

## 第 6 章 水道施設計画

## 第6章 水道施設計画

第4章で海水淡水化施設の必要性、浄水能力、設置位置が検討され、第5章で淡水化方式としてのRO膜法、建設用地が選定された。本章では、これらを反映した水運用計画の策定及び送水システムの施設計画を検討する。

### 6.1 水運用計画

#### 6.1.1 基本方針

水源及び浄水施設から水を輸送する送水施設は、給水の安定性において大きな役割を担う。そのため、施設の改良・増設時においても、給水の安定性に十分に配慮した計画を策定する必要がある。以下に詳細を記述する。

##### 1) 配水区域

SONEDE が 2003 年に策定したスファックス大都市圏配水マスタープランは、フェーズ 1 事業を 2011 年、最終計画年を 2032 年としている。現在、SOENDE は、フェーズ 1 事業である配水池の新設・増設及び送配水管路の改良・更新を進めている。本調査でのスファックス大都市圏内の配水区域は同計画の配水区域に合わせることにする。

##### 2) 水運用計画の継続性

スファックス大都市圏の水道システムは、PK11 配水池と PK10 配水池を主要な配水池として、それぞれの時代の水需要に対応させた水運用計画に基づき整備されてきた。将来の水運用を検討する上で、本調査においても PK11 配水池と PK10 配水池を配水の基幹施設として位置づける。

##### 3) 水質改善

水資源原水の塩分濃度が高いチュニジア国では、1983 年制定の飲料水水質基準では塩分濃度に関する基準値として全溶解性物質 (TDS) 濃度を適用しており、その暫定的な運用基準を 2,500 mg/L 以下としていた。推奨値は 500 mg/L であるが、適当な原水を確保することが容易ではないため、このような運用上の基準値<sup>1</sup>を適用せざるを得なかったと推察する。なお、2013 年制定の新基準では TDS 濃度は 200-2000mg/L となった。スファックス大都市圏において得られる飲料用原水の TDS 濃度は、北部広域水道システム系統：約 1,600 mg/L、ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム：約 1,680 mg/L、域内地下水：約 3,160 mg/L といずれも高い。現在、SONEDE は 2,000 mg/L を目標水質として、これらの原水を各配水池で混合し配水している。しかし、実際には 2,000 mg/L を頻繁に超えており、水質に対する住民の不満が大きい。本事業の実施によって需給逼迫状況が改善されることに加え、低 TDS 濃度の海水淡水化生産水が得られることから、水道水の水質改善が図られるものと SONEDE は期待している。

上記状況に鑑み、水運用計画の策定にあたっては、各配水池に必要な水量確保と共に各配水池の水質の改善を念頭に置いて水量配分を行う。具体的には、TDS 濃度が比較的高い既存の水源か

<sup>1</sup> 日本の水質基準では 500 mg/L 以下。

らの供給水の一部を低TDS濃度の海水淡水化生産水に置き換えて、水質の改善を図ることとする。また、過剰揚水が懸念され開発が禁止されている中で特例として開発を許可された高TDS濃度の地下水の揚水量を減らすことにより、水質改善と共に地下水資源の保全を図る。

本事業を実施することにより、SONEDEは配水水質のTDS濃度を1,500 mg/L以下、その他の項目はチュニジア国水質基準を満たすことを希望している。本事業で建設される海水淡水化施設からの生産水はTDS濃度500mg/L程度である。したがって、この海水淡水化施設の生産水量と既存水源の供給水量の比率に鑑み、第1期ではTDS濃度1,500 mg/L以下、第2期では1,200mg/L以下を目標とする。他の水質については、現在、井戸水中の鉄分及び銅濃度が問題となっているが、海水淡水化施設の導入により井戸水の占める割合は低下するため、事業実施後はこれまでSONEDEが行ってきた除鉄処理を行っていれば問題はない。

さらに、各配水池の水質に差異があると住民の不満を招くため、水質、特にTDS濃度で代替的に示される塩分濃度の均一化もSONEDEは要望している。

しかし、後述するように、海水淡水化生産水は既存水源水と混合されて末端の配水池まで順次送水されるが、域内の自己水源を優先的に使用したいというSONEDEの強い希望を満足するために、各配水池用地内で揚水している地下水を各配水池で混合するため、末端の配水池では混合水に占める高TDS濃度地下水の比率が大きくなり、TDS濃度が高くなる。

水質の完全な均一化のためには、水質の異なる各水源の水をそれぞれ設定した割合で全ての配水池に送水するか、あるいは全ての原水を混合してから各配水池に送水しなくてはならないが、前者は各水源の水量と水質が十分で安定していることが必要であり、また各水源水質の常時監視と混合比調整が必要となる。実際には、水量水質が年次的にも季節的にも変化する中で、それを行うことは容易ではない。後者はスファックス大都市圏の需要水量全量を一か所で取り扱うことになり、相当な施設整備が必要となる。

本事業では、上記目標水質を各配水池で達成することで、現状に比べて水質が著しく改善されるため、ある程度水質の差異は許容されるものと考え、初期投資額を抑えるため新たな送水管の建設は可能な限り抑制し、既存送水管を活用してTDS濃度の最低値と最大値の差異をできる限り小さくすることとする。計算の結果、各配水池のTDS濃度の最大値/最小値比は、第1期では200%以下、第2期では180%以下となった。

#### 4) 既存資源の活用

生産単価の安い既存水源の供給水を可能な限り利用する。また、既存送水管を活用することにより、初期投資及び運営管理費の低減を図ることとする。

### 6.1.2 水運用計画の策定における考慮事項

新設する海水淡水化施設から各配水池までの送水計画は、各配水池の将来的な配水区域を見通しながら新たな施設を導入していくというSONEDEの基本方針に従い、各配水池の計画容量を前提に策定することがSONEDEとの協議で合意されている。それに基づき、SONEDEが現在進行中の事業の進捗を確認し、整合性に配慮して前述の基本方針に基づいた水運用計画を策定することとする。策定にあたり考慮した事項は以下のとおりである。

(1) スファックス淡水化施設導入後の水運用方針

スファックス海水淡水化施設が導入された場合のスファックス大都市圏における配水池容量の検討に当たっては、平常時における安定給水の確保はもとより、夏期のピーク時においても需要者への給水を継続できるようにすることが必要である。また、スファックス大都市圏の配水システムの特徴として、配水管網が高区と低区に二分され、それぞれの配水区には複数の配水池から配水されているが各配水区内の配水管網は一体としてつながっていることがある。したがって、ある配水池で水不足が生じる恐れがある場合、比較的余裕のある配水池から水を補填して、全体としてのシステムの機能を保持するという運用方針がある。

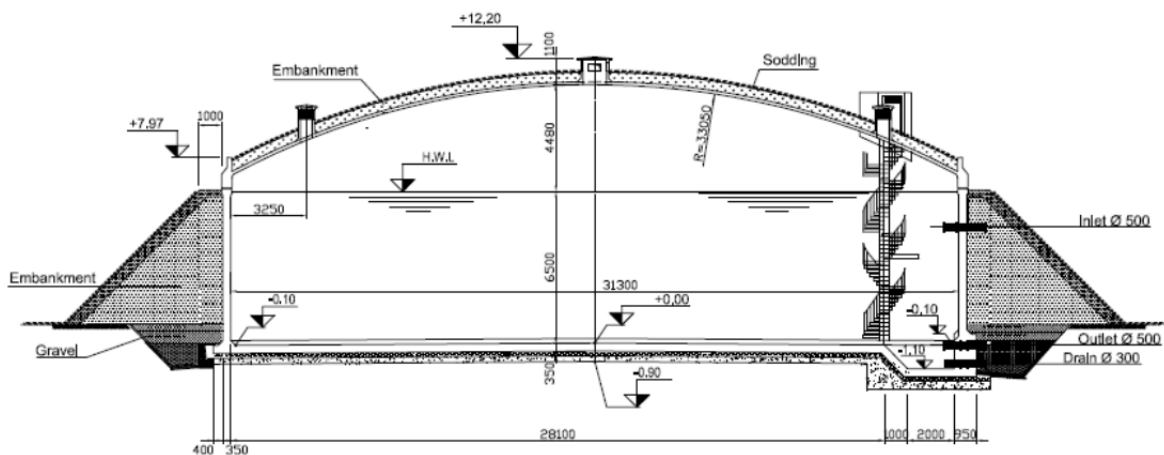
以上の事項を考慮して、配水池への送水について次の条件で検討することとした。

- 計画送水量は、ピーク時の水量すなわち計画一日最大給水量を用いて検討する。
- 海水淡水化施設から配水池、あるいは配水池から配水池への送水については、配水区域全体として合理的な水運用が可能となるように各送水管の計画送水量を決定する。
- 配水池の必要容量は計画一日最大給水量の 40 %を基準に考える（SONEDE の計画方針。基準はない。）。
- 将来に必要な配水池は、既存の配水池の用地内に設置することを前提に考える。その場合の配水池は SONED E の標準設計容量の配水池を組み合わせることを前提に考える。

表 6.1-1 SONED E 標準配水池標準寸法表

有効容量 (m <sup>3</sup> )	内径 (m)	外径 (m)	池水深 (m)	排水ピット深 (m)	屋根スラブ厚 (m)	屋根の曲率半径 (m)
10,000	45.00	45.80	6.30	1.40	0.10	21.50
5,000	31.30	32.00	6.50	1.00	0.15	33.05
2,500	26.00	26.60	4.65	1.00	0.15	33.05
1,500	21.00	21.44	4.37	1.00	0.15	20.45
1,000	17.72	18.16	4.10	1.00	0.22	19.00
500	12.70	13.10	4.10	0.75	0.15	12.95
250	10.00	10.20	3.30	0.60	0.20	10.25
100	7.20	7.50	2.60	0.60	0.15	7.65

出典：JICA 調査団



出典：SONED E

図 6.1-1 SONED E 配水池標準図 (容量 5,000 m<sup>3</sup> の場合)

## (2) 海水淡水化施設からの生産水送水検討条件

以下の考えに基づき、海水淡水化施設の生産水をスファックス大都市圏の配水池に送水することとする。

- 海水淡水化施設が配水池より低地に位置するため送水はポンプ加圧式による。
- 海水淡水化施設の送水ポンプ施設は、新たに用地取得される淡水化施設建設予定地内に設置することとし、送水ルートの中で必要となるポンプ施設は既存の配水池用地内に設置する。
- 海水淡水化施設から送水する配水池は、海水淡水化施設に最も近く、スファックスの給水システムの基幹施設として機能している PK11 配水池とする。
- 配水池から配水池への送水<sup>2</sup>については、ポンプ加圧式により PK11 配水池から Bou Merra 配水池及び PK10 配水池に、さらに PK10 配水池から PK14 配水池に、そして PK14 配水池から Sidi Salah 高区 (EH) 配水池に送水する。
- Sidi Salah 高区配水池から Sidi Salah 低区 (EB) 配水池へは、自然流下式で送水する。

## (3) 北部広域水道システムからの供給水の送水検討条件

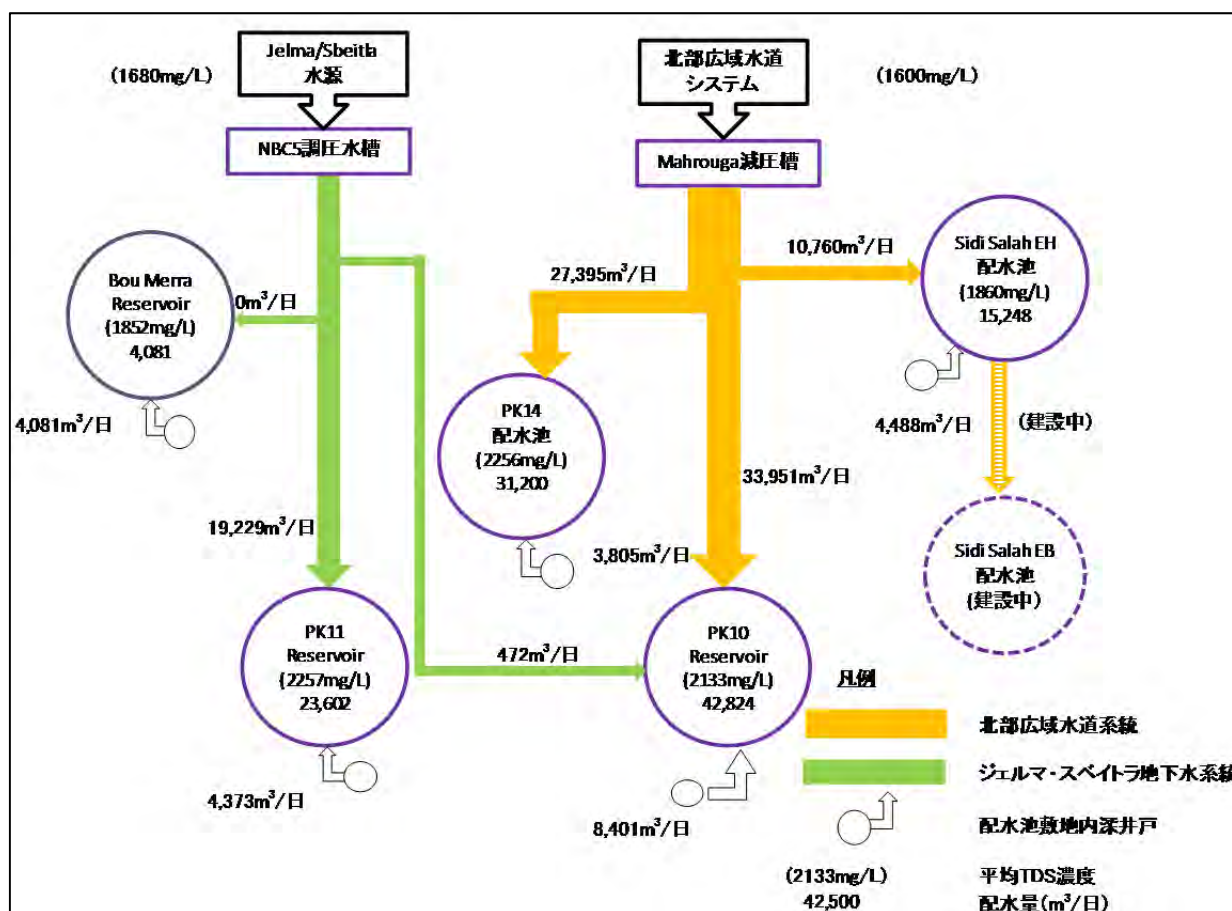
スファックス大都市圏へ北部広域水道システムから送水された水は、スファックス県北部のマーディア県のポンプ場 (Ker Ker ポンプ場) でスファックス県との県境に位置する貯水池 (Rouadhi 貯水池) まで圧送される。そして Rouadhi 貯水池から、自然流下式でスファックス県に送水され、送水管の途中の減圧槽 (Mahrouga 減圧槽) で圧力調整をして、スファックス大都市圏の配水池 (Sidi Salah 高区配水池、PK14 配水池及び PK10 配水池) に水供給が行われている (図 6.1-2 参照)。

本事業においては、北部広域水道システムからの供給水の送水については、次の条件で検討することとする。

- 北部広域水道システムからの供給水は、既設送水管により Sidi Salah 高区配水池、PK14 配水池、及び PK10 配水池に送られる。
- ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの既設送水管を活用して北部広域水道システムから PK11 配水池に水を送る。
- なお、2016 年に供用開始する予定の Sidi Salah 低区配水池には、Sidi Salah 高区配水池から自然流下で送水される。

---

<sup>2</sup> 送水系統の代替案について比較検討した結果、所要水量のみを順次揚水していくシステムが最も経済的であることが判明した。また、水質の均一化要件につき、水質の差異を一定限度に抑えるためには、海水淡水化施設生産水を既存水源からの供給水の多くと混合してから各配水池へ送水することが必要であることが判明した。このため、生産水と既存水源水の受水混合槽を既存 PK11 配水池用地内の SONEDE 用地に設けることとし、同槽から混合水を各配水池に順次ポンプ送水することとした。これにより第 1 期事業では配水池及び受水混合槽に係る新規用地取得の必要はない。



出典：JICA 調査団

図 6.1-2 スファックス大都市圏送水系統概要図（現況、2013）

(4) ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの供給水の送水検討条件

シディ・ブジド県からスファックス県にジェルマ・スベイトラ地下水送水システムから送水された水は、スファックス県内の西部地域で分水された後、NBC5 調圧水槽を經由してスファックス大都市圏の配水池（PK11 配水池及び Bou Merra 配水池）に供給されている（図 6.1-2 参照）。

本事業においては、ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの供給水の送水については、次の条件で検討することとする。

- ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの供給水は、Bou Merra 配水池及び PK11 配水池に送られる。なお、現在、Bou Merra 配水池はその配水量の殆どを敷地内の深井戸から取水し、鉄分除去した後、配水している。
- ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの供給水は、PK10 及び PK14 にも送水可能であるが、実際には殆ど送水されていない。

(5) 域内地下水の揚水検討条件

スファックス大都市圏内の地下水は主に各配水池内の井戸から取水されている。6.1.1 基本方針に記したようにその TDS 濃度は高い。また、既に揚水規制が課せられている状況であったが、2012 年に渇水が起きたことから、特別許可を得て井戸の新設が行われている。本事業が実施されることによ

り、大都市圏内の地下水揚水量を大きく削減することが可能となる。一方、ジェルマ・スベイトラ水源については、スファックス県南部地域、水源地域及び送水管路沿線地域が供給を求めており、スファックス大都市圏への供給が計画通りに確保されるか、予断を許さない。このため、量的には、大都市圏内配水池に付属する井戸からの地下水揚水を全面的に削減することも可能であるが、上記事情から調査団は以下のオプションの可能性を検討した。

オプション1：現在の揚水量（25,148m<sup>3</sup>/日、2013）を90%以上削減（非常用として井戸は保存管理するため保守運転を定期的に行うため、ある程度は揚水する。）

オプション2：現在の揚水量を20%削減し、ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水量から揚水相当量を削減する。

オプション3：現在の揚水量を20%削減し、ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水量から揚水相当量の半量を削減する。また、北部広域水道システム供給水量から揚水相当量の半量を削減する。

なお、地下水揚水量は過去の実績では増減している。スファックス大都市圏内の配水池に給水している井戸の日最大揚水量は2011年に26,105m<sup>3</sup>/日を記録しており、最大供給可能水量としてはスファックス大都市圏全体で26,100m<sup>3</sup>/日と考える。ただし、事業完成前の水不足時には各井戸の過去4年間（2010年～2013年）の最大揚水量を考慮し、合計で27,100m<sup>3</sup>/日を揚水する計画とした。オプションで現在の揚水量としているのは2013年の揚水量25,148m<sup>3</sup>/日を指し、これを削減する計画とした。これらのオプションの特徴、利点・欠点は以下のとおりである。

表 6.1-2 地下水揚水量の削減オプション

No.	特徴	利点	欠点	評価
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現在の揚水量の90%以上削減。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 域内地下水資源の保全。</li> <li>● 配水水質の大きな改善。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ポンプ送水量の増加。</li> <li>● 他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が他オプションに比べて大きい。</li> </ul>	他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が小さいことから本案は採用しない。
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現在の揚水量の20%削減。</li> <li>● ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水量の削減（揚水量相当分）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム水源の融通性の確保。</li> <li>● ポンプ送水量の減少。</li> <li>● 他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が小さくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水水質の改善度が小さい。</li> <li>● 域内地下水資源の保全度合いが小さい。</li> </ul>	オプション1に比べ他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が小さいものの、北部広域水道システムへの依存度がオプション3に比べ大きいことから、本案は採用しない。
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 現在の揚水量の20%削減。</li> <li>● ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水量の削減（揚水量の半量相当分）。</li> <li>● 北部広域水道システム供給水量の削減（揚水量の半量相当分）。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム水源の融通性の確保。</li> <li>● 北部広域水道システム水源の融通性の確保。</li> <li>● ポンプ送水量の減少。</li> <li>● 他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が小さくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配水水質の改善度が小さい。</li> <li>● 域内地下水資源の保全度合いが小さい。</li> </ul>	オプション1に比べ他地域の需要の増減に左右される既存水源への依存度が小さく、また、オプション2に比べ北部広域水道システムへの依存度が下がり、3オプションの中では最もバランスがとれていることから本案を採用する。

表 6.1-2 に示す各オプションは技術的には全て可能であり、また、他水源に比べて地下水量は少ないため、必要な施設にも差はない。各オプションの利点・欠点を勘案の上、水源の融通性が確保でき、ポンプ送水量が低減され、他地域の需要の増減による影響の度合いが各オプションの中では最も小さいオプション 3 を採用することとし、SONEDE も同意した。水質面ではオプション 3 はオプション 1 に比べ配水の TDS 濃度がかなり大きくなるが、SONEDE が当初から要望している 1500mg/L 以下を確保できる。

#### (6) スファックス大都市圏送水系統図

現況のスファックス大都市圏の水運用の概要は図 6.1-2 に示すとおりである。

### 6.1.3 スファックス大都市圏水運用計画

水運用計画として、前述したスファックス大都市圏における水運用計画の基本方針並びに考慮事項に基づき、計画目標年までの各年次で各配水池に対する各水源の供給水量の配分計画を策定した。

#### (1) 配水池別給水量

各配水池への送水量は各配水池の給水量に基づくが、広域水道戦略計画ではスファックス県の配水量は計画されているものの、配水量池別の給水量の計画は行われていない。このため、スファックス大都市圏配水マスタープランで計画された各配水池別の給水量の割合及び各配水池の既存施設整備状況を考慮し、本事業ではスファックス大都市圏の需要水量を表 6.1-3 に示すとおり各配水池に配分した。

表 6.1-3 年次別各配水池給水量

日最大給水量 (m<sup>3</sup>/日)

配水区・配水池		2013 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
低区	PK11	23,602	37,300	43,200	49,700	59,100
	PK10	42,899	48,300	50,100	61,700	73,200
	Sidi Salah 低区	-	20,400	27,200	40,100	50,400
高区	Bou Merra	4,081	13,100	15,100	18,900	23,100
	PK14	31,200	33,700	34,600	36,000	43,100
	Sidi Salah 高区	15,248	16,700	17,800	18,000	21,900
全体	スファックス大都市圏	117,030	169,500	188,000	224,400	270,800

日平均給水量 (m<sup>3</sup>/日)

配水区・配水池		2013 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
低区	PK11	16,900	26,600	30,900	35,500	42,200
	PK10	30,600	34,500	35,800	44,100	52,300
	Sidi Salah 低区	-	14,600	19,400	28,600	36,000
高区	Bou Merra	2,900	9,400	10,800	13,500	16,500
	PK14	22,300	24,100	24,700	25,700	30,800
	Sidi Salah 高区	10,900	11,900	12,700	12,900	15,600
全体	スファックス大都市圏	83,600	121,100	134,300	160,300	193,400

出典：JICA 調査団

また、表 6.1-3 に示す配水量に基づき、第 1 期事業では日最大給水量の 6 時間分<sup>3</sup>（日平均配水量

<sup>3</sup>：事業実施の緊急性及び事業費の圧縮が求められている第 1 期事業においては、最低限の必要容量を整備することとし、配水量の日間変動に対して対応できる 6 時間の容量を最低容量とした。ただし、第 2 期事業においては、日最大配水量の 40%程度という SONEDE の要件を満たす配水池を整備することとし



の 8.4 時間分) 以上を最低限の目安として、表 6.1-4 及び表 6.1-5 に示すように必要容量を確保する計画とした。表 6.1-6 に各配水池の整備計画及び配水池の計画滞留時間を示す。

表 6.1-4 各配水池容量

単位：m<sup>3</sup>

配水区・配水池		2013 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
低区	PK11	22,000	22,000	22,000	22,000	<b>24,500</b>
	PK10	20,000	20,000	20,000	<b>30,000</b>	30,000
	Sidi Salah 低区	-	5,000	5,000	<b>15,000</b>	<b>20,000</b>
高区	Bou Merra	1,500	<b>6,500</b>	6,500	<b>9,000</b>	9,000
	PK14	10,000	10,000	10,000	<b>15,000</b>	<b>17,500</b>
	Sidi Salah 高区	7,500	7,500	7,500	7,500	<b>10,000</b>
全体	スファックス大都市圏	61,000	71,000	71,000	98,500	111,000

出典：JICA 調査団

表 6.1-5 各配水池容量（時間：対日最大給水量）

配水区・配水池		2013 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
低区	PK11	22.4	14.2	12.2	10.6	9.9
	PK10	11.2	9.9	9.6	11.7	9.8
	Sidi Salah 低区*	-	5.9	4.4	9.0	9.5
高区	Bou Merra	8.8	11.9	10.3	11.4	9.4
	PK14	7.7	7.1	6.9	10.0	9.7
	Sidi Salah 高区	11.8	10.8	10.1	10.0	11.0
全体	スファックス大都市圏	12.5	10.1	9.1	10.5	9.8

出典：JICA 調査団

\*：Sidi Salah 低区配水池は 2016 年に 5000m<sup>3</sup> x 1 池を完成させる予定の別事業が進められている。通常、給水量の日間変動に対しては 6 時間程度の容量で対応できることと、Sidi Salah 低区配水池の供給源となっている Sidi Salah 高区配水池の容量に余裕があること、新規の配水区域のため計画通りには配水量は伸びないと思われること等を勘案し、日最大配水時には Sidi Salah 高区配水池が機能を補完することとして、第 1 期事業期間では Sidi Salah 低区配水池を増設しないこととする。

Sidi Salah 低区+高区配水池の合計滞留時間

$$= (5000\text{m}^3 + 7500\text{m}^3) / (27200\text{m}^3/\text{日} + 17200\text{m}^3/\text{日}) \times 24 \text{ 時間/日} = 6.8 \text{ 時間}$$

北部広域水道システムからの供給水量が年次毎に大きく変化するため、各年次の各水源の供給水量配分計画は各年次で異なってくる。本計画では、以下の方針の下に既存水源供給水及びスファックス海水淡水化施設生産水を配分した。

- 1) チュニジア国における TDS 濃度の飲料水水質基準は、表 5.1-6 に示すとおりである。法制化の手続きが進行中の新基準である NT09.14：2013 では TDS 濃度 200 - 2,000mg/L である。一方、WHO の指針では、1,000mg/L 以下である。SONEDE は、国内および WHO の水質基準を参考にし、スファックス大都市圏では 1,500mg/L 以下で給水することを考えている。そのため、与えられた条件下で達成可能な水質を目標水質とすべく試算したところ、第 1 期計画では各配水池の計画 TDS 濃度を 1,500mg/L 以下を達成することが可能となった。第 2 期計画では、生産水量が増加することから、1,200mg/L 以下とした。

同様に SONEDE は各配水池の配水水質の可能な限りの均一化を要望していたため、各配水池の TDS 濃度の最大値と最小値の比率を、与えられた条件下で可能な限り最少となるように配慮した。なお、水質の均一化のためには、海水淡水化施設生産水を直接受水する PK11 配水池

た。

に全ての水源の水を集中させて混合することが理想的ではあるものの、その案は送水施設建設費用の増大と送水費用の増加を招くため採用できない。本調査では各既存水源の供給水を各配水池に分散するものの、既存の送水管路を出来る限り活用し、地下水は各配水池で直接混合することとして、建設費用と送水費用の低減化を図った。その結果、各配水池の TDS 濃度の最大/最少比率は第 1 期 200%以下、第 2 期 180%以下となった。TDS 濃度は本事業を実施しない場合に比べて相当に改善されることからこの程度の TDS 濃度の差は許容できるものと判断した。

ただし、この水質及び比率は各水源の供給水の適切な運用によって達成出来るものであり、この運用度合いによっては水質悪化と配水池間の水質の差異の増加を招く可能性があることに留意しなくてはならない。

- 2) 既存配水池に送水しているスファックス大都市圏内の深井戸の揚水は 80%程度に削減して継続する。
- 3) 水単価の安い北部広域水道システム供給水及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水を最大限利用する。
- 4) スファックス大都市圏内の深井戸の揚水量相当量を北部広域水道システム供給水量及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システム供給水量から削減する。
- 5) 上記 1)の条件を考慮してスファックス海水淡水化施設生産水の水量を定める。

表 6.1-6 に各年次の水源別配水量配分計画を示す。この水運用計画に基づいた各配水池の水質計算結果を表 6.1-7 に示す。

表 6.1-6 各配水池配水量内訳 (日最大)

Phase	Actual				Pre-Construction							Phase 1					Phase 2										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	
<b>Available Quantity from Water Sources</b>																											
North Water Transmission System																											
Jelma-Sbeitla Groundwater Trans. System																											
Groundwater in Greater Sfax																											
<b>Total Distribution Volume (m<sup>3</sup>/d)</b>																											
<b>PK11 (distribution flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
Sfax Desalination																											
<b>Mixed Water Transmission</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											
<b>Bou Merza (max. dist. flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
<b>Mixed Water</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											
<b>PK10 (max. distribution flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
<b>Mixed Water</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											
<b>PK14 (max. distribution flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
<b>Mixed Water</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											
<b>Sidi Salah EH (max. dist. flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
<b>Mixed Water</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											
<b>Sidi Salah EB (max. dist. flow*)</b>																											
Wells																											
North Water																											
Jelma-Sbeitla Water																											
<b>Mixed Water (thru SS EH)</b>																											
<b>Total</b>																											
<b>TDS (mg/l)</b>																											

出典：JICA 調査団

表 6.1-7 各配水池の計画 TDS 濃度

単位：TDS mg/L、Q m<sup>3</sup>/日

TDS(mg/l)	Phase 1					
Reservoir	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PK11	1,800	1,861	733	888	866	901
Bou Merrra	2,293	2,243	1,289	1,464	1,344	1,350
PK10	1,888	1,906	1,215	1,109	1,096	1,119
PK14	1,822	1,820	1,396	1,283	1,293	1,303
Sidi Salah EH	1,835	1,810	1,459	1,487	1,378	1,381
Sidi Salah EB	1,835	1,810	1,459	1,487	1,378	1,381
Highest TDS	2,293	2,243	1,459	<b>1,487</b>	1,378	1,381
Lowest TDS	1,800	1,810	733	888	866	901
Highest/Lowest	127%	124%	<b>199%</b>	168%	159%	153%
Desalination Q	0	0	90,000	100,000	100,000	100,000

TDS(mg/l)	Phase 2-1				
Reservoir	2026	2027	2028	2029	2030
PK11	709	648	599	587	596
Bou Merrra	1,171	1,102	1,040	1,013	1,003
PK10	931	868	755	749	795
PK14	1,126	1,066	863	930	964
Sidi Salah EH	1,192	1,134	928	1,015	1,042
Sidi Salah EB	1,192	1,134	928	1,015	1,042
Highest TDS	<b>1,192</b>	1,134	1,040	1,015	1,042
Lowest TDS	709	648	599	587	596
Highest/Lowest	168%	<b>175%</b>	174%	173%	175%
Desalination Q	135,000	150,000	180,000	180,000	180,000

TDS(mg/l)	Phase 2-2				
Reservoir	2031	2032	2033	2034	2035
PK11	606	643	685	622	661
Bou Merrra	995	1,010	1,032	964	985
PK10	803	831	860	796	830
PK14	1,020	1,037	1,052	992	1,012
Sidi Salah EH	1,089	1,119	1,129	1,072	1,087
Sidi Salah EB	1,089	1,119	1,129	1,072	1,087
Highest TDS	1,089	1,119	<b>1,129</b>	1,072	1,087
Lowest TDS	606	643	685	622	661
Highest/Lowest	<b>180%</b>	174%	165%	172%	165%
Desalination Q	180,000	180,000	180,000	200,000	200,000

出典：JICA 調査団

2035年までの施設整備の目途となる年次の水運用計画並びに施設整備方針を以下に示す。下線部は本事業第1期で整備する施設である。斜字部はスファックス大都市圏外の事業である。なお、サイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池/浄水場の稼働開始年は現段階ではSONEDEの計画を踏襲している。

1) 2022年：海水淡水化施設運転開始直後（第1期事業）

2022年にスファックス海水淡水化施設第1期事業が完了し、海水淡水化生産水が供給される。それまでに受水混合池、配水池、送水管、送水ポンプ場等の関連送水施設を整備する必要がある。これらが第1期事業として円借款対象施設となる。

また、本事業とは別にサイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池並びに浄水場の整備事業が進められ2020年には一部通水する予定としている。

- ・ 2020年サイダ貯水池+カラー・カビラ貯水池/浄水場新設(能力1,500 L/秒 = 129,600 m<sup>3</sup>/日)
- ・ 2022年スファックス海水淡水化施設第1期 100,000 m<sup>3</sup>/日新設
- ・ 2022年までに海水淡水化施設から5配水池 (PK11, Bou Merra, PK10, PK14, Sidi Salah 高区) までの送水管及びポンプ施設を新設
- ・ 2022年までに Bou Merra 配水池容量 5,000 m<sup>3</sup> 増設 (増設後容量 6,500 m<sup>3</sup>)

2) 2022年~2025年：スファックス海水淡水化施設第1期運転期間、スファックス海水淡水化施設第2期整備段階（図 6.1-3 参照）

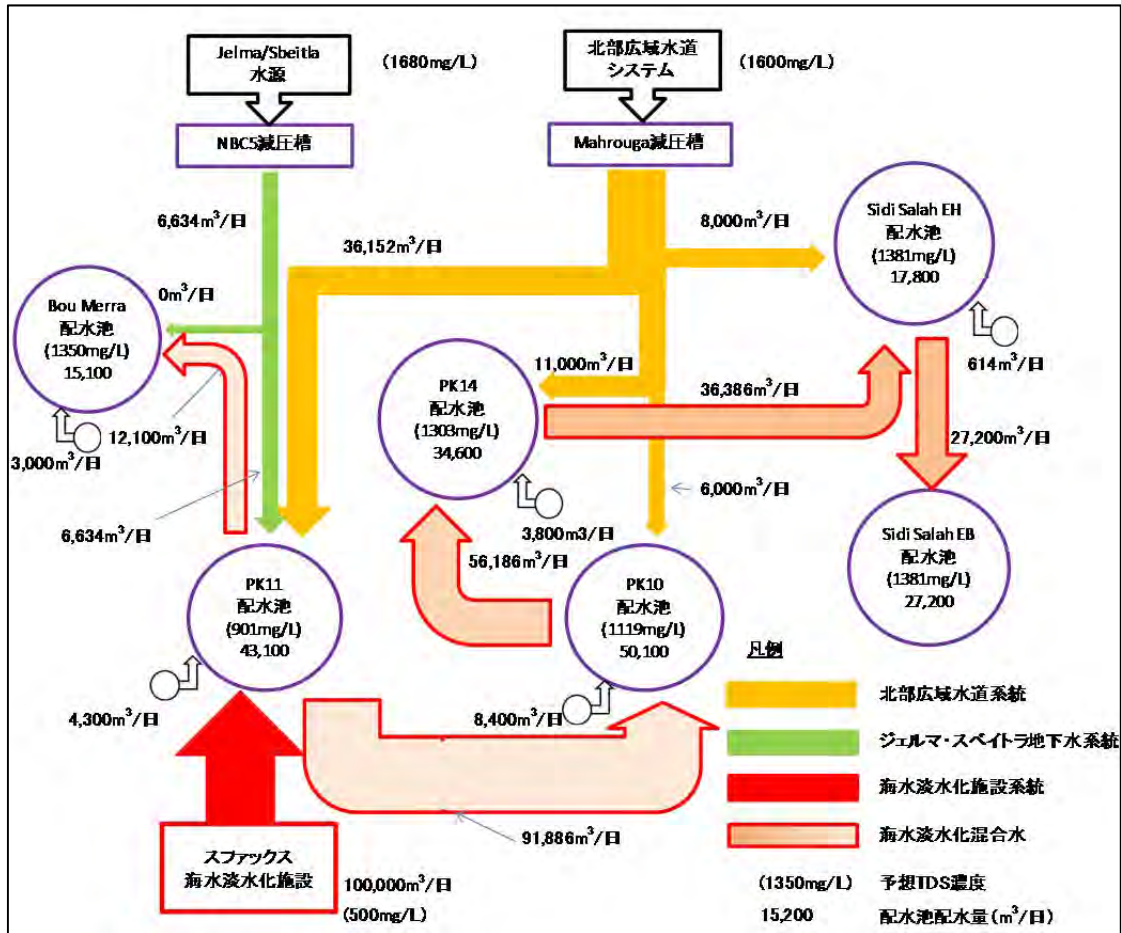
スファックス海水淡水化施設の第1期分で2025年までは水需要を満たすことができるため、2025年までをスファックス海水淡水化事業第1期事業期間とする。スファックス海水淡水化事業では第2期事業に向けて準備を進め、その建設に着手しなくてはならない。各配水池も配水量の増加に対応して2026年までに増設する必要があり、これらは第2期事業として本期間中に建設を進める必要がある。

別事業であるが、この期間中にカラー・カビラ浄水場の増設が予定されている。カラー・カビラ浄水場の浄水は北部広域水道システムに取り込まれ、上流部の需要を満たした後の余剰水が北部広域水道システムを通じてスファックス大都市圏に供給される。

図 6.1-3 に 2025 年の水運用計画を示す。

- ・ 2024年カラー・カビラ浄水場増設(増設後能力3,000 L/秒 = 259,200 m<sup>3</sup>/日)
- ・ 2025年末までにスファックス海水淡水化施設 100,000 m<sup>3</sup>/日増設(増設後能力 200,000 m<sup>3</sup>、ただし、需要水量の伸びに応じた段階的整備を行うことについて、今後の需要の伸びを確認して検討する必要がある。)
- ・ 2025年末までに Bou Merra 配水池容量 2,500 m<sup>3</sup> 増設(増設後容量 9,000 m<sup>3</sup>)
- ・ 2025年末までに PK10 配水池容量 5,000 m<sup>3</sup> 増設(増設後容量 25,000 m<sup>3</sup>)
- ・ 2025年末までに PK14 配水池容量 5,000 m<sup>3</sup> 増設(増設後容量 15,000 m<sup>3</sup>)
- ・ 2025年末までに Sidi Salah 低区配水池容量 10,000 m<sup>3</sup> 増設(増設後容量 15,000 m<sup>3</sup>)





注) 海水淡水化施設を除き、水源施設の拡張・新規開発は SONEDE の計画による。

出典：JICA 調査団

図 6.1-3 スファックス大都市圏海水淡水化生産水運用計画 (2025 年)

3) 2026 年~2030 年：スファックス海水淡水化施設第 2 期運転期間前半、サヘル海水淡水化施設稼働直前

2026 年までにスファックス海水淡水化施設の増設が必要となる。2026 年以降をスファックス海水淡水化事業第 2 期事業期間とする。第 2 期事業期間は目標年次 2035 年まで 10 年間あるため、その前半の 5 年間に必要な整備を以下に示す。この間に配水量の増加に伴い、順次各配水池の増設が必要となる。

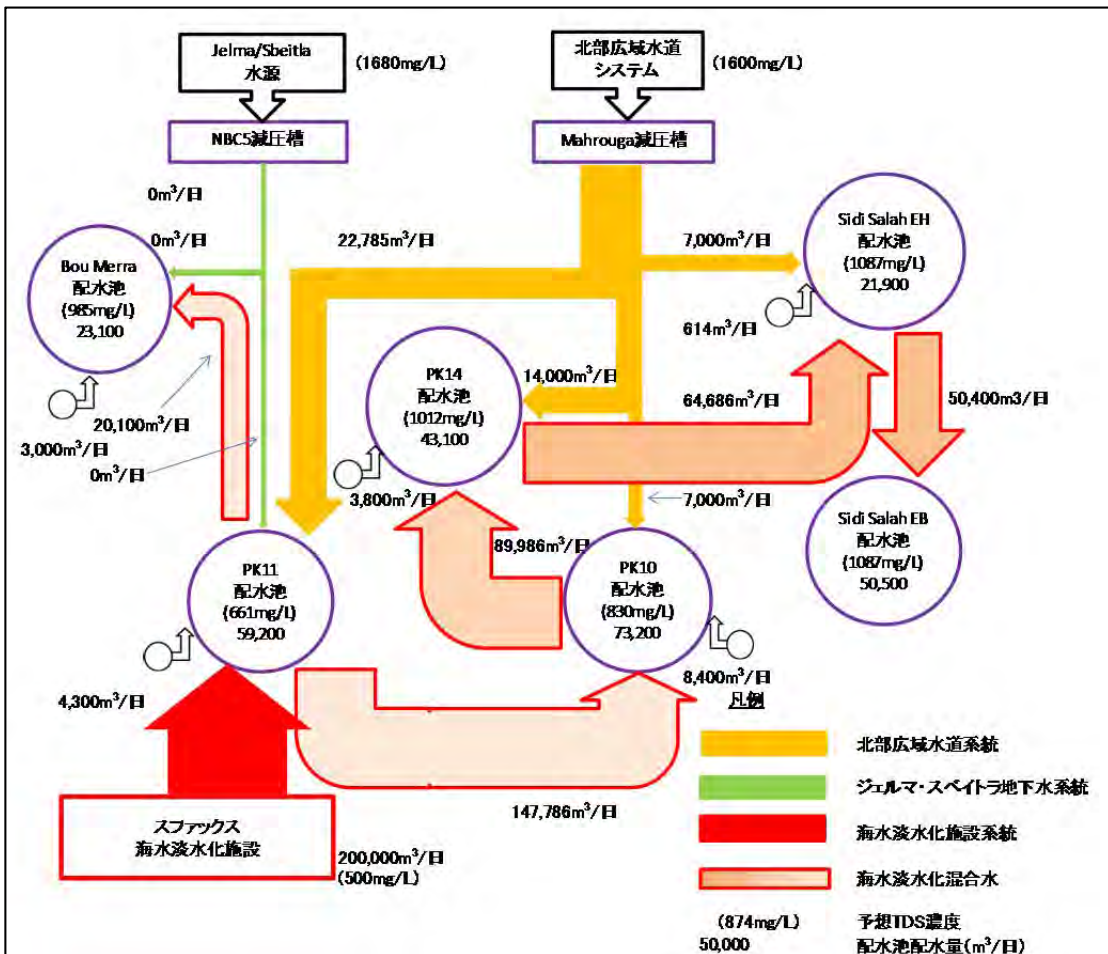
別事業であるが、この期間中にカラー・カビラ浄水場が増設され全体計画が完了する。また、2031 年に稼働を予定しているサヘル海水淡水化施設の建設準備を進めなくてはならない。

- ・ 2029 年カラー・カビラ浄水場増設 (増設後 4,000L/秒=345,600m³/日)
- ・ 2030 年までに PK10 配水池容量 5,000 m³ 増設 (増設後容量 30,000 m³)
- ・ 2030 年までに Sidi Salah 低区配水池容量 5,000 m³ 増設 (増設後容量 20,000 m³)

4) 2031年~2035年:スファックス海水淡水化施設第2期運転期間後半、本調査計画目標年次(図6.1-4参照)

第2期運転期間の後半である。配水量の増加に伴い、順次各配水池の増設が必要となる。別事業であるが、この期間中にサヘル海水淡水化施設の増設を進める必要がある。

- ・ 2031年サヘル海水淡水化施設 50,000 m<sup>3</sup>/日新設 (能力 50,000 m<sup>3</sup>/日)
- ・ 2032年までに PK14 配水池容量 2,500 m<sup>3</sup> 増設 (増設後容量 17,500 m<sup>3</sup>)
- ・ 2032年までに Sidi Salah 高区配水池容量 2,500 m<sup>3</sup> 増設 (増設後容量 10,000 m<sup>3</sup>)
- ・ 2033年までに PK11 配水池容量 2,500 m<sup>3</sup> 増設 (増設後容量 24,500 m<sup>3</sup>)
- ・ 2035年までサヘル海水淡水化施設 200,000 m<sup>3</sup>/日を順次増設 (増設後能力 250,000 m<sup>3</sup>/日)



注) 海水淡水化施設を除き、水源施設の拡張・新規開発は SONEDE の計画による。  
出典: JICA 調査団

図 6.1-4 スファックス大都市圏海水淡水化生産水運用計画 (2035年)

策定された水運用計画では、海水淡水化施設整備事業については、円借款に伴う諸手続期間も考慮し、第1期施設 (100,000 m<sup>3</sup>/日) を 2022 年に稼働させ、2026 年に第2期施設を稼働させることにしている。その間及び 2026 年以降も配水池や他水源の整備は続けることになる。また、海水淡水化施設の第1期施設が完成する 2022 年までに Bou Merra 配水池の増設が必要となる。

したがって、海水淡水化施設整備第1期事業で整備する施設すなわち円借款対象施設は、i) 海

水淡水化施設第 1 期施設、ii) 生産水を配水池まで送水する送水管、iii) 生産水あるいは混合水と既存水源水を受水する受水混合槽、iv) 増設配水池、v) 生産水を各配水池まで送水するポンプ施設及びそれらの付属施設である。配水管については、現在、スファックス大都市圏配水マスタープランに基づき配水管路を順次拡張整備しているところであり、それに準じて配水量の配分をしていることから、本事業では現段階で配水管路の整備の必要はない。

なお、上記した年次は SONEDE の計画に基づくものであり、今後決定される事業実施スケジュールにより変更される可能性がある。

## 6.2 送水施設

### (1) 送水ポンプ

海水淡水化施設用地内に設置する送水ポンプ棟に、生産水貯水タンクに貯留された生産水を配水池に送水するポンプを設置する。第 1 期では、送水量 100,000 m<sup>3</sup>/日対応として常用 2 基 + 予備ポンプ 1 基を配置する。

送水ポンプ棟には第 2 期分として同量を送水するためのポンプ設置場所を確保する。また、第 1 期は第 2 期に比べ送水量が半分であり、送水管の管内摩擦による水頭損失が著しく異なることから、ポンプの交換を避けつつエネルギー効率の良い運用を行うため、第 1 期分のポンプ 2 基は回転数制御運転とする。

海水淡水化施設及び各配水池の標高、送水量、及び送水管管径を検討し、ポンプ仕様を以下のとおり定めた。

#### ● 送水ポンプ：

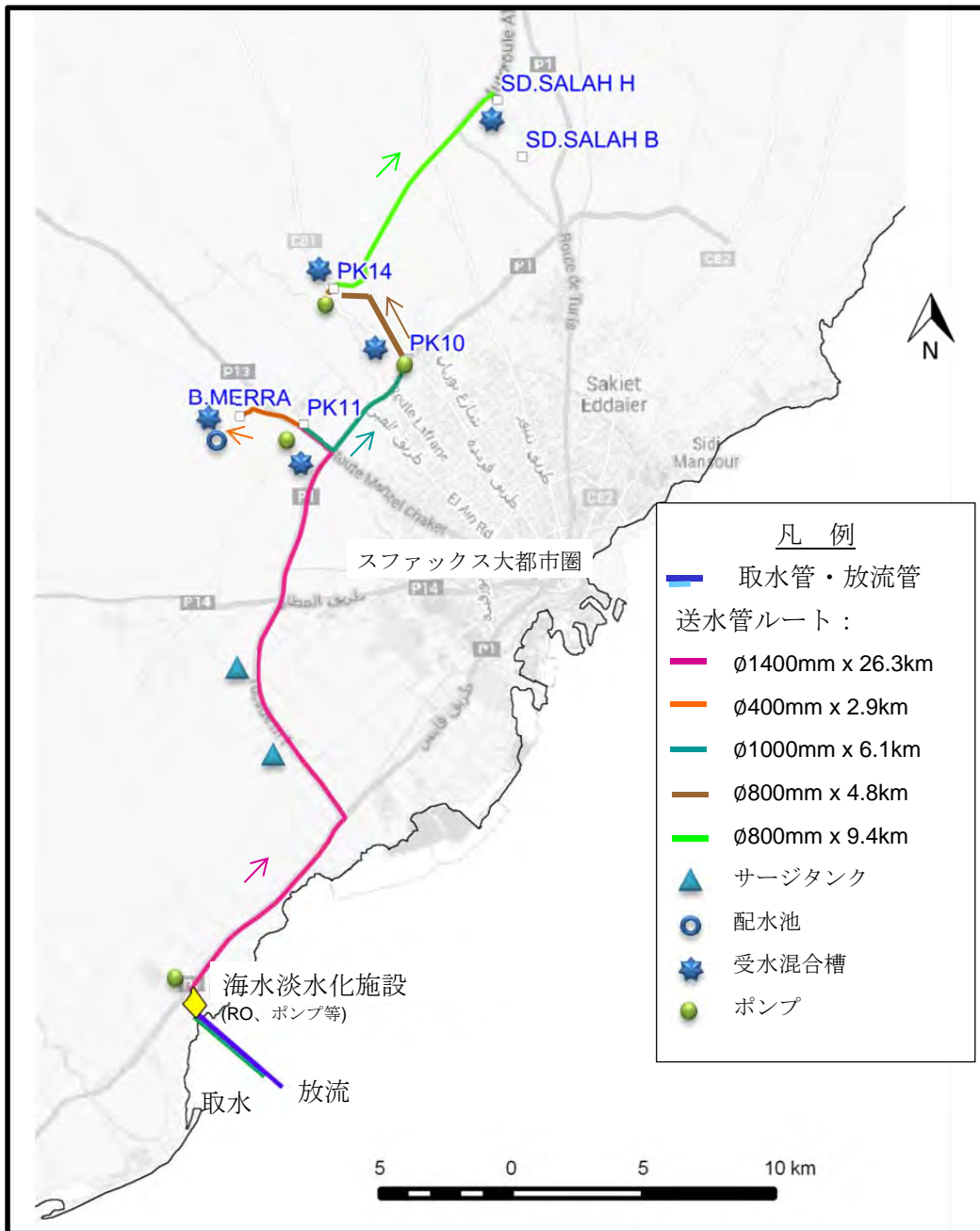
第 1 期 流量:34.8 m<sup>3</sup>/分/基、全揚程 95 m、出力 800 kW x 2 基 (+予備 1 基) 合計 3 基  
(内、2 基は回転数制御)

第 2 期 流量:34.8 m<sup>3</sup>/分/基、全揚程 95 m、出力 800 kW x 2 基 (+予備 1 基) 合計 3 基  
(内、2 基は回転数制御)

### (2) 送水管

海水淡水化施設用地内送水ポンプ棟から配水池まで海水淡水化施設生産水を送水する送水管を敷設する。送水先は 6.1.3 に示す水運用計画に基づき、PK11 配水池とする。さらに PK11 配水池から Bou Merra 配水池、PK11 配水池から PK10 配水池、PK10 配水池から PK14 配水池、PK14 配水池から Sidi Salah 高区配水池までの送水管を敷設する。各送水管では、生産水若しくは既存水源と生産水の混合水が送水される。送水管のルートを図 6.2-1~6.2-3 に示す。送水管ルートは、海水淡水化施設から PK11 配水池経由 PK10 配水池までは国道沿いとし、PK11 から Bou Merra までは地方道路沿い、PK10 から PK14、並びに PK14 から Sidi Salah 高区配水池までは SONEDE が所有する水道管路用地に沿っている。さらに、送水量並びにポンプの揚程を考慮し、各送水管の管径を表 6.2-1 に示すとおり定めた。





注：送水管の一部は整備対象から除外される可能性がある。  
 出典：JICA 調査団

図 6.2-1 送水管ルート

表 6.2-1 送水管管径

区間	距離 (km)	送水量 (m <sup>3</sup> /日)*	管径 (mm)
送水ポンプ棟—PK11	26.3	200,000	1400
PK11—Bou Merra	2.9	20,100	400
PK11—PK10	6.1	147,786	1000
PK10—PK14	4.8	89,986	800
PK14—Sidi Salah 高区	9.4	64,686	800

\*: 2035 年までの最大送水量  
 出典：JICA 調査団

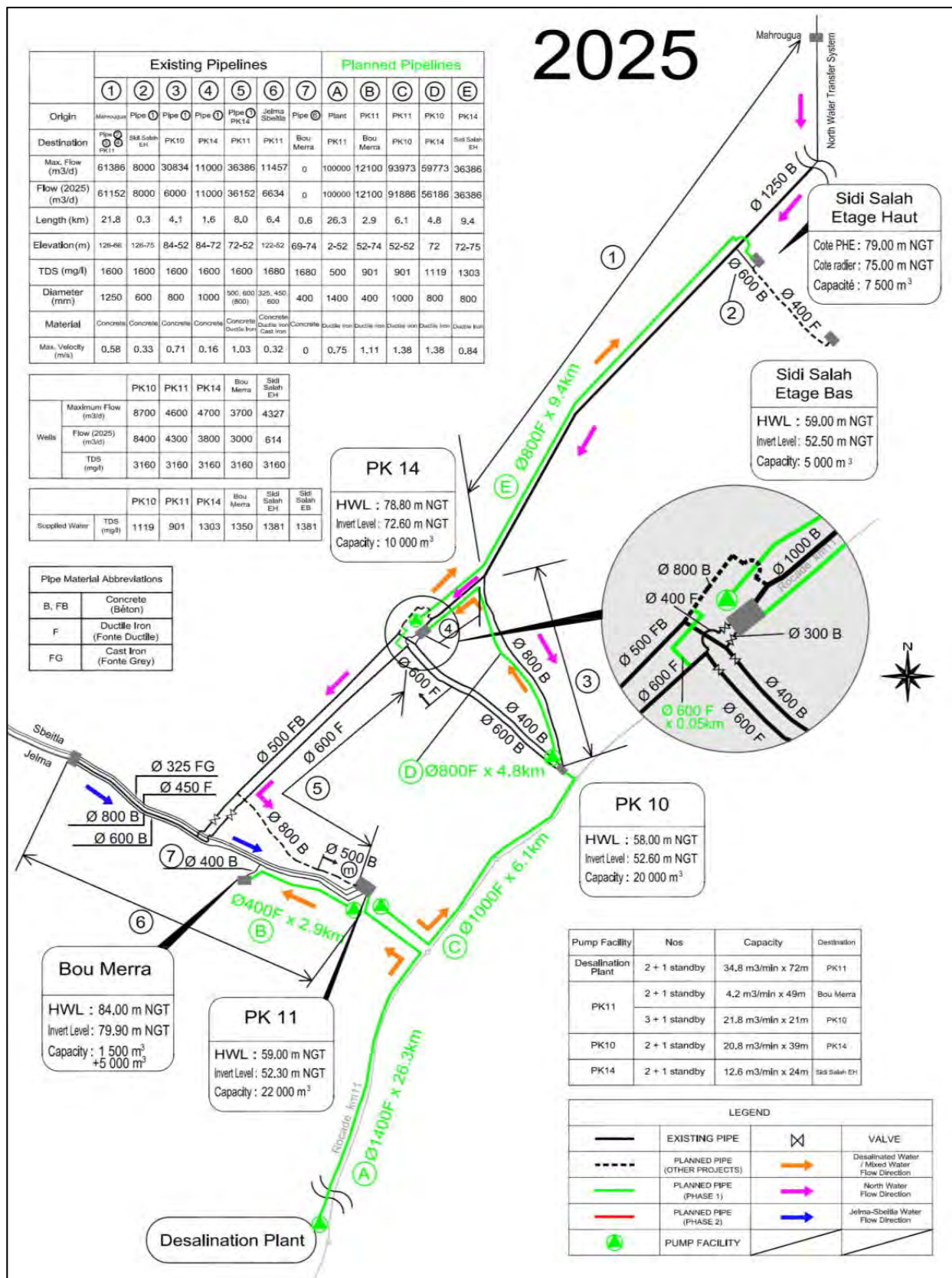
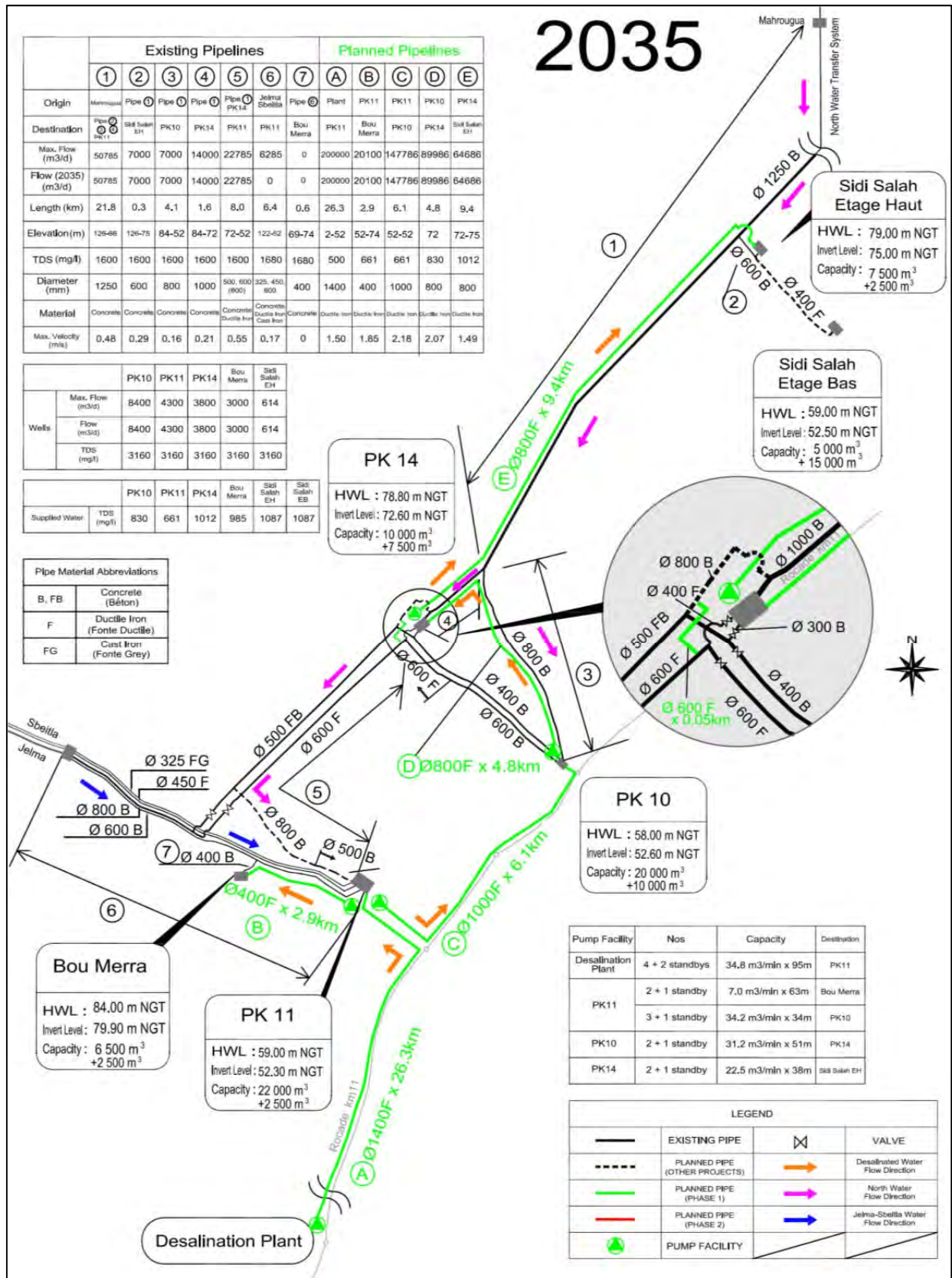


