

ヨルダン

## ヨルダン溪谷北・中部給水網改善・拡張計画

アイ・シー・ネット(株) 青木憲代

### 0. 要旨

本事業は、ヨルダン溪谷北部の北シュナ地域と中部地域の一部地区において、給水施設が整備され、効率的な水資源管理が行われることにより、安全な水の効率的な供給が図られることを目的として行われた。

本事業の実施は、ヨルダンの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、妥当性は高い。主要な運用効果指標においてほぼ計画値を達成しており、高い効果の発現がみられ、受益者調査においても給水事情の改善が伺えることから、本事業の有効性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を超えたため、効率性は中程度である。運営・維持管理の技術には大きな問題はないが、体制や財務状況にやや問題があり、本事業による効果の持続性は中程度といえる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

### 1. 案件の概要



案件位置図



アダシアポンプ場

#### 1.1 事業の背景

ヨルダンでは水資源が周辺国と比較しても著しく少ない。日本政府は、開発調査の枠組みでザルカ地区上水道施設改善計画調査や水資源管理計画調査などを行い、これらの調査の結果をもとに、無償資金協力による上水道施設改善計画などの支援を継続的に実施してきた。技術協力プロジェクトでは、無収水対策能力向上プロジェクト（フェーズ1及びフェーズ2）が2005年から2011年にかけて実施されている。現在では、環境プログラム無償の上水道エネルギー効率改善計画が実施されている。これらの援助は、送水ポンプと送水管の改善によって、無収水率の低減と電気代の削減を主な目的としている。このように日本政府は、水資源の損失を最小化するような水道事業の技術的改善のための支援を実施してきた。これらの一連の支援の流れの中で、本事業が実施されている。

## 1.2 事業概要

ヨルダン渓谷北部の北シュナ地域と中部地域の一部地区において、給水施設が整備され、効率的な水資源管理が行われることにより、安全な水の効率的な供給が図られ、もって地域住民の生活環境改善に寄与する。

E/N 限度額／供与額	53 百万円／53 百万円（詳細設計） 2,011 百万円／1,978 百万円（本体）
交換公文締結	2004 年 12 月 28 日（詳細設計） 2005 年 6 月 30 日（本体）
実施機関	ヨルダン水公社（WAJ）
事業完了	2008 年 2 月 20 日
案件従事者	本体 大日本土木株式会社
	コンサルタント 八千代エンジニアリング株式会社
基本設計調査	2004 年 7 月～2004 年 12 月
関連事業	無

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

青木 憲代（アイ・シー・ネット(株)）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2011 年 9 月～2012 年 11 月

現地調査：2011 年 11 月 26 日～12 月 12 日、2012 年 4 月 12 日～4 月 21 日

### 2.3 評価の制約

実施機関であるヨルダン水公社（Water Authority of Jordan: WAJ）の北部地域管轄機関（Northern Governorate Water Administration: NGWA）は、元は政府機関であったが、政府の民活政策により、2011 年 9 月にヤルムーク水道公社（Yarmouk Water Company: YWC）となった。さらに、フランス系水道コンサルタント会社による経営改革が 2011 年 9 月に開始されており、本事後評価調査は、YWC の体制や財務の改革期間と重なった。このため、改革以前の情報や本事業に関わるデータなどの収集などに困難があった。同コンサルタント会社は財務、技術、運営の改革について明確な方向性を示してはいるものの、まだ YWC との合意形成には至っていないため、同コンサルタント会社より得た改革に関わる計画が、必ずしも実施されるわけではない。

### 3. 評価結果（レーティング：B<sup>1</sup>）

#### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>2</sup>）

##### 3.1.1 開発政策との整合性

本事業の計画時、ヨルダン政府は、国家経済社会開発3カ年計画（2004～2006年）を策定しており、給水セクターの目標として、無収水の減少、地下水の過剰揚水の制限、組織制度の効率化、人的資源の開発、財務状況の改善と国庫財源の負担軽減を掲げた。また、経済効果が最大化されるような水資源の最適利用の促進が掲げられている。当時の水セクター政策（Water Sector Policy）は、循環性地下水の過剰揚水の抑制、水道施設からの不明水と漏水の削減、水道施設へのSCADA(Supervisory Control and Data Acquisition: SCADA)システム<sup>3</sup>の導入が推進項目として挙げられている。

一方、事後評価時の国家開発計画である国家アジェンダ（National Agenda 2006-2015）では、他ドナーと連携しつつ、「限りある水資源の有効な管理」を目指し、上水道の整備、無収水対策、水質汚染対策を中心に事業を展開していくとしている。

最新の給水政策であるヨルダン水戦略（Jordan's Water Strategy 2008-2022）においても、適切で安全な飲料水供給、無収水対策、既存の水資源の有効利用、財務体質改善のための民間のノウハウの導入、新しい技術による給水技術の向上を促進するとしている。

計画時と事後評価時における国家開発政策と給水政策において、既存の水資源の有効利用、安全な飲料水供給を共に掲げていることから、本事業は、ヨルダンの開発政策と整合している。

##### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

ヨルダンでは、井戸からの過剰揚水を避けるため、新たな地下水源の開発は認められていない。そのため、既存の井戸の揚水量を維持しつつ、有効活用する必要がある。ヨルダン渓谷の北・中部地域では、1978年に敷設されたアスベスト管を含む配水管の老朽化が進み、管路からの漏水が著しかった。ポンプ設備、配水池などの老朽化も目立ち、山斜面の高地に増え続ける居住者への対応に追い付かず、高地居住区への給水圧不足の問題と、低地での過剰水圧の問題が顕在化していた。

これらの課題に対応するために、給水地域を細かく区割りし、各配水区に設置したバルブを操作して対処していたものの、この送配水システムを無計画に修復してきたため、システムが複雑になってしまっており、根本的な送配水システムの改善が求められていた。

本事業での配水管の改善と給水ネットワークの再構築により、漏水率を低減することができ、また、老朽化していた機材や施設の改修と拡張により、給水管理が効率化され、利用者のニーズを満たすことが可能となった。高地居住区にも適切な水圧で水供給ができるようになり、低地の過剰水圧も改善された。

