707	700-630	2,000	-	740	1
DZ04	Eskandanavian	12,610	790-480	-	-	-	(4)
DZ05	Safout	56,157	730-590	800	-	757	(1)
合計		191,505	900-480	2,800	-	—	10

注）＊（）は整備しない

表 3-13　配水区の需要水量

（単位：m^3/日）

番号	配水区	2012 年		2020 年		2025 年	
		日平均	日最大	日平均	日最大	日平均	日最大
DZ01	Abu Nussair 1	1,517	1,740	1,621	1,859	1,675	1,920
DZ02	Abu Nussair 2	1,707	1,961	1,824	2,096	1,884	2,164
DZ03	Al Baqa'a	13,151	15,083	14,050	16,113	14,519	16,649
DZ04	Eskandanavian	1,305	1,505	1,587	1,824	1,639	1,883
DZ05	Safout	7,623	8,739	8,143	9,336	8,414	9,647
	合計	25,303	29,028	27,225	31,228	28,131	32,263

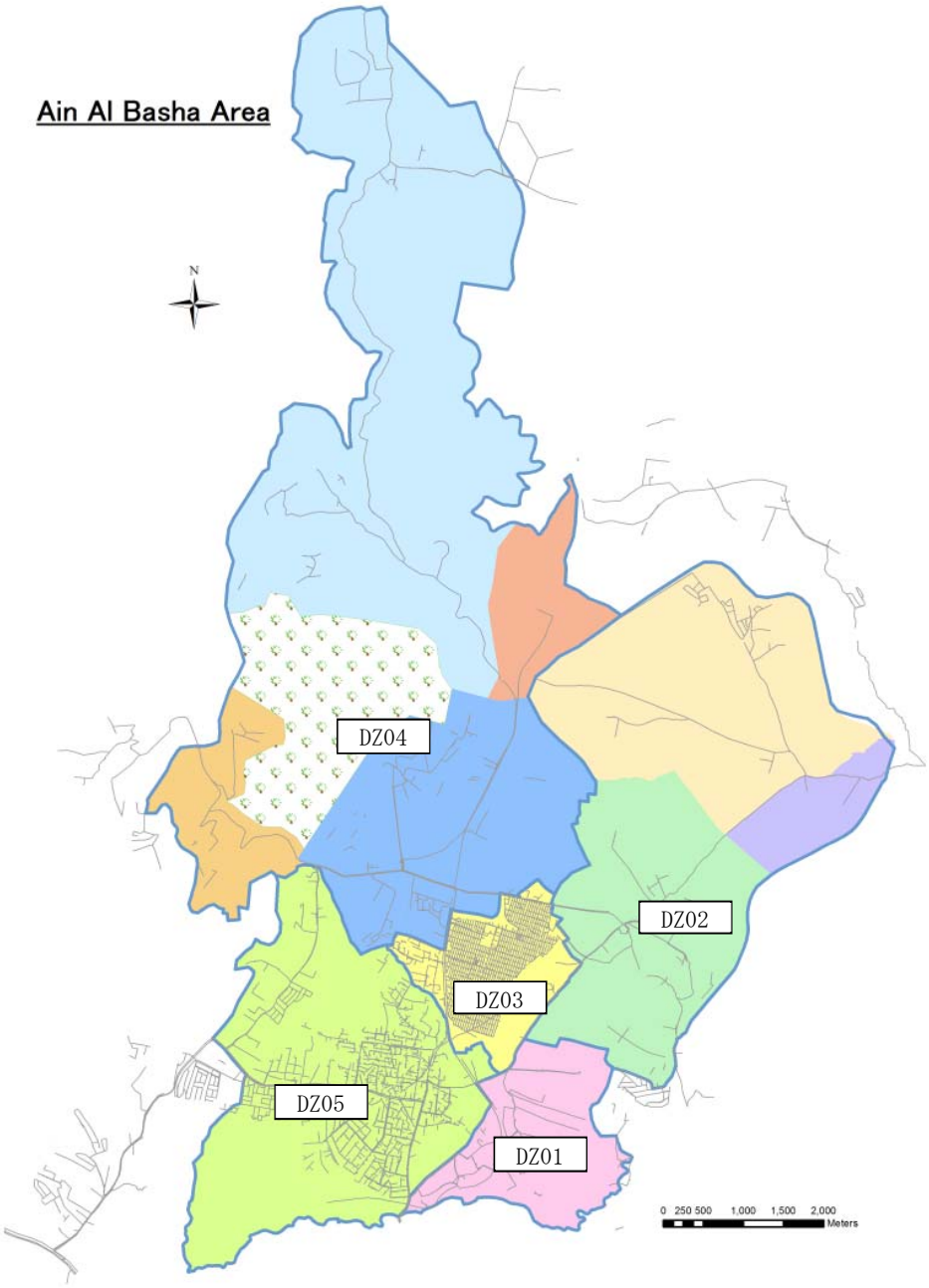


図 3-5　配水区及び DMA 割り（アインアルバシャ）

4)　導送水計画

＜Zai 浄水場からの送水＞

新設の配水池は Abu Nussair 1 及び Abu Nussair 2 の 2 配水池である。この新設配水池に Zai 浄水場の浄水を送水ポンプの残圧で送水するため、Zai 浄水場～Dabouq 配水池の送水管から新設送水管を分岐し、これらの配水池まで敷設する。既存 Al Baqa'a 配水池には、途中、この新設送水管から分岐して送水する。

＜既存井戸からの導水＞

既存水道システムでは、地区内の井戸水は井戸から直接給水区域へ配水、ポンプ場に集めてからの配水、及び Safout と Al Baqa'a 配水池に導水することにより配水している。本計画では既存

井戸ポンプの仕様（揚水量と揚程）の変更をしないことを前提に、直接配水している既存井戸の送水先を 2 カ所の既存配水池（Al Baqa'a 配水池、Safout 配水池）にまとめる。既存井戸の導水概念図を以下に示す。また、資料-6.3 に既存水源と計画水源量を添付する。

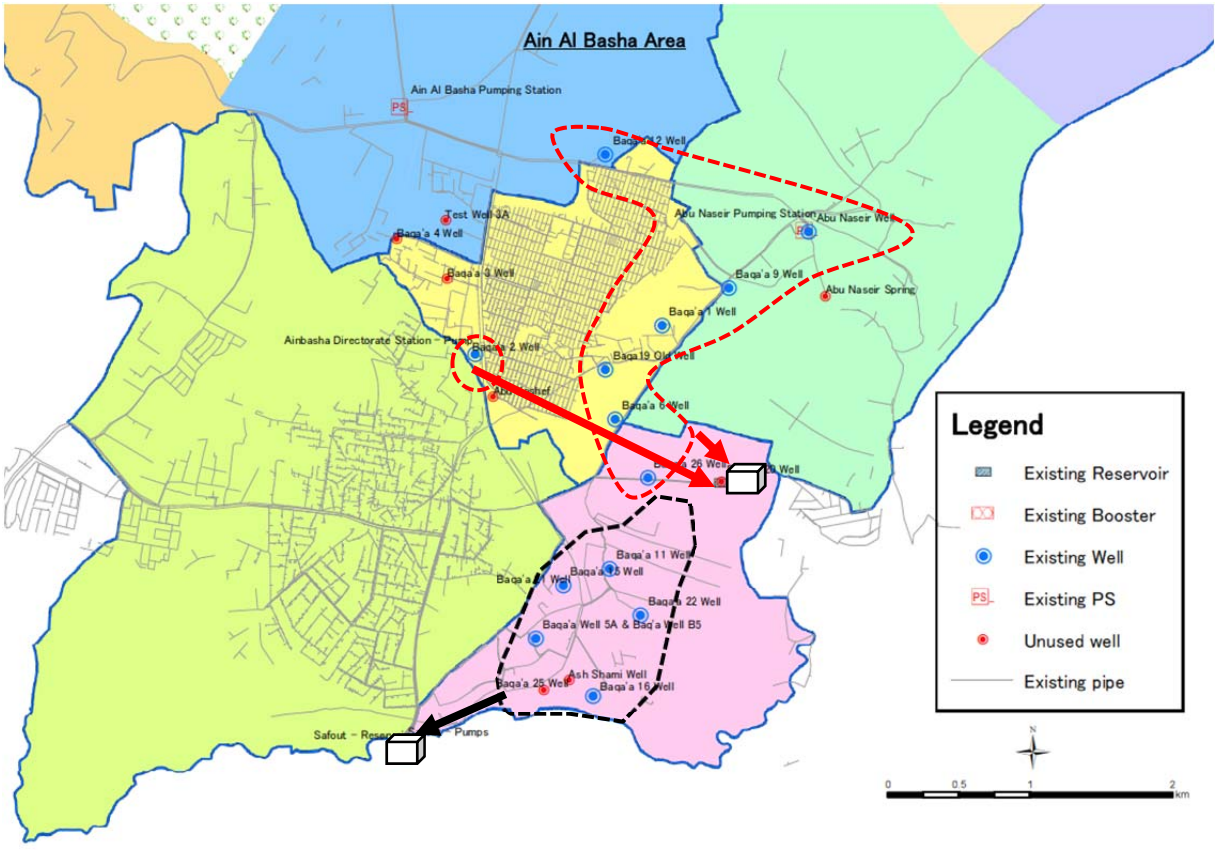


図 3-6　既存井戸の使用（アインアルバシャ）

5)　既存ポンプ場の廃棄

Zai 浄水場の送水ポンプ場の残圧を活用して、既存 Al Baqa'a 配水池、計画 Abu Nussair 1 及び Abu Nussair 2 の各配水池に送水可能となるため、以下の 2 ケ所の既存配水ポンプ場が廃棄可能である。

- Abu Nussair ポンプ場
- Safout ポンプ場

6)　管路種類

アインアルバシャでは、以下の管路種類がある。

- ➢ 送水管は Zai 浄水場～Dabouq 送水管の分岐から対象地域の配水池までの管路と位置づける。
- ➢ 導水管は井戸から配水池までの管路と位置づけ、既存井戸から Al Baqa'a 配水池までの管路である。
- ➢ 配水主管は配水池から各配水区内の主要管路である。

7)　計画送配水全体システム

本計画の計画送配水システムの管路ルート及び施設の配置を図 3-7、活用する既存施設を含む計画水道システムの概念図を図 3-8 に示す。更に、既存と計画システムの比較を以下の通り示す。管網解析結果の概要を資料 6.4 に示す。

図 3.9：送水システム模式図と既存と 2020 年における日最大流量

図 3.10：既存と計画水道システムの高低差比較

また、DMA 内の標高差と減圧弁の水理特性を資料 6.11 に示す。

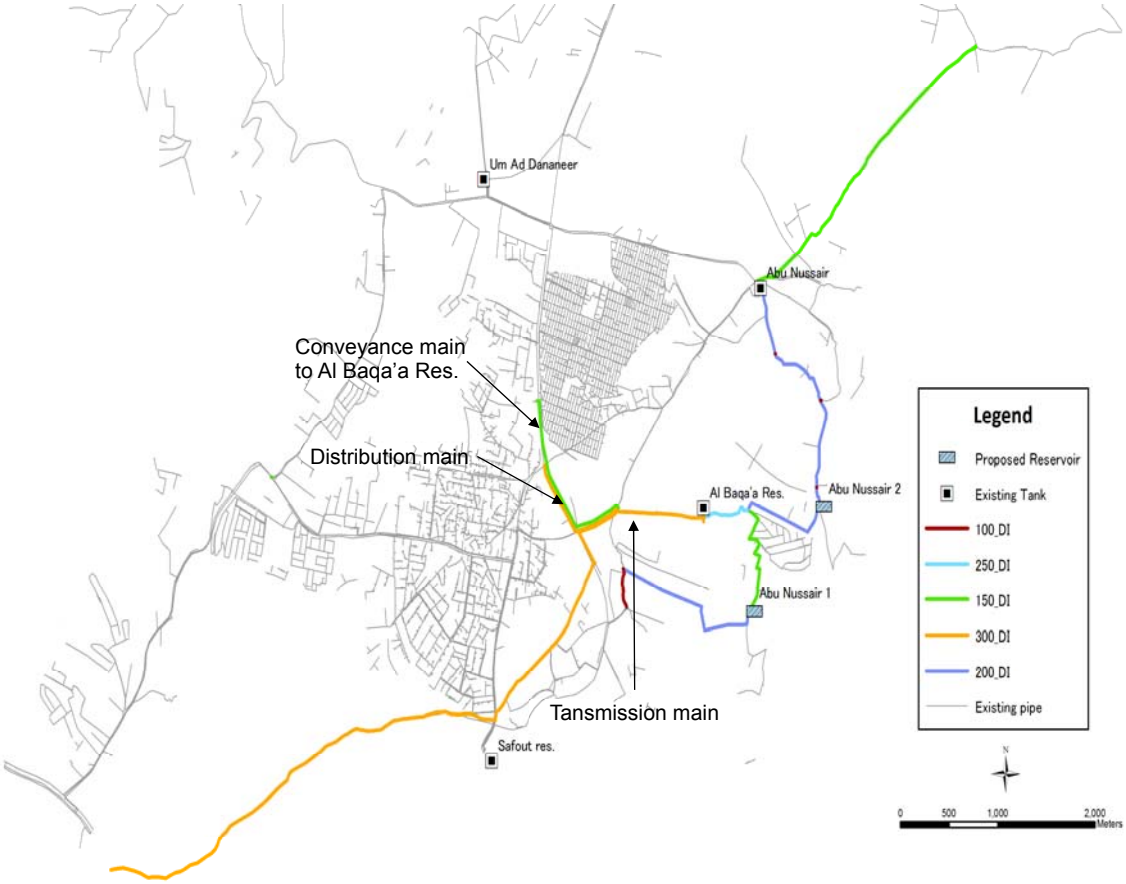


図 3-7　計画管路ルート及び計画施設の配置図（アインアルバシャ）

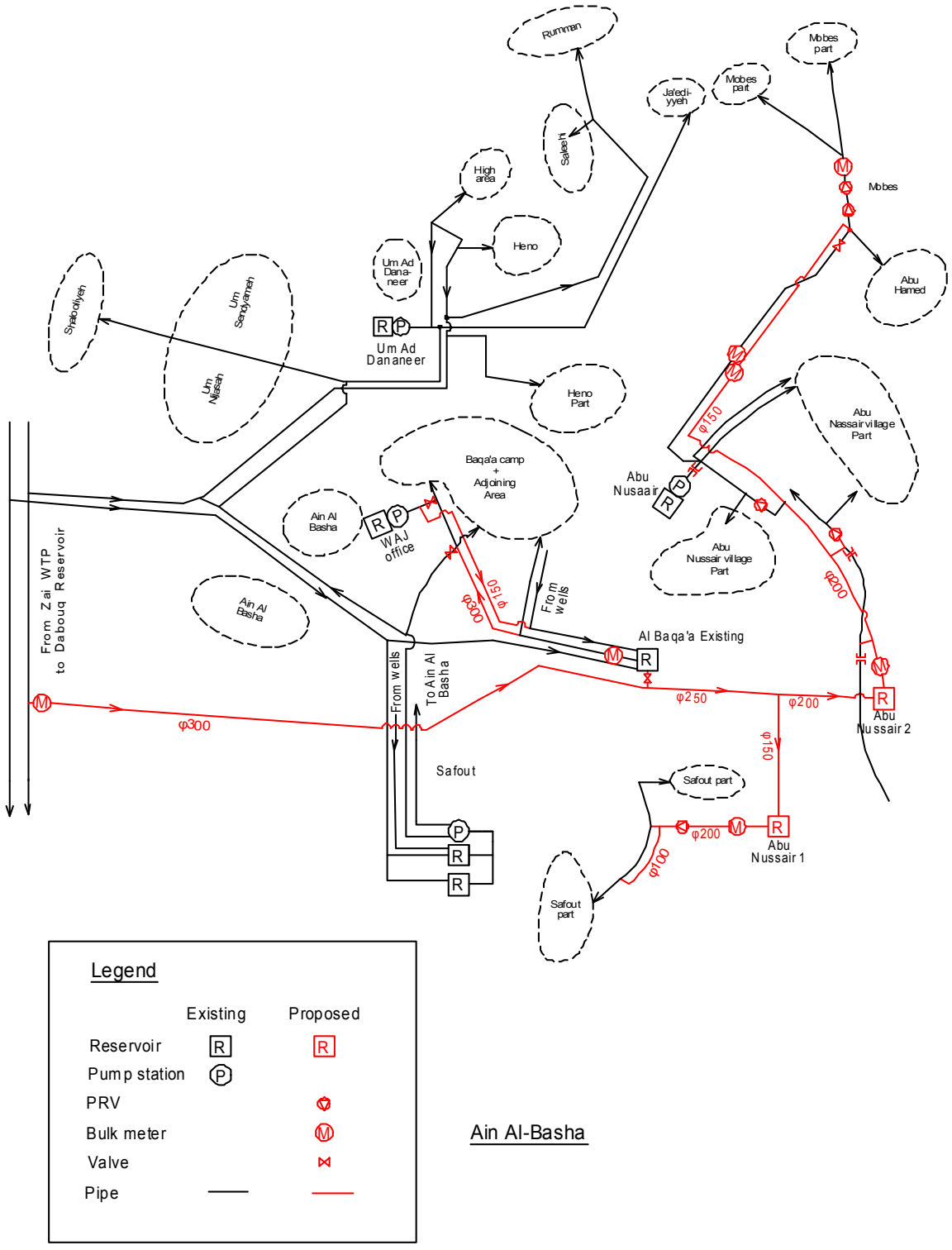
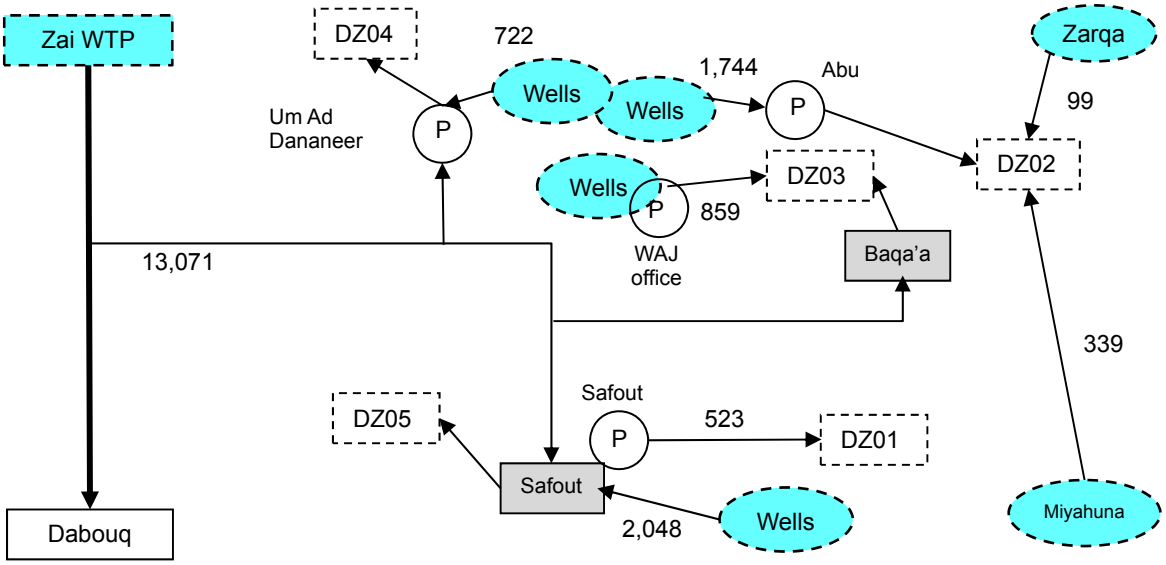
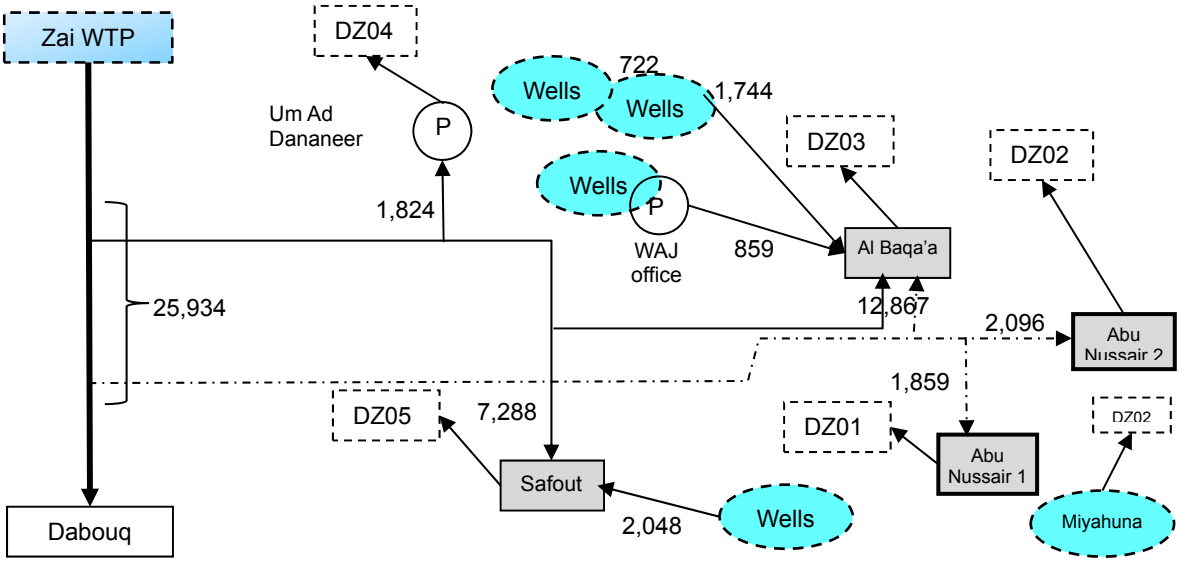


