

ヨルダン・ハシェミット王国
ヨルダン水道庁(WAJ)

ヨルダン・ハシェミット王国
上水道エネルギー効率改善計画
準備調査報告書

平成 21 年 11 月
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 協和コンサルタンツ

環境
CR(1)
09-119

ヨルダン・ハシェミット王国
ヨルダン水道庁(WAJ)

**ヨルダン・ハシェミット王国
上水道エネルギー効率改善計画
準備調査報告書**

平成 21 年 11 月
(2009 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

株式会社 協和コンサルタンツ

序 文

独立行政法人国際協力機構は、ヨルダン・ハシェミット王国の上水道エネルギー効率改善計画にかかる協力準備調査を実施し、平成 21 年 4 月 4 日から 4 月 27 日まで(第 1 次現地調査)、平成 21 年 6 月 14 日から 7 月 17 日まで(第 2 次現地調査)の 2 回にわたり、調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ヨルダン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調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 21 年 10 月 11 日から 10 月 16 日まで実施された概略設計概要書案の現地説明を経て、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 21 年 11 月

独立行政法人 国際協力機構
地球環境部長 中川 聞夫

伝 達 状

今般、ヨルダン・ハシェミット王国における上水道エネルギー効率改善計画準備調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 21 年 2 月より平成 21 年 11 月までの 9.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ヨルダンの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 21 年 11 月

株式会社 協和コンサルタンツ

ヨルダン・ハシェミット王国
上水道エネルギー効率改善計画協力準備調査団
業務主任 大 谷 重 雄

要約

要 約

ヨルダン・ハシェミット王国(以下、ヨ国と称する)は、面積 8.9 万 km²、西部はイスラエル(パレスチナ暫定自治区西岸地区)、北部はシリア、東部はイラク、東南部をサウジアラビアと国境を接しており、人口は約 588 万人である。ヨ国の一人当たりGDP は約 2,770 米ドルと比較的高いが、非産油国であり、強力な外貨獲得手段を持たないことから、国際収支の赤字は恒常的に続いている。また、近隣諸国からの人口流入も増加が続いており、失業率や貧困率が高い水準に達している。

ヨ国の国土は西部山岳地帯と東部砂漠地帯に大きく分かれ、年間平均降雨量は西部山岳地帯では 660mm に達するが、東部砂漠地帯では 120mm にとどまっており、国土面積の 80%は砂漠あるいは荒地となっている。蒸発散量が極めて多く、国全体の年間総降水量約 85 億 m³のうち約 85%が蒸発散で消失する。ヨ国の水資源貯存量は、世界的にも極めて少ないレベルにあり、飲料水や農業用水の確保とその安定化が大きな課題となっている。人口一人当たりの水資源賦存量は 2008 年で 145m³/年と、絶対的な水不足の状態を示す 500 m³/年を大きく下回っている。

このように、ヨ国は水資源に乏しい自然環境にあるため、ヨ国政府は「国家水戦略」を掲げ、2022 年を目標として十分かつ安全な飲料水の供給や水源の持続的活用に向けた取り組みを進めている。また、2007 年に発表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 第 4 次評価報告書によると、ヨ国を含む中東地域は気候変動により水利用可能性が減少する地域とされ、更に飲料水確保が困難になることが予測されている。そのため、ヨ国政府は気候変動対策を喫緊の課題として掲げており、温室効果ガスの排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする国を支援する我が国の枠組みである「クールアースパートナーシップ」への賛意を示している。

本計画の対象地域であるザルカ県は、首都アンマンの北東部に隣接し、給水地域はヨ国の経済、産業を担うザルカ県の都市圏域である。ザルカ県の総人口は約 90 万人であるがその約 9 割に当たる 80 万人がザルカ首都圏に居住しており、その中には中東戦争によるパレスチナ難民やイラン・イラク戦争及び湾岸戦争の難民も多く居住している。地域の標高は約 450～700m、年間降雨量は 200mm 程度であり、そのほとんどが冬季に集中している。上水の一人当たりの給水量は約 140 ㍓/日(2007 年統計)と少ない。その一因である無収水率は 56%(WAJ2008 年資料)と高く、ヨ国や各援助機関が無収水削減に向けた取り組みを実施している。

我が国は、1994 年から 1996 年に実施した開発調査「ザルカ地区上水道施設改善計画調査」で策定されたマスタープランに基づき、配水地区内の給水圧の均等化及び漏水量の削減を目的として 2 次にわたる無償資金協力「ザルカ地区上水道施設改善計画」を実施し、配水区の設置による水道システムの再構築を支援してきている。これらの支援により、送水管、配水池、配水幹線の整備を行うことにより、ポンプによる直接配水のシステムから、配水池からの自然流下による配水システムへの切り替えを中心とする基幹水道施設の再編は完了する。

しかしながら、ザルカ地区の上水道施設は、水源からの送水を担うポンプ設備の老朽化が進んでいる他正確な知識や技術に基づいたポンプ設備の運転・維持管理が行われておらず、故障の頻発や、送配

水能力の低下という問題を抱えている。そのため、限りある水資源の有効利用と水供給の安定化に向け、機能の低下したポンプ設備の更新、送配水管理の更なる改善等において継続的な対策が必要とされている。

また、ザルカ地区は起伏の多い地形を有し、送配水システムにおいて多くのポンプを使用しなければならない状況に置かれているが、ヨ国は電力のほぼ全量を火力発電に依存しているため、機能の低下した非効率なポンプの運転は電力消費を増大させるだけでなく、温室効果ガスの排出量の増加にもつながる。上水道施設の老朽化に伴い、送配水において相当量の電力を消費する状況が続き、その電力費用は上水道施設建設に係る設備投資額を除くと施設の運転維持管理に要する経費の約 60%を占めている。従って、これまで整備された基幹水道施設を最大限に活用し、自然流下による効率的なシステムへの移行を進めることに加えて、送配水に伴うエネルギー消費の節減と送水の安定化を図ることが緊急の課題となっている。

こうした中、ヨ国政府は、平成 20 年度に気候変動対策支援の一環として新たに日本国の無償資金協力のスキームに導入された「環境プログラム無償資金協力」として、「送配水の効率化による消費エネルギーの節減(緩和策支援)」、「水損失の削減を通じた水供給の増加・安定化と水資源の保全(適応策支援)」を目的とした本案件を 2008 年 8 月に日本政府に要請した。その要請内容は、ザルカ県の上水道システムにおける送水ポンプの更新を始めとする資機材調達と技術支援からなっている。

この要請に基づき、日本国政府は「上水道エネルギー効率改善計画」に係る準備調査の実施を決定し、独立行政法人国際協力機構(以下、JICA と称する)は要請の背景、内容の確認及び計画内容策定のため、平成 21 年 4 月 4 日から 4 月 27 日まで準備調査第 1 次現地調査団をヨ国に派遣した。同調査団は実施機関であるヨルダン水道庁(以下、WAJ と称する)と協議を行うとともに、要請内容の確認、現場調査、関連資料の収集等を実施した。同調査団は帰国後の作業において要請内容、協力の妥当性を確認するとともに、当該セクターの問題点を分析し、協力対象事業の大枠を確定した。さらに第 1 次現地調査の結果を踏まえて、JICA は平成 21 年 6 月 14 日から 7 月 17 日まで第 2 次現地調査団をヨ国に派遣した。帰国後、日本国の環境プログラム無償資金協力事業にて実施した場合の適切な事業規模と計画内容につき検討を行い、準備調査概要書を作成した。さらに JICA は平成 21 年 10 月 11 日から 10 月 16 日までの期間、準備調査概要説明団をヨ国に派遣し、ヨ国政府関係者に概要書を説明するとともに内容について協議を行った。その結果は、本報告書にとりまとめたとおりである。

本計画は、主要な送水ポンプ設備の更新、送水管及び配水管網資機材の調達、また実施機関である WAJ に対する技術支援(送水ポンプ設備の運転・維持管理に関する運用指導、送水システムの運用管理に関するソフトコンポーネント)を行う。これらの支援は、既往の日本国政府による無償資金協力との相乗効果も期待されており、消費エネルギーの節減に伴う二酸化炭素排出量の削減に寄与するだけでなく、ザルカ地域における送配水の安定化にも貢献する。現地調査の結果を踏まえ、本計画は下記の設計方針に基づいて策定された。

協力対象資機材の選定

協力対象の選定に当たっては以下の点を考慮し、ポンプ設備については要請対象ポンプ場 7 箇所の

うち、アズラック、ハラバット、ザルカの 3 ポンプ場を主要な協力対象として選定した。加えて、対象ポンプ場が関係するエネルギー効率改善に効果の高い送水管、送水管の空気弁、流量管理に必要なバルブや流量計の調達も協力対象として選定した。また、水供給の安定化に資するため配水管網内の資材についても選定した。

- ・ 開発調査「ザルカ地区上水道施設改善計画調査」に沿って配水池からの自然流下による配水システムの導入を図ることを目的とする無償資金協力との整合性を保つ。従って、要請にある配水地区内への直接圧送を目的とするポンプの日本側による調達は行わない。また、配水管網内に設置するバルブや流量計については、自然流下システムを前提とした仕様とした。
- ・ 他ドナーによる協力対象となっている地域及び資機材は日本側の協力対象としない。従って、ドイツ技術協力公社(GTZ)のエネルギー効率改善プロジェクト(IEE)の結果ドイツ側の協力対象とされたハウ旧ポンプ場(アンマン、ザルカ南部配水区向け送水用)及びザルカ逆浸透膜処理施設、また、給水ネットワークの改善、無収水量削減のためのドイツ復興金融公庫(KfW)、欧州共同体(EC)、中国の協力対象地区、米国ミレニアム挑戦公社(MCC)の改修計画調査の対象となる井戸施設については日本側の協力対象から除外した。

ポンプ設備の条件

他県との間の水配分計画、ザルカ地区における送配水計画を確認し、要請資機材の仕様は WAJ 側と合意した計画水量に基づいて決定した。ポンプ設備の設計流量は、現在の送水量を増大させるのではなく、既存井戸水源の揚水量実績、送水管の送水能力に基づいた適正量とした。ポンプ設備の運用面の条件としてエネルギー効率の向上に考慮し、既設ポンプとの併用運転の禁止、台数制御・運転時間の調整による運転方法とし、必要台数の決定を行った。

ポンプ施設受電の規格

既設ポンプ場の供給電源は低圧 400V が標準となっている。しかし、更新対象となるポンプ設備の場合、その容量や規模が大きく、世界的な市場動向や技術的見地から中圧 6.6kV の受電とすることが推奨される。近隣の変電所からの距離、ヨ国側の負担能力、維持管理技術者のレベルなどを考慮した結果、ポンプ設備の更新対象 3 ポンプ場のうちアズラックポンプ場については現在の低圧受電を中圧受電に切り替え、他のポンプ場については既存の低圧受電を採用する方針とした。

技術支援(運用指導、ソフトコンポーネント)

既設ポンプ場には運転・維持管理要員が配置され、日常的な保守管理を行っている。しかし、正確な知識や技術を有しておらず、設備の効率的な運転を妨げているだけでなく、頻繁な故障発生や老朽化の進行を早める一因となっている。従って、本計画を通じて調達されるポンプ設備の適正な運転・維持管理技術の能力向上を図るための技術指導を理論・実践の両面から行う必要がある。実施に当たっては、運用指導としてポンプメーカーから派遣される専門技術者による技術指導(電気・機械)とコンサルタントによるソフトコンポーネント(送水システム運用管理)とを組み合わせた技術支援を行う方針とした。

資機材の調達方法

本プロジェクトで調達される資機材は、ロット1「送水ポンプ及び流量計に関わる資機材」とロット2「配水管網に関わる資機材」の2つに分類される。ロット1の資機材の内、ポンプ設備及び流量計については日本側が据付けを行い、他の資機材及びロット2の資機材はヨ国側が据付けを行う。現時点では、自然流下システムへの移行に向けて日本の無償資金協力が実施されており、自然流下システムへの移行が進展した時点でロット2の資材を調達する。

本計画の内容・規模は表-1、表-2 に示すとおりである。

(1) 資機材調達

表-1 資機材調達の概要

用途	資機材の分類			ロット番号
	ポンプ設備	送配水管資材	流量計、流量調整弁	
主要井戸水源からの送水	アズラックポンプ場			1
	変圧器 11kV/6.6kV、6000kVA、2台 片吸込多段渦巻ポンプ 5式(内予備1) 吐出量 425 m ³ /時/台、揚程 360 m 空気弁、4”、1個 送水管 鋼管 40m	ハウ向け送水管の空気弁、42” 40個	流量計 3式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1式	
	ハラバットポンプ場			
	【ハウ向け】 変圧器 33kV/400V 1000kVA、1台 片吸込多段渦巻ポンプ 2式(内予備1) 吐出量 500 m ³ /時/台、揚程 135 m 送水分離弁 1個	ハウ向け送水管の空気弁、4” 15個	流量計 4式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1式	
	【ハラバット村向け】 片吸込多段渦巻ポンプ 2式 吐出量 150 m ³ /時/台、揚程 150 m	-	流量計 1式 ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1式	
バトラウィ配水池向け送水	ザルカポンプ場			
	片吸込多段渦巻ポンプ 3式(内予備1) 吐出量 400 m ³ /時/台、揚程 90 m	バトラウィ向け送水管 600、L=約 2km (バルブ類含む)	流量計 1式 ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1式	
	ハウ新ポンプ場			
	ポンプ周りバルブ 4式 (仕切弁、逆止弁、バタフライ弁)	-	流量計 1式 ・配水池流入部(2) ・ポンプ場流出部(1) 流量調整弁 1式	
ザルカ地区送配水管網資材	-	-	流量計 2式 ・南部送水管(2)	2
	-	配水管網内仕切弁、 4”～24”、343個 空気弁、2”、15個	-	

(2) 技術支援

表 2 技術支援の概要

支援内容	活動項目	活動対象者
1. 運用指導: 資機材調達業者によるポンプ設備機材の運転・維持管理指導		
ポンプ設備運転管理技術	ポンプ設備の運転管理指導	ザルカ支所のポンプ運転員
ポンプ設備保守管理技術 点検、整備、予防保全	ポンプ設備の点検、整備技術の指導	ザルカ支所のポンプ設備保守管理員
ポンプ設備保守管理技術 修理: 事後保全	ポンプ設備の修理技術の指導	中央修理工場の保守管理員
ポンプ設備安全管理技術	ポンプ設備の安全管理技術の指導	ザルカ支所の安全管理員
2. ソフトコンポーネント: コンサルタントによる送水システムの運用指導		
送水システム運用管理	効率的な送水計画の策定指導 ポンプ設備の運転効率診断技術指導	ザルカ支所の上水道システム管理者

E/N 締結後、贈与契約、調達代理契約を経てコンサルタント契約まで 2 ヶ月、ロット 1 資機材に関する作業の完了まで 25 ヶ月(実施設計から業者契約まで 5 ヶ月、調達期間 14 ヶ月、据付け、試運転調整、技術支援 6 ヶ月)、その後のロット 2 では入札から資機材の据付けまで 9 ヶ月が必要とされ、本計画全体の実施工期は 36 ヶ月と想定される。また、本計画の実施に係る事業費は総額 12.77 億円(日本国側負担 11.31 億円、ヨ国側負担 1.46 億円)である。

本計画を実施することによる効果は以下に述べるとおりである。

送水ポンプ設備の運転効率の改善

本計画によって本計画対象地域の主要送水施設であるアズラック、ハラバット及びザルカの 3 ポンプ場におけるポンプ設備を更新することによりポンプの運転効率は平均 139%、電力原単位は平均 70%改善することが期待される。

表 3 送水ポンプの更新に係る効果指標

ポンプ場	送水先	通常 運転台数	既存ポンプ		更新ポンプ	
			運転 効率	電力 原単位	運転効率 (更新/既存)	電力原単位 (更新/既存)
			(%)	(kWh/m ³)	(%)	(kWh/m ³)
アズラック	ハウ配水池	4	57	1.88	68(119%)	1.58(83.6%)
ハラバット	ハウ配水池	1	57	0.62	68(119%)	0.52(83.8%)
ハラバット	ハラバット村	2	34	1.20	65(191%)	0.63(52.5%)
ザルカ	バトラウィ配水池	2	50	0.78	68(136%)	0.40(51.3%)

消費エネルギーの節減(消費電力費の節減)

アズラック、ハラバット、ザルカの送水ポンプ場において、既存のポンプで計画実施前に計画流量を送水した場合の消費電力量と計画実施後の消費電力量の比較を行った場合、消費電力量が、本計画実施により年間 8,687MWh 削減される。その結果、電力費用が 374 千 JD(計画実施前における対象ポンプ場の総電力費の約 18%) が削減され、WAJ の運転・維持管理費の軽減に寄与する。

二酸化炭素排出量の削減

上記に示す送水システムにおける消費電力量が削減されることにより、二酸化炭素排出量 5,386 ton-CO₂/年(8,687MWh/年×0.62kg-CO₂/kWh)の削減が期待され、温室効果ガスの削減を図り気候変動の緩和に資することが出来る。

送水の安定化による送配水量の増加

現在頻繁に故障し、送水の中断や送水能力が低下していたものが、安定的に送水を行うことが可能となり、送水量が年間 1,900 千 m³ 増える。配水池への送水量が増加することにより配水量が増加し、配水地区の給水状況が改善する。

送水ポンプ場の運転・維持管理体制の整備

本計画の実施により、送水ポンプ場の運転・維持管理を適正に行う組織体制が整う。また、調達業者の運用指導とコンサルタントのソフトコンポーネントによる技術支援を行うことにより、本計画によって WAJ 職員がポンプの運転状況の診断が行えるようになり、効率的なポンプの運用が可能となる。また、ポンプ設備の運転・維持管理能力が強化されることで、送水の安定化及び消費エネルギーの節減が促進される。

流量管理体制の整備

流量計の整備を行うことにより、ポンプ場への流入量や吐出量、主要送水管分岐部の流量が正確に把握できるようになり、ポンプ場や配水の運転計画に従った適切な送水量管理が可能となる。これにより送水量のモニターリングが可能となり、送水量管理、漏水量管理、ポンプの運転状況の診断が可能となる。

配水管網内の適正化

調達される配水管網資材(仕切弁、空気弁)を更新することにより、配水管網内バルブの老朽化による操作機能の不良が改善され、配水管網が適切に運転・維持管理できるようになる。これにより、配水地区内の配水圧の適正化や漏水削減が図られることにより、水資源が効率的に活用される。

本計画は、前述のように多くの効果が期待されると同時に、広く住民の BHN 向上並びに施設の所有者であり運営主体である WAJ の実務者の技術力向上に寄与するものであり、また、本計画の実施により、送配水に係る消費エネルギーの節減、送配水の安定化が実現されることにより、水道事業の経営改善が期待される。従って、本計画が無償資金協力として実施されることの意義は大きいと判断される。なお、本計画がより効果的、効率的に実施される為には次の事項に留意する必要がある。

送水ポンプ設備の適正な運転・維持管理の実践

本計画において、ポンプ設備の更新を行うとともに、ポンプ設備の適正な運転、予防保全、事後保全、送水システムの運用に関する技術支援が WAJ 職員に対して行われる。これにより、本計画で調達されたポンプ設備機材が安定的、持続的、長期的に使用でき、また消費エネルギーの節減をするために必要なハード面、ソフト面での条件が整うことになる。今後は WAJ がこれらを十分に活用し、適正な運転・維持管

理を実践することが重要である。

モニターリングの実践及び報告書の作成

エネルギー消費量節減の評価、ポンプ設備の稼働状況の診断を行うためには、日常の運転・維持管理業務においてポンプ効率及び電力原単位のモニターリングを行うことが重要である。これらを求めるための測定機器(電圧、電流、力率、電力量、水圧、流量)については本計画にて整備される。WAJは日々のモニターリングを実践し、データの整理、分析、不具合発生の場合の対応、報告書の作成を行うことが必要とされる。

他ポンプ場の運転・維持管理への波及効果

本計画におけるポンプ設備更新の対象ポンプ場は、アズラック、ハラバット、ザルカの3箇所であり、技術支援はこれらを対象として行われる。しかしながらWAJザルカ支所ではその他に11箇所の送配水ポンプの運転・維持管理を行っている。資機材の整備は行われられないものの、本計画における技術指導の研修内容、マニュアル等を活用して、他のポンプ場の運転要員についてもWAJ内部で研修を行い、運転管理技術の強化を図ることが望ましい。資機材の整備についてもWAJの自助努力による整備が望まれる。

配水区における自然流下システムへの移行

配水を自然流下システムとすることにより、給水圧の均等化、漏水量の削減を図ることが可能となるが、本計画における送水ポンプの更新との相乗効果を生み、消費エネルギーの節減に大きな効果をもたらすことが期待される。しかしながら、無償資金協力による基幹施設の整備が着々と進められている配水システムにおいて、配水ポンプによる直接圧送から自然流下に移行できていない地域も残されている。この原因としては、井戸生産量、アンマンへの送水等県間水配分に起因する水源量の不足、無償資金協力計画時に施設建設の前提として設定されたアンマンからザルカ地区への送水の未実施、配水地区の拡張や配水不良地区の残存、送水ポンプ設備の運転不良等が挙げられる。そのため、WAJとしては、当初の計画に沿って、現在ポンプ直送が行われている配水地区において自然流下システムへ移行するための準備として、ザルカ地区の水配分計画および自然流下移行後の配水不良地区への配水計画を早急に策定することが求められる。

水配分のシナリオ

ザルカ地区では現在計画に見合った水源水量が80%程度しか確保されていないが、本計画が対象とする北部配水区に関しては、南部配水区であるルセイファ、アワジャン地区に比べて送配水の条件は整っているため、自然流下による配水システムへの移行は積極的に進めるべきである。本格的な自然流下システムに移行するためには、ルセイファ、アワジャン地区はハウポンプ場からの送水を行うとともにアンマン地域への水供給の水資源開発である「ディシー化石水プロジェクト」の完成を待ち、アンマンの余剰水の配分を受けることが必要となる。

準備調査報告書

目 次

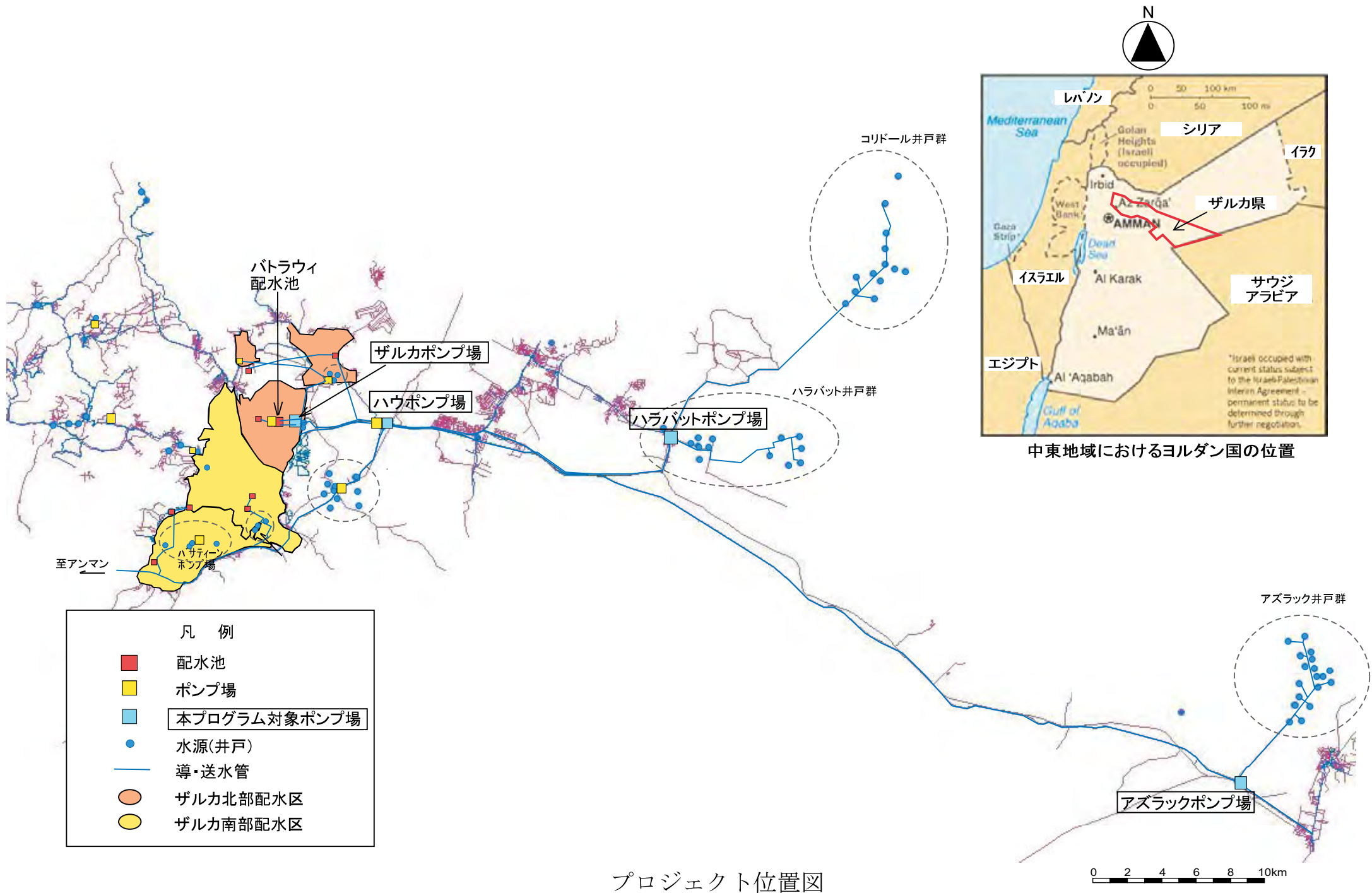
序文	
伝達状	
要約	
目次	
位置図 / 写真	
図表リスト / 略語一覧	

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	1-2
1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-3
1-3 要請内容の絞込み	1-9
1-4 我が国の援助動向	1-14
1-4-1 有償・無償資金協力	1-14
1-4-2 技術協力	1-14
1-5 他ドナーの援助動向	1-15
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	2-8
2-1-3 技術水準	2-12
2-1-4 既存施設・機材	2-15
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-33
2-2-1 水源と水収支	2-33
2-2-2 送水システム	2-39
2-2-3 配水システム	2-41
2-2-4 関連インフラの整備状況	2-46
2-2-5 自然条件	2-46
2-2-6 環境社会配慮	2-47

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の目標	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	3-3
3-2-1 設計方針	3-3
3-2-2 要請内容の最終確認	3-11
3-2-3 基本計画	3-14
3-2-3-1 プロジェクトの構成	3-14
3-2-3-2 全体計画	3-15
3-2-3-3 資機材計画	3-30
3-2-4 概略設計図	3-33
3-2-5 調達計画	3-51
3-2-5-1 実施体制	3-51
3-2-5-2 調達方針	3-55
3-2-5-3 調達上の留意事項	3-58
3-2-5-4 調達・据付区分	3-60
3-2-5-5 調達監理計画	3-66
3-2-5-6 品質管理計画	3-67
3-2-5-7 資機材等調達計画	3-67
3-2-5-8 運用指導計画	3-68
3-2-5-9 ソフトコンポーネント計画	3-73
3-2-5-10 実施工程	3-76
3-3 ヨ国側分担事業の概要	3-80
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画	3-82
3-5 プロジェクトの概略事業費	3-83
3-5-1 協力対象事業の概略事業費	3-83
3-5-2 運営・維持管理費	3-85
3-6 協力対象事業実施にあたっての留意事項	3-90
第4章 プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1 プロジェクトの効果	4-1
4-2 課題・提言	4-3
4-2-1 ヨ国側の取り組むべき課題・提言	4-3
4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携	4-4
4-3 プロジェクトの妥当性	4-5
4-4 結論	4-5

【資料】

1. 調査団員・氏名	A-1
2. 調査行程	A-3
3. 関係者(面会者)リスト	A-6
4. 討議議事録(M/D)	A-8
4-1 第1次現地調査	A-8
4-2 第2次現地調査	A-28
4-3 概略設計概要書説明調査	A-48
4-4 協議覚書(第1次現地調査終了時)	A-57
4-5 協議覚書(第2次現地調査終了時)	A-65
5. 事業事前計画表(概略設計時)	A-77
6. ソフトコンポーネント計画書	A-80
7. 参考資料	A-85
7-1 送水管水理計算表	A-86
7-2 水撃圧の簡易計算書	A-97
7-3 ベースラインデータ	A-100



プロジェクト位置図



アズラックポンプ場(新ポンプ室)

新ポンプ室には計8台のポンプが設置されているが、使用可能な状態にあるものは2台である。建屋の作りはしっかりしているが、ポンプはいずれも老朽化が著しい。



アズラックポンプ場(新ポンプ室)

配管やバルブは塗装されているので外見からはその不具合はわからないが、止水が十分にできないものや操作自体が困難なものもある。



ハラバットポンプ場

ハラバット井戸群の水を集め、ハウポンプ場とハラバット市内へ送水している。



ハラバットポンプ場

ポンプは計4台が設置され、老朽化は見られるが、いずれも運転可能な状態にある。ザルカやアズラックと異なりポンプや電動機の形式は統一されているがポンプ効率は低下している。



ハラバットポンプ場

ハウポンプ場への送水管とハラバット市内向けの送水管同士が接続されており、バルブの開度制御のみでそれぞれの送水量を管理している。送水先に応じてポンプと管路を整備すればエネルギー効率を改善することができる。



ハラバットポンプ場

ポンプの軸周りのグランドパッキングが損傷したままであり、漏水が見られる。



ザルカポンプ場(屋外)

屋外ポンプ室には計7台のポンプが設置されているが、いずれも老朽化が著しい。
また仮設の屋根があるのみで、風雨の影響を直接受けている。



ザルカポンプ場(屋内)

屋内ポンプ室には計4台のポンプが設置されているが、いずれも老朽化が著しい。
当ポンプ場はWAJによって新たに建設される予定であり、ポンプ設備を日本側が調達する。



ザルカポンプ場(屋外)

各ポンプからは複数の送水管が分岐している。
必要に応じて分岐を増やした結果、場内配管は複雑化している。



ザルカポンプ場

ポンプの制御盤の内部。
電磁開閉器周りには発火した痕跡がある。
安全回路がないため、電気系のトラブルは多い。



ハウポンプ場(新ポンプ室)

ザルカ方面への送水を担うポンプ室。
配管やバルブは塗装されているので外見からはその不具合はわからないが、止水が十分にできないものや操作自体が困難なものもある。



ハウポンプ場(新ポンプ室)

現地施工業者によるポンプ基礎の施工レベルは低く、ポンプ架台の固定ボルトの位置が正確でない。また、モルタル注入方法が悪く、基礎表面からはがれている。
調達されるポンプの据付は日本側の負担事項とし、施工品質を確保する。

【図表リスト/略語一覧】

表一覧

表 1.2.1	要請内容	1-4
表 1.2.2	要請資機材リスト(第1次現地調査時点)	1-5
表 1.3.1	要請コンポーネントの分類	1-9
表 1.3.2	ミニッツで合意された要請資機材リスト(第2次現地調査時点)	1-10
表 1.4.1	日本政府の援助実績	1-14
表 1.4.2	技術協力の実績	1-14
表 1.5.1	他ドナーによる援助案件	1-15
表 2.1.1	ザルカ支所の職員構成	2-5
表 2.1.2	ザルカ支所の部署及び職務内容	2-5
表 2.1.3	2008年度の修理実績	2-6
表 2.1.4	中央訓練センター(VTC)の職員	2-7
表 2.1.5	WAJ全体の損益計算書	2-8
表 2.1.6	WAJの損益計算書	2-9
表 2.1.7	WAJ連結決算上の維持管理費の内訳	2-10
表 2.1.8	国庫補助及び援助額の実績	2-11
表 2.1.9	ザルカ支所の損益計算書	2-11
表 2.1.10	ザルカ地区の無収水率の割合	2-12
表 2.1.11	地域毎の年間電力費用	2-12
表 2.1.12	上水道施設の運転・維持管理要員	2-13
表 2.1.13	主要ステーションの管理体制	2-13
表 2.1.14	アズラック新ポンプ場の現況	2-18
表 2.1.15	アズラック旧ポンプ場の現況	2-18
表 2.1.16	ハラバットポンプ場の現況	2-23
表 2.1.17	ハウ新ポンプ場の現況	2-30
表 2.1.18	配電事業者	2-31
表 2.1.19	電気料金表	2-32
表 2.2.1	ザルカ県の水配分	2-33
表 2.2.2	ザルカ県の井戸生産量の推移	2-35
表 2.2.3	2008年の県内水収支の実績	2-36
表 2.2.4	ザルカ県ハウポンプ場が受け持つ水配分	2-38
表 2.2.5	ザルカ地域の利用可能水源水量	2-39
表 2.2.6	ザルカ地域の計画給水量	2-39
表 3.1.1	協力対象事業のPDM	3-2
表 3.2.1	基本方針の要約	3-3

