

チュニジア

2017年度 外部事後評価報告書  
無償資金協力「南部地下水淡水化計画」

外部評価者：オクタヴィアジャパン株式会社 稲澤 健一

## 0. 要旨

本事業は、チュニジア南部沿岸地域に位置するメドニン県ベン・ゲルデューヌ地区において、給水量の増加及び水質（塩分濃度）の改善を図り、同地区周辺住民の生活環境の安定に寄与するために、逆浸透膜方式による地下水脱塩化システムの整備を行った。チュニジア政府が策定した「第11次社会経済開発5カ年計画」（2007年～2011年）、及び本事業の実施機関である水資源開発公社（Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux、以下「SONEDE」という）が策定した「5カ年開発計画」では、給水率の上昇、都市部及び村落部における飲料水の確保、水質の改善等が示されている。また、同地区周辺において給水需要の拡大に対する開発ニーズが確認されている。そして日本の援助政策との整合性も確認されることから、妥当性は高い。効率性に関して、アウトプットはおおむね計画どおりで、事業費も当初計画内に収まった。一方、事業期間に関して、チュニジア側の揚水ポンプ場整備は、掘削装置の組立作業に時間を要したこと、同ポンプ場の地中埋設ケーブルの接合作業に時間を要したこと等により当初の計画を超過したため、効率性は中程度である。ベン・ゲルデューヌ地区への給水や水質データなど本事業の定量的効果指標に関して、本事業完成以降、日平均給水量は当初目標値を達成している一方、水質（塩分含有量）は目標値を達成していない。また、同地区周辺住民へのインタビュー調査では「塩分濃度が高い、給水量が少ない、給水圧が低い」といった不満な意見が出されたことに加え、同地区における無収水率も高いことが確認されたため、本事業によるインパクトは限定的と推察される。したがって、有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理を担うベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局、メドニン県地方支局、スファックス南部地域支社等の体制面・技術面・財務面に特に懸念はない。その他の施設・機材の運営・維持管理状況に特に問題は生じていない。したがって、本事業の実施によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 1. 事業の概要



事業位置図



本事業により整備された淡水化施設

### 1. 1 事業の背景

本事業開始前、隣国リビアとの国境の町に近いチュニジア南東部のメドニン県ベン・ゲルデューヌ地区では、急激な人口増加による水需要の増大、近年の気候変動によると推定される砂漠化による土地の荒廃が懸念されていた。近隣に水源を持たない同地区への水供給は、60km 以上離れた井戸水源や南部地区の配水網からの長距離送水に頼っていた。しかし、水源量は需要に対して年々不足する傾向にあり、特に乾期において同地区に送水するまでの区間にある周辺地域への分水のため多くの水が消費され、当地区周辺では長期間の断水が発生していた。このため、将来において継続して十分な水量を確保することが困難になると想定された。加えて、他地区から送水される水の水質は塩分濃度も上昇しており、SONEDE の水質目標である 1.5g/リットルを満たせていなかった。このため、塩水化への対応も喫緊の課題であった。

### 1. 2 事業概要

チュニジア南部沿岸地域に位置するメドニン県ベン・ゲルデューヌ地区において、新規水源に対して逆浸透膜方式による地下水脱塩化システムの整備を行うことにより、給水量の増加及び水質（塩分濃度）の改善を図り、もって同地区周辺住民の生活環境の安定に寄与する。

供与限度額/実績額	1,000 百万円（当初）1,023 百万円（修正後） / 1,023 百万円
交換公文締結/贈与契約締結	2010 年 3 月（当初）2014 年 3 月（修正後） / 2010 年 3 月（当初）2010 年 9 月（第 1 回修正）

		2014年12月（第2回修正）
実施機関		水資源開発公社（SONEDE）
事業完成		2013年6月
案件従事者	本体	タカオカエンジニアリング株式会社・水道機工株式会社（JV）
	コンサルタント	株式会社アンジェロセック・日本テクノ株式会社（JV）
	調達代理機関	一般財団法人 日本国際協力システム
協力準備調査		2009年11月～2010年8月（協力準備調査）
関連事業		<p>[円借款]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方給水事業（I）（L/A 調印は2000年）</li> <li>・ 地方給水事業（II）（L/A 調印は2003年）</li> <li>・ 南部地域上下水道整備事業（L/A 調印は1995年）</li> <li>・ スファックス海水淡水化施設建設事業（L/A 調印は2017年）</li> </ul> <p>[その他国際機関、援助機関等]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ チュニジア南部給水改善計画（ドイツ復興金融公庫（KfW）、2004年）</li> <li>・ 農村給水計画及び SONEDE の近代化支援（フランス開発庁（AFD）、2003年）</li> <li>・ 都市給水改善計画（世界銀行（IBRD）、2005年）</li> <li>・ 「南部水質改善プログラム II」（PNAQ2）（ドイツ復興金融公庫（KfW）、2015年～2020年完了予定）</li> </ul>

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

稲澤 健一（オクタヴィアジャパン株式会社）

### 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：2017年9月～2018年12月

現地調査：2018年1月6日～18日、2018年4月9日～13日

## 2. 3 評価の制約

本調査では、外部評価者が治安上の理由により事業サイトに立ち入りできなかったため、備上した現地調査補助員による情報・データ収集、インタビュー調査により得られた情報・データ等を外部評価者が精査を行った上で、評価分析・判断を行った。

## 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

本事業計画時、チュニジア政府は「第11次社会経済開発5カ年計画」（2007年～2011年）を策定し、その中で2011年までに全国レベルでの各戸給水率を97%に引き上げ、地方部全体で少なくとも85%に引き上げることを企図していた。また、節水による水資源の有効利用等に加え、南部地域の給水拡大、及び水質改善を開発計画のひとつに位置づけていた。

事後評価時、チュニジア政府は「チュニジア2016年～2020年戦略的開発計画」を策定し、その中で飲料水の安定供給は住民の生活水準向上にとって大きな柱の一つであり、特に地方部住民の生活水準向上に資するものと位置づけている。2014年時点で、全国の給水率は98.2%である一方、地方部の給水率は94.6%にとどまっているが、同政府は同計画の中で地方部の給水率を96.0%に上昇させることを目指している。またSONEDEは、「5カ年開発計画」（2016年～2020年）を策定し、都市部及び地方部、とりわけ村落部における飲料水の確保、水質の改善、効率的かつ合理的な水利用及び水資源保全等を重要視している。

以上より、事後評価時においてもチュニジアでは、安定的な水供給、水質の改善、地方部における給水率の上昇等を引き続き重要視している。したがって、計画時・事後評価時ともに国家計画、セクター計画等それぞれにおいて政策・施策との整合性が認められる。

#### 3. 1. 2 開発ニーズとの整合性

本事業開始前、ベン・ゲルデューヌ地区<sup>3</sup>の人口は、1994年は64,000人であったが、2008年には73,000人（約14,000世帯）と、増加していた。人口増加による水需要の増大、気候変動によると推定される砂漠化・土地の荒廃化進行が懸念されていた。SONEDEは同地区で給水事業を行っていたものの、近隣に水源を持たない同地区への水供給は、60km以上離れた井戸水源や他の配水網からの長距離送水に頼らざるを得ない状況にあった。しかし、それ

<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> ベン・ゲルデューヌ地区はリビアとの国境近くに位置する。リビアから日用品、家電製品が多く流入し、商取引が盛んな町である。

ら井戸や長距離送水などからの配水は水需要に対して年々不足しつつあった。特に夏季において、同地区に送水するまでの区間にある周辺地域への分水のため多くの水が消費され、同地区では長期間の断水が確認されていた。このため、将来において十分な水量の確保が困難と予測されていた。また、送水される水質の塩分濃度は、1999年の1.4g/リットルから2004年には1.7g/リットルに上昇し、SONEDEの水質（目標）基準である1.5g/リットルを超過するに至っていた。加えて、同地区周辺では気候変動の影響により更なる乾燥化や降雨の不安定化が予測され、良好な水質の地下水に恵まれないがゆえ（塩分濃度が高いため<sup>4</sup>）塩水化への対応も喫緊の課題とされていた。したがって、同地区周辺において水源開発及び水質改善を行うニーズは高かった。

事後評価時、SONEDEはベン・ゲルデューヌ地区を含むチュニジア南部地域において、人口増加<sup>5</sup>に起因する給水需要変化に応ずるべく給水量の増加及び塩分含有量の低下を目的として、「南部水質改善プログラムII<sup>6</sup>」(Program of Improvement of Water Quality in the South II or Amélioration de la Qualité des Eaux du Sud、以下「PNAQ2」という)を実施している。3. 3.