<sup>1</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>2</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

<sup>3</sup> 遠隔モニタリングのための計測器（流量計、水圧計、水位計）と中央監視装置、データ伝送装置であり、SCADAシステムの目的は、給水量のモニタリング、給水圧のモニタリング、既存井戸のモニタリングである。

これらのことから、本事業は、水道事業者や地域住民のニーズとの整合性が高いことが確認できた。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

日本の対ヨルダン国別援助方針では、重点分野である基礎生活の向上の項目で水供給が挙げられており、その中でも特に生活用水と灌漑用水の確保が取り上げられている。JICAのヨルダン国別事業実施計画(2005年度)でも同様に、重点分野の基礎生活の向上の中で、水の有効かつ効率的な利用に留意し、水供給能力を向上させるとしている。具体的には、上水道施設の整備、無収水対策を中心とした協力を展開するとしている。

以上より、本事業の実施はヨルダンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

## 3.2 有効性<sup>4</sup> (レーティング : ③)

### 3.2.1 定量的効果

#### 3.2.1.1 運用指標

運用指標に関わる本事業実施前の基準値、目標値、本事業実施後の実績値を表1に示す。各配水池の容量は計画通りであり、送水量も計画以上を達成している。

表1 運用指標

	基準値 (2003年)		目標値 (2010年)		実績値 (2010年)		計画比	
	容量 (m <sup>3</sup> )	送水量 (m <sup>3</sup> /時)	容量 (m <sup>3</sup> )	送水量 (m <sup>3</sup> /時)	容量 (m <sup>3</sup> )	送水量 (m <sup>3</sup> /時)	容量 (m <sup>3</sup> )	送水量 (m <sup>3</sup> /時)
マース配水池	625	194.2	1,600	194.2	1,600	230.0	100%	118%
タバカット ファヒル配水池	650	165.2	2,500	299.2	2,500	300.0	100%	100%
クレイマ配水池	600	41.0	600	61.0	600	100.0	100%	164% <sup>5</sup>

出所：北シュナ事務所からの情報

#### 3.2.1.2 効果指標

効果指標に関わる本事業実施前の基準値、目標値、本事業実施後の実績値を表2に示す。漏水率が下がり、給水人口も目標値の100.4%を達成し、1人1日平均給水量も目標値の97%となり、給水圧は計画通り最高の6 bar<sup>6</sup>が得られるようになり、高地での給水が可能となった。

<sup>4</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

<sup>5</sup> 事業後、クレイマポンプ場周辺で、WAJとのBOT (build-operate-transfer)で逆浸透水膜処理施設ができ、これまで従来使われていない水資源であった塩分を過剰に含む地下水を処理することができるようになり、クレイマポンプ場に新しく送水が可能となった。この逆浸透膜水処理施設による増量100(m<sup>3</sup>/時)を含む。

<sup>6</sup> 最低水圧の2.5 barは4階建てへの直接給水が可能な水圧であり、6 barあれば、高台の上まで給水が届く水圧である。

表2 効果指標

指標名(単位)	基準値 (2003年)	目標値 (2010年)	実績値 (2010年)	計画比
漏水率(%) (注1)	30	20	22	90%
給水人口(人) (注2)	117,674	137,426	137,992	100.4%
1人1日平均給水量(L)	114	129	125 <sup>7)</sup>	97%
給水圧	-	2.5*-6 bar	6 bar	100%

出所：北シュナ事務所からの情報

(注1)漏水率の基準値と実績値は、北シュナ事務所管轄の給水量と顧客使用量から導き出された無収水率<sup>8)</sup>から、無収水率の半分が物理的漏水によるものとして算出したもの(無収水率 $\times$ 1/2<sup>9)</sup>)

(注2)この給水人口は、北シュナ事務所管轄とキナナ事務所管轄、中部管轄の2地域の給水人口を合計したものである。そのため、基本設計では、給水率100%と仮定し、給水人口を行政人口と同じ値として目標値としている。実績値は、顧客データと水道料金徴収率<sup>10)</sup>から導き出したものである

水質については、表3のとおり、3つの配水池でいずれもヨルダンの基準値を満たしている。

表3 水質基準と各配水池の実績水質(評価時における検査値)

	計画水質 (処理水) (注)	クレイマ 配水池	タバカットファヒル 配水池	マース 配水池
pH値	6.5-8.5	7.99	7.48	7.28
色度	コバルト・プラチ ナスケールで最大 20-30	<13	5	2
味	容認できる範囲	可	可	可
臭い	無臭	無臭	無臭	無臭
濁度	ジャクソン単位5	<0.56	0.33	0.3
蒸発残留物	1,200 mg/L	596	598	493
鉄	1.0 mg/L	<0.035	<0.035	0
マンガン	0.1 mg/L	<0.05	<0.05	0
銅	1.0 mg/L	$\leq$ 0.05	<0.05	0
亜鉛	4.0 mg/L	<0.08	<0.08	0.05
硬度	500 mg/L	186	412	376
カルシウム	200 mg/L	42	109	97
マグネシウム	150 mg/L	19	34	32
硫化物イオン	400 mg/L	9.86	37	23

<sup>7)</sup> ワディアラブの一部の井戸は、本事業で使用できるようになっていたが、他地域のイルビッドの需要のため、イルビッドへ送水されるようになり、実績値には達していない。

<sup>8)</sup> 無収水率は44%(2010年)。全国平均の無収水率は41%。北部地域4県の平均無収水率は38.28%。無収水率の定義は、水道システムに投入された水量のうち、料金請求の対象とならなかった水量のことであり、パイプや配水池からの漏水に伴う物理的な損失水量や、違法接続や水道メーターの不備・不具合に起因する損失水量などが含まれる。無収水率については、基本設計報告書報告書によれば、2003年基準値が53%であり、2010年目標値が40%となっている。