図 6.2-2 送水管路整備内容の詳細 (第1期)

出典：JICA 調査団





出典：JICA 調査団

図 6.2-3 送水管路整備内容の詳細（第 2 期）

送水管ルート上には河川があるが、いずれもワジ（涸れ川）で乾期は流水が無い。そのため、河川横断箇所では水管橋は設けず、SONEDE の既存送水管路と同様に開削工法で施工する。鉄道横断が 1 箇所及び国道横断が 5 箇所程度あるが、いずれも非開削工法で施工する。送水管は原則として以下の条件で開削工事で施工する。

- 1) 土被り 1 m
- 2) 掘削は原則として素掘りで行い、掘削底面は管の両側は 0.3m の余裕を設け、掘削法面勾配は 1 : 0.5 とする。
- 3) 管基礎として 0.2m 厚の砂基礎を設ける。
- 4) 道路管理当局が舗装切断を許可しないため、舗装のない路肩か道路外の道路用地に管を敷設する。舗装道路を横断する場合は非開削工法を採用することになる。

管種は次表に示す各種管材料の特徴を比較検討の結果、ダクタイル鋳鉄管を採用することとした。

表 6.2-2 送水管に使用する管種の検討

材質	長所	短所	本事業への適用性
コンクリート管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 管そのものが構造体として成立する剛性管であり、外圧に対する強度が高い。</li> <li>- チュニジア国で実績が多い。</li> <li>- 現地生産品は管材費が安い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重量が比較的重い。</li> <li>- 施工性がやや難。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 抜けや破壊に対して他の管種より脆弱である。</li> <li>- 水圧のかかる送水管としての使用は推奨できない。</li> </ul>
鋳鉄管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 比較的腐食に強い。</li> <li>- チュニジア国で実績が多い。</li> <li>- 管材費・工事費は鋼管に比べてやや安い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 衝撃に脆い。</li> <li>- 重量が比較的重い。</li> <li>- 継手の種類によっては異形管防護を必要とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 施工時及び施工後の管体保持の観点から推奨できない。</li> </ul>
ダクタイル鋳鉄管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 比較的腐食に強い。</li> <li>- 管体強度が大きく、靱性に富み、衝撃に強い。</li> <li>- 耐久性がある。</li> <li>- 伸縮に対応でき、より大きな地盤変動に対応できる。</li> <li>- 加工性が良い。</li> <li>- 管材費・工事費は鋼管に比べてやや安い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 重量が比較的重い。</li> <li>- 継手の種類によっては異形管防護を必要とする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- メカニカル継手には可とう性があり、鎖状の構造により地盤の変位や応力への対応が可能となる。</li> <li>- <u>本事業の送水管に推奨する。</u></li> </ul>
鋼管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 管体強度が大きく、靱性に富み、衝撃に強い。</li> <li>- 耐久性がある。</li> <li>- 溶接継手により一体化ができ、ある程度の地盤の変動に対応できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 溶接継手は専門技術を必要とする。</li> <li>- 電食に対する配慮が必要。</li> <li>- 内外面の防食面に損傷を受けると腐食しやすい。</li> <li>- 管材費・工事費はダクタイル鋳鉄管に比べてやや高い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SONEDE の施工実績がないことや土壌中の塩分濃度が高いことから、施工、維持管理の両面で導入は難しい。</li> </ul>
硬質ポリ塩化ビニル管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐食性に優れている。</li> <li>- 重量が軽く施工性が良い。</li> <li>- 内面粗度が変化しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 管体強度が他管種に比べて小さい。</li> <li>- 熱、紫外線に弱い。</li> <li>- 継手の種類によっては異形管防護を必要とする。</li> <li>- 大口径の適用品が無い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 管の剛性が他の管種のものよりも弱い。</li> <li>- 重要性和水圧に鑑み、大口径送水管としての使用は推奨できない。</li> </ul>
高密度ポリエチレン管	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 耐食性に優れている。</li> <li>- 重量が軽く施工性が良い。</li> <li>- 融着継手により一体化でき、管体に柔軟性があるため地盤変動に追従できる。</li> <li>- 内面粗度が変化しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 管体強度が他管種に比べて小さい。</li> <li>- 熱、紫外線に弱い。</li> <li>- 融着継手の接合では、雨天時や湧水地盤での施工が困難である。</li> <li>- 施工時に相当な配慮が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 融着継手の接合には、コントローラや特殊な工具が必要となる。</li> <li>- 継手の特殊性から維持管理面が困難であることことから推奨できない。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### (3) 中継ポンプ場

PK11 配水池－Bou Merra 配水池間、PK11 配水池－PK10 配水池間、PK10 配水池－PK14 配水池間、PK14 配水池－Sidi Salah 高区配水池間の送水のために、PK11 配水池用地、PK10 配水池用地、PK14 配水池用地に以下のポンプ施設を設置する必要がある。第1期、第2期に設置するポンプ数及び回転数制御基数は、水運用計画の計画送水量の変動に対応できるようにポンプ特性を考慮し決定した。また、1期事業の5年後に2期事業の実施時期が予想されているため、第1期計画のポンプがそのまま利用できるように考慮した。なお、表 6.2-3 には、前述した海水淡水化施設に設置する送水ポンプも表示した。

表 6.2-3 送水・中継ポンプ場

ポンプ場	最大送水量 (m <sup>3</sup> /日)	流量 (m <sup>3</sup> /分/基)	全揚程 (m)	電動機 出力 (kW/基)	第1期分 基数 (内予備)	第1期分 回転数 制御基数	第2期 追加基数 (内予備)	第2期分 回転数 制御基数
海水淡水化施設－ PK11	100,000	34.8	(72)	(600)	3(1)	2	-	-
	200,000	34.8	95	800	3(1)	2	3(1)	2
PK11－Bou Merra	12,100	4.2	(49)	(75)	3(1)	2	-	-
	20,100	7.0	63	132	3(1)	2	-	-
PK11－PK10	93,973	21.8	(21)	(160)	4(1)	3	-	-
	147,786	34.2	34	355	4(1)	3	-	-
PK10－PK14	59,773	20.8	(39)	(250)	3(1)	2	-	-
	89,986	31.2	51	450	3(1)	2	-	-
PK14－Sidi Salah 高 区	36,386	12.6	(24)	(110)	3(1)	2	-	-
	64,686	22.5	38	250	3(1)	2	-	-

注：上段：第1期、下段：第2期

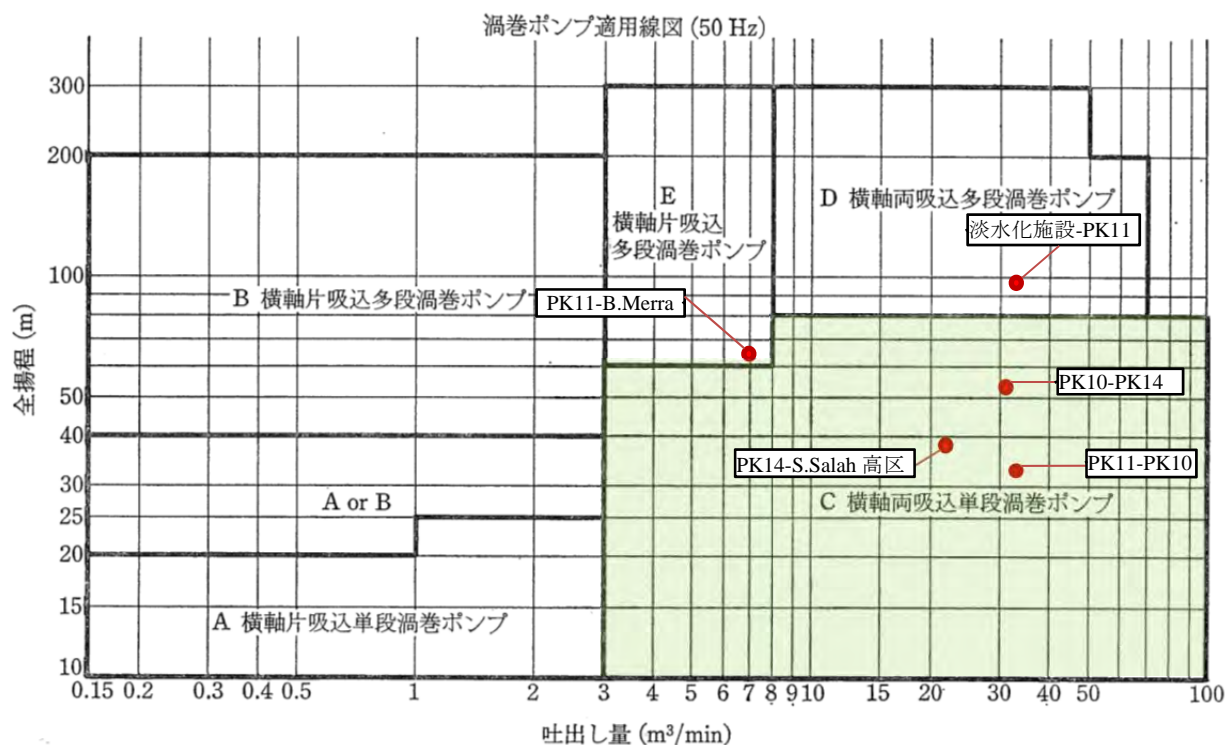
出典：JICA 調査団

送水条件及び SONEDE 既存浄水場や送水施設の既設ポンプを調査し、採用するポンプの基本仕様を以下のとおりとした。

#### a) ポンプ形式：横軸両吸込み単段渦巻ポンプ

特徴・選定理由：本形式は大水量の送水に適しており、渦巻きケーシング及び遠心型インペラにより高い全揚程に対応できる。浄水用の送水ポンプでは、本事業程度の全揚程では渦巻ポンプを用いるのが通例であり、本調査でも渦巻ポンプを選定する。送水ポンプの仕様点を図 6.2-4 の線図に示す。PK11 向けポンプ及び Bou Merra 向けポンプについては、両吸込み単段ポンプの選定範囲から若干外れているが、両吸込み単段ポンプを選定しても問題がないことをポンプメーカーに確認しており、送水ポンプは全て横軸両吸込み単段渦巻ポンプとした。横軸両吸込み単段渦巻ポンプは立軸形式や多段形式に比べて以下の利点を持ち、これらの利点に着目して本形式の選定が妥当であると判断した。

- ケーシングや回転体の取外しが容易で維持管理が容易。
- 機器設備費が多段形式に比べて経済的。
- 機器設備費が立軸形式に比べて経済的。
- 土木建設工事が立軸形式に比べて簡単で経済的。
- 据付工事が立軸形式に比べて容易。



出典：水道施設設計指針・解説、日本水道協会

図 6.2-4 高揚程渦巻ポンプ適用線図 (50Hz)

b) ポンプ主要部材質：

インペラ： オーステナイト系ステンレススチール

特徴：耐食性、切削性が良くポンプインペラに多く使用されている。

シャフト： マルテンサイト系ステンレススチール

特徴：オーステナイト系より強度に優れ、高強度が求められる部品へ使用されるため、電動機やポンプシャフトに適している。

ケーシング：ねずみ鋳鉄

特徴：切削性、耐摩耗性が良く、ポンプケーシングに適している。

c) 動力：かご型三相誘導電動機

特徴：一般的なポンプに使用される電動機であり、高効率で回転数制御を行うのに適している。

d) 内面塗装：飲料用途に適しているもの

e) 運転方法：回転数制御運転、基数制御運転、間欠運転の併用

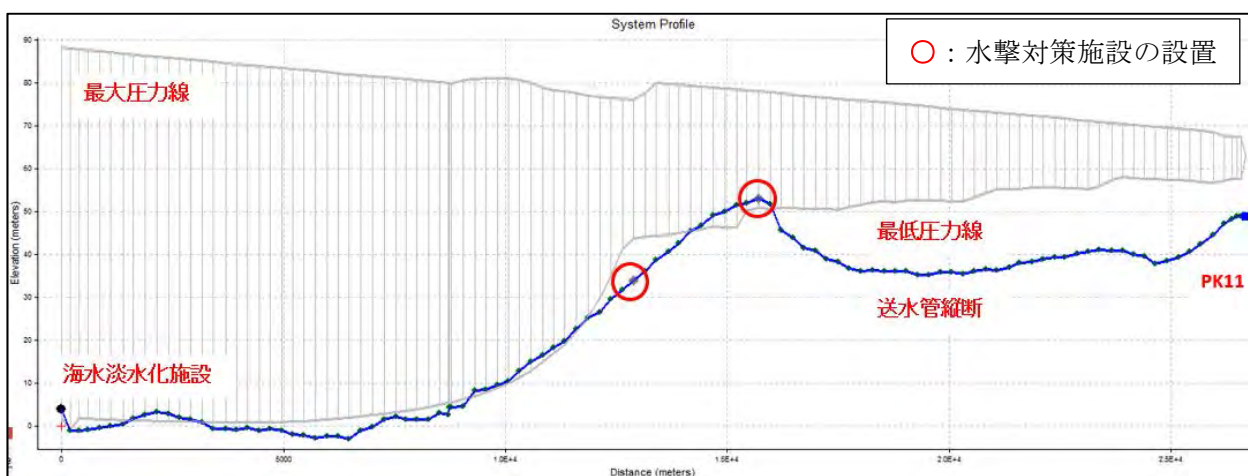
特徴：各配水池への送水は稼働開始から 2035 年まで大きく変動する。上記の運転方法を用いることで、稼働開始後から 2035 年まで同一ポンプを運用することができ、さらにエネルギー消費も抑えることができる。

(4) 水撃対策施設

大量の生産水を海岸部の送水ポンプ施設から内陸部の PK11 配水池まで揚水することから、停電等の理由によるポンプ停止時には水撃が送水管内に発生し、管体が損傷を受けるため、その対策を講じ

ておく必要がある。

地形測量結果を基に水撃作用を計算したところ、ほぼ全区間において負圧が 10 m 以上となり、管体への損傷が懸念される。そのため、水撃対策施設を設置し、水撃作用の解析を行った結果、送水ポンプ施設から約 13 km 及び 16 km 離れた地点に水撃対策施設を設置することで、水撃作用に対する安全性を確保できることが判明した。次図に解析結果を示す。図中の赤丸が水撃対策施設が必要な位置である。水撃対策には、フライホイール、サージタンク、ワンウェイサージタンク、エアチャンバ等がある。ワンウェイサージタンク<sup>4</sup>を採用した場合、各々の地点で直径 10 m x 高さ（水位）15 m の水槽が 1 基必要となる。施設設置のために必要な用地は一か所あたり 20 m x 30 m 程度であり、送水管に隣接した用地を確保する必要がある。図 6.2-6 及び図 6.2-7 にワンウェイサージタンクの概略図を示す。

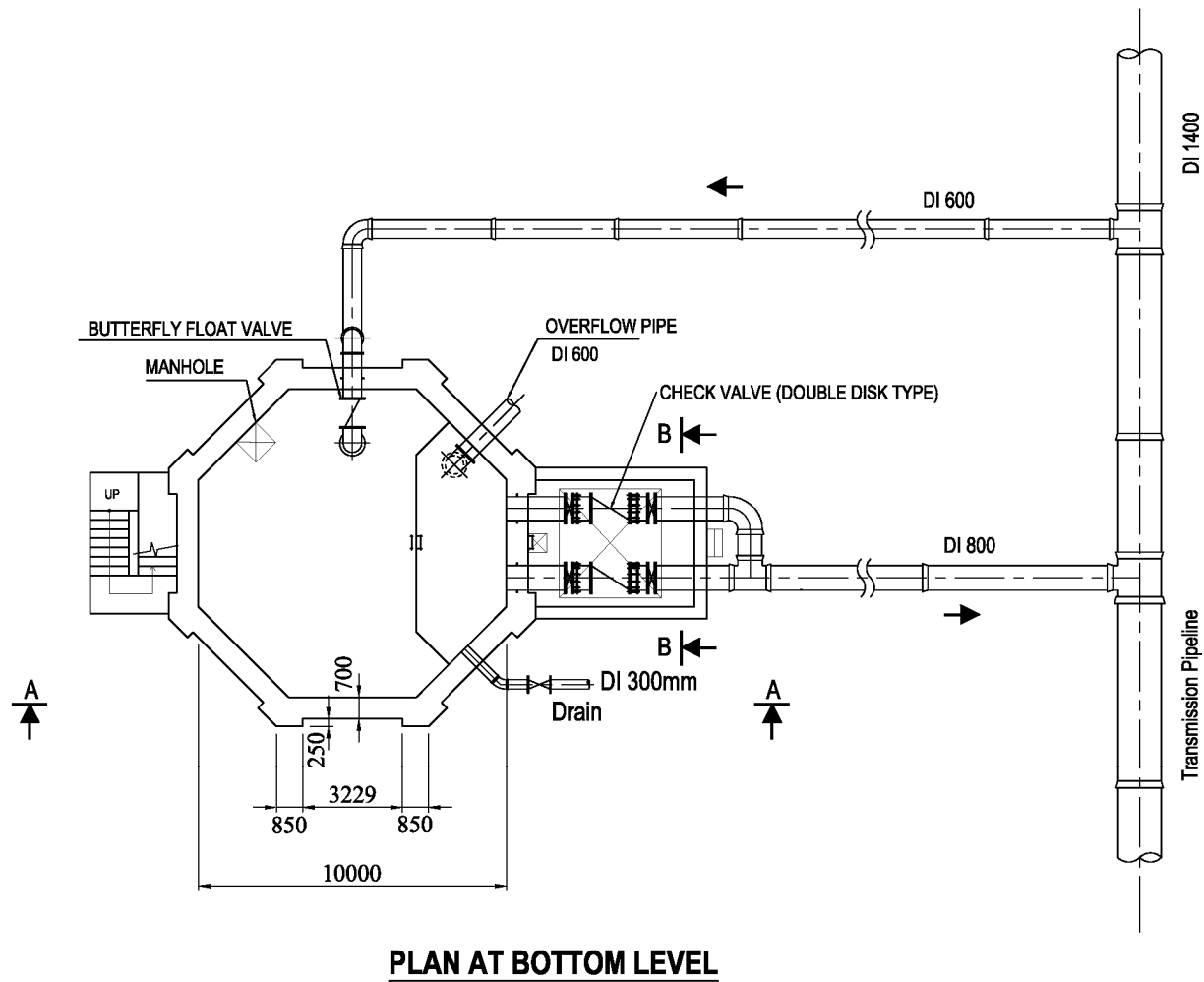


出典：JICA 調査団

図 6.2-5 送水管水撃対策の検討結果

同様に PK11 以降の PK11-Bou Merra、PK11-PK10、PK10-PK14、PK14-Sidi Salah 高区間の送水管についても水撃作用の検討を行った(表 6.2-4 参照)。その結果、ポンプ施設においてフライホイールあるいはエアチャンバを設置することにより水撃作用を抑制することができることが分かった。なお、必要慣性モーメントとはポンプ・電動機・フライホイールの合計の慣性モーメントである。エアチャンバ設置の場合にはフライホイールを設けないため、「無し」と表記した。また、PK10-PK14 区間では中間の最高標高地点で送水管内圧力を大気開放する設備が必要である。

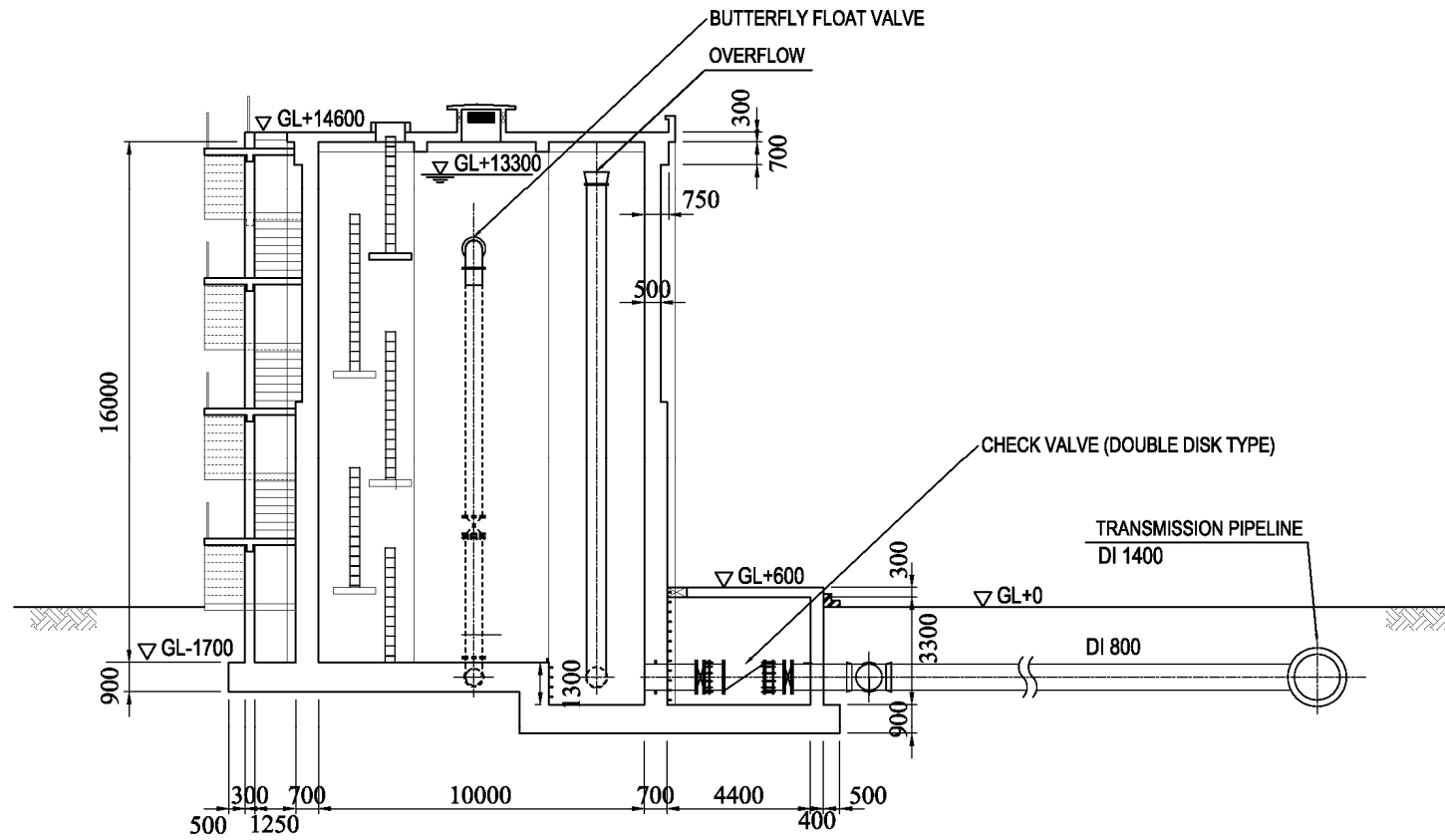
<sup>4</sup> ワンウェイサージタンクは、送水管内に圧力降下が発生した時にタンク内の水を管内に補給して水柱分離の発生を防止する。



出典：JICA 調査団

図 6.2-6 ワンウェイサージタンク概略図 (1)





**SECTION A-A**

出典：JICA 調査団

図 6.2-7 ワンウェイサージタンク概略図 (2)

表 6.2-4 水撃対策

送水区間	最大送水量 (m <sup>3</sup> /日)	水撃対策	概略寸法 (直径 x 水深)	設置 基数	送水元から の距離	フライ ホイール 設置	必要慣性 モーメント WR <sup>2</sup> (N・m <sup>2</sup> )
海水淡水化施設—PK11	200,000	ワンウェイ サージタンク	φ10m x15m	2	約 13km 約 16km	有り	2,400x4
PK11—Bou Merra	20,100	エアチャンバ	φ1.5m x1.7m 長	1	ポンプ場内	無し	—
PK11—PK10	147,786	不要	—	—	—	有り	1,300x3
PK10—PK14	89,986	不要	—	—	—	有り	2,700x2
PK14—Sidi Salah 高区	64,686	不要	—	—	—	有り	2,500x2

出典：JICA 調査団

(5) 配水池

6.1.3 に記述したとおり、Bou Merra 配水池用地に 5,000m<sup>3</sup>を増設する。増設分の用地は、Bou Merra 配水池の敷地内とする。

- 配水池：第 1 期事業 Bou Merra 配水池増設 5,000 m<sup>3</sup>

(6) 受水混合槽

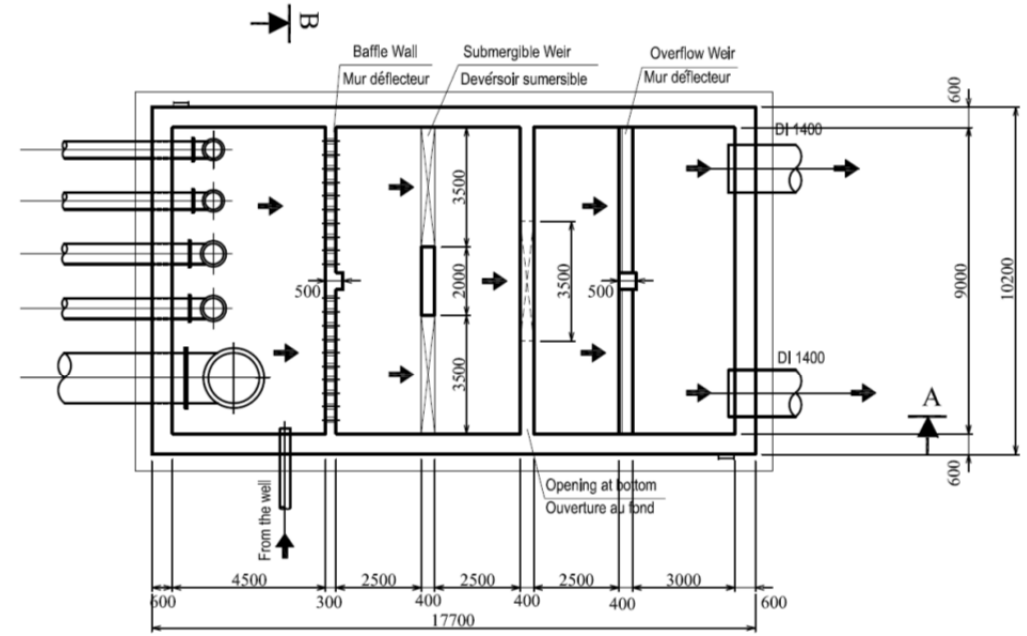
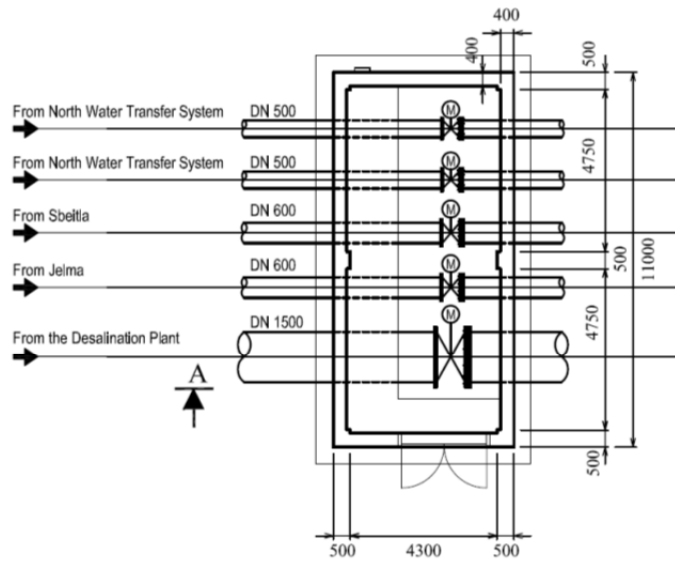
ポンプ送水された海水淡水化施設生産水あるいはその混合水と既存水源の水を受水し混合する、受水混合槽を下表に示すとおり各配水池に設置する。図 6.2-8 及び図 6.2-9 に PK11 配水池に設置する受水混合槽の概略を示す。

表 6.2-5 受水混合槽

配水池	最大受水量	水源	内法寸法*(m)・滞留時間
PK11	227,086 m <sup>3</sup> /日	北部広域水道 ジェルマ・スベイトラ地下水 域内地下水 海水淡水化施設生産水	9.0W x 15.0L x 5.0D 4.3 分
Bou Merra	23,100m <sup>3</sup> /日	域内地下水 PK11 混合水	4.0W x 3.0L x 5.0D 3.7 分
PK10	163,186m <sup>3</sup> /日	北部広域水道 域内地下水 PK11 混合水	7.0W x 10.0L x 5.0D 3.1 分
PK14	107,786m <sup>3</sup> /日	北部広域水道 域内地下水 PK10 混合水	7.0W x 7.0L x 5.0D 3.3 分
Sidi Salah 高区	72,300m <sup>3</sup> /日	北部広域水道 域内地下水 PK14 混合水	6.0W x 5.0L x 5.0D 3.0 分

\*: 水深を最大 5m、滞留時間を最小 3 分間として計画。PK11 は将来計画の変更柔軟性を持たせるため、大都市圏の計画需要水量の全量を受水することが可能な計画とした。

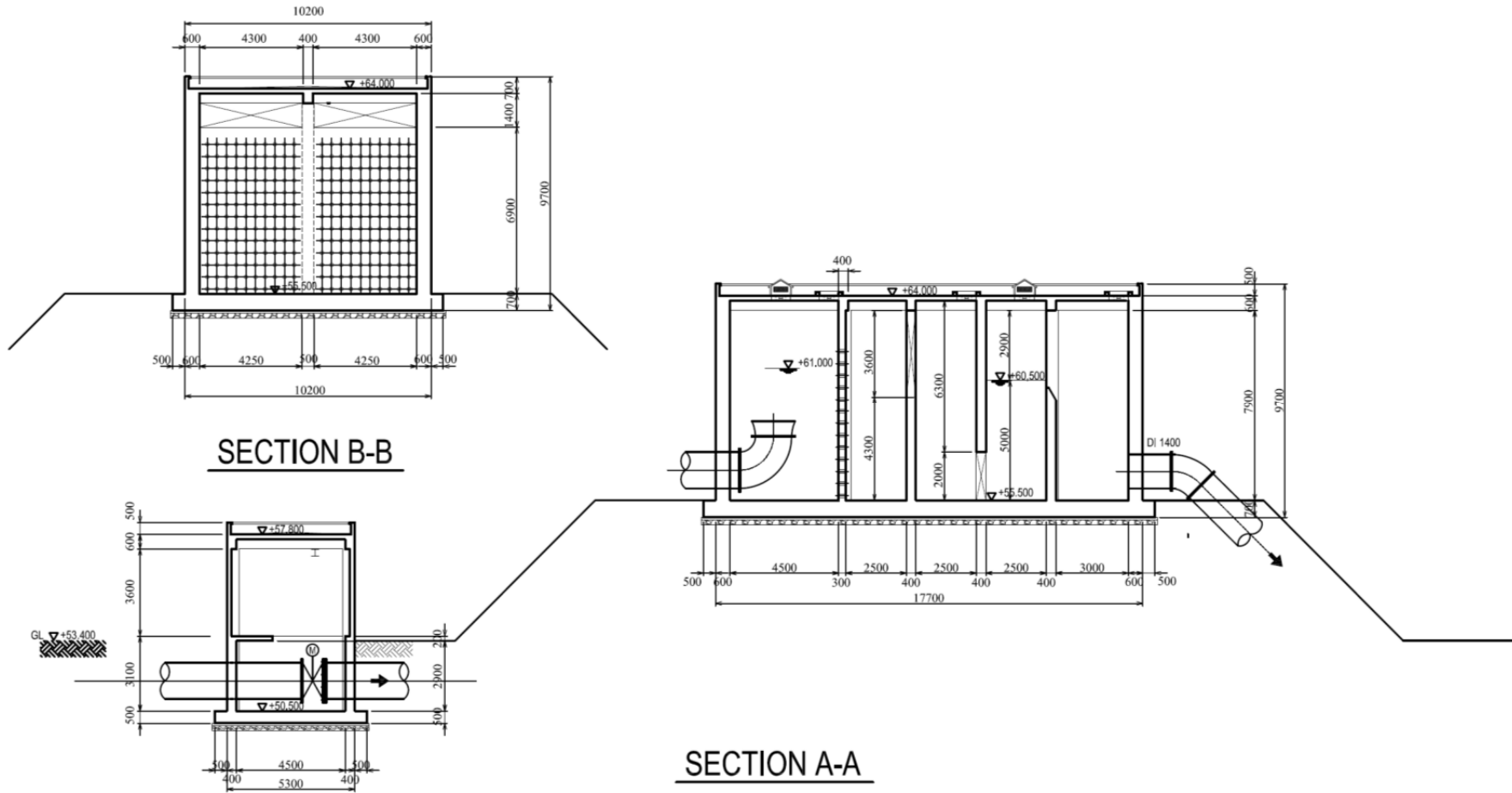
出典：JICA 調査団



PLAN

出典：JICA 調査団

図 6.2-8 受水混合槽 (PK11 配水池) (1)



出典：JICA 調査団

図 6.2-9 受水混合槽 (PK11 配水池) (2)

### 6.3 本事業第1期事業計画

本事業の第1期計画として、第6章で記述した主な施設をまとめると以下のとおりである。

表 6.3-1 第1期事業概要

施設名	施設内容
ポンプ場	<ul style="list-style-type: none"> <li>送水ポンプ場1箇所（海水淡水化施設用地内）</li> <li>中継ポンプ場3箇所（既存 PK10, PK11, PK14 配水池敷地内に設置）</li> </ul>
送水管	管種：ダクタイル鋳鉄管 <ul style="list-style-type: none"> <li>φ1,400mm：L=26.3km（海水淡水化施設 - PK11）</li> <li>φ1,000mm：L=6.1km（PK11-PK10 配水池）</li> <li>φ800mm：L=4.8km（PK10 配水池-PK14 配水池）</li> <li>φ800mm：L=9.4km（PK14 配水池-Sidi Salah 高区配水池）</li> <li>φ400mm：L=2.9km（PK11 配水池-Bou Merra 配水池）</li> </ul> 総延長約 49.5 km
水撃対策施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>海水淡水化施設-PK11 ワンウェイサージタンク 径 10m x 水深 15m, 用地 20m x 30m x 2 箇所</li> <li>PK11-Bou Merra エアチャンバー φ 1.5m x 1.7m 長 x 1 箇所</li> <li>各ポンプにフライホイール</li> </ul>
配水池	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bou Merra 配水池敷地内に配水池（5,000m<sup>3</sup>）増設</li> </ul>
混合受水槽	5 槽：各配水池にそれぞれ 1 槽 <p>PK11: 9.0W x 15.0L x 5.0D</p> <p>Bou Merra: 4.0W x 3.0L x 5.0D</p> <p>PK10: 7.0W x 10.0L x 5.0D</p> <p>PK14: 7.0W x 7.0L x 5.0D</p> <p>Sidi Salah EH: 6.0W x 5.0L x 5.0D</p> (内法寸法 W：幅、L：長、D：水深、単位：m)

出典：JICA 調査団

## 第7章 電気設備計画

## 第7章 電気設備計画

### 7.1 必要電力

#### (1) 海水淡水化施設

RO 膜法を用いた海水淡水化施設における必要電力量は、エネルギー回収装置を設置した場合には 4 kWh/m<sup>3</sup> 程度である。ジェルバ島海水淡水化施設では、4.2 kWh/m<sup>3</sup> 以下で設計することが入札図書に記載されており、導入されるシステムや製造会社の違いにより必要電力量が異なることから 4.2 kWh/m<sup>3</sup> 以下という技術仕様は適切であると判断し、本事業においても同じ値を用いて計画する。この値を用いて必要電力を計算すると、下記のとおり海水淡水化設備で 35MW 必要となる。

$$\text{淡水化水量 } 200,000 \text{ m}^3/\text{日} = 8,333 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{電力 } 4.2 \text{ kWh/m}^3 \times 8,333 \text{ m}^3/\text{h} = 35,000 \text{ kW} = 35 \text{ MW}$$

#### (2) 送水ポンプ

送水ポンプにおける電力量を送水量 8,333 m<sup>3</sup>/h、揚程 95 m、効率 70% で試算すると、3.1 MW となる。

#### (3) 必要電力

海水淡水化施設全体に必要な電力量は、下記のとおり送水ポンプを含めて 38.1MW となることから、余裕を見込み 40MW として計画する。

$$35 \text{ MW (海水淡水化施設)} + 3.1 \text{ MW (送水ポンプ)} = 38.1 \text{ MW}$$

### 7.2 受電電圧及び電力供給の可能性

#### 7.2.1 送電線の現状

##### (1) 受電電圧

大容量需要施設における STEG の受電電圧は次表の区分となり、本事業の海水淡水化施設の需要電力を約 40 MVA と想定すると、需要電力が 10 MVA を超えることから高压受電となる。

表 7.2-1 最大電力と受電電圧

電圧区分	最大電力 (MVA)	受電電圧 (kV)
高压 (>50kV)	10MVA 超過	150kV, 225kV
中圧 (<50kV)	10MVA 以下	30kV

出典：JICA 調査団

高压の場合、受電電圧は 150 kV 又は 225 kV が可能であるが、相対的に建設費が安価で維持管理が容易な 150 kV を採用する。

##### (2) 高压送電線の状況

海水淡水化施設に配電する STEG の既設高压送電線の配置を図 7.2-1 に示す。スファックス地区は STEG 送電線網の主要ルートに位置しており、北部及び中部と南部の送電線の中継する重要な拠点となっている。また、表 7.2-2 に示すとおり、スファックス周辺に 2 個所の STEG ガスタービン発電施

設が立地しており、電力供給の信頼性を確保する上で好条件な場所に立地している。



図 7.2-1 STEG 送電線位置図

表 7.2-2 スファックス大都市圏周辺発電所

発電所	容量	所有者
Sfax Power Plant	120MW x3, 最大発電能力 360MW	STEG
Gremda Power Plant	20MW x2, 最大発電能力 40MW	STEG
Z.I. Agureb Power Plant	5MW x3, 最大発電能力 15MW	Poulina (民間)
Central Barca	最大発電能力 500MW	BG Group (民間)

出典：STEG

### 7.2.2 海水淡水化施設への電力供給の可能性

SONEDE の問い合わせに対して STEG スファックス支社は本事業海水淡水化施設に必要な 40MW の電力供給は可能と文書にて回答している。調査団としても、2.2.8 に記載したチュニジア国における電力供給事情や本海水淡水化施設で必要とする電力が最終的に 40MW 程度であること、十分な電力容量が見込める 150 kV 受電であることなども考慮し、11.3 に詳述したとおり、電力供給は十分に可能であると考えられる。

2014 年 9 月に建設契約が締結された Djerba 海水淡水化施設 (50,000m<sup>3</sup>/日) と Sfax 海水淡水化施設 (第 1 期 100,000m<sup>3</sup>/日) で消費される電力は、3.5kWh/m<sup>3</sup> (表 5.1-1 参照) で試算すると年間 192GWh であり、2013 年ベースで試算すると上下水道セクターの占める割合が 3.9% (図 2.2-8) から 5.3%に



増加することになる。2つの海水淡水化施設の消費電力量は国全体の1.3%を占め、非常に大きな消費量と言えるが、チュニジア国全体の電力供給能力を論じる上で1.3%は小さく、また、両者合わせて約22MW<sup>1</sup>の消費電力量はチュニジア国の現在の発電能力の約0.5%程度であり、今後、本事業施設が完成する時点までに大規模な電力供給能力の増加<sup>2</sup>が期待できることから、両施設への電力供給は十分に可能と考えられる。なお、電力事情がひっ迫する緊急事態になれば、スファックス海水淡水化施設では、生産水を6時間分貯留できることと、停電時も送水を継続できる容量を持つ自家発電機を備えることから、総生産水量は減少するものの、電力需要が低い夜間に生産水を十分に生産貯留しておき、電力需要のピーク時に海水淡水化施設の運転を一時的に停止させることで、短時間の電力ピーク対応は可能である。

### 7.3 電気設備計画

海水淡水化施設及び配水池で設置される電気設備及び設計条件は、下記のとおりである。

#### (1) 海水淡水化施設

##### 1) 受電施設計画

- STEGとの協議の結果、受電方式は3相3線150kV 50Hzの特高2回線式受電（ループ式）とする。
- 停電対策として自家発電機を設置する。特高受電のため停電頻度がきわめて低い。そのため、対象負荷は送水ポンプと施設の保守保全に最低限必要なものとする。
- 受変電施設は、主受変電設備と副受変電設備で構成する。主受変電設備は、用地入口付近に設置する。副受変電設備は、取水施設、海水淡水化施設（第1期）、海水淡水化施設（第2期）、送水施設の4個所に設置する。
- 送電線の延線工事はSTEGの150kV送電線から行われる。STEGが調達する業者が工事を担当し、SONEDEはその工事費をSTEGに支払う。STEGはその概算工事費を7,283,000 TNDと見積もっている。

詳細は下記のとおりである。

##### a) 受電回線数

海水淡水化施設への配電は、候補地最寄りの150kV送電線から2回線の電線路を延長施工し配電する。高圧送電線は国内をメッシュ状に網羅しているため、2回線受電によって受電のバックアップを行うことにより電源の信頼性を確保することができる。

##### b) 受電方式

前述したとおり、受電は150kV送電線から、2回線の電線路を用いて行われる。その受電方式として2回線受電方式とループ受電方式が考えられる。2回線受電方式は、異なる2個所のSTEG供給変電所から各々電力が供給されている2つの異なる送電線路から受電する方式で、異なる変電所から別々の送電線路を通じて電力供給が可能であり、片方の送電が出来なくなっ

<sup>1</sup>  $(50000\text{m}^3/\text{d} + 100000\text{m}^3/\text{d}) \times 3.5\text{kWh}/\text{m}^3 / 24\text{hr}/\text{d} = 21875\text{ kW} = 22\text{MW}$

<sup>2</sup> 例えば、ラダス・コンバインド・サイクル発電施設建設事業により430-500MW級の発電所が2018年に稼働する予定である。

た場合にもう片方に切り替えることで、送電に対する信頼性を高める方式である。しかし、海水淡水化施設予定地周辺では、このような送電線路が構築されていないため、2回線受電方式は採用できない。一方、ループ受電方式は、既設 STEG 送電線路から2回線に分岐するものであり、電力供給源は1個所であるものの常時2回線を受電するため、片側の1回線が故障してもその回線を遮断することにより、もう片方の1回線から受電を継続できるという長所がある。海水淡水化施設予定地周辺で適用可能であり、STEG はその採用を指定している。そのため、本淡水化施設を受電方式はループ受電方式を採用する。配電ルートについては、今後 STEG が詳細調査の上で決定するため、本調査時点ではまだ決定されていない。

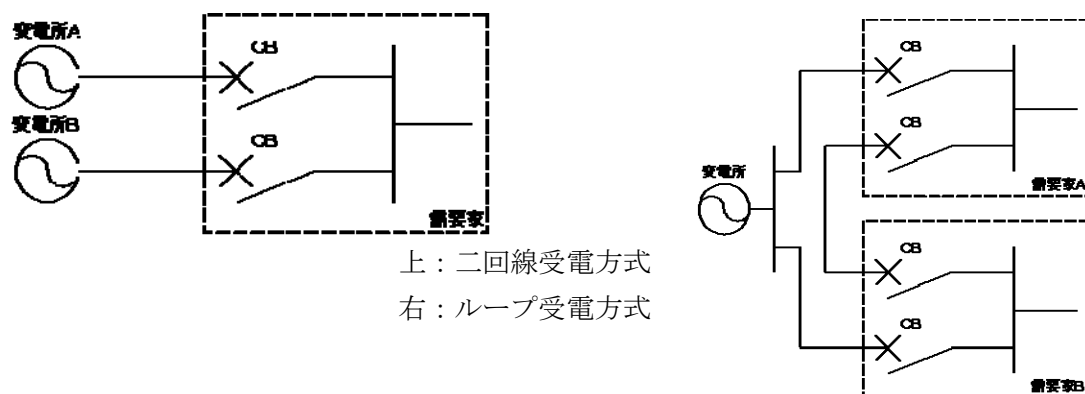


図 7.3-1 二回線受電方式とループ受電方式

c) 主受変電設備

150 kV 受電設備はコンパクトで維持管理性に優れたガス絶縁方式(GIS)とする。変圧器構成は常用1台、予備1台、計2台とし、維持管理等で片系列を止めた場合でも、施設の運転に支障をきたさないものとする。変圧器の一次電圧は150 kV、二次電圧は30 kVとし、各副受変電設備への配電は30kV 2系統配電とする。変圧器容量は63 MVA x 2バンクとし将来増設分を見込んだ容量とする。変圧器のタイプは安価で標準的な油入り型とする。

d) 副受変電設備1：取水施設

主受変電設備より30 kV 2回線を受電する。変圧器構成は常用—予備の2バンク方式とし、変圧器の2次電圧は400 Vである。変圧器容量は将来増設分を含み、4 MVAを見込んでいる。ただし、予備変圧器系統及び将来増設分の各ポンプへの配電設備は第2期工事での施工を想定している。30 kV 高圧の遮断器は真空遮断器 (VCB)、変圧器のタイプは油入り型を採用する。

e) 副受変電設備2：海水淡水化施設（第1期工事）

主受変電設備より30 kV 2回線を受電し変圧器構成は常用—予備の2バンク方式とする。高圧ポンプの容量が3000 kW程度と非常に大きくモーターの端子電圧を6 kVとしているため、変圧器の2次電圧も6 kVとする。変圧器の容量は第1期工事分のみで20 MVAを見込んでいる。30 kV、6 kV 高圧の遮断器は真空遮断器 (VCB)、変圧器のタイプは油入り型を採用する。

f) 副受変電設備 3：海水淡水化施設（第 2 期工事）

第 1 期工事と同様の施設を第 2 期工事時に建設する。

g) 副受変電設備 4：送水施設

主受変電設備より 30 kV 2 回線で受電し変圧器構成は、常用一予備の 2 バンク方式とする。送水ポンプの容量が 800 kW と大きくモーターの端子電圧を 6 kV としているため、変圧器の 2 次電圧も 6 kV とする。変圧器容量は将来増設分を含み 6 MVA を見込んでいる。ただし予備系列及び将来増設分の各ポンプへの配電設備は第 2 期工事での施工を想定している。30 kV、6 kV 高圧の遮断器は真空遮断器 (VCB)、変圧器のタイプは油入り型を採用する。

2) 自家発電設備

生産水タンクの容量を生産水量の 6 時間分確保していることから、常にこの水量を貯留するように施設を運用すれば、短時間の停電が起きた場合にも、生産水の送水並びに淡水化施設の運転再立ち上げに十分な時間的余裕がとれる。また、150kV 特別高圧 2 回線受電（ループ式）のため停電はまずないものと見込まれ、さらに、海水淡水化設備の運転に必要な電力は非常に大きく、非常用自家発電機を設置するとしても、その費用を考慮すると施設のごく限られた一部のみを対象とせざるを得ないため、実質的に意味を持たない。そのため、既存の淡水化施設と同様に海水淡水化設備の運転継続のための自家発電設備は設けないこととした。

上記理由から、海水淡水化設備の運転継続のための自家発電設備は設けないものの、送水ポンプと施設の保守保全に最低限必要なものを対象として自家発電機を設ける。発電機のタイプはラジエータ搭載型ディーゼル発電機を採用する。発電能力は第一期計画の送水ポンプ 2 台が全台運転できるように 2000 kVA とし、将来増設分は第 2 期工事に新たに増設する計画とする。発電機棟は送水ポンプ場副受変電施設に併設するものとする。

3) 運転操作設備

海水淡水化施設は、負荷点数が比較的多く、前処理砂ろ過設備のように小容量負荷が多い箇所には、コントロールセンタを採用する。取水ポンプ施設や送水ポンプ設備はポンプモータが大容量になるため、個別の動力制御盤方式を採用する。また全ての負荷について、機側における手動操作のため現場操作盤を設置する。

運転方式は原則としてすべて自動運転となるが、維持管理性と信頼性向上のためにコントロールセンタと現場操作盤から手動運転が可能なものとする。また取水ポンプ、送水ポンプなど主要負荷においては中央監視操作側からの遠隔操作も行えるものとする。

4) 計装設備

施設の自動運転に必要な水位計や水運用管理に必要な流量計、水質計器などの必要な計測機器を適所に設置する。主な計測機器とタイプは、下表のとおりである。

表 7.3-1 計測機器とタイプ

計測機器	タイプ
取水流量	電磁流量計
送水流量	電磁流量計
送水圧力	ダイヤフラム式圧力計
浄水池・配水池水位	投込み式(圧力式)水位計
原水電気伝導度	電気抵抗式
送水 pH	ガラス電極式
送水残留塩素	ポーラログラフ式
送水濁度	透過散乱光式
温度	熱電対式

#### 5) 監視制御設備

SCADA システムを導入し、管理棟中央監視室にて施設の一元監視が可能なものとする。また、自動運転に伴う各種設定や流量などのデータ管理、日報月報等の帳票作成、送水ポンプ等の主要機器の遠隔操作を可能なものとする。SCADA システムの概要は以下のとおりである。

- ローカルの情報収集用に、PLC (Programable Logic Controller) を電気室ごとに 4 セット設置する。
- PLC で収集されたデータは、光ケーブルによる LAN を介して SCADA サーバに集められる。
- サーバに集められたデータは、SCADA クライアントと呼ばれるコンピュータのモニター上にグラフィックやグラフを用いて、各施設の詳細な遠隔監視が可能なものとなる。
- SCADA クライアントは、大型スクリーンを含めて 3 台とし、3 か所の施設を同時に監視可能なものとする。
- 帳票作成用のプリンタに、瞬停・停電対策として UPS を設置する。

#### (2) ポンプ施設

##### 1) 概要

海水淡水化施設の生産水及びその混合水を各配水池に送水するため、海水淡水化施設において送水ポンプ施設が設置され、その他に 3 か所のポンプ施設を設置する。したがって、ポンプ施設は合わせて 4 か所で設置される。

表 7.3-2 配水池及びポンプ施設の概要

配水池	ポンプ仕様 (新設)	備 考
海水淡水化施設生産水タンク 新設 25,000m <sup>3</sup> (第一期) 増設 25,000m <sup>3</sup> (第二期)	PK11 配水池向け 第一期：34.8m <sup>3</sup> /分 x 2 (+1) 第二期：34.8m <sup>3</sup> /分 x 2 (+1)	揚程 95m 回転数制御 2 基 回転数制御 2 基
PK11 配水池 既存 22,000m <sup>3</sup>	Bou Merra 配水池向け 第一期：7.0m <sup>3</sup> /分 x 2 (+1) 第二期：-	揚程 63m 回転数制御 2 基
	PK10 配水池向け 第一期：34.2m <sup>3</sup> /分 x 3 (+1) 第二期：-	揚程 34m 回転数制御 3 基
Bou Merra 配水池 既存 1,500m <sup>3</sup> 増設 5,000m <sup>3</sup> (第一期) 増設 2,500m <sup>3</sup> (第二期)	—	—
PK10 配水池 既存 20,000m <sup>3</sup> 増設 10,000m <sup>3</sup> (第二期)	PK14 配水池向け 第一期：31.2m <sup>3</sup> /分 x 2 (+1) 第二期：-	揚程 51m 回転数制御 2 基
PK14 配水池 既存 10,000m <sup>3</sup> 増設 5,000m <sup>3</sup> (第二期)	Sidi Salah 高区配水池向け 第一期：22.5m <sup>3</sup> /分 x 1 (+1) 第二期：-	揚程 38m 回転数制御 2 基
Sidi Salah 高区配水池 既存 7,500m <sup>3</sup>	—	—
Sidi Salah 低区配水池 新設 5,000m <sup>3</sup> (本事業対象外) 増設 15,000m <sup>3</sup> (第二期)	—	—

## 2) 受電施設計画

既存配水池の内、PK11、PK10、及びPK14に送水ポンプ設備を設ける。これらの配水池への電源供給は30 kV 高圧の1回線受電とし、変圧器を設けて停電時は自家発電設備によるバックアップで対応する。変圧器は1台設置とし、2次電圧は400 Vとする。変圧器故障時は停電時同様、自家発電設備によるバックアップが可能である。なお、Bou Merra 配水池、Sidi Salah 高区配水池、Sidi Salah 低区配水池は、計装盤及び計装機器が設置されるのみであるため、低圧受電となる。

## 3) 自家発電設備

自家発電設備はラジエータ搭載型ディーゼル発電機を採用する。各配水池に設置する発電機容量は次表のとおりである。

表 7.3-3 自家発電設備の容量

配水池名称	発電機容量
PK11	2,500 kVA
PK10	1,250 kVA
PK14	750 kVA

#### 4) 運転操作設備

配水池は、負荷数が比較的小さいため、動力制御盤を採用する。操作方式は、原則として配水池水位による自動運転とするが、オペレータの判断による中央監視側からの手動操作も可能なものとする。

#### 5) 計装設備

配水池における計装設備は、流入水量、配水量、配水池水位の量的計測項目が主体となるが、本事業では水質 (TDS 濃度) も注目されている為、電気伝導率計を配水池流出口付近に設置し常時計測する。配水池水位は機構が単純で精度の高い投込み式 (圧力式) を採用する。配水池の残留塩素は手分析を原則とするが、異常時の早期対応を図るために残留塩素計を設置する。

#### 6) 監視制御設備

各配水池の水位信号や流量信号、ポンプの運転状況、各種警報等はテレメータと無線通信を用いて海水淡水化施設に送信され、SCADA システムと統合し、中央監視室において配水池の一元監視が可能なものとする。無線方式は既存と同じ UHF 方式を原則とする。

#### 7) 再生可能エネルギーの利用

再生可能エネルギーとして太陽光発電施設を本事業に導入することの検討を SONEDE から要請された。夜間には発電できないことから、太陽光発電は海水淡水化施設の電力設備整備費用の削減には寄与せず付加費用となるため、発電電力により場内使用電力費は削減されるものの、投資費用に見合う費用節減効果は容易に得られないと考える。

SONEDE の淡水化施設では、ベンゲルデン淡水化施設において 210kW の設備容量を持つ太陽光発電施設が導入された。当時の建設費データによれば、太陽光発電施設の単価は 30kW クラスでは 90 万円/kW、200kW クラスで 75 万円/kW 程度であったが、近年、市場の拡大により単価が急速に低下してきている。

電力費単価を表 7.4-1 より 0.148TND (9.6 円) /kWh、太陽光発電施設の単価を 30 万円/kW、施設稼働率を 20% と仮定すると、建設費用を電力費の節減で回収するためには 18 年間かかることになる。

$$300,000 \text{ 円/kWh} / (24 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日/年} \times 20\% \times 9.6 \text{ 円/kWh}) = 17.8 \text{ 年}$$

上記に加え、パネルの変換効率が経年変化と高温により低下すること、施設の劣化が生じること、本事業の初期費用が大きい付加費用の削減が求められていること、ある程度の発電量を

確保するためには海水淡水化処理施設用地を拡大する必要<sup>3</sup>があること等、を考えると、現時点では経済的観点からも本事業において太陽光発電を採用することは適当ではないと判断する。今後、太陽光発電設備の工事費用がさらに低下するとしても、昼間時のみ発電可能で出力が安定しないという太陽光発電の特性に鑑み、太陽光発電施設は SONEDE の施設の付帯施設ではなく、STEG の発電施設として建設し、発電量の変動を他の発電施設で補うことが適当と考える。

#### 7.4 電気料金単価

基本料金は最大電力需要に対し 2 回線受電の場合、10.5 TND/kW/月が徴収される。電力量料金は季節及び時間帯により異なるが、以下のとおり、年間平均 0.148 TND/kWh となる。

表 7.4-1 電気料金

as of May 1, 2014					
STEG: 高圧受電料金表	基本料金	電力量料金			
	(TND/kW/月)	昼間 (TND/kWh)	ピーク時間 (TND/kWh)	夜間 (TND/kWh)	深夜 (TND/kWh)
	冬(9/1~5/31)	0700~1800	1800~2100	-	2100~0700
	夏(6/1~8/31)	0630~0830 1330~1900	0830~1330	1900~2200	2200~0630
時間帯別	7.500	0.148	0.233	0.212	0.111
バックアップ	3.000	0.168	0.290	0.255	0.120
基本料金計	10.500				
契約電力=0.4x冬期最大契約電力 + 0.3x夏期最大契約電力 + 0.2x昼間契約電力 + 0.1x夜間契約電力					
平均電力量料金	昼間 (TND/kWh)	ピーク時間 (TND/kWh)	夜間 (TND/kWh)	深夜 (TND/kWh)	平均 (TND/kWh)
冬(9/1~5/31)	0.148	0.233	0.212	0.111	
時間	11	3	0	10	24
電力量料金	1.628	0.699	0.000	1.110	0.143
夏(6/1~8/31)	0.148	0.233	0.212	0.111	
時間	7.5	5	3	8.5	24
電力量料金	1.110	1.165	0.636	0.944	0.161
年間(夏冬使用電力同じ)		夏期3か月	冬期9か月	平均電力量料金	0.148