1. 1 定量的効果（運用・効果指標）にて後述するとおり、同地区に供給される水質に関して、本事業施設の供用開始時（2013年6月）に塩分含有量は低下したものの、その後、同地区の給水需要の増加に伴って高い状況が続いている。

以上より、事後評価時においてもベン・ゲルデューヌ地区において給水量の増加及び塩分含有量の低下に向けた取り組みなどの水質改善プログラムが実施されている。したがって、計画時・事後評価時ともに開発ニーズとの整合性が認められるといえる。

### 3. 1. 3 日本の援助政策との整合性

2002年10月に外務省が策定した「対チュニジア国別援助計画」では、重点分野・課題別援助方針として、①産業のレベルアップ支援、②水資源開発・管理への支援、③環境への取り組みに対する支援が掲げられていた。このうち、②水資源開発・管理への支援については、「水源開発に対する支援のみならず、水需給管理、表流水・地下水の管理を含む総合的な水資源管理に繋がる支援を我が国の経験及び技術力を活かして協力を進める。特に開

<sup>4</sup> チュニジア南部は水資源に恵まれず、わずかな水資源も表流水は北部に集中し、中部及び南部地域では地下水資源に頼らざるを得ない。飲料水に適した塩分濃度の低い帯水層は地域的に偏在しており、特に南西部地域の水源量は水需要に対して年々不足し、塩分濃度は高い状況にあった。（出所：JICA 協力準備調査報告書）

<sup>5</sup> 事後評価時現在、ベン・ゲルデューヌ地区の住民数は82,560人である（出所：2014年国勢調査を基に評価者で算定した2017年推計値）。本事業開始前は73,000人（出所：2008年国勢調査）であり、6年間で約13%と高い伸び率（＝年約1.5%強の割合で増加）であることがわかる。この伸び率は、給水需要の高まりを説明するといえる。

<sup>6</sup> 主にドイツ復興金融公庫（KfW）の支援により実施中。主に深井戸8カ所及び淡水処理施設1カ所（能力：9,000 m<sup>3</sup>/日）の整備。予算額は1億7,100万チュニジア・ディナール。2015年開始～2020年完成予定。

発の遅れている地方及び貧困地域の振興という観点からも配慮を行っていく」ことが提唱されていた。したがって本事業は、チュニジアに対して、上記の重点分野・課題別援助方針（上記の②水資源開発・管理への支援）に対応するものであり、日本の援助政策としての整合性が認められる。

以上より、本事業の実施はチュニジアの開発政策、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 効率性（レーティング：②）

#### 3. 2. 1 アウトプット

本事業は、供給水の塩分濃度低下と夏季の長期断水の解消を目的として、メドニン県ベン・ゲルデューヌ地区の中心部から北に約 7km の場所に淡水化プラントの建設を行った。表 1 は、本事業のアウトプット計画及び実績であるが、おおむね当初の計画どおりであったと判断される。

表 1：本事業のアウトプット計画及び実績

計画時（2010年） <sup>7</sup>	実績：事業完成時（2013年）
<p><b>【日本側投入予定】</b></p> <p>①淡水化プラントに係る主要施設（淡水量 1,791 m<sup>3</sup>/日、RO 膜法（設置系列数：2 系列））及び各種関連機材の整備</p> <p>②各種水槽（原水調整槽：500 m<sup>3</sup>、ろ過水槽 150m<sup>3</sup>、淡水槽 170m<sup>3</sup>、排水槽 70m<sup>3</sup>）の整備</p> <p>③濃縮水処理施設（広さ 11.9ha）の整備</p> <p>④濃縮水排水管路（約 0.1km、配管 150mm）の敷設及び天日蒸発ピットの建設</p> <p>⑤太陽光発電システム（商用電力の補助として出力 30kW のシステム）の整備</p>	<p><b>【日本側実績】</b></p> <p>①②③④⑤：おおむね計画どおり  <u>（①について、RO 膜の設置系列数は当初計画の 2 系列から 3 系列に増設、⑤について太陽光発電システムの出力は当初計画の 30kW から 210kW に増設）</u></p>
<p><b>【チュニジア側投入予定】</b></p> <p>①淡水化プラントから既存配水池までの淡水送水管（約 6km）の敷設</p> <p>②原水井及び深井戸揚水ポンプ（揚水量ポンプ容量 37 リットル/秒以上）の整備</p>	<p><b>【チュニジア側実績】</b></p> <p>①②：計画どおり</p>

出所：JICA 提供資料、質問票回答

日本側アウトプットはおおむね計画どおりに実施された。計画及び実績の差異について

<sup>7</sup> なお、詳細設計時（D/D）時にアウトプット計画の変更はなかった。

は次のとおりである。施工業者の価格開札（2011年12月）では応札価格が見積価格より低廉で残余金が発生したため、1) 逆浸透膜<sup>8</sup>（Reverse Osmosis Membrane、以下「RO膜」という）：膜設置系列数を当初計画の2系列から3系列に増設、2) 太陽光発電システム：出力は当初計画の30kWから210kWに増設等が行われた。1) の膜設置系列数に関して、具体的には、1系列は緊急時に備えるバックアップとし、残りの2系列で淡水処理を行う体制に変更された。当初はバックアップなしと計画されていたが、故障・緊急時に備えることが安定的な運用と判断されたためである。ベン・ゲルデューヌ地区での給水需要量が高まりつつあった中で、本事業の淡水化施設における安定的な運用が重要視されたことが背景にもある。2) の太陽光システムの出力の増加（210kW）についても、淡水化プラント施設内の関連機材向けに主電源の補助としての役割を担うものであるが、機材の運転をより安定的に実行することを目的としたことが背景にある。なお、チュニジア側のアウトプットについても計画どおりに実施された。



写真1：淡水化プラント施設内



写真2：太陽光発電システム

### 3. 2. 2 インプット

#### 3. 2. 2. 1 事業費

本事業の総事業費について、当初計画では約1,183百万円（日本側負担は1,023百万円<sup>9</sup>、チュニジア側負担分は160百万円）であったのに対し、実績額では約1,103百万円（日本側

<sup>8</sup> RO膜は、塩類などは通さず、水のみを通す半透膜である。海水から真水を取り出す際にも使用される。RO膜を使用する方法（RO膜法）は蒸発法に比べて真水を得るのに必要なエネルギー消費量が少ない特徴がある。

<sup>9</sup> 当初の事業費計画は1,000百万円であった。事業開始後に1,023百万円とG/A額が変更となった。その経緯は次のとおりである：2013年1月に発生したアルジェリアの天然ガスプラント襲撃事件の影響により、隣国チュニジアでも治安悪化が想定された。本邦外務省の指示により同年3月6日～4月5日までの間、邦人関係者は退避した。本事業での退避対象者は施工監理コンサルタントであったが、一時退避期間に発生した追加費用（退避及び諸経費）の支払いがJICAにより承認され、同コンサルタントへ支払われることになった。修正G/Aを踏まえて、23百万円が増額された。アウトプットの増加はないものの、退避指示により発生した増額分（計画事業費の増額）は不可避なものであったといえる。