<sup>9)</sup> WAJやYWCでも無収水率の構成要素が分析されていない(現地調査結果)。北シュナ事務所についても同様であり、物理的な漏水率は、WAJとYWCとの協議のもとに、無収水率 $\times$ 1/2を今回の物理的な漏水率の算出方法とした。物理的漏水率については、漏水測定のための機材が必要であるが、測定機材がないため、この係数を便宜上使用した。

<sup>10)</sup> 北シュナ事務所の水道料金支払い率は85%(2011年)。

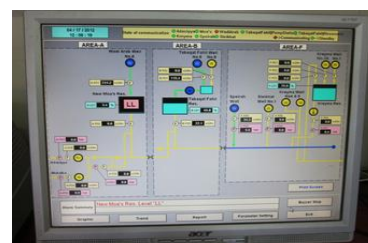
	計画水質 (処理水) (注)	クレイマ 配水池	タバカットファヒル 配水池	マース 配水池
塩素イオン	500 mg/L	312	83.4	44
亜硝酸	2 mg/L	< 0.1	< 0.1	0.019
硝酸塩	50 mg/L	16	14	16
アルミニウム	0.1 mg/L	< 0.03	< 0.03	0

出所：YWCの水質検査室資料

(注) ヨルダン水質基準に基づく計画

### 3.2.1.3 ソフトコンポーネントの効果

ソフトコンポーネントは、SCADA システムの運用に焦点をおいて行われた。SCADA システムの運用の現状と関連する能力について、中央制御室職員と配水池及びポンプ場の現場担当職員とに分けて、聞き取りを行った。ソフトコンポーネント実施当時、SCADA システムのオペレーター候補者として研修を受けた職員1人は、現在もSCADA システムのオペレーターをしている。研修を受けた現場の技術職員の4人のうち3人は、マース配水場、クレイマポンプ場、タバカットファヒルポンプ場で現在も勤務している<sup>11</sup>。



SCADA システム制御室モニター

聞き取りの結果によれば、計測機器の運用、SCADA システムの運用、装置・機器の維持管理については、研修で習得したことを現在も活用している。研修内容として学んだ配水関連のデータ分析・活用、データの異常の発見と対応については、データ管理の制度が成り立っていないため、研修で知識は得たものの、実際に集まったデータを配水管理に活かせていない<sup>12</sup>。

## 3.2.2 定性的効果

### 3.2.2.1 供給側管理

水圧調整が容易となり、事業前と比較してバルブ調整の回数が1/3に減った。複数の水源と配水池容量の情報が北シュナ事務所制御室で把握できるようになり、送配水管理が容易となった<sup>13</sup>。

### 3.2.2.2 受益者による改善に関わる評価

本事業による効果を定量的に把握するために受益者調査を実施した<sup>14</sup>。事業の事前と事後を比較して、改善状況のそれぞれの項目について「改善した」とした回答者の割合を図

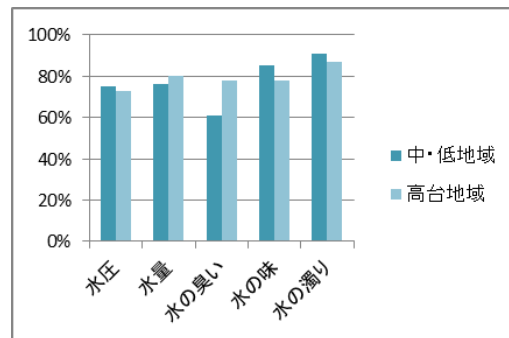
<sup>11</sup> 現場技術職員1名は他の地域へ異動した。

<sup>12</sup> YWCは、SCADAから得られる井戸や配水池の取水量と配水量などのデータ(日毎、季節毎、年毎)の報告を義務付けておらず、また、北シュナ事務所でも、これらの記録を定期的に記録していない。

<sup>13</sup> 北シュナ事務所の維持管理担当者による情報。

<sup>14</sup> 中・低地域45サンプル、高台地域55サンプル、合計100サンプルを給水区域ごとに区分して調査した。対象地域は居住地域でもあるため調査対象を世帯とした。各世帯の平均人数は7.2人である。2011年11月実施。

1 に示す。水圧については、中・低地域の回答者の 75%、高台地域の 73%が、事業前と比較して改善されたと回答している。水量については、中・低地域の 76%、高台地域の 80%が増加したと回答している。水の臭いについては、中・低地域の 61%、高台地域の 78%がよくなったと回答している<sup>15</sup>。水の味については、中・低地域の 85%、高台地域の 78%がおいしくなったと回答している。水の濁りについては、中・低地域の 91%、高台地域の 87%が改善したと回答した。



(出所) 受益者調査結果

図 1 本事業前後の比較により「改善した」と回答した割合

### 3.3 インパクト

#### 3.3.1 インパクトの発現状況

##### 3.3.1.1 生活環境の改善

本評価調査で行った受益者調査では、生活環境は改善したかの質問に対して、全回答者の 74%が改善したと回答している。全回答者の 62%は、水量が増加し、衛生状況が改善したと回答した。標高の高い地域の回答者の回答を見ると、事業以前は 42%の世帯がタンクで水を購入していたとしており、水タンクを利用していた人は全て事業前に比べて利便性が向上したと回答した。タンクでの水購入は水道水より高価であるため、これらの世帯では、11.3JD(ヨルダンディナール)/月 (日本円で約 1296.74 円) のコスト削減につながっていると試算できる<sup>16</sup>。

##### 3.3.1.2 プロジェクト便益の公平な配分

配水管の整備が行われた地域を、中・低地地域と高台地域と分けて調査したところ、いずれの地域からも給水状況が改善されたという回答があり、高台地域で給水がなされなかった地域においても給水がなされるようになってきている。高台地域以外で給水がなされなかった地域においても給水がなされるようになった。

#### 3.3.2 その他、正負のインパクト

##### 3.3.2.1 自然環境へのインパクト

配管工事により、自然が破壊されるようなことはなかった<sup>17</sup>。既設アスベスト管は撤去

<sup>15</sup> 中・低地域の臭いの原因については、送水されていない時間帯に接続部分において圧力の関係で汚水が浸透することなどの可能性が考えられるが、これについても実証的な調査が行われたわけではない(現地雇用ヨルダン人給水専門家)。