図 3-8　計画水道システムの施設配置概念図（アインアルバシャ）



(Daily Average Flow in 2012)



(Daily Maximum Flow Plan in 2020)

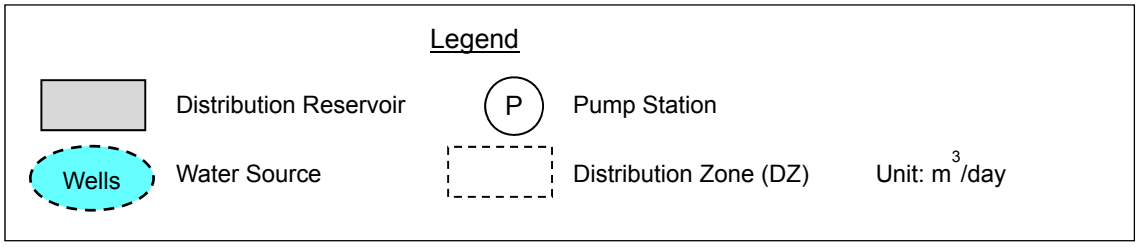
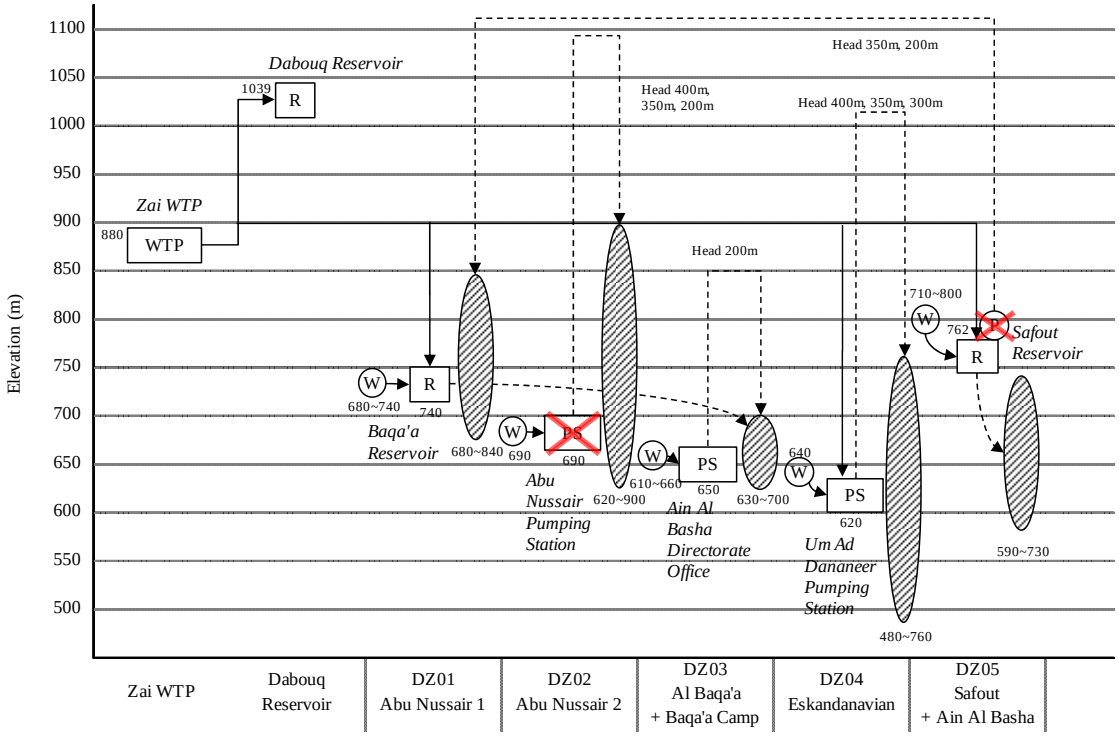
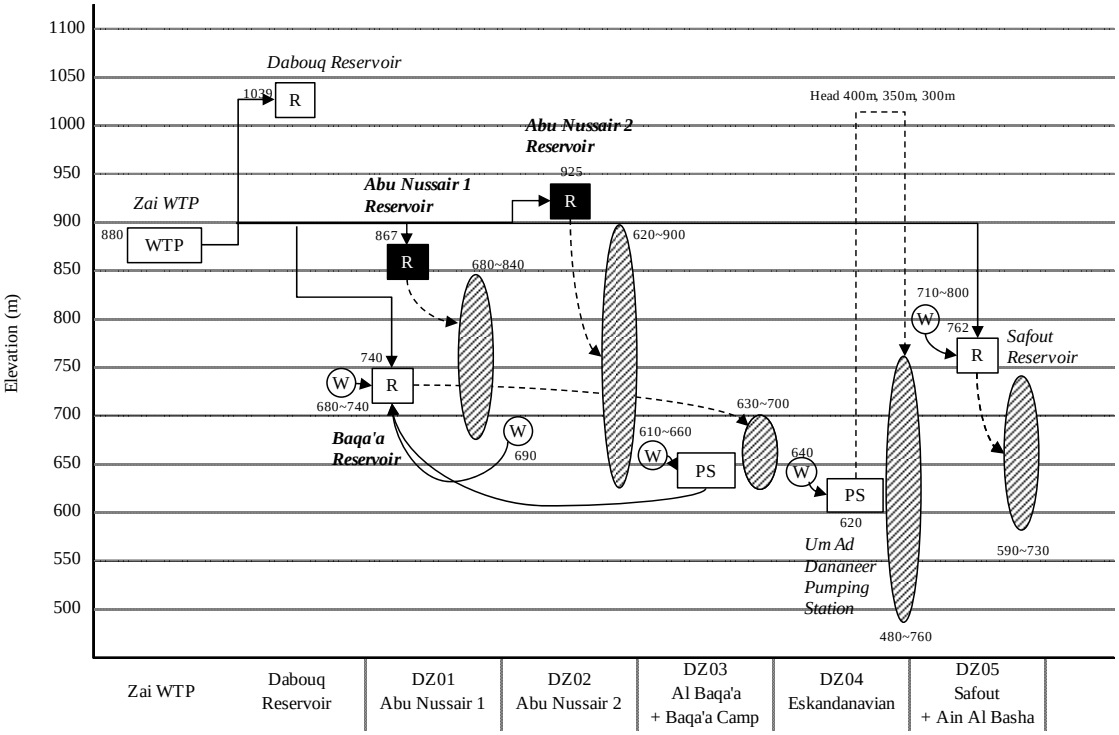


図 3-9　既存と計画送水システム模式図と日流量（アインアルバシャ）



(Existing water supply system)



(Proposed water suply system)

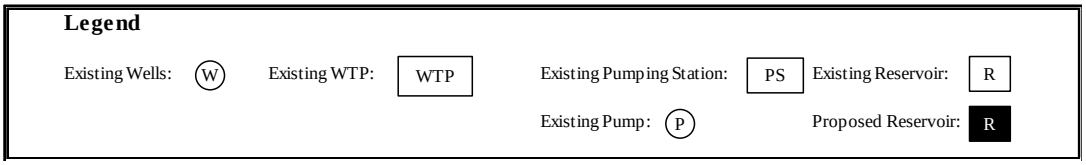


図 3-10　既存と計画水道システムの高低差比較（アインアルバシャ）

(2) ディルアラ

1) 既存の送配水スキーム

ディルアラの既存配水システムは、大きく北部、中部及び南部の 3 つに分割される。北部の水源は、ディルアラ地域内の井戸水に加え隣県 Irbid からの井戸水の輸入に頼っている。中部と南部の水源は、地域内の汽水井戸水の脱塩（RO）処理水である。脱塩施設は Miyahuna 所有と民間所有の 2 つがある。

北部では、既存 Rajeb 配水池からポンプにより配水している。また、中部と南部では、脱塩処理施設から水の供給を受け、自然流下あるいは、不足する給水圧を増圧するポンプ場を通して配水している。

2) 計画水源

本計画では、現在の井戸揚水量を維持し、目標年に不足する供給量を Miyahuna 水道会社の脱塩処理施設からの供給量を増やすことで賄う計画である。

3) 配水区及び DMA 計画

既存配水区には明確な配水区がない。本計画では、既存の配水管網を活用するため、既存の配水スキームを基本として、既存配水区を 2 つの配水区（DZ01：Rejeb、DZ02：Ma'adi）に分割する。北部の Rajeb 配水区の給水は既存井戸からの水供給で賄い、中部と南部のための Ma'adi 配水区は 2 つの脱塩処理施設からの水供給により賄うものとする

配水区には 1 カ所の配水池を設けて送配水管を分離し自然流下による配水法に切り替えることを基本とする。更に、DMA（配水管理区画：District Metered Area）単位の配水管理を行うため、配水区内に DMA を設定する。

設計方針でのコンポーネントの選定の結果、本計画では、Ma'adi 配水区の整備を行う。Ma'adi 配水区では新規配水池を新たに設けて自然流下によって配水する。また、2 カ所の脱塩処理施設から新規の配水池まで送水するために、途中、Ma'adi ポンプ場を建設し増圧し送水を行う。

新規配水池の設置高さは配水区への自然流下が可能な高さとし、配水区内の過剰水圧になる配管には減圧弁を用いて適正な水圧に減圧する。

Rajeb 配水区は DMA の計画をするが、本計画の対象としないため、DMA の設定は行わない。各配水区の概要を表 3-14、各配水区の計画需要水量を表 3-15、配水区と DMA 分けを図 3-11 に示す。

表 3-14　配水区の概要

番号	ゾーン名	人口 (2020 年)	人口比率	ゾーン標高 (m)	配水池標高 (m)	DMA 数
DZ01	Rajeb	25,753	30%	-70 ～ -260	既存配水池を利用	(5)
DZ02	Ma'adi	44,371	70%	-140 ～ -330	-90	7
合計		70,125	100%	-70 ～ -330	―	12

表 3-15　配水区の需要水量

（単位：m^3/日）

	配水区	2012		2020		2025	
		日平均	日最大	日平均	日最大	日平均	日最大
DZ01：	Rejeb	3,214	3,691	3,435	3,945	3,714	4,261
DZ02：	Ma'adi	5,148	5,921	5,697	6,552	5,888	6,768
合計		8,362	9,612	9,132	10,497	9,602	11,029

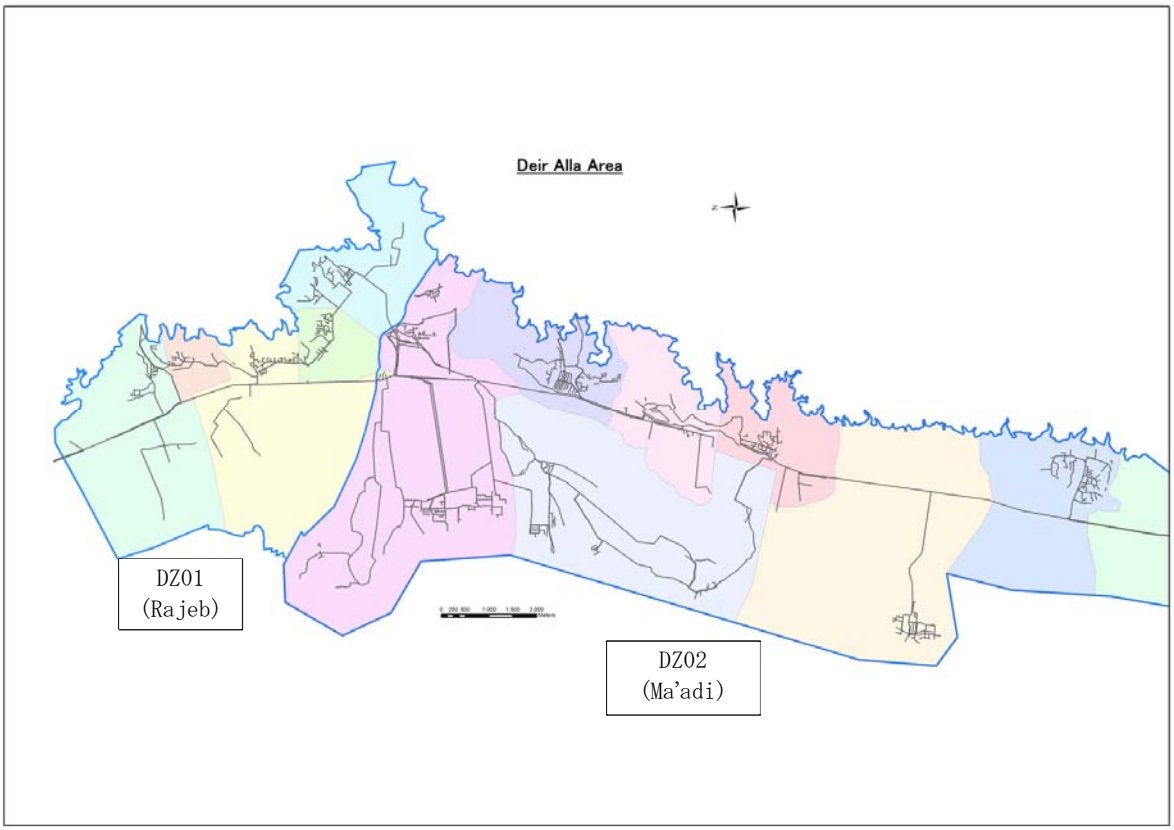


図 3-11　配水区及び DMA 割り（ディルアラ）

4)　導送水計画

新設の配水池は Ma'adi 配水池である。この配水池に水源である 2 ケ所の脱塩処理施設から送水するため、Miyahuna 水道会社所有の脱塩施設から計画 Ma'adi 配水池まで送水管を敷設する。その途中で、送水管に民間の脱塩施設と接続し、更に新設のポンプ場を設置する。水源から計画 Ma'adi

ポンプ場までは自然流下で送水し、Ma'adi ポンプ場で増圧し、Ma'adi 配水池まで送水する。下図に送水概念図を示す。また、資料-6.3 に既存水源と計画水源量を添付する。