表 3.2.2	計画給水量と地域内水源量	3-5
表 3.2.3	調達ロット分けの方針	3-11
表 3.2.4	選定された要請資機材のリスト	3-11
表 3.2.5	最終要請機材リスト(第2次現地調査終了時)	3-13
表 3.2.6	資機材調達の概要	3-14
表 3.2.7	技術支援の概要	3-14
表 3.2.8	アズラック～ハウ送水管の流量測定結果	3-15
表 3.2.9	アズラック路線の水力条件	3-16
表 3.2.10	管路の流速係数	3-16
表 3.2.11	アズラック送水系統の水力計算結果	3-18
表 3.2.12	ハラバット～ハウ送水管の流量	3-20
表 3.2.13	ハラバット路線の水力条件	3-20
表 3.2.14	ハラバット送水系統の水力計算結果	3-23
表 3.2.15	ザルカ～バトラウィ送水管の水力計算結果	3-26
表 3.2.16	ポンプの仕様	3-30
表 3.2.17	誘導電動機の比較	3-30
表 3.2.18	アズラックポンプ場のポンプ仕様	3-31
表 3.2.19	ハラバットポンプ場のハウポンプ場送水用のポンプ仕様	3-31
表 3.2.20	ハラバットポンプ場のハラバット村向け送水用のポンプ仕様	3-31
表 3.2.21	ザルカポンプ場のポンプ仕様	3-32
表 3.2.22	その他主要機材の仕様	3-32
表 3.2.23	配水地区内のバルブ要請数量	3-33
表 3.2.24	実施主体の業務内容	3-51
表 3.2.25	資機材調達先と原産地	3-56
表 3.2.26	国内建設会社の格付け	3-59
表 3.2.27	責務の負担区分	3-60
表 3.2.28	資機材整備負担区分	3-61
表 3.2.29	資機材の調達先	3-67
表 3.2.30	運用指導の最終目標	3-70
表 3.2.31	技術指導の内容	3-71
表 3.2.32	運用指導の活動内容と作業日数	3-72
表 3.2.33	運用指導の技術者派遣計画	3-72
表 3.2.34	運用指導の成果品	3-73
表 3.2.35	ソフトコンポーネント最終目標	3-74
表 3.2.36	ソフトコンポーネントの概要	3-74
表 3.2.37	ソフトコンポーネント活動内容と作業日数	3-75
表 3.2.38	ソフトコンポーネントの実施工程	3-75

表 3.2.39	事業実施工程表	3-79
表 3.3.1	ヨ国側分担事項	3-80
表 3.4.1	計画実施後の運転・維持管理体制	3-82
表 3.5.1	協力対象事業の概略事業費	3-83
表 3.5.2	ヨ国側負担経費	3-84
表 3.5.3	ザルカ支所の収益予測	3-86
表 3.5.4	プロジェクト実施後の送水ポンプ電力費の比較(ケース1)	3-87
表 3.5.5	プロジェクト実施後の送水ポンプ電力費の比較(ケース2)	3-88
表 3.5.6	プロジェクト実施後の送水ポンプ電力費の比較(ケース3)	3-89
表 4.1.1	プロジェクトの成果	4-1
表 4.1.2	送水ポンプの更新に係る効果指標	4-2

図一覧

図 1.2.1	要請された管材、バルブの使用箇所	1-8
図 1.5.1	各ドナーによる対象協力サイト	1-19
図 2.1.1	WAJ全体の組織図	2-2
図 2.1.2	WAJザルカ支所の組織図	2-3
図 2.1.3	中央修理工場の組織図	2-4
図 2.1.4	アズラック井戸群の生産量	2-15
図 2.1.5	アズラックポンプ場全体図	2-16
図 2.1.6	アズラック新ポンプ場レイアウト	2-17
図 2.1.7	ハラバット井戸群の生産量	2-20
図 2.1.8	ハラバットポンプ場全体図	2-21
図 2.1.9	ハラバットポンプ場ポンプ室	2-22
図 2.1.10	現在のザルカポンプ場の位置付け	2-25
図 2.1.11	新ザルカポンプ場の送水システム	2-25
図 2.1.12	ザルカ - パトラウィ送水管の現状	2-26
図 2.1.13	ハウポンプ場の役割	2-27
図 2.1.14	ハウポンプ場全体図	2-28
図 2.1.15	ハウポンプ場 新ポンプ場	2-29
図 2.1.16	現在の配電システム	2-32
図 2.2.1	ザルカ県における水収支の推移	2-33
図 2.2.2	ザルカ県における水配分のシステム図	2-37
図 2.2.3	ハウ～アンマン送水シナリオと現状	2-41
図 2.2.4	既往プロジェクト完了時の基幹施設配置図	2-42
図 2.2.5	配水区域と配水池の位置関係	2-43

図 2.2.6	2010 年における水配分のシナリオ	2-44
図 2.2.7	平均気温と平均降雨量	2-46
図 3.2.1	方針1に基づく送水シナリオ	3-7
図 3.2.2	方針2に基づく送水シナリオ	3-8
図 3.2.3	アズラック～ハウ送水管の縦断図	3-15
図 3.2.4	アズラックポンプ場の更新レイアウト	3-17
図 3.2.5	アズラック送水系統の動水勾配	3-18
図 3.2.6	ポンプ 4 台の場合のシステムカーブ	3-19
図 3.2.7	ポンプ 3 台の場合のシステムカーブ	3-19
図 3.2.8	ハラバット～ハウ送水管の縦断図	3-20
図 3.2.9	ハラバットポンプ場の更新レイアウト.....	3-22
図 3.2.10	ハラバット送水系統の導水勾配	3-22
図 3.2.11	ハラバットポンプ場のシステムカーブ	3-23
図 3.2.12	ザルカ～バトラウイ送水管(計画)の縦断図	3-24
図 3.2.13	ザルカ逆浸透膜処理水とハシミエ井戸群の水量	3-25
図 3.2.14	ザルカ～バトラウイ送水管の動水勾配	3-26
図 3.2.15	ザルカ～バトラウイ送水ポンプのシステムカーブ	3-27
図 3.2.16	アズラックポンプ場施設概要図	3-34
図 3.2.17	アズラックポンプ場ポンプ据付図	3-35
図 3.2.18	アズラックポンプ場電気設備図	3-36
図 3.2.19	ハラバットポンプ場施設概要図	3-37
図 3.2.20	ハラバットポンプ場ポンプ据付図.....	3-38
図 3.2.21	ザルカポンプ場ポンプ据付図	3-39
図 3.2.22	ハウポンプ場施設概要図.....	3-40
図 3.2.23	流量調整弁設置図	3-41
図 3.2.24	ザルカポンプ場流量計設置図	3-42
図 3.2.25	ハウポンプ場流量計、流量調整弁設置図	3-43
図 3.2.26	アズラックポンプ場流量調整弁設置図	3-44
図 3.2.27	ハラバットポンプ場流量調整弁設置図	3-45
図 3.2.28	ザルカポンプ場バトラウイ配水池向け送水管従平面図	3-46
図 3.2.29	アズラックポンプ場電気単線結線図	3-48
図 3.2.30	ハラバットポンプ場電気単線結線図	3-49
図 3.2.31	ザルカポンプ場電気単線結線図	3-50
図 3.2.32	プロジェクト実施フロー	3-53
図 3.2.33	プロジェクト実施体制図	3-54
図 3.2.34	アズラックポンプ場の調達・据付区分	3-63
図 3.2.25	ハラバットポンプ場の調達・据付区分	3-64

図 3.2.36	新ザルカボンブ場の調達・据付区分	3-65
図 3.4.1	WAJの運転・維持管理体制	3-82

略語集

AA	調達代理契約(Agent Agreement)
AWC	アカバ水道公社(Aqaba Water Company)
B/A	銀行取極 (Banking Arrangement)
BOT	ビルド・オペレート・トランスファー(Build-operate-transfer)
BHN	生活基盤分野(Basic Human Needs)
CWS	中央修理工場(Central Work Shop)
COD	中央管理室(Central Operation Directorate)
DAC	OECD の開発協力委員会(Development Assistance Committee)
DCIP	ダクタイル鋳鉄管(Ductile Cast-iron Pipe)
E/N	交換公文 (Exchange of Notes)
EC	欧州共同体(European Community)
EU	欧州連合 (European Union)
EIA	環境影響評価 (Environmental Impact Assessment)
FIDIC	国際コンサルティング・エンジニア連盟(International Federation of Consulting Engineers)
FTA	自由貿易協定(Free Trade Agreement)
G/A	贈与契約 (Grant Agreement)
GIS	地理情報システム(Geographical Information System)
GTZ	ドイツ技術協力庁(German Technical Cooperation Agency)
GNI	国民総所得(Gross National Income)
GDP	国内総生産 (Gross Domestic Product)
IPCC	気候変動に関する政府間パネル (Intergovernmental Panel on Climate Change)
IEE	エネルギー効率改善プロジェクト(Improving Energy Efficiency Project)
IMF	国際通貨基金(International Monetary Fund)
JD	ヨルダン・ディナール(Jordan Dinar)
JVA	ヨルダン渓谷庁 (Jordan Valley Authority)
JICA	国際協力機構(Japan International Cooperation Agency)
JICS	日本国際協力システム (Japan International Cooperation System)
KfW	ドイツ復興金融公庫(Kreditanstalt für Wiederaufbau)
MCA	ミレニアム挑戦会計 (Millennium Challenge Account)
MWI	水灌漑省 (Ministry of Water and Irrigation)
MCC	米国ミレニアム挑戦公社(Millennium Challenge Cooperation)

MOPIC	計画・国際協力省 (Ministry of Planning and International Cooperation)
NRW	無収水(Non-Revenue Water)
NGWA	北部県水道管理局 (Northern Government Water Administration)
O&M	運転維持管理(Operation and Maintenance)
OJT	研修・実地訓練 (On-the -job-training)
OMS	運転・維持管理支援 (Operation & Maintenance Management Support)
PE	ポリエチレン管(Polyethylene Pipe)
PDM	プロジェクト・デザイン・マトリックス(Project Design Matrix)
PMU	プログラム管理局(Programme Management Unit of WAJ)
PSP	民間参入(Private Sector Participation)
RSS	国立試験所 (Royal Scientific Society)
TDS	全蒸発残留物 (Total Dissolved Solid)
USAID	米国国際開発庁 (United States Agency for International Development)
UN	国際連合(United Nations)
VTC	中央訓練センター(Vocational Training Center)
WAJ	ヨルダン水道庁 (Water Authority of Jordan)
WTO	世界貿易機構(World Trade Organization)

第1章 プロジェクトの背景・経緯

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、ヨ国という)の国土は西部山岳地帯と東部砂漠地帯に大きく分かれ、面積の80%は砂漠あるいは荒地となっている。ヨ国の水資源貯存量は、世界的にも極めて少ないレベルにあり、飲料水や農業用水の確保とその安定化が大きな課題となっている。この課題に対して、ヨ国は「国家水戦略(Jordan's Water Strategy)」を掲げ、2022年を目標として十分かつ安全な飲料水の供給や水源の持続的活用に向けた取り組みを進めているが、人口一人当たりの水資源賦存量は2008年で145m³/年と、絶対的な水不足の状態を示す500m³/年を大きく下回っている。

本計画対象地域のザルカ県では、一人当たりの給水量が約140ℓ/日(2007年統計)と他の地域と同様に非常に少ない。一方、無収水率が約56%(WAJ2008年資料)と高く、ヨ国や各援助機関が無収水削減に向けた取り組みを実施している。

日本国は、1994年から1996年に実施した開発調査「ザルカ地区上水道施設改善計画調査」で策定されたマスタープランに基づき、2次にわたる無償資金協力「ザルカ地区上水道施設改善計画」を実施し、配水区の設置による水道システムの再構築を支援してきた。これらの支援により、送水管、配水池、配水幹線の整備を行うことにより、配水池からの自然流下による配水システムへの切り替えを中心とする基幹水道施設の再編は完了する。

しかしながら、全国的な水資源の不足や計画されていた「ディーシ化石水プロジェクト」等の水資源開発の遅れによりアンマンで生じる余剰水をザルカ地域へ配分する当初想定された水収支のシナリオは実現に至っておらず、ザルカ地域の需要量に見合った水源水量が確保できていない。この結果、依然としてポンプによる直接配水を継続しなければならない地域が存在している。

これに加えて、ザルカ地域では、水源からの送水システムを担うポンプの老朽化が進んでいるほか、正確な知識や技術に基づいた運転・維持管理が行われておらず、施設機能が損なわれている。そのため、限られた水資源の有効活用と水供給の安定化に向け、送配水管理の更なる改善、老朽化したポンプの更新などにおいて継続的な対策が必要とされている。

また、上水道施設の老朽化に伴い、送配水において相当量の電力を消費する状況が続き、その電力費用は上水道施設建設に係る設備投資額を除くと施設の運転維持管理に要する経費の約60%を占めている。従って、これまで整備された基幹水道施設を最大限に活用し、自然流下による効率的なシステムへの移行を進めることに加えて、送配水に伴うエネルギー消費の節減と送水の安定化を図ることが緊急の課題となっている。

1-1-2 開発計画

(1) 国家水戦略 (Jordan's Water Strategy 2008-2022)

ヨ国の水資源賦存量は、世界的にも極めて少ないレベルにあり、都市部の人口増加に伴う水需要量の拡大に伴い、飲料水や農業用水の確保とその安定化が大きな課題となっている。この課題に対して、ヨ国は 1977 年以降、国家水戦略を作成しており、現在は 2022 年を目標として以下の方針を掲げている。

- ・十分かつ安全な飲料水の供給
- ・地下水及び表流水に対する一層の理解と効果的な管理
- ・水の健全な生態系システム
- ・水源の持続的活用、公正で実現的かつコストが反映された水料金
- ・人口増加と経済発展への水行政や水利用者の適応

(2) 国家開発計画 (National Agenda 2006-2016)

2005 年 11 月に策定した今後 10 年間の国家開発計画に相当し、ヨ国政府は当計画に基づき、政治、社会及び経済分野における継続的な改革に取り組んでいる。この中では、政治参画、投資、財政改革、社会資本、社会福祉、職業訓練、司法・立法改革、教育及び高等教育といった 8 つの分野を主な最重要課題にあげている。上水道施設の整備は社会資本に係る課題に取り上げられ、運転費用及び無収水削減を目的とした運転効率の改善について記されている。なお、気候変動対策を管轄する環境省は 2006 年に設立されたため、本計画では気候変動対策などの環境分野の施策は言及されていない。

(3) 環境戦略実行計画(Environmental Strategy Implementation Plan 2007-2010)

2006 年に設立された環境省によって作成された環境戦略に係る実行計画である。この中で 7 つの戦略目標が示され、第 1 目標として持続的開発の達成について述べられている。しかし、環境影響評価やその実施体制や大気汚染対策の組織強化などに限られ、気候変動対策については言及されていない。

1-1-3 社会経済状況

(1) 国家経済

ヨ国の一人当たり GDP は約 2,768 米ドル(2007 年世界銀行)、産業別の GDP に占める割合は第 3 次産業が 67%と最も高く、次いで第 2 次産業(26%)、第 1 次産業(7%)と続いている。近年のヨ国経済は、イラク関連貿易の回復、国内需要の増大などにより良好な経済指標を示しており、慎重なマクロ経済政策の継続によりインフレは適切水準に抑えられ、イラク関連貿易の伸びもあって実質経済成長率は 6%を超えると見込まれていた。しかしながら、昨年世界的な金融・経済危機の影響を受けて税収、直接投資および海外送金が減少していることにより、2009 年の実質経済成長率は落ち込むことが見込まれている。

また、巨額の公的債務や他国からの無償資金援助への依存など、構造的な問題にも直面している。ヨ国は非産油国であり、強力な外貨獲得手段を持たないことから、国際収支の赤字は恒常的に続いている。また、近隣諸国からの人口流入も増加が続いており、失業率や貧困率が高い水準に達している。

ヨ国は 1980 年代末から数次にわたる国際通貨基金(IMF)の構造調整政策を受けてきたが、2004 年 7 月には同政策から卒業し、現在まで経済のグローバル化に積極的な取り組みを見せている。特に、2000

年には世界貿易機構(WTO)への加盟を果たし、米国と自由貿易協定(FTA)を締結、その後 2001 年には EU との FTA も締結するなど、外貨導入や自由貿易の促進を通じて一層の経済成長を図っている。

(2) 日本との経済協力関係

ヨ国経済の最大課題は対外債務であり、その約 34%を占めている日本はヨルダン最大の債権国の一つとなっている。1992 年には対外債務が GDP 比 150%に相当し、債務返済比率が 20%に届く状況になったが、日本の債務繰延、ノンプロジェクト無償資金協力による一連の救済措置の成果により危機的状況は脱しつつある。ヨ国は中東地域の当事国であり、その政治・経済の安定は中東地域全体の安定に欠かせないこと、また、ヨ国は中東和平プロセスに積極的に貢献していることなどにより、日本にとって重点支援国として位置付けられている。

(3) ザルカ県の社会経済

ザルカ県のハシミエ地区には製油所と火力発電所があり、ザルカ市、ルセイファ市にはセメント、鉄鋼業、食品加工業などの主要製造業が立地し、ヨ国最大の工業地帯となっている。ザルカ県の総人口は約 90 万人と推定され、その大部分は都市部に居住する都市人口である。2002 年から 2003 年の世帯収入支出調査によれば、全国平均世帯収入は JD5,590(約 75 万円)に対し、ザルカ県では JD4,177(約 56 万円)と全国最低を記録している。過去、ザルカ市、スフナ市、ハシミエ市では、ザルカ川沿いの低平地から市街化が始まった。第一次・第二次中東戦争によるパレスチナ人難民・避難民と、イラン・イラク戦争及び湾岸戦争の影響により失業した出稼ぎ労働者が、そうした地区の主な転入者となっている。そのほか、2003 年からのイラク戦争に伴い国外へ逃れてきたイラク人もザルカ県内に多く居住していると言われている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

(1) 背景・経緯

ヨ国は水資源に乏しい自然環境にあり、2007 年に発表された気候変動に関する政府間パネル (IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change) 第 4 次評価報告書によると、中東地域は気候変動により水利用可能性が減少する地域とされ、更に飲料水確保が困難になることが予測されている。そのため、ヨ国政府は気候変動対策を喫緊の課題として掲げており、温室効果ガスの排出削減と経済成長を両立させ、気候の安定化に貢献しようとする国を支援する我が国の枠組みである「クールアースパートナーシップ」への賛意を示している。

我が国は、1994～1996 年に実施した開発調査「ザルカ地区上水道施設改善計画調査」の提言に基づき、2 次につながる無償資金協力「ザルカ地区上水道施設改善計画」を実施した。これらの支援により、送水管、配水池、配水幹線の整備を行うことにより配水池からの自然流下による配水システムへの切り替えを中心とする基幹水道施設の再編は完了する。しかしながら、配水区内での配水管理の更なる改善、老朽化したポンプの更新など、限りある水資源の有効利用と水供給の安定化という観点から継続的な対策が必要とされている。特に、ザルカ県の上水道施設は、ポンプの老朽化や不適切な維持管理などによって、故障の頻発や送配水能力の低下という問題を抱えている。また、ザルカ県は起伏の多い地形を有し、送配水システムにおいて多くのポンプを使用しなければならない状況に置かれているが、ヨ国は電力の

ほぼ全量を火力発電に依存しているため、老朽化した非効率なポンプの運転は電力消費を増大させるだけでなく、温室効果ガスの排出量の増加にもつながる恐れがある。

こうした中、ヨ国政府は、気候変動対策支援の一環として新たに日本国の無償資金協力のスキームとして平成 20 年度に導入された「環境プログラム無償資金協力」として、「送配水の効率化による消費エネルギーの節減(緩和策支援)」、「水損失の削減を通じた水供給の増加・安定化と水資源の保全(適応策支援)」を目的とした本案件を 2008 年 8 月に日本政府に要請した。その要請内容は、ザルカ県の上水道システムにおける送水ポンプの更新を始めとする資機材調達と技術支援からなっている。

本計画では、主要な送水ポンプ設備の更新と送水管やバルブ類の調達を通じて、送水効率の向上と電気エネルギー消費量の節減を図ることを目的とする。この支援は、既往の無償資金協力との相乗効果も期待されており、エネルギー消費の節減に伴う二酸化炭素排出量の削減に寄与するだけでなく、ザルカ地域における給水の安定化にも貢献する。

(2)要請内容

ヨ国から要請された原調達資機材リストには資機材の具体的な使用場所の明示がなかったため、第 1 次現地調査におけるミニッツ協議の中で日本側調査団が修正を要求し、これに応じて要請内容の修正リストが提出された。ヨ国から提出された要請の修正リストは表 1.2.1 及び表 1.2.2 に示すとおりである。

表 1.2.1 要請内容

項 目	内 容
1)上位目標	送配水システムの適正化により消費エネルギーを節減し、気候変動の緩和に資する。気候変動に起因する降雨量の減少と飲料水確保の困難化に適応する。
2)プロジェクト目標	送配水の効率化による消費エネルギーの節減 (緩和策) 水損失の削減を通じた水供給の増加・安定化と水資源の保全 (適応策)
3)期待される成果	適切な配水ネットワーク計画が策定され、配水ネットワークが適正化される。 非効率にエネルギーを消費している送配水ポンプが更新される。 不適切な口径の管網及び付属資機材類(バルブ・メーター)が改善される。 漏水箇所の修繕作業が速やかに実施される体制が整備される。
4)成果指標	二酸化炭素(CO ₂)削減量 - ポンプの更新及び維持管理による消費電力の削減 - 水損失分の送配水エネルギーの削減 漏水削減量
5)原要請内容	資機材調達 ・ポンプ設備: ポンプ場 7 箇所 アズラック、ハラバット、ハウ、ザルカ、ザルカ逆浸透膜処理施設、メルヘブ、スフナ ポンプ台数: 24 台、揚程: 100 ~ 350m、 (ポンプ、電動機、弁類、配管、制御盤を含む) ・管材: ダクタイル鋳鉄管、口径 150 ~ 300mm、14km ・流量計: アズラックポンプ場及びハウポンプ場、計 6 式 ・配水管網内各種バルブ: 仕切弁、バタフライ弁、逆止弁、流量計、空気弁 1,175 個 ポンプ設備の据付は日本側負担、その他資機材の据付及び施設建設はヨ国側負担。 技術支援 支援項目に関する明確な要請はないが、プロジェクトの成果として「適正な配水ネットワーク計画の策定と配水ネットワークの適正化」があげられている。

表 1.2.2 要請資機材リスト(第 1 次現地調査時点)

No.	Area/Station	Mark	Materials	Diameter (inch)	Place	PN(bar)	Unit	Quantity
1	New Azraq Station	GV	Gate Valve	8	Delivery Pipe	40	nos	4
2		GV	Gate Valve	12	Suction Pipe	16	nos	4
3		GV	Gate Valve	24	Pelving Pipe	40	nos	1
4		GV	Gate Valve	24	Pelving Pipe	25	nos	1
5		GV	Gate Valve	24	Suction Pipe	25	nos	1
6		NRV	Non-retaining Valve	8	on each pump delivery pipe	40	nos	4
7		NRV	Non-retaining Valve	24	Delivery Pipe	40	nos	1
8		WM	Water Meter (electronic)	24	on pipe from wells to reservoir	25	nos	1
9		WM	Water Meter (electronic)	24	on pipe from pump station to Khaw	40	nos	1
10	Old Azraq Station	V	Valve	10	Delivery Pipe	40	nos	7
11		V	Valve	12	Suction Pipe	25	nos	7
12		V	Valve	24	Delivery Pipe	40	nos	1
13		V	Valve	24	Suction Pipe	25	nos	1
14		NRV	Non-retaining Valve	10	on each pump delivery pipe	40	nos	7
15		NRV	Non-retaining Valve	24	Delivery Piper	40	nos	1
16	Khaw Station (Amman)	NRV	Non-retaining Valve	8	Delivery Pipe	40	nos	8
17		NRV	Non-retaining Valve	24	Delivery Pipe	40	nos	1
18		WM	Water Meter (electronic)	24	from Azraq pipeline	25	nos	1
19		WM	Water Meter (electronic)	24	to amman pipeline	40	nos	1
20	Khaw Station (Zarqa)	V	Valve	16	Delivery Pipe	40	nos	6
21		V	Valve	16	Suction Pipe	16	nos	6
22		V	Valve	24	Delivery Pipe	40	nos	2
23		NRV	Non-retaining Valve	16		40	nos	3
24		WM	Water Meter (electronic)	28	to Batrawi pipeline	25	nos	1
25		WM	Water Meter (electronic)	16	to Zarka pipeline	40	nos	1
26	Zarqa	P	Pump (Q=400m3/h, H=150m)		Zarqua station (to Zarka network)	15	nos	3
27		P	Pump (Q=200m3/h, H=150m)		Zarqua station (to Zarka network)	15	nos	2
28		P	Pump (Q=500m3/h, H=250m)		Zarqua station (to Rusaifa)	25	nos	3
29		P	Pump (Q=200m3/h, H=250m)		Zarqua station (to Rusaifa)	25	nos	2
30		P	Pump (Q=500m3/h, H=350m)		Azraq Station (to Khaw)	35	nos	2
31		P	Pump (Q=300m3/h, H=350m)		Azraq Station (to Khaw)	35	nos	2
32		P	Pump (Q=500m3/h, H=150m)		Halabat station (to Khaw)	15	nos	1
33		P	Pump (Q=300m3/h, H=150m)		Halabat station (to Halabat area)	15	nos	1
34		P	Pump (Q=100m3/h, H=350m)		Merheb station (to berein area)	35	nos	1
35		P	Pump (Q=200m3/h, H=100m)		Merheb station (to Awajan area)	10	nos	1
36		P	Pump (Q=500m3/h, H=50m)		treatment station (to Zarka PS)	5	nos	1
37		P	Pump (Q=50m3/h, H=350m)		Sokhneh station	35	nos	1
38		P	Pump (Q=500m3/h, H=350m)		Khaw station (to Amman)	35	nos	2
39		P	Pump (Q=300m3/h, H=350m)		Khaw station (to Amman)	35	nos	2

Note: pump includes pump+ all fittings on suction and delivery + electrical panel + cables+power distrubation panel for the station

No.	Area/Station	Mark	Materials	Diameter (inch)	Place	PN(bar)	Unit	Quantity
40	Zarqa	GV	Gate Valve (with flange)	2	Zarqa network	16	nos	100
41		GV	Gate Valve (with flange)	2	Zarqa network+pump stations	25	nos	100
42		GV	Gate Valve (with stim)	2	Zarqa network+pump stations	40	nos	100
43		GV	Gate Valve	4	Zarqa network	16	nos	100
44		GV	Gate Valve	4	Zarqa network	25	nos	100
45		GV	Gate Valve	4	Zarqa network+pump stations	40	nos	100
46		GV	Gate Valve	6	Zarqa network+pump stations	16	nos	30
47		GV	Gate Valve	6	Zarqa network+pump stations	25	nos	30
48		GV	Gate Valve	6	Zarqa network+pump stations	40	nos	30
49		GV	Gate Valve	8	Zarqa network+pump stations	16	nos	30
50		GV	Gate Valve	8	Zarqa network+pump stations	25	nos	30
51		GV	Gate Valve	8	Zarqa network+pump stations	40	nos	30
52		GV	Gate Valve	12	Zarqa network+pump stations	25	nos	10
53		GV	Gate Valve	12	Zarqa network+pump stations	40	nos	10
54		BV	Butterfly Valve	12	Pump stations (merheb+Basatin+Tamwin+standby)	25	nos	10
55		BV	Butterfly Valve	16	Pump stations (Zarqa+ standby)	25	nos	3
56		BV	Butterfly Valve	16	Pump stations (Zarqa (rusaifa)+ standby)	40	nos	3
57		GV	Gate Valve	24	Zarqa network+pump stations	40	nos	2
58		BV	Butterfly Valve	24	Pump stations (Zarqa+ standby)	40	nos	2
59		NRV	Non-retaining Valve	4	Pump stations + wells	16	nos	20
60		NRV	Non-retaining Valve	4	Pump stations + wells	25	nos	20
61		NRV	Non-retaining Valve	4	Pump stations	40	nos	20
62		NRV	Non-retaining Valve	6	Pump stations + wells	16	nos	20
63		NRV	Non-retaining Valve	6	Pump stations	25	nos	20
64		NRV	Non-retaining Valve	6	Pump stations	40	nos	10
65		NRV	Non-retaining Valve	8	Pump stations + wells	16	nos	20
66		NRV	Non-retaining Valve	8	Pump stations	25	nos	20
67		NRV	Non-retaining Valve	8	Pump stations	40	nos	10
68		NRV	Non-retaining Valve	12	Pump stations (merheb+Basatin+Tamwin+standby)	25	nos	8
69		NRV	Non-retaining Valve	12	Pump stations (Zarqa+ standby)	40	nos	3
70		NRV	Non-retaining Valve	16	Pump stations (Zarqa+ standby)	25	nos	3
71		NRV	Non-retaining Valve	16	Pump stations (Zarqa (rusaifa))	40	nos	3
72		NRV	Non-retaining Valve	24	Pump stations (Zarqa+ standby)	40	nos	2
73		WM	Water Meter	4	Wells	16	nos	20
74		WM	Water Meter	4	Pump stations	25	nos	10
75		WM	Water Meter	6	Wells	16	nos	25
76		WM	Water Meter	6	Pump stations	25	nos	20
77		WM	Water Meter	8	Wells	16	nos	20
78		WM	Water Meter	8	Pump stations	25	nos	10
79		WM	Water Meter	8	Pump stations	40	nos	10
80		WM	Water Meter (electronic)	12	Pump stations + line (merheb+Basatin+Tamwin+standby)	40	nos	5
81		WM	Water Meter (electronic)	16	Pump stations (Zarqa+ standby)	40	nos	4
82		WM	Water Meter (electronic)	24	Pump stations (Zarqa+ standby)	40	nos	2
83		AV	Air release valve	2	Zarqa network + Wells	25	nos	20
84		AV	Air release valve	4	Zarqa network + main lines	25	nos	20
85		AV	Air release valve	4	Zarqa network + main lines	40	nos	10
86		DIP	Ductile iron pipes	300mm	Zarqa network		meter	6000
87		DIP	Ductile iron pipes	200mm	Zarqa network		meter	6000
88	DIP	Ductile iron pipes	150mm	Zarqa network		meter	2000	

表 1.2.2 に示された資機材の内容は以下のとおりである。

1) 送配水ポンプ

原要請ではポンプ設備 29 台が挙げられていたが、具体的な使用場所の明示がなかった。変更後の要請では、アズラック、ハラバット、ハウ(旧ポンプ場、アンマン向け)、ザルカ、ザルカ逆浸透膜処理施設、メルヘブ及びスフナの 7 箇所のポンプ場における送配水ポンプ設備が対象とされた。ポンプ設備には、ポンプ、電動機に加えて、ポンプ周りの配管、バルブ類、受電盤、操作盤、配線が含まれている。

2) 流量計

変更要請内容では、全ての送水ポンプ場に流量計が計上され、さらに、ザルカ地域の配水地区内の井戸や配水ポンプ場(流入側、流出側)で使用する流量計も要請されている。配水区内の流量計については、その設置場所は井戸と配水ポンプ場である。

3) 管材

3 種類の口径(300mm、 200mm、 150mm)のダクタイル鋳鉄管が要請されている。管路の敷設は WAJ 側が実施する方針であり、資材の調達のみ日本側へ要請されている。図 1.2.1 参照。

a) ダクタイル鋳鉄管(300mm、約 2.2km)

ザルカポンプ場からザルカ西部地区へ配水するための新設路線、約 1.8km。西部地域はアワジャン低区配水池の配水対象区域に属するが、現在の配水池に流入する水量が不足しているため、ザルカポンプ場からの送水が必要とされる。

ザルカ中心部の既存管の更新、約 0.4km。KfW 実施の無収水対策プロジェクトのパイロットエリア内に位置する。

b) ダクタイル鋳鉄管(200mm、約 2.2km)

ザルカポンプ場からザルカ北部地域へ配水するための既存管の更新路線、約 1.3km。北部地域はこれまでの配水池による給水計画ではカバーされておらず、ポンプ送水が不可欠な地域である。近年の開発が進み、住宅地が広がっていることに起因する。

ザルカ中心部の新設路線、約 0.9km。

c) ダクタイル鋳鉄管(150mm、約 5.2km)