<sup>16</sup> 民間会社から水タンクを購入する場合の費用は、1 m<sup>3</sup>あたり 3JD。この地域では 1 世帯が使用する水量の平均 4 m<sup>3</sup>/月であるが、この場合、4 m<sup>3</sup>/月が水道基本料金の上限内であることから水道を使えば 0.7JD で済み、11.3JD/月が節約できることとなる。11.3JD は日本円で 1296.74 円に相当する (2012 年 4 月 25 日 交換レート、JD=114.756 円)。

<sup>17</sup> 北シュナ事務所関係者の情報。

せず、破碎することなく埋設したため<sup>18</sup>、アスベスト飛散は生じなかった。土中に埋設されたアスベスト管は、埋設場所がわかるように GIS (Geographic Information System : GIS) データによる地図が作成され、WAJ に提出された。WAJ は、地下埋設物の情報が記載されている GIS 図面に基づき、アスベスト管の位置を把握している。

なお、地下水の揚水による地盤低下は生じていない<sup>19</sup>。

### 3.3.2.2 住民移転・用地取得

住民移転はなかった。用地取得は、タバカットファヒルポンプ場とアダシアポンプ場の用地を取得するために、2436 平方メートルの乾燥地で未使用の土地が買収された<sup>20</sup>。用地取得はヨルダンの法制度に則った手続きで行われ<sup>21</sup>、法的な争いはなく、土地所有者は買収価格の条件に合意している<sup>22</sup>。

### 3.3.2.3 遺跡

本事業による遺跡への影響はない。タバカットファヒル配水池は、ローマ・ビザンチン時代のペラ遺跡に隣接していることから、配水池とそれに接続する配管の詳細設計にあたり、考古庁による環境モニタリングが実施された。具体的には、配水池の地上高は既存ポンプ場の高さ以下とすること、外壁は背景にある遺跡にマッチした色を選択することなどの指導があった。施工時も、考古庁と WAJ の立ち会いのもと、配管敷設のための掘削が行われた。

### 3.3.2.4 工事中の住民への配慮と交通対策

配水管の敷設工事中は、給水車による散水で周辺への埃を防ぐ対策が行われた。タバカットファヒル地域は、人口の多い地域であり、道路脇の工事は通行の妨げになるため、昼間の工事を止めて夜間に行われた。工事の対象となる幹線道路での交通安全対策は、工事の標識とコーンを早めに提示し、交通整理用蛍光ベストを着用した整理員が配置され、工事現場周辺の交通の整理にあたり<sup>23</sup>、交通安全と工事の安全の両立が図られた。安全監理を重要視し、安全健康規則の計画を策定し、工事作業員に対してこれを徹底するようにした。具体的には、ヘルメットの着用、足場の確保、安全な機材の置き場の確保、休日取得の励行などである。

---

<sup>18</sup> 既設アスベスト管の処理に関しては、撤去せず地中埋設で残すことが、環境省と WAJ との協議において決定された(基本設計調査報告書)。

<sup>19</sup> 現地調査で雇用した現地水道専門家の確認。

<sup>20</sup> 価格は、1 平方メートルあたり、39.2JD で、9 万 5515JD が支払われた(WAJ による情報)。

<sup>21</sup> 一般的な用地取得の手順は、まずコンサルタントが設計計画に基づいて必要な土地取得の区域を WAJ に伝え、WAJ の土地取得局で価格を設定して土地所有者に買収の要件を通知する。土地所有者が価格などの点で受け入れない場合、再度設計変更などをして土地所有者と交渉し合意を得るように継続的にやり取りをする。合意が得られ次第 WAJ がコンサルタントに連絡し工事が開始される。今回の用地取得もこの手順で進められた。

<sup>22</sup> WAJ による情報。

<sup>23</sup> WAJ とコンサルタント会社提供写真と報告書で確認。



### 3.3.2.5 健康への影響

老朽化したアスベスト管による住民の健康への影響が危惧されていたが、ダクタイル鋳鉄管<sup>24</sup>などの送配水管を採用することでこの不安は解消した。工事作業員の作業の際にも、前述のように破砕することなく埋設したので、アスベスト飛散はなく、工事従事員と周辺住民への影響はなかった<sup>25</sup>。

### 3.3.2.6 環境モニタリング

遺跡以外の項目については、特段、環境モニタリングはなされなかった<sup>26</sup>。

上記より、生活環境の改善と給水の地域間の公平の確保というインパクトは達成されているといえる。

以上より、本事業の実施により概ね計画通りの効果の発現が見られ、有効性は高い。

## 3.4 効率性（レーティング：②）

### 3.4.1 アウトプット

本事業で日本側のアウトプット（計画と実績）を表4に、ヨルダン側のアウトプット（計画と実績）を表5に示す。

表4 日本側アウトプット（計画と実績）

項目	計画	実績
1.配水本管、送水管の敷設替え	1)北部地域 5万7739m 2)中部地域 3580m 計:6万1319m	ほぼ計画通り <sup>27</sup>
2.配水枝管の調達	1)北部地域 7万2778m 2)中部地域 875m 計:7万3653m	計画通り
3.ポンプ場の更新(北部地域のみ)	1)アダシアポンプ場 56 m <sup>3</sup> /h×274m×2 台 32 m <sup>3</sup> /h×74m×1 台 ポンプ小屋:1 棟 2)タバカットファヒルポンプ場 160 m <sup>3</sup> /h×10m×1 台 188 m <sup>3</sup> /h×64m×3 台 受水槽(380 m <sup>3</sup> ×1 基) ポンプ小屋:1 棟 3)クレイマポンプ場	計画通り