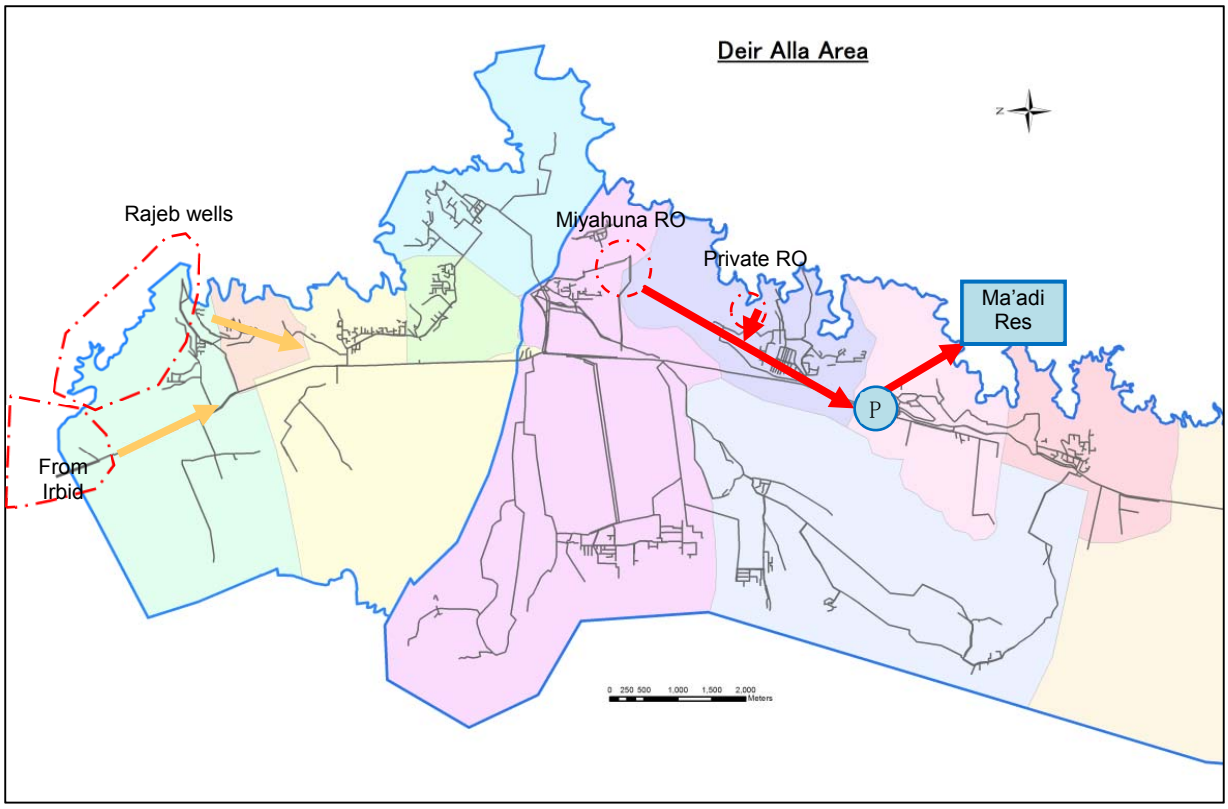


図 3-12　既存水源からの配水池への送水

5)　既存ポンプ場の廃棄

Ma'adi 配水区ではすべての給水地区へ自然流下での給水となるため、以下の既存の 4 カ所の増圧ポンプ場は不要となる。

- Abu Ziegan
- Rawaih
- Ma'adi
- Thahret Al Ramel

6)　管路種類

ディルアラでは、以下の管路種類がある。

- 送水管は 2 つの既存脱塩処理施設から計画 Ma'adi ポンプ場を経て計画 Ma'adi 配水池間のまでの管路と位置づける。
- 配水主管は配水池から Ma'adi 配水内の主要管路である。

7)　計画送配水全体システム

本計画の計画送配水システムにおける管路ルート及び施設の配置を図 3-13、活用する既存施設

を含む計画水道システムの概念図を図 3-14 に示す。更に、既存と計画システムの比較を以下の通り示す。管網解析結果の概要を資料 6.4 に示す。

図 3-15：送水システム模式図と既存と 2020 年における日最大流量

図 3-16：既存と計画水道システムのの高低差比較

また、DMA 内の標高差と減圧弁の水理特性を資料 6.11 に示す。

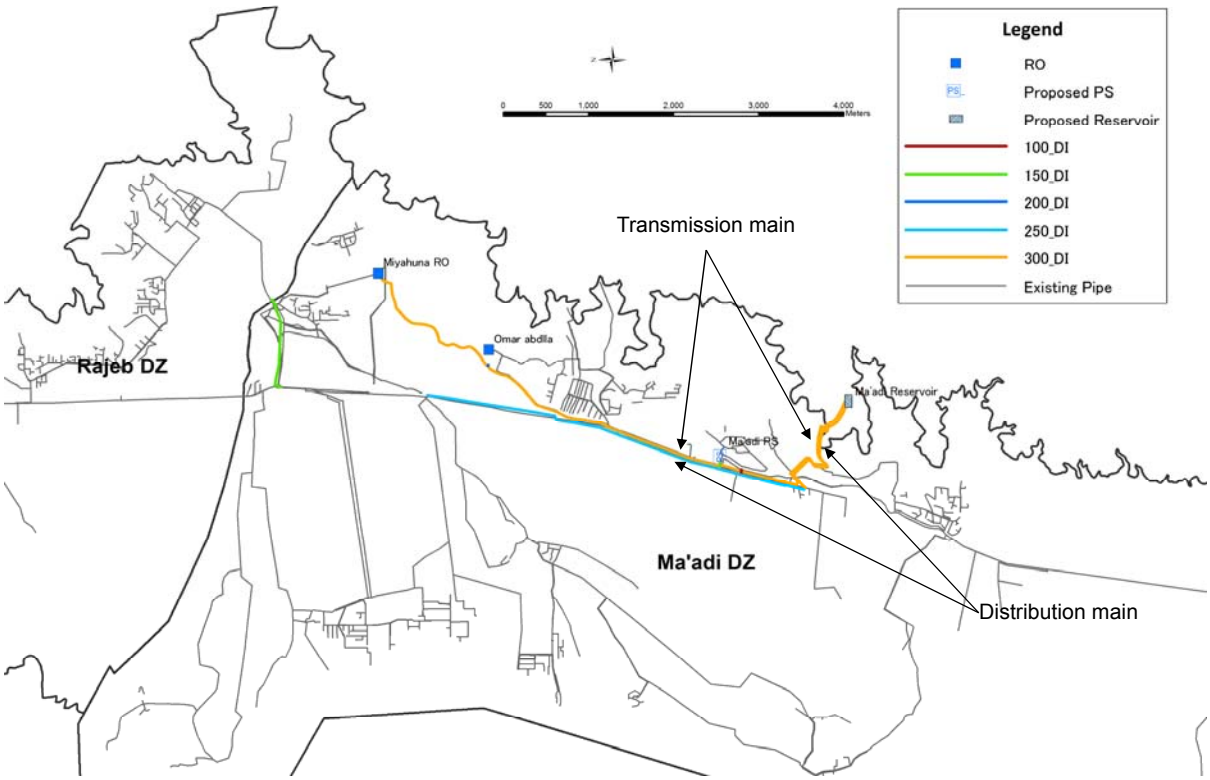


図 3-13　計画管路ルート及び計画施設の配置図（ディルアラ）

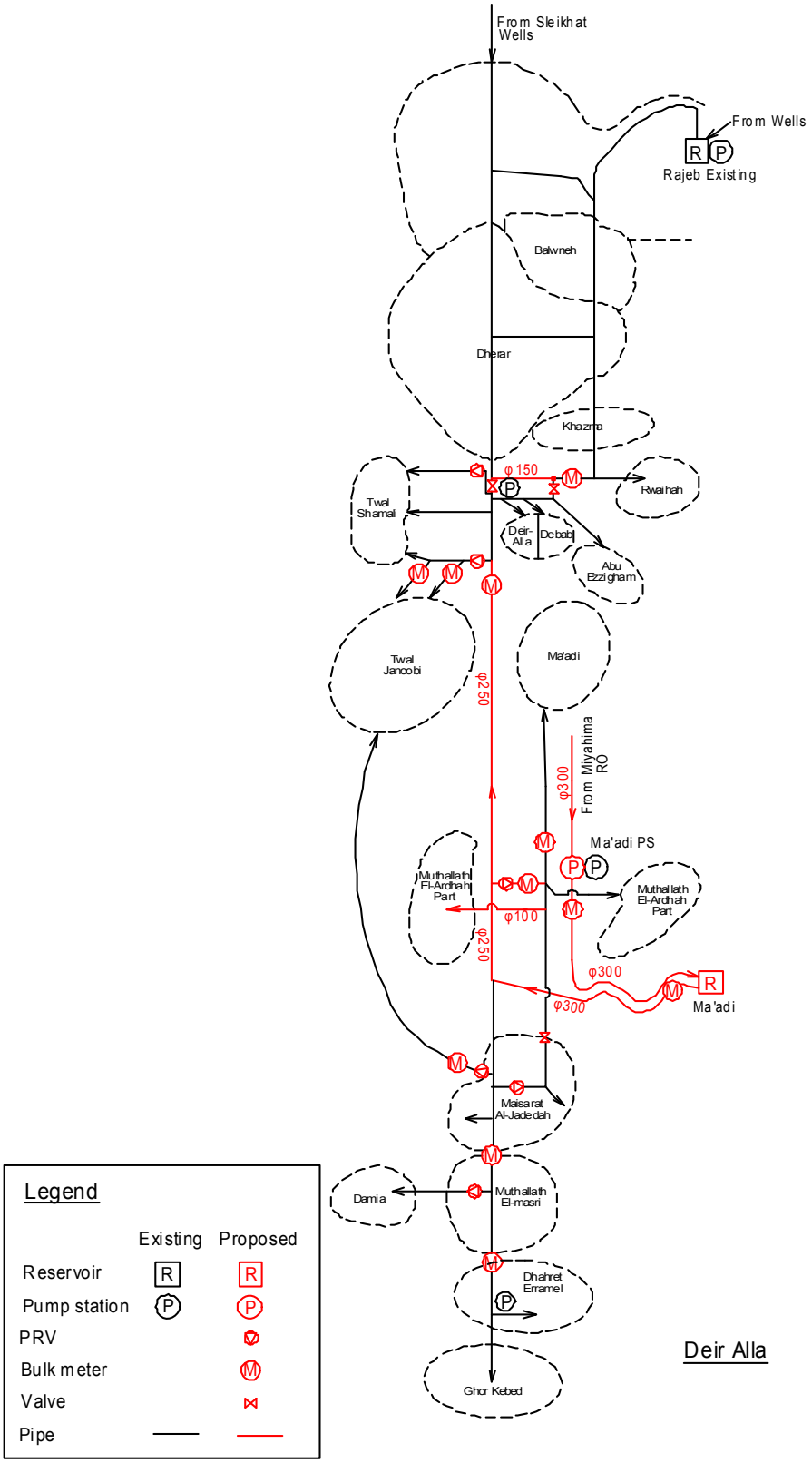
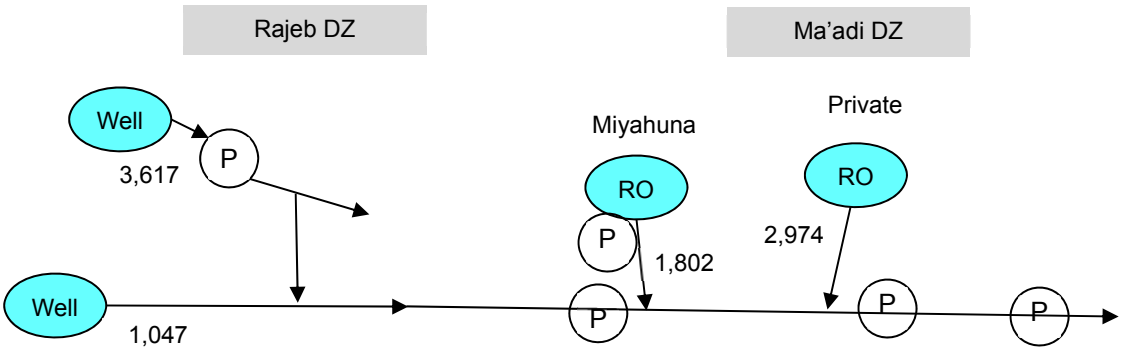
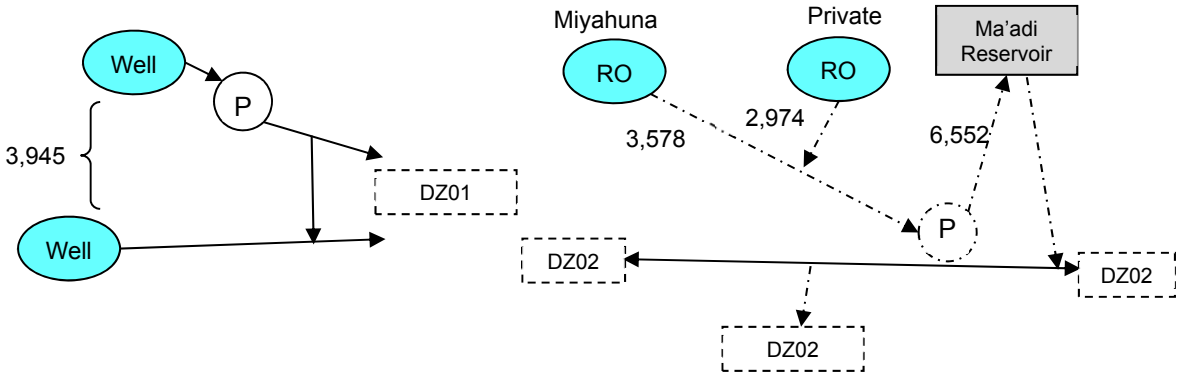


図 3-14　計画水道システムの施設配置概念図（ディルアラ）



(Daily Average Flow in 2012)



(Daily Maximum Flow Plan in 2020)

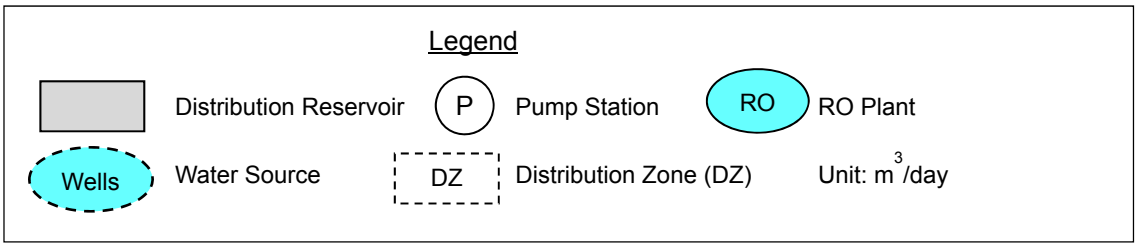
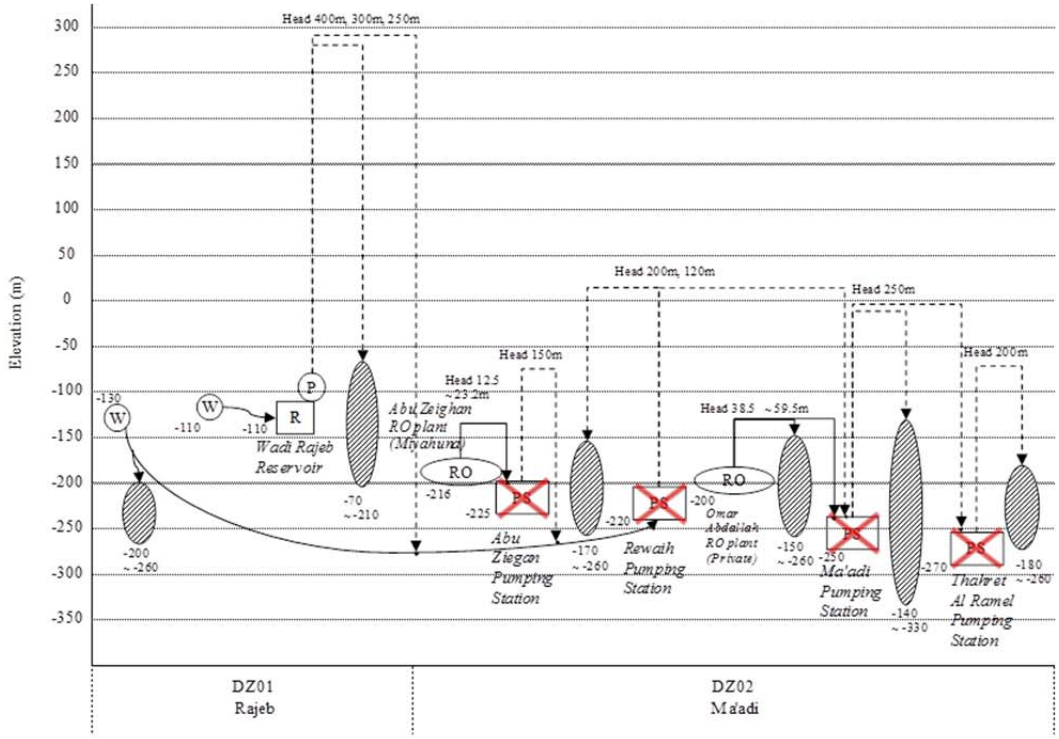
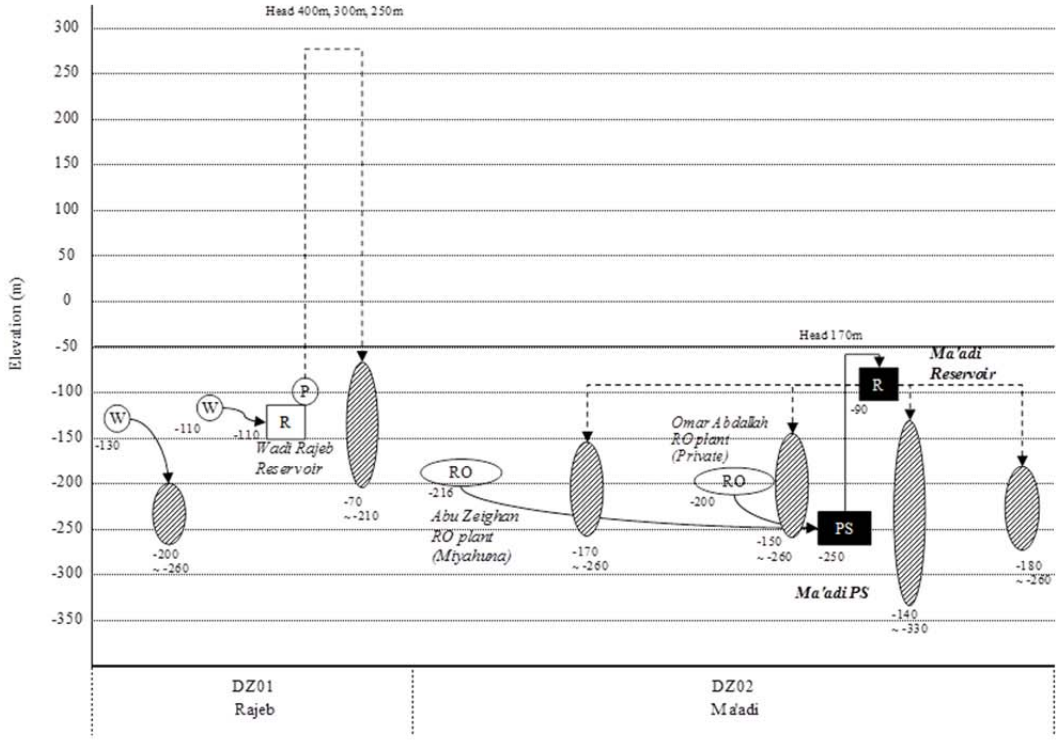