ザルカ中心部の既存管の新設路線、約 2.8km + 約 1.2km。

ザルカポンプ場からザルカ北部へ配水するための既存管の更新路線、約 1.2km。近年の開発が進み、住宅地が広がっていることに起因する。

(4) バルブ類

配水管網内に使用するバルブ類(仕切弁、バタフライ弁、逆止弁)は当初の要請から数量や仕様が大幅に変更され、また、流量計、空気弁の項目が追加された。図 1.2.1 に示すとおり、14 箇所のバルブ、2 箇所の流量計については具体的な設置場所が明示されたが、他資機材の用途は配水管、ポンプ場、井戸などの既存設備の更新を目的とした予備資材である。これら弁類全ての設置箇所はザルカ県内の WAJ 管轄水道施設を対象としている。

凡 例	
要請管材、バルブ類	既設管路
— (紫) — : 150mm	- - - (紫) - - - : 150mm
— (青) — : 200mm	- - - (青) - - - : 200mm
— (赤) — : 300mm	- - - (赤) - - - : 300mm
⊗ : バルブ	- - - (緑) - - - : 400mm
Ⓜ : 流量計	

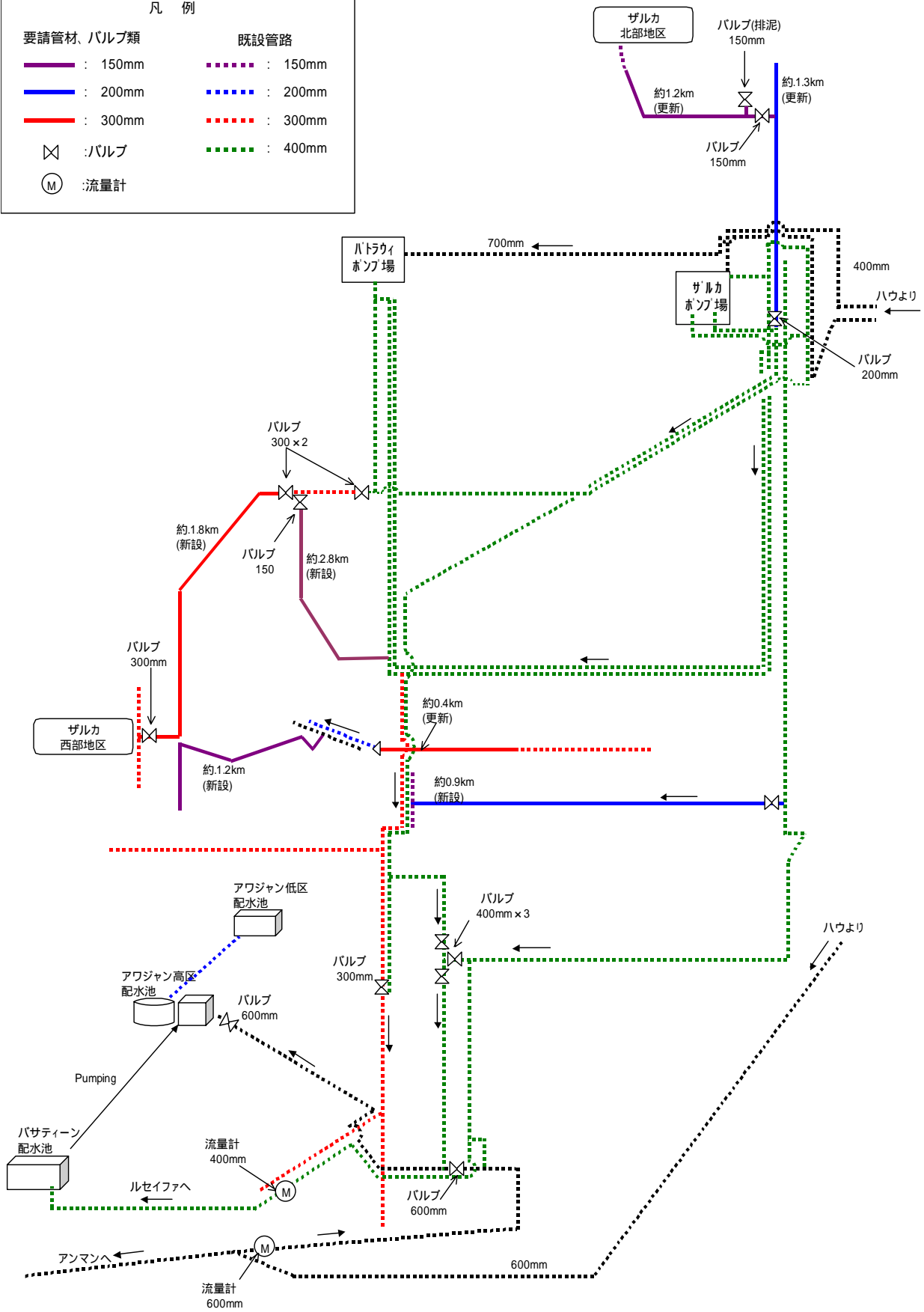


図 1.2.1 要請された管材・バルブの使用箇所

1-3 要請内容の絞込み

第1次現地調査時にヨ国から要請された修正調達資機材リストの項目を整理すると、資機材の内容はその用途により6つに分類できる。「プロジェクト目標」、「期待される成果」を得ることを目的とし、調達資機材としての妥当性、優先度について検討し、要請コンポーネントを整理した。第2次現地調査開始時においてWAJと協議した結果は表1.3.1及び表1.3.2に示すとおりである。要請内容は日本側が提示した第1～第4分類の項目とすることで決定され、優先順位は7段階に区分された。当リストはミニッツ(2009年6月18日署名)に添付されている。第2次現地調査においては、このリストに基づいた項目を対象に調査が実施された。

表 1.3.1 要請コンポーネントの分類

分類	用途	対象サイト	資機材の項目	優先順位	備考
1	主要井戸水源の送水	アズラックポンプ場	ハウポンプ場配水池向け送水ポンプ	1	
		ハラハットポンプ場	ハウポンプ場配水池向け送水ポンプ	2	
2	ハトラウイ配水池向け送水	サルカポンプ場	ハトラウイ配水池向け送水ポンプ	3	
		サルカポンプ場-ハトラウイ配水池間	既存送水管(400mm×2)のルート変更、更新用送水管(600mm、約2km)	3	要請項目に無し(提案)
		新ハウポンプ場	ハトラウイ配水池向けポンプ周りバルブ類、流量計	4	
		サルカ逆浸透膜処理施設	サルカ配水池向け送水ポンプ	5	GTZ 調査対象
3	アワシヤン配水池、ルセイファ配水池向け送水	旧ハウポンプ場	アンマン向け送水ポンプ	除外	GTZ 計画決定
		メルヘブポンプ場	ヘレン地区、アワシヤン地区に向けた送配水ポンプ	6	
4	サルカ地区送配水管	サルカ市内各地	送配水管網の改善のための流量計、仕切弁、空気弁	7	
5	サルカ地区郊外への送配水	ヌフナ配水ポンプ場	配水用ポンプ	除外	
6	サルカ地区内の配水ポンプ場及び井戸のポンプ、流量計、弁類	1)新サルカポンプ場	ハトラウイ配水池向け以外のポンプ(配水用)	除外	
		2)配水管網内	ダクタイル配水管	除外	KfW 計画決定
		3)配水管網内	配水ポンプ場用の流量計、バルブ類	除外	
		4)井戸	流量計、逆止弁、空気弁	除外	MCC 計画対象

表 1.3.2 第 2 次現地調査開始時ミニッツで合意された要請資機材リスト

Category	Mark	Materials	Diameter (inch)	Location	PN(bar)	Unit	Quantity	Priority
1	P	Pump (Q=500m ³ /h, H=350m)	-	Azraq P.S. (to Khaw P.S.)	35	nos	2	1
	P	Pump (Q=300m ³ /h, H=350m)	-	Azraq P.S. (to Khaw P.S.)	35	nos	2	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Azraq P.S.: Inlet pipeline from wells to reservoir	-	nos	1	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Azraq P.S.: Outlet pipeline to Khaw P.S.	-	nos	1	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Khaw Reservoir : Inlet pipeline from Azraq P.S	-	nos	1	2
	P	Pump (Q=500m ³ /h, H=150m)		Halabat station (to Khaw)	15	nos	1	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Hallabat P.S.: Inlet pipeline from wells to reservoir	-	nos	1	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Hallabat P.S.: Outlet pipeline to Khaw P.S.	-	nos	1	
2	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Khaw Reservoir : Inlet pipeline from Hallabat P.S	-	nos	1	3
	P	Pump (Q=400m ³ /h, H=100m)	-	Zarqa P.S. to Batrawi Reservoir	16	nos	3	
	DIP	Ductile iron pipes	600mm	Transmission from Zarqa P.S. to Batrawi Reservoir	-	m	-	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	-	Zarqa P.S.: Outlet pipeline to Batrawi	-	nos	1	4
	V	Valve	16	New Khaw P.S.: Delivery Pipeline	16	nos	6	
	V	Valve	16	New Khaw P.S.: Suction Pipeline	16	nos	6	
	V	Valve	24	New Khaw P.S.: Delivery Pipeline	16	nos	2	
	NRV	Non-retaining Valve	16	New Khaw P.S.	16	nos	3	
	WM	Water Meter (electronic)	28	New Khaw P.S.: Outlet pipeline to Batrawi Reservoir	-	nos	1	
	WM	Water Meter (electronic)	16	New Khaw P.S.: Outlet pipeline to Zarqa P.S.	-	nos	1	
DIP	Ductile iron pipes	Variable	New Khaw P.S.: Inside Connection Pipes	-	m	-	5	
P	Pump (Q=500m ³ /h, H=50m)	-	Zarqa Treatment Plant: Outlet pipeline to Zarqa Reservoir	5	nos	1		
3	P	Pump (Q=100m ³ /h, H=350m)	-	Merheb P.S.: To Berein Reservoir	35	nos	1	6
	P	Pump (Q=200m ³ /h, H=100m)	-	Merheb P.S.: To Awajan Reservoir	10	nos	1	
	WM	Water Meter (Turbin)	6	Merheb P.S.: Outlet pipeline to Berein	40	nos	1	
	WM	Water Meter (Turbin)	6	Merheb P.S.: Outlet pipeline to Awajan	10	nos	1	
4	GV	Gate Valve	2	Zarqa network	16	nos	100	7
	GV	Gate Valve	2	Zarqa network	25	nos	100	
	GV	Gate Valve	4	Zarqa network	16	nos	100	
	GV	Gate Valve	4	Zarqa network	25	nos	100	
	GV	Gate Valve	6	Zarqa network	16	nos	30	
	GV	Gate Valve	6	Zarqa network	25	nos	30	
	GV	Gate Valve	8	Zarqa network	16	nos	30	
	GV	Gate Valve	8	Zarqa network	25	nos	30	
	GV	Gate Valve	12	Zarqa network	16	nos	10	
	GV	Gate Valve	12	Zarqa network	25	nos	10	
	GV	Gate Valve	16	Zarqa network	16	nos	3	
	GV	Gate Valve	24	Zarqa network	25	nos	2	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	16	Transmission Line to Russeifa	-	nos	1	
	WM	Water Meter (Ultrasonic)	24	Khaw-Amman Pipeline: Awajan Junction	-	nos	1	
	AV	Air release valve	2	Zarqa network	25	nos	20	
	AV	Air release valve	4	Zarqa network	25	nos	20	

Note: The specification and quantity of the equipment and materials are subject to be modified by the study.

【分類 1】 主要井戸水原水の送水

1) アズラックポンプ場の送水ポンプ

ザルカ県の水源として最も生産量の多い井戸群の揚水を主にハウポンプ場の配水池に送水するための送水ポンプ場である。その老朽化したポンプ設備を更新することは、送水の確実性、安定性を高める上で重要であり、優先度は高い。また、アズラック井戸については米国ミレニアム挑戦公社(MCC)が井戸施設改修計画の調査を行っており、両プロジェクトが協調して相乗効果を生むことが期待できる。

2) ハラバットポンプ場の送水ポンプ

井戸群の揚水を主にハウポンプ場に送水するための送水ポンプ場である。その老朽化したポンプ設備を更新することは、送水の確実性、安定性を高める上で重要であり、優先度は高い。

【分類 2】 バトラウィ配水池向け送水

1) ザルカポンプ場の送水ポンプ(バトラウィ配水池向け)

バトラウィ配水池では、既存の配水池(4,000m³)に隣接して、日本の無償資金協力「第二次ザルカ地区上水道施設改善計画」により新規配水池(14,000m³)が建設中である。この配水池が完成すると、ザルカ市中心部であるザルカ低区配水区へ自然流下で配水が可能となる。また、ザルカ高区配水池へのポンプ送水用の貯水池でもあり、ザルカ地区全体の配水に関わる重要な配水池である。この配水池への送水は、ハウポンプ場からの送水とザルカポンプ場からの送水の2系統があるが、ザルカポンプ場のポンプの老朽度は著しい。日本側実施の無償資金協力プロジェクトの成果をより安定的に確実に発現するためにも、ザルカポンプ場のバトラウィ配水池向け送水用ポンプの新規調達には優先度が高い。

2) ザルカポンプ場～バトラウィ配水池間 新規送水管 (600mm、L=約 2km)

ザルカポンプ場からバトラウィ配水池までの送水は 400mmのダクタイル管2本を通じて行われており、それらの管はポンプによる直接配水の管路としても使用されている。そのルートは最短ルートでなく、市街地を通過した非効率的なルートとなっている。ザルカポンプ場のバトラウィ向けポンプ設備の更新と合わせて、本送水管の整備を行うことにより、バトラウィ配水池へのより確実な送水が期待できる。

3) ハウポンプ場のザルカ向けポンプのポンプ周りバルブ類、流量計

ザルカ向けの送水系統では、バトラウィ配水池及びハシミエ配水池へ向けてポンプ圧送が行われる。このハウ新ポンプ場から送水される水量はザルカ地区の主要水源となっており、そのポンプ場の整備を行うことの優先度は高い。

4) ザルカ逆浸透膜処理場送水ポンプ

GTZにより、エネルギー効率改善プロジェクトが実施中であった。GTZによる支援が決定された場合、日本側の対象から除外する。

【分類3】 アワジャン配水池、ルセイファ配水池向け送水

1) ハウポンプ場のアンマン向けポンプ

GTZ のエネルギー効率改善プロジェクトの結果、ドイツによる支援が決定されたため、日本側の対象から除外する。

2) メルヘブポンプ場のポンプ

6本のメルヘブ井戸群の水をザルカ西部のベレン地区に送配水している。また、日数は限定されているが、日本側が建設したアワジャン高区配水池にも送水している。

【分類4】 ザルカ地区送配水管網資機材

流量計、仕切弁(約530箇所)、空気弁(約30箇所)の調達が要請されている。そのうち、使用箇所が明らかなものは、流量計2箇所、仕切弁14箇所である。その他は、使用箇所は明らかでなく、配水管網の改善に向けた予備資材として位置づけられている。設置対象場所はザルカ県内全域を対象としているが、その場合資機材が導入される地域が拡散されてしまい、プロジェクトとしての成果が分散されてしまう恐れがある。

【分類5】 ザルカ郊外の村への送水

WAJ では既存のスフナポンプ場の配水ポンプは廃止し、新設されたスフナ配水池の敷地内にポンプ場を新設する予定としている。そのためのポンプ機材を要請している。ザルカ地区の郊外への送水用であるためその優先度は低い。

【分類6】 ザルカ地区内の配水ポンプ場のポンプ、井戸周りのバルブ、流量計等

1) ザルカポンプ場のポンプ(バトラウィ配水池向け以外)

ザルカポンプ場の送配水先は、バトラウィ配水池への送水、ザルカ地区中心部、西部、北部、東部地域の配水管網への配水、ルセイファ地区にあるバサティーン配水池への送水とその途中の配水管網への配水、である。バサティーン配水池はバサティーンポンプ場内にあり、周辺の井戸群による揚水を加えて、ルセイファ市街の配水管網にポンプによる配水を行っている。またポンプによりルセイファ高区配水池、ハッテン配水池への送水も行っている。これまでの日本側が策定した将来計画によれば、現在ザルカポンプ場から直接配水されている地区は、ザルカの東部地域(新規開発地)を除き、日本側が建設した配水池による自然流下の区域に属している。当初のシナリオに従って、ハウポンプ場及びザルカポンプ場からバトラウィ配水池に送水され、さらに、ハウポンプ場～アンマン間の送水管から、アワジャン配水池とルセイファ配水池の双方に送水が行われた場合には、現在ザルカポンプ場が担っているザルカ市内へのポンプ送水は不要となることが考えられる。よって、ザルカポンプ場からバトラウィ配水池に送水する目的以外で使用されるポンプは要請対象から外すこととした。

2) ダクタイル鋳鉄管(配水区内)

要請された配水管材(ダクタイル管)の用途は以下の3つに区分される。

ザルカ中心部の配水管網の改善(更新及び新設)。使用箇所は、KfW が計画する無収水対策プロジェクトのパイロットエリア内に属する。

ザルカ西部地域の配水のための新設路線。日本側が建設したアワジャン低区配水池の配水エリアに属する。配水池への送水量が不足するため、ザルカポンプ場からの直接配水が必要となっている。

ザルカ北部地区の既設管の更新。日本側が建設中のバトラウィ配水池の配水エリアに属する。既存管路の漏水が多く発生しており、老朽化管路の更新を希望している。

はドイツ復興金融公庫(KfW)のプロジェクトが既の実施されており、日本側による調達は望ましくない。は、配水池が適正に運用開始されるまでの期間、暫定的に使用されるものであり、将来も継続して使用されることが保証できない。また、これを整備することにより、配水池からの自然配水ではなく、ザルカポンプ場からのポンプ圧送の運転をサポートすることにもつながってしまう。

ザルカポンプ場から直接ポンプ配水する水量があれば、ハウ送水ポンプ場からアンマン方面の送水管を経由してアワジャン配水池に送水することを優先的に検討すべきである。

についても、本プロジェクトにおける当資材の調達は望ましくない。まずバトラウィ配水池の適正な運用を開始した上で、配水管の改善を検討すべきである。

上記 ~ は、いずれも日本側による調達の対象から外すこととした。

3) 配水ポンプ場用の流量計、バタフライバルブ、仕切弁、逆止弁

現在配水ネットワークへの直接配水に使用されているポンプ場は、ザルカポンプ場、バサティーンポンプ場、スフナポンプ場、タマウィンポンプ場、メルヘブポンプ場、その他(郊外のシャロット、キニア、アロック、タフィア、オムロマナ)である。ザルカ、スフナ、メルヘブのポンプ場は要請対象にあげられている。また、バサティン及びタマウィンはポンプによる直接配水に使用され、他のポンプ場は郊外用であり、要請対象から外すこととした。

4) 井戸用の流量計、逆止弁、空気弁

ザルカ県内の井戸については、欧州共同体(EC)がアワジャン井戸の改修を、米国ミレニアム挑戦公社(MCC)がザルカ県内 99 箇所の井戸改修の調査を始めている。本プロジェクトによる調達資機材は、これらの計画との整合性をとる必要があり、井戸関連の資機材を要請対象から外すこととした。

1-4 我が国の援助動向

1-4-1 有償・無償資金協力

日本国がヨ国に対して実施している上水道セクターにおける援助実績は、以下のとおりである。

表 1.4.1 日本政府の援助実績

案件名	形態	実施年度	供与限度額 (億円)	案件概要 (実施機関)
水道施設補修機材整備計画	無償	1994	6.6	中央ワークショップ及び支部ワークショップ 2 箇所(イルビッド県及びマアーン県)の修理・整備機材の調達 (ヨルダン水道庁)
アンマン都市圏上水道施設改善計画	無償	1996 ~ 1997	12.75	首都アンマンの水源であるキングアブドラ運河から原水を動水するための取水・導水ポンプの改修 (ヨルダン水道庁)
第二次アンマン都市圏上水道施設改善計画	無償	1998 ~ 2001	74.22	キングアブド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建設 (ヨルダン水道庁)
ザルカ地域上水道施設改善計画	無償	2002 ~ 2004	17.21	ザルカ地域南部(ルセイファ・アワジャン地区)の漏水量低減と安定給水を目的とした送・配水基幹施設の改善と配水ブロック化 (ヨルダン水道庁)
ヨルダン渓谷中・北部上水道施設改善計画	無償	2005 ~ 2007	20.72	ヨルダン渓谷中・北部地域の漏水量低減及び安定給水を目的とした上水道施設の改善・拡張 (ヨルダン水道庁)
第二次ザルカ地域上水道施設改善計画	無償	2006 ~ 2009	23.71	ザルカ地域北部(ハシミエ・スフナ・ザルカ地区)の漏水量低減と安定給水を目的とした送・配水基幹施設の改善と配水ブロック化 (ヨルダン水道庁)

出典: ODA 白書(外務省)

1-4-2 技術協力

日本国がヨ国に対して実施している上水道セクターにおける技術協力は以下のとおりである。

表 1.4.2 技術協力の実績

案件名	形態	実施年度	案件概要 (協力相手先機関)
ザルカ地区上水道施設改善計画調査	開発調査	1994 ~ 1996	2015 年为目标年次としたザルカ地区の漏水率の低減と給水状況の改善のためのマスタープラン策定ならびに優先プロジェクトに対するフィージビリティスタディ (ヨルダン水道庁)
全国水資源管理計画調査	開発調査	2000 ~ 2001	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 (ヨルダン水道庁)
無収水対策能力向上プロジェクト	技プロ	2005 ~ 2008	無収水対策の基礎知識、パイロット区画における配水ブロック化、漏水調査及び修繕の技術指導 (ヨルダン水道庁)
無収水対策能力向上プロジェクト(フェーズ II)	技プロ	2009 ~ 2011 (実施中)	配水ネットワーク管理能力の強化、給水装置の設計及び施工管理能力の強化、無収水対策に係る住民意識の向上のための技術指導 (ヨルダン水道庁)

出典: 国際協力機構資料

1-5 他ドナーの援助動向

ザルカ県の上水道セクターに対して協力を実施・予定している他ドナーとしては、日本の他、ドイツ(GTZ、KfW)、EC、米国(USAID 及び MCC)、中国があり、水源施設改修、給配水施設改修、エネルギー節減についての計画実施を進めている。現在進行中の援助計画の内容は以下のとおりである。

表 1.5.1 他ドナーによる援助案件(実施中及び実施済)

国、機関名	形態	プロジェクトの内容	実施年度	概算金額
ドイツ復興金融公庫(KfW)	有償	ザイ-ダボウク水道プロジェクト	2002 ~ 2003	28 百万米ドル (約 28 億円)
ドイツ技術協力公社(GTZ)	技術協力	全国水マスタープラン	2002 ~ 2004	不明
米国(USAID)	無償	ムジブ・ザーラ・マイン汽水淡水化プロジェクト	2003 ~ 2006	125 百万米ドル (約 125 億円)
ドイツ技術協力公社(GTZ)	技術協力	水資源管理プロジェクト (地下水解析、GIS 整備、水資源管理技術の支援)	2006 ~ 2009(予定)	不明
ドイツ技術協力公社(GTZ)	技術協力	中部 3 県のポンプ場 11 箇所を対象としたエネルギー効率の改善可能性診断調査	2009	不明
ドイツ復興金融公庫(KfW)	有償	中部 2 県の水道運営管理能力向上プロジェクト	2008 ~ 2010(予定)	5.3 百万ユーロ (約 6.9 億円)
米国(MCC)	無償	下水処理水量と処理水の再利用量の拡大 水供給システムの再構築と改修による上水道の無収水量の削減対策	2008 ~ 未定	94 百万米ドル (約 94 億円)
欧州(EC)	有償	配水管網における水損失削減プロジェクト	2009 ~ 2012(予定)	12 百万ユーロ (約 16 億円)
中国	無償	ザルカ県ルセイファ市の配水管網改善プロジェクト	2007 ~ 2011(予定)	6.3 百万 JD (約 9 億円)

(1) ドイツ技術協力公社(GTZ)

GTZ は、中部 3 県(ザルカ、バルカ、マダバ)の計 11 ポンプ場を対象に、エネルギー効率改善プロジェクト(IEE-Improving Energy Efficiency Project)を実施した。ザルカ県については以下のポンプ場を対象に調査が実施され、各ポンプシステムの診断とそのエネルギー効率化の報告書が 2009 年 6 月末に完成した。

【ザルカ県の対象ポンプ場】

- ・アズラックポンプ場
- ・ハラバットポンプ場
- ・ハウ旧ポンプ場(アンマン送水用)
- ・ザルカ逆浸透膜処理施設送水ポンプ場

GTZ は、この報告書の中で効率診断結果、効率化の可能性(計画の運転点と実際の運転点との比較)及び効率化実施によるコスト削減量を WAJ に対して提示している。その上で、協力対象ポンプ場の選定に当たっては、PSP(Private Sector Participation)を前提とした実施可能性を検討し、民間事業者が施設・機材の更新とその運転維持管理も含めて契約する方式によって施設の運転効率改善を図ることとしている。現段階では、調査を実施した 11 ポンプ場の中で削減効率の大きいバルカ県のポンプ場 1 箇所がパイ

ロットプロジェクトとして選定され、BOT 方式の下、ドイツの建設業者によって効率改善計画が実施される予定である。また、ザルカ県においては、ハウ旧ポンプ場及びザルカ逆浸透膜処理施設について、ドイツ側の協力対象として選定されることが確認された。

(2) ドイツ復興金融公庫(KfW)

中部のザルカ及びマダバ両県に対する水分野マネージメント能力強化計画が 2008 年 11 月に開始された。期間は 24 ヶ月で総事業費は 8.15 百万ユーロ (KfW 負担:5.30 百万ユーロ、WAJ 負担 2.85 百万ユーロ)である。

ザルカ県では、ザルカ地区中心部にパイロット地区を設定して、無収水量削減に関する支援を行う計画があり、2009 年までに 2006 年比で 5%減の無収水削減を目標にしている。その内容は、約 23,000 の水道契約者を対象とし、配水管網の再構築、水道メーターの補修・交換、給水栓接続管の交換を行うものである。

2009 年 2 月よりパイロット地区の調査に着手した。その後、流量計、圧力計、更新用の配管材、維持管理車両、移動修理用機材の調達等を行い、2009 年 6 月までにパイロット地区内に仕切弁を設置し、独立した配水管網地区として分離する。流量計、圧力計を設置した後に流量調査を開始し、無収水対策室 (NRW)のベースライン計測モデルの設定を確認した上で、新たな規格の給水栓の設置と 2~3 次配水管の改修を行う。同時に管理損失削減のための、広範囲にわたる顧客調査、顧客管理、水道料金徴収システムの調査を行う。

(3) 米国ミレニアム挑戦公社(MCC:Millennium Challenge Corporation)

MCC では、水道分野の援助として、ザルカ県に対して以下のプロジェクトを行っている。

- ・下水処理水量と処理水の再利用量の拡大
- ・水供給システムの再構築と改修による上水道の無収水量の削減対策

上記プロジェクトの援助金額は 94 百万ドルを予定し、実行可能性調査(F/S)は 2008 年 11 月より開始されている。井戸群の改修、配水管と送水管の分離、老朽化した配水管や給水管の更新、配水池容量の拡張を通じてザルカの主要地区におけるポンプ圧送配水システムの自然流下システムへの変換を行い、無収水率を 54%から 25%への削減、ポンプ運転経費の削減、単位給水量を 56 ㍓/人・日から 93 ㍓/人・日へ増加させることを目的としている。上水道に関するプロジェクトの内容は以下のとおりである。

1) WAJ が所有する井戸の改修計画 (P1-A)

WAJ が所有する 99 箇所の井戸改修 (ポンプ及び関連機器を含む)に対する調査を行う。改修の目的は揚水量の増量ではなく、揚水効率の改善であり、特にアズラック井戸群は重要な調査対象となっている。調査や入札には 18 ヶ月程度を要し、その後改修工事開始する予定である。アズラック井戸群の場合、1980 年の供用開始時点では井戸 20 井で合計 3,100 m³/時の生産量があったが、現在の稼働井戸は 16 井に減少し、生産量実績は約 2,000 m³/時まで落ち込んでいる。

2) 配水管網の再構築・改修 (P1-B)

ザルカ県全域を対象とした自然流下による配水化に向けたマスタープラン(M/P)の策定と改善計画の実施を予定している。これは、過去に日本の開発調査にて作成された M/P の改訂・改善に該当する。M/P の目的は、「無収水の削減」と「給水原単位の増加」であり、M/P は 2010 年 3 月頃に策定され、2010 年半ばには実施期間 5 年間を目標とした改善計画が開始される予定である。資金の調達元である MCA(Millennium Challenge Account)は、資金協力期間が 5 年と設定されており、その期間で実施可能な案件を M/P から選定する予定であるが、具体的な投入内容の詳細はまだ定まっていない。

3) エネルギー削減計画

上記配水管網の再構築・改修と併せ、配水地区の圧送送水を自然配水に移行させ、直送ポンプを廃止し、エネルギー削減を目的とする計画についても着手する計画がある。

4) WAI ザルカ支所の経営能力改善に対する技術支援

GTZ と協調した技術支援を念頭においているが、その内容はまだ定まっていない。

(4) 欧州共同体(EC:European Community)

EC による協力計画の名称は「ザルカ地区水損失低減計画(Water Loss reduction in Zarqa)」であり、ヨルダン側の実施機関は計画・国際協力省(MOPIC)である。イラク難民が集中する地域の上水道に対する支援であり、特に配水管網における損失水量の削減を目的とする。対象地区はザルカ中心地域(グワイレヤ、アワジャン及びルセイファ地区)とザルカ近郊の村であり、ここにはヨルダン国内に居住する全イラク難民の約 15%に当たる 75,000 人が居住している。この計画の調査は 2009 年 2 月から実施されている。融資額は 12 百万ユーロとされ、実施計画が決定され次第、プロジェクトが着手される見込みであり、プロジェクト実施期間は 3 年間であり、主な内容は以下のとおりである。

1) アワジャン地区井戸施設及び関連施設の改善

アワジャン井戸 No.21、No.22、No.23、No.24 の改修

配水池 1,000m³ の建設、塩素注入装置、アワジャン高区配水池へ送水するためのポンプ設備の設置
アワジャン、ルセイファ地区の 400 老朽管の更新

2) グワイレヤ(Gwaireyeh)地区の配水管網改善

バトラウィ配水池からの自然流下による配水地区であり、配水管網の再構築、改修、給水栓接続管の改修、水道メーターの更新、水道メーターボックスの設置を行う。対象地区は KfW が実施中の無収水削減計画におけるパイロット地区に隣接している。また、配水管網更新地区の未接続家屋への接続、利用者の意識改革のための技術支援についても行われる。

3) ザルカの西部、北西部の 3 村の配水管網、給水接続管の改善

(5) 中国政府

中国政府が進めている援助案件の名称は、「ルセイファ地区給水ネットワーク改善拡張計画(Water Supply Network Upgrading and Expansion in Russaifah District)」である。

これは、中国政府の無償資金協力によるもので、2007年3月に援助額6.3百万JDでE/Nが締結された。プロジェクト対象地区はルセイファ低区配水池の配水地域(Awajan, Um Jaradah, Jabal Al-Shamali)を含むルセイファ地区である。対象人口は70,000人(各戸接続9,771ヵ所)で、1980年代に敷設され老朽化が著しい鉄管や鋳鉄管を主な更新対象とし、漏水を削減することを目的としている。口径1~2-1/2インチの給水管更新(約160km)、口径6~20インチのポリエチレン管と鋳鉄管の配水管新設(約8km)を行う。2009年9月より工事に着手し、工事期間は25ヶ月の予定である。

(6) ヨルダン政府 (ヨルダン国予算 Poverty Reduction Project)

他ドナーによる水道セクターの協力案件と連携し、ヨルダン国の国家予算「貧困削減プログラム(National Poverty Reduction Programme)」によって実施されている配水管網改善計画が存在する。対象地域は、ハシミエ市(0.9百万JD)、スフナ市(0.7百万JD)、アルノス村(0.4百万JD)、ドハブアン村(0.3百万JD)、ガレッサ村(0.3百万JD)であり、ハシミエは現在工事実施中で2009年末に完成予定、スフナは既に完成している。なお、ハシミエ市、スフナ市の対象エリアは本調査の対象である日本の無償資金協力対象地域内に位置している。プロジェクトの概要は下記に示すとおりである。

【ハシミエ市】

送水管(DCIP 200mm:1,500m、DCIP 150mm:2,200m)

配水管(PE 125mm:6,000m、PE 63mm:28,000m)

給水管(PE 32mm, 25mm:8,000m)、給水栓接続(GI 1/2", 3/4": 2,500m)