<sup>24</sup> ダクタイル鋳鉄管は、健康に害がないばかりでなく、配水管としては、強靱性、耐食性などの優れた特性を持つ素材。

<sup>25</sup> WAJ とコンサルタントからの情報。

<sup>26</sup> WAJ とコンサルタントからの情報。

<sup>27</sup> YWC の CAD 図面による情報によれば、6万250メートル。

項目	計画	実績
	163 m <sup>3</sup> /h×40m×2 台 ポンプ小屋:1 棟	
4.配水池の改修(北部地域のみ)	1)マース配水池 1600 m <sup>3</sup> ×1 基 2)タバカットファヒル配水池 2500 m <sup>3</sup> ×1 基	計画通り
5.SCADA システムの構築(北部地域のみ)	1)北シュナ事務所 ①遠隔監視(テレメーター盤、PC、CRT、プリンター、ソフトウェアなど) 2)各ポンプ場、配水池および井戸 ①電磁流量計、水圧計、テレメーター盤および水位計	計画通り
6.SCADA システムの技術移転(ソフトコンポーネント)	1)成果品(計画) ①設備管理マニュアル ②活用マニュアル ③研修対象者の理解度の評価報告書 ④ソフトコンポーネント完了報告書(英文) ⑤ソフトコンポーネント完了報告書(和文)	計画通り

出所：基本設計調査報告書、JICA 提供資料、質問票回答



出所：基本設計調査報告書完成図より作成

図2 ヨルダン溪谷北部地域給水関連施設イメージ図

表5 ヨルダン側アウトプット(計画と実績)

計画	実績
1.配水池建設用地の確保・造成	タバカットファヒル配水池とアダシアポンプ場用地の確保と造成。
2.配水枝管敷設工事	配水枝管敷設は、7万9807m 工事を実施。
3.各戸給水接続管敷設工事	各戸給水接続管敷設工事は、7901 世帯へ5万4250m 実施。
4.電力線の引き込み	計画通り
5.電話線の引き込み	計画通り

計画	実績
6.配水量の増加分の確保 <sup>28</sup>	ほぼ計画通り <sup>29</sup>
7.浄水施設運営技術および SCADA システム管理技術指導に関わる技術職員の確保	計画通り

出所：基本設計調査報告書、関係者へのインタビュー

### 3.4.3 インプット

#### 3.4.3.1 事業費

無償資金協力の E/N 限度額が 2,064 百万円に対して、実績で 2,031 百万円であり、比較すると 98%の計画の枠内で支出している。ソフトコンポーネント研修の投入量は、1 カ月(研修 17 人日)であり、投入量の変更はない。ヨルダン側の概算事業費<sup>30</sup>は、296 百万円<sup>31</sup>と積算されているが、実績では 298.74 百万円<sup>32</sup>となっている。概算時と実施時の為替レートの変動を加味すると計画内に収まっていると判断できる。

#### 3.4.3.2 事業期間

本事業の事業期間は、当初は 35 カ月と計画されていたが<sup>33</sup>、実績では 37 カ月であった(計画比 106%)<sup>34</sup>。ヨルダン側負担事業は予定期間内に完了した。

そのほか、事業監理体制については、WAJ は、WAJ の代表、考古庁の代表、各市代表、コントラクター、コンサルタントからなる事業監理チームを編成し、適宜中央と現場で、進捗や課題などの確認や調整、交渉、課題解決を進める定期会議を開き、事業を効率的に進める仕組みを確立していた<sup>35</sup>。建設・建築を含む事業では、ヨルダン側の用地取得、許認可取得などの事前準備が計画通り進まずに、本体工事にも影響が及ぶことが多いが<sup>36</sup>、本事業が遅延なく完工できたのは、これらの監理体制が有効に機能したことによる。

以上より、本事業は、事業費は計画内に収まったもの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度と判断できる。

<sup>28</sup> 他地域から配水を受けて、対象地域の水量を確保する必要があったため。

<sup>29</sup> 本事業用に使用されることになっていた一部の井戸は、他地域が水量不足となり、その地域に対して水量を提供する必要が生じ、対象地域の全体水量が計画より不足するようになった。本事業のスコープではないが、クレイマポンプ場周辺で、WAJ との BOT で逆浸透膜水処理施設ができ、これにより配水量の不足分を確保できるようになった。

<sup>30</sup> 基本設計調査報告書。

<sup>31</sup> 積算時点 2004 年 8 月、為替レート(2004 年 8 月 31 日を起点とした過去 6 カ月の平均)、1US ドル=110.49 円、1JD=156.06 円。

<sup>32</sup> 積算時点 2005 年 7 月、為替レート(2005 年 7 月 31 日を起点とした過去 6 カ月の平均)、1US ドル=114.94 円、1JD=162.99 円。

<sup>33</sup> 事業事前計画表。

<sup>34</sup> 2005 年 2 月～2008 年 2 月 (37 カ月)。

<sup>35</sup> 当時の WAJ 事業担当マネージャーによる聞き取り結果。

<sup>36</sup> 北部地域で行われた他ドナーによる配水管網改善事業では、ヨルダン側実施関連機関の対応が遅れて、事業が大幅に遅れるなど具体的に事例がある。

### 3.5 持続性（レーティング：②）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

WAJ の下部組織である NGWA が、2011 年 9 月に YWC<sup>37</sup>となり、北シュナ事務所も YWC の下部組織となった。フランスの水道関連コンサルタント会社が競争入札で受注し、WAJ との 5 年間の契約で経営改善にあたることになった<sup>38</sup>。具体的には、財政赤字の改善、ポンプに使用する電力消費の減少、難民などの流入による人口増加への対応、無収水率の改善、顧客に対する適切な対応、施設・機材に対する維持改善・更新などを目的とした改革を進めようとしている。

このフランスのコンサル会社によって、YWC の組織の改革案<sup>39</sup>が WAJ に提出されたものの、YWC の多くの職員<sup>40</sup>から受け入れられず、本評価時点では NGWA の当時の組織構造のままとなっている。

北シュナ事務所は、顧客部、技術維持管理部、財務行政部に分かれる。職員数は 79 人で、1 人のエンジニア<sup>41</sup>とディプロマを持つ職員 15 人を含む。事務所内の職員以外は、現場の技術職員がほとんどであり、施設の維持管理や漏水、給水配水管関連の異常の際に、トラクターやシャベルカーで出向き、問題を解決する人員である。