実績は 1,023 百万円、チュニジア側実績は約 80 百万円) と、ほぼ当初計画どおりであった (計画比約 93%)。

### 3. 2. 2. 2 事業期間

本事業は 2010 年 3 月～2012 年 4 月 (26 ヶ月間) で完了と計画されていた<sup>10</sup>。実績期間は、2010 年 3 月～2013 年 6 月 (40 ヶ月間) と計画を超過した (計画比約 154%)。超過の主な要因は、チュニジア側の揚水ポンプ場整備に関して、掘削装置の組立作業に時間を要したこと、ポンプ場の地中埋設ケーブルの接合作業に時間を要したことにより日本側の工事にも影響を受けたことが挙げられる (合計約 14 ヶ月<sup>11</sup>)。また、2013 年 6 月の供用開始から約 1 年、SONEDE はチュニジア電力・ガス公社 (STEG) と、太陽光発電システムと商用電源に関するグリッド接続の調整 (主に電気系統接続の規格照合や手続き) を行っていた<sup>12</sup>が、かかる遅延は 2013 年 6 月の供用開始には影響はないものであった。

以上のとおり、本事業のアウトプットはおおむね計画どおり、事業費は計画内に収まった。事業期間は、主にチュニジア側の揚水ポンプ場整備に関して、掘削装置の組立作業に時間を要したこと、ポンプ場の地中埋設ケーブルの接合作業に時間を要したこと等により当初の計画を超過した。したがって、本事業は事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

## 3. 3 有効性・インパクト<sup>13</sup> (レーティング: ②)

### 3. 3. 1 有効性

#### 3. 3. 1. 1 定量的効果 (運用・効果指標)

##### 1) 運用指標

本事業では淡水化プラントに係る主要施設及び各種関連機材が整備された。表 2 は、定量的効果指標である日平均給水量の推移 (基準値・目標値・実績値) を示す。

<sup>10</sup> 当初の事業期間は計 25 ヶ月間であったが、3. 2. 2. 1 事業費で述べたとおり、本邦外務省の指示により 2013 年 3 月 6 日～4 月 5 日までの間 (約 1 ヶ月間)、邦人関係者は退避を行うことになったため、かかる約 1 ヶ月分は当初計画の事業期間に加味し、計 26 ヶ月間と設定し直して分析を行った。

<sup>11</sup> なお、この 14 か月の内訳については確認できなかった。

<sup>12</sup> つまり、本来であれば日本側の工事期間と同じ 2013 年 6 月 (プラス、1 ヶ月間が加わり計 26 ヶ月間) に完了予定であったが、2014 年 6 月までチュニジア側で作業が続いていた。

<sup>13</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。



表 2：日平均給水量の推移（基準値・目標値・実績値）

(単位：m<sup>3</sup>/日)

基準値 (2009年)	目標値 (完成3年後)	実績値		
		2012年 (完成前)	2013年 (完成年)	2014年 (完成1年後)
7,690*注1	9,481*注2	10,021	11,869	12,687
		2015年 (完成2年後)	2016年*注3 (完成3年後)	2017年 (完成4年後)
		12,250	12,233	12,821

出所：SONEDE

注1：基準値の内訳は、南部配水網からの送水 4,530 m<sup>3</sup>/日、マオウナの深井戸（4本）からの取水 3,160 m<sup>3</sup>/日、合計 7,690 m<sup>3</sup>/日であった。注2：本事業の淡水化プラントによる設計上の処理量 1,791 m<sup>3</sup>/日（表1参照）が 7,690 m<sup>3</sup>/日に加わり、合計 9,481 m<sup>3</sup>/日となることを見込まれていた。

注3：黒・太枠は実際の目標年次（事業完成3年後：2016年）を示す。

(参考) 表2の日平均給水量（実績値）の内訳は以下のとおりである。

表 3：日平均給水量（実績値）の内訳

(単位：m<sup>3</sup>/日)

水源	実績値*注1				
	2012年	2013年			2014年
		～6月	7月 (完成時)*注3	8月～ *注4	
南部配水網	5,544	5,493	4,768	5,145	5,518
マオウナ 深井戸群	4,075	4,369	3,486	3,744	3,903
マルサ深井戸 (SDBG*注2)	-	-	<u>1,519</u> (開始)	<u>1,494</u>	<u>1,608</u>
オウラスニア 深井戸	-	-	-	1,161 (開始)	1,229
サヤ深井戸	402	355	295	327	429
合計	<b>10,021</b>	10,217	10,068	<b>11,869</b>	<b>12,687</b>
水源	2015年	2016年	2017年		
			～8月	9月～*注5	
南部配水網	5,829	5,783	5,958	5,438	
マオウナ 深井戸群	3,120	3,550	4,097 *注6	3,898 *注6	
マルサ深井戸 (SDBG*注2)	<u>1,551</u>	<u>1,375</u>	<u>1,344</u>	0	
オウラスニア 深井戸	1,661	1,202	1,422	<u>943</u> *注7	
サヤ深井戸	89	323	-	-	
合計	12,250	12,233	<b>12,821</b>	10,279	

出所：SONEDE

注1：年間を通じたピーク時の給水量を示す。

注2：SDBGは Station de Dessalement Ben Gardane（本事業：ベン・ゲルデューヌ淡水化施設）の略語

注3：本事業の完成（供用開始）は2013年6月末である。一方、表2では便宜上、完成月を7月としている。その理由は、マルサ深井戸などの実績データが計測され始めた（＝新たな井戸から本格的に取水が開始となった）のが7月であったためである。

注4：2013年は7月と8月にかけて新たな井戸からの取水が発生しているため、～6月、7月、8月～と時期を分けて記載する。

注5：マルサ深井戸は本事業の淡水化プラントに接続して淡水化処理が行われていたが、2017年9月6日、多量の砂が噴出して使用が困難になり取水を停止した。以後はオウラスニア深井戸からの送水が同施設に接続・淡水化処理を行っている。このため、8月までのピーク時と9月以降のピーク時の日平均給水量データを分けて記載する。

注6：マオウナ深井戸群は、2017年1月以降ジャレル深井戸の取水分も合算されている。

注7：表内の下線の数値はSDBGに接続している処理量・実績値を示す。

表4：ベン・ゲルデューヌ地区における将来の給水需要予測  
（ピーク時における日平均給水量）

(単位：m<sup>3</sup>/日)

2018年	2019年	2020年
12,954	13,602	14,282

出所：SONEDE

表2のとおり、ベン・ゲルデューヌ地区における日平均給水量の目標値（9,481 m<sup>3</sup>/日）に対して、施設完成前である2012年以降より実績値は上回っている。その理由は、3. 1. 2 開発ニーズとの整合性で指摘したとおり、同地区では人口増加を起因とする給水需要の高まりが挙げられる。すなわち、増加傾向にある給水需要に対してSONEDEが給水量を増やす体制を敷いている<sup>14</sup>。表3が示すとおり、SONEDEは年々、水源（深井戸）の数を増やしている。具体的な方策として、本事業の施設運転開始以降～事後評価時まで、SONEDEは自己予算を投じてオウラスニア、ジャレルの2つの深井戸の整備を行い、同地区に配水している。すなわち、給水需要が増加しているがゆえに、本事業実施により目標値が当初計画を上回っているとは直接的にいけないものの、深井戸からの取水分を淡水化し、同地区全体への給水量として構成されていることを鑑みると、本事業は上水の安定供給に一役買っているといえる。加えて、本事業施設で淡水化されている水は、下記で説明するマルサ深井戸が取水を停止するまで、当初想定された処理量（1,791 m<sup>3</sup>/日）の80%前後を達成していることを踏まえると、施設の運転機能としても概ね問題ないといえる。

表3の内訳をさらに述べると、本事業完成以降、マルサ深井戸からの取水分は本事業施設に送水されて淡水化が行われていたが、2017年9月6日に同井戸で多量の砂が噴出し使用困難となり取水を停止した。これは想定外の事象であったが、SONEDEはこの対処策として、やむを得ずそれまでマルサ井戸からの送水分に使用していたRO膜系列をオウラスニア深井戸からの送水分にラインを切り替えし、淡水処理を開始した。マルサ深井戸からの