図 3-15　既存と計画送水システム模式図と日流量（㎥/日）（ディルアラ）



(Existing water supply system)



(Proposed water suply system)

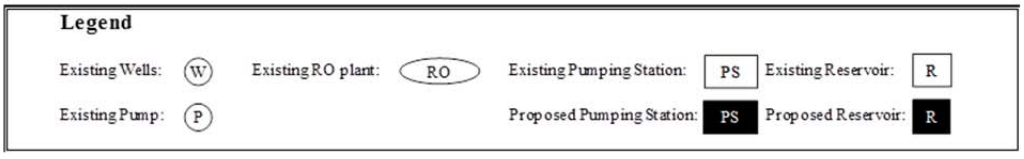


図 3-16　既存と計画水道システムの高低差比較（ディルアラ）

3-2-2-3　配水池計画

(1) 配水池用地

Abu Nussair 1 配水池用地及び Abu Nussair 2 配水池用地は民有地であるが、配水池用地及びその周辺は空地であり、土地取得に関し大きな障害はないものと想定される。

(2) 配水池の構造と基礎形状

RC 構造の配水池の経済的有効水深は 3～6m である。本計画用地は、十分な広さがあるため、RC 構造（矩形）として、配水池の有効水深はこの程度とする。

配水池の基礎形式は、予定地の土質が基礎地盤として充分な地耐力を有していることから直接基礎方式とする。敷地内での施設配置は基礎地盤の地耐力を生かせるように配水池の計画地盤高において構造物が地山に載るように計画する。

(3) 配水池の容量

アインアルバシャ及びディルアラの既設及び新設配水池の施設計画を下表に示す。

表 3-16　配水池の計画（アインアルバシャ）

番号	配水池名	有効容量			地盤高 (m)	有効水深(m)	用地種別	アクセス道路整備
		既設	新設	計				
DZ01	Abu Nussair 1	－	900	900	866.8	4.1	民有地	不要
DZ02	Abu Nussair 2	－	1,100	1,100	926	3.9	民有地	不要
DZ03	Al Baqa'a	2,000	－	2,000	－		－	－
DZ04	Eskandanavian	－	－	－	－		－	－
DZ05	Safout	300 + 500	－	800	－		－	－
合計		2,800	2,100	4,900	－		－	

表 3-17　配水池の計画（ディルアラ）

番号	配水池名	配水池容量			地盤高 (m)	有効水深(m)	用地種別	アクセス道路整備
		既設	新設	計				
DZ01	Rajeb	1,000	－	1,000	－		－	－
DZ02	Ma'adi	－	3,300	3,300	-91.2	4.2	公用地	必要
合計		－	3,300	4,300	－		－	－

(4) 付帯設備

各配水池には次の付帯設備を設置する。

① 配水池内は防水塗装（エポキシ塗装）を施す。

② 流入管、流出管の他に越流管、排水管を設置する。

③ 流出管にはバルクメータ（電磁流量計）を設置する。

④ 機械式水位計を設置する。
⑤ 越流を防ぐために定水位弁を設置する。

3-2-2-4 ポンプ場計画

(1) Ma'adi ポンプ場の全体計画

本計画のポンプ場は配水池までの送水のための送水ポンプ場であり、ポンプは定流量運転となる。ポンプは予備を設ける。安定して平滑なポンプ運転のために、ポンプ場にはポンプ井を設け、容量はポンプ容量の 1 時間分とする。ポンプ井の設置高さは、ポンプの押し込み運転が可能なように、定水位（LWL）がポンプ中心線より高くなるように計画する。ポンプ場の計画用地は既存 WAJ ディルアラ事務所敷地内である。ポンプ場の計画を下表に示す。

表 3-18 ポンプ場の計画内容

ポンプ場名	目的	ポンプ井	用地種別	アクセス道路整備
Ma'adi	Miyahuna 水道会社と民間（Omar Abudlla）脱塩処理施設からの水を Ma'adi 配水池へ送水	280 m^3	公用地	不要

(2) ポンプ設備の計画

計画ポンプ場のポンプ揚程が高いため、ポンプ形式は横軸型多段渦巻きポンプとする。また、ウオーターハンマーの対策が必要であり、本計画ではフライホイールで対応する。電源の引き込みは相手国の負担工事となるが、ポンプ場周辺には配電網が整備され、新たに配電線工事を行う必要はないものと想定する。本計画に含まれる電気設備としては、受電盤、ポンプ制御盤があり、相手国との電源は、400V, 50Hz, 3P4W を受電盤で取り合うものとする。以下にポンプ設備の仕様を示す。水撃防止の検討結果を資料 6.5 に示す。

表 3-19 ポンプ設備の仕様

ﾎﾟﾝﾌﾟ場名	容量		揚程	台数/予備	フライホイール	電動機	
	m^3/分	m^3/時	m				
Ma'adi	2.35	141	170	3 台/1 台	25kg-m^2	110 kW	400V, 50hz, 1,480min^{-1}

注：電動機出力は各製作メーカによりポンプ効率が異なるため、本数値は参考である。

(3) 付帯設備

ポンプ場の付帯設備として以下を設置する。

- 逆止弁
- 電動式吐出し弁
- 維持管理用チェーンブロック

3-2-2-5　管路計画

(1) 管路延長

本計画の地域別管径別の管路延長を下表に示す。

表 3-20　地域別管径別の計画管路延長

口径	延長(m)
アインアルバシャ	
100mm	350
150mm	5,740
200mm	4,700
250mm	540
300mm	8,750
小計	20,080
ディルアラ	
150mm	1,090
200mm	0
250mm	4,450
300mm	9,620
小計	15,160
両地域	
100mm	350
150mm	6,830
200mm	4,700
250mm	4,990
300mm	18,370
合計	35,240

(2) 管種と継ぎ手

WAJ の管種選定の方針は、管径が 100mm 以上はダクタイル管（DCIP)、100 mm未満は高密度ポリエチレン管（HDPE）を採用することになっている。本計画の管径は全て 100mm 以上であるため、管種はすべて DCIP とする。自然流下系の管の設計耐圧は、最大静水圧と水撃圧の和とする。ポンプ系の管の設計耐圧は、最大動水圧と水撃圧の和とする。

DCIP 管の継ぎ手は施工性と経済性に優れ、水密性を確保できることから T 型ダクタイル管（プッシュオン継手）とする。

計画新設管の動水位を設計図（送水管）及び資料 6.11（配水管と導水管）に示す。

(3) 付帯設備

- 管路に沿って必要な個所に空気弁（単口空気弁)、排泥弁を設置するとともに、維持管理のため制水弁を設置する。管路直線部では約 2km に 1 個所の制水弁を設置することを基本とする。
- 適正な給水圧にコントロールするため、必要な個所に減圧弁（PRV）を設置する。次項に

詳述する。

- Zai 浄水場～Dabouq 送水管と新規送水管の分岐部にはバルクメータ（電磁流量計）を設置する。
- DMA の配水量を計測することを目的にバルクメータ（機械式流量計）を設置する。
- 計画路線は市街地道路、幹線道路が多いいため、施工速度を速めるため、すべての異形管防護は離脱防止用継ぎ手を適用する。

(4) 施工法

- 配管の敷設はヨルダン国の基準を従う。国道での管敷設は公共事業省基準、県道では WAJ 基準を適用する。
- Zai 浄水場からアンマンへの送水を停止できないため、Zai 浄水場～Dabouq 送水管と新設送水管の分岐は不断水工法で接続する。
- ワディ（涸れ）川の横断はすべて伏せ越しで行なうものとする。
- ディルアラの King Abudullah 運河の河川横断は水管橋で行う（次図を参照）。
- 公共事業省との協議から主要道路での開削が認められないため非開削（トレンチレス）工法を適用する。本計画では鞘管方式を適用し、その内容は以下の通りとする（図 3-17 と 3-18）。

項目	管径				
配管（DCIP）	100mm	250mm	300mm	150mm+200mm(*)	150mm+300mm(*)
鞘管（鋼管）	400mm			900mm(*)	
適用工法	小口径推進工法			中大口径刃口普通推進工法	

(*)2 本の配管を 1 本の鞘管内に敷設する。

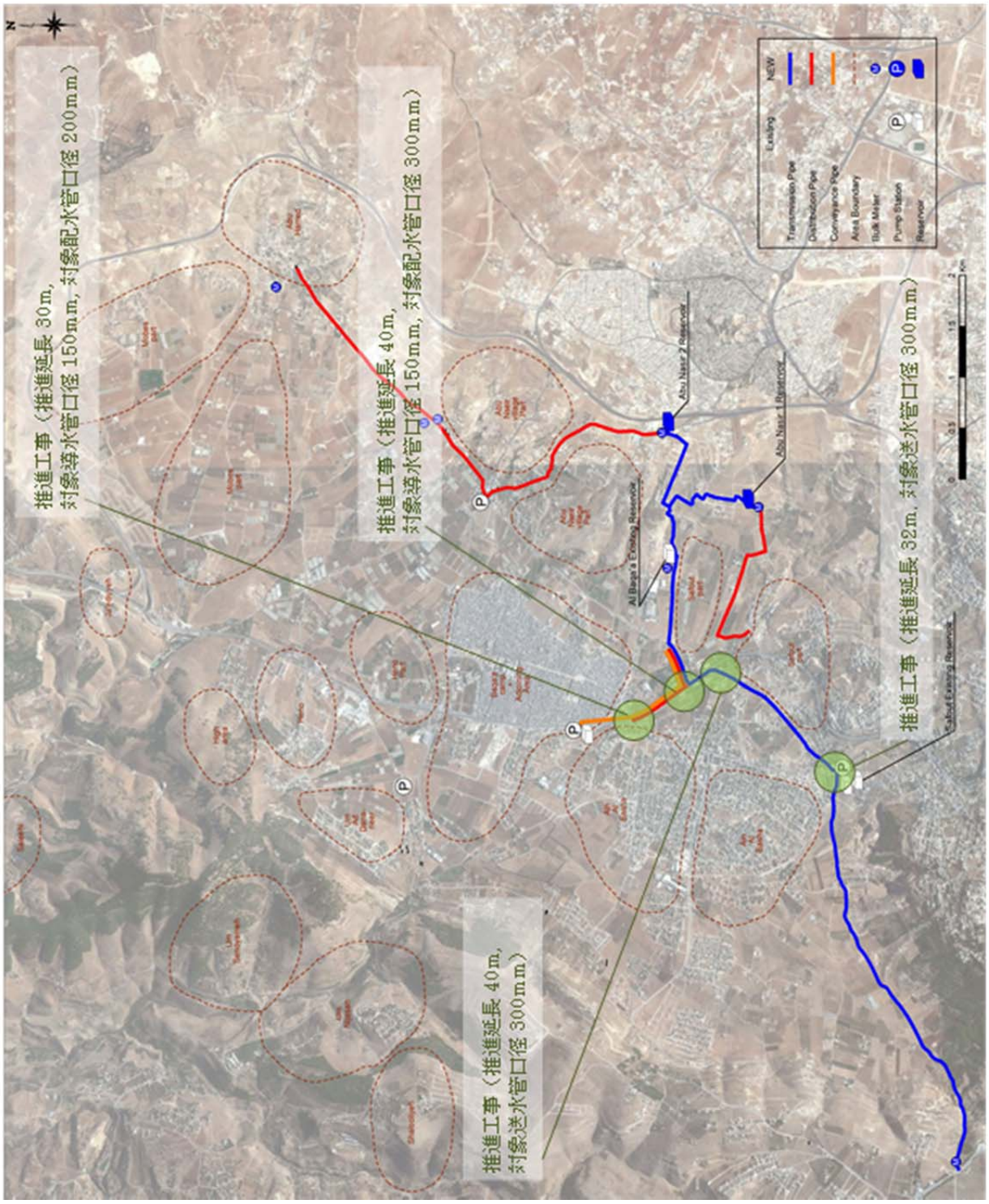


図 3-17　非開削工法による配水管工事の施工個所（アインアルバシャ）

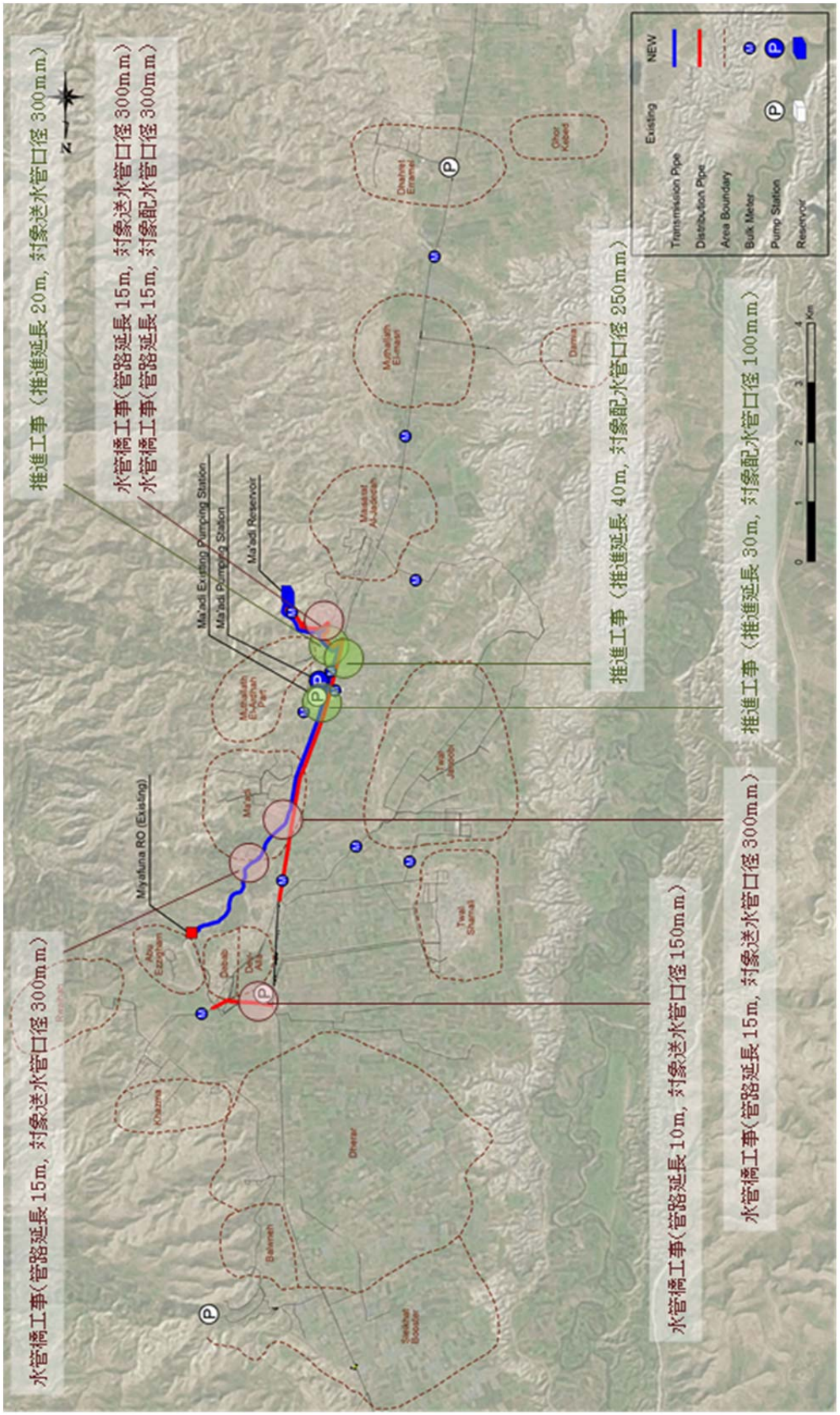


図 3-18　非開削工法及び水管橋による配水管工事の施工個所（ディルアラ）

(5) 減圧弁計画

1) 減圧弁の位置と仕様

対象地区の配水区は標高の高低差が激しく、計画給水圧（2.5bar - 7 bar）を満足することは難しい。本計画では、敷設する配水管に減圧弁を設置することにより計画給水圧を維持するものとする。配水池から自然流下によって配水するため、適正な給水圧を保つために必要な動水圧を確保すると同時に、静水圧をコントロールすることが求められる。減圧弁の計画は、水理計算結果をもとに減圧弁の適正な位置と仕様を決定し、キャビテーションが生じないように減圧弁の減圧幅を計画する。減圧弁の構造を資料-6.6 に示す。

アインアルバシャの減圧弁は、Abu Nussair 1 配水池からの配水管に 1 カ所、Abu Nussair 2 配水池からの配水管に 4 カ所設置する（図 3-20)。ディルアラの減圧弁は、配水幹線沿いで各 DMA に入る 6 カ所に設置する（図 3-21)。各減圧弁の仕様はそれれぞれの地区で表 3-21 と表 3-22 のとおりである。また参考として、図 3-19 に減圧弁の水理を示す。

表 3-21 減圧弁の仕様（アインアルバシャ）

配水区	配水池	NO	管径 mm	減圧弁口径 mm	1 次側静水圧標高 m	減圧弁標高 m	1 次側静水頭 m	1 次側動水頭 m	2 次側静水頭 m	減圧幅 m
DZ01	Abu Nussair1	PRV1	200	100	872	696	176	165	120	45 - 56
DZ02	Abu Nussair2	PRV2	150	80	930	843	87	78	20	58 - 67
		PRV3	100	80	930	756	174	162	40	122 - 134
		PRV4-1	100	80	930	714	216	192	80	112 - 136
		PRV4-2	100	80	794	709	85	80	30	50 - 55