現在の YWC には、SCADA で得られる水源井戸の水位変動の傾向などの情報を収集・管理・活用する制度が構築されていない。

#### 3.5.2 運営・維持管理の技術<sup>42</sup>

運営・維持管理に関わる技術職員の技術レベルは、事業完了時ですでに通常の運営・維持管理に必要なレベルに達していた。中央制御室の職員は、本事業のために IT に通じた人材として WAJ から配置されており、ソフトコンポーネントの研修を通して、SCADA システムに関する知識と技術をよく習得している。

技術レベルの維持・向上のための研修や技術指導は、ソフトコンポーネントの研修と施工業者が工事中と工事完了後に実施した研修のほかには特になされていないが、北シュナ事務所の担当職員間で、これらの研修内容が業務を通して共有されている。

研修ニーズについては、YWC が組織ごとに研修内容を確認し、研修計画を立てており、WAJ の承認待ちである。現時点の状況から判断すれば、SCADA などから得られた情報を

<sup>37</sup> YWC は、100%WAJ が所有しており、YWC の予算は WAJ からまかなわれる。独立採算制ではない。

<sup>38</sup> この受注者への契約金額の支払いに対して、EU (European Union) が財政技術監査、主監督事務官派遣、行政技術者派遣のために 90 万ユーロの無償資金協力をするなど、一部資金を支援している。同時に、この契約に合わせて、KfW(Kreditanstalt für Wiederaufbau)が北部地域の施設投資に 420 万ユーロの無利子融資を供与することになっている。EU とドイツが協調して経営改善の支援をしている。

<sup>39</sup> フランス系水道コンサルタント会社によって提案された組織図は、機能を重視したもので、IT 部、人的資源部、O&M (Operation and Maintenance) 部、財務部などに分かれている。これに対して、旧組織図は、地域ごとの管轄支局から成り立つ組織図である。

<sup>40</sup> かつての NGWA の組織と比較すると大きな組織改革の内容であったため、職員が反対運動を起し YWC の改革案に従わなかった。そのため、水灌漑省の大臣が仲裁に入り旧組織のままとした。

<sup>41</sup> エンジニアの定義は日本と異なり、学士以上の学位をもたなければならない。

<sup>42</sup> 本事業は、北部地域の北シュナ事務所を中心として技術指導をしている。中部地域については、基本設計時と同様、管轄機関が異なることもあり、中部地域の維持管理について把握できてない。

管理・分析・活用するための制度構築に関わる研修が必要である。中長期的な観点から見た場合、現時点では特に稼働には影響がないものの、ポンプ場の汚れの除去、排水の調整などいずれ問題が生じる箇所があるため、技術指導の必要がある。

施設・機材の管理計画、保守・点検体制は確立されている。日常、定期点検の回数と方法が決められている。維持管理ログの作成も行われるようになり、定常的に水圧、水量、塩素調整について記録されている。

ポンプグラント部は、主軸潤滑の機能の維持やポンプ内の空気の除去のために、少量の水を意図的に漏らして湿らせる必要があるが、現状では行われていない。このままの状態が継続した場合、グラントパッキンの寿命が短縮したり発熱したりして、ポンプへの不具合が生じるため、技術指導する必要がある。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

WAJ と YWC が北シュナ事務所の財務に関する権限を持っている。維持管理費用については、事務所では自らの采配で使用できる予算を持っておらず、修理に必要な配管、メーターなどの維持管理部品の数量を YWC に年度ごとに申請する。ただ、YWC と WAJ が許可しない限り、申請通りには確保することができない。ヨルダンの水道専門家に維持管理の現状を詳細に聞くと運営維持管理 (O&M) の支出は十分であるとは言い難く、中長期的な観点から必要とされる O&M の費用が支出されているとはいえない。

水道料金は、2011 年 1 月に改訂された<sup>43</sup>。一般的な料金決定の手続きは、WAJ が水灌漑省の水道料金委員会に改訂案を提出し、その後、議会へ提出して承認を得る形をとる。公社の経済性よりも、各地域の社会経済的状況に合わせて水道料金が決定される。決定された地域ごとの水道料金で各地域管轄局が運営するが、基本的に水道料金だけでは赤字運営である。YWC によれば、北部地域全体の給水原価<sup>44</sup>は 1 m<sup>3</sup>あたり 1.1 JD である<sup>45</sup>。YWC は、給水原価<sup>46</sup>を低くするために、ポンプなどの更新や配水管の修理により、電気料金を減らすことを計画している。表 6 に YWC の水道料金を示す<sup>47</sup>。

<sup>43</sup> 2011 年 1 月に改訂された料金で、毎月支払いである。3 カ月に一度の徴収であった第 2 次現地調査時 (2012 年 4 月) では、毎月よりも 3 カ月の徴収のほうが、徴収率が高いことから、2012 年 1 月にさらに新しい料金が設定されていた。

<sup>44</sup> 給水原価は、北部地域のみならずヨルダン全体が、水道料金を上回る設定となっているため、使用すればするほど国の負担が増加するため、節水や給水制限を国全体で行っている。

<sup>45</sup> 為替レート 1JD=108.79 円、2011 年 12 月 31 日。

<sup>46</sup> 他ドナーにより水道原価解析と料金設定を含めた制度・組織面での技術援助が行われてきたが、実際の水道料金の値上げの際には社会経済的な側面も考慮される。水道原価に応じた値上げ幅では議会や市民の反対が大きいため、ドナーが提案するほどの料金設定はできなかった経緯がある。

<sup>47</sup> 受益者調査の結果では、水道料金について受益者の意見は、66%が料金を高い、9%が少し高い、25%が妥当な価格としている。以前タンクを使用していたほとんどの世帯は、タンク水購入費用と比べると値上げした水道料金のほうがまだ安いので、妥当な価格と回答している。

表6 YWCの水道料金 2011年 (単位:JD)