出典：STEG

#### 7.5 150kV 配電線延長工事費

新規受電に伴い STEG が施工する工事費は、需要家 (SONEDE) 側が 100 %負担することを確認した。SONEDE が負担する高圧配電線 (架空配線) 延長工事費は表 7.5-1 に示すとおりとなる。STEG は配電線工事の他に一次側しゃ断器等の設備費及び二次側工事指導費用を含めた合計 7,283,000TND の費用を見積もっている。本事業の実施にあたっては、工事が海水淡水化施設の試運転時まで完了しなければならないことに留意する必要がある。

表 7.5-1 配電線延長工事費

項目	条件
延長距離	15 km
線路数	2 回線 (常用+バックアップ)
総工事費 (TND)	7,283,000 TND

出典：STEG 回答

<sup>3</sup> 1.5ha/MW 程度

## 7.6 施工区分

STEG が施工する高圧配電線路、高圧受電引込み線路と淡水化施設側受変電設備との施工区分を図 7.6-1 に示す。

新規受電に伴う高圧配電線から受電しゃ断器までが STEG の施工範囲であることを確認した。

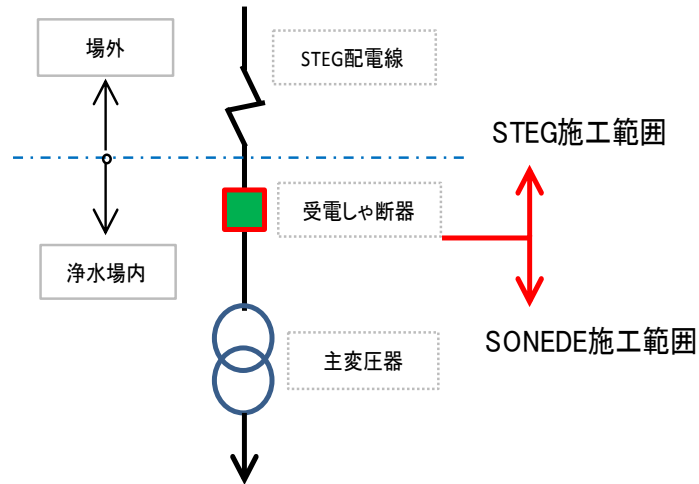


図 7.6-1 高圧受変電設備の施工区分

## 7.7 本事業第 1 期事業計画

本事業の第 1 期計画で整備する施設を表 7.7-1 にまとめて示す。



表 7.7-1 第 1 期事業概要

施設名	施設内容
海水淡水化施設	
受変電施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3 相 3 線 150kV 50Hz の特高 2 回線式受電 (ループ式)</li> <li>・ 主受変電設備：常用 1 台、予備 1 台、計 2 台、一次電圧 150 kV、二次電圧 30 kV</li> <li>・ 副受変電設備 1 変圧器構成：常用一予備の 2 バンク方式、変圧器の 2 次電圧：400 V</li> <li>・ 副受変電設備 2 変圧器構成：常用一予備の 2 バンク方式、変圧器の 2 次電圧：6 kV</li> </ul>
自家発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ラジエータ搭載型ディーゼル発電機：発電能力 2000 kVA</li> </ul>
運転操作設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小容量負荷：コントロールセンタ</li> <li>・ 大容量負荷：個別の動力制御盤方式</li> </ul>
計装設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 取水量：電磁流量計</li> <li>・ 送水量：電磁流量計</li> <li>・ 送水圧力：ダイヤフラム式圧力計</li> <li>・ 浄水池・配水池水位：投込み式 (圧力式) 水位計</li> <li>・ 原水電気伝導度：電気抵抗式</li> <li>・ 送水 pH：ガラス電極式</li> <li>・ 送水残留塩素：ポーラログラフ式</li> <li>・ 送水濁度：透過散乱光式</li> <li>・ 温度：熱電対式</li> </ul>
監視制御設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SCADA システム</li> </ul>
ポンプ施設	
受変電施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 30kV の高圧 1 回線受電</li> <li>・ 変圧器：1 台、2 次電圧：400 V</li> </ul>
自家発電設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ラジエータ搭載型ディーゼル発電機：発電能力 2,500 kVA, 1,250 kVA, 750 kVA</li> </ul>
運転操作設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動力制御盤方式</li> </ul>
計装設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 流入量：電磁流量計</li> <li>・ 送水量：電磁流量計</li> <li>・ TDS：電気伝導率計</li> <li>・ 配水池水位：圧力式</li> </ul>
監視制御設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ SCADA システム</li> </ul>

## 第 8 章 環境社会配慮

## 第8章 環境社会配慮

### 8.1 環境社会配慮調査の目的

環境社会配慮調査は、「国際協力機構 環境社会配慮ガイドライン（2010年4月公布）」（以下、「JICA ガイドライン」という）及びチュニジア国関連法令に基づき、以下の目的のため実施する。

- 1) 本事業が環境社会面に与える負の影響の特定
- 2) 適用可能な緩和策の提案
- 3) チュニジア国政府により実施される本事業に係る環境影響評価（EIA）に向けた必要な作業、作業スケジュール、人員体制等を含む提言

### 8.2 本事業が分類されるカテゴリ

JICA は、本事業を下記4カテゴリのうちのカテゴリ B に分類している。

- カテゴリ A：環境への深刻な影響が想定される事業及び影響が複雑であり、かつ前例がなく影響の見積もりが困難な事業については、カテゴリ A に分類される。
- カテゴリ B：環境への望ましくない影響が事業対象地に限定され、非可逆的な影響が少なく、また、通常の緩和策によって影響を緩和することが十分に可能であるような、環境に与える影響が相対的に小さな事業については、カテゴリ B に分類される。
- カテゴリ C：環境への望ましくない影響が最小限、若しくは全くないと考えられる事業については、カテゴリ C に分類される。
- カテゴリ FI：JICA の円借款供与承諾後（若しくは事業審査後）に具体的なサブ・プロジェクトの選定が行われ、円借款供与承諾前には具体的なサブ・プロジェクトを特定することができず、かつ環境への影響が想定されるサブ・プロジェクトを含む事業については、カテゴリ FI に分類される。

本調査では、カテゴリ B に応じた手続に従って環境レビューを実施した。スクリーニングのプロセスにおいては、本事業が環境へ及ぼす影響について、1) 事業のセクター・規模、2) 事業の環境負荷の内容、3) 環境負荷の程度・不確実性、4) 事業予定地及び周辺地域の環境及び社会の状況等を考慮した。

本事業はカテゴリ B に属するため JICA ガイドラインに基づき、下記の項目を確認している。

- 1) 環境に影響を及ぼす可能性のある要素に関して：
  - 大規模な非自発的住民移転をもたらさない。
  - 大規模な地下水の取水をもたらさない。
  - 大規模な干拓地、土地の造成あるいは開墾をもたらさない。
  - 大規模な樹木伐採をもたらさない。
- 2) 本事業の影響を受ける可能性のある脆弱な地域に関して：
  - 本事業対象地域にはラムサール条約対象湿地は含まれていない。
  - 本事業対象地域には国立公園は含まれていない。
- 3) 自然環境に関して：

- バルセロナ条約の保護対象となっている底生植物 (ポシドニア ; Posidonia Oceanica) への本事業整備事業の影響は小さい。

4) 歴史的及び文化的な資産に関して :

- ティナローマ時代遺跡文化遺産公園の遺跡はそのままの状態に保たれる。

なお、チュニジア国環境保護法に適合するために、本事業は環境影響評価 (EIA) を行わなければならないため、SONEDE は環境影響評価を外部委託により実施中である。

### 8.3 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

本事業第 1 期により整備される施設の概要は、現段階では以下のとおり想定されている。

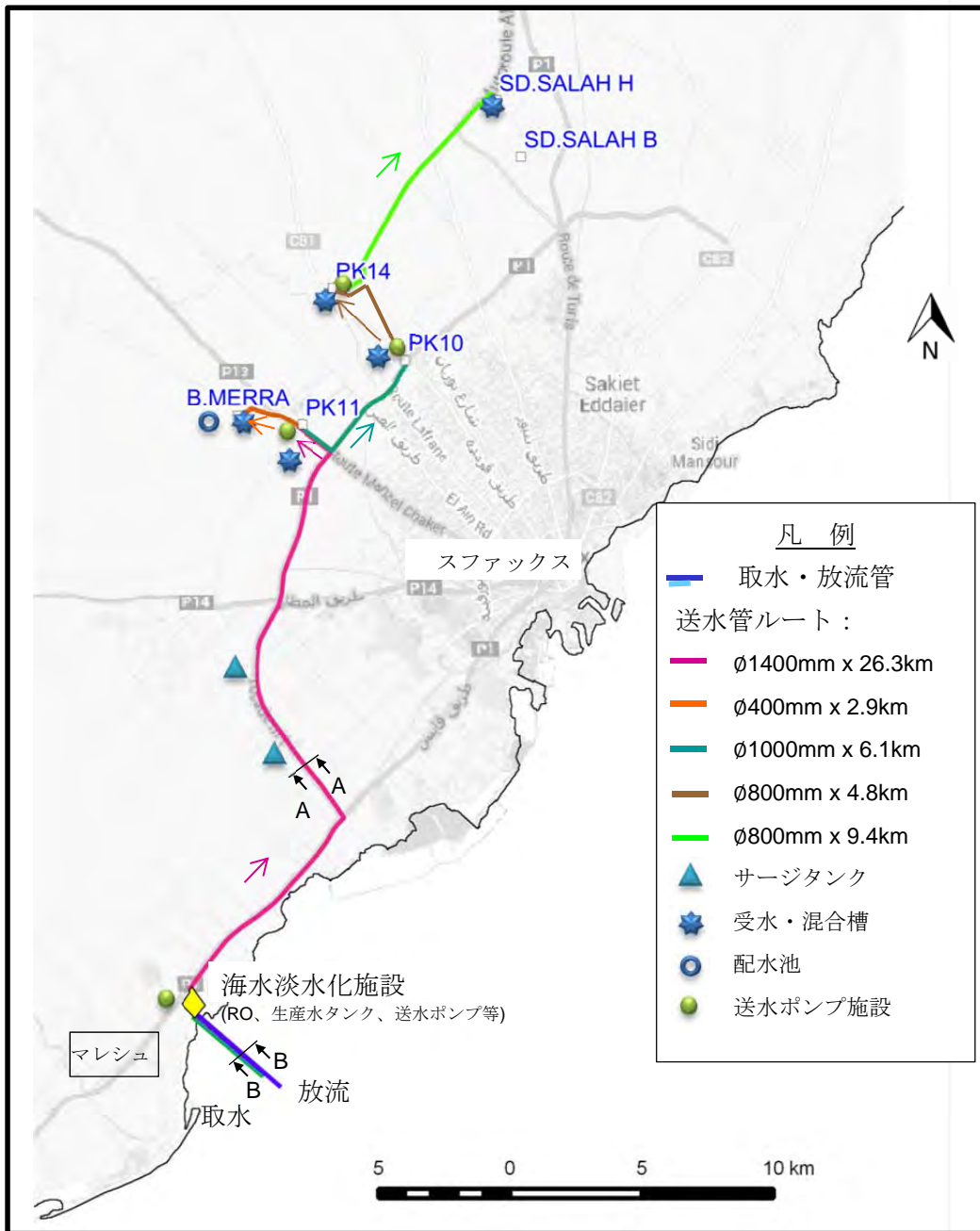
表 8.3-1 本事業第 1 期のコンポーネント

施設	規模及び特徴
海水取水管	取水量 222,200m <sup>3</sup> /日、延長 3.6km (陸上 400m を含む)、全区間埋設、管径 2000mm×2 条、HDPE、原水 TDS 41,000mg/L
濃縮水放流管	排水量 122,200m <sup>3</sup> /日、延長 4.4km (陸上 400m を含む)、全区間埋設、管径 1800mm、HDPE、濃縮水 TDS 73,000mg/L
海水淡水化施設 (RO 膜ろ過型)	生産水 100,000m <sup>3</sup> /日、用地 20ha 程度 (2 期拡張分を含む)、RO の消費電力 4.2kWh/m <sup>3</sup> 及び送水ポンプ 0.4kWh/m <sup>3</sup> から第 1 期の年間消費電力は 4.6×100,000×365×稼働率 100% =170GWh 程度 (約 14,400 石油換算トン)、消費電力 20MW 程度 (2 期では 40MW 程度)
送水管	水量は 100,000m <sup>3</sup> /日、延長は 49.5km、全区間埋設、管径 400~1400mm、ダクタイル铸铁管
ポンプ場	3 箇所既存配水池敷地内 (その他 1 箇所海水淡水化施設用地内)
サージタンク	径 10m x 高 15m (用地 20m×30m) ×2 箇所を主送水管沿いに設置
配水池	既存配水池利用及び既存 Bou Merra 配水池敷地内に増設配水池 (5,000m <sup>3</sup> ) 設置
受水混合槽	下記の配水池に受水混合槽を設置 (m、w : 幅、L : 長さ、D : 水深) PK11: 9.0W x 15.0L x 5.0D Bou Merra : 4.0W x 3.0L x 5.0D PK10: 7.0W x 10.0L x 5.0D PK14: 7.0W x 7.0L x 5.0D Sidi Salah EH: 6.0W x 5.0L x 5.0D
送電線 (高圧) <sup>1</sup>	(STEG 想定) 150kV、50Hz、2 回線、延長 15km、 (調査団推定) 送電鉄塔の平均設置間隔 : 400m 程度、送電鉄塔の寸法 : ベース 8m x 8m、高さ 40m 程度

出典 : JICA 調査団

本事業は次図に示すとおり、スファックス南部のマレシュから西北周辺まで広がる。

<sup>1</sup> SONED の正式な接続申請を受けて、STEG により送電施設の詳細が検討されるため、現時点では詳細は不明。STEG が当初 15.5 km と想定していた配電線延長は現在 15 km に変更されている。

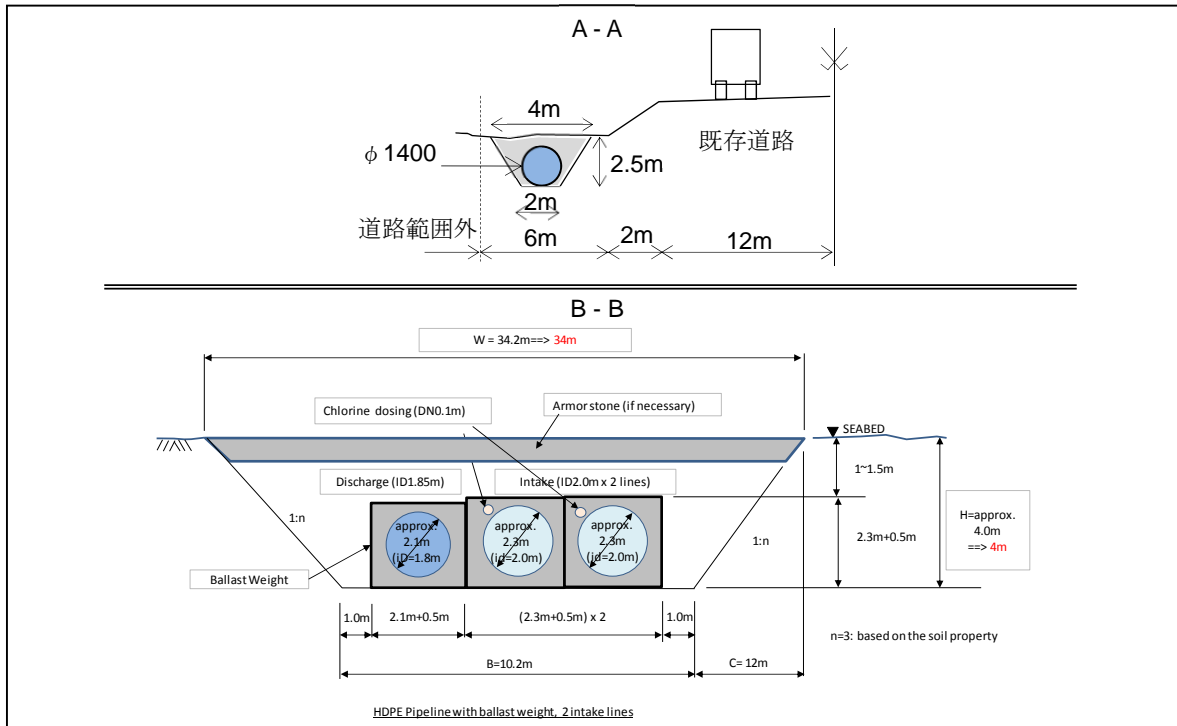


出典：JICA 調査団

注：図中で表示している横断面 A 及び横断面 B を図 8.3-2 に示す。

図 8.3-1 本事業位置図

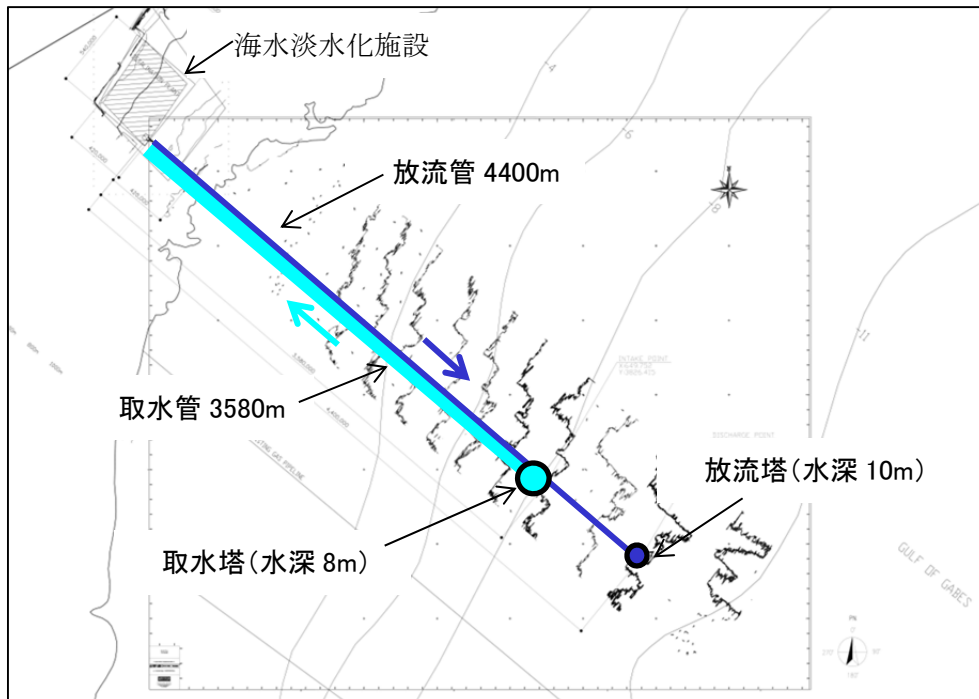
図 8.3-1 に表示されている横断面 A（送水管）及び横断面 B（取水・放流管）の横断イメージは次図のとおり。



出典：JICA 調査団

図 8.3-2 送水管（上）及び取水・放流管（下）の標準横断イメージ

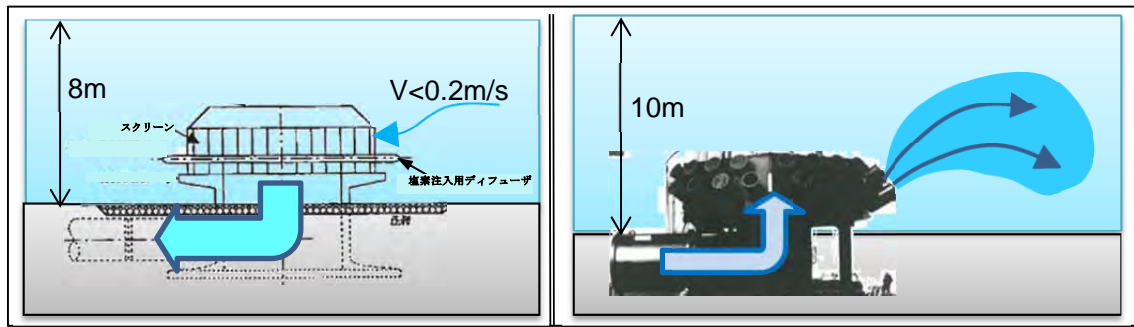
取水・放流管の平面計画は次図のとおり。



出典：JICA 調査団

図 8.3-3 取水・放流管の計画

取水塔及び放流塔のイメージは次図のとおり。



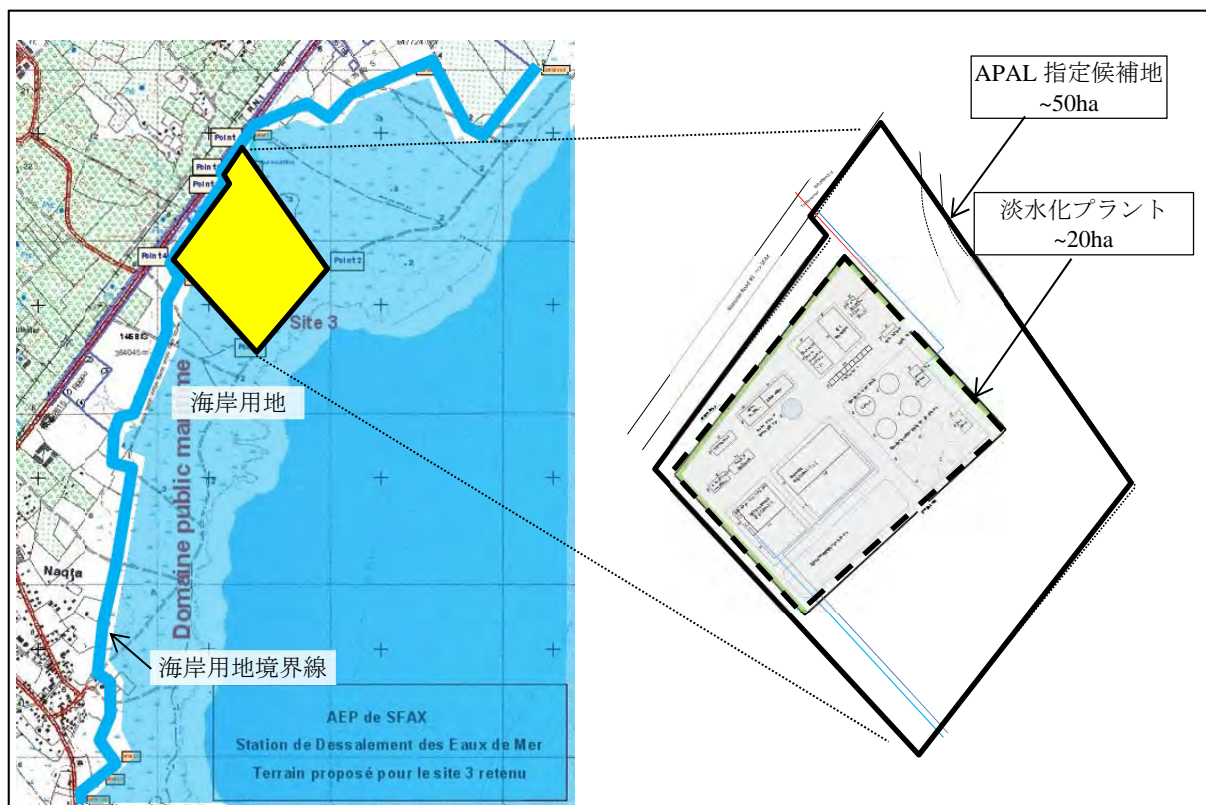
出典：(株)東京久栄

図 8.3-4 取水・放流塔のイメージ

送水管及び取水・放流管の標準横断イメージから、掘削土量は以下のとおり。

- 陸上掘削土量（送水管）： $((4+2)/2 \times 2.5) \text{ m}^2 \times 45,000 \text{ m} \rightarrow 338,000 \text{ m}^3$  程度
- 海底掘削土量（取水・放流管）： $((34+10.2)/2 \times 4) \text{ m}^2 \times 4,000 \text{ m} \rightarrow 354,000 \text{ m}^3$  程度

海水淡水化施設の規模は 5.3 節で述べたように計画する。下図に示すように、海水淡水化施設用地の全ては海岸用地内に位置する。

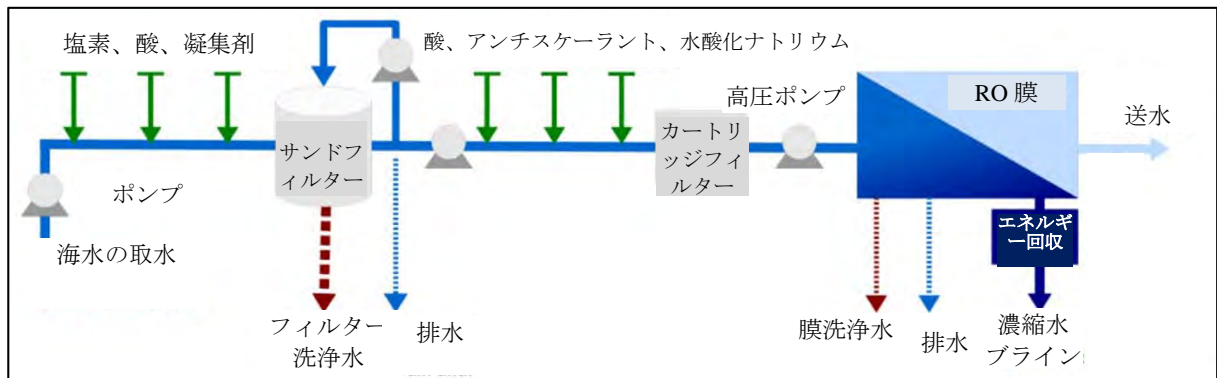


出典：JICA 調査団

図 8.3-5 海水淡水化施設用地の概要

本事業は RO プロセスを利用する。RO プロセスに用いる薬品及び排水を図 8.3-6 に示す。





出典：国連環境プログラム(UNEP) 環境影響評価ガイドライン - “淡水化”

図 8.3-6 RO プロセスに利用される薬品（緑）及び排水（点線）

薬品消費量は淡水化プラントの規模、利用率、海水質、目標水質によって変わるが、ほとんどの薬品はろ過（塩素、凝集剤）あるいは pH 調整（酸、水酸化ナトリウム）のために使用される。

RO 膜の更新は毎年 20%程度と考えられ、1 期には 8,624 ユニット（膜本数）×20 %=1,725 ユニット/年、およそ 55 m<sup>3</sup>/年<sup>2</sup>の廃棄量となる。2 期には 110 m<sup>3</sup>/年の廃棄量となる。RO 膜は焼却処分できる廃棄物である。

海水淡水化施設への送電線は STEG（チュニジア電力・ガス公社）により建設・所有<sup>3</sup>・維持管理されることになる。第 7 章に述べたように、40MW の電力供給は 150kV 高压送電線 2 回線（通常＋非常）による供給が計画されている。送電線が 150kV、2 回線の場合は送電ルートに沿って、ベース 8m×8m、高さ 40m 程度の送電鉄塔が平均 400m 程度の間隔で建設されると思われる。具体的な送電線のルートは STEG の検討の結果、ほぼ定まっているが、現時点で明らかにされていない。延長は 15km と考えられており、鉄塔の本数はおよそ 15000/400 = 約 40 本となる。

#### 想定される本事業の社会・環境への影響について

本事業は、スファックス地域における水供給を適切に行えるように計画されている。本事業は、水供給システムの改善を通してスファックス市民に対し、好影響をもたらすことが期待されている。

本事業における用地取得による住民移転はないものと想定している。水撃対策施設（サージタンク）を送水管ルートに沿って 2 箇所設置するための用地（20 m x 30 m 程度 2 箇所）及び送水管ルート上の障害物数箇所を除いては、送水管は基本的に道路沿いの道路用地範囲内に設置するため、大幅な用地取得を想定していない。送電鉄塔用地（SONEDE が所有することになる）については、用地取得が容易な、そして社会・環境への影響の小さい送電ルートを STEG が選定し、そのルート上で送電鉄塔用地を選定することになる。なお、送水管は基本的に 4 車線道路の道路用地境界線と排水溝の間に設置するため、送水管工事中における交通への影響は少ないと考える。海水淡水化施設用地の全ては国の機関が管理する海岸用地（国有地）にあるため、私有地取得の必要はない。

<sup>2</sup> 東レ社製 RO 膜ユニット TM820M-400 の場合、1 ユニットの直径 200mm、長さ 1016mm より容量は 32L/ユニット。ろ過面積は 37.16 m<sup>2</sup>/ユニット。RO 膜面流速をジェルバ島海水淡水化施設技術仕様に規定されている 13.0 L/時/m<sup>2</sup> とすると、100,000m<sup>3</sup>/日に対して 8625 ユニットが必要。7 ユニットが 1 組のため、1232 組とすると 8624 ユニットとなる。したがって廃棄量は、8624 本 x 20%/年 x 32L/本=55m<sup>3</sup>/年となる。

<sup>3</sup> 送電鉄塔及び送電線は STEG、送電鉄塔の用地は SONEDE が所有する。



また、海水取水及び濃縮水放流管はほとんどが海底及び海浜に埋設される計画となり、かつ設置する場所はトローリング漁業地域ではないため、漁業への影響は少ないと考える。

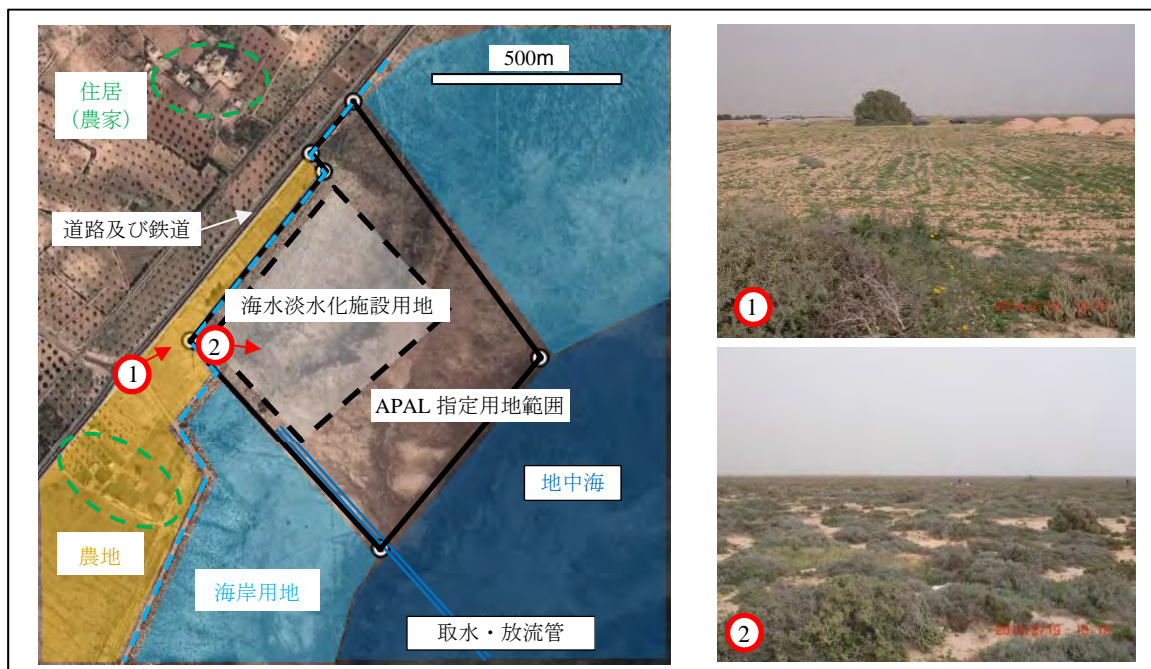
スファックス大都市圏内の下水道接続率は高く、かつ下水処理場機能改善計画事業が進められており、本事業による上水量増加に起因する河川及び地下水への影響（下水による水質汚濁）は小さいと考える。

送水管ルート及び配水池のほとんどは都市域あるいは農地にあり、自然環境保護地域ではないため、陸上自然環境への影響は少ないと考える。送電線ルートについても、現段階ではまだ明らかにされていないものの、STEGがそのような環境への影響の少ないルートを選定するものと期待する。

海水取水及び濃縮水放流管敷設工事により海底自然環境への影響（海底掘削作業により底生植物を取り除くなど）が考えられるが、それらの配管は埋設されるため、施工後の管路上において海底の自然環境は回復されると考えられる。また、そのことから、海流の流れにも影響を及ぼさないと考える。海水取水及び濃縮水放流設備の一部は露出構造となるが、その設備の範囲は限られているため、海流への影響はほとんどないと考える。また、TDSの高い濃縮水（TDS濃度 73 000 mg/L 程度、24.4 万 m<sup>3</sup>/日）による海底自然環境への影響（TDS濃度が 50 000 mg/L 程度を超える海中環境は現地の底生植物の生育に適さない）が生じると懸念される。しかし、濃縮水は放流後、拡散希釈されることから、影響範囲は放流設備周辺の限定的なものになり、大規模な影響は生じないと考えられる。放流水の影響エリアについては、8.8 節に示すシミュレーション結果により特定された。

#### 8.4 ベースとなる環境及び社会の状況

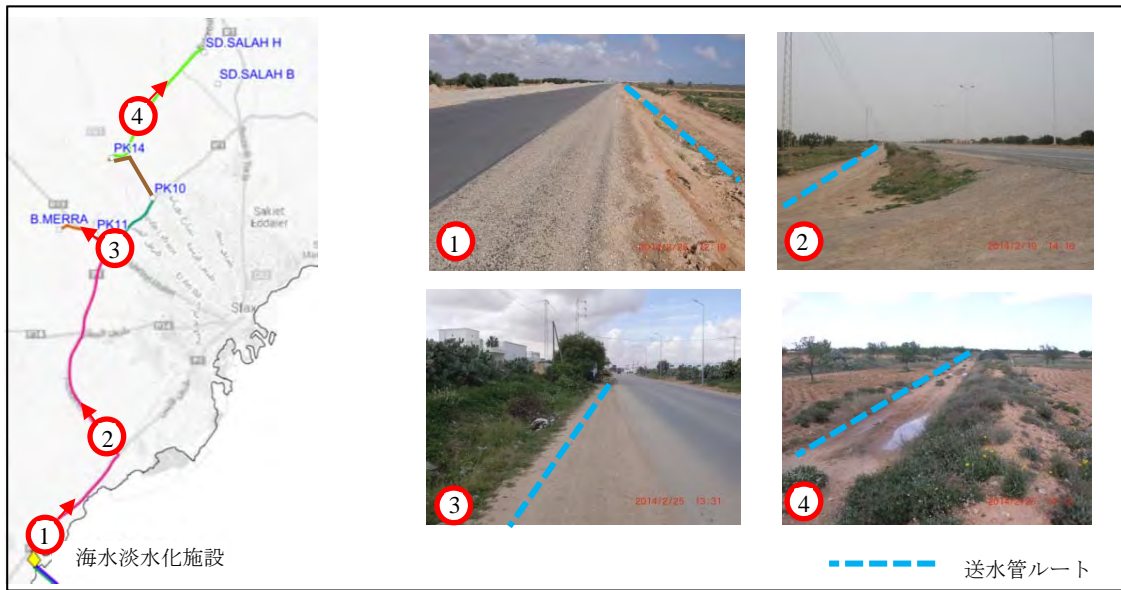
海水淡水化施設用地は、次図に示すとおり塩沼及び湿地環境にある。施設用地の全ては海岸用地内に位置するが、南西周辺に農産地、北西限界に道路及び鉄道が存在する。最も近い住居は海水淡水化施設用地から 250 m 程度離れている。



出典：Google2013(衛星写真) - JICA 調査団

図 8.4-1 海水淡水化施設用地周辺状況及び土地利用

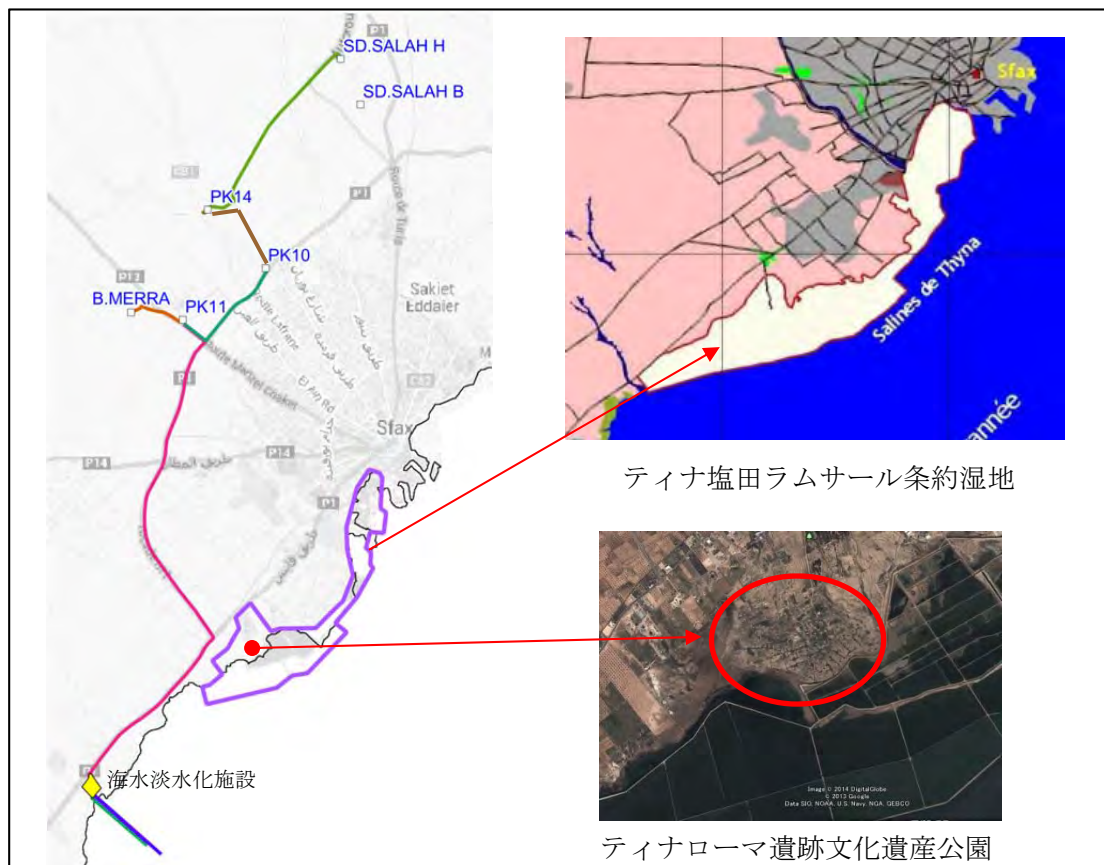
送水管ルート沿いの環境状況は以下の図に示すように、基本的には道路周辺である。



出典：JICA 調査団

図 8.4-2 送水管ルート沿い環境状況

送水管ルート近傍にあるティナ塩田保護領域には、ローマ時代遺跡文化遺産公園やラムサール条約湿地が含まれるが、次図に示すとおり、本事業用地とティナ塩田保護領域は重ならない。



出典：<http://ramsar.wetlands.org>、JICA 調査団

図 8.4-3 本事業及びティナ塩田保護領域の状況

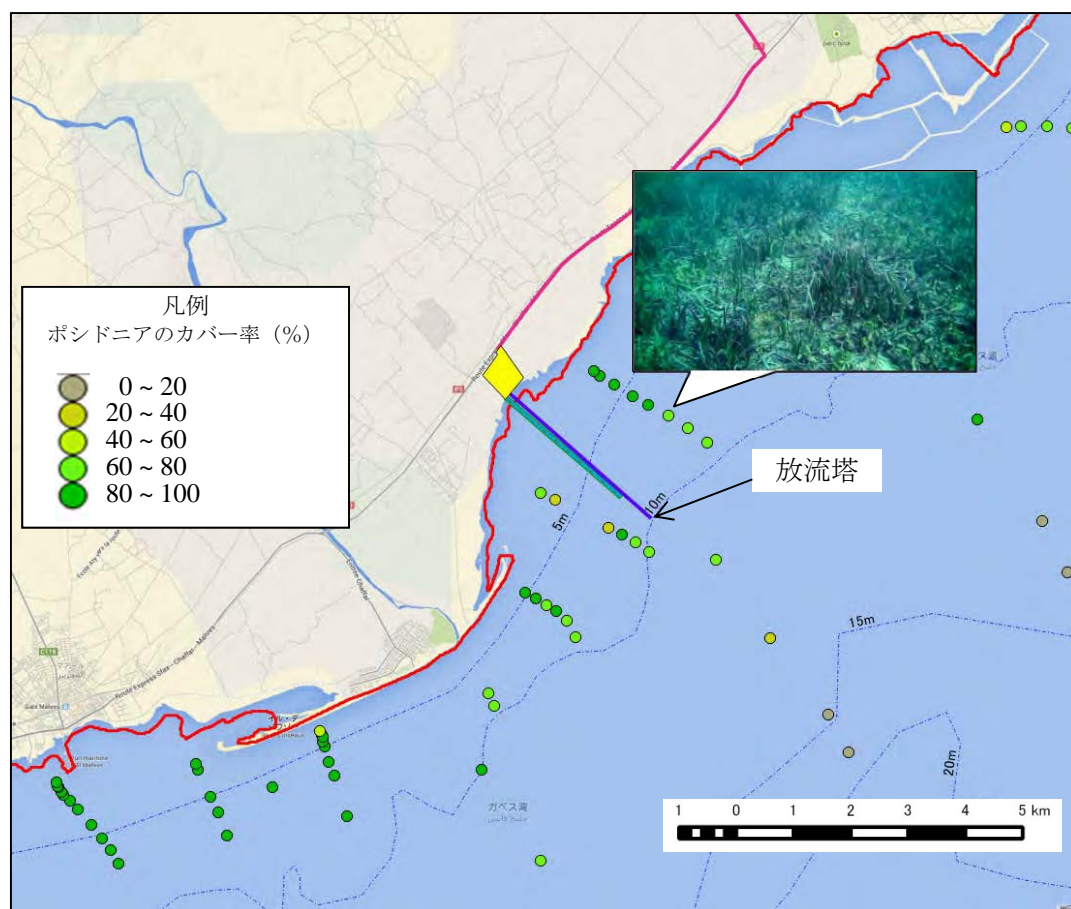


海水取水及び濃縮水放流設備設置に係わる海域には、底生植物が生育している。保護地域と地中海での生物多様性に関する議定書（Protocol concernng Specially Protected Area and Biological Diversity in the Medeteranian, 1995 年）を介して、バルセロナ条約の締約国（チュニジア国は 1976 年に署名）は環境保全への協力管理体制を促進するため、地中海における重要な保護領域（SPAMI、Specially Protected Areas of Mediterranean Importance）のリストを作成し、自然地域の保全だけでなく、絶滅危惧種とその生息地の保護を約束している。チュニジア国における SPAMI 保護領域は以下のとおりである。

- La Galite Archipelago
- Kneiss Islands
- Zembra and Zembretta National Park

上記の 3 か所の内、Kneiss Islands 保護領域はスファックス県沿岸にあるが、海水淡水化施設から南方向に 35 km 離れているため、本事業地域とは重ならない。

しかし、本事業計画範囲付近には多種の底生植物が生育しており、それら底生植物の中に SPA/BD 議定書によって絶滅危惧種として指定されているポシドニアが見られる。底生植物に関する詳細な情報をチュニジア国海洋技術研究所 (INSTM) から入手し、そのデータを解析した結果、次図に示すとおり、濃縮水放流設備が計画されている周辺のポシドニアの繁茂率は 60%～80%程度と考えられる。



出典：チュニジア国海洋技術研究所 (INSTM, Ben Mustapha) -世界銀行 2008、JICA 調査団

図 8.4-4 放流塔周辺の底生植物（ポシドニア）の状況

本調査において、本事業による底生植物への影響を把握し（8.8 節参照）、緩和策及び緩和実施の方法を検討した（8.10 節参照）。また、スファックス周辺の海域で底生植物（ポシドニア及びシモドサエ）の中で生息するタツノオトシゴの一種（*Hippocampus ramulosus*（表 8.4-1 参照））も保護する必要があるが、これはそれらの底生植物をどのように保護するかという問題に集約される。

なお、次表に示すチュニジア国での海洋生物の多様性の調査状況から、魚類の種類はチュニジア国の中でガベス湾が最も多いことがわかる。

表 8.4-1 海洋生物の種類

動物類	例 (スファックス周辺)	チュニス湾 (北部)	ハマメト湾 (中央部)	ガベス湾 (南部)
棘皮動物 (ヒトデ類)	 <i>Asterina gibbosa</i>	48	29	46
刺胞動物 (クラゲ類)	-	23	17	6
外肛動物	-	57	12	57
環形動物	 <i>Serpulidae</i>	10	8	11
甲殻類	 <i>Liocarcinus vernalis</i>	120	27	24
ホヤ綱	-	7	25	17
海綿動物	-	80	51	108
軟体動物 (貝類)	 <i>Cerithium vulgatum</i>	416	10	171
魚類	 <i>Hippocampus ramulosus</i>	106	113	227

出典：表：海洋技術研究所 INSTM, « La biodiversité marine en Tunisie », Afli, 2005；例：スファックス市、SMAPIII 環境影響調査、2008

## 8.5 チュニジア国の環境社会配慮制度・組織

### (1) 環境社会配慮に関連する法令や基準等

ANPEによれば、2005年7月11日に発令された以下の政令に基づいて、プロジェクト認可に先立ち環境影響評価を実施する必要がある。

- 環境影響評価（EIA）政令：環境影響評価に関し、環境影響評価の対象及び仕様書を定めた2005年7月11日発令の政令第2005-1991号

EIA政令では、環境影響評価手続の必要なプロジェクトを明確に定めており、環境影響評価の対象となるプロジェクトのリストが同政令の付属文書として示されている。その中で、プロジェクト責任者はプロジェクトのタイプに応じて、環境影響評価若しくは仕様書を提出しなければならないとしている。仕様書とは、プロジェクトのタイプ毎に固有の措置及び条件について事前に作成されたリストであり、事業者は承認を受けるために同仕様書をANPEに提出しなければならない。チュニジア国における環境影響評価は、ANPEによるプロジェクト実施の承認を得るために必要な手続であり、その承認は事業者（SONEDE）が本プロジェクト実施許可を得るための前提条件となっている。

EIA政令において、環境影響評価の対象となるものは、主として物理的環境及び自然環境であり、社会環境への配慮に関する明確な義務は定められていない。

チュニジア国の環境配慮とJICAガイドラインの方針を比較した結果を次表にまとめる。

表 8.5-1 チュニジア国法制度における環境配慮の妥当性

JICA ガイドライン	チュニジア国法制度	JICA ガイドラインとチュニジア国法制度のギャップ	本事業の対応方針
環境影響評価は法律により承認される。	政令第2005-1991号で承認される。	なし	政令第2005-1991号により承認を受ける。
環境影響評価の実施制度	プロジェクトの開発を実施するために、環境影響評価に対するANPEの承諾が求められる。	なし	環境影響評価はSONEDEで実施し、ANPEで評価される。
環境影響評価は自然環境及び社会環境を対象とする。	政令第2005-1991号において自然環境の保護が承諾される。土地取得及び住民移転は2003年4月14日発法律第26号により修正済みの1976年8月11日発法律第85号において承諾される（10章に記載する）。	政令第2005-1991号による環境影響評価は社会配慮が含まない。	環境影響評価は自然環境及び社会環境を対象としたものとする。
環境影響評価時のステークホルダー協議及び住民説明会の実施	-	政令第2005-1991号では要求されていない。	本プロジェクトの規模を考慮し、環境影響評価時にステークホルダー協議及び住民説明会を実施する。
モニタリング	政令第2005-1991号で認められる。	なし	政令第2005-1991号によりモニタリングを行う。SONEDEの調査局内に環境担当者がおり、環境影響評価及びモニタリングの実施経験もある。

出典：JICA 調査団

上記により、チュニジア国における環境配慮要項は JICA ガイドラインを満足すると考えるが、本プロジェクトの規模を考慮しながら、環境影響評価時にステークホルダー協議を実施、又は必要に応じて住民説明会を行う必要がある。

## (2) 関係機関

チュニジア国で環境社会配慮に関わる機関は次のとおりである。

- 環境・持続可能な開発省（Ministère de l'Environnement et du Développement Durable、環境省としては 1991 年に設立）では、環境分野における政策を提案し、生活環境や土地計画を改善するための活動を実施している。アジェンダ 21 と第 11 次 5 ヶ年開発計画において、環境・持続可能な開発省は、中期・長期で、国家の持続可能な開発政策を策定しており、持続可能な開発のための地中海戦略の方法論として記述されている。また、国連環境計画（地中海のための行動計画: UNEP/MAP）によっても支援されている。
- 環境保護庁（Agence Nationale de Protection de l'Environnement、以下 ANPE、1988 年設立）は、環境・持続可能な開発省の下、前述の政令により環境保護と汚染防止を実施している。
- 海岸保全管理庁（Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral、以下 APAL、1995 年設立）は、環境・持続可能な開発省の下、海岸保護と管理を実施している。

本事業は上水道整備に係る事業であり、かつ海岸環境にもかかわるため、SONEDE、ANPE 及び APAL と協議しながら、環境配慮調査を実施することとした。持続可能な開発委員会（Commission Nationale du Développement Durable、CNDD）、下水道公社（Office National de l'Assainissement、ONAS）、廃棄物管理庁（Agence Nationale de Gestion des Déchets、ANGED）は本プロジェクトに直接関係しないため、環境配慮に係る手続きの実施対象外としたが、ステークホルダーとしては含まれると考えられる。

## 8.6 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

本事業コンポーネント設定の際に、以下の項目について検討を行った。

- 1) 事業の必要性：ゼロオプション、他地方からの送水、及び海水淡水化から、事業の必要性を検討した。スファックスの水資源不足に対して、現在の上水道システムの水供給能力の向上が見込めないこと、ゼロオプション及び他地方からの送水の場合、将来的に水需要上昇のニーズへの対応が厳しくなることが予想されるため、スファックス大都市圏住民への影響が非常に大きいと考えられる。
- 2) 海水淡水化施設の用地：7 か所の候補地に対し、環境社会配慮を含めて検討を行った（5.2 参照）。
- 3) 淡水化のプロセス：RO 膜法や蒸発法及び電気透析法について、エネルギー消費も含め最適な方法を検討した（表 5.1-1 参照）。

## 8.7 スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

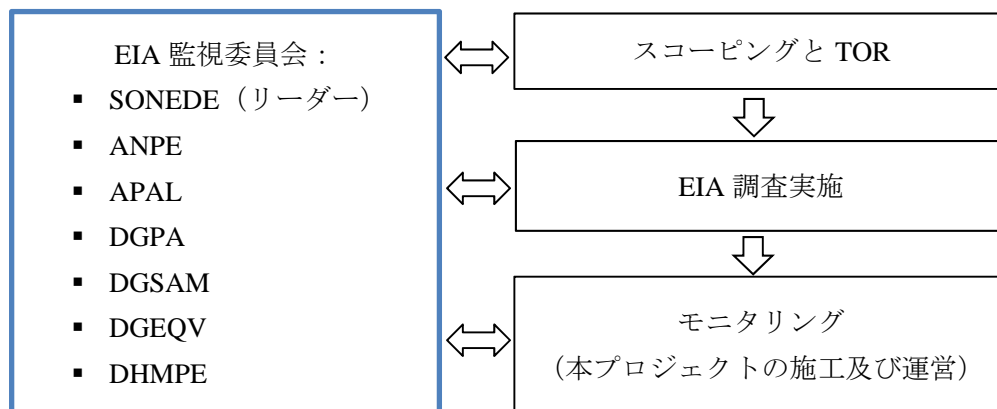
本事業に関わる環境社会影響評価のスコーピング及び TOR 作成は以下の参考資料に基づいて行った。

- チュニジア国環境に関する法律（政令第 2005-1991 号）
- JICA ガイドライン 2010 年版
- 国連環境プログラム (UNEP) 環境影響評価ガイドラインー “淡水化”<sup>4</sup>
- 国連環境プログラム (UNEP) 環境影響評価ガイドラインー “底生植物への影響評価”<sup>5</sup>
- 世界銀行環境・衛生・安全ガイドライン（EHSG）
- バルセロナ条約

なお、本プロジェクトの規模及びチュニジア国での海水淡水化事業の実績が非常に少ないことを考慮し、ANPE が EIA 監視委員会の設置が必要と判断し、本業務実施機関である SONEDE をリーダーとする EIA 監視委員会を立ち上げた。EIA 監視委員会に参加している機関は以下のとおりである。

- SONEDE：本事業実施機関
- ANPE：環境保護庁（環境・持続可能な開発省）
- APAL：海岸保全開発庁（環境・持続可能な開発省）
- DGPA：漁業局（農業・水資源・漁業省）
- DGSAM：海運及び航空運輸局（環境・持続可能な開発省）
- DGEQV：環境及び生活の質局（環境・持続可能な開発省）
- DHMPE：環境衛生及び環境保護局（公衆衛生省）

スコーピング及び TOR は、EIA 監視委員会及び INSTM（海洋技術研究所）の協力を得て JICA 調査団が草案を作成し、SONEDE を通じて EIA 監視委員会に提案した。EIA 監視委員会は、スコーピング及び TOR の内容を確認した（スコーピング及び TOR 案の EIA 監視委員会への説明会は 2013 年 4 月 29 日に行われた）。また、EIA 監視委員会は下図に示すとおり、EIA の各段階をフォローし、モニタリングの実施まで監視する予定である。



出典：JICA 調査団

図 8.7-1 EIA 監視委員会の活動

スコーピングの結果、本事業のプラス要素は給水量及び飲料水質の改善であり、マイナス要素は高塩分濃度の濃縮水（TDS 濃度 73000 mg/L 程度）を海中へ放流することであると判断し、スコーピング結果の重要点を以下のとおりとした。

<sup>4</sup> Resource and Guidance Manual for Environmental Impact Assessments: Desalination, UNEP/ROWA, 2008

<sup>5</sup> Guidelines for Impact Assessment on Seagrass Meadows, C. Pergent-Martini, C. Le Ravallec, UNEP, 2007



- 自然環境、特に海洋環境の状況を本事業の着工前に把握するため、ベースライン調査が必要であり、モニタリングする基準となる状況をその結果を基に定義する。
- 工事中及び供用時の取水及び放流による海洋環境への影響を把握する必要がある、漁業への影響も明確にする。
- 影響の規模に応じて、適切な緩和策及び補償について決定する。
- 関係機関及び近所の住民（ステークホルダー）と対話する。
- 供用時に影響の進行をモニタリングし、必要に応じて、緩和策を検討する。

詳細については、以下の評価コンポーネントに対して、表 8.7-1 に示すスコーピング検討表により確認した。

- 評価コンポーネント 1：海水淡水化施設（海水淡水化施設、取水施設、放流施設）
- 評価コンポーネント 2：送水施設（送水管、ポンプ場、サージタンク、配水池）
- 評価コンポーネント 3：送電設備（高圧送電線、送電鉄塔）

表 8.7-1 スコーピング検討表：海水淡水化施設

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	<b>工事中:</b> - 淡水化プラント工事の際の土埃、重機の利用による排気ガスの排出 (SOx、NOx 等)が想定されるが、大規模土工・舗装作業が計画されていないため、影響は重大でないと考えられる。 - 候補地周辺は主に畑、道路、海浜であり、発生するものが土埃のみであることから、その影響は極めて軽微と考えられる。 <b>供用時:</b> - 電力の利用による排気ガスの間接排出(チュニジア国では火力発電がほとんどであるため)については、チュニジア国基準レベルを満たしているものであり、影響がないと考えられる。
	2	水質汚濁	C-	C-	<b>工事中:</b> - 海上取水管及び放流管：掘削作業によって、一時的に海水が濁る。 <b>供用時:</b> - スファックス海水淡水化事業により給水量が増加するため、スファックスの下水処理施設の開発状況次第で地下水汚濁が生じる可能性がある。 - 放流塔周辺の海水の TDS 濃度が上がる（1期の放流水の濃度と水量：73000mg/L 程度×122,200m <sup>3</sup> /日）。
	3	廃棄物	D	D	<b>供用時:</b> - 使用する RO 膜(200m <sup>3</sup> /年程度)の廃棄が発生するが、一般的な廃棄物として認められており、焼却が可能である。
	4	土壌汚染	D	D	<b>工事中、供用時:</b> - 大量な廃棄物処理の予定はなく、処理過程で発生するものは主に水であるため、水漏れが生じて土壌汚染にはならないと考えられる。
	5	騒音・振動	D	D	<b>工事中:</b> - 淡水化施設周辺の住居は少なく、危惧すべき生態系もないことから、騒音・振動による影響はないと考えられる。 <b>供用時:</b>