表 3-22 減圧弁の仕様（ディルアラ）

配水ゾーン	配水池	NO	管径 mm	減圧弁口径 mm	1 次側静水圧標高 m	減圧弁標高 m	1 次側静水頭 m	1 次側動水頭 m	2 次側静水頭 m	減圧幅 m
DZ02	Ma'adi	PRV2	150	100	-85	-226	141	81	40	41 - 101
		PRV3	150	80	-85	-250	165	135	110	25 - 55
		PRV4	100	50	-85	-239	154	125	80	45 - 74
		PRV5	180	50	-85	-240	155	125	30	95 - 125
		PRV6	100	50	-85	-261	176	128	40	88 - 136
		PRV8	150	50	-85	-216	128	61	25	36 - 103

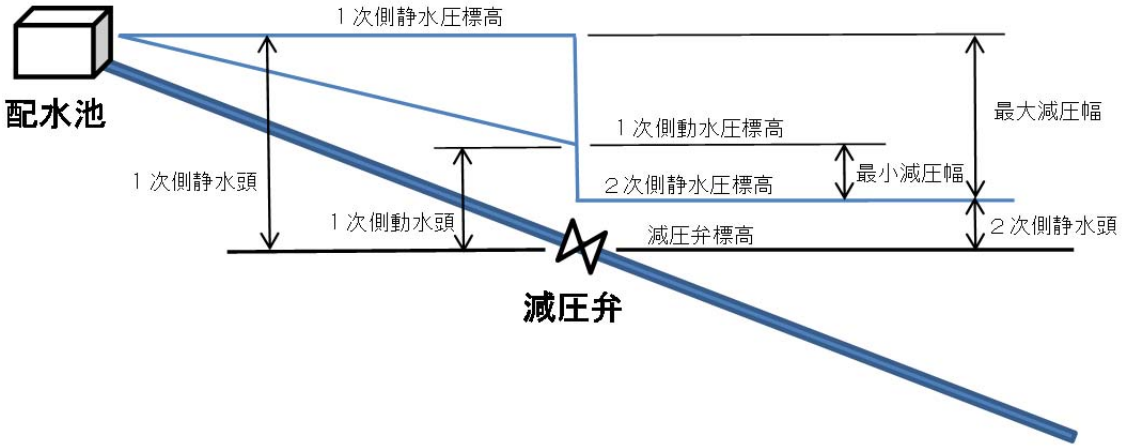


図 3-19　減圧弁の水理

2)　減圧弁と設置方法

減圧弁の故障頻度をできるだけ押さえるため、2 次側圧の異常昇圧が計画圧を超えた場合に備えて安全弁を設け、更に、弁体への異物の流入を避けるため上流側にはストレーナーを設ける。また、減圧弁の修理が必要なときのためにバイパス弁を設けて、その修理期間はバイパス管から送水する。バイパス管の口径はすべて 80㎜ とし、各減圧弁には以下の付属品を設ける。

表 3-23　減圧弁の付帯設備

付帯設備	員数	設置箇所
ストレーナー	1	減圧弁上流
制水弁（減圧弁の維持管理用）	2	減圧弁上流／下流
制水弁（バイパス管用）	1	バイパス管
安全弁	1	減圧弁下流
空気弁	2	減圧弁上流／下流
圧力計	2	減圧弁上流／下流
バイパス管（80 ㎜）	1	

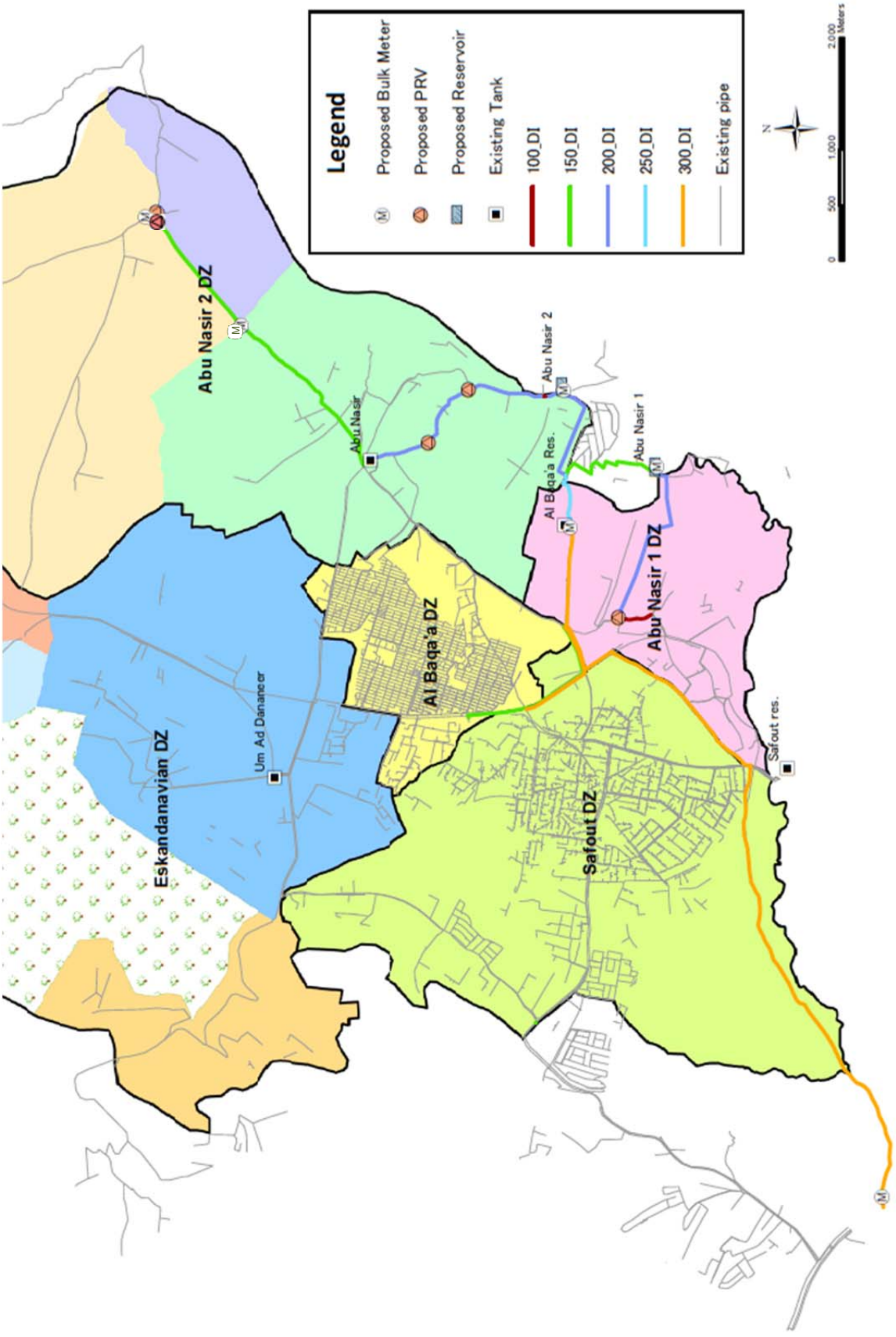


図 3-20　減圧弁と流量計の位置（アインアルバシャ）

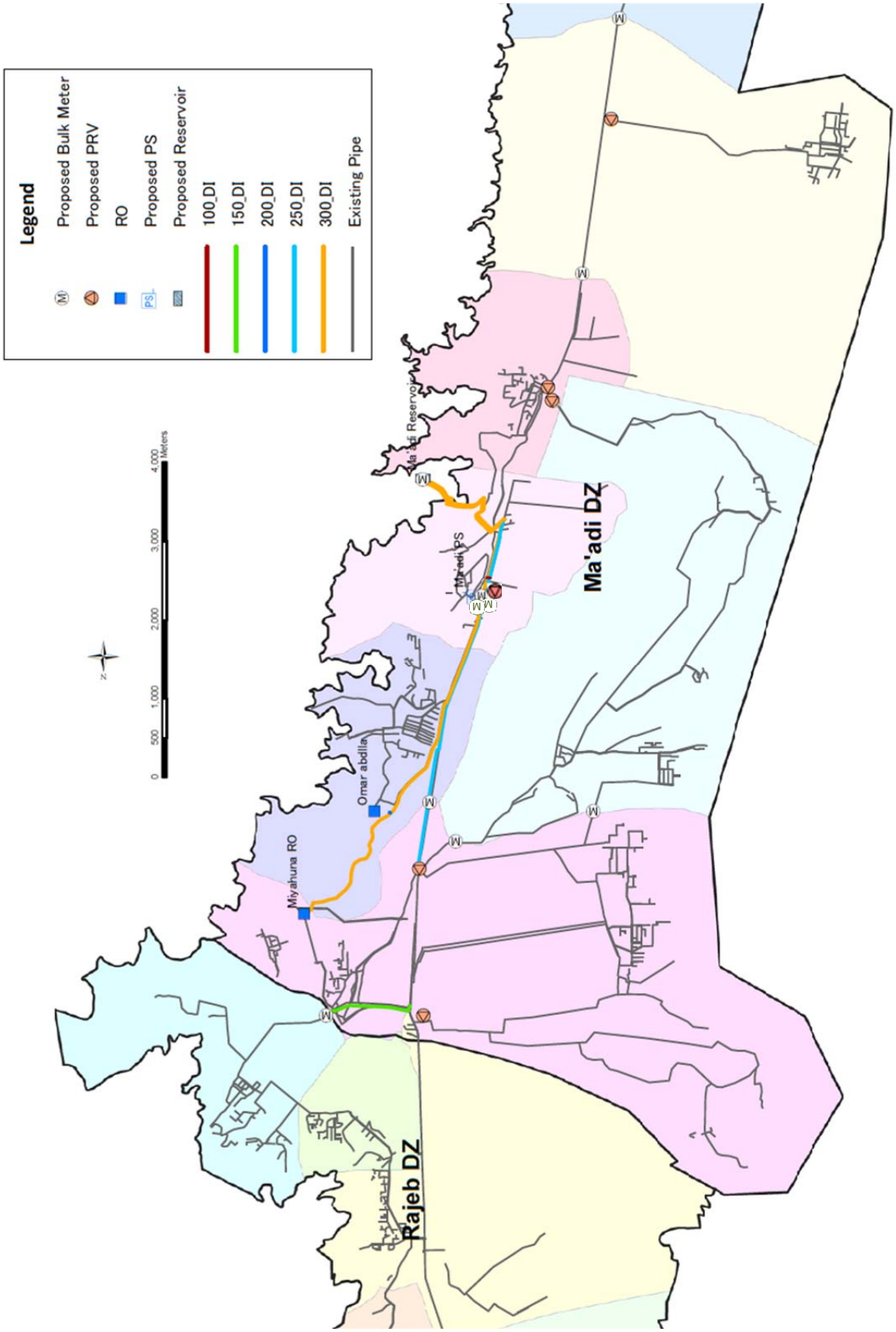


図 3-21　減圧弁と流量計の位置（ディルアラ）

(6) モニタリングシステムの概略設計

配水区での配水管理を目的にモニタリングシステムを計画する。配水管理は、流量管理と水圧管理を主な項目として、これらの管理に必要な計測装置の設置を計画する。なお、建設完了後には、配水管理に関するソフトコンポーネントを実施し、計測装置の運用・維持管理、データの収集、集計、分析方法、及び分析結果を用いて配水管理への利用法について WAJ 職員に研修することとする。

1) 流量計

配水池からの流出量と各 DMA への流量を計測するため、配水池の流量計測には電磁流量計、DMA の流量計測には機械式流量計を適用する。流量計の継手はフランジとし維持管理用弁を流量計の上下に設ける。流量計の仕様を表 3-24、表 3-25、位置を図 3-20 と図 3-21 に示す。

表 3-24 流量計の仕様（アインアルバシャ）

番号	形式	管径 mm	口径 mm	流量計測の対象	備考
FM1	電磁流量計	300	250	新設送水管を使った Zai 浄水場からの送水量	
FM2	電磁流量計	300	250	Al Baqa'a 配水区の配水量	Al Baqa'a 配水区の DMA は 1 カ所
FM3	電磁流量計	200	150	Abu Nussair 1 配水区の配水量	Abu Nussair 1 配水区の DMA は 1 カ所
FM4	電磁流量計	200	150	Abu Nussair 2 配水区の配水量	Abu Nussair 2 配水区の DMA は 3 カ所と配水池出口
FM5	機械式流量計	150	100	Abu Nussair 2 配水区内の DMA 配水量	
FM6-1	機械式流量計	100	80	Abu Nussair 2 配水区内の DMA 配水量	
FM6-2	機械式流量計	150	100	Abu Nussair 2 配水区内の DMA 配水量	

表 3-25 流量計の仕様（ディルアラ）

番号	形式	管径 mm	口径 mm	流量計測の対象	備考
FM1	電磁流量計	300	250	Ma'adi 配水池への送水量	Ma'adi ポンプ場の吐出管に設置
FM2	電磁流量計	300	250	Ma'adi 配水池からの配水量	Ma'adi 配水池の吐出管に設置
FM3	機械式流量計	250	200	配水本管（北部地域への給水量）	新設管に設置
FM4	機械式流量計	150	100	配水本管（南部地域への給水量）	既設管に設置
FM5	機械式流量計	150	100	配水本管（南部地域への給水量）	既設管に設置
FM6	機械式流量計	150	100	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	新設管に設置
FM7	機械式流量計	150	100	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	既設管に設置
FM8	機械式流量計	150	100	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	既設管に設置
FM9	機械式流量計	100	100	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	既設管に設置
FM10	機械式流量計	100	80	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	既設管に設置
FM11	機械式流量計	100	80	Ma'adi 配水区の DMA 配水量	既設管に設置

2) 水圧計

前出の減圧弁計画に示したように、減圧弁の上流側と下流側に水圧計を設置する。

3-2-3 概略設計図

本計画の概略設計図は以下の通りである。概略設計図を付属資料-1 に添付する。

表 3-26 概略設計図面リスト（アインアルバシャ）

図面番号	図面タイトル
AL-GN-01	全体計画施設配置図（アインアルバシャ地区）
AL-TP-01	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.1～アルバカ既存配水池）1/5
AL-TP-02	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.1～アルバカ既存配水池）2/5
AL-TP-03	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.1～アルバカ既存配水池）3/5
AL-TP-04	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.1～アルバカ既存配水池）4/5
AL-TP-05	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.1～アルバカ既存配水池）5/5
AL-TP-06	送水管平面図・縦断図（アルバカ配水池～アブナシール 2 配水池）
AL-TP-07	送水管平面図・縦断図（送水管分岐点 No.2～アブナシール 1 配水池）
AL-RV-01	配水池一般平面図（アブナシール 1 配水池）900 m^3
AL-RV-02	配水池構造図（アブナシール 1 配水池）900 m^3
AL-RV-03	配水池一般平面図（アブナシール 2 配水池）1,100 m^3
AL-RV-04	配水池構造図（アブナシール 2 配水池）1,100 m^3
共通	
TD-01	送配水管路掘削標準断面図 1
TD-02	送配水管路掘削標準断面図 2
TD-03	標準流量計室（電磁式）
TD-04	標準流量計室（機械式）
TD-05	減圧弁室及び空気弁室
TD-06	配水池流出ピット詳細図

表 3-27 概略設計図面リスト（ディルアラ）

図面番号	図面タイトル
DA-GN-01	全体計画施設配置図（ディルアラ地区）
DA-TP-01	送水管平面図・縦断図（既存 RO 施設～マアディポンプ場）1/3
DA-TP-02	送水管平面図・縦断図（既存 RO 施設～マアディポンプ場）2/3
DA-TP-03	送水管平面図・縦断図（既存 RO 施設～マアディポンプ場）3/3
DA-TP-04	送水管平面図・縦断図（マアディポンプ場～マアディ配水池）1/2
DA-TP-05	送水管平面図・縦断図（マアディポンプ場～マアディ配水池）2/2
DA-RV-01	配水池一般平面図（マアディ配水池）3,300 m^3
DA-RV-02	配水池構造図（マアディ配水池）3,300 m^3
DA-RV-03	配水池アクセス道路（マアディ配水池）
DA-PS-01	ポンプ場一般平面図（マアディポンプ場）
DA-PS-02	ポンプ場構造図（マアディポンプ場）
DA-PS-03	吸込水槽構造図（マアディポンプ場）
DA-PS-04	ポンプ場単線結線図（マアディポンプ場）
DA-PS-05	ポンプ場建具表（マアディポンプ場）

3-2-4 施工計画/調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本プロジェクトは、我が国の無償資金協力制度の枠組に従って実施される。両国政府において事業実施が承認され、両国政府による交換公文（E/N）が取り交わされることにより実施に移される。その後、ヨルダン国政府実施機関である WAJ と日本法人が契約を締結し、実施設計・施工を実施することとなる。

無償資金協力の枠組み及び施設建設内容を考慮し、以下を基本方針として協力対象事業の施工計画を策定する。

(1) 事業実施主体

本プロジェクトに係わるヨルダン国の監督・責任機関は、水灌漑省（MWI）であり、同省の下で、WAJ が実施機関の役割を担うこととなる。WAJ は全国の上下水道事業を担当しており、全国を 3 分割し、中部、ヤムルーク水道公社、南部局を設け、運営・維持管理をしている。その他に、技術局、浄水・送水局、総務局、試験・水質局及び財務局を有する。本プロジェクトの設計・施工に関わる担当窓口は技術局であり、施設完成後の運営・維持管理は、中部地域局に属するバルカ県支所が実施することとなる。

(2) コンサルタント

本プロジェクトに係る施設建設のため、日本法人コンサルタントがヨルダン国の実施機関と契約を結び、実施設計および施工監理業務を行う。コンサルタントは、公開入札により請負業者を選定するため、入札図書を作成するとともに事業実施機関が行う入札資格審査および入札業務を支援する。施設建設着手後は、客観的な立場での施工監理及び無償資金の適切な運用の監視等を実施する。

(3) 施設建設請負業者

我が国の無償資金協力制度の枠組により、公開入札で選定された日本法人請負業者が本プロジェクトに係る施設建設を実施する。施設建設工事は日本と社会的な環境・背景の異なる遠隔地で実施されることとなるため、請負業者は、十分に海外で工事を完了させる能力を有する必要がある。更に、本プロジェクトは、現地調達資機材の使用および市街地での施工を必要とされることから、請負業者は現地の市場、労働法、土地勘および風習慣例等の状況について十分な認識が必要である。