使用者区分	料金
一般家庭 (7m <sup>3</sup> 未満)	0.700
一般家庭 (7-13m <sup>3</sup> 未満)	1 m <sup>3</sup> あたり 0.145
一般家庭 (13-19m <sup>3</sup> 未満)	1 m <sup>3</sup> あたり 0.500
一般家庭 (19-25m <sup>3</sup> 未満)	1 m <sup>3</sup> あたり 0.940
一般家庭 (25-30m <sup>3</sup> 未満)	1 m <sup>3</sup> あたり 0.145

出所: YWC

WAJも収支は赤字である<sup>48</sup>。表7に2009年と2010年の収支表を示す。収入は約1.4倍の増加、支出は14.3%の減少となっている。支出と収入も含めた赤字額は、この2年間で判断する限り減少している<sup>49</sup>。

表7 WAJの収支状況 (単位:JD)

	2009	2010
<b>収入</b>		
水販売・水道料	34,249,747	39,681,779
機械レンタル料	9,269,000	12,260,000
下水料金	9,246,100	7,116,782
メーター管理収入	3,110,414	2,395,587
契約世帯水道接続料金	1,697,496	1,744,546
その他の収入 <sup>50</sup>	797,137	682,566
利子税金原価償却差引前	12,208,126	19,033,670
その他の収入	1,811,210	2,108,512
為替差損	0	15,818,037
<b>収入総計</b>	<b>72,389,230</b>	<b>100,841,479</b>
<b>支出</b>		
水購入料	3,313,754	3,821,944
雇業者給与/賃金	20,668,595	19,690,810
運営維持費用	21,146,904	20,324,226
事務管理費用	1,032,515	1,010,610
下水事業への支出	22,543,533	13,398,752
減価償却費	67,568,402	68,491,052
未徴収滞納水道料金	2,920,107	1,000,000
利子税金差引前歳出	79,012,706	61,747,622
金融手数料	21,637,189	24,117,242
為替差損	9,335,762	0
<b>支出総計</b>	<b>249,179,467</b>	<b>213,602,258</b>
<b>年間収益</b>	<b>-176,790,237</b>	<b>-112,760,779</b>

出所: WAJ財務部入手資料

<sup>48</sup> 他国とは異なる水事情があり、夏場の需要の際には、イスラエルやシリアから水を購入または借りる。イスラエルのティベリア湖を水源とする海拔マイナス300mmのヤルムーク川から高地のアンマンまで170キロの距離があり、1200メートルの標高差の大都市へポンプで上げなければならず、電気料金が維持管理コスト高の原因となっている。WAJの赤字は、国家予算から補てんされている。

<sup>49</sup> 職員を1割減らしていることも影響していると、WAJ関係者から説明を受けた。

<sup>50</sup> 他地域へ水を供給した際の収入を含む。

YWC は 2011 年より改革を開始したため、本評価調査時点では、以前の NGWA 当時の財務情報しか入手できていない。以下に NGWA の 2 年間の収支状況を示す。収支合計は赤字となり、維持管理費の 56%を電気料金が占めている。今後、ポンプや車両の運転記録など必要な記録を職員に義務付け、電気料金や車両の燃料費を中心に支出を減少させる予定である<sup>51</sup>。

表 8 NGWA の収支状況 (単位：JD)

	2009	2010
<b>収入</b>		
他県への水販売料	12,508,932	13,127,018
給水顧客接続料金	1,435,095	1,555,153
下水道使用料	1,168,948	1,196,063
下水接続料	470,656	823,724
タンク販売料金	481,217	496,954
WAJ への水販売料金	359,465	269,790
メーター顧客支払い料金	257,671	246,142
農業用水料金	4,356	3,046
その他収入	2,175,870	94,984
<b>収入総計</b>	<b>18,862,210</b>	<b>17,812,874</b>
<b>支出</b>		
維持管理費 (表 10 内訳表示)	16,040,301	17,950,738
人件費	7,669,266	7,773,076
原価償却	2,921,137	3,437,685
事務管理費用	686,491	779,366
<b>支出総計</b>	<b>27,317,195</b>	<b>29,940,865</b>
<b>年間収益</b>	<b>-8,454,985</b>	<b>-12,127,991</b>

出所：YWC 財務部入手資料

表 9 維持管理費の内訳 (単位：JD)

	2009	2010
電気料金	8,986,031	10,204,111
維持費	2,776,535	2,672,168
個人所有井戸水購入費	1,370,417	1,476,486
燃料費	1,304,785	1,423,509
補償金	313,224	1,037,801
交通費	503,938	654,256
薬品代	277,761	227,179
機械・車両費用	462,597	203,509
WAJ からの水購入費	45,013	51,719
<b>維持管理費合計</b>	<b>16,040,301</b>	<b>17,950,738</b>

出所：YWC 財務部入手資料

<sup>51</sup> YWC 財務部からの情報。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

現地の上水道専門家によれば、機材の運営・維持管理状況は一部の点で課題はあるが、全般的には維持管理は可能な限り現地事務所で行われており、外観検査と性能検査において特に異常はみられなかった。実際には、配給される部品量は必要な維持管理に十分であるとされる<sup>52</sup>が、軽微な点で維持管理状況の改善が必要であるとのことである。大きめの配水管バルブなどのスペアパーツは現地事務所では調達できないため、これらを調達するまで<sup>53</sup>現場では漏水を止めることができず、その地域では断水となることがある。

タバカットファヒルポンプ場は、遺跡の外観を守るために低い場所に設計されている。このポンプ場は、瑕疵期間の2008年5月に未曾有の集中豪雨<sup>54</sup>をうけ、ポンプ施設が冠水するという事故が発生した。雨水対策として、毎時50 mmに対応できるようU字側溝が施工され、ポンプ室の床部には水位検知自動排水ポンプを設置していたが、冠水開始時にオペレーターがメインポンプの緊急停止で電源を切ったため<sup>55</sup>、結果的に床部排水ポンプも停止することとなった。コンサルタントはWAJと協議し、機械・電気設備に必要な補修や部品交換を行った。事故後、施工コンストラクターとコンサルタントが防護壁を建設し、雨水の流入を防ぐための対策が取られた。具体的には、日本側コンサルタントはポンプ場周囲のU字側溝の外周に高さ60 cmの止水壁（擁壁工）を設け、WAJも土堤を建設した。