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
				- RO 処理過程は建屋内で行うため、外部への騒音・振動の影響はない。
	6 地盤沈下	D	D	<b>供用時:</b> - 海水淡水化であるため、地下水は利用しない。更に大規模な地下作業は予定されていない。
	7 悪臭	D	D	<b>供用時:</b> - 大気中へ悪臭を発生するようなプロセスはない。
	8 底質	D	D	<b>工事中:</b> - 海上取水管及び放流管：海底掘削量は $110\text{m}^2 \times 4,000\text{m} = 440,000\text{m}^3$ 程度である。 - 管の体積に相当する土量 $((2.3\text{m}^2/2+2.1\text{m}^2/4) \times 3.14 \times 4,000\text{m} = 47,092\text{m}^3)$ 並びに保護石及び基礎砂利以外の土量は管の埋め戻しに再利用し、残りの $101,600\text{m}^3$ 程度は別の場所（海中）に処分する。 - 既存土しか動かないため、底質汚濁等はないと考える。
自然環境	9 保護区	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 保護区(ティナ塩田ラムサール条約地域, Kneiss 島保護領域 «SPAMI») は本事業予定地に含まれない。
	10 生態系	B-	C-	<b>工事中:</b> - 淡水化施設は海岸用地内に設置される。 - 淡水化施設、特に取水・放流管の埋設作業は陸上及び海底生態系（底生植物等）に影響を与える可能性がある。淡水化施設 20ha、取水・放流管は $4,000\text{m} \times 34\text{m} = 14\text{ha}$ 程度と考えている。 - 掘削残土の $101,600\text{m}^3$ 程度は別の場所（海中）に処分するため、その場所の状況により影響が出る可能性がある。 <b>供用時:</b> - 高い TDS の濃縮水放流によって放流塔周辺の生態系が影響を受ける。 - 取水量は 1 期: $222,200\text{m}^3/\text{日}$ であるが、取水塔は海底から 3m 程度の海水を取水する上に、取水速度は $0.2\text{m/s}$ に限定されるため、海底自然環境には影響がなく、その流速では魚が吸い込まれないと考える。
	11 水象	C-	D	<b>工事中:</b> - 取水管や放流管の埋設作業により一時的に海流を変える可能性がある。 <b>供用時:</b> - 取水管や放流管はその全延長を埋設するため、海流には影響がないと考えられる。
	12 地形、地質	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 淡水化施設の建設により、大規模な陸上土工作業はない。
	13 住民移転	D	D	<b>計画:</b> - 淡水化施設の候補地は海岸用地で住民移転の必要はない。
社会環境	14 貧困層	C-	D	<b>工事中:</b> - 淡水化施設は海岸用地にあるため、農業地域には影響を与えない。 - 取水管・放流管の敷設時に漁業に影響する可能性がある。 - 本事業は農業地域及び漁業地域に隣接して実施するため、影響が及ぶ貧困層は主に農業・漁業従事者と考える。特に漁業活動に影響する可能性があると考えられる。 <b>供用時:</b> - 取水塔及び放流塔は底引き漁業エリア外にあるため、漁業に

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
				は影響がないと考えられる。
15	少数民族・先住民	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 淡水化施設の用地には、少数民族及び先住民は存在しない。
16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<b>工事中:</b> - 工事中は雇用が増加する。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性がある。 <b>供用時:</b> - 淡水化施設のオペレーター等として、雇用の可能性がある。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性がある。
17	土地利用や地域資源利用	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 淡水化施設は海岸用地にあるため、用地取得はない。
18	水利用	D	B+/C+	<b>供用時:</b> - 海水淡水化により、現在、過剰揚水となっている地下水の利用は減る(B+)。 - 水質が改善され、健康に対して好影響となる(C+)。
19	既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	<b>供用時:</b> - スファックスで給水される飲料水の量及び水質は改善される。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 本事業は海水淡水化事業であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
21	被害と便益の偏在	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 本事業の対象エリアはスファックス大都市圏の全域であり、不公平な被害と便益の偏在をもたらすことはないと考えている。
22	地域内の利害対立	D	B+	<b>供用時:</b> - 淡水化設備はスファックス大都市圏にあり、対象エリアはスファックス大都市圏全域となる。 - 本事業の運営によって、チュニジア国中央部地域の水需給状況を緩和できるため、地域内の利害対立に好影響を与えると考えられる。
23	文化遺産	C-	D	<b>工事中:</b> - 本事業はティナ遺跡公園を含まないが、掘削作業の際に、ローマ時代遺跡が発掘される可能性がある。
24	景観	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 淡水化設備及び土工の高さは低く、景観に殆ど影響しない。
25	ジェンダー	D	C+	<b>供用時:</b> - 未給水地域では、水確保に係る雑役が女性の役目になる場合が多いが、本事業の実施により給水可能量が増加し、給水接続数の増加が可能となることから、給水状況が改善され、女性の作業が軽減される可能性があり、ジェンダーについて好影響を及ぼす。
26	子どもの権利	D	D	<b>供用時:</b> - 該当なし。
27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	<b>工事中:</b> - 本事業はスファックス大都市圏で行われるため、工事作業員のほとんどは地元民であることが予想され、健康状態は現状と変化はなく、影響はないものと考えている。
28	労働環境(労働安全を含む)	D	C-	<b>工事中:</b> - 「淡水化施設工事」では、一般的な工事現場と同様の安全管

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					<p>理が必要であるが、爆発物や危険物等を取り扱う工事ではないので、特別な留意は必要ない。</p> <p>- 「海洋工事関連」では、工事現場が沖合や海底ということが陸上工事と異なる点であるが、配管材料、取水塔、放水塔の輸送・吊り上げ・設置作業は通常の工事と同じゆえ、一般的な安全管理に留意すれば特別な危険は少ない。ただし、海洋工事は天候の影響を受けやすいので、工事に適した時期や日・時間帯を設定する。このため、建設期間は陸上工事より、長期間を見越している。潜水工事は、水深が最深部でも10m程度であり、かつ経験者を投入するので、潜水病等の危険性は高くない。</p> <p><b>供用時：</b></p> <p>- 「淡水化施設」で、水処理用の薬品を若干使用するが、既設淡水化施設で使用経験のある薬品を選定していること、および使用量が少ないことから、この点での危険性は少ない。また、高圧容器や回転機器等については、機器設計段階で安全面を考慮した設計を行うので、事故の可能性はほとんどない。</p> <p>- 「海洋施設部分」の供用開始後の点検は経験のある潜水土士により行われるので、潜水事故の危険性は低いと言える。</p>
その他	28	事故	D	D	<p><b>工事中・供用時：</b></p> <p>- 危険な施設は計画されていない。使用される薬品は安定したものであり、電源のない場所であっても品質保持できるものである（温度上昇による爆発の危険性はない）。</p>
	30	越境の影響、及び気候変動	D	C-	<p><b>供用時：</b></p> <p>- 海水淡水化施設の電力需要は第1期において、175GWh/年である。チュニジア国の発電所の多くは火力あるいはガスであるため、CO<sub>2</sub>の排出量は増加する。</p>

評価:

- A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される  
 B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される  
 C: 影響が不明であり、今後の調査が必 C+: 軽微な正の評価が想定される  
 D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

表 8.7-2 スコーピング検討表：送水施設

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	<p><b>工事中：</b></p> <p>- 送水管土木工事の際の土埃、重機の利用による排気ガスの排出 (SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> 等) が想定されるが、大規模土工・舗装作業がないため、影響は重大でないと考えられる。</p> <p>- 送水管ルート周辺は主に畑であり、発生するものが土埃のみであることから、その影響は極めて軽微と考えられる。</p> <p><b>供用時：</b></p> <p>- 電力の利用による排気ガスの間接排出（チュニジア国では火力発電がほとんどであるため）については、チュニジア国基準レベルを満たしているものであり、影響がないと考えられる。</p>
	2	水質汚濁	D	D	<p><b>工事中：</b></p> <p>- 送水管作業は一般埋設作業であり、深さ 3m 程度であることから、地下水の水質汚濁のリスクはないと考えられる。</p>

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
				<b>供用時:</b> - 送水管施設は浄水のみ運ぶため、水漏れがあった場合でも、水質汚濁は起こらないと考える。
	3 廃棄物	D	D	<b>供用時:</b> - サージタンク及びポンプ場の交換部品の数量は少なく、有価物となるため、影響がないと考える。
	4 土壌汚染	D	D	<b>工事中:</b> - 陸上掘削量は 230,000m <sup>3</sup> 程度（現地の土＝無害）。ほとんどの量を埋め戻し、残りの 60,000m <sup>3</sup> は別な場所に盛土するが、現地の土であり、土壌汚染にならないと考える。
	5 騒音・振動	D	D	<b>工事中:</b> - 送水管周辺の住居は少なく、危惧すべき生態系はなく、騒音・振動の影響はない。 <b>供用時:</b> - ポンプ場は既存配水池地域内に設置するため、騒音・振動の影響はない。（サージタンクは通常時は騒音・振動を発生しない。作動時には流水音が発生するが、きわめて一時的であり大きな影響は生じない）
	6 地盤沈下	D	D	<b>供用時:</b> - 地下水の利用はしないことから、地盤沈下の要因となることはない。
	7 悪臭	D	D	<b>供用時:</b> - 浄水のみを送水であり、悪臭は発生しない。
	8 底質	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし
自然環境	9 保護区	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 保護区(ティナ塩田ラムサール条約地域, Kneiss 島保護領域「SPAMI」) は本事業中に含まれない。
	10 生態系	D	D	<b>工事中:</b> - 送水施設はスファックス大都市圏周辺にあるため、既に開発されている地域であり、更なる生態系への影響はない。
	11 水象	D	D	<b>工事中:</b> - ワジの横断箇所は河床に埋設する計画であるため、影響はない。
	12 地形、地質	C-	D	<b>工事中:</b> - 陸上掘削量は 230,000m <sup>3</sup> 程度（現地の土＝無害）。ほとんどの量を埋め戻し、残土 60,000m <sup>3</sup> は別な場所に盛土するため、その場所において影響が発生する可能性がある(例：60,000m <sup>3</sup> = 高さ 2m × 3ha の盛土になる)。淡水化施設用地内に盛土処分する予定。
社会環境	13 住民移転	D	D	<b>計画:</b> - 住民移転を回避する計画方針であるため、必要に応じて、送水管ルートを変えることになり、住民移転は起こらない予定。
	14 貧困層	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	15 少数民族・先住民	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<b>工事中:</b> - 工事中は雇用が増加する。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。 <b>供用時:</b>

分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
				- 下請契約及び材料や機器の販売の可能性がある。
17	土地利用や地域資源利用	C-	D	<b>工事中：</b> - 送水施設は既存道路沿いにあるため、用地取得は少ないと考える。
18	水利用	D	D	<b>工事中・供用時：</b> - 該当なし。
19	既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	<b>供用時：</b> - スファックスで給水される飲料水の量及び水質が改善される。
20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	<b>工事中・供用時：</b> - 本事業は海水淡水化事業であり、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響はほとんどないと考えられる。
21	被害と便益の偏在	B+	B+	<b>工事中・供用時：</b> - 本事業の対象エリアはスファックス大都市圏全域であり、便益の偏在は発生しない。
22	地域内の利害対立	D	B+	<b>供用時：</b> - 送水設備はスファックス大都市圏にあり、対象エリアはスファックス大都市圏全域になる。 - 本事業施設の運用によって、チュニジア国中央部地域の水需給状況を緩和できるため、地域内の利害対立に好影響を与えると考えられる。
23	文化遺産	D	D	<b>工事中：</b> - 本事業はティナ遺跡公園を含まない上に、送水施設は既に開発されている地域（道路沿い）に設置されるため、文化遺産への影響はないと考える。
24	景観	D	D	<b>工事中・供用時：</b> - 既存配水池用地内に建設される送水設備の高さは低く、景観に影響しない。サージタンク2基が15mの高さとなるがそれぞれ直径10m程度で景観には大きく影響しない。
25	ジェンダー	D	D	<b>供用時：</b> - 淡水化施設で評価する。
26	子どもの権利	D	D	<b>供用時：</b> - 淡水化施設で評価する。
27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	<b>工事中：</b> - 本事業はスファックス大都市圏の内で行われるため、工事作業員のほとんどは地元民であることが予想され、健康状態は現状と変化はなく、影響はないものと考えている。
28	労働環境(労働安全を含む)	D	D	<b>工事中：</b> - 「送水施設工事」では、一般的な工事現場と同様の安全管理が必要であるが、爆発物や危険物等を取り扱う工事ではないので、それらについては特別な留意は必要ない。道路近傍部分の工事では、交通事故が起きないように安全誘導を行うことが必要であり、また、重量交通の通過等の影響による開削部分の崩落を避けるために、深い開削部には土留め工が施工され安全が確保されることになる。 - 送水管の鉄道横断工事があり、非開削工事で施工することになるが、列車が工事上部を通るため他の工事と異なり特別な配慮が必要である。また、列車通過時には念のため工事を中断し作業員を待避させるとともに、列車の通過は頻繁ではないものの工事現場では徐行をするように鉄道当局に要請する等の安全管理に留意すれば特別な危険はない。

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
					供用時： -特に問題はない。
その他	29	事故	D	D	工事中・供用時： - 危険な施設は計画されていない。
	30	越境の影響、及び気候変動	D	D	供用時： - 送水施設の電力需要は発電所のCO <sub>2</sub> ガス排出量を増加させる。

評価:

A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される

B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される

C: 影響が不明であり、今後の調査が必要

D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

表 8.7-3 スコーピング検討表：送電施設

分類		影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	工事中： - 送電線工事の際の土埃、重機の利用による排気ガスの排出(SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> 等)が想定される。 - 送電線ルート周辺は主に畑であり、発生するものが土埃のみとなる。 供用時： - 該当なし。
	2	水質汚濁	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	3	廃棄物	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	4	土壌汚染	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	5	騒音・振動	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	6	地盤沈下	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	7	悪臭	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	8	底質	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
自然環境	9	保護区	D	D	工事中・供用時： - 図 8.4-3 に示すティナ塩田ラムサール条約地域を含まないように送電ルートが計画される予定。
	10	生態系	D	D	工事中： - ほとんどオリーブ畑であり、貴重種等の生態系はない。
	11	水象	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
	12	地形、地質	D	D	工事中・供用時： - 該当なし。
社会環境	13	住民移転	D	D	計画： - 住民移転を行わないように送電ルートが計画される予定。
	14	貧困層	C-	D	工事中： - 送電鉄塔建設のための用地取得は農業用地に影響を与える可



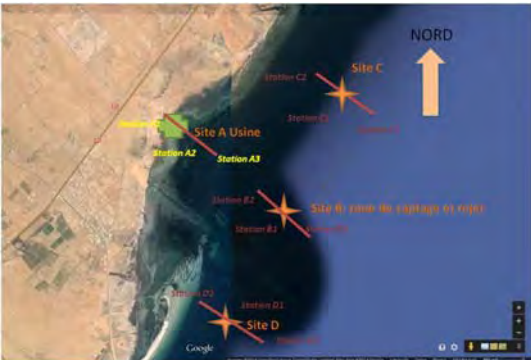
分類	影響項目	評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	
				能性がある。 <b>供用時:</b> - 該当なし。
	15 少数民族・先住民族	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	17 土地利用や地域資源利用	C-	D	<b>工事中:</b> - 送電鉄塔の建設のため用地取得の可能性はある。 <b>供用時:</b> - 該当なし。
	18 水利用	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	20 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	21 被害と便益の偏在	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	22 地域内の利害対立	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	23 文化遺産	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	24 景観	D	C-	<b>工事中:</b> - 下記の供用時に同じ。 <b>供用時:</b> - 鉄塔は40m程度の高さになるため景観に影響を与える可能性がある。
	25 ジェンダー	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	26 子どもの権利	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	27 HIV/AIDS等の感染症	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 該当なし。
	28 労働環境(労働安全を含む)	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 送電線はSTEGによって、計画・建設・維持管理される予定であり、労働環境には影響はない。
その他	29 事故	D	D	<b>工事中・供用時:</b> - 送電線はSTEGによって、計画・建設・維持管理される予定であり、STEGの経験に鑑み、事故は発生しないと想定される。
	30 越境の影響、及び気候変動	D	D	<b>供用時:</b> - 海水淡水化施設で評価する。

評価:

- A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される  
 B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される  
 C: 影響が不明であり、今後の調査が必要  
 D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

以上のスコーピングの結果を考慮し、JICA 調査団は SONEDE が外部に委託して実施する環境影響評価調査の TOR における重要項目をまとめ SONEDE に提案した。その結果に対して SONEDE は合意し、SONEDE と ANPE 及び APAL との協議の結果、表 8.7-4 に示す重要項目に配慮して環境影響評価調査の TOR を作成することになった。この決定を受け、JICA 調査団は現地再委託により同 TOR を作成し、SONEDE に提出した。SONEDE は同 TOR について ANPE 及び APAL の意見を求め、その同意を得た後、同 TOR を以って現地コンサルタントを対象とした入札を行い、2015 年 6 月現在、調査中である。

表 8.7-4 環境影響評価調査 TOR 重要項目

目的	調査項目	調査手法
調査フレームワーク及びアプローチ	①法律、基準、参考資料、関係機関を確認し、調査フレームワークを決定する。 ②調査アプローチ、手法、担当分担、スケジュールを決定する。	①スコーピング報告書を確認する。 ②調査 TOR を確認する。
自然環境及び社会環境のプロジェクト実施以前の状況	①既存自然環境を記述する：プロジェクト対象地、陸上環境及び海環境の生物体養成及び物理的特徴（気候等） ②社会環境を記述する：人口と経済、健康状況、ジェンダー項目	①既存データ・報告書を把握し、確認する。 ②海洋環境の現地調査を行う： <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 海水水質調査（浮遊生物を含む）</li> <li>➢ 底生植物の現況を確認</li> <li>➢ 海生物体養生の確認</li> <li>➢ サンプルングは 4 ヲ所。その内 2 ヲ所はプロジェクトの位置（下図の A,B）、2 ヲ所は比較対象（下図の C,D）：</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ サンプルング時期：冬、夏</li> </ul>
プロジェクトの特徴	①本プロジェクトのコンポーネントを記述する ②本プロジェクトの考慮すべき情報（インプット）と成果物（アウトプット） ③施工方法及び運営方法	①スファックス海水淡水化施設整備事業準備調査報告書を確認
代替案の検討及び候補地の検討	①代替案の検討 ②候補地の検討	①スファックス海水淡水化施設整備事業準備調査報告書を確認 ②現地状況確認
自然環境及び社会への影響確認	①プロジェクトのコンポーネントに対する影響を確認（工事時及び供用時） ②放流水対象エリア及び底生植物への影響	①参考資料チェックリストを利用し、各項目を確認する。 ②放流水の対象エリアを計算する。 ③底生植物と塩分の関係情報から影響を確認する。

目的	調査項目	調査手法
緩和策及び補償の検討及びコスト	①各影響に対して、緩和策あるいは補償について検討する ②緩和策及び補償のため必要な体制及び金額の検討	①影響の特徴及び現地の特徴から、緩和策を検討し、決定する。 ②法律及び標準事例を参考にして、補償内容について決定する。 ③SONEDE と協議の上、必要金額及び実施体制を確認する。
モニタリング計画の定義	①モニタリング計画を決定する：モニタリング項目、手法、機関、分担、コスト、体制	①重要影響の進捗をモニタリングするように、観測方法を考慮し、モニタリング手法を決定する。 ②SONEDE と協議の上、モニタリング計画を策定する。
ステークホルダー協議及び住民説明会	①ステークホルダー協議の実施及びプロジェクトへの反映 ②住民に対して本プロジェクトを説明する	①本プロジェクトの特徴及び影響を説明することを目的とし、スファックス市で、ステークホルダー協議を行う。準備調査の際に実施したステークホルダー協議の参加者の意見を参考に実施する。質問・提案を検討し、プロジェクトへ反映する。 ②本プロジェクト及び環境影響調査の結果を説明するため、住民説明会を開く。

スコーピング、TOR 作成及び環境影響評価（EIA）調査の実施スケジュールを以下に示す。

項目	担当	2014		2015						2016					
		10月	~	1月	2月	3月	4月	5月	6月	~	5月	6月	7月	8月	9月
スコーピング + TOR	SONEDE (JICA 調査団 ANPE, APAL)	■													
入札 (RFP)	SONEDE			▼											
プロポーザル準備及び提出	EIA コンサルタント			■											
コンサルタント評価、選定	SONEDE				■										
作業開始	SONEDE								▼						
EIA 調査+ステークホルダー協議	EIA コンサルタント								■						
EIA 報告書を評価、ANPE へ提出	SONEDE												▼		
EIA の承認	ANPE													■	

モニタリング用ベースデータ  
現場調査：12か月間

図 8.7-2 スコーピング、TOR 作成及び環境社会影響評価の実施スケジュール

環境社会影響評価の実施計画を以下に示す。

調査のフェーズ、項目	期間 (月)											成果品		
	1	2	3	4	5	6	7	8	~	12				
1期： 法律制度、環境状況、プロジェクト	■													ITR/1
2期： 影響評価及び緩和策の検討				■										ITR/2
フェーズ3： モニタリング計画						■								DFR FR
ステークホルダー協議及び住民説明	■													協議議事録
現場調査	- - - - -											自然状況のデータ		

EIA 監視委員会で確認

ANPE

出典：JICA 調査団

図 8.7-3 環境社会影響評価の実施計画 (案)

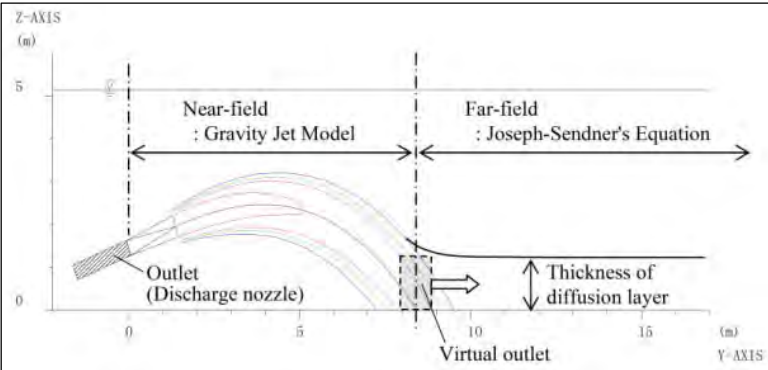
上記の実施計画による各報告書は EIA 監視委員会で確認されるため、ANPE が最終的承認する段階では、多くのコメント（リザーブ）は出ないと考える。

### 8.8 環境社会配慮調査結果

スコーピングに従い、JICA 調査団は本プロジェクトの重要事項である高 TDS 濃度の放流水が与える海底環境への影響範囲及び影響の程度を把握するために、シミュレーション計算を行った。また、ポシドニアの分布に関するデータを把握し、本プロジェクトの対象となる範囲を含めた広範囲の状況図を作成した。

さらに、JICA 調査団は社会調査を実施し、海水淡水化施設生産水の給水に対する満足度及び社会影響を把握した（第 9 章の財務経済の項に記述）。また、海水淡水化施設用地の周辺にあるガス工場（British Gas、BG）のヒアリングによって、海底管建設における漁業への影響の現状を確認した。以下の表に詳細を記載する。

表 8.8-1 環境社会配慮調査結果表

環境項目	調査結果												
水質	<p><b>本プロジェクトによる濃縮水拡散シミュレーション</b></p> <p>濃縮水放流の影響を把握するため、放流塔から 73000mg/L の TDS 濃度で放流された海水がどのように希釈されるかを計算する。そのために、図 8.8-1 に示すとおり、放流管近傍と着底後の二つのモデルを組合せて、シミュレーションを行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 放流塔の近傍（濃縮水が海底に到達するまでとして約 20m を設定）：Gravity jet model</li> <li>2. 着底後（放流塔より約 20m 以遠）：Joseph Sendner's equation</li> </ol> <p>モデルを以下の図に示す。</p>  <p>出典：JICA 調査団</p> <p><b>図 8.8-1 シミュレーションモデルの仕組み</b></p> <p>この式を用いたシミュレーションは、日本国内の発電所、淡水化施設、下水処理場等ではよく使われており、実績も多い。また、世界中いくつかの研究所でもその精度及び妥当性は確認されている。</p> <p><b>計算条件</b></p> <p>本プロジェクトにおける濃縮排水の予想濃度を時期毎に表 8.8-2 にまとめた。本シミュレーションでは、海水と放流水の TDS 濃度差の大きい夏場をモデルとした。また、濃縮水の放流仕様を以下のとおり設定した。</p> <table border="0"> <tr> <td>① 放流量</td> <td>: 244,400m<sup>3</sup>/日（2期）</td> </tr> <tr> <td>② 放流流速</td> <td>: 3m/s</td> </tr> <tr> <td>③ ノズル数</td> <td>: 4（図 8.8-2 参照）</td> </tr> <tr> <td>④ ノズル径</td> <td>: 0.55m</td> </tr> <tr> <td>⑤ 放流ノズル仰角</td> <td>: 45 度</td> </tr> <tr> <td>⑥ 海底から放流ノズル中心までの高さ</td> <td>: 1.3m</td> </tr> </table>	① 放流量	: 244,400m <sup>3</sup> /日（2期）	② 放流流速	: 3m/s	③ ノズル数	: 4（図 8.8-2 参照）	④ ノズル径	: 0.55m	⑤ 放流ノズル仰角	: 45 度	⑥ 海底から放流ノズル中心までの高さ	: 1.3m
① 放流量	: 244,400m <sup>3</sup> /日（2期）												
② 放流流速	: 3m/s												
③ ノズル数	: 4（図 8.8-2 参照）												
④ ノズル径	: 0.55m												
⑤ 放流ノズル仰角	: 45 度												
⑥ 海底から放流ノズル中心までの高さ	: 1.3m												

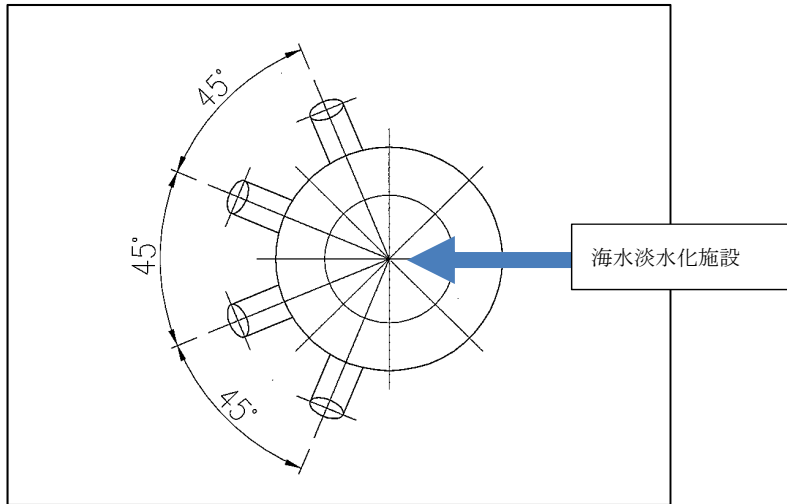
環境項目 調査結果

- ⑦ 海流/潮流 : 0.01m/s<sup>\*1</sup>  
\*1: 海面近くは流動するが、海底に行くにしたがって流動は減少する。本濃縮水放流地点での深さでは無視できるとして、シミュレーション上は最低値0とした。
- ⑧ 放流方向及び分布角度 : 180度<sup>\*2</sup>  
\*2: 濃縮水は周辺海水より重いため、放流地点より浅い海域には拡散しにくい性質がある。このため放流点より岸側には拡散しないものとして、水平的な拡散範囲は南西方向180度に設定した(図8.8-2参照)。

表 8.8-2 水温・TDS 条件

		1-3月	4-6月	7-8月	9-11月	12月
		冬	春	夏	秋	冬
海水水温	°C	15	25	30	25	15
放流水水温	°C	15	25	30	25	15
海水 TDS 濃度	mg/L	39,000	40,000	41,000	40,000	39,000
放流水 TDS 濃度	mg/L	70,800	72,500	74,300	72,500	70,800
海水放流水 TDS 差	psu(*)	31.8	32.5	33.3	32.5	31.8

出典：JICA 調査団 (\*) 塩分濃度 (TDS, mg/L) を 1,000 で除した値を実用塩分(psu)とした。

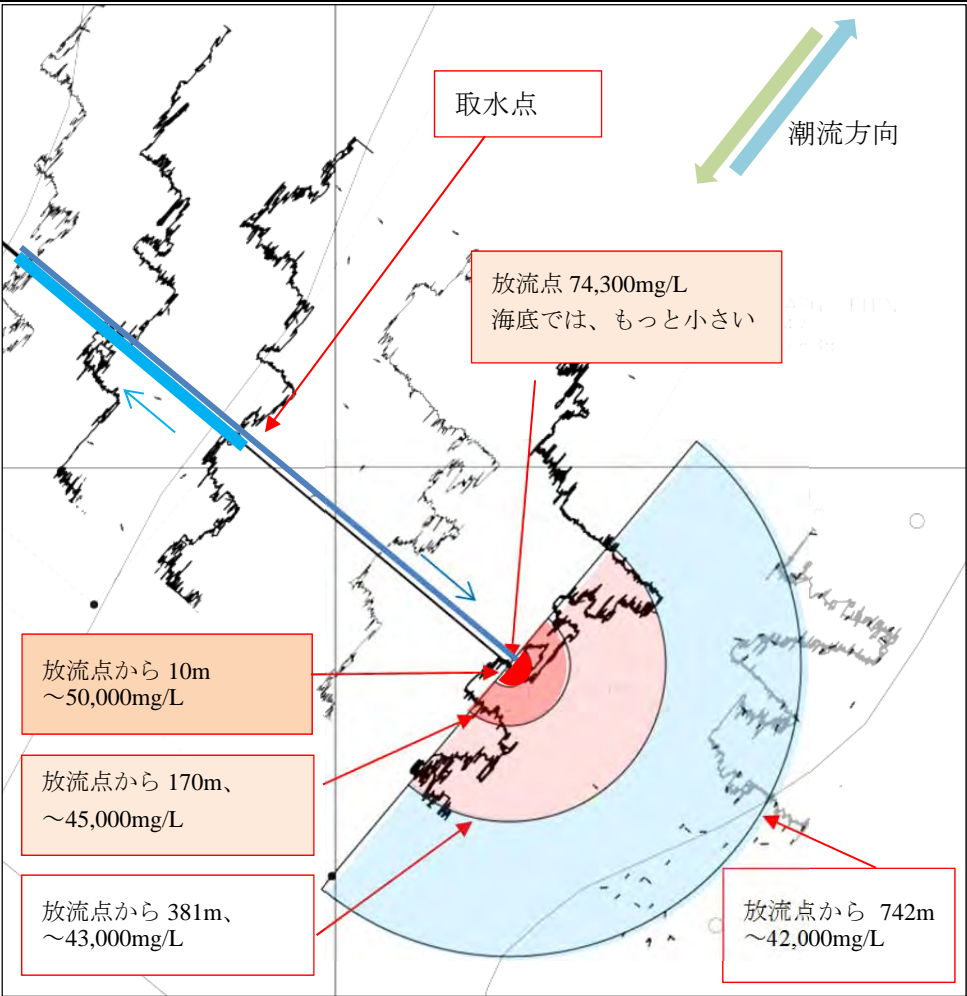


出典：JICA 調査団

図 8.8-2 濃縮海水放流塔

試算結果を図 8.8-3 に示す。

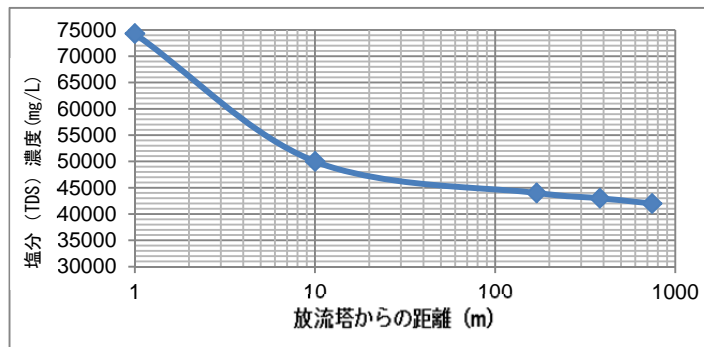
<b>環境項目</b>	<b>調査結果</b>
-------------	-------------



注：数値は TDS 濃度  
出典：JICA 調査団

図 8.8-3 放流塔からの放流水希釈シミュレーション結果

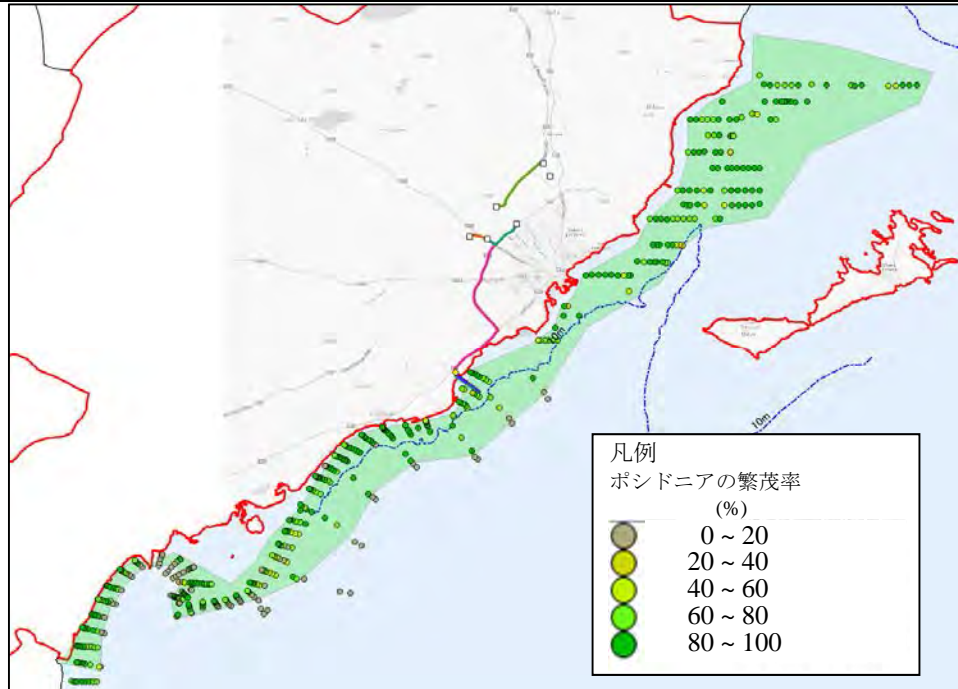
放流塔からの距離による海水塩分（TDS）濃度の減少状況を図 8.8-4 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8.8-4 放流塔からの距離と TDS 濃度

生態系	<p>ポシドニアの状況</p> <p>プロジェクトサイト近傍におけるポシドニアの繁殖状況</p> <p>チュニジア国海洋技術研究所 (INSTM, Ben Mustapha) - 世界銀行 2008 による報告のデータによれば、スファックス県沿岸の底生植物ポシドニア及びシモドサエ（ポシドニアと同種の海草）の分布状況は次図のとおり。</p>
-----	--



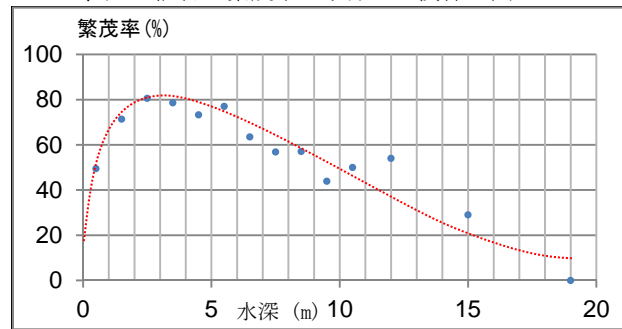
出典：海技術研究上 INSTM (Ben Mustapha)、JICA 調査団

図 8.8-5 スファックス県海岸底生植物ポシドニアの繁茂状況

スファックス県近辺の（ケルケナを除いて）の底生植物分布面積は以下と考える。

- 繁茂面積：130,000ha 程度（図 8.8-5 の緑色エリア）
- 平均繁茂率（低）：40%、底生植物分布面積=0.4x130,000=52,000ha
- 平均繁茂率（高）：60%、底生植物分布面積=0.6x130,000=78,000ha

また、同じデータによって、底生植物の繁茂率と水深との関係は図 8.8-6 のとおりとなった。



出典：JICA 調査団



図 8.8-6 底生植物平均繁茂率と水深の関係


ポシドニアの繁殖状況と塩分濃度の関係

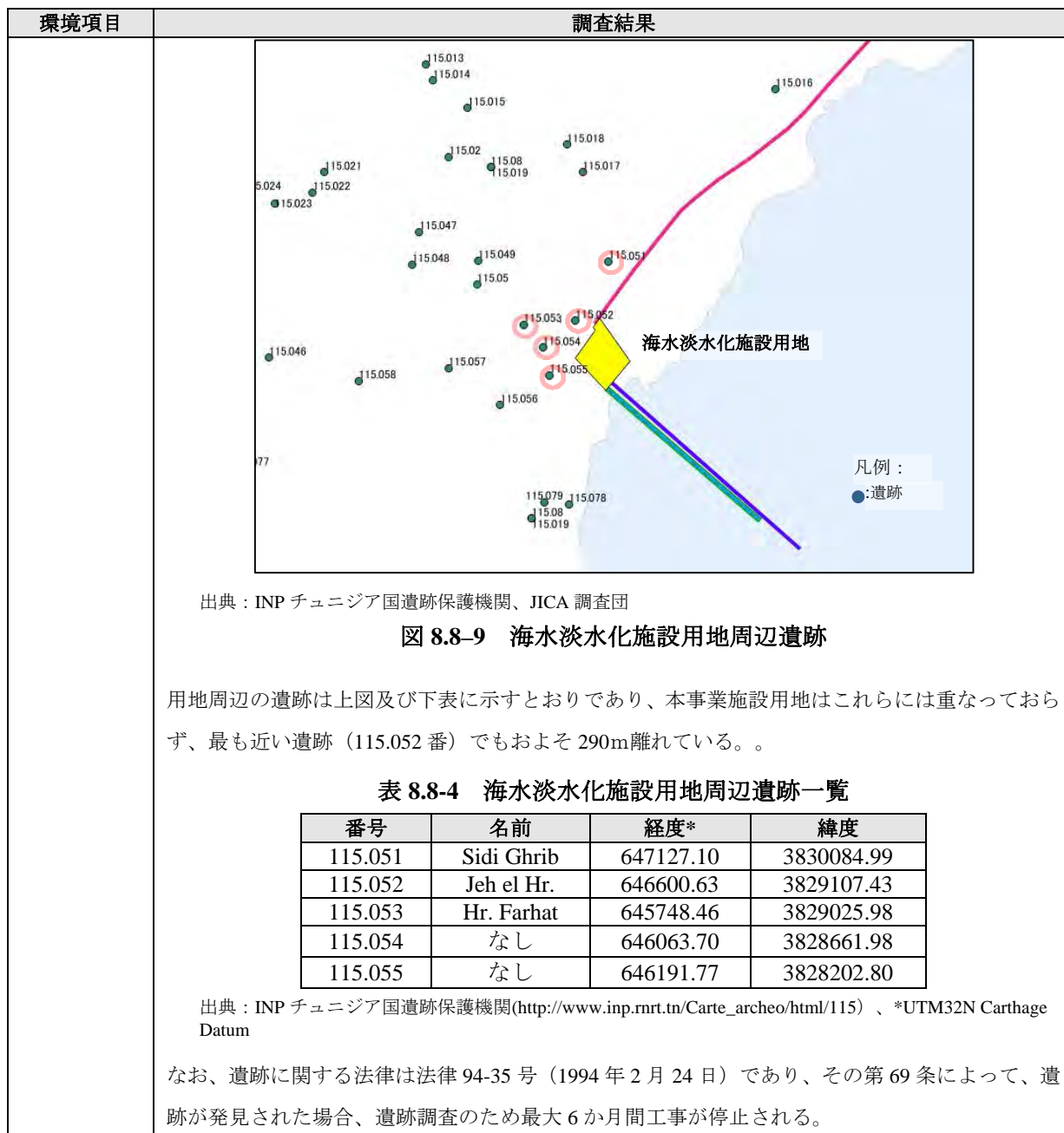
底生植物ポシドニアと塩分の関係はスペインにおける研究結果によれば（Fernandez-Torquemada, Y., Sanchez-Lizaso, “Effects of salinity on leaf growth and survival of the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica”, 2005）、塩分（TDS）濃度 50000mg/L 以上だとポシドニアは生育できない環境となる。また、ANPE の意見では 45000mg/L 以上では生育が厳しい環境であるということである。したがって、底生植物への影響は以下のとおり。

- 取水、放流管の施工による掘削影響面積：  
掘削幅 34m × 延長 4000m × 繁茂率 80% = 11.2ha  
（備考：ほとんどは埋め戻して海底土上で自然回復可能）
- 濃縮水放流（塩分濃度上昇）による影響面積：(TDS 濃度 45000mg/L 以上 --> 半径 200m 以内)  
 $3.1416 \times 200^2 / 2 \times 80\% = 5.0ha$



環境項目	調査結果																																
	<p>他淡水化施設からの放流濃縮水との複合影響について</p> <p>ガベス湾沿岸では、以下の4つの海水淡水化プロジェクトが行われる予定である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ スファックス（本事業）：200,000m<sup>3</sup>/日（最終計画）</li> <li>▪ ジェルバ：75,000m<sup>3</sup>/日（最終計画）</li> <li>▪ ザラート：100,000m<sup>3</sup>/日（最終計画）</li> <li>▪ ケルケナ：6,000m<sup>3</sup>/日（最終計画）</li> </ul> <p>これらの合計は381,000m<sup>3</sup>/日（最終計画～2030年）となる。</p> <p>ガベス湾での海流の流れ方から、ガベス湾の海水は地中海と短時間には混ざらないことが分かっている。このことに配慮し、ガベス湾に計画される上記の海水淡水化施設の影響で、ガベス湾の海水が濃縮される可能性があるか検討した結果は以下のとおり：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 海水淡水化及び蒸発は水の量を減少しTDSを濃くするプロセスである</li> <li>② ガベス湾の面積は12,000km<sup>2</sup>程度であり、スファックス観測所のデータにより、年間平均蒸発量は1788mm/年である（Institut National de la Météorologie：チュニジア国気象庁）。したがって、ガベス湾の一日蒸発量は12,000,000,000m<sup>2</sup> x 1788mm / 365日 = 58,800,000m<sup>3</sup>/日となる。</li> <li>③ 最大計画水量時においても海水淡水化のための取水量は蒸発量の381,000 / 58,800,000 = 0.6%に過ぎない。</li> </ol> <p>以上から、放流点における局所的な影響を除き、生態系への影響は極めて小さいと判断した。</p> <p>また、本プロジェクトに最も近い海水淡水化プロジェクトは40km以上離れているケルケナ案件であり、放流される濃縮水の希釈が十分に行われるため、本プロジェクトの放流水が他の海水淡水化施設の放流水に重なるリスクはない。</p>																																
<p>貧困層</p>	<p>候補地周辺漁業活動について</p> <p>2004年にスファックス県における漁獲高は、チュニジア国内の年間漁獲高約15,000tの47%であり、スファックス港はチュニジア国最大の漁港である。スファックスで用いられている漁法を以下の表に示す。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 8.8-3 スファックスの漁労状況</b></p> <table border="1" data-bbox="386 1160 1374 1579"> <thead> <tr> <th>漁法</th> <th>漁船類</th> <th>漁獲対象</th> <th>漁場</th> <th>法律</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>採貝</td> <td>-</td> <td>貝類</td> <td>砂浜</td> <td>遵守</td> </tr> <tr> <td>釣</td> <td>漁帆船、小漁船 1～2人乗り</td> <td>イカ、マダイ</td> <td rowspan="2">ポシドニア草地 (2～10m)</td> <td>遵守</td> </tr> <tr> <td>定置網</td> <td>漁帆船、漁船 2～5人乗り</td> <td>タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ</td> <td>遵守</td> </tr> <tr> <td>わな (たこつぼ)</td> <td>漁帆船、小漁船 1～2人乗り</td> <td>タコ、ボラ</td> <td rowspan="3">スファックスー ケルケナチャンネル (深&gt;10m)</td> <td>遵守</td> </tr> <tr> <td>トロール網</td> <td>漁船 6～8人乗り</td> <td>マグロ、イワシ</td> <td>遵守 (深&gt;20m)</td> </tr> <tr> <td>底引網</td> <td>漁帆船、漁船 1～6人乗り</td> <td>タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ</td> <td>違反</td> </tr> </tbody> </table> <p>出典：スファックス市開発案件(SMAPIII)での影響調査の海自然環境報告</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>出典：スファックス市開発案件(SMAPIII)に係る環境影響調査の海洋環境に関する報告書</p> <p style="text-align: center;"><b>図 8.8-7 スファックスで用いられている漁帆船（左）、漁船（右）</b></p>	漁法	漁船類	漁獲対象	漁場	法律	採貝	-	貝類	砂浜	遵守	釣	漁帆船、小漁船 1～2人乗り	イカ、マダイ	ポシドニア草地 (2～10m)	遵守	定置網	漁帆船、漁船 2～5人乗り	タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ	遵守	わな (たこつぼ)	漁帆船、小漁船 1～2人乗り	タコ、ボラ	スファックスー ケルケナチャンネル (深>10m)	遵守	トロール網	漁船 6～8人乗り	マグロ、イワシ	遵守 (深>20m)	底引網	漁帆船、漁船 1～6人乗り	タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ	違反
漁法	漁船類	漁獲対象	漁場	法律																													
採貝	-	貝類	砂浜	遵守																													
釣	漁帆船、小漁船 1～2人乗り	イカ、マダイ	ポシドニア草地 (2～10m)	遵守																													
定置網	漁帆船、漁船 2～5人乗り	タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ		遵守																													
わな (たこつぼ)	漁帆船、小漁船 1～2人乗り	タコ、ボラ	スファックスー ケルケナチャンネル (深>10m)	遵守																													
トロール網	漁船 6～8人乗り	マグロ、イワシ		遵守 (深>20m)																													
底引網	漁帆船、漁船 1～6人乗り	タコ、イカ、エビ、 ヒラメ、マダイ		違反																													

環境項目	調査結果
	<p><b>取水・放流管建設による漁業活動への影響、British Gas の例</b></p> <p>本プロジェクト候補地近くにガス工場（British Gas、以下 BG）がある。海上プラットフォームまで、ガス採取管が設置されており、そのガス採取管建設作業及びモニタリングの状況について情報収集した結果は以下のとおりである。</p> <p>1) ガス採取管の位置情報の分析により、以下の図に示すとおりガス採取管と本事業の施設用地や取水・放流管の位置は重ならないことが判明した。</p>  <p>出典：BG(ガス管の座標)、JICA 調査団</p> <p style="text-align: center;"><b>図 8.8-8 BG ガス管と本事業施設の位置</b></p> <p>2) 2008 年に新管敷設の際に、ナクタ村の漁民から以下の点が指摘された。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) 漁帆船は動く方向が限られている。したがって、管敷設作業が邪魔で、行くことができない場所ができ、漁獲量が減った。</li> <li>b) 海岸沿いで貝等を取る女性がいる。管敷設作業で海水が濁ったことにより、その貝が取れなくなった。</li> </ol> <p>3) それに伴い、建設の際に問題が起こらないように、以下のとおり BG は補償した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) ガス管（最初の 5km 程度）建設期間中、月ベースで補償金を支払った。</li> <li>b) 漁民の場合、1 船あたり船長に 300TND 程度、他の漁民に 150TND 支払った。</li> <li>c) 漁業組合に登録している女性一人に 30TND 程度支払った。</li> </ol> <p>4) BG では、4 人が 6 ヶ月間にわたり、業務時間の 30%を補償対応業務に充てていた。</p> <p>上記から、本事業の際に同様な海底管敷設作業が予定されているため、建設を行う前に、現地漁業の状況を把握し、協議を行う。その結果、必要に応じて施工方法の調整及び補償計画の実施を行うわなければならない可能性がある。</p>
文化遺産	<p>Institut National du Patrimoine（チュニジア国遺跡保護機関）の海水淡水化施設候補地周辺の遺跡情報から作成した図を以下に示す。</p>



出典：JICA 調査団

## 8.9 影響評価

上記の 8.8 節の調査結果に基づき、本事業による環境影響を各評価コンポーネントごとに、次表のとおり評価する。

表 8.9-1 影響評価表：海水淡水化施設

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C	D	D	D	<p><b>工事中：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 大規模土工・舗装作業が計画されていない上に、候補地周辺は主に畑、道路、海浜であり、発生するものが土ぼこりのみであることから、影響がないと考えられる。</li> </ul>
	2	水質汚濁	C-	C-	D	D	<p><b>工事中：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 掘削作業による濁りは一時的に水質を変えるものであるが、既存の海底土から生じるため、水質汚濁にならないと考える（漁活動への影響は以下に記載する）。</li> </ul> <p><b>供用時：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 放流される濃縮水が希釈されることによって、放流塔から 750m 程度の位置で、TDS 濃度は既存の TDS+1000mg/L (+2%) のレベルまでに戻る上に、TDS 濃度が高いことによる人体への危険はないと考える（チュニジア国海域排出基準 NT106-002、表 8.11-1 においては、Na 及び Cl は無制限）。</li> <li>- ガベス湾沿岸で計画されている海水淡水化施設の最終合計取水量はガベス湾の蒸発量の 0.6% に過ぎず、放流点における局所的な影響を除けば、その水質面の影響は極めて小さいと考える。</li> </ul>
自然環境	10	生態系	B-	C-	B-	B-	<p><b>工事中：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 海底掘削作業により、11.2ha の底生植物（ポシドニア）が撤去され、生態系への影響が生じるが、スファックス県海岸での底生植物面積（52,000ha）と比較すると、大きな影響とは考えられず、ほとんどは埋戻し後に自然回復が可能であると考える。</li> <li>- 取水・放流管周辺の底生植物繁茂率は 60%～80%であることを考慮し、底生植物の上に盛土すると植物が生息できないと考え、掘削による 101,600m<sup>3</sup> 残土の処分場所の状況により生態系への影響が生じると考える。</li> </ul> <p><b>供用時：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 濃縮水の放流による生態系への影響面積は 5.0ha と考えるが、スファックス県海岸での底生植物面積（52,000ha）と比較すると、大きな</li> </ul>

分類	影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
		工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
						影響とは考えられない。
	11 水象	C-	D	D	D	<b>工事中</b> - 掘削した後、海面に浮かべて運搬された管を埋設する敷設方法になるため、水象には影響がないと考える。
社会環境	14 貧困層	C-	D	B-	D	<b>工事中</b> - British Gas の例を考慮すると、取水・放流管の敷設作業により、漁業への影響が生じることが考えられる。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	<b>工事中：</b> - 工事中は雇用が増加する。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。 <b>供用時：</b> - 淡水化施設のオペレーター等として、雇用の可能性はある。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。
	18 水利用	D	B+/C+	D	B+/D	<b>供用時：</b> - 給水する水質が改善されるため、健康には影響しないと考える。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	D	B+	<b>供用時：</b> - スファックスで給水される飲料水の量及び水質は改善される。
	22 地域内の利害対立	D	B+	D	B+	<b>供用時：</b> - 淡水化設備はスファックス大都市圏にあり、対象エリアはスファックス大都市圏全域となる。 - 本事業の運営によって、チュニジア国中央部地域の水需給状況を緩和できるため、地域内の利害対立に好影響を与えると考えられる。
	23 文化遺産	C-	D	D	D	<b>工事中：</b> - 図8.8-9から、淡水化施設候補地に記録されている遺跡がない。 なお、送水管は既存道路沿いに設置され、道路土工のために既に掘削された場所であり、遺跡の発見可能性は非常に低いと考える。 また、送電線の鉄塔の基礎工事面積は小さい（4本の杭基礎、直径0.8m程度）上、遺跡が発見された場合には、送電線ルート进行调整できると考える。 - 海水淡水化施設のボーリングの結果、地盤が軟らかい砂質土であることから、文化遺産の基礎等の存在可能性は低いと考える。
	25 ジェンダー	D	C+	D	D	<b>供用時：</b>

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
							- 給水可能量が増加し、給水接続数が増加する可能性があるが、既にスファックスの給水率が高いため、向上する余地が少なく、ジェンダーへの好影響は小さいと考えられる。
	28	労働環境(労働安全を含む)	D	C-	D	D	<b>供用時：</b> - 既にSONEDEで運営される淡水化施設と同様の薬品が使われ、その経験から、漏れがあった場合でも、労働安全が確保されると考える。
その他	30	越境の影響、及び気候変動	D	C-	D	D	<b>供用時：</b> - チュニジア国での2013年間電力消費量は14,379GWh ( <a href="https://www.steg.com.tn">https://www.steg.com.tn</a> ) であり、淡水化施設の143GWhはその1%にすぎないため、CO <sub>2</sub> の排出量増加の影響については、重く考える必要はない。

評価:

- A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される  
 B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される  
 C: 影響が不明であり、今後の調査が必要  
 D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

表 8.9-2 影響評価表：送水施設

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C	D	D	D	<b>工事中：</b> - 大規模土工・舗装作業がない上に、送水管ルート周辺は主に畑と道路であり、発生するものが土ぼこりのみであることから、影響はほとんどないと考えられる。
自然環境	12	地形、地質	C-	D	D	D	<b>工事中：</b> - 60,000m <sup>3</sup> の残土が出る可能性があるが、海水淡水化施設用地には盛土が必要なため、残土は盛土に使う。さらに、スファックス大都市圏周辺に残土を処分できる場所も十分にあることから、地形・地質には影響はないと考える。
社会環境	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	B+	B+	<b>工事中：</b> - 工事中は雇用が増加する。 - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。 <b>供用時：</b> - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
	17	土地利用や地域資源利用	C-	D	B-	D	<b>工事中:</b> - 基本的には、道路範囲に送水管を設置することができるが、送水管の数ヶ所とサージタンクについては用地取得が必要になる。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	D	B+	<b>供用時:</b> - スファックスで給水される飲料水の量及び水質は改善される。
	21	被害と便益の偏在	B+	B+	B+	B+	<b>工事中・供用時:</b> - 本事業の対象エリアはスファックス大都市圏全域である。
	22	地域内の利害対立	D	B+	D	B+	<b>供用時:</b> - 送水設備はスファックス大都市圏にあり、対象エリアはスファックス大都市圏全域になる。 - 本事業施設の運用によって、チュニジア国中央部地域の水需給状況を緩和できるため、地域内の利害対立に好影響を与えられと考えられる。

評価:

A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される

B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される

C: 影響が不明であり、今後の調査が必要

D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

表 8.9-3 影響評価表：送電施設

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	C-	D	D	D	<b>工事中:</b> -送電線工事には約 40 本の鉄塔の建設が必要であり、バックホー、クレーン、運搬車両の利用が想定されるが、小規模土工・基礎工事であることから、重機からの排気ガス発生による大気汚染はほとんどないと考えられる。候補地周辺は主に畑、道路、海浜であり、発生するものが土ぼこりのみであることから、影響がないと考えられる。
社会環境	14	貧困層	C-	D	B-	D	<b>工事中:</b> - 各送電鉄塔の建設用地に 10m x 10m程度が必要となり、工事用のスペースも含めて農地に影響を及ぼす可能性が高く、オーリーブの伐採が各用地で数本程度必要になると考える。

分類		影響項目	スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	工事前 工事中	供用時	
	17	土地利用や地域資源利用	C-	D	B-	D	<b>工事中:</b> - 各送電鉄塔の建設用地に 10m x 10m程度が必要となり、工事用のスペースも含めて農地に影響を及ぼす可能性が高く、送電鉄塔建設のための用地取得が必要となる。
	24	景観	D	C-	D	D	<b>供用時:</b> - 海水淡水化施設の候補地はチナ遺跡公園から 10km 程度離れており、スファックス市内にあるメディナからは更に離れており、観光施設からの景観に対する影響はない。送電ルート周辺は農地と推定され、景観に対する影響はないと考える。

評価:

- A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される  
 B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される  
 C: 影響が不明であり、今後の調査が必要  
 D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

## 8.10 緩和策及び緩和策実施のための費用

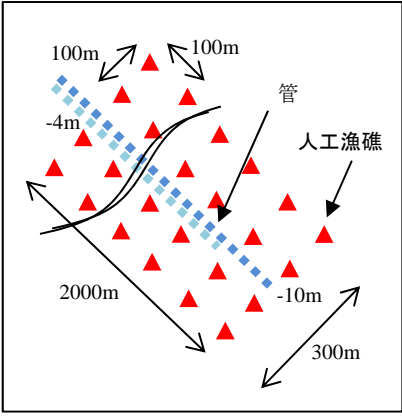
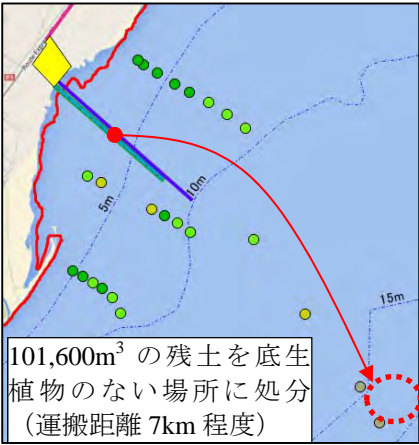
上記の 8.9 節に B-と評価された影響に対して、環境影響緩和策を次表に提案する。

表 8.10-1 緩和策

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
<b>工事中</b>					
1	取水放流水管掘削作業による撤去される底生植物への影響（~12ha）	掘削箇所は管理設後の埋戻しにより自然回復が可能であるが、底生植物であるポシドニアの水平成長速度は 3~4cm/年であるため（Posidonia Oceanica の保護及び保存、RAMOGE、2006）、掘削幅の 34m を回復するには、両側から回復すると想定しても $34m / 2 / 3.5cm = 486$ 年を要する計算となり、回復が遅いため、追加で緩和策が必要であると考えられる。  まず、最初に考えられる方策は、人工栽培後の植樹である。ポシドニアを中心に実施された地中海での実績を下図に示す。実績では、4 年後の生息率は、84%である。その費用は 1ha 当たりに約 500 時間・人が必要と推定されており :45,000USD/ha（Posidonia Oceanica の保護及び保存、RAMOGE、2006）となる。	淡水化施設建設業者	SONEDE / INSTM / ANPE	1,818 万円 (152,000 US\$)