本プロジェクト完了後も維持管理に伴う交換部品の調達、故障時の対応等のアフターケアが必要と考えられるため、請負業者は施設引渡し後も十分な連絡体制を整えておく必要がある。

3-2-4-2　施工上／調達上の留意点

施工計画策定に係る留意事項は以下のとおりである。

(1) 送配水管の建設

配管敷設路線には、交通量が多い主要幹線道路や生活道路等も含まれるため第 3 者の安全対策、交通への影響対策、既存の埋設物対策が重要になる。地元の工業および商業活動に可能な限り影響を与えないように十分に配慮が必要となる。

交通量の多い市街地の配管敷設工事は現地の工業・商業活動を配慮して夜間工事により開削工法により行なう。交通量の少ない市街地および幹線道路区間の配管敷設工事は、日中工事による開削工法により行う。

本プロジェクトでは、管路工事の延長が長いため管路工事がクリティカルパスとなる。従って、各地域の配水管の効率的な施工順序を検討し、必要かつ合理的な工期を算定する。

(2) 資機材の調達

土木・建築工事に必要なセメント・骨材・鉄筋等の基本建設材料は現地調達が可能である。しかし、送水・配水本管材料のダクタイル鋳鉄管については、現地調達が困難であり日本国または第三国からの輸入が必要である。また、ポンプ設備機器等も現地調達が困難であるため、日本国等からの輸入が必要である。

土木・建築工事の基本建設材料や施設建設に必要な基本的労働力・建設機械は現地調達が可能なものの、本プロジェクトの工事仕様・数量に応じて供給できる現地業者はヨルダン国首都のアンマンに集まっている。したがって、技術者及び資機材等の調達はアンマンで行われることとなると考えられる。

(3) 既存アスベスト管の取り扱い

対象地区の既存管にはアスベスト管が多く、とくにディルアラではアスベスト管の比率が高い。新規の送配水管を敷設することによって不要となる既存アスベスト管は、水理的に切断し、そのままの状態で地中に残して置くことにする（いわゆる、埋め殺し）。既存アスベスト管との接続工事が必要な場合は、可能な限りアスベスト管を切断することなく接続する。不要となった既設のアスベスト管は相手国が指定する適切な場所まで運び出す。また、工事にあたっては、厚労省（日本）のガイドラインに準拠した施工を行うものとする。

3-2-4-3　施工区分／調達・据付区分

施設建設完了までに必要な作業項目と我が国とヨルダン国の施工区分を下表に示す。

表 3-28　施設建設に係わる両国間の施工区分

施工/調達・据付区分	日本国側	ヨルダン国側
1.　配水池建設工事		
(1) 建設用地の取得		●
(2) 敷地の造成工事・整地	●	
(3) 配水池の建設	●	
(4) 計画施設用の必要容量の一次電源の供給		●
(5) 配水池（Ma'adi）までの工事用進入道路の整備	●（路盤）	●（アスファルト）
(6) 配水池およびポンプ場敷地内の道路舗装、植栽、フェンス、門扉等の整備		●
(7) 配水池排水管の敷地外から排水場所までの管の敷設	●	
2. ポンプ場建設工事		
(1) 新設ポンプ場用地の提供（Ma'adi ポンプ場）		●
(2) 敷地の造成工事・整地（Ma'adi ポンプ場）		●
(3) 新設ポンプ場の建設（Ma'adi ポンプ場）	●	
(4) 建設施設用の必要容量の一次電源の供給（受変電設備新設工事あるいは既存設備の更新）		●
3. 導・送・配水管敷設工事		
(1) 導水管の布設	●	
(2) 送水管の布設	●	
(3) 配水管の布設	●	
(4) 流量計の設置	●	
(5) 減圧弁の設置	●	
(6) 道路内工事の交通規制のための手続き、許認可の手続き、協議への協力		●
(7) 既存管との接合時の協力（断水作業・工事の立会い、断水の連絡など）		●
4. ソフトコンポーネント		
(1) ソフトコンポーネント実施のための機材及び研修場所の確保		●
(2) ソフトコンポーネントの実施	●	
5. 共通事項		
(1) 資材置き場及び仮設用地の無償提供		●
(2) 残土処分地の確保		●
(3) 試験用水・塩素剤の提供		●

3-2-4-4　施工監理計画／調達監理計画

(1) コンサルタントの施工監理体制

コンサルタントは、「施設建設を所定工期内に完了」、「契約図書に示された工事」及び「安全な業務実施」を達成するために請負業者を監理・指導する必要がある。更に、施設建設が無償資金協力の枠組みの中で適正に実施されていることを中立的な立場で確認・監理する役割を有する。

1)　コンサルタントの主要監理内容

コンサルタントに要求される主要監理内容は以下のとおりである。

a. 工程管理

請負業者が提出する工程表の妥当性確認、工程表と実際の施設建設の進捗との比較し、作業項目、月、週ごとに進捗状況の確認を行う必要がある。また、遅延が懸念される場合、請負業者に警告を発する必要がある。遅延が生じた場合、請負業者と共に原因/解決策を調査/検討し、必要な対策をとるよう請負業者を指導する。なお、工程監理には、以下を含むものとする。

① 工事出来高の確認
② 主要資機材搬入・投入実績
③ 技術者・作業員等の投入実績

b. 品質管理

契約図書で規定された施設・工事等の品質が確保されていることを確認する。品質確保が危ぶまれる場合は、請負業者への警告を発するとともに必要な修正・対策等を要求する。品質監理は以下の手段を用いて実施する必要がある。

- 資機材のカタログ・仕様書及び製作図の照査
- 資機材の試験結果の照査
- 資機材の試験への立会い
- 請負業者の施工図・資機材据付要領等の照査
- 工事中の転圧・配筋・コンクリート強度等の現場検査
- 工事実施状況・工法等の現場確認と指導
- 施設の試運転立会いとパフォーマンス検査
- 最終的に施工監理記録を製本し施主に引き渡す。

c. 安全管理

請負業者の安全管理計画の妥当性確認及び計画の実行状況の確認を行い、業務実施中の労働災害・第 3 者への災害・事故等を未然に防ぐよう、現地での作業を監理する。安全管理は以下の手段を用いて実施する必要がある。

- 請負業者による安全管理計画の策定と管理者選任の有無の確認
- 策定/選任された安全管理計画/安全管理者の妥当性の確認
- 安全管理計画の実行状況の確認
- 工事車両の計画運行ルート・運行注意事項の妥当性と計画遵守の確認
- 作業員の労働安全衛生福利厚生制度内容と休日・休憩確保の励行確認

建設資機材の搬入経路及び搬入時間を適切に配置すること、昼夜間とも、十分な警備員を配置する等の対策が必要である。

2) 施工監理体制

コンサルタントは、上述の工程・品質・安全管理を中心とした施工監理を実施するために必要な施工監理体制を構築し、本プロジェクトの円滑な業務実施を図る必要がある。この際、本概略設計の主旨を踏まえた施工監理が必要なため、概略設計・実施設計・施工監理の一連の業務に一

貫した体制構築を図る必要がある。コンサルタントは、現地及び日本国内において、施工監理の実施が要求されるため、以下に述べる監理体制の構築が必要となる。

a. 現地での施工監理

無償資金協力の枠組みの中で、適正に施設建設が行われていることを確認することが重要であるため、現場における施工監理は、無償資金協力制度を十分に理解した日本人技術者が実施する必要がある。本プロジェクトにおいて必要と考えられる、現場における日本人施工監理体制は、下表のとおりである。なお、施工期間中、適時、日本国内作業を含めたプロジェクト全体をまとめる総括技術者や設計を担当した技術者による品質確認を実施し、施工監理者へ留意事項等を指示する必要がある。また、コンサルタントは、現地の技術者を雇用し、日本人技術者とともに現地技術者を利用して施工監理を実施する必要がある。

表 3-29　現場における日本人施工監理体制

項目	現地	渡航回数	派遣目的
施工監理技術者	1.5	3	キックオフミーティング・サイト状況の確認・サイト引渡し時、各年始めの工事総括、客先調整、(瑕疵検査)、施工監理総括
常駐施工監理技術者	19.5	3	工事期間内の常駐監理総括、工事着工時（地耐力、調達材料、管材等の現場確認)、構造物の施工監理、配水池最終検査
送配水管	10.0	1	管路工事の施工監理
機械設備（ポンプ設備）	2.0	2	ポンプ場機械設備、減圧弁・流量計の最終検査
電気設備（ポンプ設備）	2.0	2	ポンプ場機械設備、減圧弁・流量計の最終検査
完工検査	0.23	1	完工検査
合計	35.23	11	

b. 日本国内での施工監理

日本国内においては、以下に述べるプロジェクト総合監理に必要な体制を整え、現地・国内作業の全般を監理する必要がある。

- 契約内容と工程・進捗・品質の確認
- 現場で発生したトラブル等の解決案検討と請負業者への指示
- コンサルタント現場事務所に対する技術的・資金的な支援

(2) 請負業者の施工管理体制

配水池、送･配水管布設等一部の工事は、現地サブコントラクターへの下請けも可能であるが、推進工事、不断水工事等に関しては、日本人の特殊工や熟練した技能工が必要である。また、送･配水管布設工事は、重要施設、建物が近接する幹線道路内での作業となるため、厳重な安全管理が要求される。

このため、総合的な品質、工程、安全管理及び海外での類似業務経験を豊富に有する請負業者を選定する必要がある。当該プロジェクトの施設規模、内容から必要とされる請負業者の常駐・スポット施工監督者は以下のように想定される。

表 3-30　請負業者の施工管理体制

職　種	適　用
所長	ヨルダン国のバルカ県における大規模なプロジェクトの現地責任者として関係省庁、工事関係会社との協議や契約などの渉外業務の他に施工管理、労務管理、安全管理の取りまとめ役として多岐におよぶ工種の連絡調整や現場全体の管理業務を統括する。
事務管理者	資機材の輸出入通関業務、事務所や宿舎などを含めた全体的な労務管理および現場の経理業務を担当する。
主任土木技術者（配管） アインアルバシャ	試掘及び配管工事全般を担当する。配管工事全体の品質、工程、安全管理を担当する。加えて、アインアルバシャ現場の管路敷設を担当する。配水管は市街地内であることからも都市土木や管工事の経験を充分にもった技術者の派遣が必要である。配水管の現場で複数箇所が同時進行になるため全ての作業箇所を同時に管理することが必要となる。
土木技術者（配管） ディルアラ	ディルアラ地区の配管工事を担当する。配水管は市街地内であることからも都市土木や管工事の経験を充分にもった技術者の派遣が必要である。配管工事の現場で複数箇所が同時進行になるため全ての作業箇所を同時に管理することが必要となる。
土木技術者（配水池） アインアルバシャ	アインアルバシャ地区の 2 ヵ所の配水池工事を担当する。工事地区が多岐に渡ることから、所長を補佐して施工管理を行う。また、当工事でも特に品質が重要な構造物である配水池と付帯する施設の工事を担当する。
土木技術者（配水池、ポンプ場） ディルアラ	ディルアラ地区の配水池工事とポンプ場工事を担当する。工事地区が多岐に渡ることから、所長を補佐して施工管理を行う。また、当工事でも特に品質が重要な構造物であるポンプ場、配水池と付帯する施設の工事を担当する。

また、請負業者は、現地の技術者を雇用し、上記日本人技術者とともに現地技術者を活用して施工管理を実施することも可能である。

3-2-4-5　品質管理計画

本プロジェクトは、市街地での配管敷設工事、高い水密性・耐久性が要求される配水池等、各工種に応じた品質管理が求められる。主要工種の品質管理のため実施する管理項目を表 3-31 に示す。

表 3-31　品質管理計画

工種	管理項目	方法	基準
管材	強度・寸法 ライニング・塗装	工場検査 目視	日本国基準
配管敷設工	接合精度 漏水	すきまゲージ測定 水圧試験	日本国基準
舗装	路盤	CBR 試験	日本国基準
基礎工	地耐力	平板載荷試験	日本国基準
コンクリート工	コンクリート品質	練り混ぜ試験 圧縮強度試験 空気量試験 骨材試験	日本国基準
鉄筋	強度 配筋	引張試験、曲げ試験 配筋試験	日本国基準
防水工	塗料品質 塗膜厚 漏水	品質証明書 膜厚試験 水張り試験	日本国基準
機械設備工	据付精度 機能	据付位置測定 実負荷運転試験	日本国基準
電気設備工	据付精度 機能	絶縁抵抗測定 シーケンス連動試験	日本国基準

3-2-4-6　資機材等調達計画

(1) 資機材の調達先

1)　労務

ヨルダン国の建設工事に携わる建設技術者、一般的な技能労働者（大工、左官工等）および普通労働者は現地で調達する。

2)　資機材

セメント、鉄筋等の一般建設資材は現地で調達が可能である。生コンはアンマン市の生コンプラントからレディーミックスコンクリートの供給が可能である。ダクタイル鋳鉄管および弁類は、ヨルダン国で製造されていないため、日本あるいは第 3 国調達とする。ポンプ設備機器及び電磁流量計なども現地調達が困難であるため、日本国あるいは第 3 国からの調達とする。

3)　建設機械

ヨルダン国では、建設機械関連のリース会社は存在しないが、大型ブレーカ、バックホウ、ブルドーザ、ダンプトラックおよびトラッククレーン等の一般建設機械は、現地建設業者からのリースが可能である。リース料金、輸送費および供用日数等を考慮して経済性に優れた建設機械の調達先を計画する。

上記現地状況を考慮し、本プロジェクトで使用する主要資機材の調達区分を下表に示す。

表 3-32　主要資機材の調達計画

資機材名	ヨルダン国	日本国	第三国	備考
資機材名				
セメント	○			
骨材	○			
鉄筋	○			
型枠材料		○		
足場工材料		○		
支保工材料		○		
配水池用梯子・蓋類（FRP）		○		
内面防食材		○		
外壁塗装材	○			
ダクタイル管		○	○	
弁類		○	○	
路盤材	○			
アスファルト材	○			
機械設備（ポンプ）		○		
電気設備（受電、制御設備）	○	○	○	
計装設備（流量計、水位計）		○	○	
建設機械				
バックホウ（0.28 m^3, 0.45 m^3, 0.8m^3, 1.4m^3）	○			
大型ブレーカ（1300kg）	○			
トラッククレーン（16t）	○			
クレーン装置付トラック（4t 積/2.9t 吊）	○			
ダンプトラック（10t）	○			
グレーダ（3.1m）	○			
マカダムローラ（10～12t）	○			
タイヤローラ（8～20t）	○			
アスファルトフィニッシャー（1.4～3.0m）	○			
コンクリートポンプ車（90～110m^3/h）	○			
振動ローラ（0.8～1.1t, 3～4t）	○			
タンパ（60～80kg）	○			
路面切削機（0.5m）	○			
推進機（推進工事用）		○	○	
穿孔機（不断水工事用）		○	○	

(2) 輸送計画

日本および第 3 国からの資機材輸送は、長期間の海上輸送、港での荷揚げ、計画地域までの陸上輸送を考慮し、輸送中の品質劣化が懸念される機械・電気部品はケース梱包、直管や大型資機材についてはバンドルまたはベア梱包とする。ヨルダン国における荷揚げ港は、アカバ港のみである。従って、輸入資機材は、アカバ港で陸揚げし、計画地域まで輸送する。

3-2-4-7　初期操作指導・運用指導計画

施工業者は以下の施設・設備の運転・維持管理マニュアルを作成し、初期操作指導および運用指導を行なう計画である。

- ポンプ場（2 週間）

- 減圧弁、流量計
- 配水池への流入水量測定

ただし、次項に記述するように、施工業者による基本的な操作説明・指導に加え、水道システム全体の配水管理に関しては、コンサルタントがソフトコンポーネントにより研修を行う。

3-2-4-8　ソフトコンポーネント計画

本プロジェクトによりアインアルバシャとディルアラの送配水施設および配水区が整備され、送配水システムが改善される。しかし、送配水データの管理と活用、適切な配水管網の維持管理が持続的に実施されなければ、本プロジェクトの効果は最大限に発揮されない。

一方、実際に送配水システムを運用・管理するアインアルバシャとディルアラ地区事務所職員の知識、技術水準はこれらの活動を適切に実施するためには不十分であり、また、両事務所を監督する立場の WAJ バルカ事務所職員も両地域事務所を指導する能力は充分とはいえない。このような状況から、実際の配水管理を担当する両地域事務所に加え、WAJ バルカ地域事務所の職員も含めて本ソフトコンポーネントにより技術支援を行い、送配水管理に係る能力を強化する。

また、本ソフトコンポーネントはヨルダン国で実施された JICA 技術協力プロジェクト「無収水対策能力向上プロジェクト」(2005 年～2008 年) および「無収水対策能力向上プロジェクトフェーズ 2」(2009 年～2011 年) の成果を活用する計画である。技術協力プロジェクトは WAJ の無収水対策に係る組織体制整備および能力向上（漏水探査、水道メータ設置、配水ネットワークの管理等）を支援した。

本ソフトコンポーネントを通して、配水モニタリングの適切な運用、配水データの収集・管理・分析法、配水データをもとにした送配水管理及び無収水量の算定に係わる技術移転を行うことで、両地域事務所および WAJ バルカ支所職員（以下、「研修生」と呼ぶ）の配水管理能力を向上することとする。

(1) ソフトコンポーネントの目標

本プロジェクトで構築された新送配水システムにおいて、アインアルバシャおよびディルアラ地域事務所職員、WAJ バルカ支所職員の配水管理に係る能力が向上する。

(2) ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントの主たる活動及び成果を以下に示す。

【成果 1】(配水データ管理能力の向上)

研修生は、バルクメータの流量データを継続的に収集・分析する能力が身につき、配水区および DMA の配水量を把握することによって、公平な水配分へのアプローチが可能となる。

【成果 2】(無収水量算定能力の向上)

研修生は、バルクメータによる配水データと徴収水量（検針水量）から無収水量を算定し、無収水量削減のためにデータを活用することが可能となる。

【成果 3】(給水圧管理能力の向上)