【スフナ市】

送配水管(DCIP 150mm:2200m、PE 125mm, 63mm, 32mm, 25mm:34,200m)、給水管、給水栓接続

図 1.5.1 に各ドナーによる協力対象サイトを整理した。

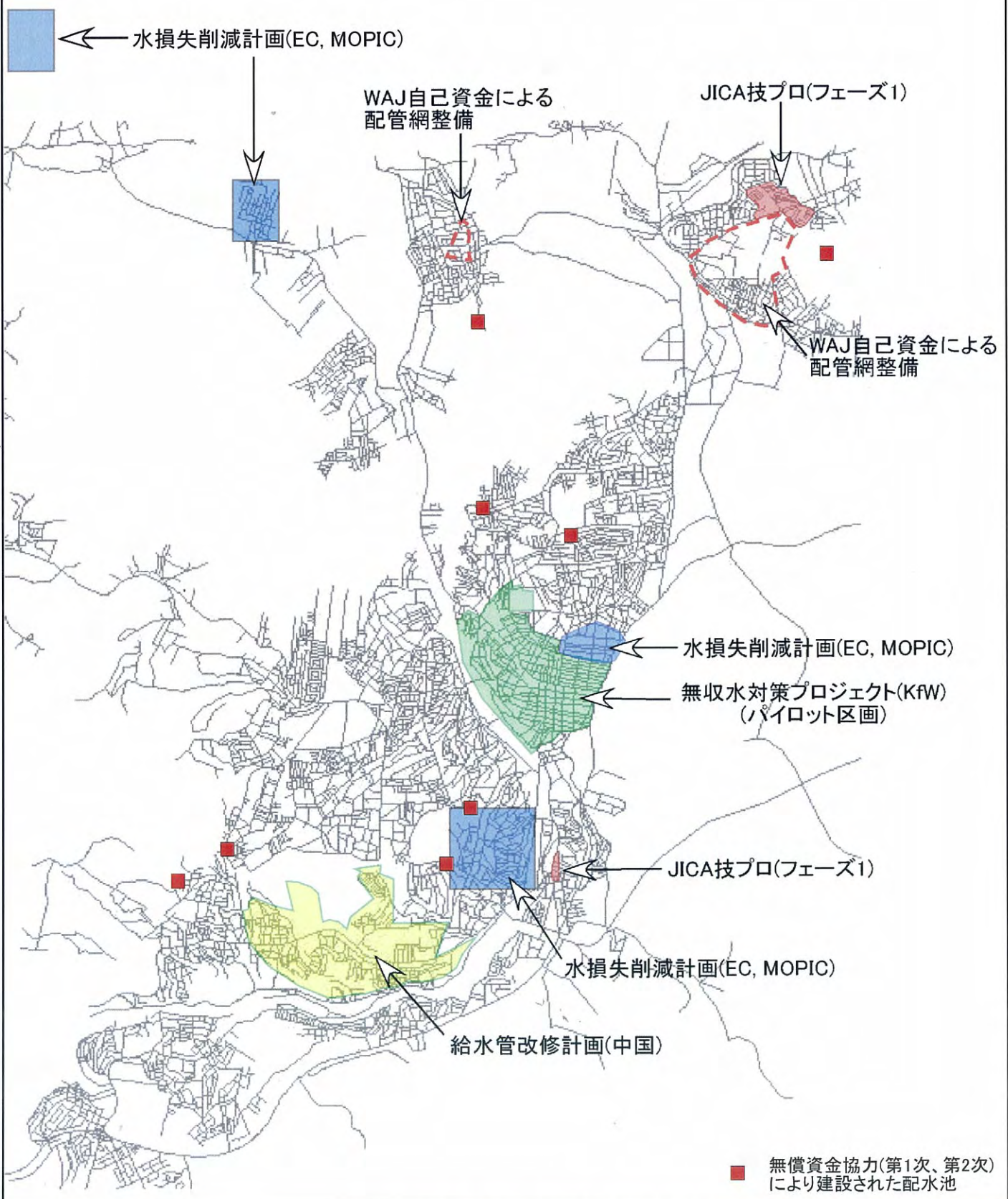


図1.5.1 各ドナーによる協力対象サイト

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

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

(1) ヨルダン水灌漑省(MWI)

ヨ国の水セクター(上下水道及び灌漑)の実施責任機関は、水灌漑省(MWI)である。MWIの傘下には、全国の都市・工業用水供給と下水道を担当するヨルダン水道庁(WAJ)とヨルダン渓谷の開発を担当するヨルダン渓谷庁(JVA)がある。JVAは1977年に創設された。その後1983年に、各都市及びJVA下の都市用水事業を統合してWAJが創設された。さらに1992年、水資源政策・管理の権限を集約するためにMWIが創設され、ヨ国の水セクターを統括することとなった。以降、MWIがJVA及びWAJを統括するとともに、農業省や保健省に分散していた水行政関係部門を統合し、水資源の開発、灌漑、都市用水事業を一元的に運営・管理できる体制が整えられた。このような経緯から、MWIにはMWI担当次官(政策立案、総務、財務を担当)、WAJ担当次官(WAJ総裁を兼務)及びJVA担当次官(JVA総裁を兼務)の3名が同格で存在し、水灌漑大臣がこの3名を統括する組織となっている。

(2) ヨルダン水道庁(WAJ)

1) WAJ本庁

本計画の主管官庁である水・灌漑省の下部組織であるWAJが実施機関であり、全国の上下水道事業を担当しており、9つの局(プロジェクト管理局、上水道局、研究所・水質局、下水道局、南部地域局、中部地域局、北部地域局、財務局及び総務局)から構成されている。ヨ国の行政区は県単位で12に分かれており、首都(Amman)、北部地域4県(Irbid、Ajloun、Jarash、Mafraq)、中部地域3県(Madaba、Balqa、Zarqa)、南部地域3県(Karak、Tafilah、Ma'an)及びAqabaから構成されている。

Amman及びAqabaの2県では、水道事業が民営化されており、それぞれMiyahuna(1999年より民営化されたLemaに代わり2007年より営業開始)、Aqaba Water Company(2004年より営業開始)が水道事業を運営している。北部地域4県では、2002年よりWAJ本局直轄の県支所が共同体(NGWA:Northern Government Water Administration)を形成し、水道事業を運営しているが、英国の民間企業が水道事業運営改善のためのコンサルタントとして支援している。中部及び南部地域の6県は、WAJ本庁による直轄管理の下、WAJの県支所が水道事業を運営しており、本計画の対象地域であるザルカ県もこれに該当する。ただし、県間の送水を担う一部の重要施設は、国レベルの水配分を管理しているため、WAJ本庁の中央管理室(Central Operation Directorate:COD)の管理下におかれている。本計画の担当窓口は「上水道局(Water Affairs)」及び「プログラム管理局(PMU)」である。

本計画の対象施設の運転・維持管理は、中部地域局(Middle Region)に属するザルカ支所により行われているが、ハウポンプ場に限っては中央管理室(COD)の管轄下にある。また、上水道局に属する中央修理工場(Central Work Shop)は設備・機材の試験や修理を行い、財務局に属する中央倉庫において水道用の資機材が保管されている。WAJ全体、ザルカ支所、中央修理工場の組織図を図2.1.1～2.1.3に示す。

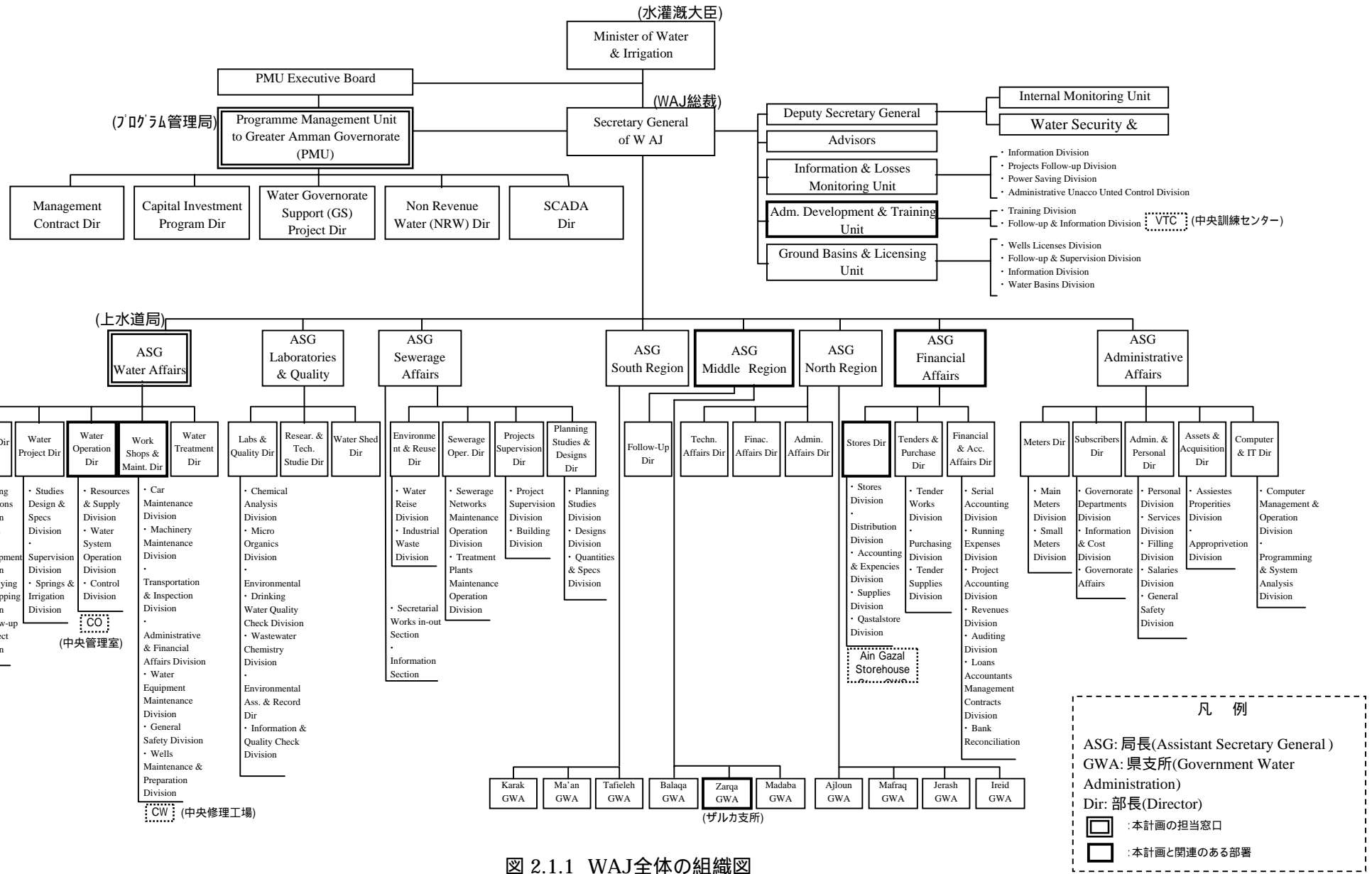


図 2.1.1 WAJ全体の組織図

凡例

ASG: 局長 (Assistant Secretary General)
 GWA: 県支所 (Government Water Administration)
 Dir: 部長 (Director)

□ : 本計画の担当窓口
 □ : 本計画と関連のある部署

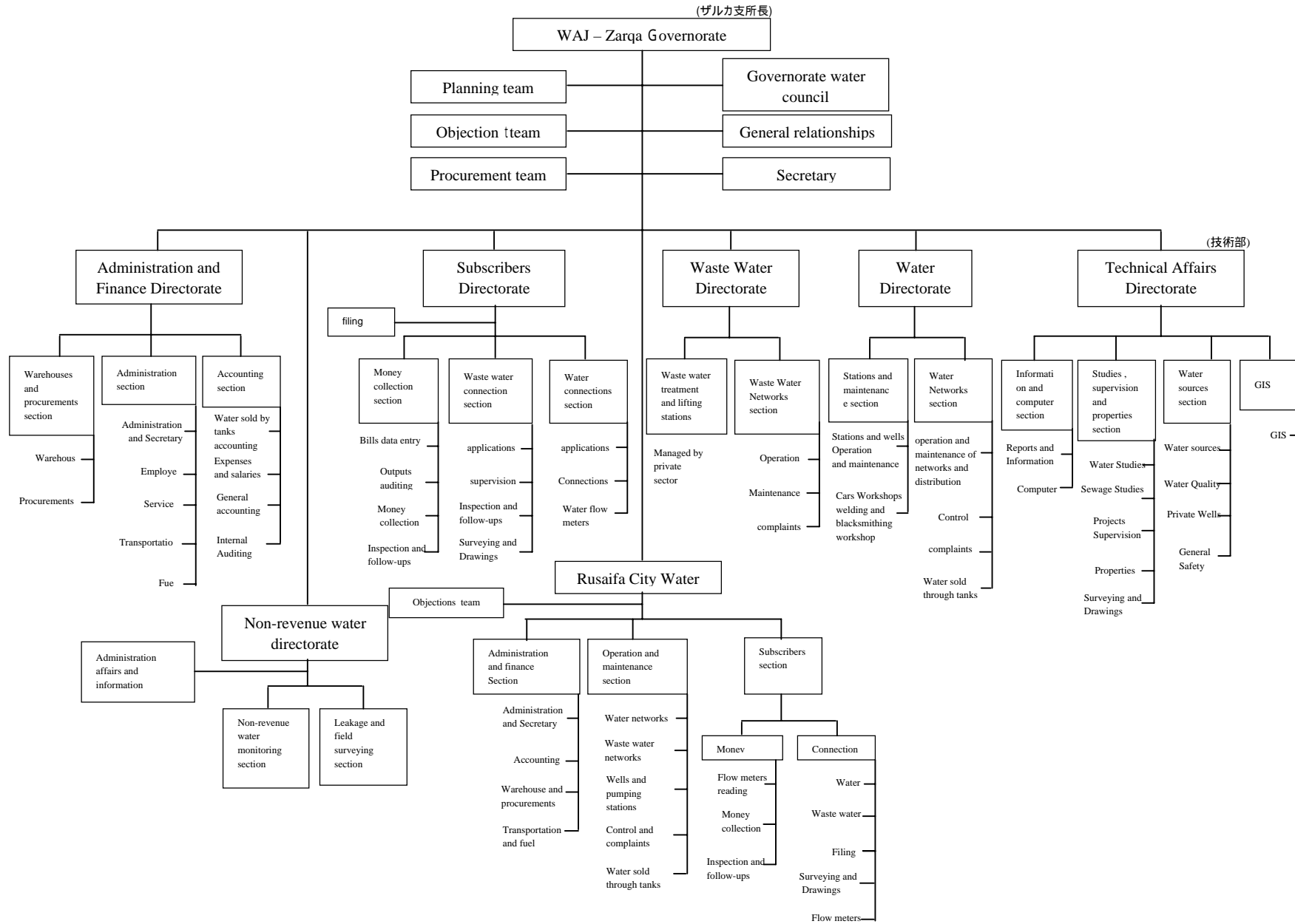


図 2.1.2 WAJザルカ支所の組織図

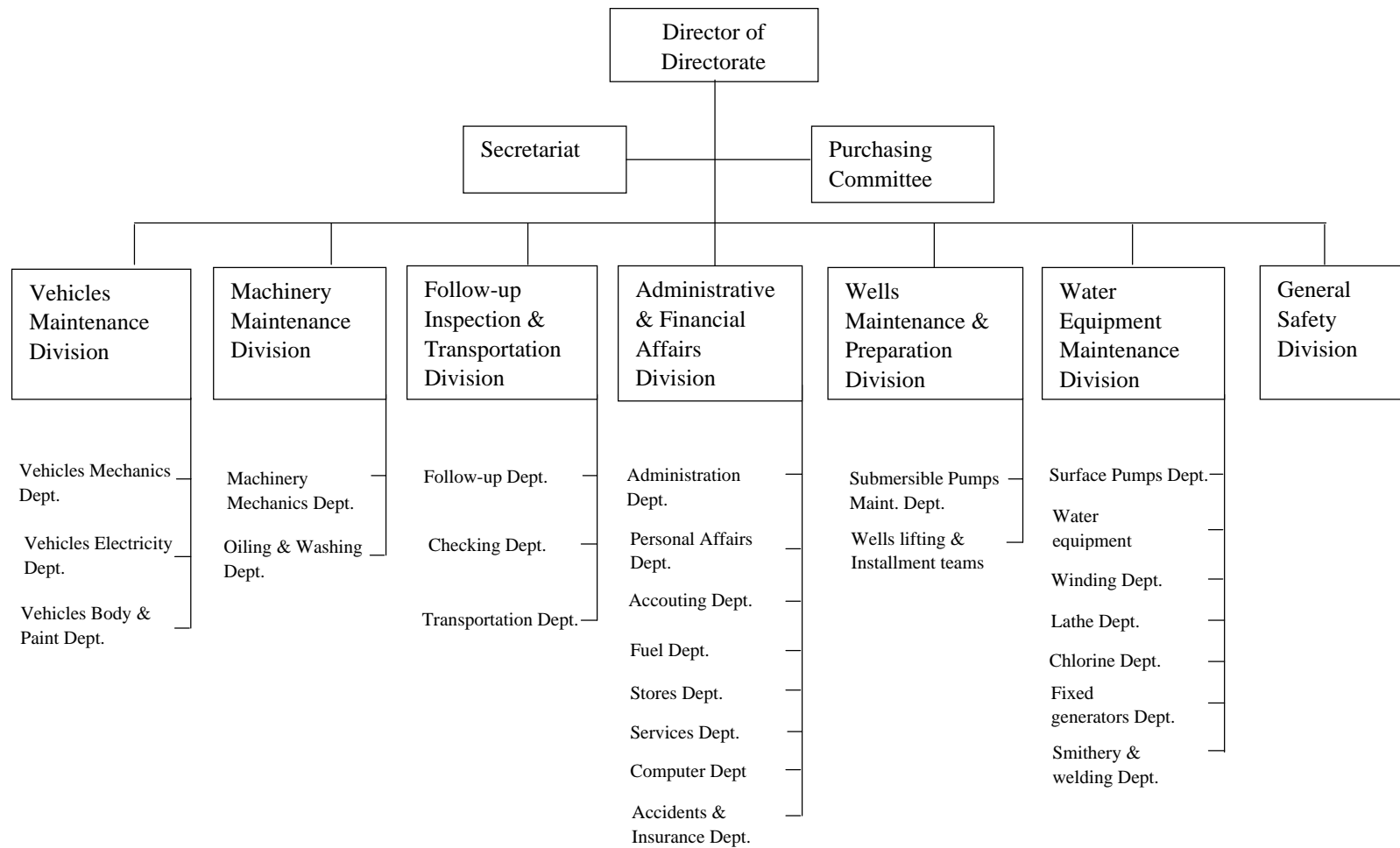


図 2.1.3 WAJ中央修理工場の組織図

2) WAJ ザルカ支所

ザルカ支所の部署構成は表 2.1.1 のとおりである。支所長の下には 7 つの部署があり、ルセイファ市の水道施設はルセイファ部により独立して管理されている。本プロジェクトの担当部署は上水道部である。

表 2.1.1 ザルカ支所の職員構成

部署	人数(人)	部署	人数(人)
ザルカ支所長	1	-	-
1.技術部	16	7. ルセイファ部	
2.総務、財務部	42	所長	1
3.顧客部	107	総務・財務部	36
4.上水道部	269	上水道部	58
5.下水道部	56	下水道部	29
6.無収水部	11	顧客部	40
小計	502	小計	164
合計 666 人			

表 2.1.2 ザルカ支所の部署及び職務内容

部署	職務内容
総務、財務部	資機材調達、備品購入、職員管理
顧客部	水道料金請求・徴収 ^(*) 、新規契約、水道メータの検針、各戸給水管の接続、水道メータの取付、メータ修理、請求に関する苦情処理
下水道部	下水処理場運営の管理、下水道管網の管理補修
上水道部	ポンプ場、井戸、配水池の運転管理、配水管網の管理補修、配水管理、給水車による配水
技術部	ラジオの苦情情報の聴取、調査、設計、入札、施工管理、水質管理、GIS データ整備
無収部	漏水調査、流量測定
ルセイファ部	ルセイファ地区における上下水道業務(総務・財務、上下水道施設管理、顧客サービス)

(*1) 徴収した料金は銀行に入れ、WAJ 本庁が管理する

ザルカ支所の技術部によると、工事規模が比較的小さい場合は、支所において入札を行うことができ、通常、金額 500 千 JD 以下の場合はザルカ支所で、それ以上の場合は WAJ 本庁が行っている。2008 年度の場合、工事発注量は 21 件で総額 1,554,797 JD (2.2 億円)、その内 70% の 1,087,589 JD (1.5 億円)が管路工事である。2009 年 7 月現在、ザルカ支所が発注した工事は 8 件が進行中であった。

技術部の水質管理課では、ポンプ場、貯水池、配水管網を対象とし、定期的な水質検査を管理している。ポンプ場ではオペレーターが 1 時間毎に塩素注入量を測定しており、週に 3 回はザルカ支所の担当者が残留塩素、濁度を検査している。さらに、月に 1 回、物理・化学的項目(40 項目)の試験を WAJ 本庁の水質試験部が実施している。また、GIS 課では、これまで日本やドイツの支援を受けながら、上下水道施設の基本情報の電子化作業を行っている。

上水道部はザルカポンプ場に事務所を構え、ポンプ施設課と配水管網課に分かれている。ポンプ施設課は、県内のポンプ場(14 箇所)と井戸ポンプ群(20 箇所)の管理責任を有しているが、ハウポンプ場だけは WAJ 本庁の COD の管轄下にある。配水管網課は、送配水管、各戸接続管の資機材を

設置した後の維持管理、ローテーション配水のためのバルブによる配水先切り替え作業、配水状況のチェック、顧客の苦情に対する対応、バルブの交換、漏水の修理等の作業を行っている。また、作業用車両としてバックホウ5台、トラック1台(溶接機械を積む)、ピックアップ18台、クレーン付きトラック1台、給水車5台を保有している。配管の敷設工事は、原則として民間業者へ委託しているが、予算の都合や時期的な制約などで業者調達ができない場合、ザルカ支所の配水管網課による直轄で工事を行う。この場合、工事が可能な管路の口径は最大6インチ(150mm)である。給水管における新たな各戸接続は、顧客部が窓口となり、民間業者へ委託して行われている。設置後の不具合や漏水の補修は配水管網課が行っている。配水管網課の修理対象は給水管が主であり、毎日60~70件の修理を行っている。

3) 中央修理工場(CWS)

中央修理工場はWAJ本庁の上水道局に属する修理工場である。主に全国のWAJの管轄施設が所有する機材の修理を行うが、WAJ以外の民間業者からの修理も請け負う。CWSは、総務、受付・輸送、車両機材、一般機材、井戸機材、水道機材、安全管理の7部署から構成され、総員248名(技師20名、技能工180名、労務48名)が所属している。上水道機材の修理は水道機材部が担当し、ポンプ課(井戸ポンプは井戸機材部)12名、モーター課4名、操作盤課7名、発電機課20名、旋盤課(スペアパーツの加工)2名、溶接課(ポンプ周り配管)10人、塩素注入器課1名の全58名から構成される。

各県のWAJ支所から要請があった場合には、機材の運転状況を診断し、軽度の修理や保守作業は各現場で行われる。重度の修理の場合は、機材を中央修理工場に搬送した上で修理を行い、修理完了後は現場に戻して据付けを行う。WAJ以外から修理を要請された場合は有料にて請け負っている。2008年におけるポンプ修理の実績は546件であった(内ザルカ県は70件で全体の12%)。現場における主な保守作業は、ベアリング、オイルシールの交換作業である。工場での作業は、オーバーホールであり、インペラー、ライナーリング、主軸スリーブ及び主軸等の切削加工等の修理である。電動機の要請件数は480件(内ザルカ県90件、19%)であり、ベアリングの交換、コイルの巻直し、ケーブルの電動機接続部の修理が主な修理内容である。操作盤については346件(内ザルカ県92件、27%)であり、リレー、オーバーロード、ドライラン、極線異常、温度、オートトランス等の修理を行う。

表 2.1.3 2008年度の修理実績 (単位：件)

修理項目	修理内訳	ザルカ県	全国
ポンプ	軽度な故障(現場)	52	347
	重度な故障(持帰)	18	190
	据付修理(現場)	0	9
	小計	70	546
電動機	巻線修理(持帰・民間)	5	28
	試験(現場)	22	122
	軽度な故障(現場)	35	130
	重度な故障(持帰)	10	85
	据付修理(現場)	18	115
	小計	90	480
操作盤	軽度な故障(現場)	40	160
	重度な故障(持帰)	31	106
	据付修理(現場)	21	80
	小計	92	346

ポンプ設備のスペアパーツや修理用部品が必要な場合、中央修理工場あるいはアンマンのインガザール中央倉庫に保管されているものを使用する。しかし、在庫量は満足できるものではなく、不足の際はローカルマーケットから直接調達する。

4) アインガザール中央倉庫

WAJ 財務局の倉庫部の管轄にあるアインガザール中央倉庫では、中央修理工場で使用されるスペアパーツや地上用ポンプの部品(機械、電気)のほか、未使用のポンプや修理済のポンプが保管されている。屋内倉庫と屋根付きの屋外倉庫があり、敷地面積は十分な広さが確保されている。

しかし、機材の在庫量は充分ではなく、ガスケットやシーリング材を新規に調達する場合、数ヶ月を要することもある。また、現在 WAJ が管理している配水システムは全国的に自然流下式へ移行されておらず、ポンプによる直接配水の地域が多く存在している。このため、機材の耐用圧力の範囲は、高圧力から低圧力の範囲で様々な仕様が要求されており、調達機材の種類が複雑化している。自然流下のシステムへの移行が将来的に進んだ場合には、調達機材の種類の単純化や統一化が可能となる。

5) 中央訓練センター(Vocational Training Center :VTC)

中央訓練センター(VTC)は 1994 年に設立され、WAJ の開発訓練部(Administration Development & Training Unit)の一組織(Unit of Training and Development) として、施設の運転維持管理に関する訓練を実施している。当センターには、ポンプ設備課、電気設備課、配水設備課、塩素設備課、安全管理課、コンピューター課に分かれそれぞれ一人ずつの訓練員が在籍している。

表 2.1.4 中央訓練センター(VTC)の職員

部署(課)	人員(名)	職務	経験(年)
ポンプ設備	1	技能工	25
電気設備	1	技能工	20
配水設備	1	技能工	22
塩素設備	1	技能工	20
安全管理	1	技能工	20
コンピューター	1	博士	10

VTC は、2009 年 5 月 1 日より WAJ の組織から離れ、MWI の組織下に入ったが、同年 7 月から再び WAJ の組織に再編入される予定とされていた。訓練の対象は、主に WAJ、JVA、Aqaba Water Company であるが、イラク、イエメン、パレスチナ、シリア等近隣諸国からの研修も受け入れており、年間 1,000 ~ 1,200 人程度に対して訓練を行っている。

研修方法としては、当センターに訓練生を招く場合、各県の支所に直接出向いて訓練を行う場合がある。2008 年には各県に計 23 回出向き、述べ 693 名に対する研修を行っている。ザルカ県に対しては 2 回の研修が行われ、50 人が訓練対象となった。研修センターに招く形式の研修コースは、25 回開催され、約 600 人に対して訓練が行われた(内 1 回はザルカ県に対する訓練)。ザルカ県に対して行われた昨年の研修のうちポンプ、操作盤関係の訓練者は 10 人である。

2-1-2 財政・予算

(1) WAJ 全体の財務状況

既に述べたように、水道事業の運営形態は様々であり、WAJ の管轄であっても地域により運営主体が異なっている。このため WAJ は、国際会計基準に基づいた商業会計制度を導入し、異なる水道事業体 (WAJ 直轄地域、民間運営地域、共同体運営地域) の会計を統括した連結決算書を作成している。連結決算書によれば、WAJ の減価償却費、借入金利払い前の収支 (営業収支) は、1997 年まで赤字であったものが、上下水道料金改定後の 1998 年には黒字に転じている。更に 2001 年のアンマン、ザルカの料金改定により収入は増加傾向にあり、財政状況は改善に向かっている。連結決算書 (損益計算書) を表 2.1.5 及び表 2.1.6 に示す。営業収支では黒字が続いているが、減価償却費、利払いを含めた全体収支を見ると、依然赤字が継続しており、2007 年度末の累積赤字額は 922 百万 JD に達している。収支の内訳をみると、全収入のうち水道料金収入の占める割合が大きく、2007 年度においては、全体の 72% を占めている (下水道料金収入は 23%)。支出では、人件費と運転・維持管理費がそれぞれ全体の 29%、69% を占めており、共に増加傾向にある。

表 2.1.5 WAJ 全体の損益計算書 (単位: JD)

項目	2005 年度	2006 年度	2007 年度
営業収入			
水道料金・接続料金	83,524,221	97,618,938	103,707,395
下水道料金	25,598,223	27,080,565	33,131,186
その他収入	7,318,259	7,346,843	8,073,230
合計	116,440,703	132,046,346	144,911,811
営業支出			
人件費	26,688,306	28,922,715	31,479,746
維持管理費	55,840,005	65,596,127	75,863,322
その他経費	4,279,053	4,036,491	2,077,499
合計	86,807,364	98,555,333	109,420,567
営業収支	29,633,339	33,491,013	35,491,244
営業外支出			
減価償却費、支払い利息	56,054,289	57,303,572	68,669,529
その他費用	6,569,916	11,843,354	14,445,884
合計	62,624,205	69,146,926	83,115,413
総支出	-32,990,866	-35,655,913	-47,624,169
その他	11,191,724	-14,926,425	-31,521,240
年度総収支	-21,799,142	-50,582,338	-79,145,409
累積赤字額	-792,456,662	-843,039,000	-922,184,000

健全経営を目指すためには、収入面では水道料金の増加を図ることが重要であり、現在全国平均 44% (ザルカ県 56%) に上る無収率の低減は急務となっている。支出の面では、運営・維持管理費の低減を図ることが必要であるが、中でも高い支出率を占める電力費の低減を行うことが効果的と考えられる。WAJ 連結決算における過去の維持管理費の内訳は表 2.1.7 のとおりである。維持管理費は 2007 年度で 75,863 千 JD に達し、上下水道施設の維持管理費における電力費は、全体の 60% 以上を占めていることから、電力費の削減は経営改善に大きく寄与すると考えられる。