<sup>14</sup> SONEDEはベン・ゲルデューヌ地区の給水需要に応じて給配水を行っていることから、表内の給水量データは実際の給水需要と同義であることを示す。

送水量に関し、取水停止以前は RO 膜系列を 2 つ使用し、送水量 30 リットル/秒<sup>15</sup> (15 リットル/秒×2 系列) に対して淡水処理を行っていた。一方、オウラスニア深井戸からの送水量は 19 リットル/秒と少なかったため、切り替え後は 1 系列での対処で運営上の問題はないと SONEDE は判断した (19 リットル/秒×1 系列)。すなわち、事後評価時現在、RO 膜は 2 系列 (常時使用の 1 系列+バックアップの 1 系列) が使用されていない。なお SONEDE によれば、近い将来、オウラスニア深井戸周辺に新たな深井戸を掘削・取水を開始し、バックアップの 1 系列も使用した全 3 系列体制により淡水処理量を増やすことを検討している<sup>16</sup>。

また、表 4 はベン・ゲルデューヌ地区における将来の給水需要予測 (日平均給水量) であるが、当面は伸び続けると見込まれている。かかる傾向をみるに、SONEDE は今後も給水量を増やす必要に迫られるといえる。

## 2) 効果指標

表 5 は水質 (塩分含有量) の推移である。同表内の基準値・目標値・実績値は、本事業の淡水と他の水源の水とが混ぜ合わさってベン・ゲルデューヌ地区全体へ配水される給水分に関する水質を示す。このうち目標値は、事業事前評価表によると、本事業で生産される淡水は塩分含有量 0.3g/リットル (設計値) であり、これを塩分濃度の高い既存の飲料水と混ぜ合わさることで、最終的な塩分含有量を 1.8g/リットルまで下げて飲料用とすることが見込まれた<sup>17</sup>。本事業は当該目標の実現に寄与すると見込まれていた。

なお、表 5 内の水質 (塩分含有量) ・実績値に関する各タイミングの算定根拠について、末尾の別添資料に示す。

---

<sup>15</sup> なお、本事業開始前に実施された JICA 準備調査 (出所: 準備調査報告書) では 31 リットル/秒と設計されていた。

<sup>16</sup> SONEDE は特に給水需要が高まる夏季の集中的運用を視野に入れている。

<sup>17</sup> 日本の水質基準は 0.5g/リットルである。なお、チュニジアの塩分含有量の基準は 2.5g/リットルであるが、2007 年に同国政府が発表した「第 11 次経済社会開発 5 年計画」では、塩分含有量 2.0g/リットル以上の水が生産されている地区においては、同国の基準より更に低い 1.5g/リットル以下に下げる目標が明記されていた。

表 5 : 水質 (塩分含有量) \*注 1

(単位 : g/リットル)

基準値 (2009年)	目標値 (2015年: 完成3年後)	実績値				
		2012年 (完成前)		2013年		
				～6月	7月(完成 時) *注2	8月～
2.1	1.8	2.6		2.4	2.0	2.8
		2014年 (完成1年 後)	2015年 (完成2年 後)	2016年 (完成3年 後) *注3	2017年(完成4年後)	
		2.8	2.8	3.0	～8月	9月～
					2.7	2.1

出所 : SONEDE

注 1 : 本表は表 3 の表記と可能な限り合せている。また実績値の算定根拠については末尾の別添資料において示す。

注 2 : 本事業の完成(供用開始)は 2013 年 6 月末である。一方、表 2 では完成月を 7 月としている。その理由は、表 3 と同様になる。

注 3 : 黒・太枠は実際の目標年次(事業完成 3 年後 : 2016 年)を示す。

既出のとおり、本事業の淡水化施設はマルサ深井戸に接続し淡水化処理を行うものであった。本事業完成時の 2013 年 7 月、同深井戸の取水・淡水開始により塩分濃度は 2.0g/リットルに減少した。しかし同年 8 月以降は、塩分濃度が 2.8g/リットルに上昇した。その理由として、オウラスニア深井戸を使用開始したことが挙げられる(参照 : 末尾の別添資料)。2014 年以降も、塩分濃度が高いサヤ深井戸やジャレル深井戸の淡水化されていない水と混ぜ合わさって配水されているため、目標値が達成できていない。

実態として、SONEDE はベン・ゲルデューヌ地区の給水需要が増加しつつある中で、給水量を増やす措置を優先せざるをえず、塩分濃度を下げるに至っていない。すなわち、給水量の増加への対応と塩分含有量の低下を同時に達成できていない状況にある。なおマルサ深井戸は、既出のとおり 2017 年 9 月に使用を停止し、オウラスニア深井戸からの送水分にラインを切り替えて淡水処理を行っている。いずれにしても、表 5 のとおり、同地区に配水される給水量全体に対する塩分含有量は 2.1g/リットルであり、目標値に及んでいない。なお、2017 年 9 月以降に 2.7→2.1g/リットルに減少している理由は、マルサ深井戸からの取水を止め、オウラスニア深井戸からの送水分にラインを切り替えて本事業施設で淡水処理を始めたこと等が挙げられる。このため、表 3 のとおり日平均給水量はそれまでと比べて減少している(12,821→10,279 m<sup>3</sup>/日)。

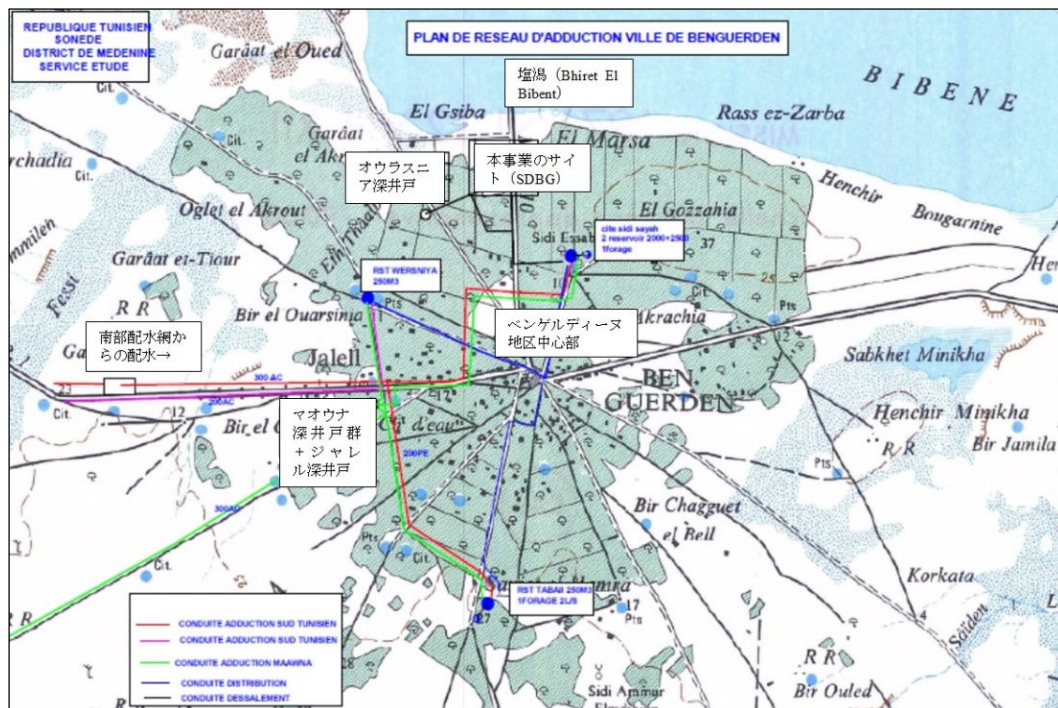


図1：プロジェクトサイトの位置図

### 3. 3. 1. 2 定性的効果

#### 安定的な水供給の実現

事後評価時、本事業で整備された淡水化施設と接続しているオウラスニア深井戸からの送水については淡水化され、ベン・ゲルデューヌ地区全体に配水され、安定供給に一役買っていると考えられる。一方、既出のとおり給水量全体としての塩分濃度は高く、さらなる改善が必要な状況といえる<sup>18</sup>。