No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
		<div data-bbox="501 344 935 546" data-label="Image"> <p>ポシドニア “挿し木”</p> </div> <div data-bbox="496 555 938 882" data-label="Image"> <p>©Jardiniers de la Mer</p> </div> <p data-bbox="496 891 943 913">出典：RAMOGE、NGO“Les jardiniers de la mer”</p> <p data-bbox="504 925 935 958"><b>図 8.10-1 ポシドニア海底植樹作業</b></p> <p data-bbox="469 969 975 1420">しかし、スファックス県での底生植物（ポシドニア及びシモドセア）の面積 52,000ha に鑑み、数ヘクタールの植樹が大きな効果を持つとは思えない（Posidonia Oceanica の保護及び保存、RAMOGE、2006、p139）。底生植物及び底生植物に関わる生態系を保護するためには、取水・放流管の作業範囲に人工漁礁を設置する方法も考えられる。このような漁礁は違法底引網漁法に対する生態保護について良い影響を与える。なお、人工漁礁はガベス湾で農業・水資源・漁業省の漁業管理局（DGPA）により既に採用されている。</p> <div data-bbox="472 1469 954 1832" data-label="Image"> <p>海水淡水化施設</p> <p>漁礁設置域</p> </div> <p data-bbox="469 1843 975 1899">出典：人工漁礁設置によるガベス湾保全事業、漁業管理局（DGPA）、2014</p> <p data-bbox="469 1910 975 1977"><b>図 8.10-2 ガベス湾コンクリート人工漁礁設置計画</b></p>			<div data-bbox="1046 1245 1369 1570" data-label="Image"> <p data-bbox="1134 1581 1246 1608">人工漁礁</p> </div>

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
		<p>設置計画の例を図 8.10-3 に示す。</p>  <p>出典：JICA 調査団</p> <p><b>図 8.10-3 人工漁礁設置計画（案）</b></p> <p>設置箇所は、4x21=84 箇所となり、人工漁礁 1 箇所当たり 8 基の 1t コンクリートブロックとすれば <math>84 \times 8t = 672t = 280m^3</math> のコンクリート量となり、鉄筋量は <math>100kg/m^3</math> として 28t となる。コンクリート <math>477USD/m^3</math> 及び鉄筋 <math>673USD/t</math> とすると、人工漁礁工事費はおおよそ <math>280 \times 477 + 28 \times 673 = 152,000USD</math> となる。</p> <p>結論：底生植物への影響に対する緩和策（相殺策）には、①人工栽培し、海底に植樹する、②人工漁礁を設置する、の 2 案がある。ガベス湾での人工漁礁計画の実績を考慮し、「②人工漁礁を設置する」緩和策の実現性が高いと判断し、本調査では②を、放流水による影響の緩和策（相殺策）として選択した。</p>			
2	<p>取水・放流管掘削残土の処分による底生植物への影響 (<math>\sim 50,000m^3</math>)</p>	<p>底生植物のない場所に残土を処分する。下図に例を示す。</p>  <p>101,600m<sup>3</sup> の残土を底生植物のない場所に処分 (運搬距離 7km 程度)</p> <p>出典：JICA 調査団</p> <p><b>図 8.10-4 海上残土処分計画（案）</b></p>	淡水化施設建設業者	SONEDE / INSTM / ANPE	6,076 万円 508,000 US\$)

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
		<p>7kmの運搬費を5USD/m<sup>3</sup>と推定すると、運搬費は101,600m<sup>3</sup>×5USD/m<sup>3</sup>508,000USDとなる。</p> <p>備考：底生植物の状況を細かく確認することにより運搬距離の低減が可能。</p>			
3	取水・放流管掘削・設置作業による漁業活動への影響	<p>建設工程を現地漁民に説明した上、濁水対策を実施し、必要な場合には補償を行う。濁水対策を下図に示すように汚濁防止枠を設置する。日本の単価で換算すると、工事区間の濁水対策は2億円程度である。</p> <div data-bbox="496 689 986 958" data-label="Diagram"> </div> <p>出典：JICA 調査団</p> <p><b>図 8.10-5 濁水対策工法（案）</b></p> <p>海水淡水化施設候補地から10km西南にあるマレシュ港は最も近い漁港である。</p> <div data-bbox="496 1167 995 1509" data-label="Image"> </div> <p>出典：人工漁礁設置によるガベス湾保全事業、漁業管理局（DGPA）、2014</p> <p><b>図 8.10-6 マレシュ港の漁船</b></p> <p>取水・放流管周辺の漁船の数は20船程度と想定され、採貝漁業をしている人数は100人と考える。また、海岸周辺での掘削作業は半年程度となり、管の敷設作業は1年間と考える。したがって、BGの補償実績を考慮すると、補償が必要とされた場合、補償金額は12か月間×20船×(300TND+2×150TND)+6か月間×100人×30TND=162,000TNDとなる。</p>	<p>工程説明、濁水対策：淡水化施設建設業者</p> <p>補償：SONEDE</p>	SONEDE / UTAP (漁業組合)	<p>濁水対策：2億円 (1,667,000 US\$)</p> <p>漁業補償：989万円 (162,000 TND)</p>

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
4	送水管及び送電線に関わる用地取得	2003年4月14日発令の法律第26号による用地取得を行う。	SONEDE 用地取得局 STEG	SONEDE / 農業・水資源・漁業省	9章に記載する。
<b>供用時</b>					
5	高 TDS 濃度の放流水による底生植物への影響	<p>放流塔にノズルを設置することによって、図 5.4-2 に示すように、放流水ブリューム着底地点の TDS 濃度が 48,400mg/L になる（ノズル出口 74,300mg/L）。これは既に設計上で考慮されており、追加の緩和策とはならないが、放流水が拡散希釈されることにより底生植物等に与える影響を低減することができる。</p> <p>また、放流水を希釈・減少できる緩和策として、1) ティナ塩田における利用案、2) 南スファックス下水処理場の処理水による希釈案、の 2 案があり、両案とも例え採用されても高 TDS 濃度の放流水を放流しなければならないため底生植物への影響は避けられないが、その影響を緩和することはできる。しかし、後述のとおり、両案とも本事業では適当ではないと判断された。したがって、放流塔周辺で影響を受ける底生植物の損失は避けられないと考えられることから、放流塔周辺から離れた場所における相殺（off-set）策を提案する。対策には本表の No.1 に記載したとおり①底生植物を人工栽培し、海底に植樹する、②人工漁礁を設置する、の 2 案があり、本調査では②人工漁礁の設置が適していると判断する。</p> <p><u>結論</u>：海底掘削及び放流水による底生植物への影響の緩和策（相殺策）として、②人工漁礁を設置することを選択した。設置計画例を図 8.10-3 に示す。それに要する費用は 152,000US\$である。</p> <p>なお、影響の度合を確認するために、底生植物のモニタリング計画が必要となる。モニタリング計画については 8.11 に記載する。</p>	-	-	No.1 に計上

出典：JICA 調査団

上記の緩和策費用は、表 8.10-2 に示すとおり、用地取得を除いて約 2 億 9 千万円となり、事業費の一部として算入される。プロジェクト全体の費用を 500 億円とすれば、緩和策費用はその 0.6%程度となる。

表 8.10-2 緩和策費用

緩和策	費用	費用（円換算） （US\$1=119.6 円） （TND1=61.02 円）	費目
人工漁礁	US\$152,000	18,179,000 円	工事費
残土処分	US\$508,000	60,757,000 円	工事費
濁水対策費	2 億円	200,000,000 円	工事費
漁業補償	TND162,000	9,890,000 円	補償費

なお、濃縮水放流による影響の緩和策として、以下の2方法についても検討した。

1) 放流水をティナ塩田に導き、塩田用水として利用

ティナ塩田は次図に示すようにスファックス港の南部の海岸にあり、塩田の全てはラムサール条約の対象湿地となっている。通常の海水取水量は 82,000 m<sup>3</sup>/日で、330,000 t/年の塩を製造している。製造された塩のほとんどは北欧及びアメリカへ輸出され、道路凍結防止剤として使われる。海水淡水化施設用地とティナ塩田は近いため（10 km 程度）、製塩業者である COTUSAL 社に、海水淡水化施設の放流水（TDS73000 mg/L）を塩田用水として利用できるか確認したところ、TDS 濃度の高い水を利用することにより同じ塩田面積で製造量が増加するため、興味があるということであった。



出典：JICA 調査団

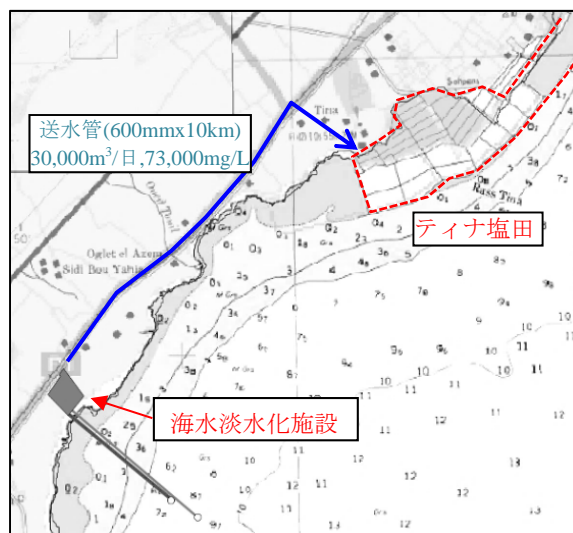
図 8.10-7 ティナ塩田の取水位置及び塩

COTUSAL 社の意見は以下のとおりであった。

- 1) 海水淡水化施設の放流水を利用できる量は 30,000 m<sup>3</sup>/日程度と考える。
- 2) 技術的に大きな問題はないが、経済性について確認しなければならない。また、水質の課題もあるため、世界中を調査し、同様な実績がない限り実施されない可能性が高い。

海水淡水化施設の放流水の一部を塩田で利用すれば放流量が減少するため、影響緩和策

の一つと考えることができる。海水淡水化施設の放流量を  $30,000\text{m}^3/\text{日}$  削減できれば、第1期の放流量は  $92,200\text{m}^3/\text{日}$  ( $=100,000/0.45-100,000-30,000$ ) となり、本案を採用しない場合の76%程度になる。なお、次図に示すとおり、本事業海水淡水化施設とティナ塩田の間の距離が10km程度あり、本緩和策を実施する場合には、管径600mm程度、延長10kmの送水管路と送水用ポンプ施設（揚程約35m）が必要になる。



出典：JICA 調査団

図 8.10-8 ティナ塩田利用による緩和策（案）

一方、塩田施設はラムサール条約の対象であるため、塩田の水質が変わることにより、どのような影響が生じるか把握する必要があり、本事業が遅延する恐れがある。このことと、本海水淡水化事業が緊急事業であることに鑑み、第1期事業においては上記の緩和策については考慮しない方針とする。その可能性については第2期事業の際に考慮することとする。

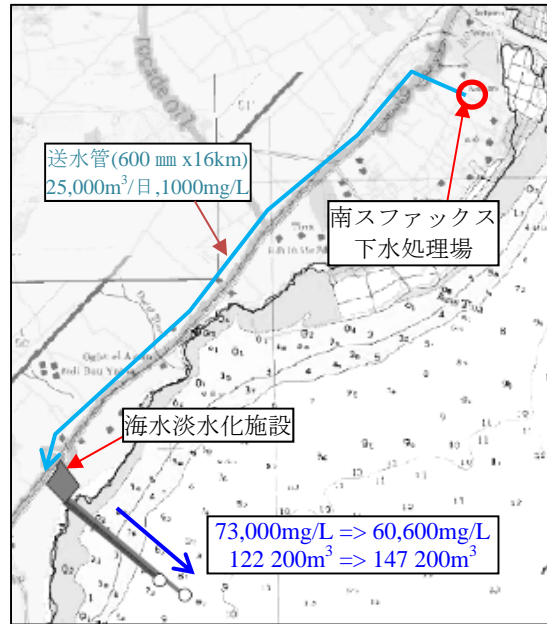
## 2) 南スファックス下水処理場処理水による放流水希釈

南スファックス下水処理場の処理水（TDS濃度  $1,000\text{mg/L}$  と仮定）の全量を海水淡水化施設の放流水（TDS濃度  $73,000\text{mg/L}$ ）と混合することにより、放流水のTDS濃度を希釈すれば、以下のとおり、放流水TDS濃度は  $60,600\text{mg/L}$  となり、希釈しない場合の83% ( $=60,600/73,000$ ) となる。ただし、放流量は20% ( $=147,200/122,200$ ) 増加する。

$$1\text{期放流水 } 122,200\text{ m}^3/\text{日} \times 73,000\text{mg/L} + 25,000\text{ m}^3/\text{日} \times 1,000\text{mg/L} = 147,200\text{ m}^3/\text{日} \times 60,600\text{mg/L}$$

次図に示すとおり、南スファックス下水処理場と本事業海水淡水化施設との距離が16km程度あり、本緩和策を実施する場合には、管径600mm程度、延長16kmの送水管路と送水用ポンプ施設（揚程約30m）が必要になる。





出典：JICA 調査団

図 8.10-9 下水処理水利用による緩和策（案）

現在、南スファックス下水処理場の処理水量は 25,000 m<sup>3</sup>/日程度で、処理場職員によれば、そのうち 10,000 m<sup>3</sup>/日程度（排水量の約 40%）が既に農業用水として利用されており、その割合は将来的に増加する予定ということである。処理水が既に農業用水として利用されていることから、それを転用して海水淡水化施設の濃縮水放流による影響の緩和策として用いることは適当ではないと考える。また、その利用には少なからぬ投資と運転費用が必要になるが、それに見合う効果は得られないと判断する。上記の理由から本緩和策は採用しない。

前述したように、両案はいずれも本事業第 1 期では採用しなかったが、採用したとしても放流水による底生植物への影響は避けられない。このため、本調査では表 8.10-1 項目 5 で詳述したように、放流塔周辺から離れた場所において人口漁礁を設ける相殺（off-set）策を影響緩和策とした。

### 8.11 モニタリング計画

本プロジェクトは主に海洋環境に影響するため、海水の水質及び底生植物の状況をモニタリングする必要がある。チュニジア国では、公共用水域へ排水することに対する基準として NT106-002 が制定されている。NT106-002 のうち、海域への排水に関する水質基準を以下に示す。



表 8.11-1 海域排出基準 NT106-002

項目	基準値	単位	項目	基準値	単位
排水温度	35	°C	Cl ベース洗剤	0.05	mg/L
pH	6.6 - 8.5		ABS	2	mg/L
SS 浮遊物	30	mg/L	B	20	mg/L
沈殿物	0.3	mg/L	F	1	mg/L
COD	90 (24 時間平均)	mgO <sub>2</sub> /L	Cu	1.5	mg/L
BOD <sub>5</sub>	30	mgO <sub>2</sub> /L	Sn	2	mg/L
Cl	無限	mg/L	Mn	1	mg/L
Cl <sub>2</sub>	0.05	mg/L	Zn	10	mg/L
ClO <sub>2</sub>	0.05	mg/L	Mo	5	mg/L
SO <sub>4</sub>	1000	mg/L	Co	0.5	mg/L
Mg	2000	mg/L	Br <sub>2</sub>	0.1	mg/L
K	1000	mg/L	Ba	10	mg/L
Na	無限	mg/L	Ag	0.1	mg/L
Ca	無限	mg/L	As	0.1	mg/L
Al	5	mg/L	Be	0.05	mg/L
色 (Pt-Co スケール)	100		Cd	0.005	mg/L
S	2	mg/L	CN	0.05	mg/L
F	5	mg/L	Cr <sup>6+</sup>	0.5	mg/L
NO <sub>3</sub>	90	mg/L	Cr <sup>3+</sup>	2	mg/L
NO <sub>2</sub>	5	mg/L	Sb	0.1	mg/L
N	30	mg/L	Ni	2	mg/L
PO <sub>4</sub>	0.1	mg/L	Si	0.5	mg/L
フェノール類	0.05	mg/L	Hg	0.001	mg/L
鉱油	20	mg/L	Pb	0.5	mg/L
炭化水素	10	mg/L	Ti	0.001	mg/L

出典：INNORPI (チュニジア国基準機関)、1989

水質のモニタリングに関して、施工中は管敷設作業現場（1 か所）と海岸（1 か所）の海水（及び PH、温度、電気伝導度、1 か所当たり 1 サンプル）を毎月測定する。供用開始後は、放流点で上記の水質基準項目について水質測定を実施する（最初の年 2 回、次の 2 年間は 1 年 1 回、1 か所当たり 1 サンプル）。

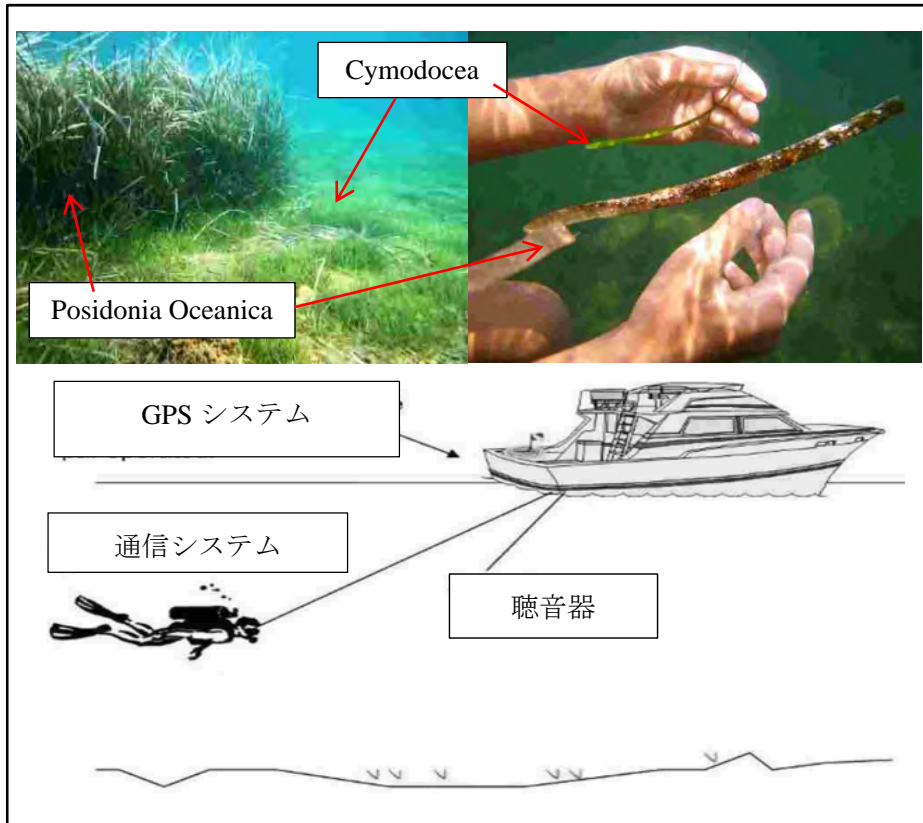
また、EIA の TOR に従って行うポシドニアのモニタリング項目は以下の表のとおり。

表 8.11-2 底生植物（ポシドニア）のモニタリング項目

項目	備考
生物量（貝等）	生物のいる葉の割合（%）
悪い植物	例：C.racemosa の割合（%）
ポシドニアの割合	3 線（20m）の中生きている植物の長さ（%）
死んでいるポシドニアの割合	3 線（20m）の中死んでいる植物の長さ（%）
密度	40×40 cm <sup>2</sup> の内、生きている植物の数
植物の形 (Pl rhi)	40×40 cm <sup>2</sup> の内、水平形の植物の数
重さ	葉の重量
葉の数 (Ner leav)	植物当たりの葉の数
葉の長さ及び幅	(cm)
その他	

出典：INSTM、Ben Mustapha

なお、ポシドニアのモニタリングには船及び潜水作業員が必要となり、SONEDE にはその機材等がないため、チュニジア国海技術研究所 INSTM にモニタリング調査を依頼するものとする。ポシドニアのモニタリング方法を下図に示す。



出典：Posidonia Oceanica のモニタリング方法の比較、フランス環境省

図 8.11-1 ポシドニアとシモドセア（上）及びモニタリング方法（下）

施工時には掘削作業及び残土処分を確認するために、管敷設場所周辺 2 ヶ所及び処分地周辺 1 ヶ所の海底状況を 1 年に 2 回モニタリングする。供用開始前、設置した人工漁礁（1 ヶ所）、放流点、放流点から 200 m の位置、放流点から 1,000 m の位置で（合計 4 ヶ所）モニタリングを行い、供用開始後についても、同様の位置で、初年度 4 回、以後 2 年間は、1 年 2 回モニタリングを行うこととする。

上記については以下の表にまとめる。

表 8.11-3 モニタリング計画

環境項目	項目	地点	頻度	責任機関
施工中				
水質	濁度、pH、温度、電気伝導度	管敷設作業沿と海岸沿 合計 2 カ所	毎月	SONEDE
生態系 (底生植物)	表 8.11-2 の項目	管敷設場所周辺 2 カ所及び 処分地周辺 1 カ所、 合計 3 カ所	1 年 2 回	SONEDE (+INSTM)
供用時				
水質	表 8.11-1 の項目	放流塔周辺、1 カ所	初年度 2 回、以後 2 年間は 1 年 1 回	SONEDE
生態系 (底生植物)	表 8.11-2 の項目	人工漁礁 (1 カ所)、放流点、 放流点から 200 m の位置、 放流点から 1,000 m の位置、 合計 4 カ所	初年度 4 回、以後 2 年間は 1 年 2 回	SONEDE (+INSTM)

出典：JICA 調査団

上記の計画で行うモニタリングの結果を報告するために、表 8.11-4 に示すモニタリングフォームを利用することとする。

なお、モニタリングフォームに記載される様に、モニタリング結果によって、結果の評価・調整アクションを行うこととする。モニタリング結果の評価・調整アクションの例を以下に示す。

モニタリング結果の評価・調整アクションの例：

- モニタリング項目：放流塔からの距離が 170m を超えている海域の底生植物の数の減少
- 結果の評価：放流塔から 170m を超えた海底では影響がないはずであり、問題の原因を確認し、適切な対策を取らなくてはならない。
- 調整アクション：1) 底生植物の数が減った理由を明確にする、2) 「放流濃縮水の TDS 濃度が高い」ことにより底生植物への影響があったと推察される場合には、放流水の TDS の測定記録を確認する、3) 放流水の TDS が計画より高すぎるようであれば、施設の運転・管理方法を調査し、できる限り適切に調整する、4) EIA 時の想定より影響範囲が広いと想定せざるを得ないと判断された場合には、EIA で提案する緩和策の適用範囲を広げる。

表 8.11-4 モニタリングフォーム

1.国機関及び民間からのコメント

モニタリング項目	工事中	供用時
国機関（ANPE,APAL,等）のコメント	（コメントと対応）	（コメントと対応）
民間（漁業組合、NGO 等）のコメント	（コメントと対応）	（コメントと対応）

2.海水水質

海水水質項目	基準値	契約値	工事中						供用時				
			海岸周辺			管周辺			放流塔周辺				
			月1	月2	...	月1	月2	...	1回目	2回目	3回目	4回目	
濁度													
pH													
水温													
電気伝導度													
結果の評価・調整アクション													
表 8.11-1 の項目													
	...	...											
結果の評価・調整アクション													

3.自然環境：底生植物の状況

項目	工事中												供用時									
	管周辺1			管周辺2			残土処分地			人工漁礁			放流塔		放流塔から200m			放流塔から1000m				
	1回目	2回目	...	1回目	2回目	...	1回目	2回目	...	1回目	...	8回目	1回目	...	8回目	1回目	...	8回目	1回目	...	8回目	
表 8.11-2 の項目																						
結果の評価・調整アクション																						

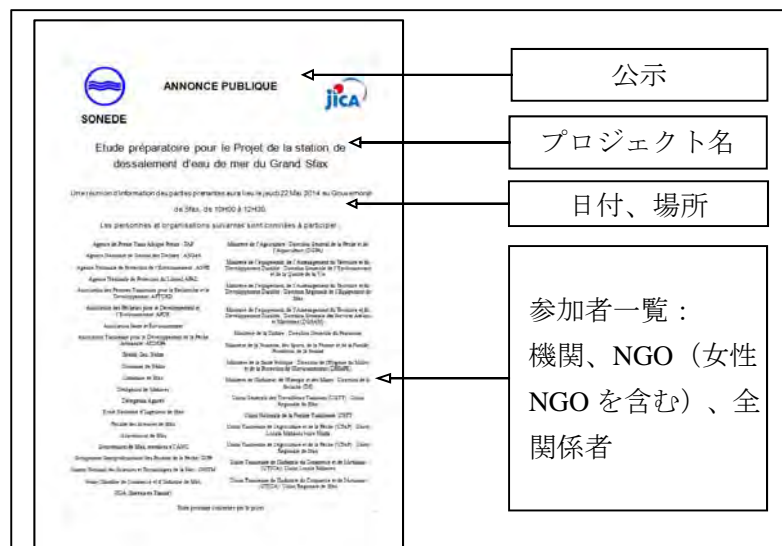
出典：JICA 調査団

## 8.12 ステークホルダー協議

現在のチュニジア国の法律ではステークホルダー協議の手続は定められていないが、JICA ガイドラインでは関係者からの意見聴取を求めており、プロジェクト関係者の合意形成を容易にするためにも、ステアリングコミティー主導によるステークホルダー協議を行うことが要望された。これに従い、本事業コンポーネントがほぼ確定した段階において、ステークホルダー協議が開催された。その際に、本プロジェクトについての概要及びスコーピングの結果を発表した。

実施したステークホルダー協議・事業説明会は本事業に何らかの関係を持つ機関と住民を対象としたもので、本事業に関連する諸官庁や機関（ANPE、APAL、ONAS、ANGED...）、スファックス県、スファックス市、STEG、学識関係者、漁業関連団体、農業関連団体、及び各地区の住民代表を招待した。説明会開催の公示は SONEDE、大学、県庁等の掲示板に貼られ、個人の立場の方も参加した。説明会では、本事業の内容について説明を行い、用地取得や補償の方針についても口頭で説明した。ステークホルダー協議の概要は以下のとおりである。

公示： ステークホルダー協議日の 1 週間前からスファックス市の数カ所に（SONEDE スファックス、スファックス大学、スファックス県庁等）以下の公示が掲示された。



出典： JICA 調査団

図 8.12-1 ステークホルダー協議の公示

日付： 2014 年 5 月 22 日、ホテル SYPHAX

参加者登録：開催時当日に入口にて参加者の登録を行い、入場制限を行うことなく、希望者全員が参加した。

参加者：合計人数は 79 人。内訳：県知事、議員、アガレブ、マレシュ、サキエトエダイヤの地方自治体、インフラ環境省、健康省、SONEDE、スファックス大学、ANPE（環境保護）、APAL（海岸管理）、INSTM（海洋研究）、STEG（電力）、ANGED（廃棄物）、UTAP（漁業組合）、INP（遺跡管理機関）、各地区の住民代表、個人（一般参加）等。

協議プログラム：表 8.12-1 参照

表 8.12-1 ステークホルダー協議のプログラム

プログラム	内容・写真	
<p>10:40~10:45 : スファックス県長の始めの言葉</p>		
<p>10:45~11:00 : SONEDE、ブバケル氏（調査開発部長）による、スファックスの上水道の概要及び本調査の紹介プレゼン</p>		<p>目次</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ターゲット地域</li> <li>2. 既存給水システム</li> <li>3. プロジェクトの背景</li> <li>4. JICA 調査の目標及び実施スケジュール</li> </ol>
<p>11:00~11:30 : JICA 調査団により、本事業及び EIA のスコーピングの説明プレゼン</p>		<p>目次</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 開発ニーズ及び海水淡水化</li> <li>2. 候補地選択検討</li> <li>3. プロジェクトの技術概要</li> <li>4. スコーピングの結果</li> <li>5. 実施スケジュール（案）</li> </ol>
<p>11:30~12:30: 質疑応答</p>		

出典：JICA 調査団

質疑応答の内容：

質問、参加者からのコメント	回答、コメント対応方針
<p><b>ENIS: スファックス国家エンジニアリング学校 (スファックス大学)、教諭</b></p> <p>1-このプロジェクトにおけるエネルギーと再生可能エネルギーに対する考えは如何でしょうか。</p> <p>2-環境項目についてはきちんと検討されていると思われるが、プロジェクトの便益を向上させることを目的として、スファックスにある塩田設備と接続させることは考えられないか。</p> <p>3-スファックス大学は共有できる多くの知識を持っているので、本事業にもっと関わらせるべきではないか。</p>	<p>1-(SONEDE ブバカール氏)エネルギーに関わる項目について検討されており、本事業の電力需要については既にSTEG (電力会社) と協議済みである。</p> <p>2-(JICA 調査団、アルノー)塩田との接続の可能性を検討するため、既に塩田を管理している会社 (社名: COTUSAL 社) に対し問い合わせを行っている。COTUSAL 社は、プロジェクトとの関わりに対し興味を持っている様子であるが、一方で放流水の水質変化をリスクだと考えている。また、スファックス (ティナ) 塩田は保護領域 (ラムサール条約対象) 内にあり、塩田の水質を変えることによりどのような影響が生じるのかについても確認すべきであるとしている。本事業は緊急のものであるため、SONEDE の方針としては、その緩和策を考えずに計画を進め、もし、緩和策としての実現性が確認できれば、将来開発 (例えば2期) の際に考慮すれば良いと考えている。</p> <p>3-(アルノー)本事業には複数の機関が参加し、EIA 監視委員会) は、ANPE、APAL 及び複数の省庁で構成されている。さらに、EIA 実施時にはスファックス大学参画の要望がある。</p>
<p><b>国家遺産保存機関、考古学者:</b></p> <p>質問:遺跡に対しての影響は如何でしょうか。</p>	<p>(アルノー)ティナ遺跡公園は本事業の影響を受けないことを確認した。</p>
<p><b>保健省 (スファックス支所):</b></p> <p>1-淡水化サイトに隣接する British Gas のガス管との干渉のリスクはどうか?</p> <p>2-大型船からのバラストとのリスクはどうか? 運転を停止したときの貯水池のキャパはどうか?</p> <p>3-配水される水の水質確認/アラートシステムについてはどのようなになっているか。</p> <p>4-淡水化によって生産された水には攻撃的な鉱物が含まれるため、金属製の既存配水管を腐食すると考えられるが、如何でしょうか。</p>	<p>1-(アルノー) JICA 調査団は BG と打ち合わせを実施している。BG ガス管はほとんどガス運搬を目的としているため、漏れた場合には気化すると考えている。多少の液体も含まれるが、漏れた場合には海水表面に浮くと考えられる。本事業の取水ヘッドは水中 8m の深さ、海底から 2~3m の高さで取水する。それにより、表面の海水及び底の海水は取水されないため、汚染のリスクは軽減する。</p> <p>2-(アルノー)大型船ルートは取水塔から 8.5km 程度離れている。バラスト水により小規模な油分流出が生じた場合にも、上記と同様な理由で、取水塔のデザインからも汚染リスクは小さいと考える。</p> <p>非常停止した場合の、配水池の容量は概ね 8 時間である。</p> <p>3-(アルノー)リアルタイムで計器 (伝導率計、pH 計等) 観測が行われる上に、中央操作運営管理システムでも管理される。汚染の観測システムは設置されていないが、海水に起因する細菌やウイルスが RO を透過するリスクはほとんどないと考える。</p> <p>4-(SONEDE ヌイセール氏)配水システムに送水する前に、後処理段階において添加剤が混合されるため、生産水による配水管の腐食は現在の水と比べて発生しにくくなる。</p>
<p><b>INSTM (海洋技術研究所)、スファックス支所:</b></p> <p>1-プロジェクトにおける INSTM における役割は?</p> <p>2-ポシドニア以外の植物や動物性プランクトンに対する影響は?</p> <p>3-影響比較サイトについてはどう考えているか?</p> <p>4-取水点と放流点との間隔は 800m で十分か?</p>	<p>1-(SONEDE ヌイセール氏)SONEDE は INSTM がプロジェクトに参加することを大変歓迎している。</p> <p>JICA 調査団がチュニスにおいて INSTM の専門家といるような協議の場を設けたことについても歓迎している。</p> <p>EIA 監視委員会への参加を求めるために INSTM チュニスへ招待状を送付したが、残念なことに返事がなかった。</p>



質問、参加者からのコメント	回答、コメント対応方針
	<p>2-(アルノー) EIA 実施中に生物学的特性を含む水質と底泥質の調査が数箇所において実施される予定である。</p> <p>3-(アルノー) 4箇所でのサンプリングを予定している。プロジェクトサイトで2サンプル、影響比較サイトで2箇所</p> <p>4-(アルノー) 取水塔と放流塔との間隔が 800 m あれば、排水中の TDS が取水点に到達するまでの間に、一般海水と変わらないレベルまで希釈されるため、十分であると考えている。また、海流方向は放流塔に対しほぼ直角方向であるため、放流水が取水されるリスクが避けられる。</p>
<p><u>国家漁業組合、会員:</u></p> <p>1-建設中、稼働期間中における漁業への影響及び漁師への補償はどう考えているか？</p> <p>2-水質の濁りを引き起こす「キス」網*によるエビ漁のような違法漁法は、取水に対しどのような影響を及ぼすのか。</p> <p>*：底引き網の一種</p>	<p>1-(アルノー)プロジェクトの社会的影響を考慮することは、お金を貸す側(JICA)の重要な部分であり、公聴会は EIA の目的の一つである。過去の経験として、British Gas による NAKTA 漁師への補償がある。この経験は、海水淡水化プロジェクトにおいても参考になると考えている。</p> <p>2-(アルノー) 取水点は、海底より 2～3 m 地点の海水を取水するように設計されているため、高濁度の海水を取水するリスクを回避できる。取水した海水は、砂ろ過装置を設置した前処理工程を通すため、濁りを除去すると考える</p>
<p><u>スファックスエンジニア組合、組合長:</u></p> <p>淡水化施設で生産された新鮮な生産水は、従来の方法で生産される水の約 2 倍高価なものになると考えられる。そのため、配水システムの漏水などにより生産水を失うことは許されない。SONEDE はスファックスの配水システムにおける漏水問題について熟慮することが大切なのではないか。</p>	<p>(ブバカール氏、ヌイセール氏) 国家レベルで SONEDE の漏水削減対策には、いくつかのプログラムがある。スファックスエリアにおける漏水率は概ね 20% であるが、この数値は、チュニジアでは最も良い数値である。しかし、海水淡水化水が高価であることを考えれば、SONEDE は漏水率の低減に可能な限りの努力をする必要があるだろう。</p>
<p><u>APAL (海岸管理局) ,スファックス支所:</u></p> <p>取水点周辺海流への影響、生態系への継続的影響はいかがでしょうか</p>	<p>(アルノー) 取水塔の取水流速は 0.2m/秒で設計されている。それは、取水塔周辺の潮流速度 (0.1 m/秒) に近いものである。また、取水塔の対象面積は限られているため、潮流に対し大きな影響は与えないものと予想される。</p>
<p><u>ANPE (環境保護庁) スファックス支所:</u></p> <p>1-“持続可能性”という言葉はプレゼンテーションの際には聞こえなかったか？</p> <p>2-プロジェクトにおけるスファックス大学の関与とはなにか？</p> <p>3- British Gas パイプライン建設時に生じた問題を考え、本プロジェクトの場合にはナクタ漁民との関係はどう考えているか。</p>	<p>1-(アルノー)プレゼンテーションはスコーピングレポートの要約である。持続可能な開発は、JICA 方針の中核である。このプロジェクトを持続可能なものとするための環境や社会への配慮は EIA における目的である。</p> <p>2-(アルノー) ANPE, APAL, 農業省, 機材環境省, 保健省の様々な機関が EIA 監視委員会に関わりを持っている。また、INSTM の様々な専門家と相談している。スファックス大学との関わりは、EIA 実施時に持たれる可能性がある。</p> <p>3-(アルノー) EIA 実施時、公聴会にはナクタの漁民にも参加頂き、適切な対策を提案したいと考えている。British Gas のナクタ漁民への補償の経験は、本事業においても有効なものであると考えている。</p>

出典：JICA 調査団

上表に従って、参加者のコメントを事業実施に向けて反映するため、以下のとおり提言する。

- 複数機関が EIA 実施に含まれているが（ANPE、APAL、INSTM 等）、EIA 実施の際にはスファックス大学及び ANPE、APAL、INSTM のスファックス支所を含めることが望ましい。
- BG の経験から、施工開始以前に現地の漁民及び漁業組合（UTAP）と協議し、施工計画の説明の上、協議結果によって、適切な補償計画を考えることが必要である。
- 本プロジェクトの効果を高めるため、配水システム改善計画を行いつつ、総合的に配水システムを評価し、改善することが適切である。

なお、SONEDE は環境社会影響調査（2015 年開始）の際に、改めてステークホルダー協議、及びプロジェクト周辺のコミュニティを対象とした住民説明会を行う予定である。その時期に用地取得及び建設影響を受ける地域で協議や説明会を開くことは適切であり、マレシュ（1 か所）、アガレブ（1 か所）、南スファックス（2 か所）で行うことが望ましい。説明会においては、改めてプロジェクトの内容（送電線を含む）、実施スケジュール、用地取得手続き、補償計画、及びそれに関わる cut-off-date 等について説明・協議を行うことが望まれる。

## 第9章 用地取得・住民移転

## 第9章 用地取得・住民移転

### 9.1 用地取得・住民移転の必要性

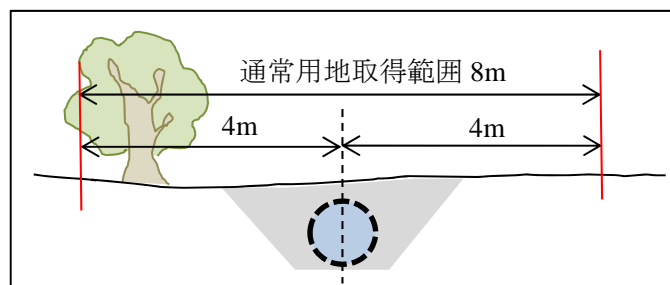
本事業の各コンポーネントの用地取得・住民移転の必要性を以下の表にまとめた。住民移転及び、大規模用地取得は行われない。

表 9.1-1 用地取得・住民移転の必要性

コンポーネント	土地利用	用地取得の必要性と手続	住民移転の必要性
海水取水管	海岸用地（国有地）	海岸用地を利用するため、コンセッション許可を得ることが必要（9.2に記載）	なし
濃縮水排水管			
淡水化施設（RO型）			
送水管	基本的には既存道路用地範囲内（国有地）。数ヶ所が私有地地下になる可能性がある。	道路用地範囲内の場合には道路管理者との通常手続。私有地の場合は必要に応じ用地取得手続。	住民移転を避けるため、本プロジェクトの調整を行う（設備の位置等）との方針から、住民移転は行われない。
ポンプ場	淡水化施設候補地内及び既存配水池の敷地内（国有地及び SONEDE 所有地）	なし	
サージタンク	最終位置が決まった段階で確認する（私有地の可能性）	私有地の場合は用地取得手続。	
配水池	既存配水池の敷地周辺に拡張(将来)	なし	
送電線	農業地（私有地）	私有地の場合は用地取得手続。SONEDE が所有することになる。	

出典：JICA 調査団

SONEDE が行っている用地取得のほとんどは、水道管を埋設するための畑の用地取得である。水道管を埋設する場合の用地取得は下図に示すように水道管から左右 4 m 程度、合計 8 m の幅で行う。水道管を埋設した土地の上でも植物の栽培は可能だが、オリーブなどの樹木の栽培は禁止されている。



出典：JICA 調査団

図 9.1-1 SONEDE の通常水道管用地取得範囲

## 9.2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み

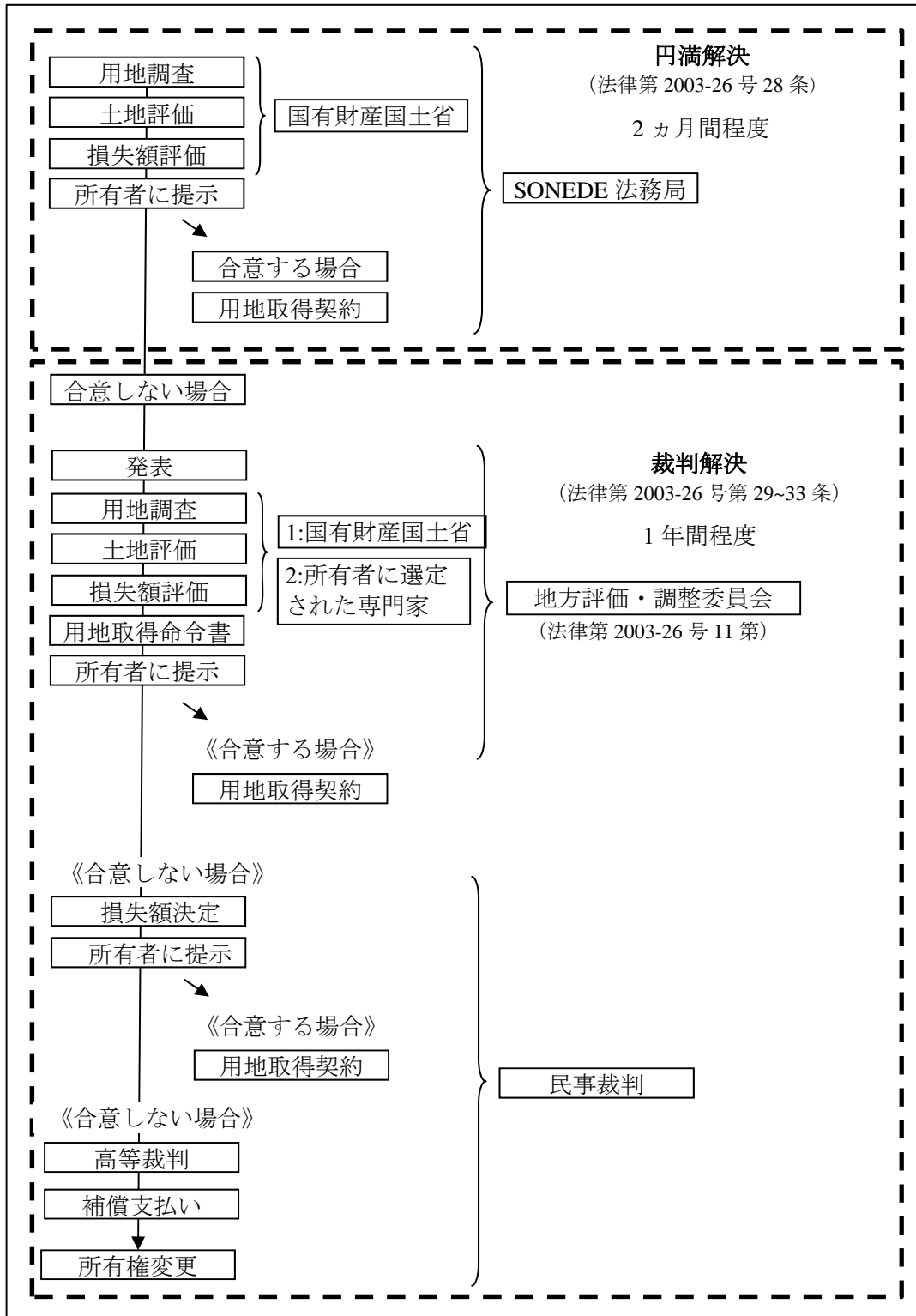
### (1) 用地取得・住民移転に係るチュニジア国法制度の概要

用地取得に関する法律は、公益工事のための用地取得に関し 2003 年 4 月 14 日発令の法律第 26 号により修正された、1976 年 8 月 11 日発令の法律第 85 号である(以下“法律第 2003-26 号”とする)。地方評価・調整委員会の組織、機能、運用に関する法令は 2003 年 7 月 2 日発令の政令第 2003-1551 号である。

法律第 2003-26 号の第 1 条では「非自発的住民移転は例外的とし、第 11 条【地方評価・調整委員会の実施について】の項目を全て満たした後にしか行われなければならないこととする。」と定められており、公益事業のための用地取得に際しては、協議による合意が優先し、強制収用手続は協議による合意が不可能な場合の最後の手段となる。また、法律第 2003-26 号の第 2 条では「所有権の変更は用地取得命令で行う。所有権の変更は正当な補償の支払い後にしか行われなければならないものとする。不動産に関わる財産権(所有権、物権、抵当権等)の全ては補償に含む。」と定められており、土地所有者と土地使用者は補償されることになる。

SONEDE は、法務局を介して用地取得手続を行う。SONEDE の用地取得課は、通常は 1 年で 60~100 ケースを扱っているが、その中で合意に至らない 2~3 ケースについては農業・水資源・漁業省で対応している。合意できない理由は、主に二つに分けられる：1) 所有者が不明、2) 提示される補償金額に所有者が合意しない。水道管及びポンプ場の設置は、住民移転を伴わない場所への計画変更が可能であるため、住民移転を伴うケースはほとんどない。したがって、SONEDE が住民移転計画を策定した経験はない。

SONEDE における用地取得手続中に、図 9.2-2 に示すように、法律に基づき土地所有者に最低 3 回上訴する権利が与えられている。円満解決できない場合には、用地取得に関わる資料は発表され、だれでも相談できるようになっている。なお、図 9.2-3 に示すように、用地取得手続に関わる資料・議事録等はアラビア語で記載され、関係者が理解できるようになっている。



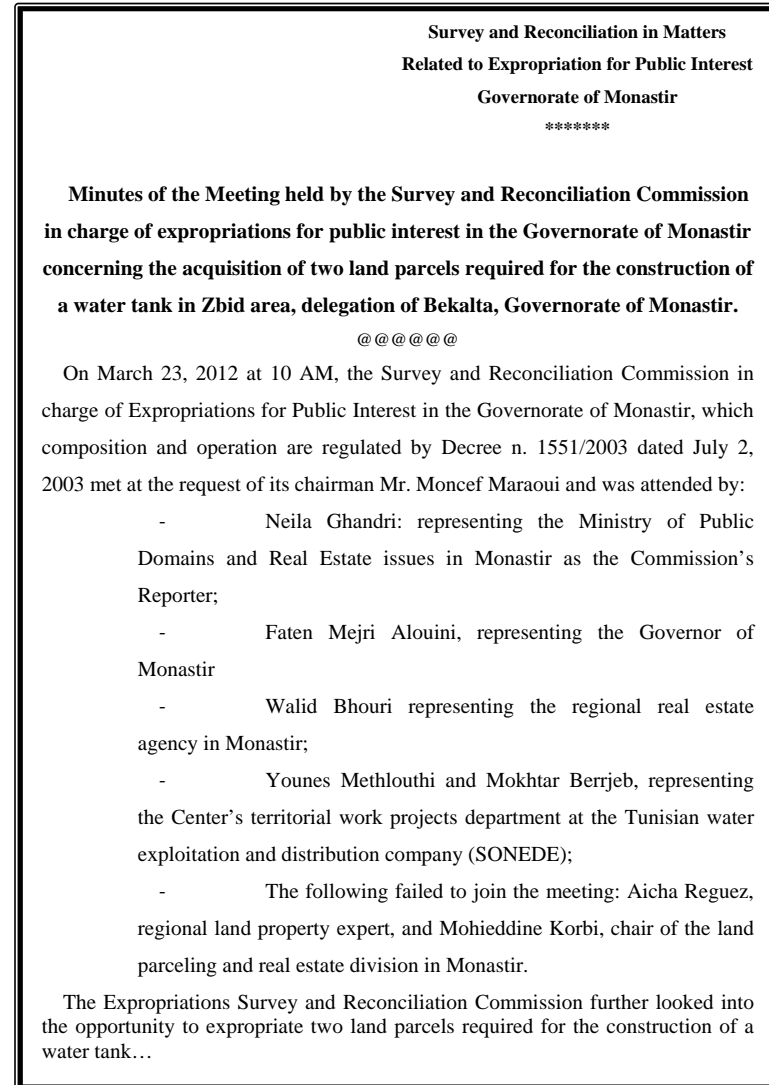
出典：JICA 調査団

図 9.2-1 SONEDE における用地取得手続



出典 : SONEDE 法務局、JICA 調査団

図 9.2-2 地方評価・調整委員会議事録の例 (英訳)





## (2) 住民移転に係る JICA の方針

JICA 環境ガイドラインにおいて、事業に伴い移転若しくは用地取得が生じる場合には、以下の 3 つの事項に該当するものを補償・生計回復支援の受給権者とする、と規程されている。

- 土地に対する法的権利を有するもの
- 土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの
- 占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないもの(例：賃借人、商業人、作業員、従業員、非合法占拠者、その他建物の所有者等)

なお、非自発的住民移転にかかる JICA の基本方針は、以下のとおりである。

### 非自発的住民移転にかかる JICA の方針

- I. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。
- II. このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない。
- III. 移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。
- IV. 補償は可能な限り再取得費用\*に基づかなければならない。
- V. 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。
- VI. 大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていなければならない。住民移転計画には、世界銀行のセーフガードポリシーの OP4.12 Annex A に規定される内容が含まれることが望ましい。
- VII. 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人やコミュニティとの協議が行われていなければならない。協議に際しては、影響を受ける人が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。
- VIII. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。
- IX. 影響を受ける人やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていなければならない。

また、JICA ガイドラインには、「JICA は、環境社会配慮等に関し、プロジェクトが世界銀行のセーフガードポリシーと大きな乖離がないことを確認する。」と記載されていることから、上記の原則は、世界銀行 OP 4.12 によって補完される。世銀 OP 4.12 に基づき追加すべき主な原則は以下のとおりである。

- X. 被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人々が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。
- XI. 補償や支援の受給権者は、土地に対する法的権利を有するもの、土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの、占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものとする。

XII. 移転住民の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。		
XIII. 移行期間の支援を提供する。		
XIV. 移転住民のうち社会的な弱者、特に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民、少数民族については、特段の配慮を行う。		
XV. 200人未満の住民移転又は用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。		
上記の主要原則に加え、各事業の住民移転計画、実施体制、モニタリング・評価メカニズム、スケジュール、詳細な資金計画も必要である。		
*：再取得費用とは以下のとおり		
土地	農地	プロジェクト前もしくは移転前のどちらか高い方で、影響を受ける土地の近隣にある同等の潜在生産性もしくは用途を持つ土地の市場価格+影響を受ける土地と同程度までの整地費用+登録費用・譲渡税
	市街地	影響を受ける土地の近隣にある同程度もしくは同等以上の公共インフラ施設とサービスを備えた同規模同用途の土地の移転前市場価格+登録費用・譲渡税
構造	住居その他建造物	影響を受ける建造物と同等もしくは同等以上の面積及び質を持つ再調達建造物の建設あるいは部分的に影響を受ける建造物の補修ができる資材の市場価格+労務費・請負業者報酬+登録費用・譲渡税

出典：環境社会配慮 カテゴリ B 案件報告書執筆要領(2011年6月)

### (3) JICA 環境ガイドラインとチュニジア国法制度との比較

用地取得に係る JICA 環境ガイドラインの方針とチュニジア国における社会配慮要項を比較した結果を下表にまとめる。同表に示すように、用地取得に関するチュニジア国における社会配慮要項は JICA 環境ガイドラインと同様であるが、移転計画手続き等はないため、住民移転の必要が生じた場合、チュニジア国の社会配慮要項では不十分であると考えられる。その場合は JICA 環境ガイドラインに沿った住民移転方針を提案する必要がある。

ただし、本事業では住民移転の必要はない。ただし、水撃対策（サージタンク等）や管路付属施設設置のために、農地において小規模な用地取得が必要になる可能性があるため、それについて補償が必要となる。

表 9.2-1 チュニジア国における土地収用・住民移転に係る社会配慮

JICA 環境ガイドライン	チュニジア国法制度	JICA ガイドラインとチュニジア国法制度のギャップ	本事業の移転方針
1. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努めねばならない。	法律第 2003-26 号第 1 条“非自発的住民移転は例外的とし、第 11 条【地方評価・調整委員会の実施について】の項目を全て満たした後にしか行われなければならないこととする”	両者に共通	本事業において非自発的住民移転及び生計手段の喪失は発生しない
2. このような検討を経ても回避が可能でない場合には、影響を最小化し、損失を補償するために、実効性ある対策が講じられなければならない。	法律第 2003-26 号第 2 条“所有権の変更は正当な補償の支払い後にしか行われなければならない”	同上	該当無し
3. 移転住民には、移転前の生活水準や収入機会、生産水準において改善又は少なくとも回復できるような補償・支援を提供する。	法律第 2003-26 号第 2 条“不動産に関わる財産権（所有権、物権、抵当権等）の全ては補償を含む”	同上	該当無し
4. 補償は可能な限り再取得費用に基づかなければならない。	法律第 2003-26 号第 4 条“補償の金額は周辺にある同様な不動産の価値に比較して設定する”	同上	該当無し
5. 補償やその他の支援は、物理的移転の前に提供されなければならない。	法律第 2003-26 号第 2 条目“所有権の変更は正当な補償の支払い後にしか行われなければならない”	同上	該当無し
6. 大規模非自発的住民移転が発生するプロジェクトの場合には、住民移転計画が、作成、公開されていない。	大規模非自発的住民移転の場合でも、各不動産で法律第 2003-26 号による用地取得手続きを行われなければならない。	全体移転計画がないため、コミュニティは確保されない可能性がある。	本事業において、大規模非自発的住民移転は発生しない
7. 住民移転計画の作成に当たり、事前に十分な情報が公開された上で、これに基づく影響を受ける人々やコミュニティとの協議が行われていなければならない。	-	移転計画について、関係住民との協議がない。	該当無し
8. 協議に際しては、影響を受ける人々が理解できる言語と様式による説明が行われていなければならない。	全ての手続きはアラビア語で行う。現地の言葉はアラビア語である。	両者に共通	資料や協議等はすべてアラビア語で行う。
9. 非自発的住民移転及び生計手段の喪失にかかる対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加が促進されていなければならない。	-	移転計画のモニタリングはないため、関係住民との協議がない。	該当無し

JICA 環境ガイドライン	チュニジア国法制度	JICA ガイドラインとチュニジア国法制度のギャップ	本事業の移転方針
10. 影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムが整備されていない。	法律第 2003-26 号第 10 条で地方評価・調整委員会が設立された。	用地取得で影響される人のみ。他の影響を受ける人々は認められない。	用地取得に対する苦情処理メカニズムは地方評価・調整委員会とする。他の影響を受ける人は別の苦情処理メカニズムを立ち上げることとする。
11. 被影響住民は、補償や支援の受給権を確立するため、初期ベースライン調査(人口センサス、資産・財産調査、社会経済調査を含む)を通じて特定・記録される。これは、補償や支援等の利益を求めて不当に人口が流入することを防ぐため、可能な限り事業の初期段階で行われることが望ましい。	用地取得手続きは用地調査及び土地評価調査から始まる。その調査の開始日が権利を持っていない人に対して、cut-off-date となる。法律第 2003-26 号第 11 条によって、用地取得命令が発令されるまでに所有者がクレームができるため、発令日が cut-off-date となる。	用地取得以外の影響に対する補償手続きはないため、cut-off-date もない。	用地取得に関しては、用地土地評価調査開始日(所有者がいない場合)及び用地取得発令日(所有者の場合) cut-off-date とする。用地取得以外の影響に対する補償手続きの cut-off-date は、手続きによる現場調査・説明会の開始日とする。
12. 補償や支援の受給権者は、「土地に対する法的権利を有するもの」、「土地に対する法的権利を有していないが、権利を請求すれば、当該国の法制度に基づき権利が認められるもの」、「占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないもの」とする。	法律第 2003-26 号の第 2 条“不動産に関わる財産権(所有権、物権、抵当権等)の全てを補償に含む”	占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものは認められない。	不動産に関わる財産権を持っているものは法律第 2003-26 号に対する手続きを行う。占有している土地の法的権利及び請求権を確認できないものに対しても補償を行う。
13. 住民移転の生計が土地に根差している場合は、土地に基づく移転戦略を優先させる。	法律第 2003-26 号での補償は金銭のみである。	土地での補償はない。	農業関係者の移転計画を準備する際に土地に基づく移転戦略を優先させる
14. 移行期間の支援を提供する。	同上	移行期間の支援はない。	移行期間の支援も含む移転計画とする。
15. 移転住民のうち社会的な弱者、特に貧困層や土地なし住民、老人、女性、子ども、先住民、少数民族については、特段の配慮を行う。	-	社会的な弱者に対して特段の配慮がない。	社会的な弱者に対して特段の配慮を持った移転計画を行う。
16. 200 人未満の住民移転又は用地取得を伴う案件については、移転計画(要約版)を作成する。	-	移転計画がない。	本事業において住民移転は発生しない

出典：JICA 調査団

#### (4) 本事業における用地取得・住民移転方針

上記の比較に依れば、チュニジア国の法制度における住民移転に関わる計画及び手続きは JICA 及び世界銀行のガイドラインと一致しないため、JICA 環境ガイドラインを基に、本事業における用地取得・住民移転方針を以下のとおり推奨する。