研修生は、減圧弁の制御を通して給水圧を適正な範囲に制御することが可能となる。

(3) 成果達成度の確認方法

表 3-33　ソフトコンポーネント成果の確認方法

分野	達成度の確認項目
配水データ管理能力	➢ モニタリングの重要性を認識しているか。 ➢ バルクメータの維持管理を習得しているか。 ➢ バルクメータからのデータ収集、集計、分析、図表化できるか。 ➢ 分析結果から問題点を抽出し適正な配水コントロールへのアプローチを提示できるか。
無収水量の算定能力	➢ 無収水量の概念を認識しているか。、 ➢ 配水データ、徴収水量（検針水量）の比較により無収水量を算定できるか。 ➢ 無収水量の評価方法を理解しているか。 ➢ 無収水削減のための対策案を提示できるか。
給水圧管理能力	➢ 適正な配水圧範囲を認識しているか。 ➢ 減圧弁の原理を理解しているか。 ➢ 減圧弁の維持管理と減圧幅の調整法を習得しているか。

(4) ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

日本国側：　　日本人の配水管理技術者（1 人)、49 人日

ヨルダン国側：　WAJ 職員（のべ 52 人)、128 人日

ソフトコンポ-ネントの研修生は、WAJ バルカ支所から 1 名、2 つの地区事務所から 2 名ずつ、計 5 名を対象とする。WAJ バルカ支所の職員はリーダーとして研修生をとりまとめ、地区事務所の研修者は、現場において実際の実務を担当している職員を選定する。研修後の総合セミナーでは、研修生の他に各地区事務所からさらに 2 名ずつ参加者を加える。ソフトコンポーネントの 5 名の研修生はプロジェクト完了後の施設の運用・維持管理に責任者として担っていくものとする。

(5) ソフトコンポーネントの実施工程

表 3-34　実施計画

活動	国内	現地 第１ヶ月目	現地 第２ヶ月目	現地 第３ヶ月目
1. 研修準備				
1) 国内準備	▬			
2) 実施準備・導入技術説明会		▬		
2. 研修				
1) 配水データ管理		▬		▬
2) 無収水量の算定				▬
3) 給水圧管理		▬		▬
3. 総合報告				
1) 総合セミナー				▬
2) 報告書作成・マニュアル整備				▬

(6) ソフトコンポーネントの成果品

表 3-35　ソフトコンポーネントの成果品

報告書・成果品	内容	時期
技術移転計画書（英文）	ソフトコンポーネントの内容、達成目標、詳細スケジュール、実施方法等	開始時
完了報告書(英文)(和文要約)	技術移転内容、能力向上結果、研修評価、技術移転マニュアル、写真を含む総合報告書	完了時
配水データ	入力済み配水データ	完了時
マニュアル類	配水データ入力・管理マニュアル	完了時
その他	指導記録、出力物、研修テキスト	完了時

(7) ソフトコンポーネントの概算事業費

ソフトコンポーネントの概算事業費は 7.06 百万円である。

3-2-4-9　実施工程

現時点で想定される実施工程を下図に示す。

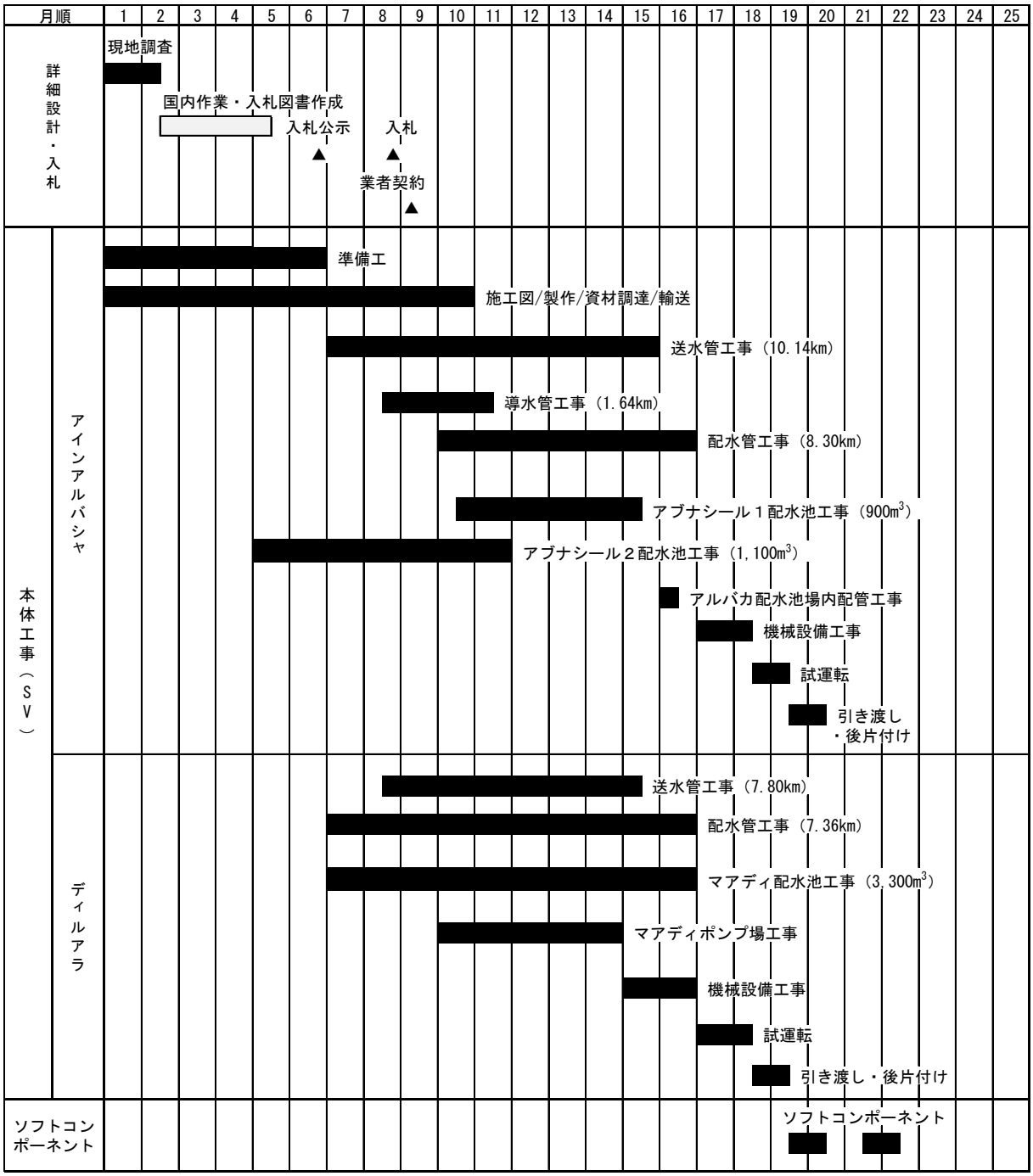

月順
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
詳細設計・入札
現地調査
国内作業・入札図書作成
入札公示
入札
業者契約
本体工事（SV）
アインアルバシャ
準備工
施工図/製作/資材調達/輸送
送水管工事（10.14km）
導水管工事（1.64km）
配水管工事（8.30km）
アブナシール１配水池工事（900m3）
アブナシール２配水池工事（1,100m3）
アルバカ配水池場内配管工事
機械設備工事
試運転
引き渡し
・後片付け
ディルアラ
送水管工事（7.80km）
配水管工事（7.36km）
マアディ配水池工事（3,300m3）
マアディポンプ場工事
機械設備工事
試運転
引き渡し・後片付け
ソフトコンポーネント
ソフトコンポーネント

図 3-22　実施工程表

3-3　相手国分担事業の概要

本プロジェクトは、我が国が協力する部分とヨルダン国側が自助努力で実施する部分で構成される。ヨルダン国側が自助努力で実施する相手国負担事業の概要は以下の通りである。

表 3-36　相手国負担事業の概要

施工/調達・据付区分
1.　配水池建設工事
(1) 日本側が建設を開始する前に建設用地の取得
(2) 計画施設用の必要容量の一次電源の供給（必要な手続きと引込み工事等）
(3) 敷地への進入道路の用地取得及びアスファルト工事
(4) 配水池敷地内の道路舗装、照明、植栽、フェンス、門扉等の整備
(5) 試験・洗浄用の水及び塩素剤の提供
2. ポンプ場建設工事（Ma'adi）
(1) ポンプ場用地の提供
(2) 建設施設用の必要容量の一次電源の供給（必要容量の受変電設備新設工事あるいは既存設備の更新）
3. 送・配水管敷設工事
(1) 試験・洗浄用水、塩素剤の提供
(2) 道路内工事の交通規制のための手続き、許認可の手続き、協議への協力
(3) 既存管との接合時の協力（断水作業・工事の立会い、断水の連絡など）
4. ソフトコンポーネント
(1) ソフトコンポーネント実施のための機材及び研修場所の確保
5. 共通事項
(1) 資材置き場及び仮設用地の無償提供
(2) 残土処分地の確保
6. その他一般事項
(1) 本プロジェクト（詳細設計と本体工事）実施に必要な許認可取得
(2) 周辺住民の協力取得と交通規制についての必要な対策と処置
(3) 日本側コンサルタント・請負業者への支払いに必要な銀行取極め（B/A）及び支払授権書（A/P）に伴う手数料の支払い
(4) ヨルダン国へ輸入する資機材のヨルダン国港における迅速な荷下しに必要な措置と通関作業の実施
(5) 本プロジェクトに必要な資機材調達及び役務に関連し、業務遂行のためにヨルダン国への入国及び滞在する日本人への便宜供与
(6) 本プロジェクトに必要な資機材調達及び役務に対して、日本国法人及び日本人へのヨルダン国で課せられる関税・国内税等の免税及び免税措置の実施
(7) 無償資金協力で建設／調達された施設／機材の適切な使用・維持管理
(8) 無償資金協力に含まれていない費用で、本プロジェクトの実施に必要な全ての費用の負担

3-4　プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 運営・維持管理計画基本方針

本プロジェクト施設の運営・維持管理に関する基本方針を以下のとおりとする。

a) 本プロジェクトにより新施設が追加、既存ポンプ場が削減されるが、本事業により構築された水道システムは既存の複雑な送配水システムに比べ容易に維持管理可能である。従って、増員せず現在の支所要員数内で対応する
b) 建設された水道施設を有効に活用するために必要な配水管理技術者は、本事業のソフトコンポーネントで養成する
c) 本プロジェクトで設置される配水モニタリング設備を活用して効率的な配水管理を計画・実施する配水管理責任者の設置を提案する

3-4-2 配水管理責任者の役割

配水管理責任者は、維持管理部門、各技術部門からデータを入手、電子化、それを用いて分析を行い、配水計画を策定する。集計されたデータや策定された計画は、各部門の運転・維持管理に活用する。本配水管理責任者の養成は、ソフトコンポーネントで支援する。以下に業務内容を示す。

- 関連する部署から配水に関するデータの収集・管理
- 配水モニタリングデータの収集とデータ解釈及び水運用改善案の作成
- 送配水の効率化のための調査と各種検討資料の作成
- 年間送配水計画の策定
- 制限給水計画の策定
- 作成した計画と報告書の他部署との共有

3-4-3 運営・維持管理体制

(1) 運営・維持管理体制

本プロジェクトは、既存送配水システムの再構築が主体である。再構築により、給水制限のためのバルブ操作回数や運転するポンプ場の数が減少するため、操作員の労力が減少する。従って、維持管理要員の増員は必要ないと判断する。また、給水圧の最適化により漏水事故が減少することが想定され、職員に予防的な漏水管理を実践する時間的余裕が出てくることが想定される。

既存 Ma'adi ポンプ場は、WAJ ディルアラ地区事務所内で交代制により常駐管理により運転・維持管理が行われている。既存のポンプ場は使用しなくなることから同じ体制により新設の Ma'adi ポンプ場の運転・維持管理を行う。

既存配水池は巡回監視で維持管理されている。3 箇所の配水池の維持管理は既存配水池と共に巡回監視により維持管理を行う。

ソフトコンポーネントをとおして既存職員に対する配水管理の技術移転を行う。配水モニタリングシステムの活用は技術移転を受けた配水管理責任者が行う。

(2) 主要な維持管理施設及び監視項目

本プロジェクトに関係する主要な既存及び新設施設及びそれらの監視体制と管理項目を以下に示す。これらの管理項目は、既に WAJ 職員が日常的に実施している内容であり、完成施設の維持管理は十分実施可能である。

表 3-37　主要な施設及び管理・制御設備

施設・設備項目	施設名		モニタリング・管理体制	モニタリング・管理項目
配水池	既設	Safout（アインアルバシャ）	常駐管理	流量計、水位計、弁の開閉による配水管理
		Al Baqa'a（アインアルバシャ）	常駐管理	
		Rajeb（ディルアラ）	常駐管理	
	新設	Abu Nashir 1（アインアルバシャ）	巡回監視	流量計、水位計、弁の開閉による配水管理
		Abu nashir 2（アインアルバシャ）	巡回監視	
		Ma'adi（ディルアラ）	巡回監視	
ポンプ場	新設	Ma'adi（ディルアラ）	常駐管理	流量計、圧力計、ポンプ運転
減圧弁	新設	5 箇所（アインアルバシャ） 6 箇所（ディルアラ）	定期点検	圧力計
配水モニタリングシステム	新設	7 箇所（アインアルバシャ） 11 箇所（ディルアラ）	定期点検	流量計

(3) 定期点検項目

本プロジェクトで建設する施設であるポンプ場、配水池、送配水管路の定期点検項目および点検時期を下に示す。

表 3-38　ポンプ設備の標準的な点検項目

設備	点検周期	点検項目
ポンプ	毎日点検（運転中）	・ 運転日誌の記録 ① 送水量の記録 ② 各部目視点検 ③ 異常音の有無 ④ 軸温度上昇の有無 ⑤ 水漏れ点検 ⑥ 吸入及び吐き出し側の圧力の記録
	1 ヶ月点検	・ 軸受部の点検
	3 ヶ月点検	・ 軸受油の取替え、及び軸受グリースの補充 ・ 軸心精度の測定 ・ 振動・騒音の測定
	6 ヶ月点検	・ 軸受グリース、グランドパッキンの取替え
	1 年点検	・ 分解点検 ・ 付属品・補機の点検
モーター	毎日点検（運転中）	・ 運転日誌の記録 ① 電流値の測定 ② 各部目視点検 ③ 異常音の有無 ④ 軸温度上昇の有無
	6 ヶ月点検	・ 軸受グリースの補充 ・ 振動・騒音及び軸温度の測定
	1 年点検	・ 軸受の点検 ・ 絶縁抵抗値の測定

表 3-39　配水池の定期点検項目

点検項目	点検周期	
	毎月	1 年
①　漏水の有無とその状況		○
②　地盤の不等沈下等による損傷の有無		○

表 3-40　送配管路の定期点検項目

点検項目	点検周期	
	毎月	1 年
①　漏水の有無とその状況（必要に応じて）		○
②　地表面の沈下の有無とその状況（必要に応じて）	○	
③　弁・栓・蓋類の状況	○	
④　損傷の有無とその状況（必要に応じて）	○	
⑤　非常用資機材の有無の確認		○
⑥　どろ吐き弁機能の確認	○	
⑦　マンホール蓋の状況	○	
⑧　マンホール内部の状況		○
⑨　水管橋の塗装の損傷の状況（必要に応じて）		○

表 3-41　流量計と減圧弁の管理項目

設備	点検内容
①　流量計	定期的な点検・整備により機器の精度を測定し校正する必要がある。
②　減圧弁	減圧弁データ（設定圧力、製造者、設置年、定期点検日）の管理。キャビテーション被害の有無の概観観察による定期点検（半年に一度)。ストレーナの除砂及び除異物等の定期点検。

(4) 減圧弁の維持管理

漏水量の削減をはかるために、減圧弁は適正な給水圧にコントロールするための特殊バルブである。減圧弁が常に適正な状態で機能するためには、減圧値の調整と定期的な点検およびスペアパーツの確保が重要である。減圧弁に必要な維持管理は以下のとおりである。本プロジェクトではコントラクタによる初期操作指導、ソフトコンポーネントを通し技術移管を行う予定である。

1)　圧力値の調整

長期に使用している間に、当初設定した減圧値からずれてくることがあるため、定期点検時に減圧弁に取り付けられた水圧計の値を確認する。減圧値の調整が必要な場合は、取扱説明書をもとにパロット弁（ニードル弁）を調整して当初の設定値に戻すものとする。

2)　維持管理

a)　定期点検

減圧弁はバルブ本体とパイロット弁から構成される。パイロット弁は 1 次側と 2 次側の水圧を伝えるパイロット管から差圧を検出し、バルブ本体のダイヤフラムを作動させて弁体を絞る。パイロット管は細いチューブのため、管のつまりを防ぐフィルターを設けているが、既存の減圧弁はこのフィルターの清掃を怠っていることが多く、作動していない減圧弁があると報告されている。定期点検とメンテナンスの内容を以下に示す。なお、定期点検時は減圧弁側の制水弁を閉めバイパス管から送水する。

定期点検

項　目	点検項目
目視	水漏れ、作動不良、異常音の確認
減圧値	水圧計による値の確認
パイロット管フィルター	パイロット管フィルターの清掃
主管ストレーナー	主管ストレーナーの清掃

定期点検は 3 ヶ月に 1 度程度行うものとするが、年に 1 度はバルブ本体を分解して、ダイヤフラム等の状況を確認にする。また、定期点検時の目視より、水漏れ、作動不良、異常音が観測された場合は、弁体シール、0 リング等の交換、あるいはダイヤフラムの状況を確認するため、バルブ本体の分解を行う。

b)　スペアパーツの確保

弁シール、0 リング、ダイヤフラム、フィルターが減圧弁の消耗品であり、スペアパーツとして確保しておくとともに、スペアパーツの調達先を把握しておくことが必要である。減圧弁は製造メーカと型式は同じになると考えられため、共通のスペアパーツとして適用する。とくに、ダイヤフラムは伸縮動作を繰り返すゴム製品のため劣化が早く、3 年から 5 年で交換が必要と言われており、交換を見込んだスペアパーツの確保が重要である。