そのほか、以下のような状況が確認された。

- タバカットファヒルポンプ場の一部のポンプ以外、他のポンプ場では漏水は生じていない。タバカットファヒルポンプ場のポンプの水漏れでは、漏れた水をポンプで汲み上げているが、コントロールパネルからポンプ場への配線目的で作られているケーブルピットと呼ばれるU字溝に近い形状の堀に水がたまっている状態であった<sup>56</sup>。
- タバカットファヒルポンプ場とクレイマポンプ場では、錆や地下水に含まれる炭酸カルシウムの汚れが付着している<sup>57</sup>。
- 事業後、クレイマポンプ場周辺で逆浸透水処理施設ができ、クレイマポンプ場に新しくポンプが追加されたが、このポンプの使用についての情報は、SCADAシステムのプログラムのシステム上の制約から、システムに追加されていない<sup>58</sup>。
- SCADAシステムは、ある程度配水池に水が残ることを前提としており、一定量の水量を残さないと警告が発せられるようになっているため、警告スイッチを外して使用している。
- 盗難に遭ったSCADAシステムの一部の通信ケーブルは修理されたが、再度盗難に遭ってそのまま放置されている。スペイン政府の支援により北部地域全体にSCADAシ

<sup>52</sup> 北シュナ事務所の維持管理担当者による情報。

<sup>53</sup> 北シュナ事務所の情報によれば、イルビッド支局まで約80 kmあり、連絡から調達まで1日半以上かかることとされる。

<sup>54</sup> 現地の気象データとしても計測不可能な豪雨とされる(WAJによる情報)。

<sup>55</sup> これは感電防止の観点からも必要な措置ではあったとされる。

<sup>56</sup> 瑕疵検査時にすでに指摘されている点でもある。

<sup>57</sup> この問題についても、注58と同様、瑕疵検査時に指摘されている。

<sup>58</sup> SCADAシステムは、プログラム作成者のみがプログラムを修正追加できるとされている(コンサルタントからの情報)。



システムが導入される際に、それらの通信ケーブルは、安全監視対策とともに修理されることになっている<sup>59</sup>。

以上より、本事業の維持管理の技術には大きな問題はないが、体制と財務状況に問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業の実施は、ヨルダンの開発政策や日本の援助政策における重点分野と整合しており、開発ニーズも高いことから、妥当性は高い。主要な運用効果指標においてほぼ計画値を達成しており、高い効果の発現がみられ、受益者調査においても給水事情の改善が伺えることから本事業の有効性は高い。本事業の事業費は計画内に収まったものの、事業期間が計画を超えたため、効率性は中程度である。運営・維持管理の技術には大きな問題はないが、体制や財務状況にやや問題があり、本事業による効果の持続性は中程度といえる。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 YWC

##### 【組織的体制】

一部の重要なスペアパーツは、北シュナ事務所の倉庫にはなく、YWC イルビット支局に連絡して調達しなければならない。現地事務所が自らスペアパーツを管理できる体制が構築されるべきである。

北シュナ事務所では毎月の配水量と貯水量の帳票を作成していないため、季節ごとの長期的な地下水位の変動傾向を把握することができていない。また、SCADA システムから得られた情報を分析し、予防・予報・推定に役立てるようなデータ管理制度が YWC に確立されていない。これらのデータの管理体制の整備が必要である。

##### 【財務的体制】

YWC と WAJ が財務の一切の情報や権限をもっている。維持管理のための部品や修理器具などの供与決定の権限については、現場の事務所に移譲することが必要である。

##### 【技術管理体制】

各ポンプ場のポンプグランド排水量の調整、ポンプの塗装、タバカットファヒルポンプ場のケーブルピットの漏水修理、ポンプの錆や地下水に含まれる炭酸カルシウムの汚れの除去など、基本的詳細項目を点検維持管理する監督・維持管理体制が成り立っていない。

<sup>59</sup> YWC 戦略計画室の担当者の情報によれば、スペイン政府の支援により、北部地域 4 県において SCADA システムが導入されることが決定されている。WAJ はすでに承認済であるが、第 2 次現地調査時点では、ヨルダン議会の承認を待っているところであった。承認が得られれば、2012 年に開始され、4 県の事務所に制御室を設け、総合的な制御室がイルビットの YWC 本部に設置される。この SCADA システムが導入された際には、北シュナ事務所の SCADA システムが YWC の中央制御室と接続されることになり、現在の盗難に遭った箇所での修理とその周辺に盗難監視カメラの設置が計画されている。

YWCの予防維持管理チームが現場を訪問しているが、この現場指導が機能し、維持管理が現場の状況に応じて行われるように、YWC内で維持管理を監督・モニタリングする体制が必要である。

#### 4.2.2 北シュナ事務所

##### 【組織内技術移転】

これからYWCの改革が進められるが、本事業に関わる維持管理の知識や知見について、北シュナ事務所内の職員間で技術移転を確実に進め、人事異動などの影響を最小限に抑える必要がある。

##### 【緊急時対応訓練】

今後、タバカットファヒルにあったような想定外の雨が降り、同じような事故が発生する可能性は否定できないため、オペレーターや関係者による想定外の事態に対する訓練を定期的実施するなど、日頃から危機管理を意識し、危機管理体制を整備することが必要である。

#### 4.2.3 JICA への提言

なし。

### 4.3 教訓

SCADAシステム導入の際に、実施機関がITに精通した職員を北シュナ事務所に配置したことは、適切なことであった。これは、実施前に、北シュナ事務所にPCが1台もなく、SCADA制御に関わる業務担当者が必要と判断されたため、日本側がWAJに提案し、実現された。このように、SCADAシステム導入の際には、必要とされる人材の確保がまず必要であり、実施後の運用と維持管理に大きく関係している。

以上