### 3. 3. 2 インパクト

#### 3. 3. 2. 1 インパクトの発現状況

ベン・ゲルデューヌ地区周辺住民の生活環境安定（夏季の長時間断水の改善）への貢献

本事業開始前、ベン・ゲルデューヌ地区では3. 1. 2で説明のとおり、十分な水量を確保することが将来において困難になると想定されていた。事後評価時の状況に関して、本調査では、ベン・ゲルデューヌ地区周辺に居住する住民に対し、給水状況、とりわけ断水、給水時間、給水圧、味、濁度、臭い、色等について、3. 3. 1. 1 定量的効果（運用・効果指標）のデータの実態を補完的に探るべくインタビュー調査を行った。表6及び

<sup>18</sup> 事後評価時現在、SONEDEは既出のPNAQ2を実施しており、同地区周辺に深井戸8カ所及び淡水処理施設1カ所（能力：9,000 m<sup>3</sup>/日、2020年頃完成予定）等の施設建設を今後本格的に実施する予定である。完成後は、同地区に配水される水の塩分濃度も下がり、SONEDEは給水圧・給水量・給水時間等も改善すると見込んでいる。

表7はその結果である。まず SONEDE では、長時間断水に関するデータは整備されていなかった。そのため、どの程度の期間、断水が発生しているのか定量データでは判然としなかったものの、表6のとおり、断水自体の発生については本事業完成のタイミング（2013年6月）を境に増えていることが判明した。住民からは、「毎年6～9月の暑い時期に断水が多い。年々断水の頻度は高まっている。給水状況に改善が見られない」といったコメントが多く得られた。また、表8のとおり、濁度・色・臭い以外の項目はおおむね不満が高い傾向がある。本インタビュー調査は、居住人口（母集団）に対して調査数が少ないため断定的なことはいえないものの、給水圧・給水量などの給水状況に関して住民は満足していない可能性が高いと考えられる。そして、塩分濃度・味については、既出のとおり塩分含有量が改善されていないことが大きな要因と考えられる。

なお、給水圧と給水量に関して、ベン・ゲルデューヌ地区周辺の配水網を取り巻く環境に課題があると推察される。具体的には、図2が示すとおり、同地区の無収水率はチュニジア全国水準と比較して高い傾向にある。高い無収水率の要因には、1) 配水管の老朽化、2) 水量計メーターが満足に機能していない、3) 違法接続、4) 水道料金未払いによる影響等が考えられるが、SONEDEは詳細な実態調査を行った上で、対策を立てる必要がある。

表6：ベン・ゲルデューヌ地区周辺住民への断水発生に関するインタビュー結果  
(インタビュー対象は28人)

頻度	本事業完成前 (2013年6月以前)	本事業完成後 (2013年7月以後)
毎日	2人	11人
週2回	3人	2人
週1回	9人	6人
2週に1回	3人	2人
月に1回	1人	2人
なかった・ない	10人	5人

出所：受益者（28名）へのインタビュー結果

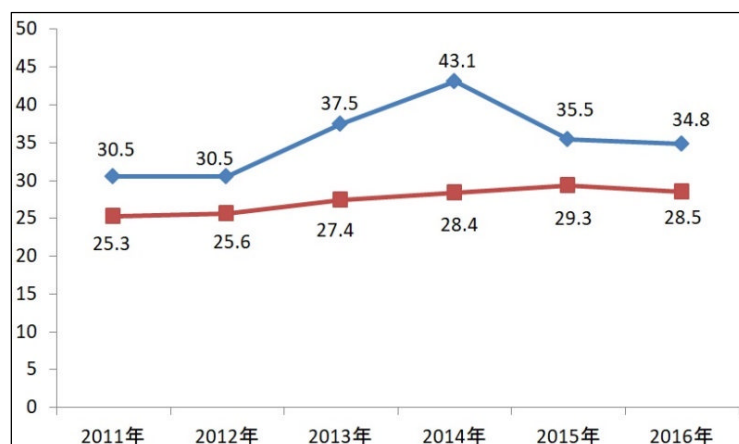
備考：本事業施設の完成を境（2013年6月以前、7月以降のタイミング）に断水発生状況に変化があったかどうかについて質問を行った。

表7：ベン・ゲルデューヌ地区周辺住民への供給水に関するインタビュー調査結果  
(インタビュー対象は28人)

項目	満足	普通	不満
塩分濃度	0人	4人	24人
味	0人	4人	24人
濁度	2人	18人	8人
色	5人	16人	7人
臭い	27人	1人	0人
給水圧	2人	8人	18人
給水量	0人	10人	18人

出所：受益者（28名）へのインタビュー結果

【単位：％】



出所：SONEDE（上段は保有データ（≠給水量-有収水量）を基に算出）

図2：ベン・ゲルデューヌ地区及びチュニジア全国の無収水率の推移  
（上段はベン・ゲルデューヌ地区、下段は全国平均の無収水率を示す）

### 3. 3. 2. 2 その他、正負のインパクト

#### 1) 自然環境へのインパクト

本事業の環境影響評価(EIA)は、事業開始前の2011年5月にチュニジア環境保全局(ANPE)に承認された。また、事業実施中及び事業完成後において、本事業による自然環境に対する負の影響(例:大気汚染、振動、騒音、生態系への影響等)は発生していないことをSONEDEへのインタビューにより確認した。今次現地調査では各サイト周辺の自然環境へのインパクトを目視にて確認を行ったが、特段問題は見受けられなかった。

表8の上段は、淡水化プラントで処理される水質データであるが、塩素はチュニジアの水質基準内に収まっている。なお、事後評価時現在、淡水化プラント施設では塩素は注入されていないためゼロである。その一方、淡水処理後の水は他の深井戸からの水と混ぜ合わされ、その段階で塩素が投入されている。中段はベン・ゲルデューヌ地区に送水されている水質データであるが、この段階の塩素は0.85~0.95mg/リットルであり、下段の水質基準内に収まっている。その他の水質データも同様におおむね基準内に収まっている。硬度については他の深井戸の数値が高いため、同基準を上回っている<sup>19</sup>。

<sup>19</sup> オウラスニア深井戸の硬度は253~269°F、マオウナ深井戸群90°F、南部配水網130°F等の数値が本事業の0.2~0.6°Fと混合して113~123°Fとなっている。ただし健康被害等は発生していない。

表 8：本事業施設で淡水化される水質（上段）、ベン・ゲルデューヌ地区に送水される水質（中段）、チュニジアの水質基準（下段）

項目	塩素	PH	濁度	硬度	色
本事業施設で淡水化される水質*注1	0	7.6～8.4	0.1～0.6NTU	0.2～0.6°F	正常
ベン・ゲルデューヌ地区に送水される水質*注2	0.85～0.95mg/リットル	7.2～7.9	0.15～0.6NTU	113～123 °F	正常
チュニジアの水質基準*注3	0.5～1.0mg/リットル	6.5-8.5	3.0NTU	90°F	特に基準なし

出所：SONEDE 回答データ

注 1：2017 年末時点のデータ

注 2：2015～2017 年に計測された水質データ（最小値～最大値）

注 3：水質基準（NT09.14-2013）

本事業施設に係る環境モニタリング体制に関して、SONEDE のベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局が担うことになっている。現地職員が毎日施設周辺を巡回・モニタリングしている。これまで環境への大きな負の影響は発生していないが、仮に同施設周辺で発生する場合、同現地職員が SONEDE メドニン県地方支局に報告・情報共有を行い対処することになっている。

## 2) 住民移転・用地取得

SONEDE によると、本事業サイト全体の面積は 160,000m<sup>2</sup>、このうち、158,217m<sup>2</sup>は補償金支払いが不要な国有地であった。残りの 1,783m<sup>2</sup>は私有地であったため、SONEDE は国内法に則り保有者（民間人）と交渉を行い取得手続き及び費用を支払った。支払総額は 71,333 チュニジア・ディナール（TND）であった。取得手続きも支払いも円滑に進んだとのことである。なお、当該用地には居住者がいなかったため住民移転を伴わなかった。