#### 本事業における用地取得・住民移転方針

1. チュニジア国政府は、現行国内法と JICA ポリシーを含む international practice と乖離があることから、スファックス海水淡水化施設整備事業について、特別に以下のポリシーを採用する。事業ポリシーは、国内法と JICA ポリシーのギャップを埋めることを目的とする。ここでは、損失の内容・程度に応じた PAPs (Project Affected Persons, プロジェクトの影響を受ける人) の受給権について、本事業のポリシーを説明する。国内法と住民移転にかかる JICA ポリシーの間に乖離がある場合には、両者を満たすような現実的な方法を検討する。
2. 代替案の検討を行い、移転を回避又は最小化する。
3. 移転が避けられない場合は、PAPs の生計が改善又は少なくとも回復できるように、十分な補償や支援を行う。
4. 補償や支援は、以下のような影響を受ける全ての人に提供される。
  - 生活水準への負の影響
  - 家屋への権利、土地利用の権利、農地・放牧地・商業地・テナント・一年生又は多年生作物・樹木・その他の不動産等への永久的及び一時的権利への負の影響
  - 一時的又は永久的な負の影響を受ける、所得創出機会、営業、職業、住民の営業場所等
  - 社会的・文化的活動及び関係への影響 (移転計画作成のプロセスで明らかになることが多い。)
5. 所有権の有無や社会的地位に関係なく、影響を受ける人は全て補償や支援の対象とする。直近のセンサス及び資産調査の時に影響地域において居住、労働、営業又は耕作していることが確認された者は、全て補償や支援の対象となる。
6. 資産の一部を失う場合、残りの資産がその後の生計を維持していくのに十分でなければ、移転として扱う。(残地、残資産等の最小規模は、移転計画作成時に決定される。)
7. 一時的な影響についても、移転計画で考慮する。
8. 移転先のホスト・コミュニティへの影響が想定される場合には、移転計画作成や意思決定へのホスト・コミュニティの参加が確保されなければならない。
9. チュニジア国法制度及び住民移転にかかる JICA ポリシーに沿って、移転計画を作成する。
10. 移転計画は、現地語に翻訳され、PAPs やその他関心のある人々のために公開される。
11. 補償は再取得費用の考え方にに基づき提供される。
12. 農地に依存している PAPs への補償は、可能な限り土地ベースで行う。
13. 代替地は、移転前の土地と同立地同生産性とすべき。
14. 移転支援は、目先の損害だけでなく、PAPs の生活水準回復のための移行期間に対しても提供される。このような支援は、短期の雇用、特別手当、収入補償等の形態をとることができる。
15. 移転計画は、移転の負の影響に対して最も脆弱な人々のニーズに配慮して作成されなければならない。また、彼らの社会経済状況を改善するための支援が提供されなければならない。脆弱な人々には、貧困層、土地の所有権を持たない人々、先住民、少数民族、女性、子ども、老人、障害者等が

含まれる。

16. PAPs は、移転計画の作成・実施に参加する。

17. 事業や彼らの権利、検討されている負の影響への緩和策等について、PAPs 及び彼らのコミュニティの意見を聞き、可能な限り移転に関する意思決定に参加する。

18. 補償や所得回復対策等を含む用地取得に必要な費用は全て、合意された実施期間内に入手可能な状態となる。移転活動に必要な費用は全て、チュニジア国政府が負担する。

19. 物理的移転は、移転のために必要な補償や支援の提供前に実施されない。移転地のインフラは、移転前に十分整備される。資産の取得、補償費の支払い、移転、及び生計回復活動の開始は、裁判所により収用が決定された場合を除き、全て工事前に完了する。(生計回復支援は、継続すべき活動であるため、移転前に開始される必要はあるが、完了している必要はない。)

20. 実効的な移転計画作成・実施のための組織・管理体制が、移転プロセス開始前に構築される。これは、住民協議、用地取得・生計回復活動にかかるモニタリング等について管理するために必要な人的資源を含む。

21. 移転管理体制の一部として、適切なモニタリング、評価、報告のメカニズムが構築される。本事業のための外部モニタリンググループが雇用され、移転のプロセスや最終成果を評価する。外部モニタリンググループとしては、資格を有する NGO や、研究機関、大学等が考えられる。

#### 適格性のカットオフデート

適格性のカットオフデートは、プロジェクト用地の占有または使用により住民や使用者がPAPsとして分類され、プロジェクトの受給権の適格性を持つ日の前日のことをいう。

プロジェクトでは、土地所有者のカットオフデートは用地収用法に基づく通知の日である。非土地所有者のカットオフデートはSONEDEもより 2015 年に開始される土地調査の開始日である。

この日付は、関係地方公共団体によって影響を受ける各村に開示し、各村はその住民に開示する。適格性カットオフデートの確立は、プロジェクトの受給権にかかる利益を享受しようとする可能性がある不適格非居住者の流入を防止するためのものである。

#### 再取得費用の原則

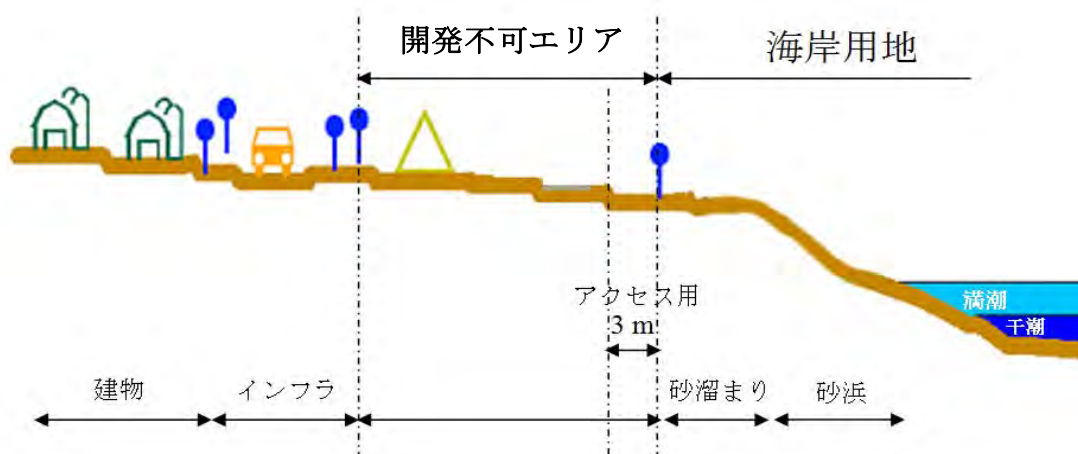
カットオフデートに適合する世帯もしくは店舗所有者が所有する土地及び土地以外の資産のための全ての補償は、再取得費用の原則に基づいて行われる。再取得費用は、影響を受けた資産を代替するために必要とされる、減価償却や税金および移転費用を減額しないで計算した次のような金額である。

- a. 生産的土地（農地、果樹園、庭園）；同じ地域の最近の土地の売却価格を反映した実勢市場価格、最近の売却例が地域にないときは、比較可能な属性、手数料、税金をの比較可能な土地の最近の売却価格、最近の売却例が無いときは生産価格に基づく；
- b. 住宅地；同じ地域の最近の土地の売却価格を反映した実勢市場価格、最近の売却例が地域にないときは、比較可能な属性、手数料、税金をの比較可能な土地の最近の売却価格；
- c. 政府の規則に従い、可能な限り土地収用法に基づく建造物、作物、及び樹木に対する補償金額の計算を適用する。
- d. 住宅及びその他の関連する建造物；影響を受けた材料の実際の現在の市場価格に基づく。
- e. 一年生作物；補償時の現在の市場価格を適用した一年間の作物の価格。
- f. 多年生作物；可能な場合、地方自治体の規則に則った現金補償で、補償時の類型と樹齢を考慮した実勢価格を適用する。
- g. 樹木もしくは、オリーブまたは同等の果樹；可能な場合、地方自治体の規則に則った現金補償で、各ツリーの胸高直径に基づき、補償時の類型、樹齢及び生産価値を考慮した実勢価格を適用する。、関連する生産価値の現在の市場価値に相当するだろう。

出典：環境社会配慮 カテゴリ B 案件報告書執筆要領(2011年6月)

#### (5) 海岸用地の使用について

海岸用地に関する法律は 1995 年 7 月 24 日発令の法律第 95-73 号である。チュニジア国における海岸用地の考え方を図 9.2-3 に示す。



出典：APAL 2003

図 9.2-3 海岸用地

海岸用地の境界が明確に定められ、都市計画がある場合は開発不可エリア (ZNA, Zone Non Aménageable) の幅は 25 m である。都市計画がない場合は開発不可エリアの幅は 100 m である。一方、海岸用地の境界が明確でない場合には、満潮線から 200 m までは開発不可エリアとなっている。

海水淡水化施設用地の全ては都市計画のある海岸用地に位置するため、開発不可エリアを考慮して、海岸用地の境界から最低 25 m 離れた計画とする。海水淡水化施設は撤去できる設備ではないため、建設を実施するためのコンセッション許可が必要となる。海水淡水化施設の工事開始は 2019 年 10 月に予定されるため、SONEDE の事前準備作業期間を確保するためには、用地のコンセッション手続きは 2019 年 1 月までに完了させておく必要がある。海岸用地のコンセッション契約に係る実施スケジュールは図 9.2-4 に示すとおり、2017 年から正式な手続きを始めても時間的余裕があり、海水淡水化施設の工事開始には十分に間に合うと考える。

項目	担当	2017 年										2018 年							
		-	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	-	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	-	Dec	
海岸用地の利用 依頼	SONEDE		■	■															
依頼の分析、首 相への報告	APAL				■	■	■	▼											
SONEDE をコ ンセッション会 社として承認	首相							▼											
コンセッション 契約の準備 (承 認された EIA を 添付)	SONEDE + APAL								■	■	■	■							
担当省庁による 契約確認	環境・持続可能な 開発省 国有財産国土省 司法省											■	■	■					
首相による契約 承認	首相																	▼	
コンセッション 発令	APAL																		▼

出典：APAL 海岸用地管理局、JICA 調査団

図 9.2-4 海岸用地コンセッション契約実施スケジュール



海岸用地の利用申請は APAL の海岸用地管理局に行う。なお、海岸用地管理局の機能と役割は、1) 海岸用地の利用確認（海浜管理）、2) 海岸用地の利用許可の管理、3) 海岸状況の確認・清掃である。

海岸用地の利用料の確定は SONEDE と国有財産国土省（Ministère des Domaines de l'Etat et des Affaires Foncières）間の交渉による。その結果、無料で利用できる可能性もあるが、一般的に以下の算定式（年間あたりの金額）に基づき計算された金額となる。

面積を  $A \text{ m}^2$ 、管等の延長を  $L \text{ m}$  とすると、

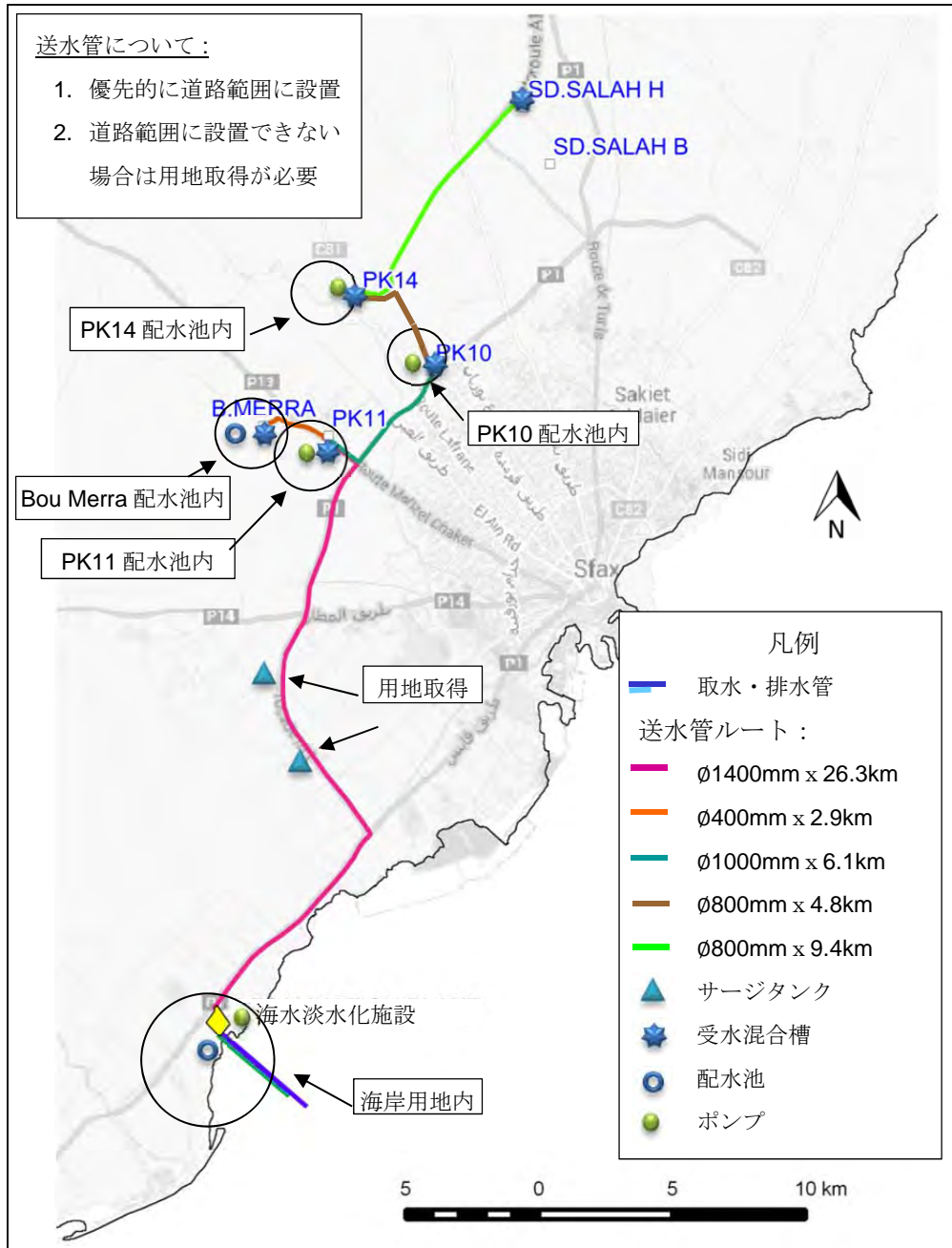
- 建物がない場合： $0.3 \text{ (TND/m}^2) A \text{ (m}^2) + 30 \text{ (TND)}$
- 建物がある場合：建物がない場合の 3 倍
- 管の場合： $0.072 \text{ (TND/m) } L \text{ (m) } + 10 \text{ (TND)}$

本プロジェクトの場合は建築面積は 10 ha 程度、空地面積は 10 ha 程度、取水管と放流管の長さは合わせて 9,000 m 程度である。したがって、本事業で想定される年間の利用料は、 $4 \times (100,000 \times 0.3 + 30) + 9,000 \times 0.072 + 10 = 120,800 \text{ (TND/年)}$ 、となる。この利用料は国庫に納める。

### 9.3 用地取得・住民移転の規模・範囲

#### (1) 用地取得の概要、影響を受ける人口

本プロジェクトの方針は、“住民移転を回避するため、設計を調整する”ということであり、住民移転は想定されない。また、次図に示すように、用地取得は送水管の一部及びサージタンク用地に対してのみ行われる予定である。



出典：JICA 調査団

図 9.3-1 用地取得の規模・範囲

送水管ルート沿いのスファックス県内の地域は以下の図の示すようにマレシュ、アガレブ、南スファックス、サキエテジである。
















出典：JICA 調査団


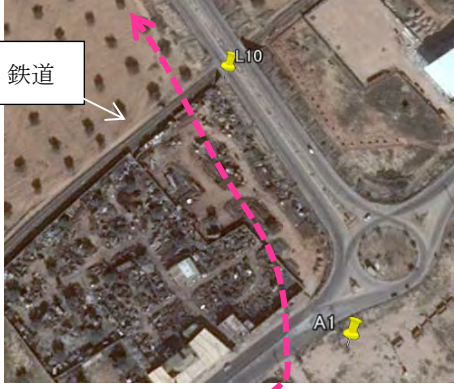

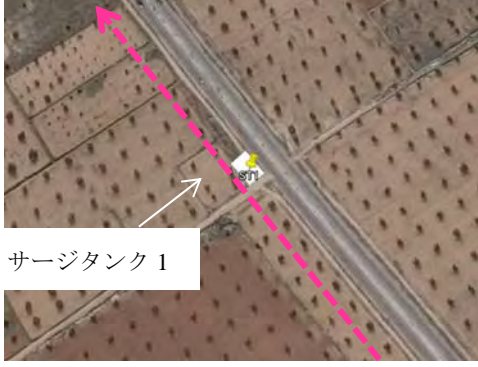


図 9.3-2 本プロジェクトに関わる地域（コミューン）

送水管ルート沿いの現状を調査した結果、以下の表にまとめる様に基本的にはオリーブ畑であるが、数カ所住居もある。

表 9.3-1 送水管ルート of 現状

No	区間	位置/	状況
1			
<p><b>備考</b>            道路の右側にある工場の塀に当たる可能性がある。            地方：マレシュ            赤色：φ1,400mm</p>			

No	区間	位置/	状況
2			
		<p><b>備考</b>  道路の右側にある農家の塀に当たる可能性がある。  地方：アガレブ  赤色：φ1,400mm</p>	
3			
		<p><b>備考</b>  道路の右側にある工場の塀に当たる可能性がある。  地方：南スファックス  赤色：φ1,400mm</p>	
4			
		<p><b>備考</b>  道路の右側にある工場の塀に当たる可能性がある  地方：南スファックス  赤色：φ1,400mm</p>	
5			
		<p><b>備考</b>  道路の右側にある農家の塀に当たる可能性がある</p>	

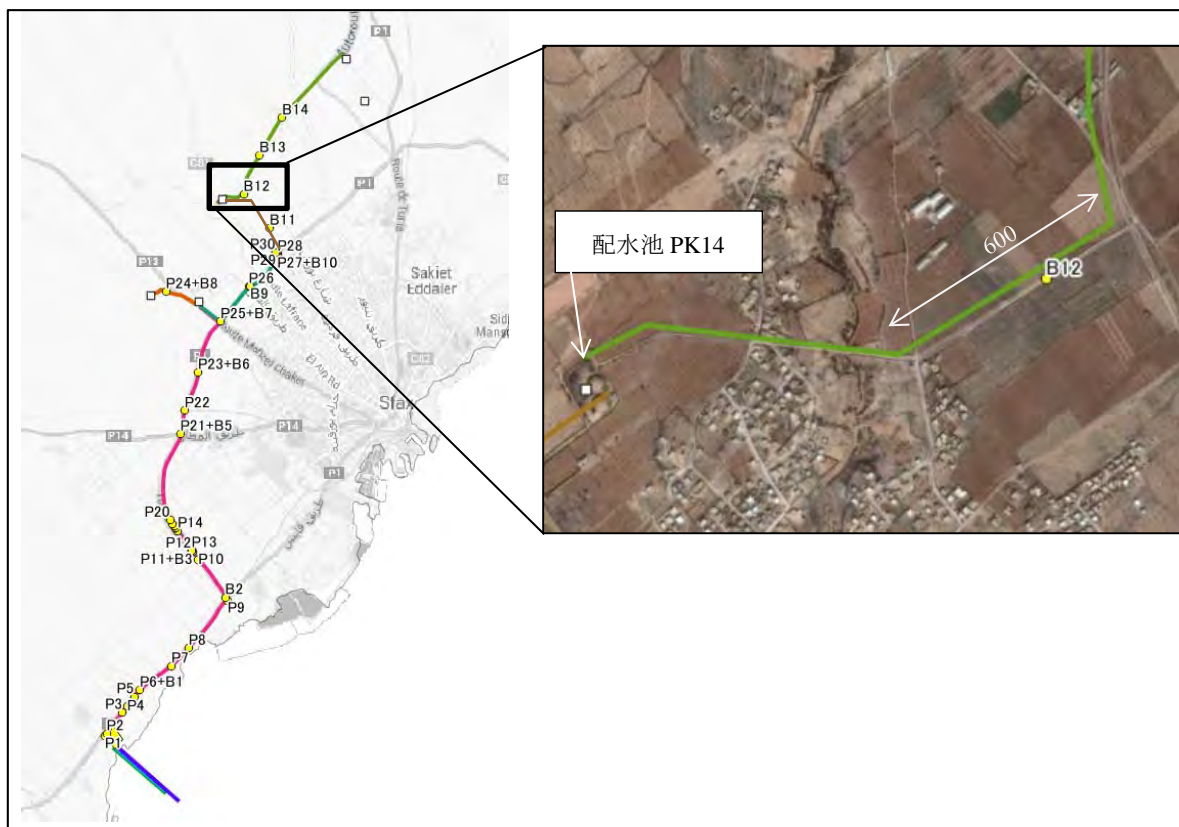
No	区間	位置/	状況
		地方：南スファックス 赤色：φ1,400mm	
6			<p><b>備考</b>            道路及び鉄道の下を通る。            左側にある工場の塀に当たる可能性がある。            地方：南スファックス            赤色：φ1,400mm</p>
7			<p><b>備考</b>            サージタンク（17m×31m）は用地取得となり、オリーブの木 2 本を切る必要がある。            地方：南スファックス            赤色：φ1,400mm</p>
8			<p><b>備考</b></p>



No	区間	位置/	状況
		サージタンク（17m×31m）は用地取得となり、オリーブの木 2本を切る必要がある。 地方：南スファックス 赤色：φ1,400mm	
9		 <b>備考</b> 道路範囲に設置 地方：南スファックス 赤色：φ1,400mm、緑色：φ1,000mm	
10		 <b>備考</b> 道路範囲に設置 地方：南スファックス オレンジ色：φ400mm	

出典：衛星写真：GOOGLE、写真：JICA 調査団

なお、下図に示すように送水管ルート沿いに試掘調査を行った。PK14 配水池近傍の試掘地点 B12 は現地住民の私有地に存在する。B12 に関わる送水管の延長はおよそ 600 m であるが、そのルートは未舗装の道路となっている。



出典：JICA 調査団

図 9.3-3 試掘調査位置及び B12 の位置と状況

送水管関連以外の用地取得が必要な本事業のコンポーネントとして、送電線建設コンポーネントがある。SONEDE は接続費用としてその建設に必要な費用を負担するが、送電施設そのものは、計画、設計、建設、維持管理の全てを STEG が行う。送電鉄塔及び送電線は SONEDE の所有物となるが、送電鉄塔の用地は SONEDE が所有する。

海水淡水化施設の周辺地域はほとんどが平坦な農地であり、住民移転等を避けるように送電線を埋設する必要もないため、基本的に架空送電線になると考える。海水淡水化施設から 15km の送電線の送電鉄塔に関わる用地取得の規模は送電線ルートによるが、現時点ではルートの計画が不明であるため（今後 SONEDE から正式に接続申請が提出された後に STEG が詳細に検討する予定）、全ての送電鉄塔（平均間隔を 400m と想定し 40 基）の建設用地が用地取得対象になると仮定する。送電鉄塔の建設用地は脚の間隔が 8m×8m 程度であるため、一基当たりの用地取得規模は 10m×10m と想定する。したがって、送電線に関わる用地取得規模は 4000 m<sup>2</sup>となる。また、送電鉄塔間の空中に送電線が設置されることから、送電線下の土地は耕種が継続できるが、建築高に制限を受けるため補償（線下補償）しなければならない可能性がある。ただし、STEG スファックス支社によれば、これまで線下補償をしたことがないということである。また、海水淡水化施設用地近傍の内陸部はオリーブ畑と未利用地であり、用地買収費及び線下補償費は高くないと考えられる。STEG と SONEDE の協議の結果、用地買収費及び線下保証費は送電線の所有権を有する STEG ではなく SONEDE が負担することになっている。したがって、STEG が送電ルートを検討する場合、SONEDE も関与して、住民移転が必要なルートは取らず、出来る限りそのような用地買収費及び線下保証費が安くなるようなルートを選定する必要がある。

上記の用地取得によって影響を受ける人口は次表に示すとおり。

表 9.3-2 用地取得対象人口

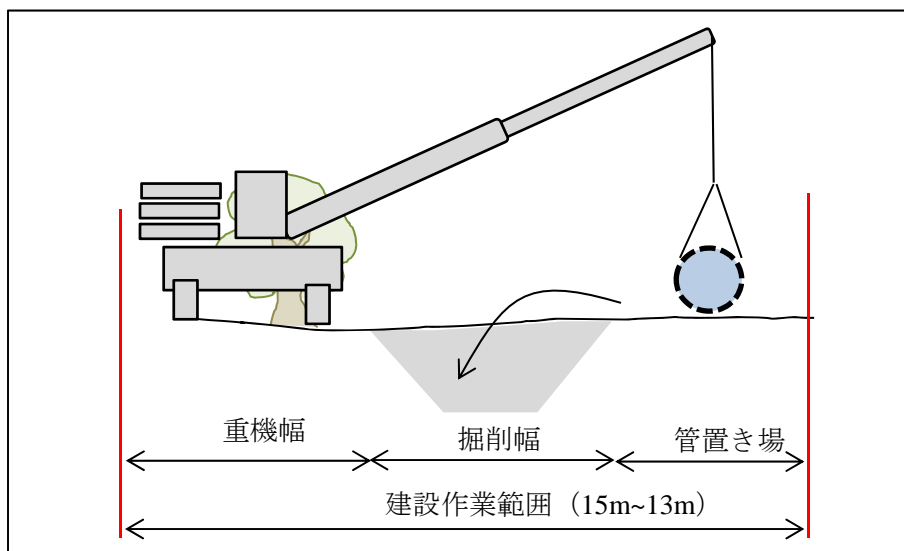
項目	人口	備考
<b>住民移転</b>		
合計	0	プロジェクト方針
<b>用地取得</b>		
所有者	9人 (+送電鉄塔対象者： 最大40人)	表 9.3-1 の 1~8 番,B12 試掘地点近傍

出典：JICA 調査団

送水管ルートの詳細設計完了時に、SONEDE が改めて用地調査を行う（2018年に予定）。同様に、送電線ルートの STEG による詳細設計と平行して、SONEDE が送電線建設に係る用地調査を行う（2018年に予定）。その際に、影響を受ける土地に対して、所有者及び土地に権利を持っている人、権利を持っていない人の人数を調査し、上記の表の更新を行う。用地取得に関しては、用地調査の開始日（所有者でない場合）及び用地取得発令日（所有者の場合）をカットオフデート（cut-off date、締切日）とする。

(2) 財産・用地調査

送水管に対する用地取得が必要とされる場合は、8 m の幅で行う。しかし、本プロジェクトでは直径 1400 mm までの管を使う予定であり、それに関わる建設作業範囲を確保するため、作業範囲にあるオリーブの木等を切る必要がある。スファックス県のオリーブ畑の植樹間隔は約 24 m である。



出典：JICA 調査団

図 9.3-4 管建設作業範囲



したがって、本プロジェクトに関わる用地取得範囲及び補償範囲を以下のように想定した。

- 用地取得範囲 = MAX (8 m)
- 補償範囲 = 作業幅

表 9.3-3 送水施設に係る用地取得範囲及び補償範囲

直径	掘削幅	管置き場	重機幅 (余裕含む)	作業幅= 補償範囲	用地取得 範囲
-	A	B	C	A+B+C	MAX(8,A)
1,400mm	4m	3m	6m (16t crane) +2m (margin) =8m	15m	8m
1,000mm				3m	
800mm					
400mm					

出典：JICA 調査団

送水管を道路沿いに設置する場合には、作業のため部分的に道路内を利用する可能性があり、オリーブの木は道路から離れていることから、上記の方針は各ケース毎に調整する必要がある。本調査では用地取得の土地面積、建造物及びオリーブの木の補償対象を次表のとおり想定した。

表 9.3-4 送水施設に係る用地取得、建造物補償及び農作物補償

土地						
項目	地方	用地	面積			合計 (m <sup>2</sup> )
			長さ(m)	幅(m)	面積(m <sup>2</sup> )	
表 9.3-1 の No.1	マレシュ	工場	275	8	2200	2,200
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	農地	1,320	8	10,560	10,560
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	工地	155	8	1,240	17,294
表 9.3-1 の No.4		工場	100	8	800	
表 9.3-1 の No.5		農地	970	8	7,760	
表 9.3-1 の No.6		工場	205	8	1,640	
表 9.3-1 の No.7		農地	31	17	527	
表 9.3-1 の No.8		農地	31	17	527	
図 9.3-3 (B12)		農地	600	8	4,800	
建造物						
項目	地方	種類	長さ(m)		合計(m)	
表 9.3-1 の No.1	マレシュ	塀	275		275	
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	塀	150		150	
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	塀	155		810	
表 9.3-1 の No.4		塀	100			
表 9.3-1 の No.5		塀	350			
表 9.3-1 の No.6		塀	205			

農作物							
項目	地方	種類	長さ(m)	幅(m)	面積(m <sup>2</sup> )	本数	合計
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	オリーブ 木 (25 本/ha)	1320	15	19,800	50	61
表 9.3-1 の No.5	南スファックス		970	15	14,550	37	
表 9.3-1 の No.7			31	17	527	2	
表 9.3-1 の No.8			31	17	527	2	
図 9.3-3 (B12)			600	13	7,800	20	

出典：JICA 調査団

送電鉄塔 40 基に関わる用地取得面積は 4000 m<sup>2</sup>であるが、送電鉄塔の施工のため、施工時に、1 鉄塔当たり 20m×20m の面積の追加作業スペースが必要と想定し、補償範囲は送電鉄塔一基当たり 10m×10m (鉄塔用地面積) + 20m×20m (施工作業スペース) = 500 m<sup>2</sup>/基、合計では 40 基×500 m<sup>2</sup>/基 = 20 000 m<sup>2</sup>となり、オリーブでは 2ha×25 本/ha = 50 本の損害となる。線下補償費については、その対象面積は幅 10m x 15km = 15ha である。しかし、これまで線下補償の実績が無く、また、オリーブ畑の耕作を継続できることから、補償があったとしてもその補償金額はかなり安いことが想定される。本調査ではその金額を補償対象となる土地で生育しているオリーブを伐採した時の補償料に相当する金額と仮定した。対象面積が 15ha であるためオリーブの本数は 15ha×25 本/ha = 375 本程度と推定される。前述したようにこれらの用地取得費及び線下補償費は SONEDE が負担することになる。

以上から、表 9.3-5 に示すとおり、用地取得規模は最大 3.41ha (送電線建設分を含む)、建造物補償は塀 1,235m、農作物補償はオリーブ 536 本となる。

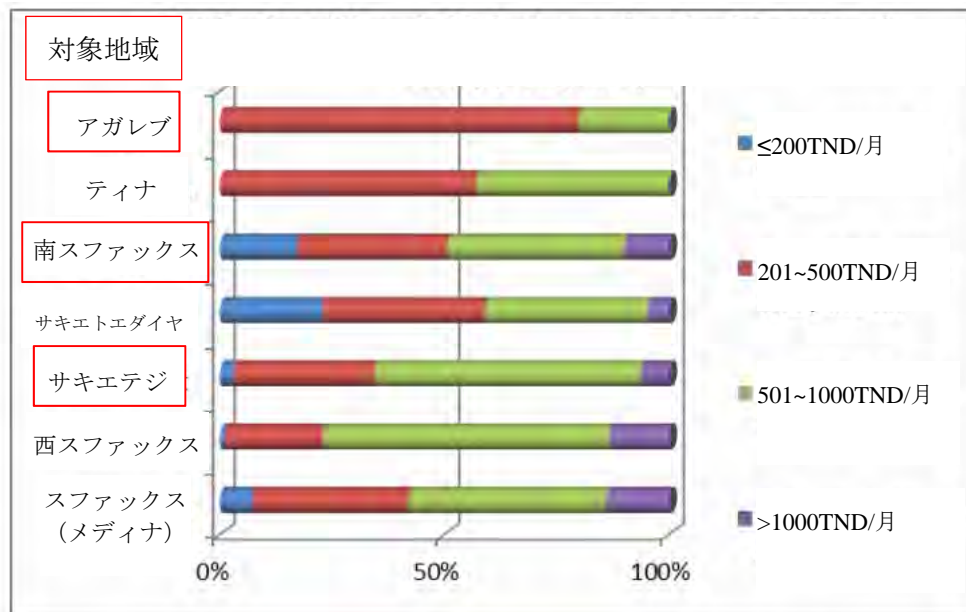
表 9.3-5 送水施設及び送電線に係る用地取得及び補償の要約

用地取得項目	送水施設			送電線	合計
	マレシュ	アガレブ	南スファックス		
土地 (m <sup>2</sup> )	2,200	10,560	17,294	4,000	<b>34,054</b>
建造物 (塀, m)	275	150	810	-	<b>1,235</b>
農作物 (オリーブ本数)	-	50	61	50+375	<b>536</b>

出典：JICA 調査団

### (3) 家計・生活調査・社会的弱者

本調査では社会調査を行った。その結果から、平均的な世帯人数は 4.3 人であり、1 人の世帯及び 6 人以上の世帯は、人口の 21 %となる (その内、12 %は 6 人以上の世帯である)。また、平均的な収入は 650 TND/月 (約 3 万 8 千円) であり、次表に示すようにプロジェクト対象地方の内、アガレブが最も低い収入である。なお、給水のための支出は平均 45 TND/3 か月間であり、平均収入の 2% 程度である。



出典：JICA 調査団

図 9.3-5 スファックス周辺の地域別の収入

## 9.4 補償・支援の具体策

### (1) 損失補償

本プロジェクトの実施に関わる損失は、用地取得（土地等）、あるいは海中建設（漁業）に関わる損失である。また、住民移転は想定されない。

用地取得に関する損失は、9.2 (1)に記載されるように、土地に権利を持っている人は法律 2003-26号により用地取得発令までに補償に対するクレーム等ができるため、用地取得発令日（2016年予定）がカットオフデートとなる。また、土地を利用するのに権利を持っていない人は、用地調査の開始日（2016年予定）がカットオフデートとなる。

なお、海上建設による漁業の損失に対する補償のカットオフデートは施工方法・工程現地説明会の開始日とする。

全てのカットオフデートは最低1か月前に対象地域に発表をすることとする。また、土地の活用による生計者に対する用地取得補償は、できる限り土地で補償することとする。その他については金銭で補償をする。

### (2) エンタイトルメント・マトリックス

上記に従って、補償に係るエンタイトルメント・マトリックスは以下ようになる。

表 9.4-1 補償エンタイトルメント・マトリックス

No	損失内容	対象者	補償方法	実施方法	担当機関
1	用地取得による土地の損失	土地の権利を有している人	a) 土地の活用による生計者に対する用地取得補償はできる限り土地で補償する。 b) 損失を評価し、その金額を補償する。	i) 法律 2003-26 号により手続きを行う。	i) SONEDE、国有財産国土省、司法省
2	用地取得による構造物、農作物の損失	構造物、農作物の権利を有している人		i) 法律 2003-26 号により手続きを行う。 ii) 所有権の有無に関係なく、影響を受ける人はすべて補償の対象とする。 iii) 国内法及び JICA ガイドラインに沿って補償される。	ii) SONEDE iii) 送電線に関わる用地取得及び補償は SONEDE が行う。
3	取水・排水管の建設による漁船のアクセスに関する時間の損失	対象港（マレシュ）に登録される漁船	アクセスに関する漁業活動時間の損失を評価し、金銭によって補償する。	i) 施工方法、工程についての現地説明会を行う。 ii) 対象漁船、漁師を確認する。	i) SONEDE、漁業組合（UTAP） ii) 漁業局（DGPA） iii) SONEDE
4	取水・排水管の建設による海水の濁りに対する採貝漁業の損失	対象海岸（ナクタ）の漁業組合に登録している人	海水の濁りに関する採貝漁業活動時間を評価し、金銭によって補償する。	iii) 金額を計算し、補償を行う。	

出典：JICA 調査団

## 9.5 苦情処理メカニズム

本プロジェクトの実施に当たって、社会へプロジェクトの効果を上げるため、又は工事中及び供用時に社会的な問題が発生しないように適切な苦情処理対応を行う。

用地取得の影響に関しては法律 2003-26 号による地方評価・調整委員会が行うことによって、苦情処理対応ができると考える。用地取得について決定する 1 か月前に、用地取得に関係する情報は発表される（市役所、ラジオ等）。用地取得に関して苦情がある人は、地方評価・調整委員会の前に申し立てることができる。地方評価・調整委員会の参加者は以下のとおりである（発令 2003-1551 号）：

- 裁判官：総裁
- 県長の代表
- 国有財産国土省、県の支所長
- OTC（測量・地籍図管理機関）、県の支所長
- 実施機関の代表（本プロジェクトでは SONEDE 法務局長、あるいは STEG 法務局長）
- 国有財産国土省、評価専門家
- 不動産確保機関の代表
- 地方自治体の代表

なお、漁業活動に関する影響についての苦情処理対応は農業漁業組合（UTAP）経由で行うこととする。UTAP はチュニジアの全国レベルの組合連合であり、小規模な生協及び農家・漁民が加盟する団体である。漁民の権利保護のための交渉窓口として最適であると考えられる。

## 9.6 実施体制

本プロジェクトは、SONEDE の中に設置される PIU (Project Implementation Unit) が実施する予定である。用地取得手続きの実施は PIU の調整の下、SONEDE の調査計画局及び法務局で行うことになる。用地取得手続きの実施には国有財産国土省（地方支所を含む）やスファックス県の地方評価・調整委員会やスファックス県の民事裁判所も含まれる。

上記に従い、用地取得の実施体制は次図のとおりとなる。

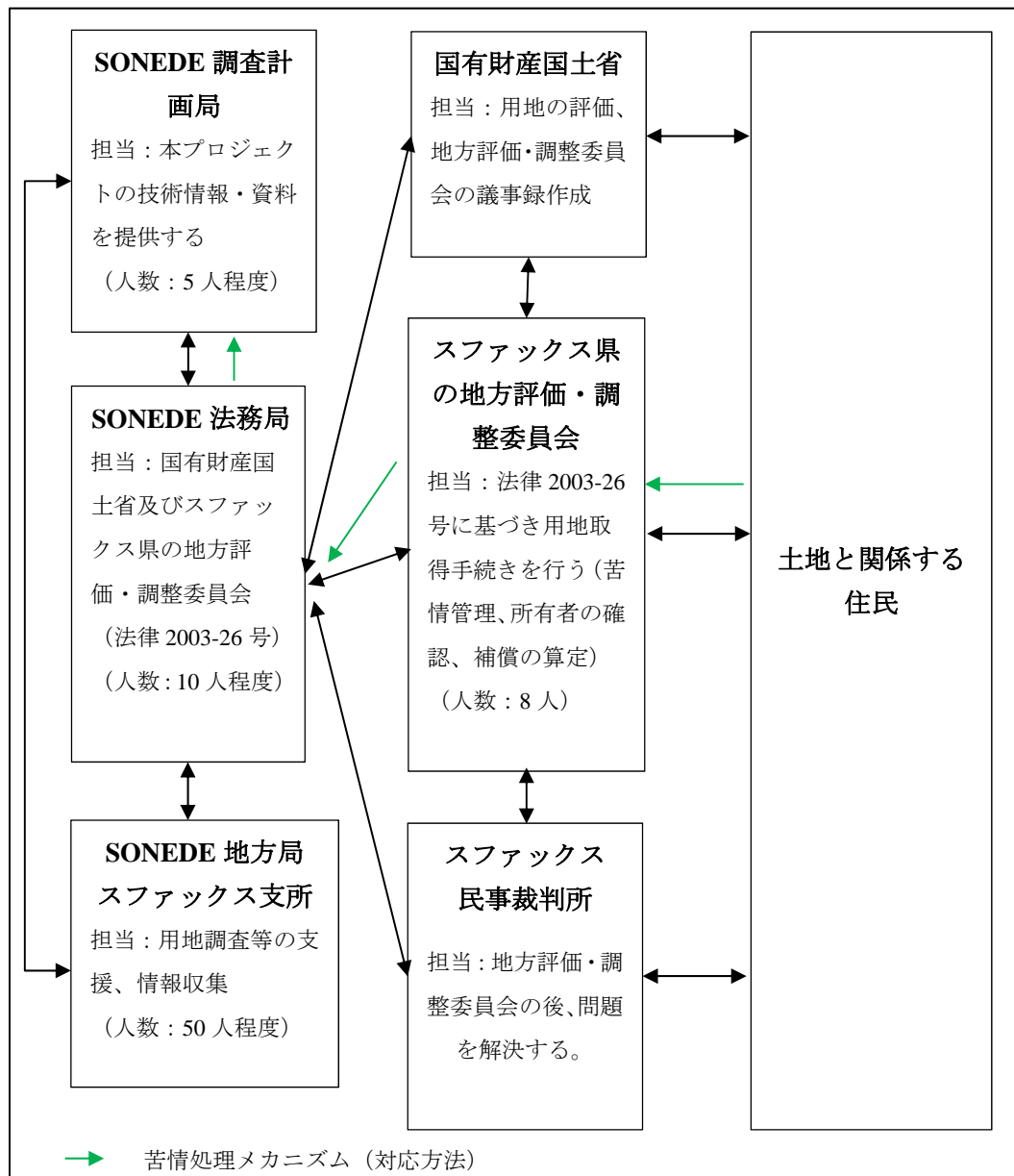
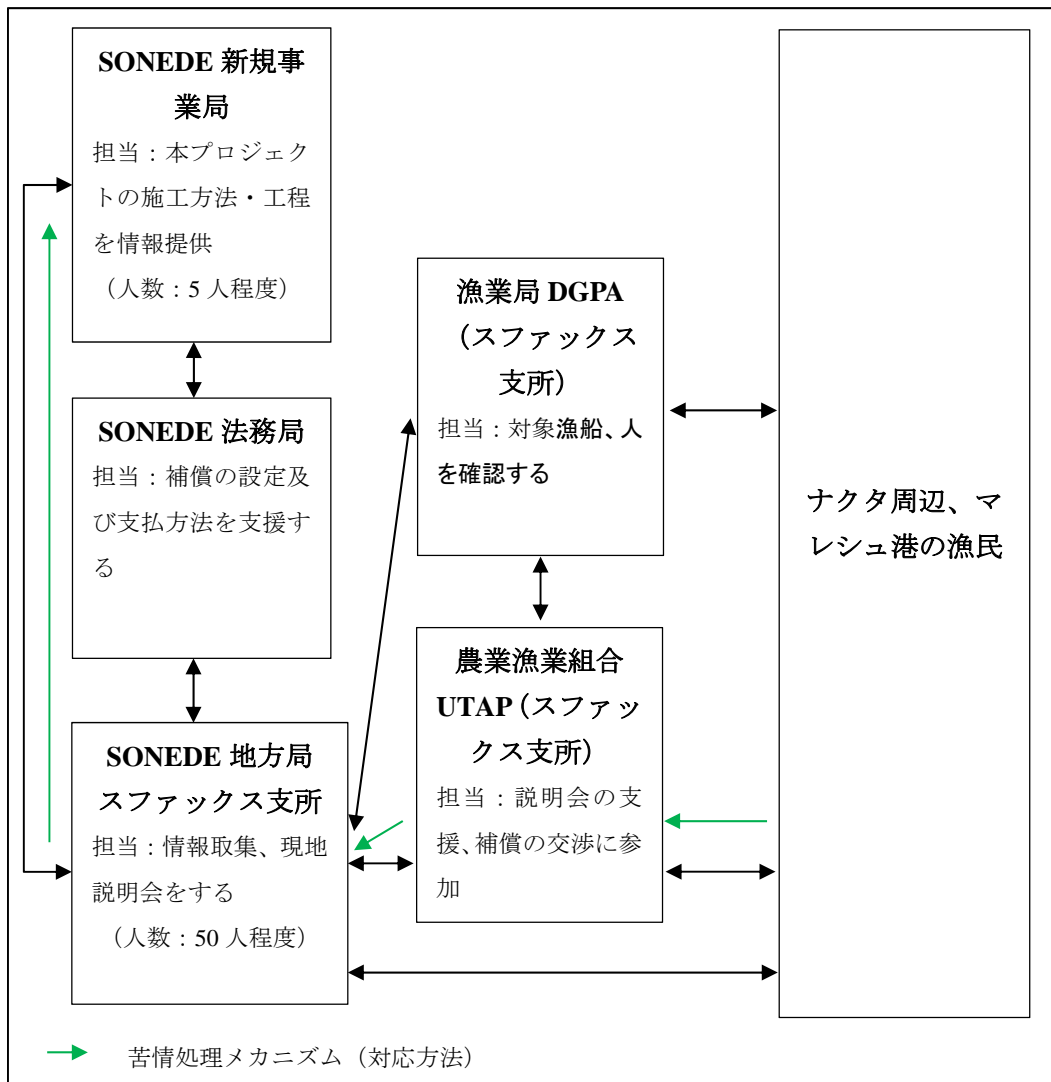


図 9.6-1 用地取得手続きの実施体制

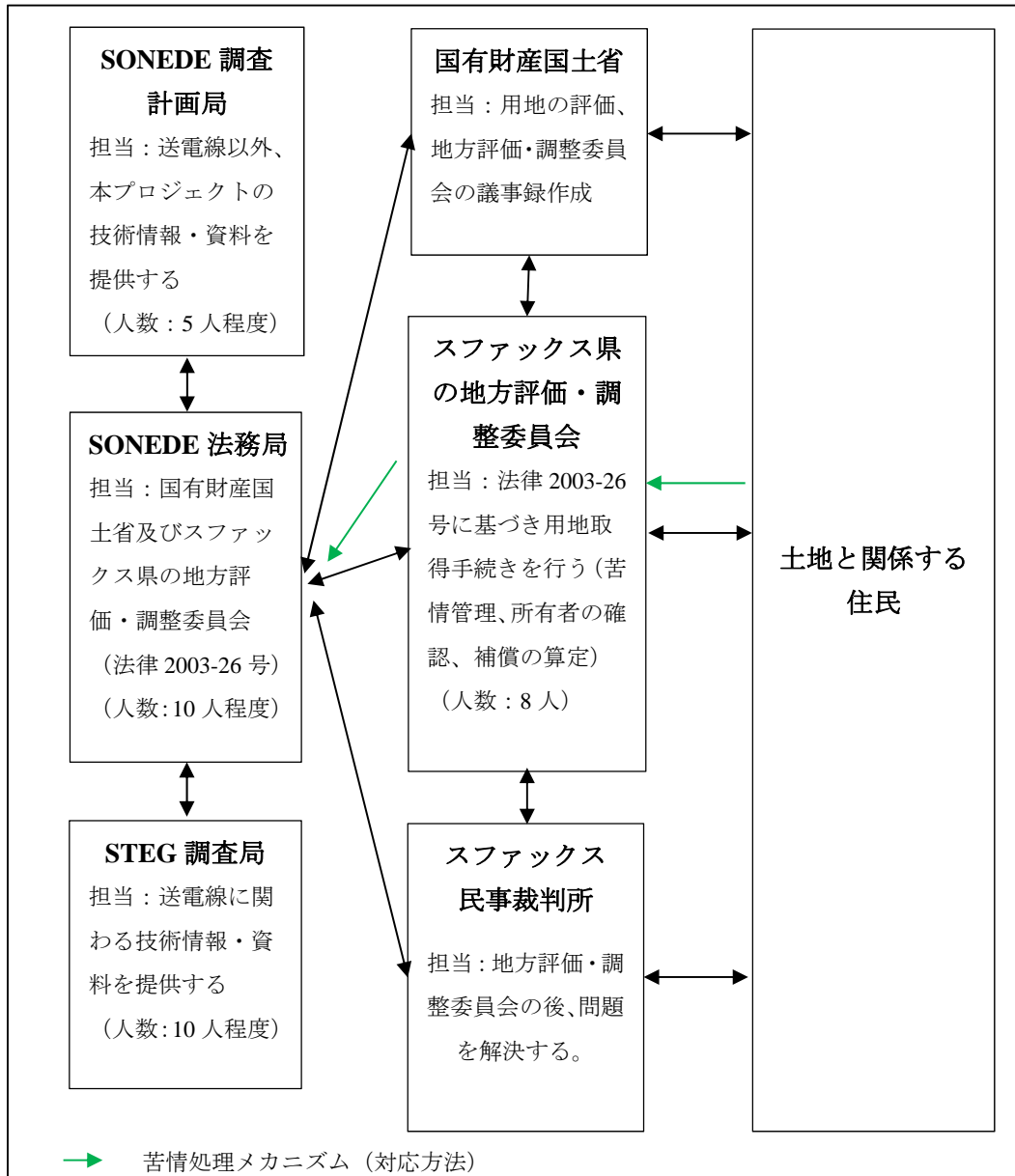
漁業に関する対応は、PIU の調整の下、SONEDE の新規事業局及び法務局や SONEDE のスファックス支所等で行うこととなる。漁業に関する対応は、農業漁業組合（スファックス支所）も含むものとする。



出典：JICA 調査団

図 9.6-2 漁業活動補償手続の実施体制

送電線は STEG にて施工され、管理されるが、用地取得・補償は SONEDE が行う予定であり、次に示す実施体制となる。



出典：JICA 調査団

図 9.6-3 用地取得手続の実施体制（送電線）

## 9.7 実施スケジュール

送水管ルートの詳細設計を行ってから（2017年7月頃開始予定）、用地調査が開始され、2017年末までに円満解決が可能であるか判明するものと考えている。民事裁判については、2018年末までに解決できると考える。

漁業活動補償手続き開始時期は、施工方法と施工工程によって決定するため、2019年秋となる。したがって、2019年末までに、その手続きに関わる交渉が完了し、海水の濁りに関わる影響については半年間、漁船のアクセスに関わる影響については1年間と補償対象期間を想定し、月ベースに補償することとする。

上記の考えに従い、図 9.7-1 に実施スケジュールを示す。

項目	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年
<b>用地取得手続き</b>								
用地調査		■	■	■				
円満解決ケース				■				
民事裁判ケース				■	■			
<b>漁業活動補償手続き</b>								
施工準備作業						■		
施工（海中工事）							■	
施工方法・施工 工程説明会						■		
補償金額の交渉						■		
補償期間（採貝）							■	
補償期間（漁船）							■	
● (現在)								

出典：JICA 調査団

図 9.7-1 社会配慮実施スケジュール

## 9.8 費用と財源

社会配慮に関わる適切な予算を立てるため、補償の費用及び財源を以下のように計画する。

### (1) 用地取得に関わる費用

用地取得に関する費用は表 9.3-4 に基づいて計算する。オリーブの木の単価は SONEDE の法務局から提示された別の用地取得例から以下の表で評価する。また、塀（壁）の補償単価は 50 TND/m と想定した。

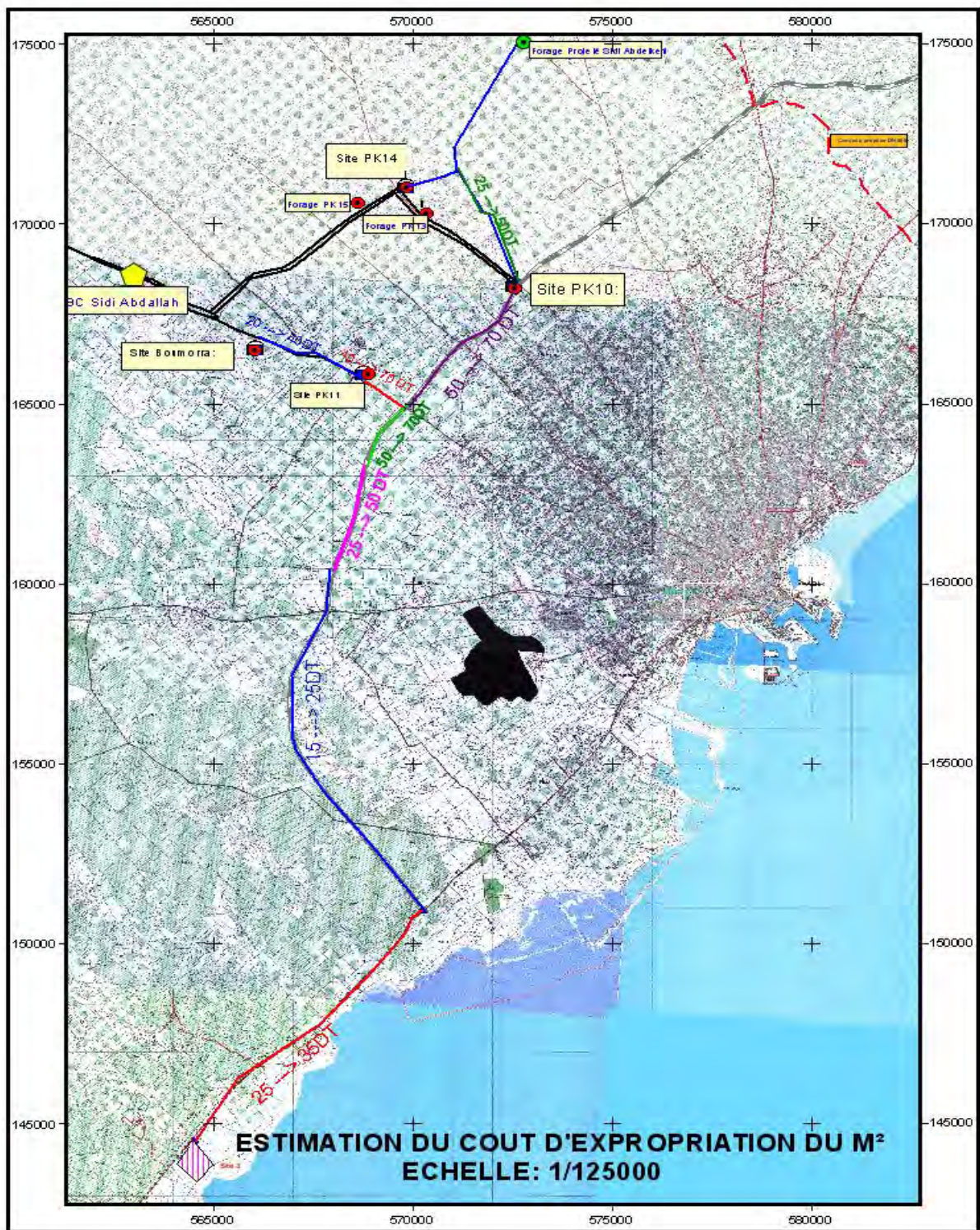
表 9.8-1 オリーブ及び果樹の価格 (TND/本)

木の直径	オリーブ	果樹 (アーモンド等)
大	120	100
中	80	70
小	50	40

出典：SONEDE 法務局

土地の単価は SONEDE スファックス支所（法務課）から提示された推定土地価格図に基づき評価した。





出典：SONEDE スファックス法務課、2014年5月

図 9.8-1 送水管沿いの推定土地価格

上図と表 9.3-4 に基づき、次表の用地取得費と補償費を算出した。

表 9.8-2 送水施設及び送電施設に係る用地取得と補償の費用

土地						
項目	地域	用地	費用 (TND)			合計 (TND)
			面積(m <sup>2</sup> )	単価 <sup>1)</sup>	合計	
表 9.3-1 の No.1	マレシュ	工場用地	2,200	25	55,000	55,000
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	農地	10,560	30	316,800	316,800
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	工場用地	1,240	35	43,400	546,750
表 9.3-1 の No.4		工場用地	800	35	28,000	
表 9.3-1 の No.5		農地	7,760	35	271,600	
表 9.3-1 の No.6		工場用地	1,640	35	57,400	
表 9.3-1 の No.7		農地	527	25	13,175	
表 9.3-1 の No.8		農地	527	25	13,175	
図 9.3-3 (B12)		農地	4,800	25	120,000	
送電線の鉄塔	STEG 計画による <sup>2)</sup>	農地	4,000	30	120,000	120,000
構造物						
項目	地域	種類	長さ(m)	単価	合計	合計
表 9.3-1 の No.1	マレシュ	塀	275	50	13,750	13,750
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	塀	150		7,500	7,500
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	塀	155		7,750	40,500
表 9.3-1 の No.4		塀	100		5,000	
表 9.3-1 の No.5		塀	350		17,500	
表 9.3-1 の No.6		塀	205		10,250	
農作物						
項目	地域	種類	本数	単価	合計	合計
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	オリーブ樹 (25本/ha)	50	120	6,000	6,000
表 9.3-1 の No.5	南スファックス		37		4,440	7,320
表 9.3-1 の No.7			2		240	
表 9.3-1 の No.8			2		240	
図 9.3-3 (B12)			20		2,400	
送電鉄塔・線下	STEG 計画による <sup>2)</sup>		425		51,000	51,000

注 1 : 2014 年の単価

注 2 : 対象地域はマレシュ、アガレブ、南スファックス

出典 : JICA 調査団

上記の結果を地域毎に集計すると、マレシュ 68,750 TND、アガレブ 330,300 TND、南スファックス 594,570 TND となり、総計は 993,620 TND となる。その用地取得に関わる費用は周辺にある同様な不動産価格を考慮して設定しており、土地、建造物、農作物も含む再取得価格になる。

また、送電線に関わる用地取得・補償金額は 120,000TND (用地) + 51,000TND (オリーブ)、合計 171,000TND であり、その金額は SONEDE の負担となる。

## (2) 漁業活動への影響対策の費用

漁業活動への影響対策の費用は 162,000 TND である (表 8.10-2 参照)。

## (3) 社会配慮の予算・財源

用地取得及び漁業活動の補償に必要な費用は  $993,620 + 171,000 + 162,000 = 1,326,620$  TND である。SONEDE によるプロジェクトであるため、SONEDE は用地取得用の予算を財源として充てることになる。

現在、用地取得用の SONEDE の年間予算は 100 万 TND 程度である。補償の実施スケジュール (図 9.7-1 参照) を考慮し、2018~2021 年の用地取得等補償予算は、例年どおり 100 万 TND が必要であるとすれば、それとは別途に本事業用地取得費として  $1,326,620\text{TND}/4$  年間=331,655TND/年を準備しなければならない、合計 134 万 TND となる。さらに雑費を 25% と仮定すると約 170 万 TND 程度を毎年準備する必要がある。

## 9.9 実施機関によるモニタリング体制とモニタリングフォーム

プロジェクトの実施スケジュールに関わるため、STEG が実施する送電線建設に関わる用地取得・補償を含めて、社会配慮のモニタリングは PIU が以下のようなモニタリングフォームを使用して実施する。このフォームは SONEDE が実施中の環境影響評価調査の結果により適宜変更する必要がある。