表2.1.6 WAJの損益計算書

Items / Year	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Revenue													
Water sales	25,197,198	29,277,518	31,220,809	44,173,597	41,408,043	43,534,897	43,702,872	46,754,745	54,911,084	61,677,562	66,070,469	79,285,381	84,333,706
Subscription, application & connection fees	3,302,777	3,456,528	3,992,113	4,002,222	4,454,829	8,404,691	365,406	12,746,411	15,185,171	17,004,900	17,453,752	18,333,557	19,373,689
Sewerage & drainage fees	4,876,173	5,371,184	5,631,573	9,080,811	9,083,929	9,327,795	9,450,150	10,008,834	12,417,649	12,928,314	13,436,681	14,100,067	15,882,623
Sewerage tax	5,123,459	5,530,067	6,461,258	6,547,561	6,665,831	7,062,317	8,042,325	9,466,850	9,281,107	10,940,999	12,161,542	12,980,498	17,248,563
Miscellaneous revenues	1,109,652	1,341,445	820,667	934,633	985,455	3,975,582	12,913,921	4,128,070	3,490,106	2,556,921	3,977,552	4,538,403	4,131,583
Provision for contingencies	5,871	45,883	42,757	9,542	24,900					0	1,386,094	-	
Water meter maintenance fees	645,533	665,622	697,206	730,651	757,373	768,588	800,444	815,646	975,424	949,982	1,020,739	1,482,319	1,352,780
Water sales by tankers	347,280	438,390	468,293	402,304	492,370	639,066	215,912	505,912	727,008	703,679	647,419	647,769	848,364
Bank interest	15,329	6,321	19,592	32,260	119,525	135,091	1,924,542	250,725	236,408	240,604	286,455	678,352	1,740,503
Total revenues	40,623,272	46,132,958	49,354,268	65,913,581	63,992,255	73,848,027	77,415,572	84,677,193	97,223,957	107,002,961	116,440,703	132,046,346	144,911,811
Expenses													
Salaries & wages	16,348,330	19,363,086	20,253,170	20,682,574	21,337,119	23,628,382	23,529,828	23,681,292	24,220,572	24,823,516	26,688,306	28,922,715	31,479,746
Operation and maintenance expenses	29,764,829	30,639,345	32,868,965	33,733,307	34,545,789	37,674,615	36,942,630	40,859,476	46,570,495	51,963,643	55,840,005	65,596,127	70,476,818
Water and sewerage treatment													5,386,504
Management contract fees					2,076,199	1,447,091	1,501,413	1,457,671	1,508,086	1,585,056	2,016,281	2,008,458	2,077,499
Administrative expenses	723,136	805,464	969,817	911,461	989,735	1,501,100	1,405,529	1,716,483	1,903,947	2,381,739	2,262,772	2,028,033	
Total Expenses before depreciation & interest	46,836,295	50,807,895	54,091,952	55,327,342	58,948,842	64,251,188	63,379,400	67,714,922	74,203,100	80,753,954	86,807,364	98,555,333	109,420,567
Profit before depreciation & interest	(6,213,023)	(4,674,937)	(4,737,684)	10,586,239	5,043,413	9,596,839	14,036,172	16,962,271	23,020,857	26,249,007	29,633,339	33,491,013	35,491,244
Depreciation	29,453,509	32,986,121	35,993,069	38,949,569	40,821,065	43,579,527	46,920,198	53,851,449	53,361,916	56,579,093	56,054,289	57,303,572	68,669,529
Interest on loans	16,187,979	17,559,898	15,399,391	16,926,975	22,757,979	871,363	2,983,344	5,998,557	6,703,725	5,641,693	6,569,916	11,843,354	14,445,884
Total expenses	92,477,783	101,353,914	105,484,412	111,203,886	122,527,886	108,702,078	113,282,942	127,564,928	134,268,741	142,974,740	149,431,569	167,702,259	192,535,980
Profit after depreciation & interest	(51,854,511)	(55,220,956)	(56,130,144)	(45,290,305)	(58,535,631)	(34,854,051)	(35,867,370)	(42,887,735)	(37,044,784)	(35,971,779)	(32,990,866)	(35,655,913)	(47,624,169)
Currency differences	(6,925,760)	3,886,742	969,503	(943,958)	3,519,146	2,817,322	2,821,186	(10,514,822)	(16,092,466)	(10,868,458)	15,673,387	(12,839,867)	(17,088,736)
Provision for doubtful debts										(2,773,593)	(4,338,815)	(1,890,852)	(14,210,310)
Provision for the subsidiary										(54,642)	(142,848)	(195,706)	(222,194)
Profit/Deficit for the year	(58,780,271)	(51,334,214)	(55,160,641)	(46,234,263)	(55,016,485)	(32,036,729)	(33,046,184)	(53,402,557)	(53,137,250)	(49,668,472)	(21,799,142)	(50,582,338)	(79,145,409)
Previous year adjustment			(4,952,143)	12,708,822	(10,817,581)	245,940							
Prior year accumulated profit	(280,025,492)	(338,805,763)	(390,139,977)	(450,252,761)	(483,778,202)	(549,612,268)	(581,403,057)	(614,449,241)	(667,851,798)	(720,989,048)	(770,657,520)	(792,456,662)	(843,039,000)
Accumulated profit	(338,805,763)	(390,139,977)	(450,252,761)	(483,778,202)	(549,612,268)	(581,403,057)	(614,449,241)	(667,851,798)	(720,989,048)	(770,657,520)	(792,456,662)	(843,039,000)	(922,184,409)

表 2.1.7 WAJ 連結決算上の維持管理費の内訳

項 目	年 度					
	2002	2003	2004	2005	2006	2007
(1) 維持管理費						
燃料代	1,401,277	1,235,368	1,423,922	1,580,123	3,215,751	3,074,864
電気代	29,388,898	34,442,413	39,156,969	40,429,593	42,761,616	46,635,374
車両維持費	1,470,327	1,644,141	1,521,114	1,952,413	2,034,366	2,090,620
道路・建物維持費	1,417,126	1,337,092	999,469	577,739	678,963	791,688
井戸、ポンプ場、配水池維持費	661,901	840,519	892,471	623,237	537,393	646,426
管網維持費	3,092,621	3,023,690	2,821,821	4,685,816	7,819,062	8,177,517
下水処理場維持費	299,188	733,326	757,378	812,412	2,013,333	6,198,925
薬品費	1,568,108	1,381,502	1,483,742	1,470,487	1,678,962	1,864,346
コンピューター維持費	66,720	69,801	27,881	48,257	522,021	647,674
車両リース代	356,333	458,217	499,143	558,747	614,797	734,308
備品保険費	1,629	2,828	2,141	4,833	154,851	400,936
水質試験費	79,951	49,654	43,948	70,778	115,026	300,000
事務所維持費	132,030	94,996	434,981	1,021,158	1,030,798	1,279,790
その他出費	923,367	1,256,948	1,898,663	2,004,412	2,419,188	3,020,854
合 計	40,859,476	46,570,495	51,963,643	55,840,005	65,596,127	75,863,322
(2) 維持管理費の要約						
燃料費	1,401,277	1,235,368	1,423,922	1,580,123	3,215,751	3,074,864
電気代	29,388,898	34,442,413	39,156,969	40,429,593	42,761,616	46,635,374
車両維持費	1,470,327	1,644,141	1,521,114	1,952,413	2,034,366	2,090,620
施設維持管理費	5,470,836	5,934,627	5,471,139	6,699,204	11,048,751	15,814,556
薬品費	1,568,108	1,381,502	1,483,742	1,470,487	1,678,962	1,864,346
他維持費	636,663	675,496	1,008,094	1,703,773	2,437,493	3,362,708
その他	923,367	1,256,948	1,898,663	2,004,412	2,419,188	3,020,854
総支出	40,859,476	46,570,495	51,963,643	55,840,005	65,596,127	75,863,322
燃料費	3.4%	2.7%	2.7%	2.8%	4.9%	4.1%
電気代	71.9%	74.0%	75.4%	72.4%	65.2%	61.5%
車両維持費	3.6%	3.5%	2.9%	3.5%	3.1%	2.8%
施設維持管理費	13.4%	12.7%	10.5%	12.0%	16.8%	20.8%
薬品費	3.8%	3.0%	2.9%	2.6%	2.6%	2.5%
他維持費	1.6%	1.5%	1.9%	3.1%	3.7%	4.4%
その他	2.3%	2.7%	3.7%	3.6%	3.7%	4.0%
総支出	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

経営改善にはある程度の期間を要するため、国庫補助、各ドナーからの援助、水道料金値上げ等を含めた総合的な対策が依然として必要と考えられる。表 2.1.8 に過去の国庫補助と受入援助額の推移を示す。

表 2.1.8 国庫補助及び援助額の実績 (単位 JD)

項目	2005 年度	2006 年度	2007 年度
国庫補助額	9,415,901	30,975,735	8,717,330
ドナー援助額	77,029,975	74,561,211	28,782,155
合計	86,445,876	105,536,946	37,499,485

(2) ザルカ支所の財務状況

WAJ 本庁が直轄する地域の財務処理は WAJ 本庁において一括管理されている。このため、全ての運転・維持管理費用の支払いは WAJ 本庁が支所を通じて行われ、給与も本庁から直接支払われる。各支所では、顧客の上下水道料金、給水栓接続料金、給水車による料金の徴収を行っているが、徴収金額は本庁に計上され、支所は徴収業務と支払い上の事務処理のみを行う。なお、ザルカ支所における独立採算の会計処理は行われておらず、支所単独の財務諸表も作成されていない。

ドイツの援助機関である GTZ は、2006 年 11 月より WAJ の中部地区に対して、各県水道事業体の上水道事業の効率的な事業運営と、それによる独立採算制を導入した自立的な経営の実現のための支援 (OMS: Operation Management Support) を実施している。その内容は、各種水道施設状況、水道料金徴収、顧客苦情の対応状況等を一括して管理する GIS システムの整備、料金徴収分野の民間参画、政府の会計規則に従ったキャッシュベース会計を適用した損益計算書 (Profit and Loss Statement) の作成である。GTZ による支援を通じて作成されたザルカ支所の損益計算書は以下のとおりである。

表 2.1.9 ザルカ支所の損益計算書 (単位 JD)

項目	2006 年度	2007 年度	2008 年度
収入			
1. 水道収入			
水道料金	5,791,368	6,061,741	5,979,139
水道メーター代	108,821	111,523	122,236
修理、その他収入	1,864,573	1,731,764	2,644,171
小計	7,764,762	7,905,028	8,745,546
2. 下水道収入			
下水道料金	1274,720	1,355,959	1,387,139
接続料金	25,526	26,160	23,283
その他	157,680	323,153	351,327
小計	1,457,926	1,705,272	1,761,749
3. 営業外収入	1,291,149	1,502,837	1,819,287
収入合計	10,513,837	11,113,137	12,326,582
支出			
人件費	1,902,946	1,900,125	2,150,952
水輸入	3,257,501	3,776,139	4,086,524
電力費	3,076,204	3,167,879	3,303,532
下水処理	3,697,200	3,697,200	2,615,154
修理及び燃料代	1,290,392	1,105,714	1,387,535
その他	714,806	804,081	1,262,033
支出合計	14,289,049	14,824,338	14,805,730
収支バランス	-3,775,212	-3,711,201	-2,479,148

損益計算書の内容は 4 つの事業(水道、下水道、給水車、砂漠地域井戸給水)から集計されているが、原価償却費、利息、特別費用を除いている。また、本計算書には COD 管理下の施設(アズラック井戸群、ハウポンプ場、アズラック/ハウ/アンマン送水システム)に関する費用は含まれていない。なお、2008 年 9 月からは、アズラック井戸群とアズラックポンプ場がザルカ支所の管轄に移されたため、現在 COD はハウポンプ場のアンマン向けポンプ施設と送水管を管理下においている。

上記の損益計算書によると、2008 年度の収入は 12.33 百万 JD、支出が 14.81 百万 JD で 2.48 百万 JD の損失を計上している。支出の回収率は約 83% である。支出の内訳は、県外からの送水(28%)、電気料金(23%)、下水処理場(18%)、給与支払い(15%)である。収入の主なものは水道料金(71%)であるが、NRW の率が高く(2008 年度 WAJ 資料 55.6%)、収入の伸びを阻害している。近年の無収水率は、KfW の支援の下、WAJ ザルカ支所の無収水部が集計している。

表 2.1.10 ザルカ地区の無収水率の割合

項目	単位	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
給水量	m ³ /年	32,443,546	34,416,701	36,864,488	37,410,572	38,390,440	40,194,583	44,578,833	44,836,506
有収水量	m ³ /年	14,879,170	15,541,128	17,509,516	17,860,101	18,221,830	19,796,672	20,878,814	19,890,072
無収水量	m ³ /年	17,564,376	18,875,573	19,354,972	19,550,471	20,168,610	20,397,911	23,700,019	24,946,434
不法接続	m ³ /年	135,634	132,402	334,723	281,856	172,725	148,075	137,303	52,256
無収水率	%	54.14%	54.84%	52.50%	52.26%	52.54%	50.75%	53.16%	55.64%

出典: WAJ ザルカ支所 NRW 課

ザルカ地区における本プロジェクト関連施設の電力費用の実績は下表のとおりである。

表 2.1.11 地域毎の年間電力費用

地 区	2007 年度		2008 年度	
	金額(JD)	割合(%)	金額(JD)	割合(%)
アズラック (ポンプ場及び井戸群)	1,133,382	22.2	1,229,544	22.6
ハラバット (ポンプ場及び井戸群)	223,238	4.4	369,636	6.8
ハウ (ポンプ場及び井戸)	803,946	15.8	905,947	16.7
ザルカポンプ場	664,797	13.0	654,596	12.0
ザルカ逆浸透膜処理施設	216,152	4.2	188,396	3.5
その他	2,063,692	40.4	2,090,904	38.4
合 計	5,105,207	100.0	5,439,023	100.0

注 1: WAJ ザルカ支所資料

2-1-3 技術水準

(1) WAJ ザルカ支所

WAJ ザルカ支所の職員 666 人(2009 年 7 月現在)のうち、上水道施設の運転・維持管理には 327 人が従事している。WAJ ザルカ支所上水道部の職員構成は表 2.1.12 に示すとおりである。

表 2.1.12 上水道施設の運転維持管理要員 (単位:人)

項目	ザルカ上水道部	ルセイファ部上水道課
1. 維持管理部部長	1	1
2. ポンプ施設課	(160)	(26)
課長	1	1
補佐	1	-
ポンプ場、配水池、井戸	148	25
修理作業所	10	-
3. 配水管網課	(108)	(31)
課長	1	1
補佐	4	
配水管網修理	55	20
配水コントロール	7	5
苦情処理	7	5
配水車	30	-
事務	4	-
合計	269	58

ザルカ地区とルセイファ地区の上水道施設の運転・維持管理担当部は、それぞれザルカポンプ場、マクタブ井戸事務所を主な事務所とし、各ポンプ場、配水池および井戸のステーションはにそれぞれ運転員が常駐し、その駐在人数はザルカ支所管轄で 148 人、ルセイファ部管轄で 25 人となっている。各ステーションの運転管理は 4 人体制で行われ、1 人 24 時間勤務 4 交代制を採用しているが、主要ステーションでは、エンジニアや技能工を含めた多人数構成がとられている。

表 2.1.13 主要ステーションの管理体制

ステーション	管理体制	内訳
ザルカポンプ場	ザルカ地区内の統括管理 12 名体制	運転管理部長(技師) 1 名 機械設備技師 1 名 塩素管理技能工 2 名 機械設備技能工 1 名 電気設備技能工 1 名 ポンプ運転員 6 名
アズラックポンプ場	東部水源を含めた統括管理 21 名体制	管理責任者(技師) 1 名 一般技能工 1 名 技能工助手 1 名 ポンプ運転員 13 名 警備員 4 名、車両運転手 1 名
ハラバットポンプ場	ハラバット地区のみの管理 4 名体制	ポンプ運転員 4 名
ハウポンプ場	アンマン送水を含めた水配分の管理 15 名体制	ポンプ設備技能工 1 名 機械設備技能工 1 名 電気設備技能工 1 名 塩素管理技能工 1 名 溶接技能工 1 名 ポンプ運転員 8 名 一般労務 2 名

ポンプの運転操作について規格化されたマニュアルや運転規則は制定されていない。このため、日常の運転は、水道部長の指示、配水タンクの水位や配水時間等、あるいは運転員の経験を基にした判断により行われている。ポンプ運転員は、採用に当り運転、保守管理の専門的な訓練を受けておらず、このため運転・維持管理に関する専門知識はなく、ポンプ場に配置されてから、同僚を通じて指導を受けるのが実情である。

運転員の作業は単純作業に留まっており、稼働ポンプ番号、ポンプ吐出し流量、ポンプ吐出し圧力、配水池の水位、塩素注入量といった運転状況を 1 時間毎に記録することと、ポンプの起動停止作業(操作盤の起動停止ボタンのオンオフ操作)、グリースの注入作業のみである。

ポンプの運転において頻繁に見られる問題点、流量や圧力の低下、電動機の過熱、軸受部からの漏水等であるが、ポンプの異常時の応急措置や小部品の交換(ベアリング、メカニカルシール等)は、ポンプ設備課の技師が中央修理工場へ依頼している。中央修理工場の説明によれば、ポンプの故障は、耐用年数に至る前においても頻繁に発生しており、それは運転員による謝った操作に起因する場合が多いとされる。

上記のように、ポンプ設備の運転維持管理要員の技術レベルは低く、技術支援により技術力の向上とマニュアルの整備を行う必要がある。

(2) 中央修理工場

アンマン近郊のザイヤザラ・マインといった大規模なポンプ場(ミヤフナによる運営)や NGWA が運営するワジャラブのポンプ場には、中圧受電(6.6kV、3.3kV)のシステムが採用されているが、その他のすべてのポンプ場は低圧受電(660V、400V)のシステムを採用しており、中央修理工場の機材、人材は低圧受電機材の修理にしか対応できない。

中央修理工場における正規の業務には、ポンプ場の技能工や運転員に対する保守管理の訓練は含まれていないものの、臨時業務として WAJ 支所から要請を受けた場合には 2~7 日間、テクニシャンやオペレーターを中央修理工場に召集して訓練を行うことがある。しかしながら、トレーニングのマニュアルは特に準備されておらず、中央修理工場職員の経験上の知識による指導に留まり、その内容も中央修理工場で日常的に行われる修理作業に限定されている。こうしたことから、ポンプの運転操作上の指導、予防保全に基づく保守管理に関する知識や経験を有する職員はいない。このため、中央修理工場の職員に対しても体系的な訓練制度の導入が必要である。

(3) 中央訓練センター

センターが実施するポンプ設備の訓練は、運転維持管理の概要について実施されているが、完成された訓練用のマニュアルはなく、現在作成中である。現段階において訓練の内容は訓練員が過去に得た経験上の知識からの一般概論的な範囲に留まっており、機材個々の専門技術的な高いレベルでの訓練までは行うことができない。

2-1-4 既存施設・機材

(1) アズラックポンプ場

1) 概要

当ポンプ場は 1982 年に旧ポンプ場供用が開始され、その後、井戸群の開発や送水需要量の増加に伴い、新ポンプ場が 1993 年に建設された。両ポンプ場ともに同じ敷地内にある。旧ポンプ場には、7 台のポンプがあるがいずれも老朽化が進み、運転可能なものは 2 台、残りは電源盤や電動機に不具合があり、故障あるいは廃棄に近い状態にある。新ポンプ場には、8 台のポンプがあるが、旧ポンプ場と同様に運転可能なものは 2 台、残りはオーバーホールを要するもの、電源盤や電動機が壊れているものなど、故障や廃棄に近い状態にある。過去 3 年間の月別井戸生産量を日当り生産量に換算した結果は図 2.1.4 のとおりである。

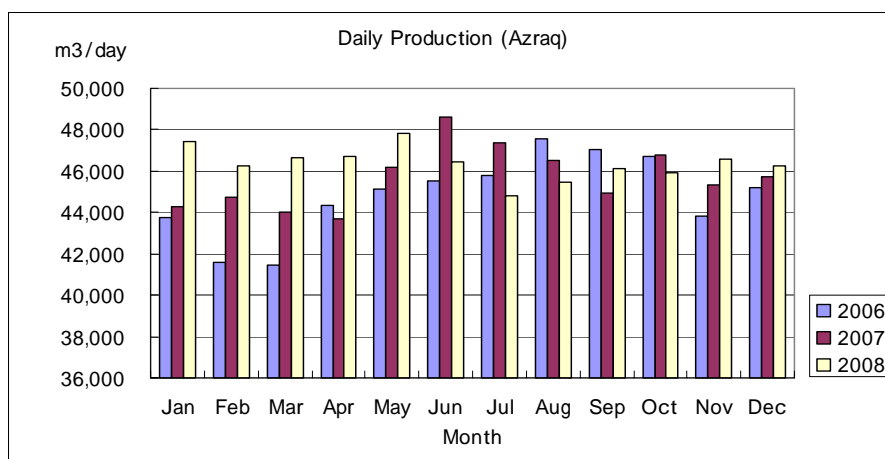


図 2.1.4 アズラック井戸群の生産量

過去 3 年間に於いて、1 日当り生産量の最高値は 2007 年 6 月の 48,644m³/日であり、48,000m³/日を超えたのはこの月のみである。2008 年の場合、46,000m³/日を超えたのは 9 ヶ月で、2 月と 5 月では 48,000 m³/日に近い値を記録している。2008 年における平均井戸生産量は 46,375 m³/日であり、時間平均に換算すると 1,932m³/時に相当する。このうち、200 ~ 300 m³/時は常にアズラック村へ配分され、自然流下にて配水される。現地調査時には、ポンプ 3 台(新ポンプ場 1 台、旧ポンプ場 1 台)が稼働しており、超音波流量計を用いて測定した送水量は約 1,500 m³/時であった。既存データによれば、ポンプを 4 台フル稼働させた場合には約 1,700 m³/時が送水されているため、この水量が現時点の最大水量と考えられる。将来的な井戸生産量は、既存井戸の能力低下や今後の開発計画などによって異なるが、近年、水資源保全の重要性が全国的に認識され、当地域の井戸の新規開発は抑制される方向にある。現時点の生産量は安定しており、急激な水位低下の情報も確認できないため、今後のハウポンプ場への送水量は現在の揚水量に基づいて決定することが妥当と考えられる。

2) ポンプ場のレイアウト

アズラックポンプ場の全体レイアウトは図 2.1.5 に示す。また、新ポンプ場の現況図を図 2.1.6 に示す。

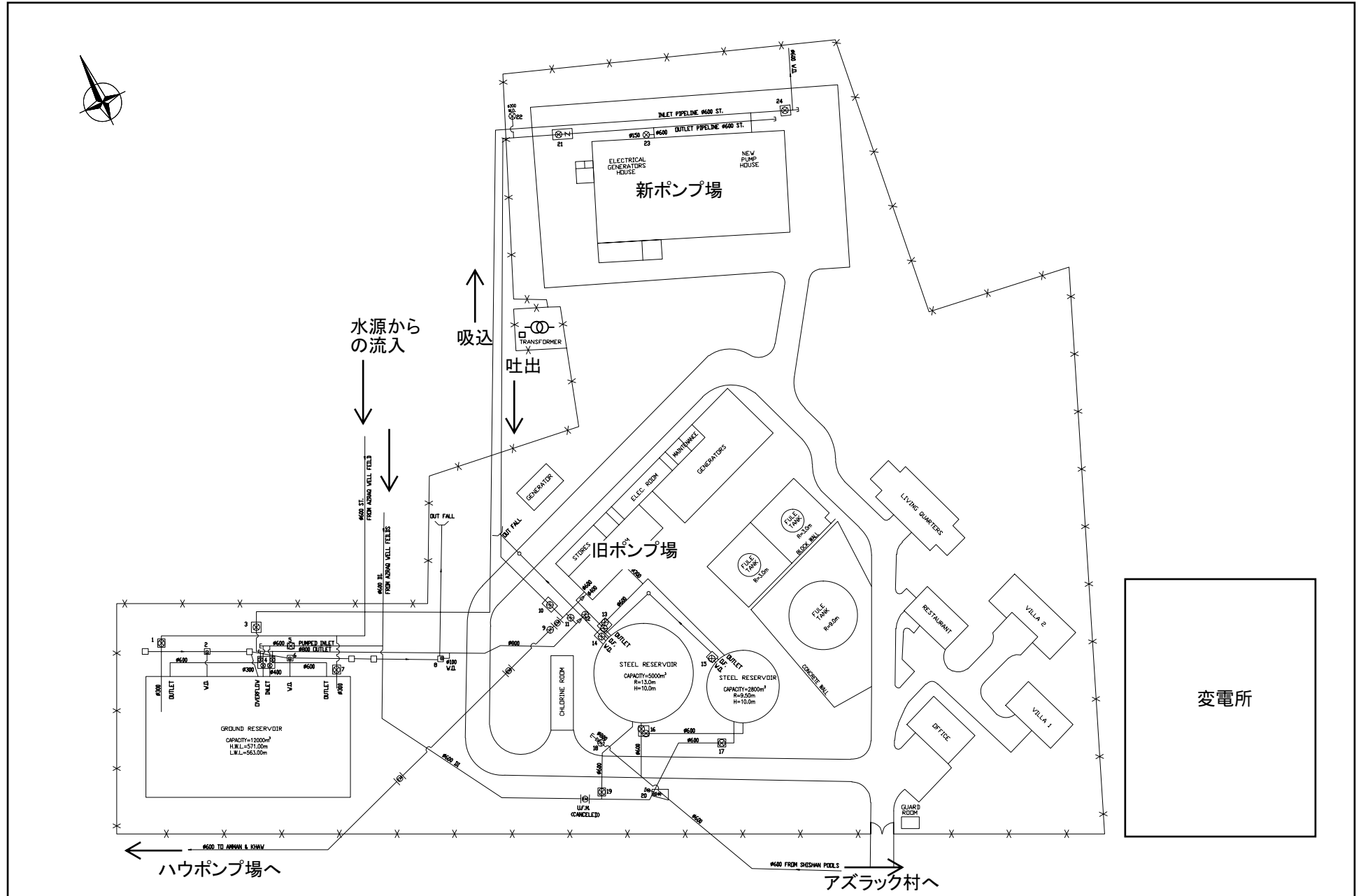


図2.1.5 アズラックポンプ場全体レイアウト

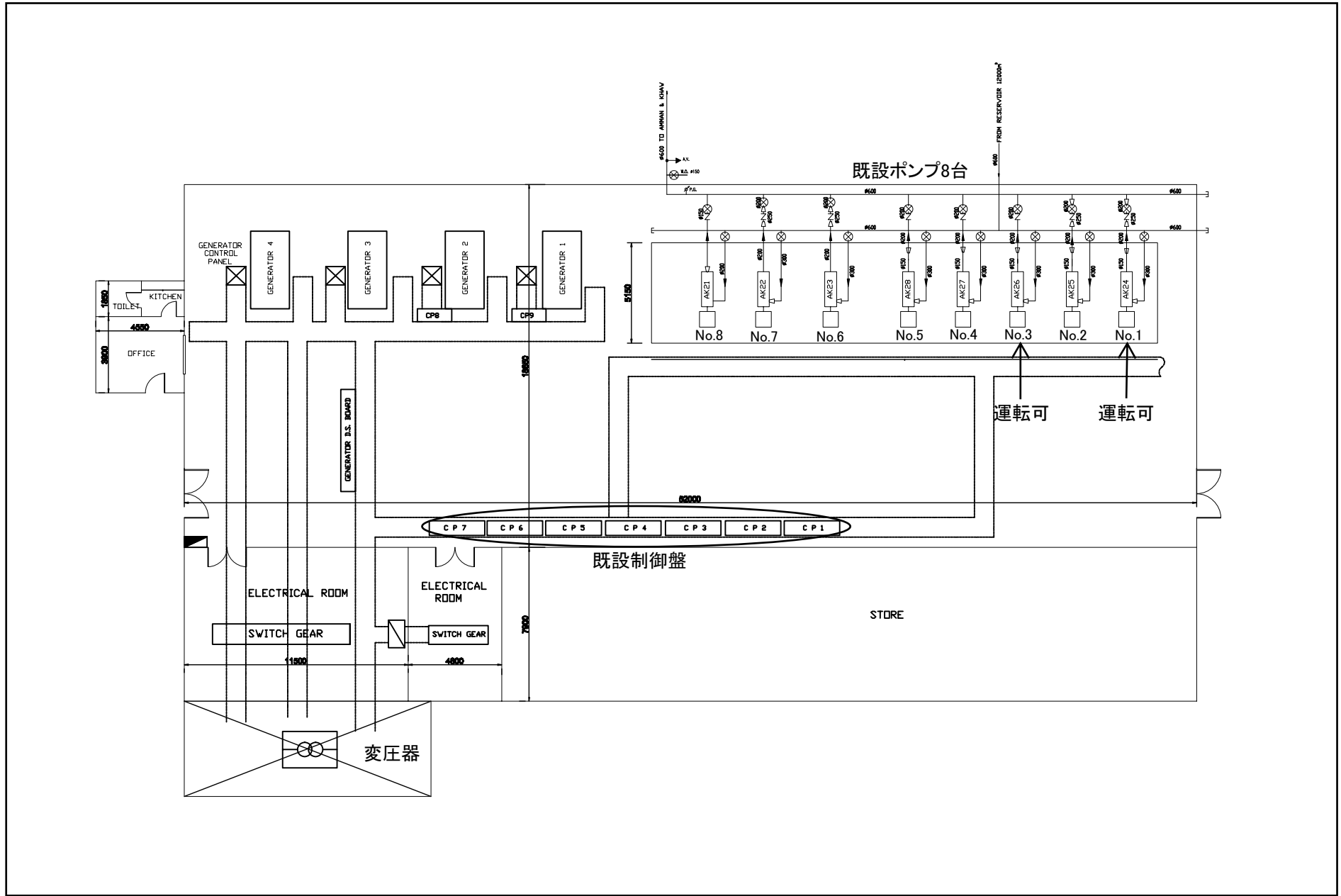


図2.1.6 アズブラック新ポンプ場レイアウト

3) ポンプ設備

当ポンプ場が供用開始された当時からハウポンプ場への送水量に大きな変動はない。現在の平均送水量は 1,700 m³/時であるが、現ポンプ場に設置されているポンプの台数は明らかに過剰と言える。新ポンプ場は 15 年以上、旧ポンプ場は 25 年前後経過していることで、設備自体の老朽化が進んでいる。また、過去の点検や維持管理が適切に行われておらず、設備の寿命を縮めている。これまで、不具合が発生するたびに修理しながら使ってきており、現在運転可能な 4 台を除いて、そのほとんどが廃棄状態にある。

ポンプで特に顕著な不具合は、軸周りのシーリング部からの漏水であり、電動機の場合はモーターの過熱があげられる。旧ポンプ場の場合、ポンプの容量と電動機容量との間で整合がとれていないことも大きな問題である。制御盤には、ポンプの異常運転に対する保護回路がなく、不適切な始動や制御に伴う不具合や電源盤のトラブルも多発している。始動方式は液体抵抗器を用いたものが多いが、電解液の管理も十分でなく、始動時に激しいスパークが発生し安全上問題となっている。

表 2.1.14 アズラック新ポンプ場の現況

No	電動機			ポンプ		使用可否・稼動状態
	出力 (kW)	電源容量 (kW)	電源盤始動方式	吐出量 (m ³ /時)	全揚程 (m)	
1	540	750	液体抵抗器	300	350	運転可
2	540	-	撤去済	300	350	電源盤故障により使用不能
3	540	750	液体抵抗器	300	350	運転可
4	540	750	液体抵抗器	300	350	ポンプ動作不良により停止
5	540	750	液体抵抗器	300	350	ポンプ動作不良により停止
6	-	750	単巻変圧器	500	不明	電源盤故障により使用不能
7	-	750	単巻変圧器	300	不明	ポンプ動作不良により停止
8	-	750	単巻変圧器	150	不明	ポンプ動作不良により停止

表 2.1.15 アズラック旧ポンプ場の現況

No	電動機			ポンプ		診断結果
	出力 (kW)	電源容量 (kW)	電源盤始動方式	吐出量 (m ³ /時)	全揚程 (m)	
1	850	1,000	液体抵抗器	500	350	ポンプ動作不良により停止
2	-	-	撤去済	500	350	電動機故障により使用不能(撤去済)
3	584	-	故障	500	350	電源盤故障により使用不能
4	850	1,000	液体抵抗器	500	350	運転可
5	584	-	故障	500	350	電源盤故障により使用不能
6	850	1,000	液体抵抗器	500	350	運転可
7	-	-	撤去済	300	110	電源盤故障により使用不能

4) 弁類

ポンプ周りのバルブ類はほとんど操作がなされないまま年月が経過している。日常的な操作テストも行われておらず、各バルブの開閉動作には支障がある。新ポンプ場では、吸込側のバルブ 8 個のうち 2 個、吐出側のバルブ 8 個のうち 5 個で軸が回らず、操作不能の状態にあった。吐出側の集合管(600mm)にも、仕切弁が設置されているが、長年にわたって操作されておらず、ポンプ場責任者からもバルブは動作不能の状態にあることが確認された。

5) 受電・配電設備

新ポンプ場には合計 4 基の変圧器があり、電圧は 11kV/400V(一次/二次)、総容量は 5,000kVA (1,000kVA×2, 1,500kVA×2)となっている。各変圧器には、ポンプが1~3 台ずつ接続されているが、容量の不足により変圧器一台で複数のポンプを駆動できる状況にはない。旧ポンプ場には、合計 2 基の変圧器があり、電圧は 11kV/660V(一次/二次)、総容量は 5,000 kVA (2,500 kVA×2 基)となっている。ポンプ用電動機の出力が 1 台当たり 850kW と大きいため、供給電圧は 660V が採用されており、これは当ポンプ場のみにも適用される専用特殊電圧である。新ポンプ場と同様、変圧器一台あたりで複数のポンプを駆動することはできない。現在の変圧器は容量的に不十分であり、かつ供給電圧も 2 タイプあり、統一されていない。既設ポンプの規模であれば、世界的に中圧(6.6kV)が標準であることも踏まえ、受電方式の変更も含めた機材更新案の検討が必要と考えられる。

6) 流量計

ポンプ場からハウ向けの送水管には電磁流量計が設置されているが、その指示値は安定せず、調査団実施の超音波流量計による測定値よりも約 3%大きい値が表示されていた。ピットで保護されていないため、センサー設置部が風雨に直接当たり、計測の不具合をもたらす要因になっている。WAJ によれば、これまでもメーカーに依頼して、数回流量計の調整を行ってみたものの、完全に修理することができず、こうした不正確な流量によって送水量を管理しているとのことである。