ベン・ゲルデューヌ地区への給水や水質データに関して、本事業完成以降、日平均給水量は当初目標値を達成している一方、水質（塩分含有量）は目標値を達成していない。この背景には、増加傾向にある同地区の給水需要を満たすべく SONEDE により新たな深井戸が整備されたが、それら深井戸からの取水分の塩分含有量が高いままで、淡水化処理がされていないことが挙げられる。本事業の淡水化施設に限れば、想定どおりの能力で塩分濃度を下げている<sup>20</sup>。しかし、当初事業目的は「同地区全体の給水事情の改善」であった中で、設定された効果指標及び実績値を踏まえると、事後評価時の効果達成度合いは高いとはい

<sup>20</sup> すなわち、本事業の効果はないわけではない。仮に本事業が実施されなかったならば、マルサ深井戸とオウラスニア深井戸からの取水分について塩分濃度がさらに高い状態でベン・ゲルデューヌ地区に配水されていたことは明白である。



えない。以上を踏まえると、有効性・インパクトは中程度と考えられる。

### 3. 4 持続性（レーティング：③）

#### 3. 4. 1 運営・維持管理の体制

本事業の実施機関は SONEDE である。整備された施設の運営・日常的な維持管理は、SONEDE ベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局より行われている。事後評価時の職員は 5 名（内訳：チーフ 1 名、技術運営者 2 名、施設維持管理要員 2 名）である。淡水化施設の勤務体制は 3 交代制（24 時間体制）で行われ、かかる施設・機材の維持管理（フィルター・カートリッジの交換・清掃、薬品による清掃、機械部品のグリス塗布等）について、項目毎に日常的及び定期的に行っている。SONEDE メドニン県地方支局へのインタビューを通じて職員の配置は適材適所であることを確認した。また今後、さらなる安定運営のために増員も検討しているとのことである。

同サービス局の上部組織である SONEDE メドニン県地方支局は、淡水化プラント施設に接続する送水ポンプの点検・管理・修繕を担当している。加えて、同支局のさらに上部組織に当たるスファックス南部地域支社は、大がかりな本事業施設・機器のオーバーホールに加え、各深井戸の維持管理・修繕を担当している。

以上より、事後評価時における運営・維持管理の体制面について、特段大きな問題はないものと考えられる。

#### 3. 4. 2 運営・維持管理の技術

ベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局、メドニン県地方支局、スファックス南部地域支社の所属職員は運営・維持管理業務に必要な研修・トレーニング（SONEDE 本部が担当）を定期的に受講している。一例として、「淡水化施設現場における業務向上」（10 名参加、2016 年 10 月実施）、「遠隔地における給水網管理」（4 名参加、2017 年 3 月実施）といったものである。また、新規職員向けの OJT も適時実施されており、ポンプ施設の運転、淡水化施設の技術運用、給水網の遠隔管理に関する内容が行われている。上記組織では経験豊富な職員が適材適所に配置されていることが質問票及び同職員へのインタビューにより確認できた。本事業施設に関する運営・維持管理に係るマニュアルも直接の現場であるベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局に配備されており、適時活用されていることを確認した。

以上より、本事業の運営・維持管理に係る技術面での問題は特段見られないと判断される。

### 3. 4. 3 運営・維持管理の財務

表 9 は本事業で整備された施設・機材にかかる維持管理費（直近 4 カ年）を示す。運営予算はフィルター・カートリッジ、浸透膜モジュール、洗浄剤に要する予算額、維持管理予算は送水ポンプ及び関連附帯品に要する予算額である。

表 9：本事業で整備された施設・機材の運営・維持管理予算  
(単位：チュニジア・ディナール (TND))

	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
運営予算	12,000	65,000	10,000	45,000
維持管理予算	--	--	10,000	10,000

出所：SONEDE

運営予算の増減が生じていることに関して、SONEDE によると、淡水化プラントの定期的な部品交換に費用が生じたためとしている。2015 年の運営予算が前年比で増加した理由は、浸透膜モジュールの一部部品を交換するための費用、2017 年の運営予算が同様に前年比で増加した理由は、フィルター・カートリッジの交換費用が生じたためとしている。2014 年と 2016 年の運営予算は、主に洗浄剤購入・洗浄作業に要した支出のみである。なお、維持管理予算が 2016 年以前に発生していない理由は、完成後の施設・機材は新しく作業が生じなかったためである。2016 年以降は毎年定額が充当されている。ベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局及びメドニン県地方支局によると、運営・維持管理予算に関して「毎年必要な予算が運営・維持管理業務に投じられている。かかる予算不足による業務不足は発生していない」といったコメントがあった。

以上を踏まえると、本事業の運営・維持管理に係る財務面での問題は特に見られないと判断される。

### 3. 4. 4 運営・維持管理の状況

事後評価時、本事業で整備された施設・機材の状況に問題はなく、修理の実績もない。ベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局によると、実際に不備や破損が生じる場合は直ちに対応するとしている。施設・機材の内容に応じて日常点検・月例点検・年間点検が実施されている。また、自然災害による施設・機材への影響や維持管理への懸念等もないことも同局へのインタビューにより確認した。

スペアパーツの保管・調達状況には問題は生じていない。調達体制として地元の業者を通じて、供給される仕組みとなっている。淡水化に必要なフィルターは英国より、その他

RO 膜関連製品は韓国より納入した実績がある。

太陽光発電システムに関して、維持管理・清掃が適正に行われている。出力は 210kW、淡水化プラント施設内の関連機材向けに主電源の補助としての役割として正常に稼働している。

#### 【天日蒸発ピットと RO 膜による処理塩水について】

事後評価時、天日蒸発ピット内の水位は安定的に保たれている。ただし、事業実施前～完成後において、同ピットと RO 膜による処理塩水について以下の経緯が発生している。

1) 本事業の当初設計において、マルサ深井戸からの原水（塩分濃度 14g/リットル）を RO 膜で処理し、70%を淡水化（0.3g/リットル）、30%を濃縮排水（47 g/リットル）とし、後者の 30%の濃縮排水は天日蒸発ピット（写真 3）で蒸発させることが決まっていた。その割合を踏まえて、天日蒸発ピットの規模（11.9ha）も設計された。しかし SONEDE は、施設稼働後（2013 年 6 月）に、RO 膜での処理の割合を 64%：36%とした。70%→64%に減少させることで RO 膜での淡水化処理にかかる負荷を軽減できると見込んでいたためである。より具体的には、RO 膜に附属するフィルターとカートリッジに負荷がかかり続けるため、将来的な維持管理の継続性（パーツ購入やその費用面も含む RO 膜や関連附帯設備の保護）や技術的に円滑な処理ができなくなることを憂慮して 64%に低下させ、同ピットに送られる高濃度の塩水 36%を上昇させた。しかしその場合、同ピット内の水位上昇（設計標準 1.3m→最大 1.7m）が憂慮された。本事業の施工監理コンサルタントもこの SONEDE の方針、とりわけ同ピット運用に懸念を示した。

2) 事業開始前の話として、RO 膜の処理により排出される高濃度の塩水は、近隣の塩潟（Bhired El Bibent：写真 4）に排水管（淡水化プラントより約 1km）を通じて排水されることが事業関係者間で議論されていた。しかし、塩潟周辺の漁民は、高濃度の塩水が排水されることに懸念を示した。ただし実態として、排水される塩分濃度と塩潟内の塩分濃度に大きな差は無かったが、漁民は高濃度の塩水が塩潟に流れ込むと解釈して憂慮・反対したことから、本事業開始前までに話がまとまらなかった。塩潟は 2007 年にラムサール条約<sup>21</sup>に登録された場所でもあったため、沿岸地域に関する環境許認可を担う行政組織「沿岸地域の保護及び開発機構」（APAL）からも環境クリアランスが取得できなかった。そのため、事業開始前に SONEDE は天日蒸発ピットの整備を提案した。その反面、上述のとおり、SONEDE は RO 膜の運用を 64%：36%とすることに拘った。その結果、同ピットの水位が度々上昇し、最大設計水位である 1.58m を超えてしまう懸念が生じた。特に強い風が吹く