3-5　プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

(1) 日本側負担経費

協力対象事業の概略事業費の日本側負担経費を以下に示す。なお、本概略事業費が必ずしも交換公文上の供与限度額を示すものではない。

総概略事業費　約 2,195 百万円

配水池（3,300m^3, 1,100m^3, 900m^3）3 ヶ所の新設、1 ヶ所のポンプ場の建設、送配水管約 35km

費目				概略事業費（百万円）	
施設	アインアルバシャ	配水池	・アブナシール 1 配水池新設 ・アブナシール 2 配水池新設 ・アルバカ配水池送水管接続	118	947
		送配水管	・送配水管布設	829	
	ディルアラ	配水池	・マアディ配水池新設	159	1,087
		ポンプ場	・マアディポンプ場新設	126	
		送配水管	・送配水管布設	802	
	合計			2,034	
実施設計・施工監理				161	

(2) ヨルダン国側負担経費

本プロジェクトの実施にあたって、ヨルダン国が負担すべき事項は次表の通りである。

表 3-42　ヨルダン国側の負担経費総括表

工事	直接工事金額（1,000JD）	備考
1. 配水池建設工事（3 池）		
(1) 建設用地の取得	-	Ma'adi、Abu Nussair 2 配水池用地は公有地、Abu Nussair 1 配水池用地は民有地
(2) 建設施設用の計器・照明用電源の引き込み	-	電力会社実施
(3) 敷地への進入道路の用地取得及び工事（Ma'adi 配水池）	106.4	アスファルト舗装。用地取得費用は含まず。
(4) 敷地内の道路舗装、照明、植栽、フェンス、門扉等の整備	104.3	
(5) 試験・洗浄用水、塩素剤の提供	11.7	
2. ポンプ場建設工事（Ma'adi ポンプ場）		
(1) ポンプ場用地の提供と敷地の造成工事・整地	-	ポンプ場用地は公有地
(2) 建設施設用の必要容量の一次電源の引き込み	-	WAJ 支所機材で実施
3. 送配水管敷設工事		
(1) 試験・洗浄用水及び塩素剤の提供	4.6	
4. その他		
(1) 仮設用地の提供	-	
(2) 土捨て場の提供	-	
(3) ソフトコンポーネント実施時の研修場所の提供と研修生の配置	-	
5. 銀行取極め（B/A）及び支払授権書（A/P）に伴う手数料	5.0	
合計	232.0	32.5 百万円

(3) 積算条件

① 積算時点　　：平成 25 年 6 月
② 為替交換レート　：1US$ = 98.92 円、1JD=140.17 円
③ 工調達期間　　：詳細設計、工事の期間は施工工程に示したとおりである。
④ その他　　:積算は日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行なうこととする。

3-5-2 運営・維持管理費

WAJ バルカ県支所の損益計算書を収集した。下表に示すように、バルカ県支所の支出に対する収入の比率は 59%（2011 年度）であり、不足分は補助金から補填されている。支出の中で、人件費、電気代、水購入費が全体の 77%をしめる。車輌費など他の項目の比率は 23%であり、プロジェクト実施後もこれらの支出額に大きな変化はないものと考えられるため、プロジェクト実施による運営・維持管理費は、主要な支出である人件費、電気代、水購入費を精査することにより評価が可能と考える。また、無収水率の低減を想定した場合の収入の増加を検討する。

表 3-43　WAJ バルカ県支所の損益計算書

（単位：JD）

項目		2011 年度	比率
収入			
	営業収入	7,217,944	
	営業外収入	807,680	
	合計	8,025,624	
支出			
	給与・賃金	3,550,057	26%
	電気代	2,359,279	17%
	水購入費	4,554,001	34%
	車輌費	576,390	4%
	管路維持管理費	913,315	7%
	PSP（民間委託）費	1,075,080	8%
	汚泥運搬費	251,718	2%
	その他費	235,275	2%
	合計	13,515,115	100%
収支		▲5,489,491	
回収率		59%	

出典：WAJ バルカ県支所

(1) 給与・賃金

前述の通り、プロジェクト実施後も両地区事務所の施設の運転・維持管理にかかわる職員数に変更はなく、バルカ県支所の職員数は基本的に変わらない。従って、プロジェクト実施後に給与・

賃金支出増になることはないと判断する。

(2) 電気代

2012 年の WAJ バルカ支所の電気代金は 2,359,579JD/年であった。電力単価 0.066JD/kWh を基に、年間電力消費量を 35,751,157 kWh と推定した。アインアルバシャとディルアラの電力代金は、全バルカの 15.6%を占める。

本プロジェクトの実施により、既存の 6 ポンプ場が不要となり、1 ポンプ場が新たに建設される。これにより、プロジェクト実施により電力量及び電力コストが削減される。表 3-44 に示す通り、プロジェクト実施後の目標年次（2020 年）には、プロジェクトの有無での消費電力の削減量及び削減コストはそれぞれ 2,809,824kWh/年及び 185,447JD/年である。また、2012 年からの電力コストの削減量は年間 JD78,429 となる。電力量及び CO2 削減効果の検討を資料 6.7 に示す。

表 3-44　電力量と電気代の削減

地区名	種別	現状（2012 年）		目標年（2020 年）	
		電力消費量 (kWh/年)	電気代 (JOD/年)	電力消費量 (kWh/年)	電気代 (JOD/年)
アインアルバシャ	プロジェクト無	3,349,008	221,035	4,571,078	301,691
	プロジェクト有			2,376,961	156,879
	差分			2,194,117	144,812
ディルアラ	プロジェクト無	2,244,240	148,120	2,643,669	174,482
	プロジェクト有			2,027,962	133,847
	差分			615,707	40,635
合計	プロジェクト無	5,593,248	369,155	7,214,747	476,173
	プロジェクト有			4,404,923	290,726
	差分			2,809,824	185,447
バルカ全体	-	35,751,157	2,359,279	-	-

注: 現状の「プロジェクト有」の値は実績値。電力料金 1kWh=0.066JOD、ポンプ効率 x モーター効率＝0.65
差分が削減電力量及び電力コストを示す

(3) 水購入費

バルカ県の水道水源は WAJ 所有の水源と外部からの購入水からなる。外部からの水購入費は 4,554,001JD であり、全支出の 34%をしめて水源カテゴリーの中で最も大きい。

本プロジェクトは水需要の増加分はすべて外部からの購入水によって賄う計画である。対象地域の 2012 年の水源量実績と 2020 年の計画値を次表に示す。2020 年には、2.63MCM を外部から購入する必要がある。

表 3-45　バルカ県給水量

（単位:MCM/年）

地区	現状（2012 年）			目標年（2020 年）			増加量		
	WAJ 水源	外部からの購入水	計	WAJ 水源	外部からの購入水	計	WAJ 水源	外部からの購入水	計
アインアルバシャ	2.28	5.03	7.31	2.28	7.78	10.06	0	2.75	2.75
ディルアラ	1.32	2.13	3.45	1.32	2.01	3.33	0	-0.12	-0.12
小計	3.6	7.16	10.76	3.6	9.79	13.39	0	2.63	2.63
バルカ県	13.69	16.03	29.72						

現在の購入水単価は 0.284JD/m^3（=4,554,001JD÷16.03MCM）である。プロジェクト実施による水購入費の増加を次表とおり算定した。本プロジェクトにより、水購入費は現状より 478,029JD/年増加する。

表 3-46　プロジェクト実施による水購入費の推算

項目	単位	現状（2012 年）		目標年（2020 年）		現状からの差	
		アインアルバシャとディルアラ	対象地域	アインアルバシャとディルアラ	対象地域	アインアルバシャとディルアラ	対象地域
購入水単価	JD/m^3	0.284		0.284			
購入水量	MCM/年	7.16		9.79			
水購入費	JD/年	2,033,440	1,301,402	2,780,360	1,779,430	746,920	478,029

注：対象地域の購入水費用は対象地域の給水量比率（64%）を用いて推算

(4) 営業収入

現在の給水単価はバルカ県支所の収益計算書から、0.243JD/m^3（営業収入÷給水量=7,217,944JD÷29.72MCM）と概算される。

本計画では、無収水率を 60%から 2020 年に 40%に低減することを想定している。これにより、給水単価は、目標年次には、0.3645JD/m^3（0.243JD/m^3÷0.4*0.6）に増加することが想定される。従って、2020 年に無収水率が 40%に低減すると想定すると営業収入は 1,450,224JD/年の増加となる。

表 3-47　無収水率削減による営業収入増の推算

項目	単位	現状（2012 年）		目標年（2020 年）		現状からの差	
		アインアルバシャとディルアラ	対象地域	アインアルバシャとディルアラ	対象地域	アインアルバシャとディルアラ	対象地域
無収水率	%	60		40		20	
給水単価	JD/m^3	0.243		0.3645			
全給水量（全域）	MCM/年	10.76		13.39			
営業収入	JD/年	2,614,680	1,673,395	4,880,655	3,123,619	2,265,975	1,450,224

注：対象地域の購入水費用は対象地域の給水量比率（64%）を用いて推算

(5) まとめ

上で推定した収入と支出の増減を以下にまとめる。本プロジェクトの実施、及び無収率の低減を想定した場合、収益（収入増 - 支出増減の差）増は 1,0044,812JD/年となる。従って、このケースでは、本プロジェクトは WAJ の財務状況の改善に寄与する。

表 3-48　プロジェクト実施による WAJ バルカ支所の収支増減（無収水率の改善したケース）

項目	現状（2012 年）	目標年(2020 年)	現状からの差額
営業収入	1,673,395	3,123,619	1,450,224
電気代	369,155	290,726	-78,429
水購入費	1,301,402	1,779,430	478,029
差（収益増）	2,839	1,053,463	1,050,624

仮定：2020 年の無収水率が現在の 60%から 40%に低減する。

なお、無収水率が現状のままのケースでは、次表に示す通り、収益増は 9,418JD/年となる。このケースにおいても収益の増加に貢献する。

表 3-49　プロジェクト実施による WAJ バルカ支所の収支増減(無収水率が現状のままのケース)

項目	現状（2012 年）	目標年（2020 年）	現状からの差額
営業収入	1,673,395	2,082,413	409,018
電気代	369,155	290,726	-78,429
購入水費	1,301,402	1,779,430	478,029
差（収入増）	2,839	12,256	9,418

仮定：2020 年の収水率が現在の 60%から変わらない。

第4章　プロジェクトの評価

4-1　協力対象事業実施に当たっての前提条件

(1) 計画施設用地の取得

プロジェクトの実施が決まり次第、ヨルダン国側は 3 カ所の配水池と 1 カ所のポンプ場の用地を早急に取得する必要がある。Ma'adi 配水池用地は公用地であるため大きな支障はないと考えられるが、Abu Nussair 1 及び Abu Nussair 2 配水池用地は民有地のため用地取得にはとくに注意が必要である。用地取得は、ヨルダン国の法令に従い入札開始 3 か月前までに完了する必要がある。

(2) 相手側負担工事実施のための予算処置

ヨルダン国側が実施する工事が実施されることにより、本プロジェクトの効果が 100%発現されることとなる。従って、日本側の工事と平行して「ヨ」国側負担工事を実施するために、ヨルダン側は、必要な予算処置を確実に行なう必要がある。

(3) 免税処置

プロジェクト活動に関連して課される付加価値税（VAT)、関税、および他のいかなる税や財政課徴金などの免除は、ヨルダン側が保証する。WAJ は非課税のために必要な手続きを取るが、もし、免税が確保されない場合には、税金のコストは WAJ が負担する必要がある。

(4) バルカ県への送水量の確保

プロジェクトの前提条件として、年間 4 MCM の追加の送水量を、プロジェクトの完了年である 2017 年にバルカ県に追加配分する必要がある。Miyahuna 社が所有する既存逆浸透膜（RO）施設から年間 1.09 MCM の水をディルアラ地区に確保する必要がある。また、Zai 浄水場からの残圧を利用してアインアルバシャ地区の既存新設を含む配水池に送水するため、Zai 浄水場-Dabouq 配水池間の送水管から、合計年間 7.7MCM の送水をアインアルバシャに行う必要がある。

4-2　プロジェクト全体計画達成のために必要な相手側投入（負担）事項

(1) 相手国負担工事の確実な実施

相手国負担工事である、アクセス道路の舗装、1 次電源の引き込み、場内の舗装道路、植栽、フェンスは、WAJ の脆弱な財務基盤を考慮に入れても、充分に対応可能な工事と考えられるが、プロジェクトが問題なく完了するためには相手国の負担工事が確実に実施されることが必要である。

相手国の予算措置や本プロジェクトの工程に照らして先方負担部分についてのスケジューリングの作成、調達などのプロセスの確認とモニタリングを行う必要がある。

(2) ソフトコンポーネントによる運営維持管理能力の向上

プロジェクトによって建設された施設を継続的に運営・維持管理していくためには、各地区事務所の施設の運用能力の向上が重要であり、そのためにソフトコンポーネントを実施する。ソフトコンポーネントの成果の確実な発現のため、研修員の人選には特に留意するものとし、ソフトコンポーネントの重要性に対する組織の理解が必要である。

4-3　外部条件

(3) ヨルダン国内の政治・治安情勢が大きく悪化しない

周辺国の騒乱やそれによる周辺国からの難民、特にシリア難民の急増等、治安の不安定化要素がある。プロジェクトを完了するためには、ヨルダン国内の治安情勢が極度に悪化しないことが必要である。

更に、近年は「アラブの春」に見らるるように、アラブ諸国で民衆の民主化の要求過程で騒乱が発生している。これらに関してヨルダンの国内の政治情勢が極度に悪化しないことが必要である。

(4) バルカ県への送水が継続して行われる

バルカ県の水道水源は、大きく Miyahuna 社からの送水に依存している。更に、追加分の送水量は、Disi プロジェクト実施によって発生する余剰水から賄われる計画である。これら外部からの送水がバルカ県に継続的に行われる必要がある。

(5) 渇水による水源量の減少

降雨量が少なく渇水になった場合には、対象地域への送水量が減少する可能性がある。

4-4　プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

(1) 裨益対象及び人口

本プロジェクトの実施により、開発が遅れているバルカ県の対象地域の住民約 167,000 人(2020 年) に対し給水サービスが改善する。また、Baqa'a 地区のパレスチナ難民キャンプの住民にも裨益する。更に、バルカ県内には、難民キャンプを中心に多くのシリア難民が流入してきており、これら難民も裨益を受けるととなる。

(2) プロジェクトの目標と BHN

対象地域の給水時間は、週 1～3 日であり、一人一日平均有収水量もアインアルバシャで約 51L、ディルアラで 71L と少ない量であることから、住民生活は不便を強いられている。本プロジェクトの実施により、給水圧が適正化し、漏水率が減少することにより、使用水量が増加する、あるいは、将来増加する人口に対して同じ水源量でより多くの人口に給水可能となる。更に、給水時間の増加が可能となる。このように、生活に必要な最低限のレベルまで給水サービスを引き上げることが可能となる本プロジェクトは、ベーシック・ヒューマン・ニーズ (BHN) の充足に貢献す

るものである。

(3) 住民の生活改善及び民生の安定

本プロジェクトの実施により、給水サービスが改善し、給水に要する労力や待ち時間が少なくなる、水売りから高価な水を購入する頻度も減少する等、住民の生活の改善に寄与する。また、対象地域には、難民キャンプが含まれており、難民の生活環境の改善及び民生の安定に寄与する。

(4) 財務状況の改善

本プロジェクトの実施により、漏水率の減少と給水量の増加、ポンプ運転の効率化、Zai 浄水場からの残圧を使用した送水、自然流下による配水が可能となる。これにより、収入の増加及び電力費の減少が見込まれ、WAJ バルカ支所の財務状況の改善に貢献する。

(5) 維持管理の容易な施設

配水区の設定、送配水幹線施設の再構築が実現することで、維持管理が容易にできる水道システムが整備される。これにより、維持管理に係る作業量及びそれに関わる費用が軽減されることが期待される。削減された作業量を予防的・計画的な無収水対策の実施に活用可能となる。

(6) 中長期開発計画の目標達成に資する

「ヨ」国の中長期計画である「国家水戦略」では、限りある水源を最大限に有効利用していく方針であり、本プロジェクトは、漏水及び無収水を削減することをとおして、中長期計画の目標達成に資する。

(7) 日本の技術の活用

本プロジェクトでは、日本の優れた製品である、ダクタイル鋳鉄管 (DCIP)、減圧弁、ポンプ等や、施工技術である不断水工法、非開削工法等が使用可能である。

(8) 環境・気候変動対策に資する

本プロジェクトの実施により、漏水の減少及び効率的なポンプ運転、残圧の活用により、消費電力量が削減され CO_2 削減効果が得られる。我が国は、地球温暖化を始めとする環境・気候変動問題の解決のためのプロジェクトへの支援を進めており、本プロジェクトは本援助方針に合致する。

4-4-2 有効性

(1) 定量的効果

本プロジェクトを実施することにより期待される効果は下表のとおりである。現況及び 2020 年におけるプロジェクトの有無により期待される効果を地域別に示す。

表 4-1　プロジェクトの定量的効果

指標名	単位	現状値（2012 年）		目標値（2020 年）	
		ディルアラ	アインアルバシャ	ディルアラ	アインアルバシャ
給水圧	MPa	0.01 - 3.0	0.01 - 2.0	0.1 - 0.7	0.1 - 0.7
配水量	m^3/日	8,900	20,000	9,100	27,200
電力消費量	kWh/m^3	0.688	0.458	0.611	0.239

注：

1)　給水圧：現状値は給水圧調査結果（資料 6.9）及び既存ポンプ揚程（図 3-10 及び図 3-16）を基に推定、目標値は P3-17 を参照

2)　配水量：現状値は表 2-18 から日平均給水量を算定、目標値は表 3-13、表 3-15 を参照

3)　電力消費量：現状値及び目標値は資料 6.7（電力量・CO_2削減効果の検討）を参照。

(2) 定性的効果

①　給水圧不足地域の削減、無収水の低減、水質の改善によって、水道サービスが改善され、住民の生活環境が改善される。

②　効率的な配水管理に係る能力が向上する。

4-4-3　結論

本プロジェクトは、広く住民の BHN の向上及び民生の安定に寄与し、シリア難民支援、当国水セクターの開発政策に合致しており、妥当性は高い。更に、効果として、給水時間の増加、適正な水圧による給水及び配水量の増加が見込まれている。以上の内容により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。