表 9.9-1 社会配慮モニタリングフォーム（案）

EIA 実施時のステークホルダー協議、住民説明会							
No.	日付	場所	内容、主なコメント				
1							
2							
用地取得活動							
活動	項目	マレシュ		アガレブ		南スファックス	
		送水設備	送電設備	送水設備	送電設備	送水設備	送電設備
用地調査	予定開始日						
	開始日発表日及び場所						
	開始日 1 か月後の進捗状況 (例：送水管全長に対する調査した延長の割合)						
	開始日 3 か月後の進捗状況						
	調査結果の概要： <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 土地面積</li> <li>➢ 建造物（塀の長さ）</li> <li>➢ 農作物（オリーブの本数）</li> <li>➢ 所有者の人数</li> <li>➢ 権利を持っている人の人数</li> <li>➢ 権利を持っていない人の人数</li> </ul>						
円満解決 ケース	ケースの数						
	補償金額の合計						
	補償支払予定日						
	支払実施日						
	開始日 1 か月後の進捗状況 (例：完了ケース数の割合)						
開始日 3 か月後の進捗状況							
民事裁判 ケース	ケースの数						
	円満解決できなかった主な理由						
	地方評価・調整委員会の予定日						
	用地取得発令日						
	補償金額						
	補償支払予定日						
	支払実施日						
	開始日 3 か月後の進捗状況 (例：完了ケース数の割合)						
開始日 6 か月後の進捗状況							
漁業補償活動							
活動	内容						
施工方法・工程説明会	日付： 場所： 参加者一覧：						
補償対象住民、補償金額	補償対象住民の人数： 対象住民の選定方法： 補償金額設定方法：						
補償の実施	補償金額： 補償期間： 支払方法：						

出典：JICA 調査団

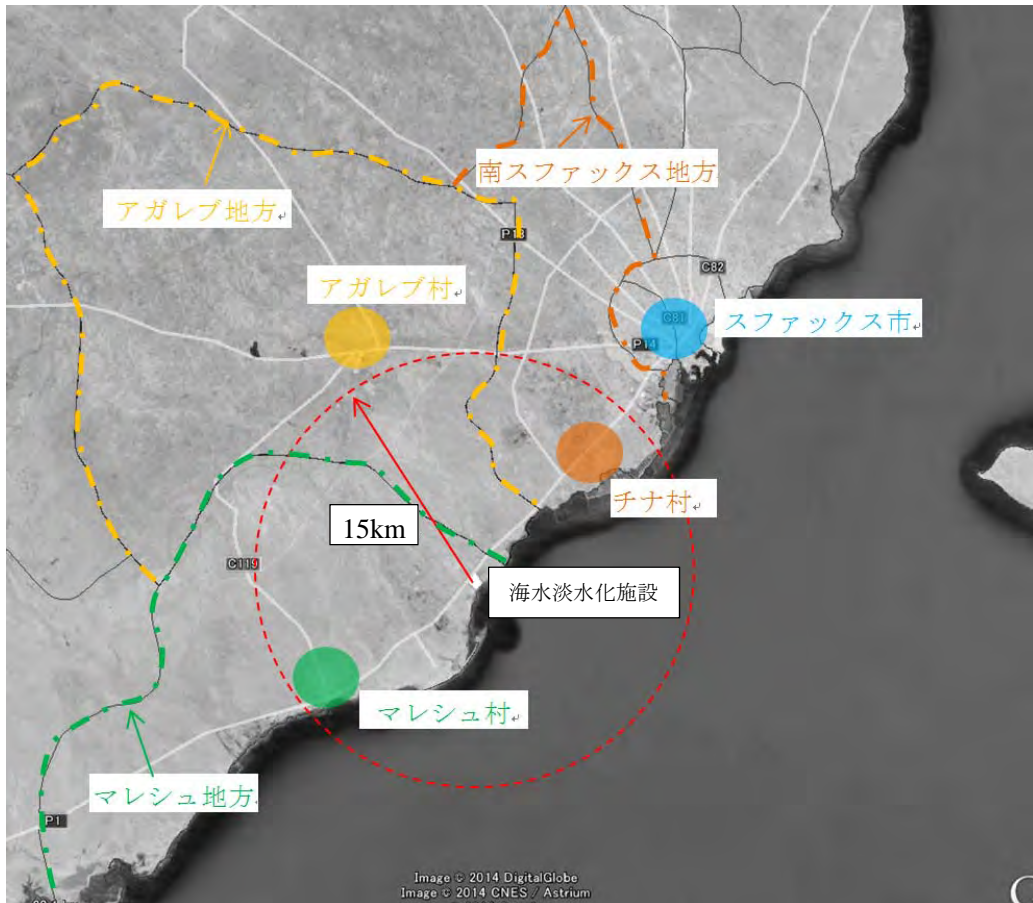


## 9.10 送電線建設に係る住民説明

JICA 調査団は、ステークホルダー協議・住民説明会（8.12 参照）に加えて、STEG が建設する海水淡水化施設への送電施設についての住民代表への説明及び意見を求めるアンケート調査の支援を行った。同アンケート調査の内容は下記のとおり。

### ① アンケート対象地域及び対象者

今後、15km<sup>1</sup>の送電線ルートの詳細が STEG により検討される予定であり、その計画はまだ明確に示されていないが、送電線建設の影響を受ける可能性のある地域・地方は次図のとおり。



出典：調査団

図 9.10-1 15km 送電線建設対象地域

上図より、対象地域はマレシュ、アガレブ、ティナ各市と想定される。配電ルートの詳細設計がまだ行われていないことから、対象者を的確に選定できないため、アンケートの対象者は各地域代表とした。

配布文書の内容は、図 9.10-2（付属資料に添付）に示すように、送電線建設地域一般図、アンケート、事業概要及び送電線建設による用地取得と補償の実施方針であった。

<sup>1</sup> STEG は当初はその距離を 15.5 km としていたが、その後の検討の結果、現在はその距離を 15 km と見積もっている。

 <p>الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه SOCIÉTÉ NATIONALE D'EXPLOITATION ET DE DISTRIBUTION DES EAUX تونس 14 ديسمبر 2014</p> <p>إلى السيد والي صفاقس 29036</p> <p><b>الموضوع:</b> - مشروع انجاز محطة تحلية مياه البحر بسعة 200 ألف متر مكعب في اليوم بصفاقس الكبرى - حول ربط المحطة بالكهرباء.</p> <p><b>المصاحبة:</b> - ملحق عدد1 حول المسار الأولي لخط الجهد العالي، - ملحق عدد2 حول وثيقة استشارة (ملاحظات و التسلطات حول المشروع) - ملحق عدد3 حول العناصر الأساسية للمشروع، تحية طيبة وبعد،</p> <p>في إطار تدعيم تزويد صفاقس الكبرى بماء الصالح للشرب، كما تعلمون رحمت الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه انجاز محطة لتحلية مياه البحر بسعة 100 ألف متر مكعب في اليوم كمرحلة أولى. وبما انك تتسلم مستطوع الشركة التونسية للكهرباء والغاز بطلب الطاقة الكهربائية اللازمة لتلك المنشآت التابعة للمشروع من طريق مد خط كهربائي جديد علي.</p> <p>كما نريد سديكم علما بأن الشركة التونسية للكهرباء والغاز تقوم حاليا بإعداد الدراسات الضرورية لتحديد مسار خط الجهد العالي لربط محطة التحلية بالكهرباء، وعند الانتهاء من هذه الدراسة وتحديد المسار النهائي، سيتم انجاز دراسة التأثيرات البيئية التي تستعمل منشآت محطة التحلية وحفظ الكهرباء، ذات الجهد العالي من قبل مكتب دراسات مختص، وخلال الدراسة البيئية سيتم تنظيم يوم إعلامي للعموم قصد شرح كل تفاصيل المشروع وخاصة لغير المهتمين بربط المحطة بالكهرباء.</p> <p>وهدف الإعلام لتسليح السكان لتعنين بهذا المشروع، لحدوث صحة هذا ملخصا للعناصر الأساسية للمشروع (ملحق عدد3). كما نطلب من سديكم مدنا ملاحظاتكم وتساؤلاتكم بخصوص عناصر المشروع وذلك طبقا لوثيقة الاستشارة التخصصية (ملحق عدد2).</p> <p>وحتى نتسكن من ابراج ملاحظتكم في الدراسة البيئية للمشروع، الرجاء موافقتنا بإجابتكم في أقرب الآجال. نقبلوا مسيى الوال فاني عبارات التقدير والاحترام.</p> <p>الإدارة العامة للكهرباء م. محمد بوبكر</p>	<p>Annexe 1 Tracé provisoire de la ligne</p>  <p>Ligne 150kV existante</p> <p>Nouvelle ligne jusqu'à la centrale de dessalement</p> <p>Centrale de dessalement</p> <p>Ligne haute tension 150kV</p> <p>Ligne haute tension 225kV</p> <p>Source: STEG</p>
<p>アンケートの説明 (表紙)</p>	<p>送電線対象地域一般図 (添付 1)</p>
<p>Annexe 2 Commentaires et questions à propos du projet de la centrale de dessalement de Sfax.</p> <p>Destinataire: Agence de Sfax, SONEDE A l'attention de M. Youssef Slihi (email: y.slihi@sonede.com.tn, fax: 74297335) Ou M. Charfeddine Slihi (email: c.slihi@sonede.com.tn, fax: 71494185)</p> <p>Mes commentaires à propos du projet de la centrale et de la construction de la ligne à haute tension sont les suivants:</p> <p><input type="checkbox"/> J'ai le commentaire suivant:</p> <p>.....</p> <p><input type="checkbox"/> Je n'ai pas de commentaire.</p> <p><input type="checkbox"/> J'ai la question suivante:</p> <p>.....</p> <p><input type="checkbox"/> Je n'ai pas de question.</p> <p>Date: le ..... décembre 2014 Nom : M /Mme..... Fonction/Titre :..... Délégation :..... Occupation/Employé :..... Tel :..... Fax:..... Email :.....</p>	<p>Annexe3 Projet de la Station de dessalement d'eau de mer de Sfax Principaux éléments :</p> <p>1 Installations de dessalement</p> <p>1.1 Composantes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Centrale de dessalement d'eau de mer</li> <li>Conduites d'adduction (depuis la centrale jusqu'aux réservoirs)</li> </ul> <p>1.2 Centrale de dessalement</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Capacité à terme : 200 000m<sup>3</sup>/jour (phase 1, 100 000m<sup>3</sup>/jour)</li> <li>Localisation : Gouvernorat de Sfax, Délégation d'Agareb, en bord de mer face à British Gas</li> </ul> <p>1.3 Résultats attendus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation de la quantité d'eau potable</li> <li>Amélioration de la qualité de l'eau potable</li> </ul> <p>1.4 Mise en service prévue</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Courant 2020</li> </ul> <p>2 Installations électriques</p> <p>2.1 Puissance nécessaire - 40MW (phase 1, 20MW)</p> <p>2.2 Méthode d'approvisionnement (en cours d'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La puissance nécessaire sera approvisionnée jusqu'à la centrale par une ligne à haute tension à partir des lignes existantes de la STEG (ligne existante de 150kV partant de Sfax vers l'ouest)</li> </ul> <p>3 Impacts liés à la ligne haute tension et méthode de compensation</p> <p>3.1 Impacts envisagés</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Le tracé de la ligne à haute tension n'est pas encore arrêté, cependant la ligne devrait s'orienter de la centrale vers le nord sur environ 16km pour rejoindre les lignes existantes. La ligne traversant principalement des champs d'oliviers, aucun impact significatif sur des bâtiments n'est prévu (le tracé provisoire de la ligne est montré en annexe).</li> </ul> <p>3.2 Méthode de compensation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Environ 40 pylônes électriques seront nécessaires à la construction de la ligne. Les acquisitions de terrains nécessaires à l'emplacement des pylônes seront réalisées par la STEG.</li> <li>Les compensations pour l'acquisition des terrains seront réalisées suivant la loi tunisienne qui est conforme aux directives du bailleur de fonds en la matière.</li> <li>La STEG est responsable de la mise en œuvre des procédures.</li> </ul>
<p>アンケート (添付 2)</p>	<p>事業概要、用地取得・補償方針 (添付 3)</p>

出典：SONEDE、調査団支援

図 9.10-2 送電線建設影響に関するアンケート

② 調査の実施及び結果

スファックス県庁がチュニジア国内務省においてスファックス県を管轄する機関であり、各地域には県庁を通して接触しなければならないことから、SONEDE は 2014 年 12 月 12 日に前述の配布文書を送付し、各地域の代表者に送付し、その回答を求めるように依頼した。その結果、2015 年 2 月 4 日に、図 9.10-3 に示す回答がスファックス県長からあった。前記の説明内容に対して、スファックス市、西スファックス市、及びティナ市から異論がないとの回答があり、県長も異論がないという回答であった。現時点では送電線建設に対する

反対意見はないと考える。

04-02-2015 17:49 GOUVERNORAT DE SFAK 74 403 625 P.01/01  
04 Feb. 2015 11:37 P.3

Annexe 2 : Commentaires et questions à propos du projet de la station de dessalement de Sfax

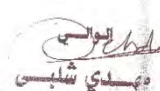
Destinataire: Direction régionale de Sfax ou Direction de dessalement et d'environnement (SONEDE), Sfax, Tunisie, tél: 74297335, fax: 74297335  
Ou M. Charfeddine Silti (email : g.silti@sonede.com.tn fax : 71494185)

Mes commentaires à propos du projet de la centrale et de la construction de la ligne à haute tension sont les suivants:

J'ai le commentaire suivant:  
.....  
.....  
 Je n'ai pas de commentaire

J'ai la question suivante:  
.....  
.....  
 Je n'ai pas de question

Date: le ..... décembre 2014  
Nom: M /Mme.....  
Fonction/Titre:.....  
Déléation:.....  
Occupation/Emploi:.....  
Tel:..... Fax:.....  
Email:.....

Signature:   
Mehdi Silti 

TOTAL PAGE(S) 01

出典：SONEDE、スファックス県長

図 9.10-3 送電線建設影響に関するアンケートに対するスファックス県長の回答

今後 STEG による送電線の詳細設計が行われる際に、SONEDE が社会調査を行い、対象地域・住民を確認し、用地取得範囲及び補償金額を明確にする予定である。また、対象地域において SONEDE が住民説明会を行い、影響対策・補償の方針等を説明し、反対意見がないことを確認する予定である。

## 第 10 章 事業実施計画



## 第10章 事業実施計画

### 10.1 事業目的

本事業の目的は、チュニジア国第二の都市スファックスにおいて、海水淡水化施設を整備することにより、水供給能力の強化を図り、もって安定した飲料水の供給、水質の向上、更には国民の生活環境の向上に寄与することにある。

### 10.2 対象地域

本事業の対象地域はチュニジア国中部に位置するスファックス大都市圏である。

### 10.3 事業概要

本事業により整備される施設は、200,000 m<sup>3</sup>/日を生産するための海水淡水化施設及びその附属施設、生産水を既存配水池まで送水するための送水管及びそのための送水ポンプ施設や中継ポンプ場と附属施設、配水池の増設、そして海水淡水化施設に必要な電力を STEG 配電網から引き込むための電力設備などである。

本事業の全体計画及び円借款対象事業である第1期事業の概略は以下のとおりである。

表 10.3-1 概略事業内容

ロット/施設	全体計画	第1期事業（円借款対象事業）
ロット1 海水取水管（調達・建設）  海水淡水化施設（調達・建設）  海水濃縮水放流管（調達・建設）	取水量 444,400m <sup>3</sup> /日、延長約 3.6km（海底埋設配管）、管径 2,000mmx2 条、HDPE 管。  生産水量 200,000m <sup>3</sup> /日、RO 膜方式、回収率 45%、生産水 TDS 濃度 500mg/L 以下、送水ポンプ施設。  放流量 244,400m <sup>3</sup> /日、延長約 4.4km（海底埋設配管）、管径 1,800mm、HDPE 管、濃縮水 TDS 濃度 73,000mg/L 程度。	（全体計画分を建設） 取水量 222,200m <sup>3</sup> /日、延長約 3.6km（海底 3.2 km、陸上 0.4 km、埋設配管）、管径 2,000mmx2 条、HDPE 管。  （生産水量 100,000m <sup>3</sup> /日対応施設を建設） 生産水量 100,000m <sup>3</sup> /日、RO 膜方式、回収率 45%、生産水 TDS 濃度 500mg/L 以下、送水ポンプ施設。  （全体計画分を建設） 放流量 122,200m <sup>3</sup> /日、延長約 4.4km（海底 4.0 km、陸上 0.4 km、埋設配管）、管径 1,800mm、HDPE 管、濃縮水 TDS 濃度 73,000mg/L 程度。
ロット2 送水管（調達） 注：管径により区分し、2-1 と 2-2 の 2 サブロットとする。	管径 400~1400mm、延長約 49.5km の送水管建設に必要な管材。	（全体計画分を調達） 管径 400~1400mm、延長約 49.5km の送水管建設に必要な管材。ダクタイル鋳鉄管。 2-1：管径 1400mm と 1000mm, 32.5km 2-2：管径 1000mm 未満, 17.0km
ロット3 バルブ及びその他機器（調達）	管径 400~1400mm、延長約 49.5km の送水管建設に必要な管材に必要なバルブ及びその他機器。	（全体計画分を調達） 管径 400~1400mm、延長約 49.5km の送水管建設に必要なバルブ及びその他機器。

ロット/施設	全体計画	第1期事業（円借款対象事業）
ロット4 送水管（建設）  水撃対策設備（調達・建設）	ダクタイル鋳鉄管 管径 400~1400mm、延長約 49.5km  ワンウェイサージタンクを送水管沿いに2箇所建設、他に全ポンプ施設にフライホイール等の水撃対策設備を設置。	（全体計画分を建設） ダクタイル鋳鉄管、管径 400~1400mm、延長約 49.5km。  （全体計画分を建設） ワンウェイサージタンクを送水管沿いに2箇所建設、他に全ポンプ施設にフライホイール等の水撃対策設備を設置。
ロット5 配水池（調達・建設）	既存配水池の敷地内に新配水池建設（計 45,000m <sup>3</sup> ）、5箇所の受水混合槽の建設。	（第1期必要分を建設） 既存配水池（Bou Merra）敷地内に新配水池（5,000m <sup>3</sup> ）建設。 （全体計画分を建設） 5箇所の受水混合槽の建設。 PK11: 9.0W x 15.0L x 5.0D Bou Merra: 4.0W x 3.0L x 5.0D PK10: 7.0W x 10.0L x 5.0D PK14: 7.0W x 7.0L x 5.0D Sidi Salah EH: 6.0W x 5.0L x 5.0D (内法寸法 W:幅、L:長、D:水深、単位:m)
ロット6 中継ポンプ場（調達・建設）	3箇所、既存配水池敷地内に設置。	（土木・建築：全体計画分を建設、機械・電気施設：第1期必要分を設置） 3箇所、既存配水池（PK11, PK10, PK14）敷地内に設置。
ロット7 電力引き込み線（調達・建設）	STEG 配電網から海水淡水化施設まで電力引込線建設。	（全体計画分を建設） STEG 配電網から海水淡水化施設まで電力引込線建設 ロット1で建設する海水淡水化施設の電気関連工事及びロット6で建設するポンプ施設の電力接続工事に対する STEG による支援を本ロットに含めることを SONEDE は希望している。

#### 10.4 コンサルティング・サービスの内容

スファックス大都市圏では2017年から深刻な水不足が発生することが想定されている。そのため、早急に海水淡水化施設を建設し、稼働させる必要がある。しかしながら、本事業の規模は大きく、内容も多岐にわたり、早期の稼働開始には十分な配慮が必要となる。このような状況及び各ロットにおける建設内容を考慮すると、ロット1とロット6はデザインビルド方式、ロット2～5は請負方式が適切であると考えられる。これらの建設を円滑に運営するためには、設計業務だけでなく各種手続きにおいて、コンサルタントの役割が重要となる。そのため、本円借款対象事業において、コンサルティング・サービスは、詳細設計（入札図書作成を含む）（ロット1～6）、入札補助、施工監理を含むものとする。コンサルティング・サービスに関わる主要事項は以下のとおりである。

- (1) コンサルティング・サービス対象  
全ロット（ロット1～ロット7）
- (2) コンサルティング・サービス期間

- 詳細設計：12 か月間
- 入札補助：15 か月間
- 施工監理：60 か月間（ロット 1（海水淡水化施設建設）の建設工事期間を包含する 48 か月間（性能試験期間 12 か月間を含む）及び瑕疵担保期間を包含する 12 か月間）
- 合計 87 か月間

(3) コンサルティング・サービス要員人月

コンサルティング・サービス要員の総人月数は、以下のとおり想定された。

表 10.4-1 コンサルティング・サービス要員人月数

単位：人月

要員種別	詳細設計	入札補助	施工監理	合計
外国技術者	77.0	36.0	190.5	303.5
現地技術者	84.0	16.0	406.5	506.5
現地サポートスタッフ	149.0	61.0	491.0	701.0
合計	310.0	113.0	1,088.0	1,511.0

表 10.4-2 コンサルティング・サービス要員人月数（詳細）

No	Position	Man-Month			Total
		DD <sup>1)</sup>	TA <sup>2)</sup>	CS <sup>3)</sup>	
<b>Foreign Professional Staff</b>					
1	Team Leader	12.0	10.0	35.5	57.5
2	Desalination Plant Process Engineer	9.0	4.0	18.5	31.5
3	Civil Engineer	12.0	4.0	33.0	49.0
4	Pipeline Engineer	12.0	1.5	28.0	41.5
5	Mechanical Engineer (Desalination Plant)	4.0	3.5	9.5	17.0
6	Mechanical Engineer (Transmission Pumps)	3.0	2.0	7.0	12.0
7	Electrical Engineer	3.0	3.5	9.0	15.5
8	Instrumentation Engineer	3.0	2.0	9.0	14.0
9	Structural Engineer	6.0	0.0	2.0	8.0
10	Contract Specialist	5.0	5.5	5.5	15.5
11	Quantity Surveyor	4.0	0.0	34.0	38.0
12	Specification specialist	4.0	0.0	0.0	4.0
<b>Subtotal: Foreign Professional Staff</b>		<b>77.0</b>	<b>36.0</b>	<b>190.5</b>	<b>303.5</b>
<b>Local Professional Staff</b>					
1	Deputy Team Leader	12.0	15.0	36.5	63.5
2	Environmental Specialist	2.0	1.0	38.0	41.0
3	Geo-technical Engineer	3.0	0.0	3.0	6.0
Lot 1, Construction of Sea Water Desalination Plant					
4	Resident Engineer 1 / Civil Engineer (1) for Lot 1	9.0	0.0	48.0	57.0
5	Civil Engineer (2) for Lot 1	0.0	0.0	29.0	29.0
6	Mechanical Engineer for Lot 1, 6	4.0	0.0	9.0	13.0
7	Electrical Engineer for Lot 1, 6, 7	3.0	0.0	9.0	12.0
8	Structural Engineer for Lot 1, 4, 5, 6	4.0	0.0	3.0	7.0
9	Architect	4.0	0.0	4.0	8.0
10	Building Utilities Engineer	3.0	0.0	4.0	7.0
11	Quantity Surveyor for Lot 1	0.0	0.0	33.0	33.0
Lot 2 & 3 Procurement of Pipes / Valves and Other Equipment					
Lot 4, Construction of Pipeline					
12	Resident Engineer 2 / Civil Engineer (1) for Lot 2, 3, 4	12.0	0.0	33.0	45.0
13	Civil Engineer (2) for Lot 2, 3, 4	10.0	0.0	32.0	42.0
14	Procurement Specialist	4.0	0.0	0.0	4.0
15	Quantity Surveyor for Lot 2, 3, 4	0.0	0.0	32.0	32.0

No	Position	Man-Month			
		DD <sup>1)</sup>	TA <sup>2)</sup>	CS <sup>3)</sup>	Total
Lot 5 & 6. Reservoirs/Pump Facility Construction					
16	Resident Engineer 3 / Civil Engineer (1) for Lot 5, 6	8.0	0.0	33.0	41.0
17	Civil Engineer (2) for Lot 5, 6	6.0	0.0	30.0	36.0
18	Quantity Surveyor for Lot 5, 6	0.0	0.0	30.0	30.0
<b>Subtotal: Local Professional Staff</b>		<b>84.0</b>	<b>16.0</b>	<b>406.5</b>	<b>506.5</b>
<b>Local Supporting Staff</b>					
1	Assistant Engineer	12.0	15.0	69.0	96.0
2	Inspector/Surveyor	0.0	0.0	156.0	156.0
3	CAD Operator	60.0	0.0	36.0	96.0
4	Interpreter/Translator	29.0	16.0	86.0	131.0
5	Office Manager	12.0	15.0	36.0	63.0
6	Accountant	12.0	0.0	36.0	48.0
7	Clerk	12.0	0.0	36.0	48.0
8	Office Boy	12.0	15.0	36.0	63.0
<b>Subtotal: Local Supporting Staff</b>		<b>149.0</b>	<b>61.0</b>	<b>491.0</b>	<b>701.0</b>
<b>Total</b>		<b>310.0</b>	<b>113.0</b>	<b>1088.0</b>	<b>1511.0</b>

1) Detailed Design/Conceptual Design

2) Tendering Assistance

3) Construction Supervision

(4) コンサルティング・サービス費用

コンサルティング・サービス費用は 2,486 百万円（外貨 951 百万円、内貨 25 百万 TND。ベースコスト）である。詳細を表 10.4-3 に示す。

表 10.4-3 コンサルティング・サービス費用

US\$ 1.= Yen 119.6  
TND 1.= Yen 61.02

Item	Unit	Qt'ty.	Foreign Portion		Local Portion		Combined Total ('000) Yen	
			(Yen)		TND			
			Rate	Amount ('000)	Rate	Amount ('000)		
<b>A Remuneration</b>								
1	Professional (A)	M/M	303.5	2,895,000	878,633	0	0	878,633
2	Professional (B)	M/M	506.5	0	0	16,000	8,104	494,506
3	Supporting Staff (C)	M/M	701.0	0	0	12,000	8,412	513,300
Subtotal of A			1511.0	878,633		16,516		1,886,439
<b>B Direct Cost</b>								
1	International Airfare	Trip	103	650,000	66,950			66,950
2	Domestic Airfare	Trip	0					0
3	Domestic Travel	Trip	103			250	26	1,571
4	International Travel Expenses	Trip	103	50,000	5,150			5,150
5	Accommodation / Per Diem for A	Month	304			8,000	2,428	148,157
6	Accommodation / Per Diem for B	Month	507			4,800	2,431	148,352
7	Accommodation / Per Diem for C	Month	0					0
8	Vehicle Rental w/Driver and Fuel	Month	297			10,000	2,970	181,229
9	Office Rental	Month	63			4,000	252	15,377
10	International Communications	Month	77			1,000	77	4,699
11	Domestic Communications	Month	75			500	38	2,288
12	Office Supply	Month	75			1,000	75	4,577
13	Office Furniture and Equipment	LS	1			40,000	40	2,441
14	Report Preparation	Month	77			2,000	154	9,397
15	Topographic Survey	LS	1			100,000	100	6,102
16	Soil Investigation	LS	1			50,000	50	3,051
17	Water Quality Analysis	LS	1			3,000	3	183
Subtotal of B				72,100		8,643		599,523
Total				950,733		25,159		2,485,962

## 10.5 事業費と資金計画

本事業の事業費は総額 52,587 百万円であり、そのうち外貨部分は 26,696 百万円、内貨部分は 424 百万 TND である。円借款対象適格な事業費は 44,013 百万円である。

本事業では、円借款スキームの中で JICA からチュニジア国政府に融資が行われ、事業費のうち円借款対象となる工事費及びコンサルティング・サービスに必要な費用はチュニジア国政府への融資金を用いてチュニジア政府が全て負担し、完成した施設は資産として SONEDE に供与される。そのため、外国為替リスクや借款の金利などは政府が負うことになり、実施機関である SONEDE はこれらのリスクや債務を負う必要はない。政府から SONEDE に供与された資産は、SONEDE の財務処理上、通常の資産と同様に計上され減価償却が行われる。結果として減価償却費が累計されていくが、現金の支出を伴わないため、SONEDE の経営において、本事業に係るリスクは限定的である。ただし、管理費、土地取得費、補償費等の円借款対象とならない事業費については SONEDE が自己資金で負担することになる。

調達項目と外貨・内貨の内訳は表 10.5-1 に示すとおりである。

事業費計算の前提条件は以下のとおりである。

- 1) 単価基準： 2015 年 5 月
- 2) 為替レート： TND1.000 = 61.02 円、USD 1.00 = 119.6 円 (2015 年 5 月)
- 3) 物理的予備費： 本体事業費 5%、コンサルタント費 5%  
案件の規模が大きいため、一般的な範囲 (5%~10%) の最低レベルとする。
- 4) 価格予備費： 本体事業費 内貨 1.5% 外貨 1.8%  
コンサルタント費 内貨 1.5% 外貨 1.8%  
内貨は CPI、外貨交換率を考慮
- 5) 税金： VAT 18% (建設/調達)、12% (コンサルタント)
- 6) 輸入関税： EU、EFTA 及び近隣諸国からの輸入は 0%、その他の国からの輸入は対象品目毎に異なる関税が課税され、そのほかに通関に伴う公的な諸手続き料・税が課金される。公共事業と認定されれば免税されるため、SONEDE はその手続きをすることを考慮している。本調査では 0.36% と設定した。
- 7) 一般管理費： 総事業費の 3% (類似事業の実績から推定)
- 8) 建中金利： 本体事業費 1.7%、コンサルタント費 0.01% (円借款金利)  
ただし、チュニジア国政府は建中金利を借款に含めず現金支払型を希望してくることが予想されるため、総事業費には含めるが借款額には含めない。
- 9) フロントエンドフィー： 借款金額の 0.2%

(借款契約時に借款金額の 0.2%、目標期日前貸付完了達成の場合 0.1% を遡及的に免除)

### 10) 内貨と外貨の区分

建設費の単価は、現地建設業者、SONEDE 事業実績、及び機器製造業者の見積や価格表に基づき設定したが、表 10.5-2 に示す原則により内貨と外貨に区分した。内貨・外貨の比率は現地建設業者への聞き取り調査及び過去の同種事業の経験に基づき推定した。

表 10.5-1 事業費 (第 1 期事業)

単位 : FC・Total : 百万円、LC : 百万 TND

Item		Total		
		FC	LC	Total
<b>A. ELIGIBLE PORTION</b>				
I )	Procurement / Construction	22,165	312	41,174
	Lot1: Construction of Sea Water Desalination Plant (ICB) *PQ, Design Build	14,163	191	25,826
	Lot2-1: Procurement of Pipes 1000mm & 1400mm (ICB)	2,189	4	2,432
	Lot2-2: Procurement of Pipes less than 1000mm (ICB)	436	1	484
	Lot3: Procurement of Valves & Other Equipment (LCB)	511	1	568
	Lot4: Construction of Transmission Pipeline (ICB)	40	48	2,940
	Lot5: Construction of Reservoir (LCB)	0	5	307
	Lot6: Construction of Pumping Stations (ICB) *Design Build	1,565	14	2,405
	Lot7: Construction of Power Supply Line (STEG)	0	7	444
	Base cost for JICA financing	18,904	270	35,406
	Price escalation	2,206	26	3,807
	Physical contingency	1,055	15	1,961
II )	Consulting services	1,095	29	2,839
	Base cost	951	25	2,486
	Price escalation	82	2	196
	Physical contingency	49	1	128
Total A ( I + II )		23,260	340	44,013
<b>B. NON ELIGIBLE PORTION</b>				
a	Procurement / Construction	0	0	0
	Base cost for JICA financing	0	0	0
	Price escalation	0	0	0
	Physical contingency	0	0	0
b	Land Acquisition	0	1	88
	Base cost	0	1	81
	Price escalation	0	0	3
	Physical contingency	0	0	4
c	Administration cost	0	22	1,323
d	VAT	0	60	3,647
e	Import Tax	0	1	80
f	Interest during Construction	3,348	0	3,348
	Interest during Construction (Construction)	3,347	0	3,347
	Interest during Construction (Consultant)	2	0	2
g	Front End Fee	88	0	88
Total B (a+b+c+d+e+f+g)		3,436	84	8,574
<b>C. GRAND TOTAL (A+B)</b>				
		26,696	424	52,587
<b>D. JICA finance portion (A)</b>				
		23,260	340	44,013

注 : 四捨五入のため Total は個々の数値の合計とは合わない。

表 10.5-2 内貨と外貨の区分

項目	内貨	外貨	備考
一般陸上土木工事費	100%	0%	現地調達資機材、施工要員により実施可能
海洋土木工事費	100%	0%	管材を除き、現地調達資機材、施工要員により実施可能
管路敷設工事費	100%	0%	同上
海洋管材	0%	100%	全て輸入材。海上工事のため国内輸送費は不要。なお、取水塔・放流塔機材費については現地調達可能製品（鋼材加工）として100%内貨分としている。
陸上管材・バルブ	10%	90%	全て輸入材。国内輸送費及び現地調達雑材料費として内貨分を10%とした。
海水淡水化施設建築工事費	75%	25%	本事業の中心施設であるため、建具等において高仕様の輸入製品を使う可能性が高いことから外貨分を25%とした。
その他一般建築工事費	100%	0%	現地調達資機材、施工要員により実施可能
海水淡水化施設機器費	5%	95%	全て輸入製品。機器費が高額のため、国内輸送費及び現地調達雑材料費として内貨分を5%計上した。なお、据付費は100%内貨分として別途計上した。
その他機器費（据付とも）	15%	85%	国内輸送費、据付費、現地調達雑材料費等として内貨分を15%計上した。

本事業の円借款対象適格な事業費は総額で44,013百万円であり、総事業費52,587百万円の約83.7%にあたる。チュニジア国の場合は融資比率の上限が85%のため、円借款対象適格な事業費の総額が円借款金額となる。円借款融資比率、年度別資金計画、及び年度別事業費内訳を表10.5-3～表10.5-5に示す。

表 10.5-3 融資比率

単位：百万円

総事業費	円借款	自己資金	融資比率
52,587	44,013	8,574	83.7%

出典：JICA 調査団

表 10.5-4 年度別資金計画

単位：百万円

年	総事業費	円借款	自己資金
2015	88	0	88
2016	0	0	0
2017	725	610	115
2018	364	283	80
2019	6,238	5,571	667
2020	10,976	9,579	1,397
2021	10,769	9,292	1,477
2022	10,082	8,541	1,541
2023	9,668	8,083	1,584
2024	2,809	1,900	909
2025	869	153	716
合計	52,587	44,013	8,574
割合	100.0%	83.7%	16.3%

出典：JICA 調査団

表 10.5-5 年度別事業費内訳

単位：FC/TOTAL 百万円, LC 百万TND

Item	2015			2016			2017			2018		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
Procure./Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consulting Services	0	0	0	0	0	0	251	6	610	133	2	283
Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	1	44	0	1	45
Administration Cost	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	10
VAT / Import Tax	0	0	0	0	0	0	0	1	51	0	0	26
ID C*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Front End Fee	88	0	88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	88	0	88	0	0	0	251	8	725	133	4	364
Item	2019			2020			2021			2022		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
Procure./Construction	3,261	35	5,396	4,637	74	9,140	4,716	68	8,867	4,264	64	8,179
Consulting Services	76	2	175	144	5	440	127	5	425	133	4	363
Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Administration Cost	0	3	167	0	5	287	0	5	279	0	4	256
VAT / Import Tax	0	7	408	0	14	863	0	13	800	0	12	748
ID C*	92	0	92	247	0	247	398	0	398	537	0	537
Front End Fee	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	3,429	46	6,238	5,028	97	10,976	5,241	91	10,769	4,934	84	10,082
Item	2023			2024			2025			Total		
	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total	FC	LC	Total
Procure./Construction	4,414	59	8,020	873	11	1,573	0	0	0	22,165	312	41,174
Consulting Services	35	0	63	137	3	327	60	2	153	1,095	29	2,839
Land Acquisition	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	88
Administration Cost	0	4	242	0	1	57	0	0	5	0	22	1,323
VAT / Import Tax	0	11	668	0	2	152	0	0	11	0	61	3,727
ID C*	673	0	673	700	0	700	700	0	700	3,348	0	3,348
Front End Fee	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88	0	88
TOTAL	5,123	74	9,668	1,710	18	2,809	760	2	869	26,696	424	52,587

\*:チュニジア国政府は建中金利 (IDC) については現金支払型を希望してくることが予想されるため、総事業費には含めるが借款額には含めない

出典：JICA 調査団

## 10.6 調達方法

### 10.6.1 コンサルタントの雇用

JICA コンサルタント雇用ガイドラインに則り、借款コンサルタントは、以下の一連の手続きを経て、ショート・リスト方式で選定される。

- 1) ショート・リスト作成
- 2) プロポーザル提出要請
- 3) プロポーザル提出
- 4) 技術プロポーザル開札、評価
- 5) 価格プロポーザル開札、評価
- 6) 契約交渉、契約



ショート・リスト、プロポーザル提出要請書、各プロポーザル評価結果、及び契約書には JICA の同意審査、また、各プロポーザル評価結果には高等公共調達機関（HAICOP、Hauts instance de la commande publique）の承認審査も行われる。

JICA ガイドラインでは、i) 関心表明を経ないショート・リスト方式を採用し、ii) 関心表明の実施を義務付けていない。本事業は早急に事業化することが必要であることから、関心表明を経ないショート・リスト方式によってコンサルタントを選定することが望ましいと考えられる。ただし、SONEDE はショート・リスト作成のための関心表明の実施を希望していることから、事業実施スケジュールでは、前述したショートリスト作成の前に関心表明を実施することを想定している。

### 10.6.2 施工業者の調達

本事業構成施設の内容、入札の競争性の確保及び調達の容易性に鑑み、第 1 期事業を以下に示す 7 ロットに分けた。建設事業においてはそれぞれの特徴に鑑み、ロット 1 とロット 6 はデザインビルド方式、ロット 2～5 は請負方式が適切であると考えられる。

- 1) ロット 1：海水淡水化施設
  - 海水取水管、海水淡水化施設、濃縮水放流管、送水ポンプ施設などの調達・建設を行う。
  - 契約形態をデザインビルド方式として、事前資格審査（PQ）を行い、国際競争入札により施工業者を選定する。
  - 本体工事終了後、施工業者による 1 年間の性能試験を実施する。
- 2) ロット 2：送水管管材調達
  - 送水管の管材を調達する。
  - 物品調達として国際競争入札により納入業者を選定する。
  - 本ロットは入札の競争性を高めるため、サブロット 2-1（管径 1400 mm 及び 1000 mm）とサブロット 2-2（管径 1000 mm 未満）に分割する。
  - サブロット 2-1 とサブロット 2-2 は同時に入札するものとし、応札者はどちらか片方あるいは両方のサブロットに入札できる。
- 3) ロット 3：バルブその他機器調達
  - 送水管に係るバルブ及び関連機器の資機材を調達する。
  - 物品調達として現地競争入札により納入業者を選定する。
- 4) ロット 4：送水管建設
  - 送水管約 49.5 km 及び水撃対策施設 2 箇所を建設する。
  - 契約形態を請負方式として、国際競争入札により施工業者を選定する。
- 5) ロット 5：配水池建設
  - 配水池 1 池及び既存各配水池用地に受水/混合水槽 5 池を建設する。
  - 契約形態を請負方式として、現地競争入札により施工業者を選定する。
- 6) ロット 6：ポンプ場建設
  - ポンプ場 3 箇所を建設する。
  - 契約形態をデザインビルド方式として、国際競争入札により施工業者を選定する。
- 7) ロット 7：電力引き込み線建設
  - 海水淡水化施設に係る電力を STEG 配電網から引き込む電力線を建設する。

- 工事は STEG と SONEDE との随意契約により STEG が担当する。工事費は事業費に含まれ円借款の対象となる。
- ロット1で建設する海水淡水化施設の電気関連工事及びロット6で建設するポンプ施設の電力接続工事に対する STEG による支援を本ロットに含めることを SONEDE は希望している。ロット1に対する STEG の支援に係る費用として STEG の見積金額をロット7の工事費に計上している。ロット6ポンプ施設の電力接続工事については、海水淡水化施設とは異なり比較的低電圧で受電するため、これまで SONEDE が実施してきたように通常の受電工事で行えることから、STEG との協議の必要はあるものの費用を計上するほどの本格的な支援は必要ないと判断した。

### 10.6.3 まとめ

コンサルタントの雇用及び施工業者の調達金額並びに雇用・調達方法を表 10.6-1 に示す。

### 10.7 事業実施スケジュール

円借款に係る諸手続きスケジュールを考慮した事業実施スケジュールを表 10.7-1 及び図 10.7-1 に示す。日本政府の本事業の円借款に係るプレッジが 2015 年 12 月に行われると仮定し、2016 年 3 月の円借款契約締結、2019 年 10 月の工事開始、2022 年 10 月から 12 か月間の性能試験後の引渡し、その後、12 か月間の瑕疵保証期間を想定している。円借款契約調印降、瑕疵保証期間終了まで 8 年 6 か月 (102 か月) を要する。全体スケジュールは建設前ステージと建設ステージに分けられる。なお、表 10.7-1 は本事業のクリティカル・パスとなるロット1を主体にまとめている。

表 10.7-1 概略事業実施スケジュール

事業活動	所要期間 (月)	想定時期/期間
1.円借款プレッジ (プレッジ後に実施機関 - JICA 間の調達手続きを開始できる)		2015.12
2.円借款交換公文		2016.3
3.円借款契約		2016.3
4.EIA 調査	12	2015.6 - 2016.5
5.EIA 承認		2016.9
6.コンサルタント選定	24	2015.7 - 2017.6
7.コンサルティング・サービス (ロット1~7)	87	2017.7 - 2024.9
7.1 詳細 (概略) 設計 (ロット1~6) *	(12)	2017.7 - 2018.6
7.2 入札補助 (ロット1~6)	(15)	2018.7 - 2019.9
7.3 施工監理 (ロット1~7)	(60)	2019.10 - 2024.9
8.施工業者選定 (ロット1)	23	2017.11 - 2019.9
9.建設工事 (ロット1),(性能試験**12か月間を含む)	48	2019.10 - 2023.9
10.施設引渡し・施設供用開始 (ロット1)		2023.10
11.瑕疵保証期間 (ロット1)	12	2023.10 - 2024.9

\*: ロット1及び6についてはデザインビルド契約に対応する概略設計と入札図書作成、ロット2及び3については資機材調達に対応する入札図書作成、ロット4及び5については建設契約に対応する詳細設計と入札図書作成を実施する。ロット1については、この期間中に事前資格審査 (PQ) 書類作成及び PQ 応札書類評価も行う。

\*\* : 施設建設工事完了後の建設業者による性能試験。SONEDE は工事完了後の施設を仮受する。試験運転に必要な電力・薬品・人件員の費用は工事費に含める。ただし、電力費と薬品費は暫定金額 (Provisional Sum) として一定条件の下に費用を見積もって入札し、試験運転期間中に費やした実費を精算する。試験期間は 12 か月間とし、試験完了後に施設を SONEDE に正式に引き渡す。瑕疵担保期間は施設引渡し後 12 か月間とする。

表 10.6-1 コンサルタントの雇用及び施工業者の調達

Lot	Contents	Type of Bid	Type of Contract	Base Cost*		Consultanting Services				Type of SBD#
				TND (1000TND)	equiv. Yen (1000Yen)	Detailed Design	Preliminary Design	Tender Assistance	Construction Supervision	
Lot 1:	Sea Water Desalination Plant Construction Work	PQ-ICB	Design-Build	423,245	25,826,438	-	JICA Loan	JICA Loan	JICA Loan	1, 2
Lot 2-1:	Pipe Materials Procurement (1400 & 1000)	ICB	BOQ	39,860	2,432,246	JICA Loan	-	JICA Loan	JICA Loan	3
Lot 2-2:	Pipe Materials Procurement (Less than 1000)	ICB	BOQ	7,931	483,946	JICA Loan	-	JICA Loan	JICA Loan	3
Lot 3:	Valve and Other Materials Procurement	LCB	BOQ	9,301	567,541	JICA Loan	-	JICA Loan	JICA Loan	-
Lot 4:	Transmission Pipeline Installation	ICB	BOQ	48,179	2,939,856	JICA Loan	-	JICA Loan	JICA Loan	4
Lot 5:	Reservoir Construction Work	LCB	BOQ	5,023	306,503	JICA Loan	-	JICA Loan	JICA Loan	-
Lot 6:	Pump Facility Construction Work	ICB	Design-Build	39,420	2,405,399	-	JICA Loan	JICA Loan	JICA Loan	2
Lot 7:	Power Supply Service Line Construction Work	Direct Contracting w/ STEG		7,283	444,409	STEG	-	-	STEG**	4
CS:	Consulting Services	Short-List	Time-based	40,740	2,485,962	JICA Loan		JICA Loan	JICA Loan	5
	Total			620,982	37,892,300					

Notes. \* : Price Escalation and Physical Contingency are excluded.

Exchange Rate: 61.02 Yen/TND

\*\* : Watched by Consultant

SBD#: Standard Bidding Documents of JICA to be applied

1: Standard Prequalification Documents, JICA

2: Standard Bidding Documents-EQUIPMENTS (Plant), JICA

3: Standard Bidding Documents-BIENS (Goods), JICA

4: Standard Bidding Documents-TRAVAUX (Works), JICA

5: Standard Request for Proposals, JICA

Source: Minutes of Discussion of Sfax Sea Water Desalination Plant Construction Project between JICA, Government of Tunisia and SONEDE, 6 February 2015

海水淡水化施設の1年間の性能試験中に外部要因である他の水源施設の状況に関連して、その運転状況が大きく変化することが予想されるため、試験に費やされる電力量と薬品費が事前に定められない。このため、想定した条件で固定した入札価格を設定することは、応札業者及び SONEDE の双方にとってリスクが大きく、その部分の応札価格が多額になることが想定される。このため、費用の変動リスクを回避して応札価格を抑えることを目的として、性能試験に係る電力費と薬品費を **Provisional Sum** とすることが適当と判断した。また、この処置により、需要量の急増に対応する等の理由から SONEDE が生産水量の変更を性能試験期間中に指示することが容易になる。建設工事期間は各ロットにより異なるが、ロット1（海水淡水化施設建設）は本事業建設施設の運用開始において不可欠な施設であり、施設建設工期が最も長い。そのため、ロット1をクリティカルパスとして設定し、その工事完了に間に合うように各ロットのスケジュールを以下のとおり想定した。

- 1) ロット1：海水淡水化施設建設。契約期間48か月（性能試験期間12か月を含む）。
- 2) ロット2（サブロット1及びサブロット2）：送水管管材調達。送水管建設工事工期の3か月前に終了。調達期間30か月
- 3) ロット3：バルブその他機器調達。送水管建設工事工期の3か月前に終了。調達期間30か月
- 4) ロット4：送水管建設。海水淡水化施設建設工事工期の3か月前に終了。工事期間30か月
- 5) ロット5：配水池建設。海水淡水化施設建設工事工期の3か月前に終了。送水管建設工事工期までに終了。工事期間30か月
- 6) ロット6：ポンプ場建設。海水淡水化施設建設工事工期の3か月前に終了。送水管建設工事工期までに終了。契約期間33か月
- 7) ロット7：電力引込線建設。海水淡水化施設建設工事工期の3か月前に終了。工事期間30か月。





Implementation Schedule		2014			2015			2016			2017			2018			2019			2020			2021			2022			2023			2024			Month																																																																																					
		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	F	M	A	M	J	J	A	S
<b>Lot 1:</b>																																																																																																																								
<b>Construction of Sea Water Desalination Plant (ICB) *Design Build</b>																																																																																																																								
<b>Preparation of Prequalification Documents ( 2)</b>																																2																																																																																								
• JICA Comment (1)																																1																																																																																								
• JICA concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Preliminary Design &amp; Preparation of Bidding Documents ( 9)</b>																																9																																																																																								
• JICA concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Selection of Contractor (23)</b>																																23																																																																																								
<b>Prequalification ( 2)</b>																																2																																																																																								
<b>Prequalification Evaluation (1)</b>																																1																																																																																								
• JICA Comment (1)																																1																																																																																								
• HAICOP approval (1)																																1																																																																																								
• JICA concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Bidding (3)</b>																																3																																																																																								
<b>Technical Evaluation (3)</b>																																3																																																																																								
• JICA Comment (1)																																1																																																																																								
• HAICOP approval (1)																																1																																																																																								
• JICA concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Financial Evaluation (2)</b>																																2																																																																																								
• JICA comment (1)																																1																																																																																								
• HAICOP approval (1)																																1																																																																																								
• JICA Concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Contract Elaboration and Signing of Contract ( 2)</b>																																2																																																																																								
• JICA Concurrence (1)																																1																																																																																								
<b>Execution of Contract - Design Build (36)</b>																																36																																																																																								
• Surveys & Investigations (6)																																6																																																																																								
• Sea Water Desalination Facilities Design (6)																																6																																																																																								
• Mechanical/Electrical Facilities Design (6)																																6																																																																																								
• Construction Work (33)																																33																																																																																								
• Test Operation Period (12)																																12																																																																																								
<b>Defect Liability Period (12)</b>																																12																																																																																								
<b>Lot 2: (2-1, 2-2)</b>																																																																																																																								
<b>Procurement of Pipes (ICB)</b>																																																																																																																								
<b>Preparation of Bidding Documents (4)</b>																																4																																																																																								
JICA concurrence(1)																																1																																																																																								
<b>Selection of Contractor (12)</b>																																12																																																																																								
<b>Bidding(1)</b>																																1																																																																																								
<b>Technical Evaluation (1)</b>																																1																																																																																								
JICA comment(1)																																1																																																																																								
HAICOP approval (1)																																1																																																																																								
JICA concurrence(1)																																1																																																																																								
<b>Financial Evaluation (1)</b>																																1																																																																																								
JICA comment(1)																																1																																																																																								
HAICOP approval (1)																																1																																																																																								
JICA concurrence(1)																																1																																																																																								
<b>Contract Elaboration and Signing of Contract (2)</b>																																2																																																																																								
JICA concurrence(1)																																1																																																																																								
<b>Execution of Procurement Work (30)</b>																																30																																																																																								
<b>Defect Liability Period (12)</b>																																12																																																																																								

図 10.7-1 事業実施スケジュール (2/4)









## 10.8 運転・維持管理費

海水淡水化施設生産水量を 100,000m<sup>3</sup>/日と想定した海水淡水化施設及び関連送水システムの運転・維持管理費は表 10.8-1 及び表 10.8-2 に示すとおり、36,990,400 TND/年であり単位水量当たり 1.013 TND/m<sup>3</sup>となる。

運転・維持管理費は SONEDE の既存淡水化施設の運用実績などから海水淡水化施設の運転・維持管理に必要な費用を見積っている。資金移動を伴わない減価償却費は運転・維持管理費の算定対象から除外する。

表 10.8-1 年間運転・維持管理費用

単位：TND/年

施設	電力費	薬品費	RO 膜交換費	人件費	その他機器 維持管理費	合計
海水淡水化施設	24,893,400	2,717,000	2,898,000	570,000	1,703,000	32,781,400
送水施設	1,840,000	0	0	75,000	195,000	2,110,000
中継ポンプ場	1,438,000	0	0	195,000	466,000	2,099,000
合計	28,171,400	2,717,000	2,898,000	840,000	2,364,000	36,990,400

出典：JICA 調査団

表 10.8-2 本事業施設運転・維持管理費（詳細）

海水淡水化プラント運転管理費計算					
1 生産水量	100,000 m <sup>3</sup> /日	=	36,500,000 m <sup>3</sup> /年		
2 電力費	4.2 kWh/m <sup>3</sup>				
	420,000 kWh/日	=	153,300,000 kWh/年	消費電力	
	10.50 TND/kW/月		Demand Charge		
	0.148 TND/kWh		Energy Charge		
	<u>2,205,000 TND/年</u>		Demand Charge		
	<u>22,888,400 TND/年</u>		Energy Charge		
	<b>24,893,400 TND/年</b>		合計		
3 薬品費	種類	使用量kg/日	TND/kg	薬品費/日	薬品費/年
	12%NaClO	4,575	0.347	1,585	578,612
	38%FeCl3	1,772	0.630	1,116	407,471
	Na2S2O5	667	1.260	840	306,753
	Anti-Scalant	889	3.297	2,931	1,069,827
	33%NaOH	1,212	0.801	971	354,413
	<b>合計</b>			7,444	<b>2,717,000 TND/年</b>
4 RO膜交換費	総膜本数	8,624 本			
	交換本数	1,725 本/年	20%/年交換		
	単価	1,680 TND/本	日本製膜購入実績の情報より		
	<u>交換費用</u>	<b>2,898,000 TND/年</b>			
5 人件費	運転管理要員	38 人			
	一人当たり人件費	15,000 TND/年/人			
	<u>年間人件費</u>	<b>570,000 TND/年</b>			
6 その他機器維持管理費		海水淡水化関連機器費の50%に対し3%/年			
		<b>1,703,000 TND/年</b>			
7 海水淡水化プラント運転管理費合計		<b>32,781,400 TND/年</b>			
海水淡水化施設送水ポンプ施設運転管理費計算					
1 送水量	100,000 m <sup>3</sup> /日	揚程	72 m		
2 電力費	31,048 kWh/日	=	11,332,520 kWh/年	消費電力	
	10.50 TND/kW/月		Demand Charge		
	0.148 TND/kWh		Energy Charge		
	<u>163,002 TND/年</u>		Demand Charge		
	<u>1,677,213 TND/年</u>		Energy Charge		
	<b>1,840,000 TND/年</b>		合計		
3 人件費	運転管理要員	5 人			
	一人当たり人件費	15,000 TND/年/人			
	<u>年間人件費</u>	<b>75,000 TND/年</b>			
4 その他機器維持管理費		送水ポンプ施設関連機器費の50%に対し3%/年			
		<b>195,000 TND/年</b>			
5 送水ポンプ施設運転管理費合計		<b>2,110,000 TND/年</b>			
中継ポンプ場運転管理費計算					
1 送水量	PK11- Bou Merra	12,200 m <sup>3</sup> /日	揚程	49 m	
(year2025)	PK11- PK10	95,286 m <sup>3</sup> /日	揚程	21 m	
	PK10 - PK14	55,586 m <sup>3</sup> /日	揚程	39 m	
	PK14- Sidi Salah EH	35,786 m <sup>3</sup> /日	揚程	24 m	
2 電力費	2,578 kWh/日	消費電力	PK11- Bou Merra		
(2025年)	8,629 kWh/日	消費電力	PK11- PK10		
	9,348 kWh/日	消費電力	PK10 - PK14		
	3,704 kWh/日	消費電力	PK14- Sidi Salah EH		
	<u>24,259 kWh/日</u>	=	8,854,535 kWh/年		
	10.50 TND/kW/月		Demand Charge		
	0.148 TND/kWh		Energy Charge		
	<u>127,360 TND/年</u>		Demand Charge		
	<u>1,310,471 TND/年</u>		Energy Charge		
	<b>1,438,000 TND/年</b>		合計		
3 人件費	運転管理要員	13 人			
	一人当たり人件費	15,000 TND/年/人			
	<u>年間人件費</u>	<b>195,000 TND/年</b>			
4 その他機器維持管理費		中継ポンプ場関連機器費の50%に対し3%/年			
		<b>466,000 TND/年</b>			
5 中継ポンプ場運転管理費合計		<b>2,099,000 TND/年</b>			
<b>海水淡水化事業関連施設運転管理費合計</b>		<b>36,990,400 TND/年</b>	→	1.013 TND/m <sup>3</sup>	
		2,257,154,000 円/年	→	62 円/m <sup>3</sup>	
			(	61.02 円/TND)	

## 10.9 事業実施体制

### 10.9.1 借入人

本事業の円借款の借入人は外務省、財務省、及び開発・投資・国際協力省が代表するチュニジア国政府である。

### 10.9.2 事業実施機関

事業実施機関である SONEDE 側の実施体制は、計画/設計及び調達（契約まで）については調査局、施工については新規事業局が担当し、これに加えて財務面からフォローアップする人員が参画する。

計画/設計時の実施体制は、調査局の本社機構（水処理部、土木部、水理部、地形部、入札準備・モニタリング部、淡水化・環境影響部）と、支社機構である中部・南部支社（南東部水理課、中部・南部設備課、土木課）が参画する。このうち、淡水化・環境影響部は、British Gas が 1994 と 2008 年に今回計画管路と並行した位置にガス採取管を設置した際、漁業者の激しい反対により工事が一時ストップし、補償金の支払いによる解決において大きく貢献した。このため、漁業者との事前補償交渉と EIA の監督等を行う淡水化・環境影響部の担当者が、フルタイムで参画する必要がある。

施工時の実施体制は、新規事業局の本社機構（プロジェクト監査・市場調査部）と南部支社（水文地質部、技術部、用地部、工事サイト管理部、評価部）が参画する。

また、本プロジェクトのような大規模な建設プロジェクトでは、円滑な事業実施に向けた連絡調整機関として、事業実施ユニット（PIU : Project Implementation Unit、仏語では UGP: l'Unite de Gestion du Projet）を SONEDE 内部に設立することが通例である。本プロジェクトでは、ジェルバ島海水淡水化施設の建設プロジェクト（KfW 及び AFD 融資）で設置される PIU が、本施設建設事業及びガベス淡水化施設建設事業（AfDB 融資予定）を引き続き担当する見通しである。この PIU のメンバーについては、SONEDE 理事会で承認を受けたのち、農業・水資源・漁業省の許可を経て発足する予定である。2013 年 12 月に農業省（現在の農業・水資源・漁業省）の許可を得た PIU 設置要綱によれば、この PIU は表 10.9-1 に示すとおりマネージャーと 5 人のエンジニアで構成される。