アズラックポンプ場からハウポンプ場までは約 64km の送水管で結ばれているが、その間では遊牧民が設けた非合法的な分岐箇所からたびたび漏水が発生し、まれに管路の破損まで引き起こしている。WAJ 側は、送水管の起点(アズラック)と終点(ハウ)の 2 箇所流量変動を管理し、管路の異常を早期に把握することを望んでおり、新たな流量計の調達・据付を日本側へ要請した。加えて、井戸群からアズラックポンプ場へ流入する流量を管理するための流量計(2 箇所)も要請している。

流量計の整備は、管路途中の水損失や異常の早期発見につながり、「水供給の増加・安定化と水資源の保全を図る(適応策)」というプロジェクト目標の達成にも寄与する。

7) 送水管の空気弁

送水管縦断の凸部には、吸排気空気弁が設置されている。空気弁は、管路の布設と同様に 27 年前に設置されたものであり、著しく劣化しているため更新が必要とされる。全 43 個の空気弁のうち 3 個は既に WAJ 側で調達され、据付が予定されている。WAJ 側は、残り 40 個について調達を日本側へ要請している。

(2) ハラバットポンプ場

1) 概要

当ポンプ場は、ハラバット井戸群の水をハラバット村及びハウポンプ場へ送配水することを目的として、1992年に建設された。ポンプ室には、4台のポンプがある。原則として2台はハウポンプ場への送水、2台はハラバット村への配水に使用されている。ただし、それぞれの吐出管はバイパス管で接続されており、水需要量が低下する冬季には、ハウ向けポンプ2台のみを運転して2つの送水先へ送水する場合がある。ポンプ自体は老朽化が進んでいるものの運転可能な状態を維持している。しかし、度重なるオーバーホールの痕跡、基礎の劣化具合は大きく、仕切弁や逆止弁などの操作がほとんど不可能な状態にあるため、早急な改修が必要である。過去3年間の月別井戸生産量を日当り生産量に換算した結果は図2.1.7のとおりである。

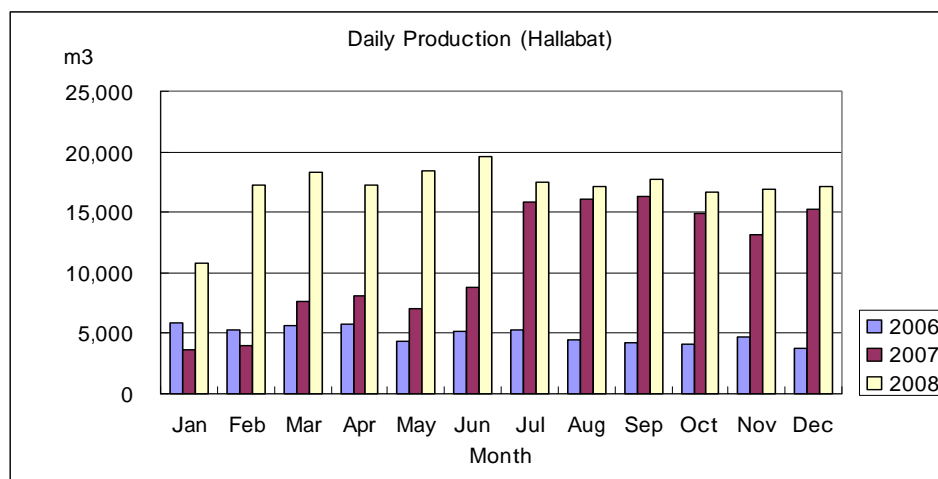


図 2.1.7 ハラバット井戸群の生産量

ハラバット井戸群では2007年に井戸群の拡張・改修が行われた結果、生産量が大幅に増加している。1日当り生産量の最高値は2008年6月の19,564 m³/日(815 m³/時)であるが、同月で17,000 m³/日(708 m³/時)を超えたのは8ヶ月、18,000 m³/日(750 m³/時)を超えた期間は3ヶ月である。2008年における平均井戸生産量は約17,053 m³/日(710 m³/時)である。このうち、100～250 m³/時は常にハラバット村への配水用に割り当てられる。現地調査時には、ポンプ2台(ハラバット村向け1台、ハウ向け1台)が稼働していた。過去の測定データから、この条件下では460～500 m³/時がハウポンプ場へ送水されており、500 m³/時が現時点の最大水量として考えられる。

将来的な井戸生産量は、既存井戸の能力低下や今後の開発計画などによって異なるが、近年、水資源保全の重要性が全国的に認識され、当地域の井戸の新規開発は抑制される方向にある。このため、今後のハウポンプ場への送水量は現在の揚水量に基づいて決定することが妥当と考えられる。

2) ポンプ場のレイアウト

ハラバットポンプ場の全体レイアウトを図2.1.8に、ポンプ室の現況図を図2.1.9に示す。

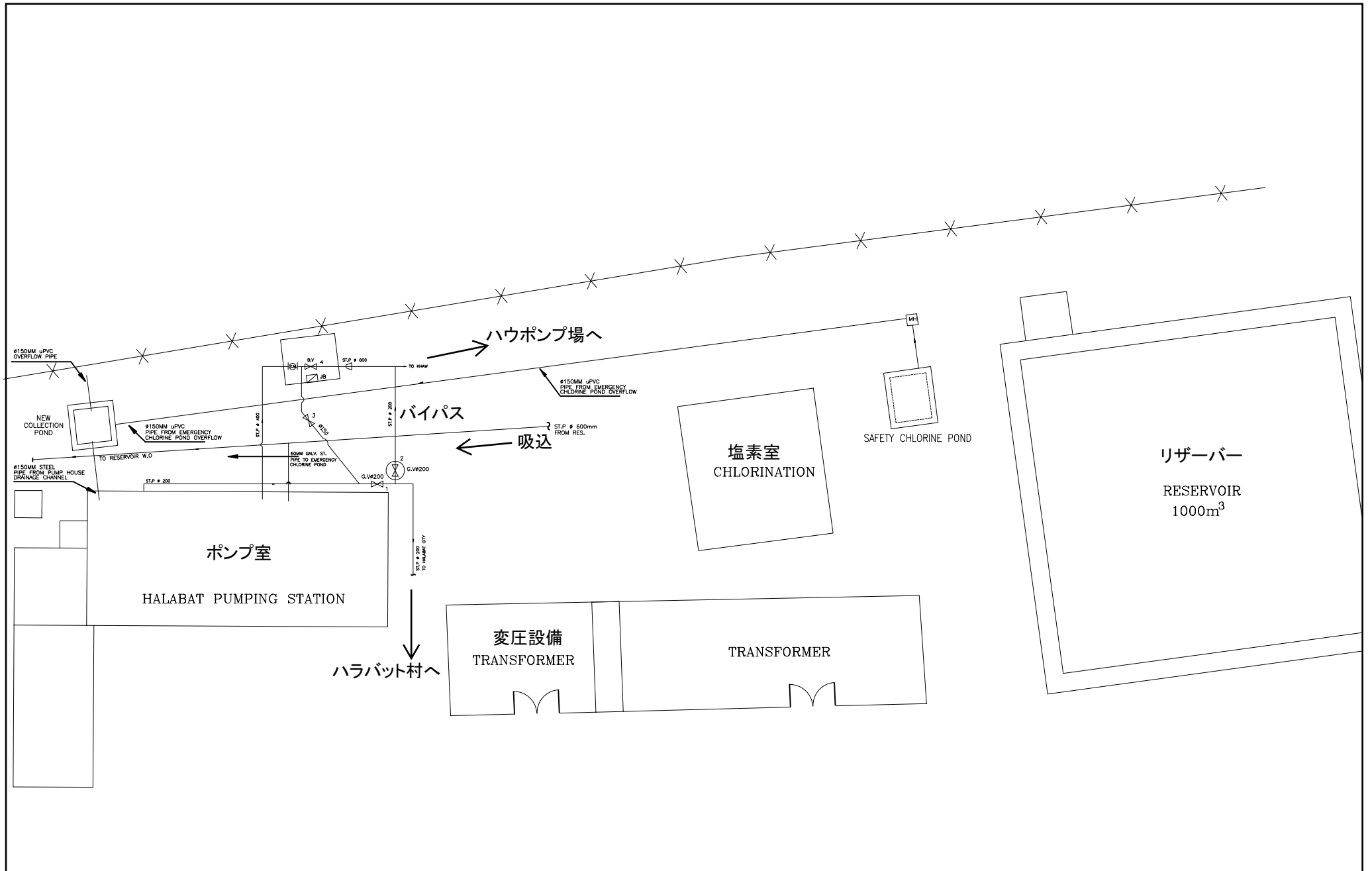


図2.1.8 ハラバットポンプ場全体図

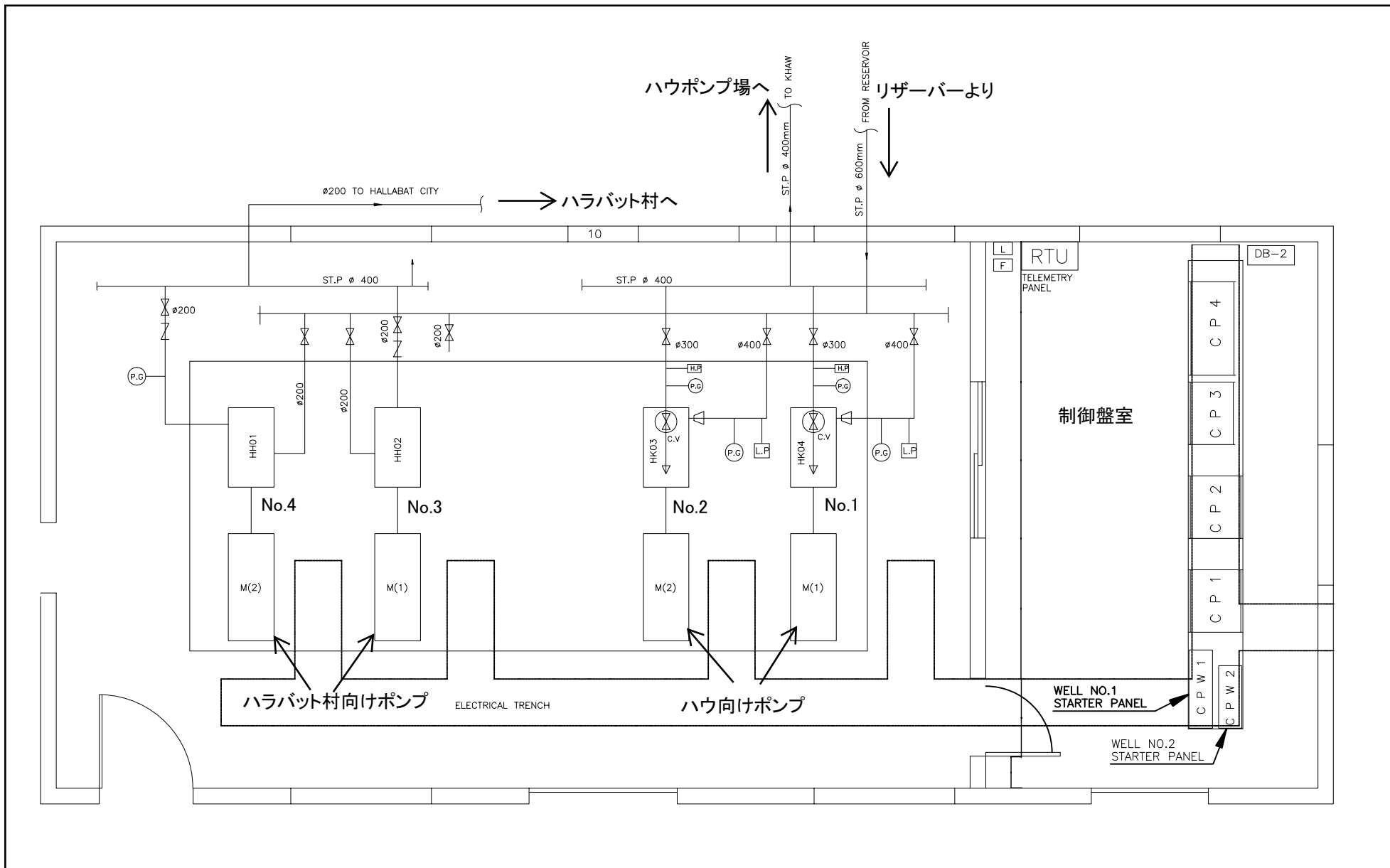


図2.1.9 ハラバットポンプ場ポンプ室

3) ポンプ設備

当ポンプ場は17年以上が経過していることで、設備自体の老朽化が進んでいる。また、過去の点検や維持管理が適切に行われておらず、設備の寿命を大きく縮めている。軸周りのシーリング部からの漏水や電動機の過熱が確認された。ポンプの異常運転に対する保護回路は設置されてはいるが、適切な管理がされないため機能不全状況にある。運転条件については、ポンプの効率面で大きな問題がある。本ポンプ場からは、ハラバット村への配水とハウポンプ場への送水が行われているが、場外で両送水管がバイパス管でつながっている。水需要の低下する冬季にはバイパス管を利用し、一つのポンプで異なる送水先に送水する方法が採られている。それぞれの送水先は需要量や必要な送水圧が異なるため、一つのポンプで送水する場合は大きなロスが生じる。

表 2.1.16 ハラバットポンプ場の現況

No	電動機			ポンプ		使用可否・稼動状態
	出力 (kW)	電源容量 (kW)	電源盤始動方式	吐出量 (m ³ /時)	全揚程 (m)	
ハウポンプ場向け						
1	315	350	単巻変圧器	500	142	運転可
2	315	350	単巻変圧器	500	142	運転可(予備機)
ハラバット村向け						
3	160	250	単巻変圧器	300	120	ポンプ動作不良により停止
4	200	250	単巻変圧器	300	160	運転可

4) 弁類

ポンプ周りのバルブ類はほとんど操作がなされていない。日常的な操作テストも行われておらず、一部のバルブの開閉動作には支障がある。吸込側のバルブ4個のうち2個は軸が回らず、操作不能である。他のバルブは可動状態にあるが、全閉状態にあっても完全な止水ができていない。

5) 受電・配電設備

現在2基の変圧器があり、電圧は33kV/400V、総容量は2,000kVA(1,000kVA×2)となっている。既設ポンプを稼動に必要な合計容量としては確保されているが、今後の更新計画や不具合発生時の対応などに備えて、予備設備を整備することが望ましい。既存の配電盤および電力計は変圧器建屋内に設置されており、他方、ポンプ始動・操作盤類はポンプ棟内電気室に配置されている。いずれのスペースも大きくないため、設備改修時には、レイアウトの見直しとそれに伴う、配線用トレンチ工事等の検討が必要である。

6) 流量計

ポンプ場からハウ向けの送水管には電磁流量計が設置されている。しかし流量計の前後に曲管やバルブ、バイパス管の分岐が存在しており、設置に必要な条件を満たしていない。こうした問題に加えて、変換器にも異常があるため、表示されている測定値は不正確である。WAJによれば、これまでメーカーに依頼して、数回流量計の調整を行ってみたものの、完全に修理することができず、過去の超

音波流量計を用いた実測結果を元に送水量を管理している。

ハラバットポンプ場からハウポンプ場までは約 22km の送水管(鋼管 600mm)で結ばれているが、900m 地点でコリドール井戸群からの送水管(鋼管 600mm)と合流している。また、ハウ配水池までの区間にはタフェポンプ場(周辺村落への小規模給水用)への分岐、ハシミエ大学への分岐などがある。WAJ 側は、送水管の起点(ハラバットポンプ場)と終点(ハウ配水池)の 2 箇所流量を管理し、途中の分水量や漏水の有無を把握することを望んでおり、新たな流量計の調達・据付を日本側へ要請した。さらに、井戸群からハラバットポンプ場へ流入する流量を管理するための流量計(2 箇所)も要請している。

7) 送水管の空気弁

送水管の凸部には、吸排気空気弁が設置されている。空気弁は、管路の布設と同様に 17 年前に設置されたものであり、劣化が進んでおり更新が必要とされる。空気弁は全部で 15 箇所に設置されており、資材の調達を日本側へ要請している。

(3) ザルカポンプ場

1) 概要

ザルカポンプ場は 1967 年に供用が開始され、屋内ポンプ場と屋外ポンプ場とに分かれている。

【屋内ポンプ場】 ザルカ中心部、北部、西部、バトラウィ配水池へ送水

【屋外ポンプ場】 ルセイファ方面への送水

両ポンプ場ともに老朽化が進んでいるほか、周辺に住居が密集しており、以前から騒音問題が起きている。このため WAJ は両ポンプ場をともに撤去し、道路を挟んだ反対側の用地へ移設する計画を持っている。ザルカポンプ場は設備の老朽化が著しく、対処療法的に間に合わせて交換・設置されたポンプ設備もあるほか、ポンプや電動機の機種や規模が統一されていないため、運転維持管理上の問題が大きい。さらに、屋外ポンプ場の建屋は仮設である。

WAJ 側は、現在日本側が無償資金協力の「第二次ザルカ地区上水道施設改善計画」にて建設中の送水基幹施設(バトラウィ配水池の増設とバトラウィポンプ場のポンプ更新を含む)が完成するというタイミング(2010 年 3 月)に合わせて、ザルカポンプ施設全体を移設することを計画している。移設予定地は、既存ポンプ場の道路向いに位置するザルカ逆浸透膜処理施設敷地内の給水車駐車用地であり、十分なスペースが確保されている。ザルカポンプ場の移設は WAJ 予算により実施され、2010 年度予算案にも組み込まれることとなっている。なお、最終的に日本側が協力対象として本ポンプ場を位置付けた場合、バトラウィ配水池への送水ポンプと併せて必要な新規送水管(約 2km、ダクタイル鋳鉄管)の調達が必要である。

ザルカ地域では、当面の間、南部のルセイファ・アワジャン地区への送配水をザルカポンプ場から行う必要があるが、これに関するポンプ設備は WAJ 側の責任によって整備される予定である。

2) 水源と送水システム

現在のザルカポンプ場と他の水源との関係は図 2.1.10 に示すとおりである。

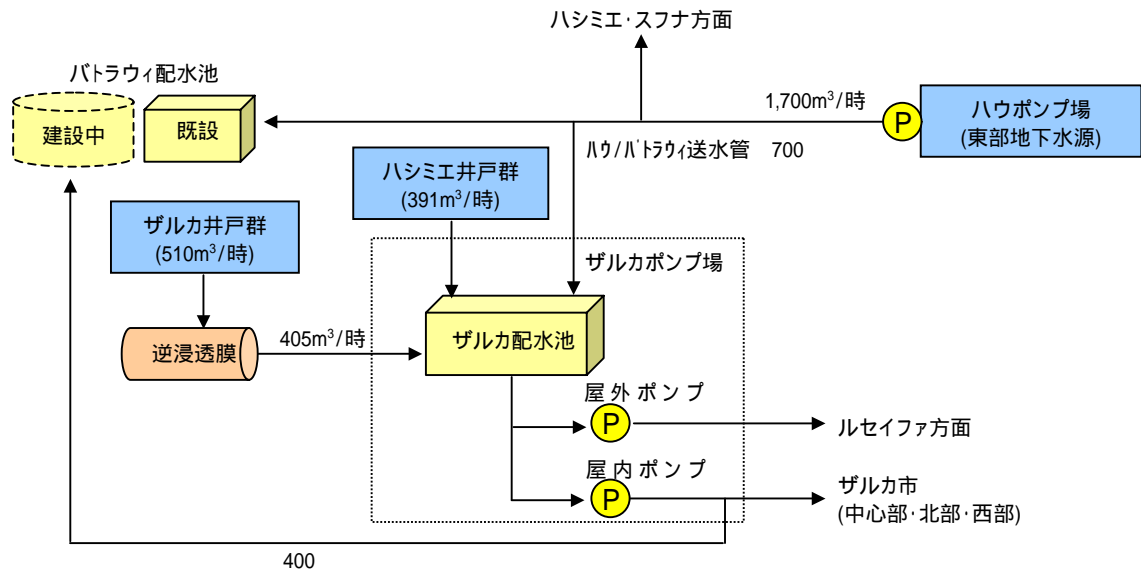


図 2.1.10 現在のザルカポンプ場の位置付け

ザルカポンプ場は、ハウポンプ場からの送水に加えて、ポンプ場に隣接するザルカ井戸群、北部のハシミエ井戸群の水を受水している。ザルカポンプ場付近には 3 本の井戸が稼働しているが、全蒸発残留物(TDS)が 2,000 mg/l 以上で、塩分濃度も高いため、逆浸透膜処理施設で処理した後に、地域内に供給している。逆浸透膜処理施設は BOT 方式で民間会社が運営しているが、2009 年時点ではまだ WAJ 側に引き渡される状況にはない。北部のハシミエ井戸群はザルカ井戸群と同様に TDS や塩分濃度が高く、そのままでは飲料に適さない。このため、ハシミエ井戸水は一度ザルカポンプ場の貯水タンクに集め、他の水源水と混合した上でザルカ市内の給水に使用している。

3) 将来の送水システム

既に述べたとおり、現在実施中の無償資金協力による工事の完了をもって、バトラウィ配水池がザルカ北部配水区の基幹施設となり、ザルカ北部や中心部へ自然流下で配水するための条件が整うこととなる。また、ハシミエ、スフナの両配水池に対しても、ハウポンプからの送水が行われる。こうした変更を踏まえた送水システムは図 2.1.11 のようになる。

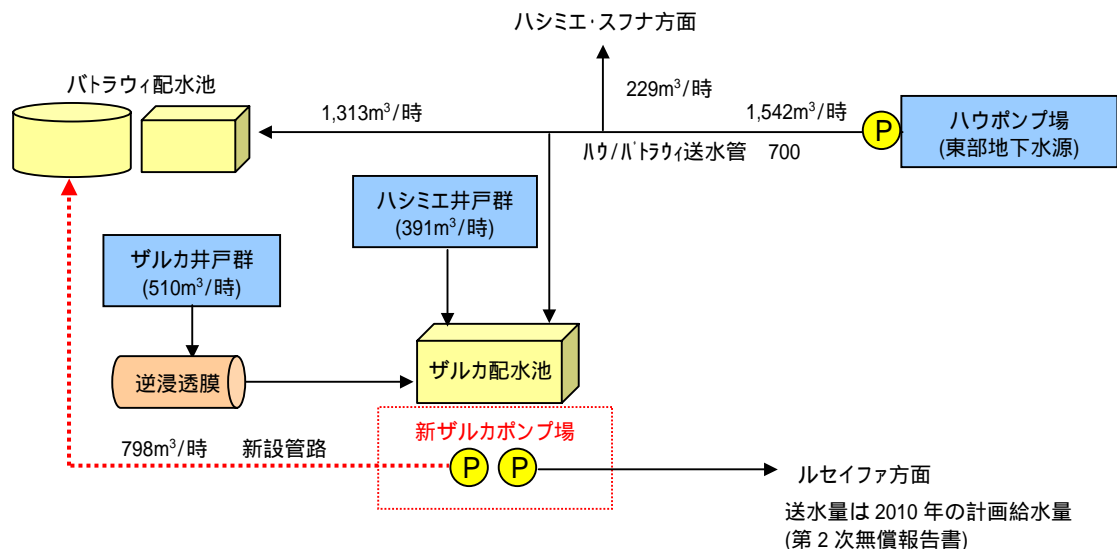


図 2.1.11 新ザルカポンプ場の送水システム(計画)

なお、ルセイファ方面への送水は当初のシナリオにはなかったが、今後数年間は現状と同様にポンプによる直接配水が必要となる。2009年現在、ハウポンプ場からザルカ・バトラウィ方面への送水量は約 1,700m³/時であり、上記の計画送水量(1,539 m³/時)を上回っている。従って、水運用の考え方としては、ザルカ北部の計画給水量に見合った水量の送水をまず確保し、ハウポンプ場経由で得られる水量からの余剰分をルセイファ方面へ充当する方法が望ましい。

(4) ザルカ～バトラウィ送水管

バトラウィ配水池への送水系統はハウポンプ場からの送水とザルカポンプ場からの送水の 2 系統が存在する。このうち、ハウポンプ場系統の管路は2002年に布設された新しいもので、ハウからの計画送水量を確保するために十分な能力がある。一方、ザルカポンプ場系統の送水管は既存の配水管 2 本を送水管に転用している。口径 400mm の鋼管で、ザルカポンプ場の供用と同時期に整備されたため、老朽化が著しく、一部敷設位置は住宅下で維持管理に問題がある。配水管であったため、途中にいくつもの配水用分岐が設けられており漏水のためバトラウィ配水池まで届く水量は安定していない。また、路線延長が最短距離ではなく、高いポンプの揚程が必用とされる。このため、ザルカポンプ場の移設とあわせて、専用の送水管を新たに整備することによって、余分なエネルギー消費を抑え、バトラウィ配水池への送水を安定化することができる。本送水管が協力対象となる場合、計画延長は約 2km、管種はダクタイル鋳鉄管 600mm となり、その布設はヨ国側の負担事項に含まれる。

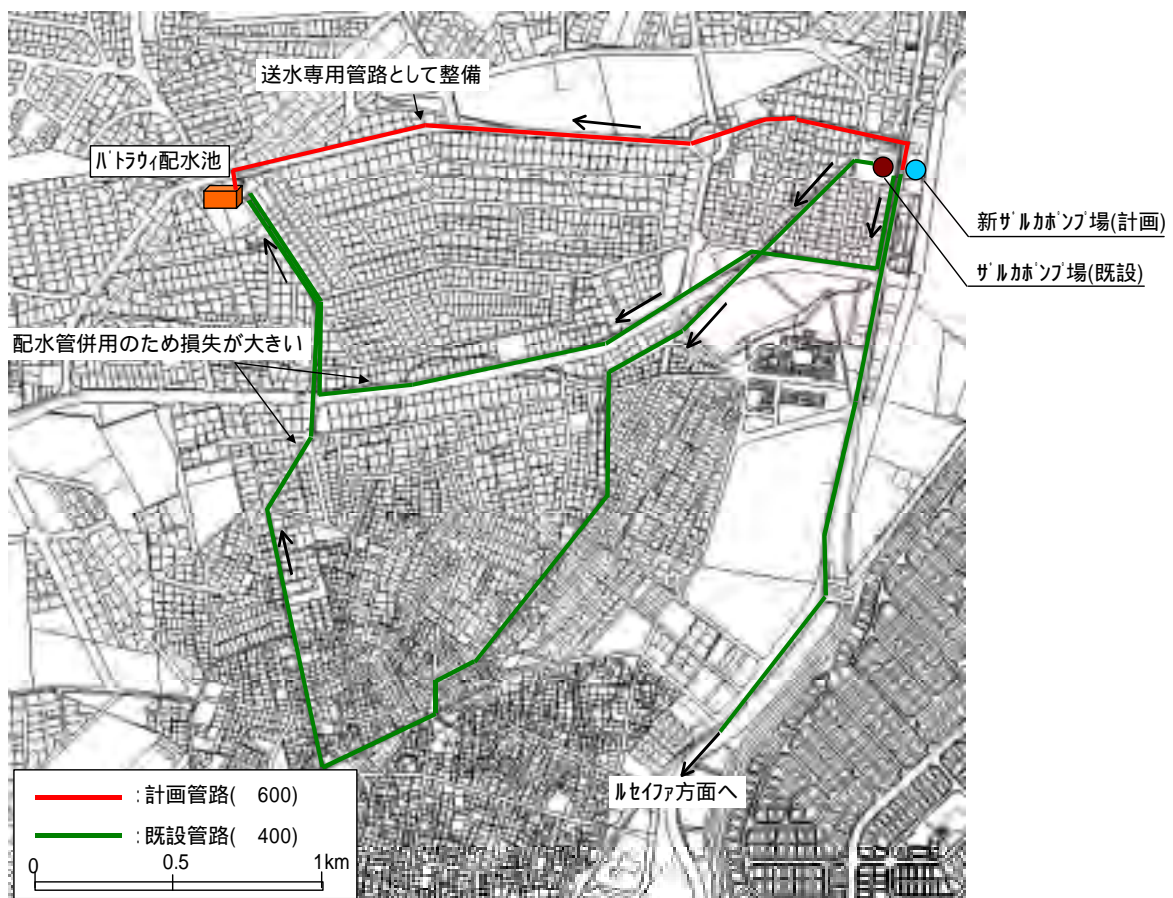


図 2.1.12 ザルカ-バトラウィ送水管の現状

(5) ハウ新ポンプ場

1) 概要

ザルカ地域への送水システムの要となるのがハウポンプ場である。ハウポンプ場はザルカ東部の地下水源からの送水の中継し、ザルカ方面とアンマン方面へ配分するための重要拠点である。

ハウポンプ場にはアンマン向けの送水を行う(旧ポンプ場)とザルカ向けの送水を行う(新ポンプ場)がある。最終的に要請にあげられた資機材は、ザルカ地域(バトラウィ配水池)への送水を行う新ポンプ場の弁類及び流量計である。

ハウポンプ場を中心とする送水システムは図 2.1.13 のとおりである。

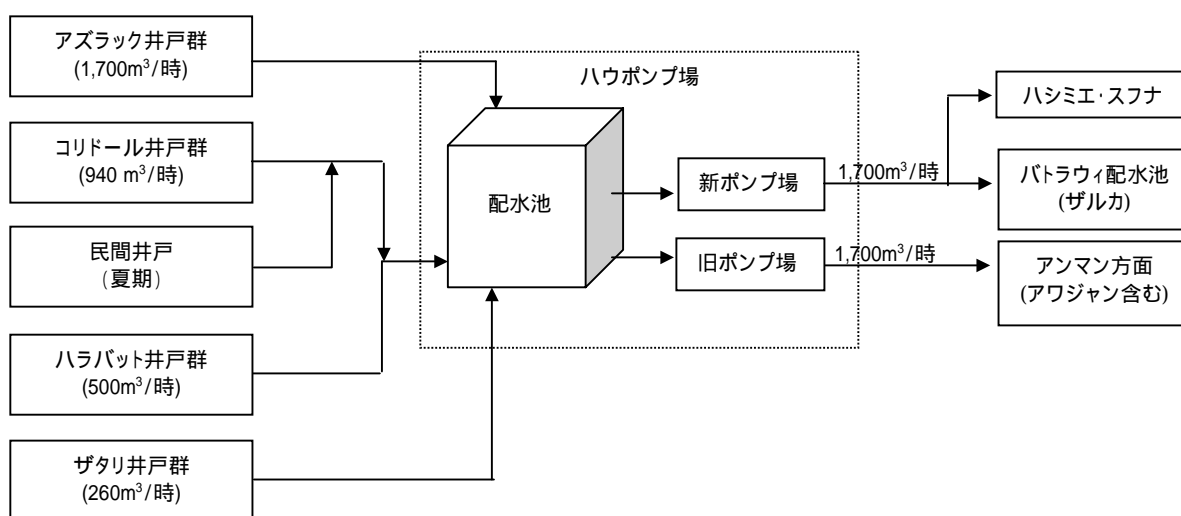


図 2.1.13 ハウポンプ場の役割

ハウポンプ場にはザルカ県内の井戸群(アズラック、ハラバット、コリドール)、民間井戸及びザタリ井戸群(マフラック県)から導水されている。ポンプ場の流入及び流出水量の平均は上図のとおりであるが、水源の揚水量の変動に伴い流入量は変動する。旧ポンプ場からアンマン方面への送水管からは、現在ザルカ南部のアワジャン地区への分岐管(送水管)や中央修理工場への配水管などの分岐が存在する。今回要請対象となった新ポンプ場は、ザルカ地区のバトラウィ配水池への送水に加え、ハシミア及びスフナの各市の配水池への送水も担っている。