<sup>21</sup> 正式名称は「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」

場合、同ピット内から越水の可能性が懸念された。

3) このような懸念の中、2016年後半期、SONEDE と関係諸機関、漁民との間で塩潟への塩水の排水に関する合意が成立した。SONEDE や関係諸機関は漁民との会合を数度に亘って行い、塩潟への排水は負の影響が少ないこと（排水分と塩潟内の水にかかる塩分濃度に相違はないこと）<sup>22</sup>、それは科学的根拠に基づいていることを根気よく時間をかけて説明し、漁民も最終的に受け入れた。事後評価時現在、同ピットでの塩水処理が行われているが、近い将来、SONEDE は排水管（約 1km）を通じて塩潟に排水する方針である<sup>23</sup>。この経緯を受けて、2016年10月に SONEDE と JICA は、上記 1) 塩潟への本事業施設で処理された塩水の排水、2) RO 膜の回収率 70%→64%への変更、の 2 点の運転方針に関して合意した。近い将来、同ピットを活用しつつ、塩潟への排水が行われる予定である。事後評価時現在、同ピットの水位は 1.3m に安定的に維持されており、将来的に塩潟への排水が実現すると維持管理への負担もさらに軽減される見込みである。いずれにしても事後評価時現在、同ピットに特に問題は生じていない。

以上より、本事業の運営・維持管理は体制、技術、財務面ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。



写真 3：天日蒸発ピット



写真 4：塩潟（Bhuret El Bibent）

## 4. 結論及び教訓・提言

### 4. 1 結論

本事業は、チュニジア南部沿岸地域に位置するメドニン県ベン・ゲルデューヌ地区において、給水量の増加及び水質（塩分濃度）の改善を図り、同地区周辺住民の生活環境の安定に寄与するために、逆浸透膜方式による地下水脱塩化システムの整備を行った。チュニジア政府が策定した「第 11 次社会経済開発 5 年計画」（2007 年～2011 年）、SONEDE が

<sup>22</sup> 補足情報として、本件に関しチュニジア環境保全局（ANPE）の認可を受けていた。

<sup>23</sup> 事後評価時現在、既に約 500m の排水管が敷設されており、今後残り約 500m の整備が進む予定である。

策定した「5カ年開発計画」では、給水率の上昇、都市部及び村落部における飲料水の確保、水質の改善等が示されている。同地区周辺において給水需要の拡大に対する開発ニーズも確認されている。そして日本の援助政策との整合性も確認されることから、妥当性は高い。効率性に関して、アウトプットはおおむね計画どおりで、事業費も当初計画内に収まった。一方、事業期間に関して、チュニジア側の揚水ポンプ場整備は、掘削装置の組立作業に時間を要したこと、同ポンプ場の地中埋設ケーブルの接合作業に時間を要したこと等により当初の計画を超過したため、効率性は中程度である。ベン・ゲルデューヌ地区への給水や水質データなど本事業の定量的効果指標に関して、本事業完成以降、日平均給水量は当初目標値を達成している一方、水質（塩分含有量）は目標値を達成していない。また、同地区周辺住民へのインタビュー調査では「塩分濃度が高い、給水量が少ない、給水圧が低い」といった不満な意見が出されたことに加え、同地区における無収水率も高いことも確認されたため、本事業によるインパクトは限定的と推察される。したがって、有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理を担うベン・ゲルデューヌ地区淡水化サービス局、メドニン県地方支局、スファックス南部地域支社等の体制面・技術面・財務面に特に懸念はない。その他の施設・機材の運営・維持管理状況に特に問題は生じていない。したがって、本事業の実施によって発現した効果の持続性は高い。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

## 4. 2 提言

### 4. 2. 1 実施機関への提言

SONEDE はベン・ゲルデューヌ地区における漏水の実態について詳細調査の上、対策を講じることが望ましい。SONEDE は給水需要を基に給水量を増やす措置を取っても、末端ユーザーである各家庭や商業施設に漏れなく配水されなければ、安全・安心な水供給を行っているとはいえないためである。事後評価時現在、SONEDE は塩分濃度低下と給水量増加を目的とした PNAQ2 を実施中であるところ、それに加えて、同地区における無収水率改善への取り組みを行うことが望ましい。

### 4. 2. 2 JICA への提言

なし。

## 4. 3 教訓

### 事業関係者間の合意を得る重要性

事後評価時現在、天日蒸発ピットに特に問題は生じていない。一方、時間をかけられる

のであったならば事業開始前に塩潟への排水に関して事業関係者間で協議を重ねて環境ク  
リアランスを取得するなど、可能な限り高濃度塩水の排水処理に関する合意形成に注力す  
ることが望ましかったと考えられる。地元住民を含む事業関係者間の合意を得ることは容  
易でないかもしれないが、今後の類似事業において、運営・維持管理を担う側の懸念を減  
らすことを目指す場合、可能な限り時間を掛けて着実に合意を得ておくことは意義がある。

以 上

別添資料：表5 水質（塩分含有量）に関する算定根拠

2012年

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)			月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)			各月の塩分濃度算定	
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)		
1月	153,368	73,569	12,073	239,010	3	0.9	10.5	2.7	
2月	139,951	61,609	12,473	214,033	3	0.9	10.5	2.8	
3月	150,774	62,279	11,827	224,880	3	0.9	10.5	2.8	
4月	153,781	82,996	12,452	249,229	3	0.9	10.5	2.7	
5月	164,791	101,231	12,960	278,982	3	0.9	10.5	2.6	
6月	164,069	121,710	12,528	298,307	3	0.9	10.5	2.5	
7月	161,838	113,199	13,500	288,537	3	0.9	10.5	2.5	
8月	171,875	126,333	12,450	310,658	3	0.9	10.5	2.4	
9月	136,980	105,961	11,250	254,191	3	0.9	10.5	2.5	
10月	167,031	112,095	8,560	287,686	3	0.9	10.5	2.4	
11月	162,278	108,397	9,089	279,764	3	0.9	10.5	2.4	
12月	146,123	98,946	9,619	254,688	3	0.9	10.5	2.5	
								<b>2.6</b>	年平均

出所：SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考：表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。

2013年1月～6月

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)			月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)			各月の塩分濃度算定	
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)		
1月	162,757	93,100	9,619	265,476	3	0.9	9	2.5	
2月	144,741	75,184	9,619	229,544	3	0.9	9	2.6	
3月	168,901	111,589	10,523	291,013	3	0.9	9	2.4	
4月	158,971	100,216	10,835	270,022	3	0.9	9	2.5	
5月	171,067	114,565	10,051	295,683	3	0.9	9	2.4	
6月	164,784	131,084	10,641	306,509	3	0.9	9	2.3	
								<b>2.4</b>	6ヶ月間平均

出所：SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考：表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。

2013年7月

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)				月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)				塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)	SDBG (D)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)	SDBG (4)	
7月	147,818	108,033	9,159	47,094	312,104	3	0.9	9	0.3	2.0

出所：SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考：表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。

↑本事業

※補足情報：本事業未実施の場合、14g/リットル  
(←未実施の場合、4.0g/リットルを超える)

2013年8月～12月

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)+(E)\*(5)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)					月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)					各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)	SDBG (D)	オウラスニア 深井戸(E)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)	SDBG (4)	オウラスニア (5)	
8月	159,493	116,055	10,124	46,273	36,000	367,945	3	0.9	9	0.3	10.5	2.9
9月	149,388	104,961	10,358	40,386	34,158	339,251	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
10月	150,622	105,361	10,052	45,078	39,558	350,671	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
11月	138,620	98,253	9,832	44,024	19,310	310,039	3	0.9	9	0.3	10.5	2.6
12月	121,776	95,587	9,947	45,394	6,000	278,704	3	0.9	9	0.3	10.5	2.2
											<b>2.8</b>	5ヶ月間平均