2) ポンプ場のレイアウト

ハウポンプ場の全体レイアウトを図 2.1.14 に示す。また、新ポンプ場の現況図を図 2.1.16 に示す。

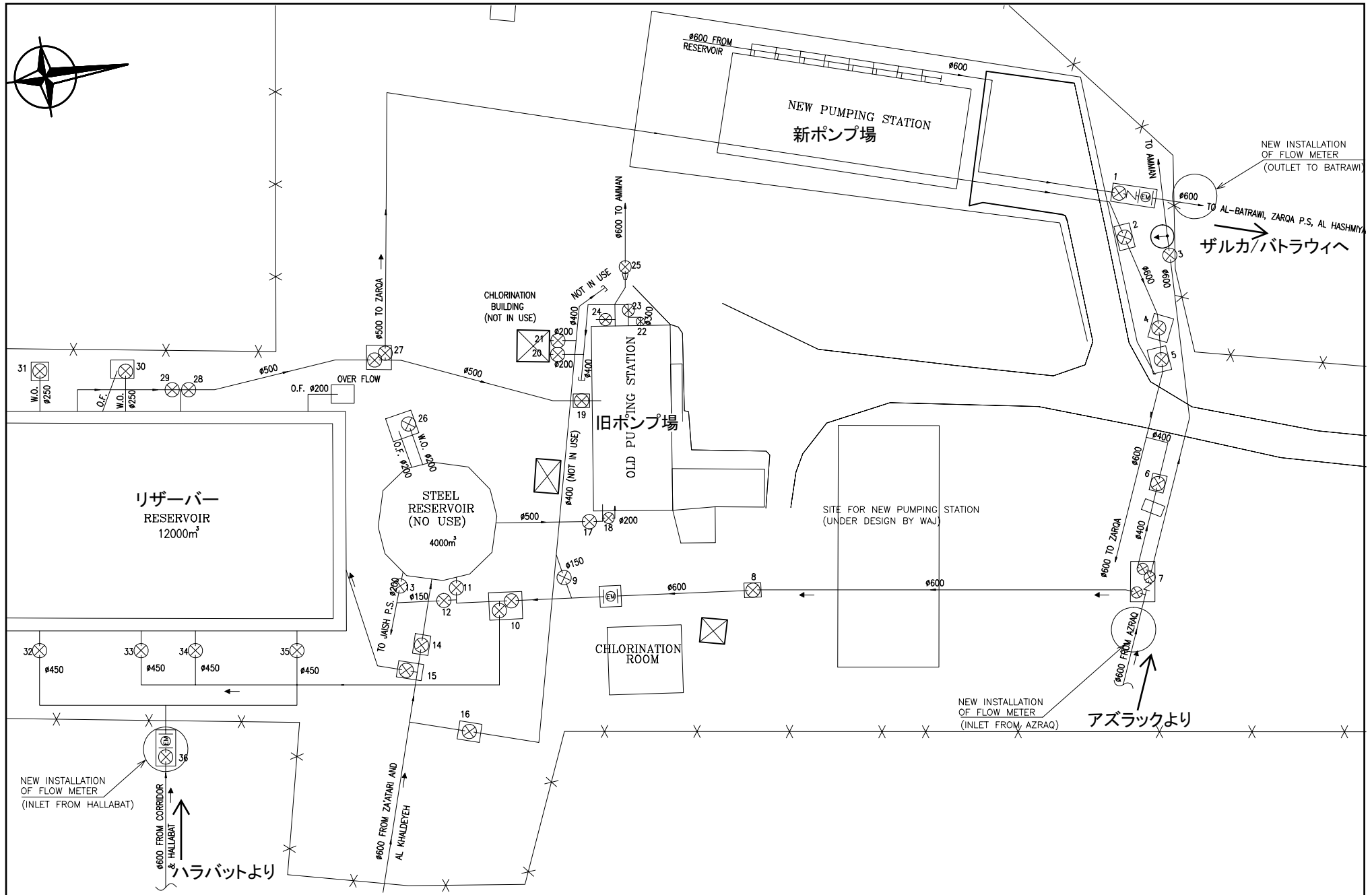
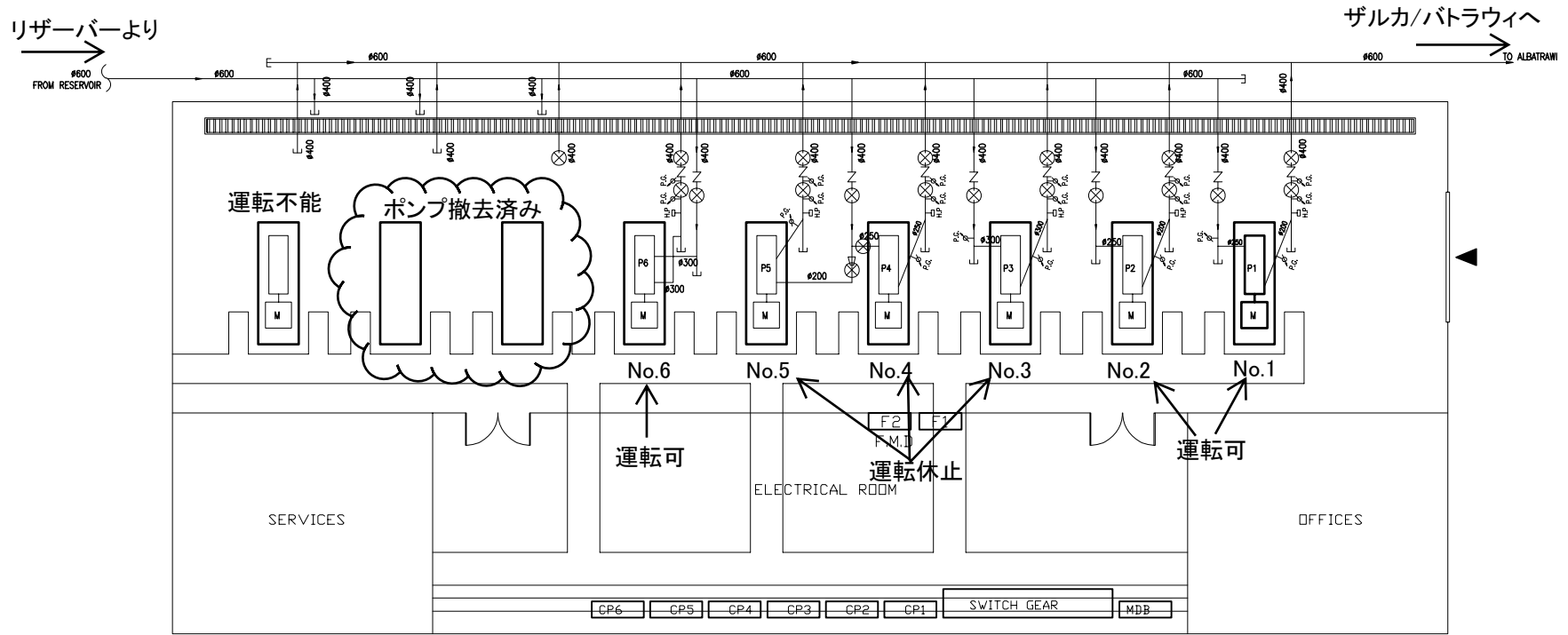


図2.1.14 ハウポンプ場全体図



KHAW NEW PUMPING STATION
(SECTION-2)

図2.1.15 ハウポンプ場 新ポンプ場

3) ポンプ設備

新ポンプ場はザルカ方面(バトラウィ配水池)への送水を目的としているが、後述する問題点によりザルカ配水池への送水を行っている。WAJ 職員による説明では、ザルカ配水池へは自然流下で送水することができるが、それをサポートするためにポンプを運転させているとのことであった。しかし、調査時点でポンプの吐出圧を測定したところ、0.4bar(4m)と極めて低い値であり、ポンプ自体の性能とに大きな開きがあることが確認された。つまり、ポンプは動いているものの、消費電力が実際に水動力として伝わっておらず、ほとんど無駄な運転を行っている状態にある。

表 2.1.17 ハウ新ポンプ場の現況

No	電動機			ポンプ		使用可否・稼動状態
	出力 (kW)	電源容量 (kW)	電源盤始動方式	吐出量 (m ³ /時)	全揚程 (m)	
1	320	350	液体抵抗器	500	150	運転可
2	320	350	液体抵抗器	500	150	運転可
3	355	300	-	500	150	電源盤との配線撤去
4	185	200	単巻変圧器	300	150	ポンプ動作不良により停止
5	200	350	液体抵抗器	300	150	ポンプ動作不良により停止
6	355	350	液体抵抗器	500	150	ポンプ動作不良により停止

4) 弁類

ポンプ周りのバルブ類はほとんど操作されていない。バルブの開閉動作には支障があり、吸込側、吐出し側のバルブ共に操作不能である。また、すべてのポンプで圧力計が破損している。

5) 受電・配電設備

現在 2 基の変圧器があり、電圧は 11kV/400V、総容量は 3,000kVA(1,500kVA × 2)となっている。既設ポンプを稼動に必要な合計容量としては確保されているが、今後の旧ポンプ場の移設、施設拡張や増強の計画に備えて、変圧器の容量を再検討することが必要である。

6) 流量計

新ポンプ場からバトラウィ向けの送水管には電磁流量計が設置されている。しかし流量計の流入側 1.5m 以内にバルブが隣接し、適切な設置条件を満たしていない。こうした問題に加えて、変換器にも異常があるため、表示されている測定値は不正確である。WAJ によれば、これまでもメーカーに依頼して、数回流量計の調整を行ってみたものの、完全に修理することができず、過去の超音波流量計を用いた実測結果を元に送水量を管理している。ハウポンプ場においては、アズラック系統送水管、ハラバット系統送水管のハウ配水池流入部にも流量計の設置が必要であり、バトラウィ向け送水管も含めて計 3 箇所が要請にあげられている。

(6) ザルカ逆浸透膜処理施設

当施設は蒸発残留物や塩分濃度の高いザルカ井戸群の水を処理するためのものであり、その運転管理はBOT方式によって民間会社を実施している。処理された水は、WAJが所有するポンプ設備によってザルカポンプ場内の配水池に送水されている。本ポンプ設備の更新は当初要請にあげられていたが、調査を先行していたGTZ調査団がドイツ側の協力対象に選定したことが判明したため、最終要請リストから外すこととなった。

(7) メルヘブポンプ場

メルヘブポンプ場は、周辺のメルヘブ井戸からの揚水を場内の配水池に貯め、ザルカ西部のベレン地区及び南部のアワジャン地区の配水管網へポンプ圧送する役割を担っている。他のポンプ場と同様、ポンプの年数は経過しているが、稼働状況は良好である。また、調査にて実測した流量や吐出圧力は、ポンプの銘版に記載されている性能表示とほぼ同じ値であったことから、ポンプ自体の効率低下はほとんどないものと考えられる。以上を踏まえてWAJ側と協議した結果、メルヘブポンプ場は最終要請リストから外すことが妥当と判断された。

(8) 送配電システム

1) 送配電事業者

ヨ国の電力事業は民営化が進み、国内の配電事業は以下の3つの事業者により行われている。

表 2.1.18 配電事業者

配電事業者	主な管轄地域
Irbid District Electric Co. (IDECO)	北部地域 (イルビッド、ラムサ、マフラック、アジュルン、ジェラシュ)
Jordan Electric Power Co. (JEPCO)	中部地域 (アンマン、ザルカ、サルト、マダバ、ハカー)
Electricity Distribution Co. (EDCO)	南部地域 (アカバ、マアーン、ショウハック、カラック、タフィラ、ヨルダン渓谷)

民営化以前には、エネルギー・鉱物資源省の管轄下で、国営会社「National Electric Power Co.(NEPCO)」が発電・送電・配電を一括して受け持っていたが、2003年1月に発電(Central Electric Generation :CEGCO)、送電(NEPCO)、配電(IDECO、JEPCO、EDCO)の3部門に分割された。このため、現在NEPCOの役割は、発電事業者と配電事業者との間における電力卸売り調整、電気料金の規定、国レベルでの電力セクターの管理に限られている。ザルカ県のほとんどの地域ではJEPCOの配電地域となっているが、アズラックのみは地理的に南部地域に近いので、EDCOの管轄となっている。

2) 配電システム

配電とは、送電線を通じて送られてきた電力を、電力使用者へ分配する部分の電力システムである。協力対象ポンプ場へは近隣の変電所から33kVまたは11kVの中圧線が整備されている。その後、ポンプ場内に設置された受電設備(変圧器)で低圧0.66kVまたは0.4kVに落とし、ポンプの動力として使用している。

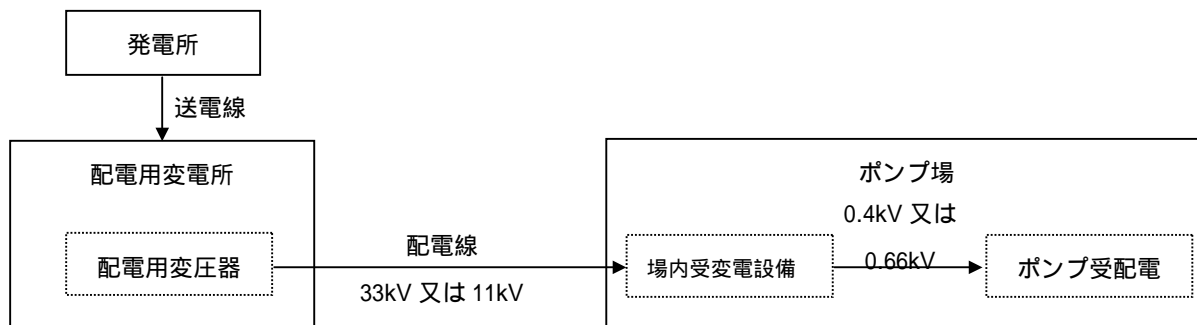


図 2.1.16 現在の配電システム

3) 電力料金体系

NEPCOの電気料金規定(2008年3月改定)によると、配電事業者による料金規定は各会社とも一律で下表のとおりである。ただし、顧客に対する請求はこの表に記載の料金に対して、使用電力量に2fils/kWhの税金が加算される。(1000fils=1JD)

一般家庭用は逓増制の料金となっているが、上水道事業目的の使用は41fil(0.041JD)/kWhの定額料金である。中規模工業用(負荷200kW以上)については利用時間帯により料金が異なる。また、どの利用区分に対しても低圧受電、高圧受電による料金の区分は採られていない。

表 2.1.19 電気料金表

利用区分	単位料金
1) 一般家庭用	
kWh/Month	fils/kWh
1 - 160	32
161 - 300	71
301 - 500	85
Over 500	113
2) 一般商業用	86
3) 小規模工業用	
最大負荷 200kW以下(低圧)	49 fils/kWh
4) 中規模工業用	
中圧(33, 11, 6.6kV)、 (最大負荷 200kW 以下)	
17:00-20:00 に 30 分以上継続して 発生する最大負荷に対して	3.79JD/kW/month
日中料金	46 fils/kWh
夜間料金	36 fils/kWh
5) 農業用	47 fils/kWh
6) 水道用(WAJ)	41 fils/kWh
7) 外灯用	51 fils/kWh
8) 軍隊用	81 fils/kWh
9) 港湾用	58 fils/kWh

2-2 プロジェクト対象サイト及び周辺の状況

2-2-1 水源と水収支

(1) 水源

ザルカ県内にはいくつもの水源があるが、そのいずれも井戸である。代表的な井戸群のうち、アズラック、ハラバット、コリドールはザルカ市東部の砂漠地帯に存在するが、この3つの井戸群でザルカ地域の水量の約62%を生産している。また、市街地の内外にあるザルカ、ハシミエ、ルセイファ、アワジャンの4つの井戸群は、ザルカ地域の水量の約33%を占めている。このほか、マフラク県の井戸や民間井戸からの水も受水しているが、全ての水量をザルカ県内で使用できるわけではない。この背景には、ヨ国は水資源が全国的に希少であり、WAJの水道事業として全国的な観点から県間の水配分が行われていることがある。ザルカ県における県内外からの水配分の概要は表2.2.1に示すとおりである。

表 2.2.1 ザルカ県の水配分 (単位：m³)

種別	2007年	2008年	
ザルカ県内の水源	49,259,657	50,408,381	
ザルカ県外からの受水	6,053,200	3,677,248	
マフラク県からの受水	4,217,057	2,248,230	
民間井戸群から受水	1,836,143	1,429,018	夏期(6～11月)のみ
ザルカ県外への配分等	10,682,525	9,249,120	
アソマンへ送水	8,331,868	7,047,988	
シエラシユ県へ送水	195,194	213,000	
ハルカ県へ送水	65,823	59,027	
マフラク県へ送水	77,900	124,350	
牧畜用水	154,334	146,035	
アズラック湿地帯涵養水	1,027,540	727,207	
ザルカ逆浸透膜排水	829,866	931,513	
ザルカ県内の利用可能水量	44,630,332	44,836,509	+ -
日平均供給量	122,275	122,840	

過去5年間のザルカ県における水収支の変化は図2.2.1に示すとおりである。

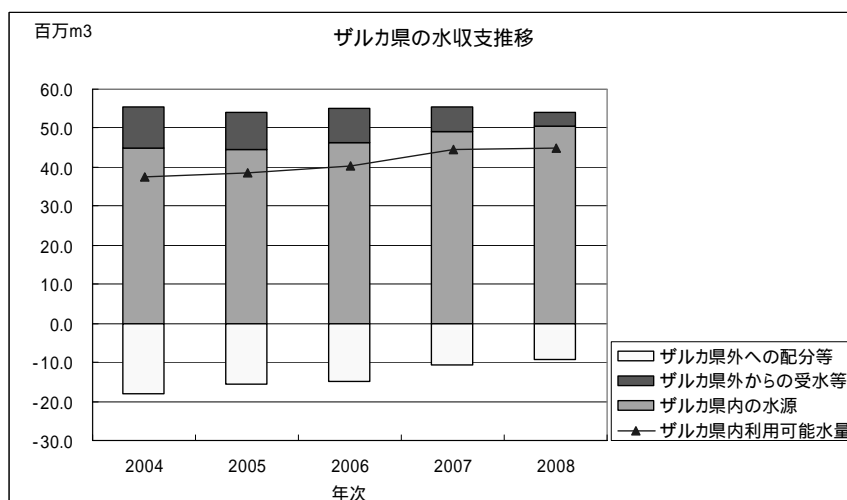


図 2.2.1 ザルカ県における水収支の推移

2008年の実績によれば、ザルカ県内の水源量は約 50.4 百万 m³/年、他県の水源からの配分(流入)が約 3.6 百万 m³/年である。これに対し、他県への配分(流出)や灌漑利用などで約 9.2 百万 m³/年が差し引かれるため、約 44.8 百万 m³/年が県内で利用可能な水量となる。

他県への配分のうち最も大きな割合を占めるのが首都圏アンマンへの送水である。アンマンでは過去、人口拡大に伴い水需要量が著しく増加した結果、水資源の逼迫度が高まり、他県に水源を求めている状況にある。このひとつはザルカ県からの送水であり、その水量は年間約 7 百万 m³となっている。

近年、ザルカ県では人口の流入が著しく、これにより県内の水需要も大きな伸びを見せている。このため、ザルカ県内で新たな井戸の開発が進められており、県内井戸の揚水量は増加傾向にある。

一方、アンマンへの送水量は 2004 年時点で約 16.4 百万 m³/年であったが、2008 年で 8.3 百万 m³/年、2009 年で 7.0 百万 m³/年と減少傾向にある。これは、アンマンへの供給量を増強するために進められていた水源開発プロジェクト(バルカ県のムジブ・ザーラ・マイン汽水淡水化プロジェクト)が進展したことが大きな要因と考えられる。

2004 年に実施された基本設計調査(第二次ザルカ地域上水道施設改善計画)の検討時には、アンマン地域の水源開発として「ディーシ化石水プロジェクト」が計画されていた。このプロジェクトは 2015 年までに完工が予定され、その場合にはアンマンで生じる余剰水をザルカ地域へ配分できることが期待されていた。しかし、2009 年 6 月時点の情報では、請負業者の選定段階にあり、着工時期についても不明である。そのため、当水源開発は大幅に遅れることが予想され、今後数年の間はザルカからアンマンへの送水を継続しなければならない状況にある。

表 2.2.2 には過去の井戸生産量、表 2.2.3 には 2008 年の水収支の集計を整理した。ザルカ県における水配分の状況を模式化したものを図 2.2.2 に示す。

表2.2.2 ザルカ県の井戸生産量の推移

単位: m3/年

No.	Name of well/spring		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1	Al Azraq Wells	アズラック井戸群	15,344,983	17,177,737	16,711,424	15,794,049	16,372,118	16,676,067	16,973,137
2	Qnayah Spring	キニア泉水	384,454	385,165	322,556	319,160	326,330	302,616	523,932
3	Sarout Spring	サロウト泉水	67,931	71,947	66,146	64,700	64,670	58,810	56,301
4	Al-Alouk Spring	アロック泉水	36,913	54,164	47,833	41,177	39,500	39,729	33,617
5	Zarqa Well & Desalination ST	ザルカ井戸群	4,024,300	4,910,860	3,991,430	4,395,620	4,431,390	5,079,236	4,488,601
6	Hashemeyeh Wells	ハシミエ井戸群	2,580,900	3,065,300	3,057,330	3,158,890	3,193,800	2,870,832	3,431,825
7	Awajan Wells	アワジャン井戸群	1,604,910	2,594,872	3,108,228	3,159,585	2,899,540	2,402,972	2,122,710
8	Ruseifa Wells	ルセイファ井戸群	1,454,154	2,042,112	3,656,409	4,543,587	4,420,267	4,763,585	4,098,494
9	Hitteen Well	ハッテン	53,076	10,667	4,853	4,498	0	0	0
10	Marheb Wells	メルヘブ井戸群	1,080,811	996,029	1,026,510	985,390	1,020,430	1,104,580	766,263
11	Hallabat Wells	ハラバット井戸群	3,761,500	2,962,180	2,641,480	2,288,350	1,777,935	3,992,525	6,241,567
12	Beerain Wells	ベレン井戸群	291,927	402,776	432,163	424,280	566,783	619,497	755,821
13	Tamween Wells	タマウイン井戸群	1,045,581	992,779	886,883	1,152,050	2,394,000	2,710,834	2,488,068
14	Corridor Wells	コリドール井戸群	9,459,600	9,392,588	8,829,664	8,083,707	8,617,806	8,458,516	8,261,617
15	Um-Rumana Well (2)	ルマナ井戸	36,128	0	58,772	34,577	27,010	25,524	20,393
16	Desert Wells	砂漠井戸(牧畜用)	0	0	0	0	0	154,334	146,035
Total		合計	41,227,168	45,059,176	44,841,681	44,449,620	46,151,579	49,259,657	50,408,381

表2.2.3 ザルカ県の井戸生産量と県内外の水配分 (2008年)

Year: 2008

単位: m³

No.	Name of well/spring	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1	Al Azraq Wells アズラック	1,471,408	1,340,528	1,445,516	1,400,536	1,483,668	1,392,827	1,389,132	1,410,121	1,384,170	1,424,623	1,396,949	1,433,659	16,973,137
2	Qnayyah Spring クナヤヤ泉水	19,539	19,486	20,464	17,634	30,200	54,408	58,679	56,007	54,551	59,777	66,511	66,676	523,932
3	Sarout Spring サロウト泉水	3,959	4,251	4,450	4,217	5,855	5,499	4,740	4,793	4,614	4,771	4,541	4,611	56,301
4	Al-Alouk Spring アロック泉水	2,500	2,498	2,205	2,199	4,037	3,174	3,002	2,752	2,999	3,236	2,564	2,451	33,617
5	Zarqa Wells ザルカ井戸群	332,393	299,713	327,911	332,459	358,007	380,077	432,930	434,306	434,525	434,941	312,395	408,944	4,488,601
6	Hashemeyeh Wells ハシミア井戸群	268,605	283,687	277,093	302,703	305,606	282,953	287,737	288,424	287,408	289,060	280,237	278,312	3,431,825
7	Awajan Wells アワジャン井戸群	133,001	197,097	185,531	211,183	181,367	196,223	137,021	138,937	175,755	178,090	184,917	203,588	2,122,710
8	Ruseifa Wells ルセイファ井戸群	370,300	262,533	351,236	411,810	438,913	405,051	360,749	318,980	323,815	306,250	281,011	267,846	4,098,494
9	Hitteen Well ハッテン	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Merheb Wells メルヘブ井戸群	78,621	72,138	58,376	53,496	58,970	55,299	57,868	61,829	90,084	58,341	78,473	42,768	766,263
11	Al-Hallabat Wells ハラバット井戸群	333,360	501,866	569,229	517,092	571,167	586,912	541,526	532,456	531,538	515,812	508,434	532,175	6,241,567
12	Beerain Wells ベレン井戸群	48,902	48,650	66,924	61,114	72,399	70,381	62,996	62,891	63,095	64,297	66,607	67,565	755,821
13	Tamween Wells タマウィン井戸群	255,554	252,161	228,947	236,116	218,015	222,460	184,713	181,359	182,483	184,176	160,234	181,850	2,488,068
14	Corridor Wells コリドール井戸群	686,160	672,009	740,048	716,400	716,657	687,663	698,982	699,500	670,248	687,978	656,611	629,361	8,261,617
15	Um-Rumana Well (2) ルマナ No.2	53	4,659	3,277	2,710	2,404	2,399	2,427	2,429	35	0	0	0	20,393
16	Desart Wells 砂漠地域井戸	12,541	5,877	8,019	19,355	19,463	14,856	12,161	13,917	11,427	10,543	6,889	10,987	146,035
Internal Water Source (Total)		4,149,897	4,164,250	4,474,757	4,500,207	4,648,095	4,556,405	4,234,663	4,208,701	4,216,747	4,221,895	4,006,373	4,130,793	50,408,381

The above mentioned wells do not include the wells of Mafraq Governorate (Zatari Pumping Station).

Water Allocation Record (m3)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	合計
Internal Water Source in Zarqa Governate	4,149,897	4,164,250	4,474,757	4,500,207	4,648,095	4,556,405	4,234,663	4,208,701	4,216,747	4,221,895	4,006,373	4,130,793	50,408,381
Imported Water	159,330	197,200	205,670	182,330	177,000	454,188	370,651	453,359	451,867	486,073	301,480	238,100	3,677,248
Import from Amman	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
From Khaw/Za'tari/Khaldieh Source	159,330	197,200	205,670	182,330	177,000	171,600	121,200	218,200	187,100	189,400	201,100	238,100	2,248,230
From Dhalil/Khaldieh Source	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
From Merae Zahram (Private Wells)	0	0	0	0	0	112,735	101,494	110,100	113,976	124,540	44,543	0	607,388
From Abu Hwedi (Private Wells)	0	0	0	0	0	104,088	87,832	72,739	93,091	108,376	41,274	0	507,400
From Harzalieh (Private Wells)	0	0	0	0	0	65,765	60,125	52,320	57,700	63,757	14,563	0	314,230
Exported Water	782,328	806,416	871,657	896,231	909,726	787,606	767,503	646,927	662,639	732,292	659,912	725,883	9,249,120
To Amman	590,382	633,854	678,622	733,398	732,897	620,256	586,059	469,296	481,697	512,178	504,967	504,382	7,047,988
To Jerash from Um Rumana	18,000	18,000	18,000	15,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	213,000
To Balqa from Um Rumana	6,482	7,354	10,155	3,059	6,669	6,227	4,273	3,836	2,000	2,000	4,551	2,421	59,027
To Mafraq from Ain Al Qinayyeh	5,710	5,490	5,190	5,670	6,420	11,120	11,480	12,300	14,660	13,920	13,940	18,450	124,350
To Animal Consume (Sheep)	12,541	5,877	8,019	19,355	19,463	14,856	12,161	13,917	11,427	10,543	6,889	10,987	146,035
To Azraq Reservation Area (Irrigation)	95,250	85,308	87,580	59,040	62,990	44,200	54,710	45,760	26,040	45,590	62,560	58,179	727,207
Treatment Plant Zarqa (RO)	53,963	50,533	64,091	60,709	63,287	72,947	80,820	83,818	108,815	130,061	49,005	113,464	931,513
Available Water Source for Zarqa Governorate	3,526,899	3,555,034	3,808,770	3,786,306	3,915,369	4,222,987	3,837,811	4,015,133	4,005,975	3,975,676	3,647,941	3,643,010	44,836,509
Average Daily Supply	113,771	122,587	122,864	126,210	126,302	140,766	123,800	129,520	133,533	128,248	121,598	117,516	122,840
Monthly Fluctuation	0.93	1.00	1.00	1.03	1.03	1.15	1.01	1.05	1.09	1.04	0.99	0.96	

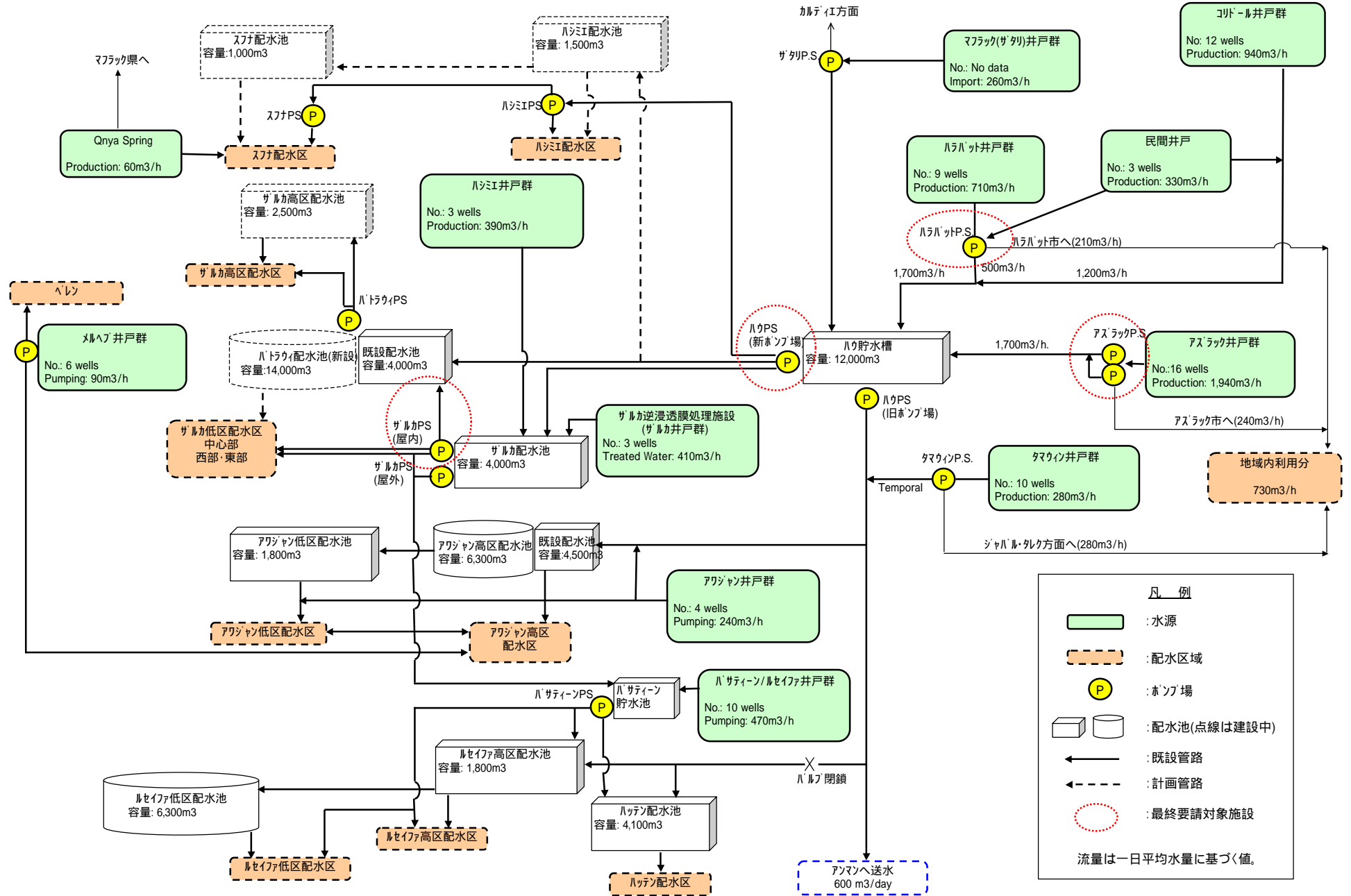


図2.2.2 ザルカ県の水配分システム図

(2) 水収支の状況

1) ハウポンプ場が受け持つ水量

ザルカ県では、過去 2 回にわたって無償資金協力「ザルカ地区上水道施設改善計画(第 1 次・第 2 次)」が実施されている。その中では、センサスデータに基づいた人口予測を元に、将来計画給水量を算定している。第 2 次無償(2006 年時点)で想定した 2010 年の水収支計画では、ザルカ配水地域外水源(東部地下水源)の水量が 120,190 m³/日(5,008 m³/時)と設定され、このうち水源付近の村落に対する供給量を除いた 104,567 m³/日(4,357 m³/時)がハウポンプ場へ送水可能と考えられていた。

2009 年時点では、マフラック県ザタリ井戸群及びハラバット井戸群からの水量が計画よりも大きく減少し、民間井戸群からの供給を増加させているものの、地域外水源からの供給量は 99,953 m³/日に留まっている。従って、2009 年現在、ハウポンプ場に流入する水量は 89,325 m³/日(3,722 m³/時)である。また、アンマンへの送水量は最低 12,000 m³/日(500 m³/時)を確保しなければならないため、ザルカ地域に対する配分量は 77,325 m³/日(3,222 m³/時)となっている。

表 2.2.4 ザルカ県ハウポンプ場が受け持つ水配分 (単位:m³/日)

内 訳	第2次無償時点の水配分 シナリオ (2010 年)	現在の水配分 (2009 年)	備 考
ザルカ配水地域外水源	120,190	99,953	
アスラック井戸群	45,785	46,375	
ハラバット井戸群	21,548	17,053	
ゴドール井戸群	24,191	22,572	
ザタリ井戸群	28,666	6,143	
民間井戸群	-	7,810	
水源地域村落利用分	15,623	10,628	
アスラック村		5,575	-
ハラバット村	15,623	5,053	
ハウポンプ場への流入水量 (-)	104,567	89,325	
アンマンへの配分	17,102	12,000	
ザルカ地域への配分	87,465	77,325	-11.6%

2) ザルカ地域が利用できる水源水量

ザルカ地域の給水には、表 2.2.4 に示したハウポンプ場が受け持つ東部地下水源のほか、ザルカ、ハシミエなどの地域内水源も利用することができる。第 2 次無償で想定した 2010 年の送配水の収支は表 2.2.5 に示すとおりである。なお、タマウィン井戸は当初計画した配水区には供給されていないため、2009 年の水源水量として考慮していない。

2009 年時点においてザルカ地域が使用可能な水源水量は 113,418 m³/日であり、表 2.2.5 に示すように、ザルカ地域で利用可能な水源水量は計画給水量の 80%しか確保できていない。また、近年の人口増加によって計画された配水区から外れてしまう地域や、新規開発地域なども存在していることを踏まえると、給水対象人口に対する必要水源水量は不十分である。

表 2.2.5 ザルカ配水地域の利用可能水源水量 (単位:m³/日)

内 訳	第2次無償時点の水配 分シナリオ (2010年)	現在の水配分 (2009年)	備 考
ザルカ地域外水源の利用可能水量	87,465	77,325	
ザルカ地域内水源	56,435	36,093	
ザルカ井戸群(逆浸透膜処理水)	10,935	9,719	
ハシミ井戸群	8,376	9,376	
アワジャン井戸群		5,800	
ルセイファ/ハサティーン井戸群	26,330	11,198	
タマウイン井戸群	10,794	-	
利用可能水源水量 (+)	143,900	113,418	
計画給水量	143,900	142,200 ⁽¹⁾	
充足率	100%	79.8%	

1 2009年ではバルカ県へはハレン井戸群からの供給となっているため、タマウイン井戸は計画給水量から控除した。

表 2.2.6 ザルカ地域の計画日平均給水量(単位:m³/日)

配水区	第2次無償時点の 計画給水量 (2010年)
バルカ県への配分	1,700
スフナ配水区	2,300
ハシミ配水区	3,200
ザルカ高区配水区	6,000
ザルカ低区配水区	44,600
アワジャン高区配水区	40,400
アワジャン低区配水区	6,500
ルセイファ高区配水区	6,500
ルセイファ低区配水区	24,000
ハッテン配水区	8,700
ザルカ地域の計画給水量計	143,900

2-2-2 送水システム

ザルカ県の水道施設は、人口が集中している市街地と人口過疎の砂漠が大部分である地方村落を対象に整備されている。ザルカ県北部にはハシミエ市、スフナ市が、中～南部にはザルカ市及びルセイファ市が市街地として広がっている。地方村落としては、主要な井戸群があるアズラック、ハラバットに加えて、県内の小規模な水源の近くにも村落が点在している。ザルカ県では過去に多くの井戸群が開発され、県内だけでなく首都圏のアンマンや隣接するバルカ県、マフラック県との間でも水配分が行われているため、県内の水配分システムは複雑である。

ザルカ地域への送水システムの要となるのがハウポンプ場である。図 2.2.2 に示したとおり、ハウポンプ場はザルカ北東部の各井戸群からの水やマフラック県の井戸からの分水を受け、ザルカ方面とアンマン方面へ配分するための重要拠点に位置付けられている。ハウポンプ場にはザルカ県内の井戸群(アズラック、ハラバット、コリドール)、民間井戸及びマフラック井戸群から導水されている。ハウポンプ場の流入及び流出水量の平均は図 2.2.2 のとおりであるが、水源の揚水量の変動に伴い流入量は変動する。ハウポンプ場からアンマン方面への送水管からは、現在ザルカ南部のアワジャン地区への分岐管(送水管)や中央修理工場(CWS)への配水管などの分岐が存在する。

1) アズラック送水系統

アズラック井戸群は、ザルカ市から東へ約70kmの位置にある最大規模の井戸群であり、ザルカ県内の井戸揚水量の約34%を占めている。各井戸から揚水された水はアズラックポンプ場に導水され、ハウポンプ場及びアズラック市内の配管網へポンプにより送水されている。導水管は口径600mmの鉄管であり、1984年にハウポンプ場までのルートが開通した。全17本の井戸うち1本は供用停止で、現在16井が稼働している。2008年の揚水量は16,973,137m³/年、(1,932m³/時)である。このうち、アズラック市内への送水分を差し引くと、ハウポンプ場への送水量は約1,500 m³/時となっている。

2) コリドール送水系統

コリドール井戸群は、ザルカ市から北東は約50km、マフラック県との境界に近い位置にある井戸群である。全15本の井戸のうち13本が稼働しており、2008年の年間揚水量は8,261,617 m³/年(941m³/時)である。各井戸から揚水された水は直接送水管に入り、途中でハラバット系統送水管(ハラバット井戸群からハウポンプ場)と合流し、ハウポンプ場に送水される。マフラック井戸群はマフラック県内にある井戸群を示す。以前はザタリポンプ場を経由して、独立した送水管によってハウポンプ場まで送水されていたが、2009年現在はコリドール井戸群の送水管に直接流入するシステムに変わっている。WAJによる水収支計算の中では、他県からの受水量としてカウントされている。このほか、夏期には水需要量が増加するため、民間井戸からの受水も行い、ハウポンプ場への送水量を増強している。

3) ハラバット送水系統

ザルカ市から東へ約30kmの位置にある井戸群であり、ザルカ県内の井戸揚水量の約12%を占めている。各井戸から揚水された水はハラバットポンプ場に導水され、ハウポンプ場及びハラバット市内の配管網へポンプにより送水されている。WAJが所有する井戸13本のうち4本は揚水量の低下が著しく、2009年になってから使用停止となったため、民間井戸1本を含めた10本が稼働中である。2008年の揚水量は6,241,567 m³/年(711m³/時)である。このうち、ハラバット市内への送水分を差し引くと、ハウポンプ場への送水量は約500 m³/時となっている。

4) アンマン方面への送水

現在、ハウポンプ場からアンマン方面には平均1,700 m³/時が送水され、途中、アワジャン方面へ1,000 m³/時が分水され、残りの700 m³/時がアンマンのアインガザル配水池に送水されている。また、夏期の3~4ヶ月程度はアンマンの水需要が増加するため、タマウィン井戸群の水を、ハウポンプ場からの水と合わせてアンマンに送っている。現在、アンマンの水道会社(ミヤフナ)とWAJとの取り決めで、最低500 m³/時の水量をザルカ県からアンマンへ送水することとなっている。ザルカ地区内の水源量の変動によってザルカ市内への送水量が影響を受けることもある。なお、既設ポンプの能力と送水管(600)の水理条件からアンマン方面への送水は2,300 m³/時程度が限界と考えられる。

以上のように、ハウポンプ場はザルカ都市圏の水配分を管理する重要な施設であり、このポンプ場を中心とした送水計画のシナリオを策定することが、今後の施設計画の立案に欠かせない。2002年に実施された基本設計調査(ザルカ地域上水道施設改善計画)では、アンマン地域周辺の水源開発プロジェクトの完成により、2005年までにアンマン地域で生じる余剰水をザルカ地域へ配分できるというシナリ

を基に施設計画が立案された。その後、第 2 次無償調査において、2010 年の送配水シナリオは下記のとおり想定されたが、現在もアンマンへの送水が継続されており、水量不足のためアワジャンやルセイファ方面への送水量が制限されている。

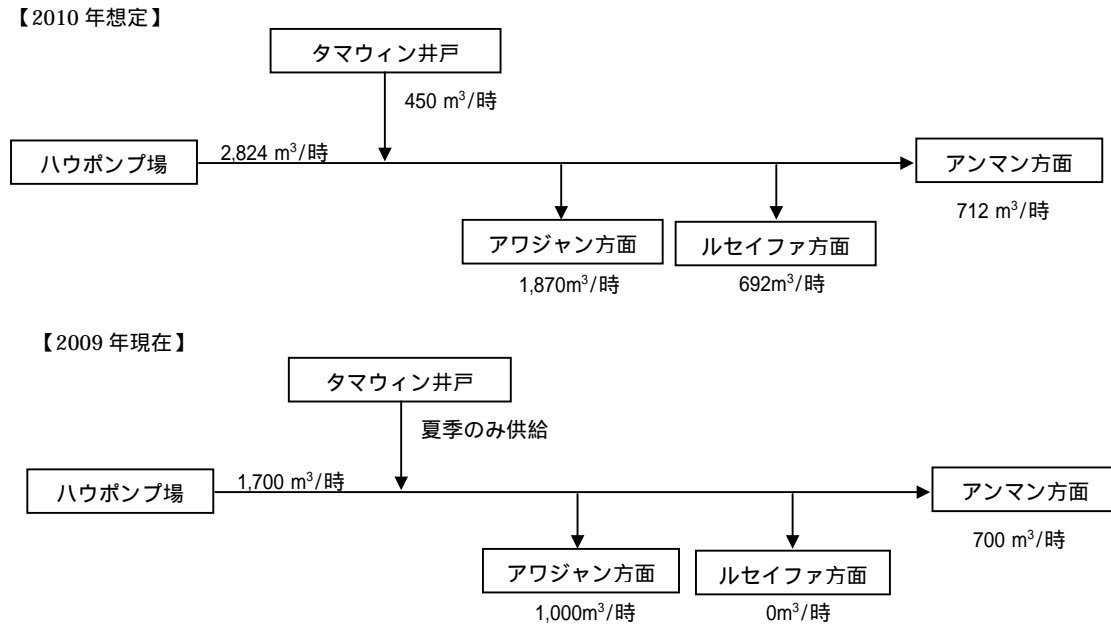


図 2.2.3 ハウ～アンマン送水シナリオと現状

2-2-3 配水システム

(1) 日本国の無償資金協力による改善計画

ザルカ地域の上水道システムの改善計画については、1994～1996年にJICAが策定したマスタープランにおいて以下の整備方針が定められた。

- 1) 「公平な給水と無収水量の削減」を目的とする。
- 2) 上記の目的を達成するために、「給水圧の均等化及び漏水量の削減」を実現する。
- 3) 8つの配水区の設定と配水池を基点とした自然流下システムを整備する。

この整備方針の下、日本の無償資金協力として「ザルカ地区上水道施設改善計画」が2回にわたって実施され、送配水基幹施設の整備が進められている。第一次(対象地域:ルセイファ市、ザルカ市のアワジャン地区)は既に完了し、引き続き実施中の「第二次ザルカ地区上水道施設改善計画」(対象地域:ザルカ市北部地区、ハシミエ市、フスナ市)が2010年3月に完工予定となっている。この2つの計画により、本計画の要請対象地域は9つの配水区に区分され、送配水に係る基幹施設が改善され、送配水の効率化に大きく寄与することとなる。これらのプロジェクトが完了した後の基幹施設の配置を図 2.2.4 に、各配水池と配水区域の高低差を表した模式図を図 2.2.5 に示す。また、図 2.2.6 には、2010年における計画水配分のシナリオを示す。この図からわかるとおり、ザルカ地域のほぼ全域は配水池による自然流下の範囲に入り、その配水圧は2.5～7.0barにすることを目標に計画されている。

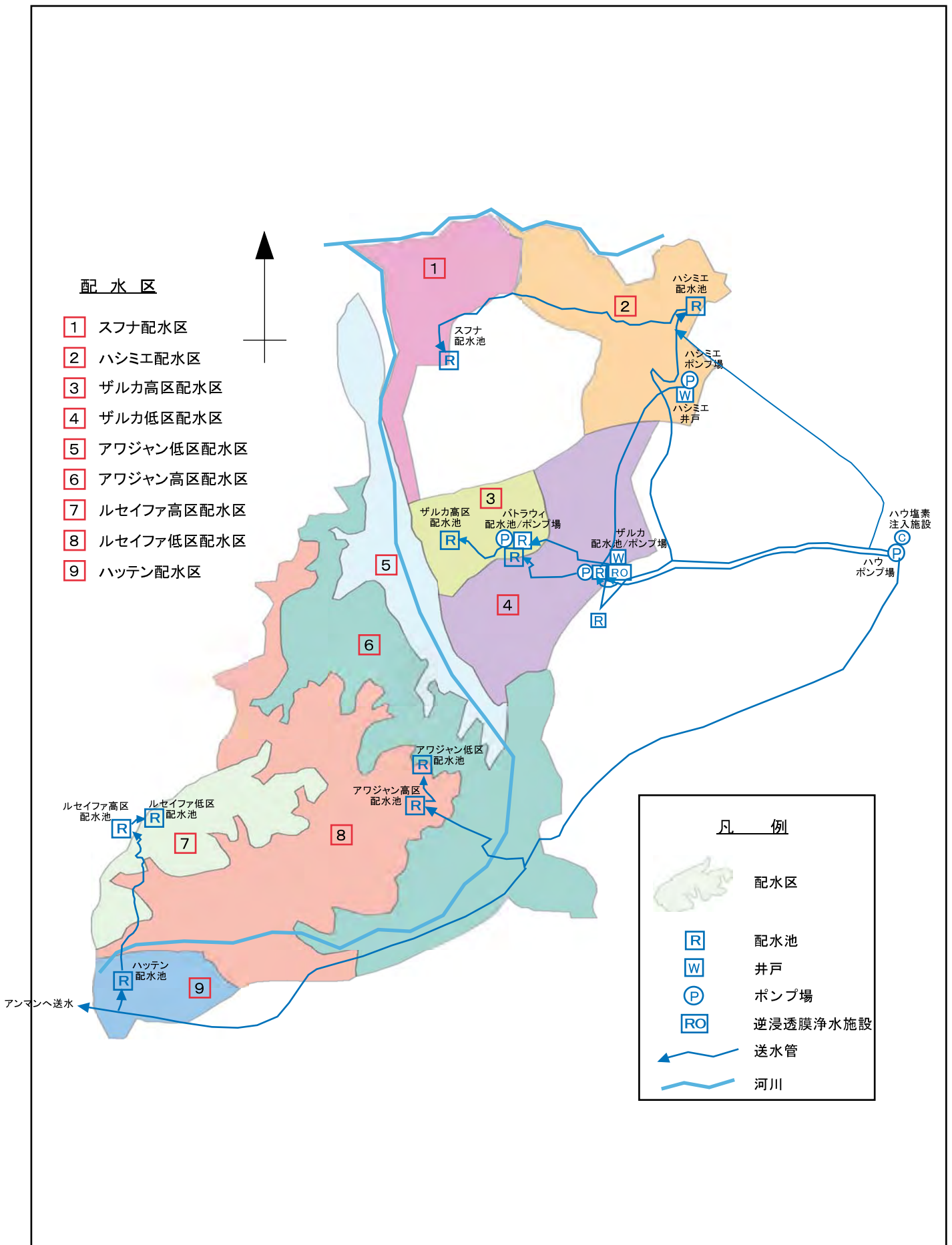
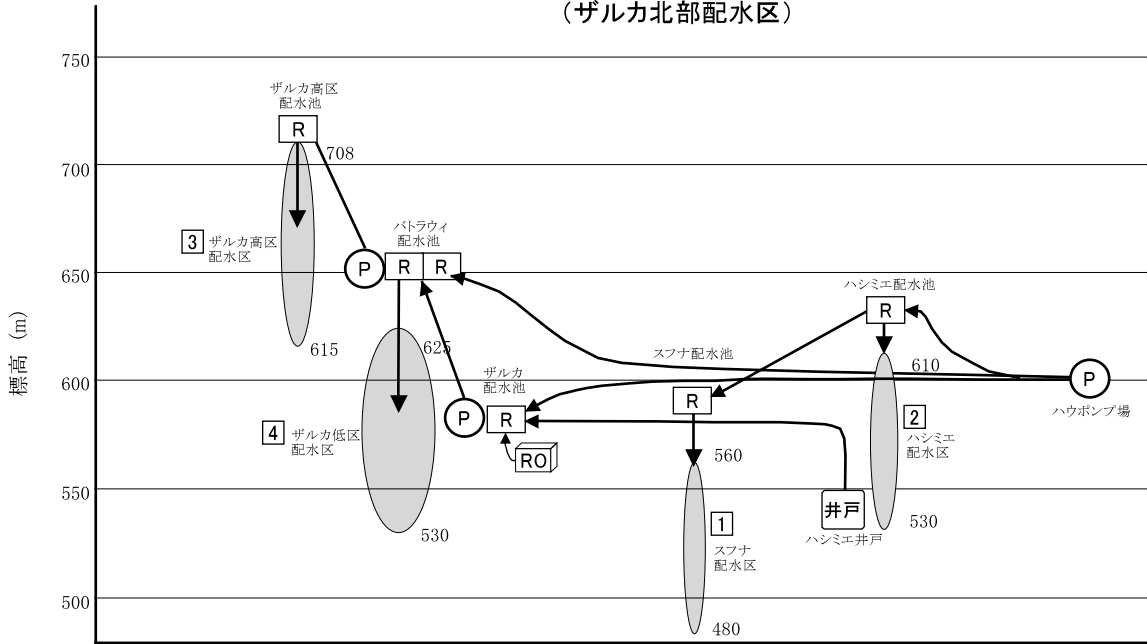


図2.2.4 既往プロジェクト完了時の基幹施設配置図

第2次ザルカ地区上水道施設改善計画対象地区
(ザルカ北部配水区)



第1次ザルカ地区上水道施設改善計画対象地区
(ザルカ南部配水区)

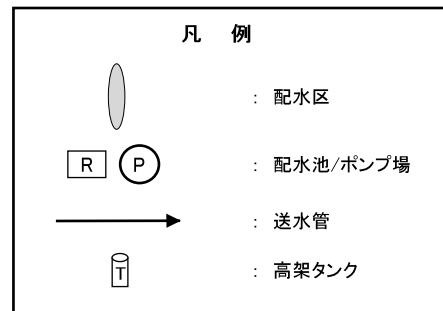
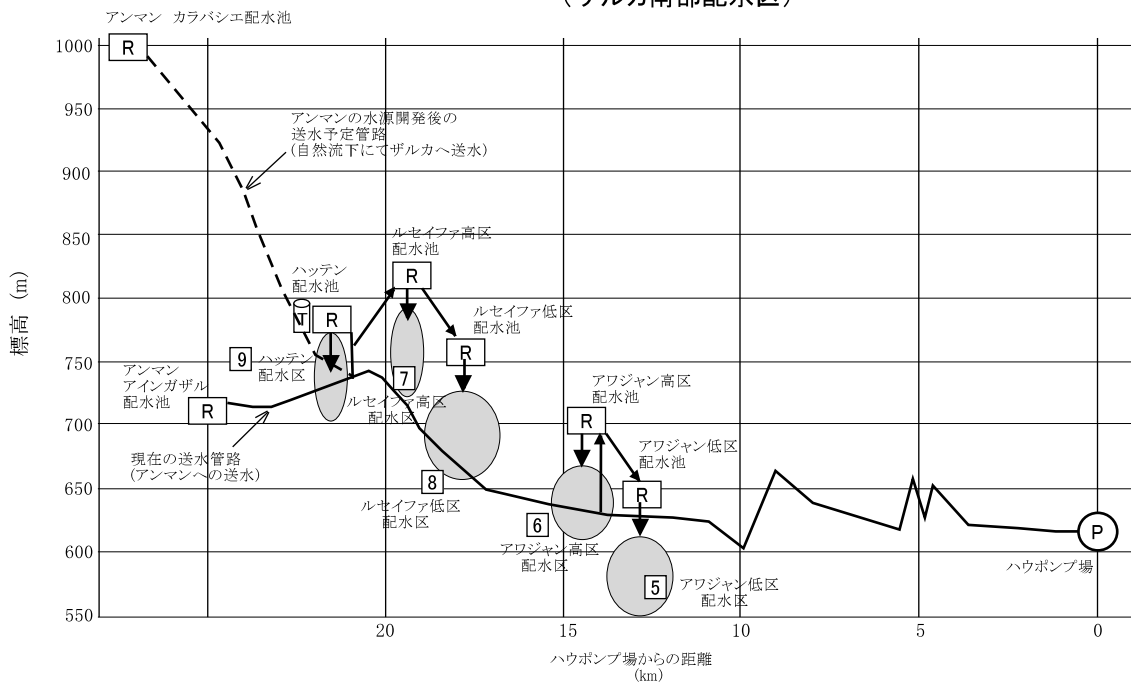
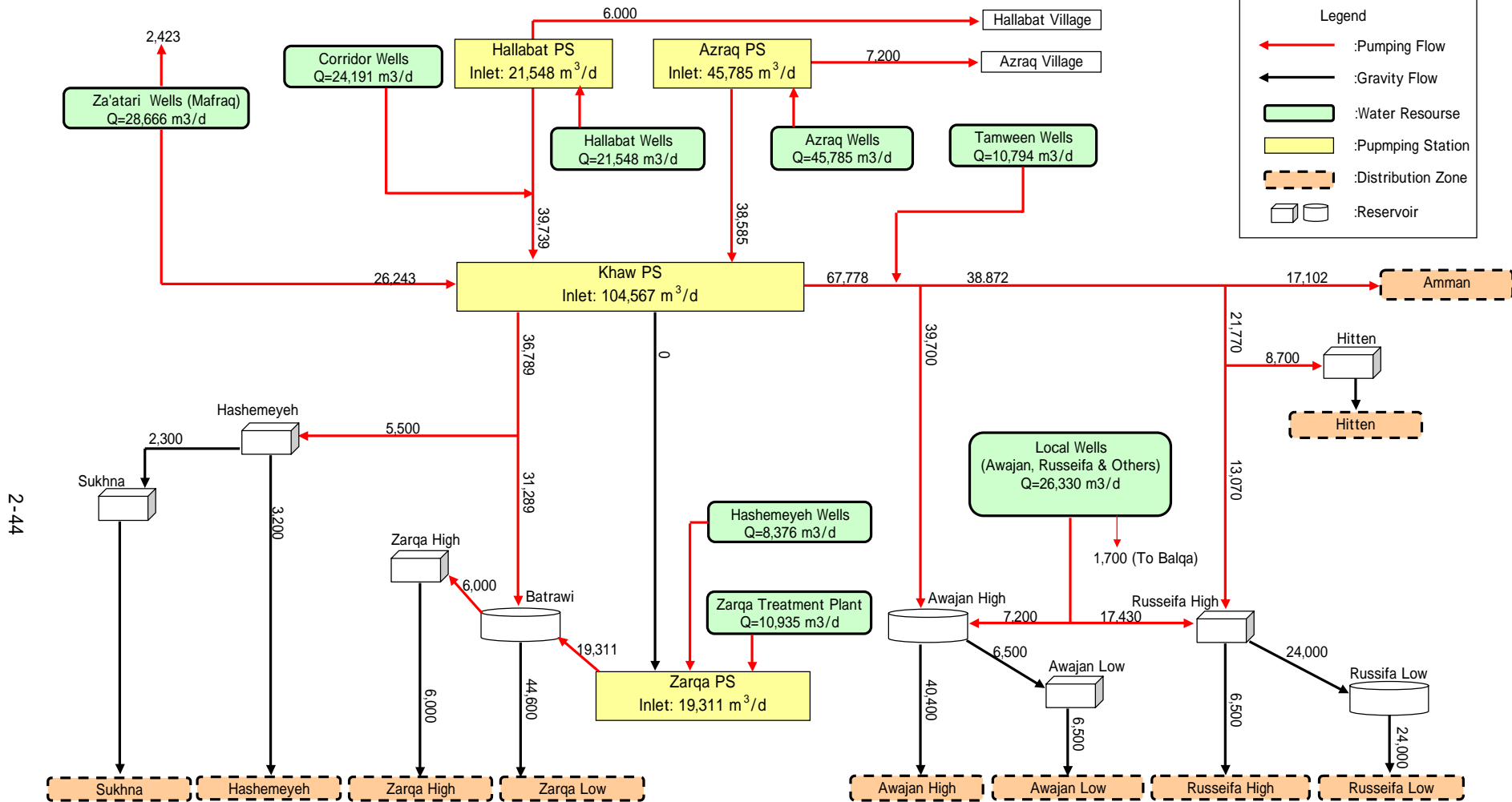


図2.2.5 配水区域と配水池の位置関係

【第二次無償調査時のシナリオ2010年】



Year	Demand /Supply	Distribution Zone									
		Sukhna	Hashemeyeh	Zarqa High	Zarqa Low	Awajan High	Awajan Low	Russeifa High	Russeifa Low	Hitten	
2010	Demand (m ³ /d)	2,300	3,200	6,000	44,600	40,400	6,500	6,500	24,000	8,700	
	Supply (m ³ /d)	2,300	3,200	6,000	44,600	40,400	6,500	6,500	24,000	8,700	
	Satisfaction (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2015	Demand (m ³ /d)	2,700	3,700	7,500	50,000	47,600	7,900	7,600	28,500	10,100	
	Supply (m ³ /d)	2,300	3,200	6,000	44,600	40,400	6,500	6,500	24,000	8,700	
	Satisfaction (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

注: 図中の流量は一日平均給水量に基づく。

図2.2.6 2010年における水配分のシナリオ

(2) 配水システムの課題

1) 配水管網地区へのポンプによる直接配水

前述のとおり、日本の無償資金協力によって、自然流下システムに移行するために必要な基幹施設の整備は大きく進展した。しかし、現在でも、ザルカ配水区の大部分ではローテーションの配水地区が設定され、ポンプによる直接配水が行われている。この要因には需要量に対する水源水量の不足や、ローテーションのポンプによる直接配水という慣例化した配水方法を自然流下の配水方法に切り替えることの不信感が影響している。こうしたポンプによる直接配水では、1週間に必要な給水量を数日で配水しようとするために過大な水圧が必要となり、その結果ポンプの運転エネルギーを大きく消費するだけでなく、高圧のために配水管網において漏水を引き起こす要因にもなっている。

【ザルカ北部配水区】

ザルカ低・高区、ハシエ市及びスフナ市に対して、現在第2次無償資金協力が3期に亘り実施中であるが2008年3月、2009年3月には部分的に配水池や送配水管の工事が完成している。現在はザルカ低区のバトラウィ配水池が建設中であり、2010年3月に完工が予定されている。この工事の完工時には、自然流下システムへの移行が開始される予定となっているが、それまではザルカ配水区の大部分に対してポンプによる直接配水を継続しなければならない状況にある。しかしながら、ザルカの北部配水地区は水源量の送水の確実性から、南部配水地区に比べて自然流下システムへ移行するための条件は整いつつある。本プロジェクトを通じて、東部水源からの送水が安定化し、さらにバトラウィ配水池への送水条件が大幅に改善すれば、自然流下への移行が一層促進されるものと考えられる。

【ザルカ南部配水区】

ザルカ南部のルセイファ・アワジャン地域では、2005年3月に日本の無償資金協力により配水池4箇所と送配水管が整備された。しかし、当初想定されたアンマンからの送水という送水条件が整っておらず、自然流下による配水地区は限られている。このため、ザルカポンプ場からルセイファやアワジャン方面へポンプによる直接配水を行っている状況にあり、給水事情を大幅に改善できる余地は少ない。

現在計画の実施が進められているアンマン首都圏への水源供給源として「ディーシ化石水プロジェクト」が実現した場合には、アンマン - ザルカ県間の水配分計画の調整が行われ、現在のアンマンへ送水されている水量はルセイファ・アワジャン方面へ配分することができ、同時にアンマンにおける余剰水をザルカ南部配水区へ割り当てることが期待される。

2) 配水地区市街地の拡大、配水不良地区の残存

近年のザルカ地域では、道路網の整備が著しく進んでおり、それに伴い市街地の造成が進められている。特に、タマウィン井戸群のある広大なエリアではこうした開発が顕著で、現在も造成工事が行われている。本井戸群が開発された2005年当初は、当井戸水はアンマン方面への送水に充当する計画であったが、現在は周辺市街地への給水にそのほとんどが使用されている。

山腹に広がっている一部住宅地や配水エリアの端部には、配水池からの自然流下で配水できない地区が残ることが考えられ、ポンプによる直接配水も当面続けざるを得ない場合もある。

2-2-4 関連インフラの整備状況

(1) 港湾

ヨ国の港湾は、ヨルダン南端の紅海に面したアカバ港のみである。港湾の規模は大きく、石油用バース、コンテナ用バース、浮きバース、リン鉱石船積栈橋、カリ及び肥料用船積みターミナルなどには、近代的設備が備わっている。本計画において調達される資機材は、アカバ港で通関が行われ、納入場所であるアンマンのインガザル地区にある WAJ の中央倉庫 (Central Warehouse) へ陸送される。

(2) 道路

アカバ港からアンマンまでの約 380km は、片側 2 車線のハイウェイが整備され、所要時間は約 5 時間である。アンマンからザルカ県の間も片側 2~3 車線のハイウェイが整備されており、資機材の輸送に必要な道路事情は良好である。

ザルカ県のポンプ場は市街地だけでなく、東方の砂漠地帯にも存在する。最も遠方にあるアズラックポンプ場はザルカ市街から約 65km 東方にあるが、片側 1~2 車線のアスファルト道路が整備されており、資機材の輸送に支障はない。その他のポンプ場についても市内からアスファルト道路で通じており、ヨ国実施機関側によるアクセス道路の整備は必要ない。

(3) 送・配電

計画対象地域の電気普及率は 100% である。配電方式は全て電柱・架空線方式であり、ポンプ場の受電圧は一部 660V があるが、低圧 400V が標準となっている。使用されているポンプ設備の多くは大型であり、近年の市場動向や技術的見地から、受電圧は中・高圧(6.6kV)以上とするのが世界的な標準となっている。本計画では受電方式の変更の可能性について検討する。

2-2-5 自然条件

調査対象地域は標高約 450~700m に位置する。5~10 月の夏季は、平均最高気温は 32 前後、最低気温は 16 前後と気温差が著しく大きい。また、6~9 月には 40 を超えることもあり、砂漠気候の特徴を有している。一方、冬季は 12~2 月で、平均最高気温は約 14、平均最低気温は約 4 前後となる。

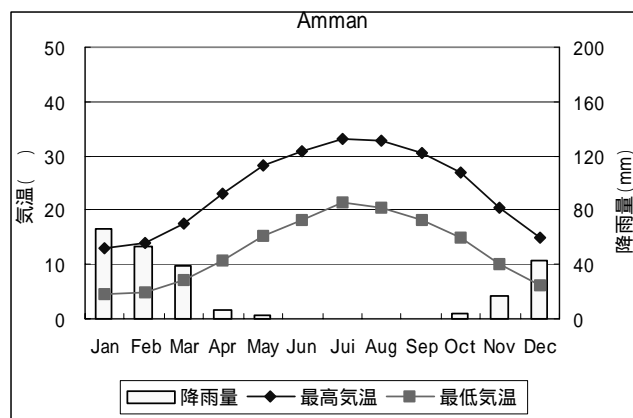


図 2.2.7 平均気温と降雨量(アンマン)

調査対象地域はヨ国の砂漠地域に属しており、年間降雨量は 200mm 程度であり、そのほとんどが冬季に集中している。首都アンマンでは、まれに降雪も見られるが、その日数は僅かであり、社会・経済活動に影響を与えるものではない。アンマンにおける気象データの平均(過去 10 年)を図 2.2.7 に示す。

2-2-6 環境社会配慮

ヨ国における環境影響評価(EIA)の実施は EIA Bylaw No.37/2005 により規定されており、環境省(Ministry of Enviroment)の環境影響評価局(EIA Directorate)が担当している。

要請された内容は、既存送水ポンプ場の電動式ポンプ設備の更新(ザルカポンプ場は移設)及び関連送水管の資機材の更新、既存配水管網地区内のバルブの調達であり、新たな水源開発、用地買収等は必要ない。また、新ザルカポンプ場の予定地は、WAJの逆浸透膜処理施設と同じ敷地内であり、WAJの所有地である。当初要請になかったものの、調査によって更新が望ましいと判断された「ザルカ～パトラウイ送水管(約 2km)」のルートは、既存管が敷設されている道路であり、管路布設において環境関連の手続きは必要ない。

ヨ国の水セクターの施設整備においては、原則として環境社会配慮に係る各種手続きは必要なく、援助国が要望した場合のみ報告書を作成しているとのことである。なお、ザルカ県で実施されている一般プロジェクト無償(第1次・第2次)ではEIAの手続きは必要とされていないため、本プロジェクトの実施においても同様の条件下で行われるものと判断される。

第3章 プロジェクトの内容