出所：SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考：表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。

↑本事業

※補足情報：本事業未実施の場合、14g/リットル  
(←未実施の場合、5ヶ月間平均で4.0g/リットルを超える)

2014年

☆塩分濃度算定の計算式 = ((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)+(E)\*(5))/月間生産量合計(m<sup>3</sup>)

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)					月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)					各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)	SDBG (D)	オウラスニア 深井戸(E)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)	SDBG (4)	オウラスニア (5)	
1月	132,522	104,995	14,763	36,427	3,165	291,872	3	0.9	9	0.3	10.5	2.3
2月	131,085	102,421	14,823	9,491	0	257,820	3	0.9	9	0.3	10.5	2.4
3月	154,163	102,668	13,578	27,136	0	297,545	3	0.9	9	0.3	10.5	2.3
4月	160,319	93,145	13,964	43,789	20,880	332,097	3	0.9	9	0.3	10.5	2.8
5月	154,304	102,068	13,547	45,271	23,022	338,212	3	0.9	9	0.3	10.5	2.8
6月	154,787	105,228	13,283	43,269	39,060	355,627	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
7月	171,055	121,002	13,280	49,855	38,102	393,294	3	0.9	9	0.3	10.5	2.9
8月	162,922	111,724	14,005	48,351	38,000	375,002	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
9月	188,793	105,153	13,220	47,715	37,448	392,329	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
10月	160,098	107,383	13,182	50,029	37,001	367,693	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
11月	153,847	105,174	12,952	49,609	20,700	342,282	3	0.9	9	0.3	10.5	2.6
12月	165,000	105,708	12,173	39,105	14,404	336,026	3	0.9	9	0.3	10.5	2.6
												<b>2.8</b>

年平均

出所: SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考: 表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないもの、ほぼ一定である。

↑本事業

※補足情報: 本事業未実施の場合、14g/リットル  
(→未実施の場合、年平均で4.0g/リットルを超える)

2015年

☆塩分濃度算定の計算式 = ((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)+(E)\*(5))/月間生産量合計(m<sup>3</sup>)

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)					月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)					各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)	SDBG (D)	オウラスニア 深井戸(E)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)	SDBG (4)	オウラスニア (5)	
1月	133,446	110,136	1,837	28,077	0	273,496	3	0.9	9	0.3	10.5	1.9
2月	135,254	96,406	70	24,704	10,030	266,464	3	0.9	9	0.3	10.5	2.3
3月	176,405	96,375		27,074	9,659	309,513	3	0.9	9	0.3	10.5	2.3
4月	151,206	109,743	1,998	27,117	39,000	329,064	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
5月	165,803	110,586	2,784	45,580	27,359	352,112	3	0.9	9	0.3	10.5	2.6
6月	154,787	110,969	2,550	46,643	32,258	347,207	3	0.9	9	0.3	10.5	2.7
7月	180,684	96,733	2,781	48,067	51,487	379,752	3	0.9	9	0.3	10.5	3.2
8月	152,499	107,969	1,500	45,369	46,661	353,998	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
9月	167,383	99,880	10,427	44,228	38,661	360,579	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
10月	163,045	106,671	3,393	35,911	43,810	352,830	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
11月	142,324	105,639		25,811	28,728	302,502	3	0.9	9	0.3	10.5	2.7
12月	134,931	119,026		21,204	30,915	306,076	3	0.9	9	0.3	10.5	2.8
												<b>2.8</b>

年平均

出所: SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考: 表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないもの、ほぼ一定である。

↑本事業

※補足情報: 本事業未実施の場合、14g/リットル  
(→未実施の場合、年平均で4.0g/リットルを超える)

2016年

☆塩分濃度算定の計算式 = ((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)+(E)\*(5))/月間生産量合計(m<sup>3</sup>)

月	月間生産量(*ピーク生産量ではない)					月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)					各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸(B)	サヤ深井戸 (C)	SDBG (D)	オウラスニア 深井戸(E)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	サヤ (3)	SDBG (4)	オウラスニア (5)	
1月	133,446	120,007		22,095	39,066	314,614	3	0.9	9	0.3	10.5	2.9
2月	138,670	100,301		23,398	41,746	304,115	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
3月	144,618	103,438		29,684	44,900	322,640	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
4月	144,600	104,963	7,183	42,940	40,528	340,214	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
5月	161,320	108,568	9,930	43,665	40,752	364,235	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
6月	166,156	100,424	10,687	42,733	39,212	359,212	3	0.9	9	0.3	10.5	3.1
7月	179,276	110,049	10,034	42,614	37,254	379,227	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
8月	172,889	111,112	9,723	43,736	40,000	377,460	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
9月	161,300	109,409	5,137	42,785	43,215	361,846	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
10月	156,169	108,783		43,849	44,059	352,860	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
11月	170,835	108,280		41,038	42,921	363,074	3	0.9	9	0.3	10.5	3.0
12月	158,276	108,082		25,993	46,615	338,966	3	0.9	9	0.3	10.5	3.2
												<b>3.0</b>

年平均

出所: SONEDEのデータを基に取りまとめ

備考: 表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないもの、ほぼ一定である。

↑本事業

※補足情報: 本事業未実施の場合、14g/リットル  
(→未実施の場合、年平均で4.0g/リットルを超える)



～2017年8月

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(+ピーク生産量ではない)				月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)				各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深 井戸+ジャレ ル深井戸(B)	SDBG (C)	オウラスニア 深井戸(D)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	SDBG (3)	オウラスニア (4)	
1月	158,097	105,668	35,481	40,500	339,746	3	0.9	0.3	9	2.8
2月	145,146	91,690	37,763	38,707	313,306	3	0.9	0.3	9	2.8
3月	172,070	113,316	41,537	43,983	370,906	3	0.9	0.3	9	2.8
4月	162,265	118,836	28,473	36,721	346,295	3	0.9	0.3	9	2.7
5月	168,408	127,816	41,124	43,746	381,094	3	0.9	0.3	9	2.7
6月	168,408	125,816	41,251	42,600	378,075	3	0.9	0.3	9	2.7
7月	181,709	124,293	39,624	43,490	389,116	3	0.9	0.3	9	2.7
8月	184,709	127,010	41,652	44,095	397,466	3	0.9	0.3	9	2.7
										8ヶ月間平均

出所:SONEDEのデータを基に取りまとめ

↑本事業

備考:表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。 ※補足情報:本事業未実施の場合、14g/リットル  
(→未実施の場合、8ヶ月平均で4.0g/リットルを超える)

2017年9月以降

☆塩分濃度算定の計算式＝((A)\*(1)+(B)\*(2)+(C)\*(3)+(D)\*(4)/月間生産量合計(m<sup>3</sup>))

月	月間生産量(+ピーク生産量ではない)				月間生産量 合計(m <sup>3</sup> )	各水源の塩分含有量(g/リットル)				各月の塩分濃度算定
	南部配水網 (A)	マオウナ深井 戸+ジャレル深 井戸(B)	SDBG (C)	オウラスニア深 井戸(D)		南部配水網 (1)	マオウナ (2)	SDBG (3)	オウラスニア (4)	
9月	163,296	127,010	26,089	11,865	328,260	3	0.9	0.3	9	2.2
10月	168,585	120,834	0	29,241	318,660	3	0.9	0	0.135	2.0
11月	166,723	122,151	0	27,347	316,221	3	0.9	0	0.135	2.0
12月	171,584	122,287	0	28,678	322,549	3	0.9	0	0.135	2.0
										4ヶ月間平均

出所:SONEDEのデータを基に取りまとめ

↑本事業 ↑本事業

備考:表内の各水源の塩分含有量(g/リットル)は定期的に計測されていないものの、ほぼ一定である。

9月上旬まで 9月中旬以降  
※補足情報:本事業未実施の場合、SDBGが14g/リットル、オウラスニアが9g/リットル  
(→未実施の場合、4ヶ月平均で2.9g/リットル)