表 10.9-1 PIU のメンバー構成

No.	メンバー	職階	備考
1	マネージャー	本社局長級	全メンバーとも本職業務との兼務。
2	プロジェクトマネージャー（財務担当）	局長級	
3	プロジェクトマネージャー（計画/設計担当）	局長級	
4	プロジェクトマネージャー（施工担当）	局長級	
5	エンジニア（計画/設計担当）	課長級	
6	エンジニア（施工担当）	支社長級	

出典：JICA 調査団

通常、PIU の設立とメンバー決定には SONEDE 理事会の承認が必要で、SONEDE 理事会の承認に 1～2 ヶ月、農業・水資源・漁業省の許可に 1 ヶ月の計 3 ヶ月程度を要するため、設立とメンバー決定に係る各許可には合計 6 ヶ月程度が必要である。なお、理事会は通常、年 4 回（3、6、9、12 月の 3 ヶ月ごとに）開催される。JICA が PIU の設置を指定する場合は、審査時に PIU の設置に関し SONEDE と JICA 間で書面合意が必要であり、L/A の締結前に PIU の設置とメンバー設定に係る SONEDE 理事会の承認を取得し PIU を設置する旨、審査ミニッツに記載する。現時点では、E/N 締結及び L/A 締

結が 2016 年 3 月と想定されているため、PIU 設立に向けた SONEDE 理事会への許可申請及びメンバー設定に係る理事会への許可申請を 2015 年 12 月の理事会に上程する必要がある。

これらを整理し、計画/設計時と施工時の事業実施体制をそれぞれ図 10.9-1、図 10.9-2 に示す。

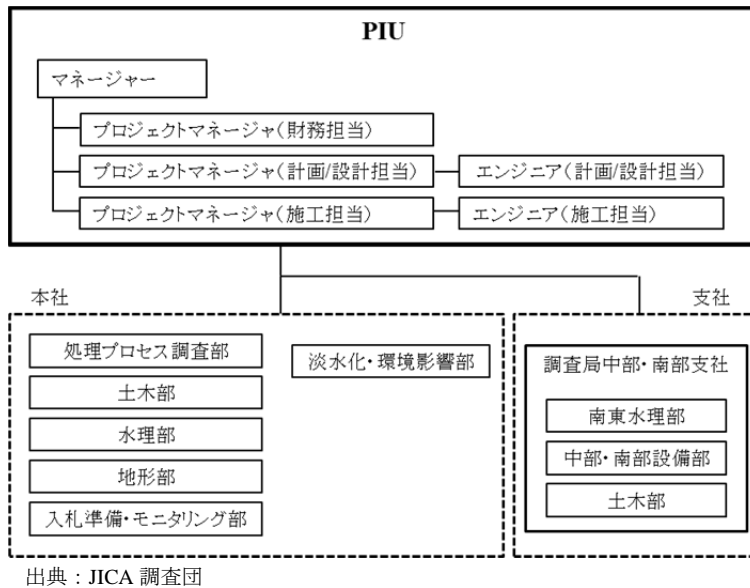


図 10.9-1 計画/設計時の事業実施体制

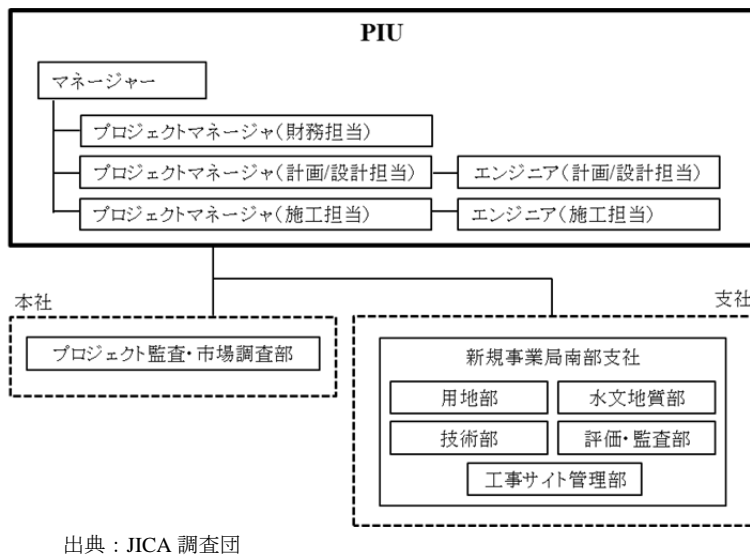


図 10.9-2 施工時の事業実施体制

### 10.9.3 運転・維持管理組織

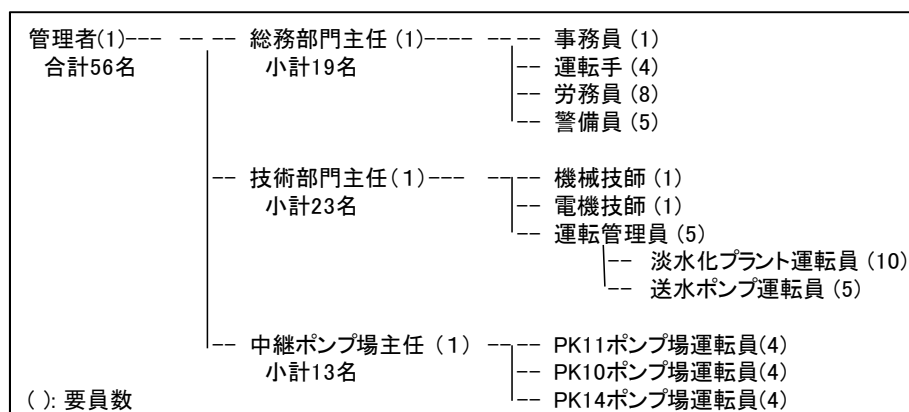
運転・維持管理に対する SONEDE 側の実施体制は、取水・導水施設、浄水施設、送水施設及び配水池については生産局が、配水管については営業局が担当する。

生産局の現行 3 支社体制（北部・チュニス支社、中部・スファックス・南西部支社、南東支社）は、営業局と合わせて 4 支社体制（北部支社、チュニス支社、中部支社、南部支社）に改組される予定である（ただし、組織体制や各部署の定員の変更には農業・水資源・漁業省の許可を経て閣議決定が必要となるため、少なくとも 2 年を要するが、本施設の供用開始には十分間に合うと考えられる）。これにより、既存の 5 箇所の淡水化施設を含めたすべての淡水化施設の運転・維持管理は、中部・スフ

ァックス・南西部支社と南東部支社に分かれている現状から、再編後の南部支社が一括して所管することになり、より効率的かつ効果的な運転・維持管理が実施できると考えられる。

本事業で建設される海水淡水化施設の運転・維持管理体制の整備に対する SONEDE の見解は、淡水化施設の運転・維持管理には 30 年の経験があり、熟達した人員を擁していること（対アルジェリア、カタールへの技術支援に派遣された者も含む）、自前のトレーニング施設を有していること、また供用開始までかなりの時間的余裕があることから、人事異動や新規採用を含めて SONEDE 単独で十分に対応できるとしている。実際に、既存淡水化施設の現場ヒアリング結果によっても運転・維持管理上大きな問題は生じておらず、現場目視で確認した状況は良好である。ただし、本施設は既存施設とは異なり、海水を原水とすることや高圧受変電設備を有することを勘案すると、ある程度の習熟訓練が必要と考えられる。このため、10.9.2 節に述べたとおり、SONEDE は施工段階（特に機械・電気設備の搬入段階）から主要な技術職員と管理者クラスの人員配置を行い、据え付け状況の確認を含む実地訓練（on-the-job training, OJT）に当該人員を参画させる必要がある。引き渡し時には、すべてのトレーニングが完了していることが望ましい。

本事業で建設される海水淡水化施設及び中継ポンプ場の運転・維持管理組織案を図 10.9-3 に示す。



出典： JICA 調査団

図 10.9-3 スファックス海水淡水化施設及び中継ポンプ場運転・維持管理組織案

## 10.10 SONEDE の財務状況

SONEDE の 2008 - 2012 年の財務状況を表 10.10-1、表 10.10-2 に示す。2008 年以降は一貫して営業利益がマイナスとなっており、厳しい財務状況である。主な要因として人件費や電気料金などの営業経費の負担が大きい。一方で、SONEDE はチュニジア国全体の上水道を管理・運営しており、上水道料金も全国一律の料金体系が設定されていることから、地域毎の需要と供給のバランス、電気料金などの原価の値上げに直結した水道料金の見直しを実施することは簡単ではない。

しかし、2008 年から 2009 年にかけて急増した赤字幅はその後縮小してきている。水供給量の増加と値上げにより SONEDE の売上高も増加しており、財務状況も徐々にではあるが改善している。ただし、赤字部分は借入金などで賄い、地方給水などの特定のプロジェクトは政府補助・ドナーからの資金によって補われているため、完全な独立採算を達成するためには事業を効率的に実施するための事業実施体制の見直しや、水道料金の値上げを含めた財務体質改善が必要である。



表 10.10-1 貸借対照表 (2008 年～2012 年)

単位：TND

	2008	2009	2010	2011	2012
<b>資産の部</b>					
現金及び現金同等物	30,448,861	21,295,783	11,886,071	6,711,982	7,111,387
売掛金	155,423,239	148,715,473	158,033,635	198,196,846	237,912,129
貸倒引当金	▲29,855,558	▲34,372,878	▲39,254,359	▲51,434,081	▲61,617,956
投資及びその他金融資産* <sup>1</sup>	14,336,011	14,505,842	13,201,333	13,795,694	54,205,544
保有株式	26,582,131	28,599,250	21,979,555	22,372,835	29,634,133
株式評価損	▲6,524,897	▲7,071,266	▲6,030,017	▲4,291,767	▲4,254,047
その他流動資産	-	36,837,344	52,247,001	47,258,756	78,957,767
その他流動資産評価損	-	▲8,164,197	▲10,782,957	▲6,935,933	▲8,336,662
<b>流動資産合計</b>	217,035,815	200,345,352	201,281,262	225,674,332	333,612,295
有形固定資産	1,826,506,304	1,912,401,289	1,997,098,490	2,076,475,470	2,145,873,762
有形固定資産減価償却累計額	▲711,303,949	▲759,891,771	▲817,199,925	▲875,316,347	▲930,666,412
無形固定資産	1,011,962	1,103,528	1,132,378	1,298,725	1,380,680
無形固定資産減価償却累計額	▲997,640	▲1,012,903	▲1,026,117	▲1,167,055	▲1,262,123
金融資産	46,270,108	48,786,033	52,952,636	58,007,691	59,867,106
金融資産減損引当金	▲1,663,683	▲786,329	▲786,329	▲1,433,321	▲1,699,121
<b>固定資産合計</b>	1,159,823,102	1,200,599,847	1,232,171,132	1,257,865,162	1,273,493,892
その他非流動資産	23,807,657	24,721,736	26,060,935	24,895,501	29,194,080
<b>非流動資産合計</b>	1,183,630,758	1,225,321,583	1,258,232,067	1,282,760,663	1,302,687,972
<b>総資産</b>	1,400,666,573	1,425,666,935	1,459,513,329	1,508,434,995	1,636,300,267
	2008	2009	2010	2011	2012
<b>負債の部</b>					
買掛金	48,980,194	58,103,532	53,736,320	50,470,867	49,010,015
その他流動負債* <sup>2</sup>	115,593,872	113,778,495	128,803,677	155,919,194	213,647,299
銀行借入金及びその他金融負債	31,182,313	68,781,320	77,321,471	76,013,107	53,660,179
<b>流動負債合計</b>	195,756,379	240,663,347	259,861,469	282,403,167	316,317,493
借入金	282,074,583	268,438,188	262,100,422	284,302,160	314,421,581
その他非流動負債	848,408	2,231,210	1,464	-	-
債務保証引当金	12,146,794	14,256,488	13,247,435	11,603,416	12,024,685
<b>固定負債合計</b>	295,069,785	284,925,886	275,349,321	295,905,576	326,446,266
<b>負債合計</b>	490,826,164	525,589,233	535,210,789	578,308,743	642,763,759
<b>資本の部</b>					
寄付金、補助金など* <sup>3</sup>	432,670,549	458,637,498	487,092,470	497,501,871	562,475,072
準備金及び資本払込	107,915,614	81,864,252	29,190,352	106,894,766	106,935,874
利益剰余金	-	-	-	▲113,773,207	▲150,731,268
会計方針の変更	-	-	-	▲952,667	2,242,493
その他資産	394,603,688	411,563,148	444,456,287	477,413,551	502,171,792
<b>自己資本合計</b>	935,189,851	952,064,898	960,739,108	967,084,314	1,023,093,963
当期損益	▲25,349,443	▲51,987,196	▲36,436,568	▲36,958,061	▲29,557,455
<b>処分前株主総資本</b>	909,840,409	900,077,702	924,302,540	930,126,252	993,536,508
<b>資本と負債合計</b>	1,400,666,573	1,425,666,935	1,459,513,329	1,508,434,995	1,636,300,267

出典：SONEDE 財務監査報告書 2009 年、2010 年、2012 年

\*1 投資及びその他金融資産には従業員への住宅・マイクロローンや顧客に対する 1 年未満の貸付などが含まれる

\*2 その他流動負債には諸口未収入金や従業員貸付、付加価値税控除などが含まれる

\*3 SONEDE の（公益）事業に対する個人や企業などから拠出された資産、地方の給水に対する州政府や海外ドナーからの資金などが含まれる



表 10.10-2 損益計算書 (2008 年～2012 年)

単位：TND

	2008	2009	2010	2011	2012
売上	209,964,549	213,590,163	236,682,955	247,132,837	271,016,392
不動産収入	1,586,329	2,149,984	1,235,216	673,657	719,577
その他営業収益	22,772,255	23,940,211	26,717,923	29,607,337	31,649,647
総事業収入	234,323,134	239,680,358	264,636,095	277,413,831	303,385,616
営業経費	66,779,125	67,626,620	75,004,579	76,173,275	85,006,343
人件費	107,989,077	121,143,237	126,753,955	140,496,449	147,568,945
減価償却費及び引当金	55,833,564	67,278,779	63,347,805	63,308,624	67,675,673
その他営業費用	26,924,988	28,005,145	27,672,805	27,561,497	24,913,507
総事業費	257,526,755	284,053,781	292,778,593	307,539,845	325,164,468
営業利益	▲23,203,621	▲44,373,423	▲28,142,498	▲30,126,014	▲21,778,852
投資収益	6,643,019	5,372,964	5,729,174	6,758,856	7,793,013
財務費用	8,243,094	9,976,667	10,394,862	10,592,580	11,426,414
為替損失* <sup>1</sup>	1,748,995	5,566,193	4,980,845	5,435,237	5,865,407
その他利益	1,496,948	2,988,806	3,344,708	2,803,736	2,260,223
その他損失	48,010	182,686	1,715,465	88,563	236,146
税引前経常利益	▲25,103,753	▲51,737,199	▲36,159,787	▲36,679,801	▲29,253,583
所得税	245,689	249,997	276,781	278,261	303,872
税引後当期純利益	▲25,349,443	▲51,987,196	▲36,436,568	▲36,958,061	▲29,557,455
会計方針の変更* <sup>2</sup>	-	-	-	▲952,667	3,195,160
会計方針の変更処理後利益	▲25,349,443	▲51,987,196	▲36,436,568	▲37,910,728	▲26,362,295

出典：SONEDE 財務監査報告書 2009 年、2010 年、2012 年

\*<sup>1</sup> 海外ドナーから SONEDE の口座に直接貸し付けが行われているローンに対して為替損失が発生している。近年は TND が相対的に弱いこともあり、毎年為替損失が発生している\*<sup>2</sup> イスラム開発銀行からのローン返済期間の計算方法変更に伴う変更（イスラム開発銀行側の要望）

安全性と収益性に関する主な財務指標を以下に示す。自己資本には農村地域の地方給水プロジェクトに対する政府や海外ドナーなど外部機関からの資金も含まれているため安全性は高い。しかし、営業収益はマイナスであり収益性の面では課題がある。収益がマイナスとなったのは 2008 年からでありそれ以前は黒字経営を維持していた。主な原因は原油価格の高騰による電気料金の値上がりと、料金水準を据え置いていたことによるものであるが、SOENDE は 2010 年以降ほぼ毎年値上げを実施しており、2015 年の黒字化を目指している。黒字化を実現するまでの営業収益のマイナス分に対する政府からの特別な補助金等はなく、銀行からの借入などによりマイナス分を補填している。

## a) 安全性

2012 年流動比率：105%

(流動資産合計 333,612,295÷流動負債合計 316,317,493 = 1.054)

2012 年自己資本比率：63%

(自己資本合計 1,023,093,963÷資本・負債合計 1,636,300,267 = 0.625)

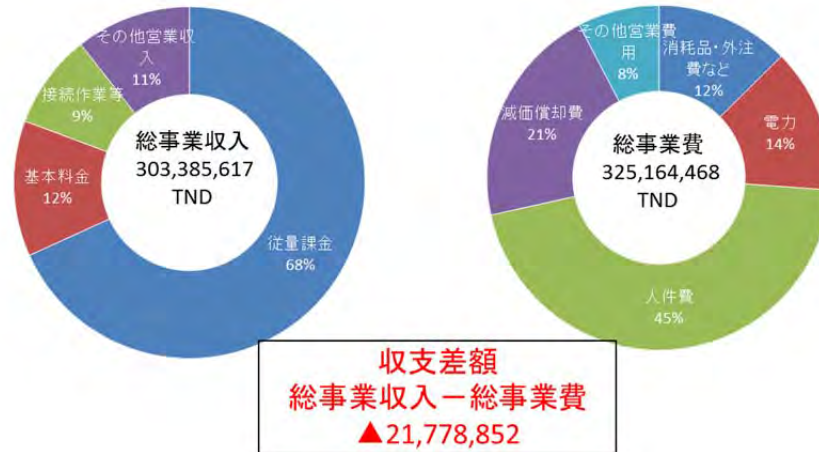
## b) 収益性

2012 年売上高営業利益率：▲8%

(営業利益▲21,778,852÷売上高 271,016,392 = ▲0.08)

2012 年総資本利益率：▲2%

(税引後当期純利益▲29,557,455÷資本・負債合計 1,636,300,267 = ▲0.018)



出典：SONEDE 財務監査報告書 2009 年、2010 年、2012 年

図 10.10-1 2012 年営業損益内訳

上述したように、営業収入の 80%は水道料金収入であり、2012 年は 2011 年から 10%程度増加している。営業費用の内訳は人件費の割合が最も高く、次いで減価償却費と電力費用の負担が大きい。

## 10.11 水道料金

### 10.11.1 水道料金水準

チュニジア国における水道料金は SONED 社の料金担当部門や財務部門等が検討し、その結果を基に政府が最終的に水道料金を決定する。SONED 社は検討を行うが、決定権は持っていないため、財務状況等を十分に反映した料金水準体系にはなっていないという認識を SONED 社は持っている。

上水道料金は水道メータにより計測し徴収されている。水道接続に必要な設備費用は最大 8 年間の分割払いにより需要家が負担している。水道料金体系は 7 段階の水道メータの口径に応じた基本料金と使用水量に応じた従量料金の 2 部構成となっており、3 か月ごとに課金されている。従量料金は観光業を除く各セクターの料金設定は全て同一である。観光業は最も高いカテゴリ (501+) の従量料金が適用されている。2014 年の料金体系は以下に示すとおり。

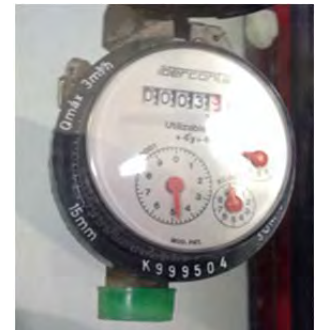


表 10.11-1 2014 年上水道料金

基本料金/3 か月		従量料金/3 か月	
メータ口径	料金 (TND)	使用水量 (m <sup>3</sup> /3 か月)	料金 (TND/m <sup>3</sup> )
15	4.400	0-20	0.155
20	8.160	21-40	0.270
30	15.080	41-70	0.365
40	27.700	71-100	0.665
60-80	70.400	101-150	0.815
100	113.250	151-500	1.135
150	295.000	501 +	1.190

出典： Drinking Water Tariff 2014

料金徴収は下水整備公社 (ONAS) が管理・運営している下水道料金も併せて、SONEDE がまとめて請求・徴収している。徴収した下水道料金の中から、SONEDE の手数料を差し引いた金額を ONAS に支払う仕組みとなっている。

### 10.11.2 水道料金の値上げ

水道料金の値上げは、毎年 SONEDE 内で財務状況等を考慮して検討した結果を、SONEDE の管理委員会 (Administration Board) に申請し承認を得る。その後、財務省や農業・水資源・漁業省で構成される閣僚会議 (Ministrial Board of State) に提出され承認を得て、最終的に大統領名で官報において公告されるというステップを経る。そのため、単純に SONEDE の申請どおりの料金にはならないが、以下に示すとおり、最近では 2010 年、2011 年、2013、2014 年とほぼ毎年値上げが行われた。チュニジア国の消費者物価指数 (CPI、2010 年 100) は 2009 年の 96 から、2014 年には 121 に上昇しており、この間の CPI 上昇率は約 26%となる。従量料金の値上げ実績はカテゴリ (41-70 m<sup>3</sup>) の場合、2009 年から 2014 年で約 22%となっており、この間の CPI 上昇率をやや下回っている。

さらに、使用水量の最も少ない従量料金カテゴリ (0-20 m<sup>3</sup>) については低所得者への配慮の意味も含めてこの間で約 11%と値上げ幅を抑えてきた。しかし、今後は低い料金カテゴリに対しても値上げをしていくことが必要であると SONEDE は認識している。

表 10.11-2 基本料金値上実績

単位：TND/3 か月

メータ口径 (mm)	2001-2009 料金	2010			2011			2013			2014		
		料金	値上金額	値上率	料金	値上金額	値上率	料金	値上金額	値上率	料金	値上金額	値上率
15	3.300	3.500	0.200	6.10%	3.800	0.300	8.60%	4.100	0.300	7.90%	4.400	0.300	7.32%
20	5.830	6.500	0.670	11.50%	7.050	0.550	8.50%	7.600	0.550	7.80%	8.160	0.560	7.37%
30	10.740	12.000	1.260	11.70%	13.030	1.030	8.60%	14.050	1.020	7.80%	15.080	1.030	7.33%
40	20.570	22.000	1.430	7.00%	23.900	1.900	8.60%	25.800	1.900	7.90%	27.700	1.900	7.36%
60	53.460	56.000	2.540	4.80%	60.800	4.800	8.60%	65.600	4.800	7.90%	70.400	4.800	7.32%
80	53.460	56.000	2.540	4.80%	60.800	4.800	8.60%	65.600	4.800	7.90%	70.400	4.800	7.32%
100	82.810	90.000	7.190	8.70%	97.700	7.700	8.60%	105.500	7.800	8.00%	113.250	7.750	7.35%
150	220.670	235.000	14.330	6.50%	255.000	20.000	8.50%	275.000	20.000	7.80%	295.000	20.000	7.27%

出典：SONEDE

表 10.11-3 従量料金値上実績

単位：millimes (0.001TND)/m<sup>3</sup>

使用水量 (m <sup>3</sup> ,3 か月)	2005- 2009 料金	2010			2011			2013			2014		
		料金	値上 金額	値上率	料金	値上 金額	値上率	料金	値上 金額	値上率	料金	値上 金額	値上率
0-20	140	145	5	3.60%	145	0	0.00%	145	0	0.00%	155	10	6.90%
21-40	240	250	10	4.20%	250	0	0.00%	250	0	0.00%	270	20	8.00%
41-70	300	315	15	5.00%	315	0	0.00%	340	25	7.90%	365	25	7.35%
71-100	545	575	30	5.50%	575	0	0.00%	620	45	7.80%	665	45	7.26%
101-150	545	575	30	5.50%	700	125	21.70%	760	60	8.60%	815	55	7.24%
151-500	840	890	50	6.00%	975	85	9.60%	1060	85	8.70%	1135	75	7.08%
501+	840	890	50	6.00%	1025	135	15.20%	1110	85	8.30%	1190	80	7.21%
共同栓	140	145	5	3.60%	145	0	0.00%	145	0	0.00%	155	10	6.90%
観光業	840	890	50	6.00%	1025	135	15.20%	1110	85	8.30%	1190	80	7.21%

出典：SONEDE

SONEDE の料金担当部署によれば、今後 3 年間（2014 年～2016 年）にわたり毎年 7% の値上げを計画している。2014 年には 7% の値上げが実施されており、SONEDE は毎年 7% の値上げを実現した場合、2014 年には営業利益が黒字に転じると試算していた。参考資料として SONEDE の試算結果を以下に示す（計算根拠は非公表）。

表 10.11-4 従量料金値上と営業利益予想

単位：百万 TND

		2012	2013	2014	2015	2016
値上実施 無	値上率	基準	7.0%	7.0%	0.0%	0.0%
	営業利益	-22	-3	8	-8	-30
値上実施 有	値上率	基準	7.0%	7.0%	7.0%	7.0%
	営業利益	-22	-3	8	14	16

注：試算には電力料金の値上げも考慮されている。

出典：SONEDE

これには海水淡水化施設建設の影響は考慮されておらず、その影響を考慮すれば、更なる料金水準見直しの必要性がある。SONEDE は水道料金に関する調査を世界銀行に依頼し、調査が実施されている。同調査は 2015 年 2 月 3 日にキックオフ・ミーティングが行われており、2016 年 1 月に調査が完了する予定である。

## 10.12 財務・経済分析

財務・経済分析を実施するにあたり、事業の定量的効果を計るために円借款事業の評価指標として広く用いられている内部収益率（IRR）を使用することで、評価方法の統一性、同一性を確保し、評価結果を客観的なものとする。財務分析の観点から財務データを基に算出する FIRR は資本の機会費用と、経済分析の観点から社会的便益を算出する EIRR は社会的割引率と比較して事業の投資妥当性を判断する。検討の結果、FIRR は 0.02%（SONEDE の水道料金を現在の平均 0.382m<sup>3</sup>/TND から 0.418TND/m<sup>3</sup> に上げた場合）、EIRR は 12.08%であった。IRR 分析の前提条件および分析結果を下記に詳述する。

IRR 分析の前提条件は、下記のとおりである。

(1) プロジェクト期間

本体建設期間 4 年を含む 9 年の事業実施期間（2017 年－2025 年）と施設運用期間の 30 年（2023 年 - 2052 年）を加えて 36 年間（3 年間は重複）を想定する。フェーズ 2 以降の施設増強は考慮しない。

(2) 本体事業費の扱い

本事業においては、本体事業費を政府が負担<sup>a</sup>し、施設完成後に寄付のような扱いで SONEDE の資産に設備が直接計上され、償却を行っていく。そのため、事業費を含む通常の IRR だけではなく、完成時点で事業費を相殺し、事業費負担を無くし運営維持管理費と売上高を基にした IRR 分析を実施する。

(3) キャッシュフロー分析

キャッシュフローの値を使用するため、資金移動を伴わない減価償却費や売掛金・買掛金などは除外する。

(4) 実質価格の使用

実質価格を使用するため、インフレーションは考慮せず、調査時点の価格を使用する。

(5) 総資本 FIRR（他人資本を考慮しない）

自己資金や借入金などの種類を区別せずに IRR を算出するため、建中金利は財務費用に算入しない。

(6) 埋没費用不参入

事業開始後の財務費用と財務便益から IRR を算出するため、事業開始前に行われた投資などは除外する。

(7) 残存価格

施設の耐用年数が長いので残存価格は少額になり、残存施設の転用も難しいため残存価格は考慮しない。

(8) 感度分析

一般的には便益価値の下方修正（10%）、初期投資費用の超過（10%）、便益発生年次の遅延（1 年）等をベンチマークとして感度分析を実施するが、本事業の性質から FIRR については財務便益の確保を目的とするのは現実的でないため、運営維持管理費を賄える料金水準の分析を中心に実施する。

以下に財務的内部収益率（FIRR）と経済的内部収益率（EIRR）の検討結果を示す。

### 10.12.1 FIRR

FIRR の計算には、費用として本体事業費と評価期間の運営維持管理費を、評価期間の売上高を財務便益とし、これらを基に IRR を計算する。本報告書では、事業全体の評価を行うために事業費を考慮したケースと、SONEDE が実質的に負担する運営維持管理費のみを考慮したケースの 2 ケースについて FIRR を算出する。

また、本事業においてはチュニジアの水道料金制度の仕組みから、簡単にコストに見合う値上げを

---

<sup>a</sup> 政府が負担するのは円借款対象費用であり、円借款対象外の費用は SONEDE が負担することになる。

実施することは難しく、一方で財務利益だけを理由に事業を諦めることは国民生活に重大な影響を及ぼす恐れがある。そのため、どの程度の料金水準であれば運営維持管理費を賄うことができるのかという観点から、料金水準と値上率について感度分析を実施する。

財務費用と財務便益の算出にあたっては、以下の条件に留意する。

(1) 本体事業費

本体事業費は先に積算された結果から、価格予備費、建中金利を除いた値を使用する。

(2) 運転・維持管理費

運転・維持管理費は SONEDE の既存淡水化施設の運用実績などから海水淡水化施設の運転・維持管理に必要な費用を見積り、評価期間のうち運転開始後 30 年間の年毎の費用を算出する。事業費と同様に実質価格を使用するためインフレーション率は考慮しない。資金移動を伴わない減価償却費は除外する。買掛金、売掛金については決済に大きな滞りはなくキャッシュフロー上も大きな影響がないため考慮しない。

本事業海水淡水化施設の運転・維持管理費は表 10.8-1 に示すとおり、年間 36,500,000m<sup>3</sup> に対し 36,990,400 TND/年で、単位水量当たり 1.013TND/m<sup>3</sup> となる。

(3) 売上高

売上高は、本事業で建設した施設から産出される予想生産水量に販売価格を掛けることで算出する。現在の平均水道料金単価は 2012 年の従量料金年間売上を SONEDE 年間配水量で除した金額とする。なお、SONEDE は 2014 年に続き今後 2 年間は年 7%程度の値上げを予定している。さらにその後も同様に値上げを計画している。年 7%という割合は実質的にはインフレーション率と同程度のため毎年インフレーション分は値上げで相殺されると考え、ここでは考慮しない。感度分析ではこの 7%を考慮せずに実質的にどの程度値上げをしたら財務的便益に影響があるかを分析する。

なお、2013 年現在の平均水道料金は以下のとおり 0.382 TND/m<sup>3</sup> と算出された。

平均水道料金	$303,585,617 \text{ TND (上下水道請求金額)} \times 68\% \text{ (上下水道請求内の上水割合)} / 540,000,000\text{m}^3/\text{年 (年間配水量)} = 0.382 \text{ TND/m}^3$
--------	--

(4) 資本の機会費用

資本の機会費用は、チュニジア中央銀行発表の 2015 年 5 月市場平均金利 4.77%を目安とする。

(5) FIRR 算出

現在の水道料金水準では海水淡水化施設の運営維持管理費をベースにした上記条件を基に算出した純利益は全てマイナスとなるため、FIRR が算出できない。しかし、国際機関が参考値とする可処分所得の 4%と比べると、チュニジア国の現在の料金水準は相当に低い水準であり、今後の継続した値上げの検討もなされているため、料金水準のいくつかのパターンについて感度分析を実施した。キャッシュフロー表及び FIRR の算出結果を以下に示す。

事業費 (Project Cost)

表 10.5-1 に示す事業費から以下の費用を使用

- ・ I) Procurement / Construction と II) Consulting Services それぞれに Physical Contingency の 5%を加味した金額 (CAPEX 負担無しの場合には非算入)
- ・ Administration Cost (CAPEX 負担無しの場合にも算入)

- Land Acquisition (CAPEX 負担無しの場合にも算入)
- VAT/Import Tax (CAPEX 負担無しの場合にも算入)
- Price Escalation と IDC は非算入

#### 運転・維持管理費 (Operartion & Maintenance Cost)

表 10.8-1 と表 10.8-2 の金額を使用。ただし、その 10%は固定費とし、90%を生産水量に応じて比例計算する。

$$\text{運転維持管理費} = 36,990,400 \times (0.1 + 0.9 \times (\text{年間生産水量} / (100,000 \times 365)))$$

なお、2022 年 10 月から 1 年間は性能試験期間として工事費に海水淡水化施設運転管理費が含まれている。したがって、2023 年の運転維持管理費は 3 か月分 (2023 年 10 月～12 月) を計上した。

#### 売上高 (Revenue)

売上高は、(年間生産水量<sup>b</sup> x 販売単価) で計算する。年間生産水量は日平均生産水量の 365 日分であり、日平均生産水量は表 6.1-6 に示す各年のスファックス海水淡水化施設の日最大生産水量を 1.4 (スファックスの日最大/日平均水量比) で除して求めた。なお、2022 年 10 月から 1 年間は性能試験期間であるが、生産水は配水されて売り上げになるものとして計上している。2026 年以降は、第 2 期施設も運転されるが、第 1 期施設は全て稼働 (日最大 100,000m<sup>3</sup>/日) すると想定した。ただし、年間生産水量は上記と同様に 100,000m<sup>3</sup>/日を 1.4 で除して求めた日平均水量の 365 日分である 26,071,429m<sup>3</sup>/年とした。なお、料金水準を上げる場合は 2022 年から 5 年間の段階引き上げにより設定水準まで引き上げるものと見込んだ。

CAPEX を負担しない場合に FIRR が正となる料金単価 1.154TND/m<sup>3c</sup>を適用した場合のキャッシュフローを表 10.12-1 に示す。この場合、CAPEX 含有の有無に関わらず、円借款対象外の事業費は SONEDE が負担するものとしてキャッシュフローに見込んでいる。なお、この料金水準で CAPEX を負担する場合の FIRR は-10.54%となる。

<sup>b</sup> 日平均生産水量 (日最大生産水量/1.4) x365 日

<sup>c</sup> 本事業による増加水量だけを対象とした場合。SONEDE の供給水量全体を値上げした場合には 0.418 TND/m<sup>3</sup>に相当する。



表 10.12-1 FIRR キャッシュフロー表

単位：円

1.154	YEAR	Project Cost	Non-eligible Cost to be financed by SONEDE	Operation & Maintenance Cost	Revenue	Net Benefit With CAPEX	Net Benefit Without CAPEX
		a	b (included in a)	c	d	d-a-c	d-b-c
Construction	2015	0	0	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0	0	0
	2017	701,738,436	111,086,679	0	0	-701,738,436	-111,086,679
	2018	346,429,763	76,845,491	0	0	-346,429,763	-76,845,491
	2019	5,752,699,567	540,549,751	0	0	-5,752,699,567	-540,549,751
	2020	9,892,306,518	1,065,375,471	0	0	-9,892,306,518	-1,065,375,471
	2021	9,403,934,920	983,924,237	0	0	-9,403,934,920	-983,924,237
Operation & Maintenance	2022	8,516,748,025	901,726,138	0	192,003,135	-8,324,744,890	-709,723,003
	2023	7,888,928,826	805,443,700	391,979,012	1,016,555,498	-7,264,352,340	-180,867,214
	2024	1,820,589,502	182,022,124	1,676,743,126	1,344,610,569	-2,152,722,059	-514,154,682
	2025	144,100,349	13,587,337	1,676,743,126	1,590,242,220	-230,601,255	-100,088,243
	2026	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2027	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2028	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2029	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2030	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2031	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2032	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2033	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2034	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2035	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2036	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2037	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2038	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2039	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2040	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2041	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2042	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2043	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2044	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2045	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
	2046	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745
2047	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
2048	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
2049	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
2050	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
2051	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
2052	0	0	1,676,743,126	1,835,873,871	159,130,745	159,130,745	
TOTAL		44,467,475,906	4,680,560,928	49,017,529,664	53,712,005,950	-39,772,999,620	13,915,358
FIRR						-10.54%	0.02%

注：Project Cost は円借款対象外の費用を含む事業費である。また、CAPEX を含まないケースでも円借款対象外の費用は算入している。

出典：JICA 調査団

(6) 感度分析

初期投資事業費を含むケース（FIRR with CAPEX）と含まないケース（FIRR without CAPEX）について、料金水準による感度分析結果を表 10.12-2 及び表 10.12-3 示す。実質的に中央政府が円借款分を負担し、事業主体の SONEDE は CAPEX の殆どを負担しないため、FIRR without CAPEX の計算結果が現実に則している。

表 10.12-2 ケース別 FIRR 算出結果

単位：円

料金水準	0.382TND/m <sup>3</sup>	1.154TND/m <sup>3</sup>	1.258TND/m <sup>3</sup>	2.022TND/m <sup>3</sup>	3.035TND/m <sup>3</sup>
同上 <sup>d</sup> (SONEDE 全体)	0.382TND/m <sup>3</sup>	0.418TND/m <sup>3</sup>	0.423TND/m <sup>3</sup>	0.458TND/m <sup>3</sup>	0.505TND/m <sup>3</sup>
算定対象	CAPEX なし	CAPEX なし	CAPEX なし	CAPEX 込み	CAPEX 込み
事業費*	4,680,560,928	4,680,560,928	4,680,560,928	44,467,475,906	44,467,475,906
運営維持管理費*	49,017,529,664	49,017,529,664	49,017,529,664	49,017,529,664	49,017,529,664
売上高**	18,322,625,771	53,712,005,950	58,479,487,218	93,456,296,903	139,939,239,263
総利益*	▲35,375,464,822	13,915,358	4,781,396,625	17,132,499	46,454,233,693
FIRR	—	0.02%	4.79%	0.00%	4.77%

\*：36年間のプロジェクト期間の合計、\*\*：本事業による海水淡水化施設生産水量を対象に水道料金単価を乗じた。

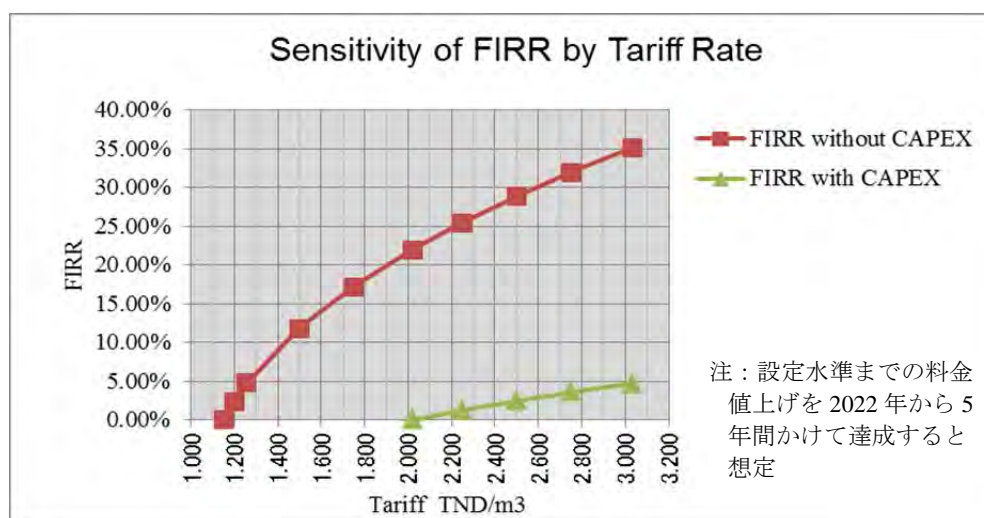
出典：JICA 調査団

料金水準が 0.382TND/m<sup>3</sup>では FIRR は計算できないが、1.154 TND/m<sup>3</sup>で FIRR は正に転じ、FIRR は 0.02 %となる。また、1.258 TND/m<sup>3</sup>まで料金水準を上げることができれば FIRR は 4.79 %まで上昇して、資本の機会費用を上回る。初期投資事業費を含む場合は 3.035 TND/m<sup>3</sup>まで料金水準を上げることができれば、FIRR が資本の機会費用と同等になる。

表 10.12-3 FIRR 感度分析（料金水準）

Tariff (TND/m <sup>3</sup> )	1.154	1.200	1.258	1.500	1.750	2.022	2.250	2.500	2.750	3.035
FIRR without CAPEX	0.02%	2.41%	4.79%	11.85%	17.18%	21.96%	25.44%	28.86%	31.95%	35.16%
FIRR with CAPEX	-10.54%	-9.05%	-7.67%	-4.14%	-1.86%	0.00%	1.29%	2.53%	3.63%	4.77%

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 10.12-1 FIRR 感度分析（料金水準）

<sup>d</sup> SONEDE の供給水量全体を値上げした場合。後述 10.12.1 (7)参照。

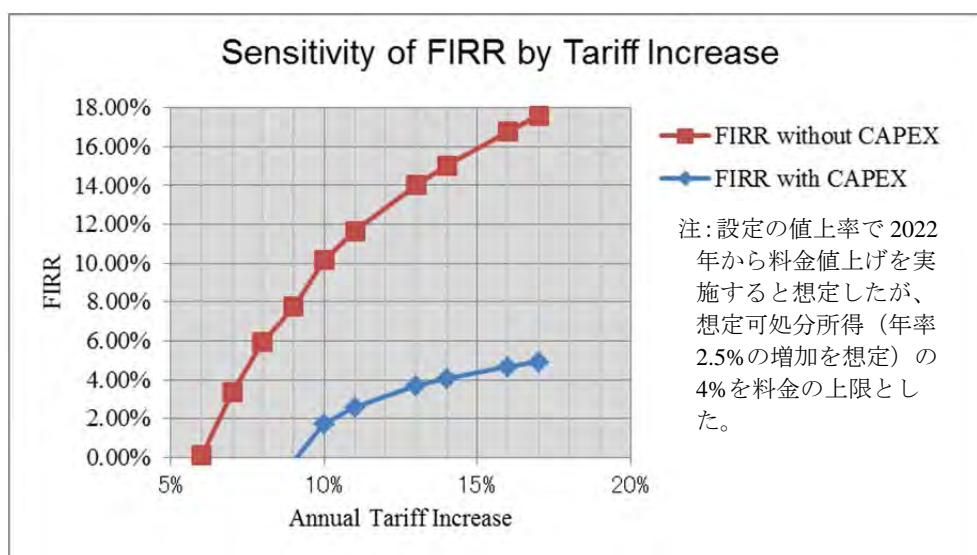
また、以下に水道料金の値上率の差による感度分析を実施した。現在はインフレーション率と同程度の7%の値上げを実施しているが、インフレーションを考慮せずに実質の値上率を何%に設定すれば、十分なFIRRを実現することができるかの分析を行った。

その結果、表 10.12-4 及び図 10.12-2 に示すとおり、初期投資事業費を含まない場合は毎年6%の値上げをすればFIRRは0.13%と正になる。毎年8%の値上げを実施することで5.96%となり資本の機会費用(4.77%)を上回る。初期投資事業費を含む場合は毎年10%の値上げをすればFIRRは1.71%と正になるが、資本の機会費用を上回るためには毎年17%の値上げが必要である。

表 10.12-4 FIRR 感度分析 (値上率)

Annual Tariff Increase	6%	7%	8%	9%	10%	11%	13%	14%	16%	17%
FIRR without CAPEX	0.13%	3.36%	5.96%	7.74%	10.14%	11.65%	14.01%	15.00%	16.77%	17.59%
FIRR with CAPEX	-5.28%	-3.02%	-1.19%	-0.19%	1.71%	2.57%	3.67%	4.06%	4.65%	4.92%

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 10.12-2 FIRR 感度分析 (値上率)

上記のとおり、継続的な水道料金の値上げが実現できれば正のFIRRを見込むことができ、本事業の収益性だけでなくSONEDE全体の財務状況も改善が見込める。

一方で需要家の立場からも料金水準の妥当性を考える必要がある。一般的に水道料金水準の上限とされる範囲は可処分所得の4%程度と言われている。2013年のチュニジアの一人当たりGNIは6,826 TND/年/人<sup>°</sup>であり、GNIの7割が可処分所得と考えた場合、一人当たり可処分所得は4,478 TND/年/人となる。一般的に十分な供給量と考えられる200L/日を水道水の一人当たり使用量と想定すると、年間一人当たり73 m<sup>3</sup>使用することになる。例えば、水道料金を1.154TND/m<sup>3</sup>として計算すると、84.242TND/年の負担となる。この場合に可処分所得4,478TNDに占める水道料金の割合は約1.9%で

<sup>°</sup> 4,200 US\$/capita, <http://data.worldbank.org/country/tunisia>,

US\$=TND1.6253 (2013, [http://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/tableau\\_statistique\\_a1.jsp?params=PL212010&la=AN](http://www.bct.gov.tn/bct/siteprod/tableau_statistique_a1.jsp?params=PL212010&la=AN))

あり許容できる範囲の料金水準である。

本事業に対する財務分析の結論として、現状の料金水準では投資効果は見込めないが、一般的に適当と考えられる範囲内で料金水準を上げることができれば、投資効果があるプロジェクトとすることができる。

初期投資費用、運転維持管理費用の各々が 10%増減し、さらに料金収入が増減した場合の感度分析を行った結果を、参考までに表 10.12-5 に示す。

表 10.12-5 FIRR 感度分析 (費用増減)

初期投資費用 (CAPEX)	O&M	料金収入	FIRR	
		1.154TND/m <sup>3</sup>	CAPEX 算入	CAPEX 非算入
+10%	+10%	1%	-20.2%	-13.0%
+10%	+10%	5%	-13.3%	-4.0%
+10%	+10%	10%	-10.5%	0.0%
0%	0%	-8%	-19.3%	-11.8%
0%	0%	0%	-10.5%	0.0%
0%	0%	10%	-7.4%	5.3%
-10%	-10%	-10%	-10.5%	0.0%
-10%	-10%	0%	-7.2%	5.8%
-10%	-10%	10%	-5.2%	9.9%

#### (7) 事業全体への影響

上述のように本事業を個別のプロジェクトとして考えれば、現在の料金水準では財務的な投資効果を見込むのは困難であるが、本事業の年間生産水量は 26,071,000 m<sup>3</sup><sup>f</sup>であり、SONEDE の年間生産水量約 540,000,000 m<sup>3</sup> の約 4.8%であることから、本事業の実施が SONEDE の事業全体に与える影響は限定的である。

現状の料金水準レベルでの年間売上高（水道料金収入）が約 206,438,219 TND であるため、これに本事業運用開始後の年間運転維持管理費用 27,478,189 TND<sup>g</sup>を加え、SONEDE による総生産水量 566,071,000 m<sup>3</sup>(=540,000,000+26,071,000)で除した場合、約 0.413TND/m<sup>3</sup>となる。つまり、全体の需要者に対して約 0.031 TND (= 0.413 - 0.382) の値上げを行うことができれば、本事業による運転維持管理費の増加分を吸収できることになる。これは現在の料金水準に対して 8.1%の値上げとなるが、値上げ後の料金水準は一人当たり可処分所得 4,478 TND/年/人に対して 0.67%程度 (= (73 m<sup>3</sup>/年/人 x 0.413 TND/m<sup>3</sup>) / 4,478TND/年/人) であり、許容できる料金水準と言える。しかし、この水準では初期投資において借款対象外の SONEDE が負担する費用を賄うことはできない。

本事業の初期投資事業費（借款対象外の SONEDE が直接負担する費用を除く）を考慮しない場合を考えると、本事業で建設される海水淡水化施設での生産水量分については FIRR が正となる料金水準の 1.154TND/m<sup>3</sup>を見込む必要がある。本事業の年間生産水量に対する料金収入は 30,085,934TND (= 1.154TND/m<sup>3</sup> x 26,071,000m<sup>3</sup>) となる。これに現在の年間売上高を加え、SONEDE の総生産水量で除すことにより、本事業による運転維持管理費の増加分を全需要者に分散した場合を想定すると、0.418TND/m<sup>3</sup> (= (206,438,219TND+30,085,934TND) /566,071,000m<sup>3</sup>) となり、現在の料金水準から

<sup>f</sup> 日最大/日平均=1.4。100,000m<sup>3</sup>/日÷1.4 x 365 日 =26,071,000m<sup>3</sup>

<sup>g</sup> 表 10.8-1 に示す費用総額のうち 10% を固定費、90%を水量に比例する費用と推定。

36,990,400 TND/年 x (0.1+0.9 x (26,071,000/36,500,000)) = 27,478,189 TND/年

9.4%程度の値上げが必要となる。この場合は一人当たり可処分所得の0.68%程度に納まる。

同様に本事業の初期投資事業費を考慮した場合を考えると、本事業の生産水量分については FIRR が正となる料金水準の 2.022 TND/m<sup>3</sup>を見込む必要がある。この場合、料金収入は 52,715,562TND (= 2.022TND/m<sup>3</sup> x 26,071,000m<sup>3</sup>) となる。これに現在の年間売上高を加え、SONEDE の総生産水量で除すと、0.458TND/m<sup>3</sup> (= (206,438,219TND + 52,715,562TND) / 566,071,000m<sup>3</sup>) となり、現在の料金水準から 20%程度の値上げとなる。この場合でも一人当たり可処分所得の0.75%程度に納まる。

さらに、本来は考慮すべき資本の機会費用 (4.77%) を FIRR が上回る 3.035TND/m<sup>3</sup> のケースで考えた場合、SONEDE の総生産水量に対する料金水準を 0.505TND/m<sup>3</sup> にする必要があり、現在の料金水準から 32%の値上げとなる。値上げ幅が大きく、需要者の理解を得るには容易ではないと考えられるが、この場合でも一人当たり可処分所得の0.82%程度であり、水道料金水準として許容範囲にあると考える。

上述した SONEDE の配水量全体の料金水準を引き上げて本事業の初期投資及び運転維持管理費を賄う場合の料金水準を表 10.12-6 にまとめて示す。なお、FIRR 計算では、急激な料金値上げを避けるために、2022 年から 5 年間をかけて現在の料金水準から設定水準まで引き上げることを想定している。

本事業において初期投資を考慮しない場合<sup>h</sup>に、運転・維持管理費を賄い FIRR を正とするには、料金水準を現在の 0.382 TND/m<sup>3</sup> から 2026 年までに 0.418 TND/m<sup>3</sup> に、FIRR が資本の機会費用 4.77% を上回るためには、料金水準を 2026 年までに 0.423 TND/m<sup>3</sup> に引き上げる必要がある。

表 10.12-6 SONEDE 供給全水量で本事業の費用を賄う場合の料金水準

単位:TND/m<sup>3</sup>

設定料金水準	設定条件	年	2021	2022	2023	2024	2025	2026
0.413	初期投資費用を全く考慮しない。 運転維持管理費のみ賄う。 FIRR<0	水道料金	0.382	0.388	0.394	0.401	0.407	0.413
		値上率	8.1% (1.57%/年)					
0.418	借款対象の初期投資費用を考慮しない。 運転維持管理費を賄う。 FIRR>0	水道料金	0.382	0.389	0.397	0.404	0.411	0.418
		値上率	9.4% (1.81%/年)					
0.423	借款対象の初期投資を考慮しない。 運転維持管理費を賄う。 FIRR>資本の機会費用(4.77%)	水道料金	0.382	0.390	0.398	0.406	0.415	0.423
		値上率	10.7% (2.05%/年)					
0.458	初期投資を考慮する。 運転維持管理費を賄う。 FIRR>0	水道料金	0.382	0.397	0.412	0.428	0.443	0.458
		値上率	19.9% (3.69%/年)					
0.505	初期投資を考慮する。 運転維持管理費を賄う。 FIRR>資本の機会費用(4.77%)	水道料金	0.382	0.407	0.431	0.456	0.480	0.505
		値上率	32.2% (5.72%/年)					

注:現在の SONEDE による総配水量と海水淡水化施設生産水量を加えた 1,551,000m<sup>3</sup>/日 (566,071,000 m<sup>3</sup>/年) を対象とする。

<sup>h</sup> 円借款対象外の、管理費、土地購入費、補償費等の費用は SONEDE が負担するものとしてキャッシュフローに算入

## 10.12.2 EIRR

EIRR の算出には FIRR で使用した財務費用と財務便益とは別に、社会的便益を貨幣価値化した経済的便益と経済的費用を使用する。FIRR では財務収支のみから評価を行ったが、EIRR では事業がもたらす効果をより幅広く分析して経済的価値として評価を行う。算出した EIRR は社会的割引率と比較を行い事業の妥当性を検証する。

### 社会的割引率 (Social Discount Rate ; SDR)

世界銀行・米州開発銀行・アジア開発銀行の『経済分析ガイドライン』等で設定されている 10%～12%を援用し、本事業では 10%とする。

(国際協力銀行「円借款事業の内部収益率 (IRR) 算出マニュアル」2002 より)

### 標準変換係数 (Standard Conversion Factor ; SCF)

アジア開発銀行で用いられている簡便な方法を使い、貿易統計から標準変換係数を算出する。

$$\begin{aligned} \text{SCF} &= (\text{輸入総額} + \text{輸出総額}) / ((\text{輸入総額} + \text{輸入税収総額}) + (\text{輸出総額} - \text{輸出税収総額})) \\ &= (38,178 + 26,548) / ((38,178 + 1,313.2) + (26,548 - 20.3)) \\ &= \underline{0.98} \end{aligned}$$

上式において輸入税総額と輸出税総額は世界銀行が公表している以下のデータを使用

- ・ 輸入税総額 : Customs and other import duties (current LCU)  
(<http://data.worldbank.org/indicator/GC.TAX.IMPT.CN>)
- ・ 輸出税総額 : Taxes on exports (current LCU)  
(<http://data.worldbank.org/indicator/GC.TAX.EXPT.CN>)

輸入総額と輸出総額は税総額の年次に合わせて、2012 年実績を使用

未熟練労働者の変換係数は一般的に 0.6～0.8 の係数が用いられることが多い。しかし、チュニジアは中進国であり途上国でみられるような大きな歪みはないと考えられるため、変換係数は、一律 SCF の 0.98 を使用する。

#### (1) 経済的便益

上水事業における経済的便益として、一般的に考えられる主な要素は以下のとおりである。

- ① 代替水源の価格
- ② 追加的な便益に対する支払意志額
- ③ 水質改善に伴う衛生状態の改善
- ④ 水汲み労力の削減

これらのうち、④水汲み労力の削減はチュニジアの水道普及率を考えれば便益として殆ど見込めないため、既往の代替水源の価格、追加的な便益に対する支払意志額、水質改善に伴う衛生状態の改善について調査した。便益の算出にあたっては既存のデータに加え、住民へのアンケート調査を実施し、支払意志額などのデータを収集した。その結果、非追加的供給分として①代替水源の価格と、追加的供給分として②追加的な便益に対する支払意志額を算入する。③水質改善に伴う衛生状態の改善についても調査・検討を行ったが、本事業の健康被害低減効果を定量的に計ることは困難と判断し、便益



として算入しないこととした。詳細は以下のとおり。

① 代替水源からの取水費用削減

水不足が発生した際に生じる生活や商工業への損害は、現状では他水源からの取水で回避されている。そのため、水不足による損害額も代替水源からの取水費用と同等程度と考えられる。データの入手可能性と正確性から、本調査では水不足が発生した際の代替水源からの取水費用を使用し、これの削減効果を便益に算入する。

他水源からの取水に係る費用で直接的に本事業の効果として考えられる代替水源（新規井戸）の建設・運転維持管理費用の削減額を過去の実績を基に以下のとおり算出する。

新設井戸の建設費用

2012年夏期の水不足の経験から、SONEDEは2013年にスファックスの水源として9か所の井戸を新設している。これら新設井戸の稼働率が平均して100%に近いことから、海水淡水化施設建設などで新たな水源が確保できない限りは、地下水資源枯渇についての問題は別として、さらに井戸建設が継続的に必要となると考えられる。一方、海水淡水化施設が建設された場合には、その新規井戸建設費用が不要となる。このため、該当する費用削減分を便益として算入する。

以下に新規建設井戸で稼働状況が確認できる6ヶ所の井戸に関する給水量と建設費用を示す。

**表 10.12-7 シディ・ブジド県内の新設井戸建設費用**

単位：TND

対象	建設年	給水量	建設費用
Garaat Hadid2	2013	15L/秒 x 75%	92,548.526
Garaat Hadid3	2013	25L/秒 x 125%	93,101.574
Ouled Asker 2	2013	40L/秒 x 100%	220,036.037

出典：JICA 調査団

**表 10.12-8 スファックス県内の新設井戸建設費用**

単位：TND

対象	建設年	給水量	建設費用
Mahrouga	2013	30L/秒 x 100%	327,991.401
PK15	2013	50L/秒 x 125%	350,352.787
Agareb	2013	15L/秒 x 50%	266,204.032

出典：JICA 調査団

表 10.12-7 と 10.12-8 から井戸新設に係る費用は井戸一本当たり平均 225,039TND となり、30年間で償却すると想定すると約 7,500 TND/年の費用となる。SONEDEは2013年に9本の井戸（総揚水量は約 8,632,980 m<sup>3</sup>/年（23,652 m<sup>3</sup>/日））を新設しており、9本合計で 67,500 TND/年の費用となる。したがって、揚水量 1m<sup>3</sup>当たりの井戸建設費は；

$$67,500 \text{ TND/年} \div (23,652 \text{ m}^3/\text{日} \times 365 \text{ 日/年}) = 0.008 \text{ TND/m}^3$$

となる。海水淡水化施設生産水量を対象とし、この井戸建設費を本事業の実施により不要となった代替水源建設費用として経済的便益に算入することも考えられるが、金額が少ないため本調査では見込まない。

代替水源生産費



地下水揚水の全揚程を 150 m と仮定すると、揚水にかかる電力費は約 0.100 TND/m<sup>3</sup> である。除鉄その他費用としてこれに 20% を加算し、合計 0.120 TND/m<sup>3</sup> を生産水単価と推定し、海水淡水化施設生産水量を対象とし、本事業の実施により不要となった代替水源生産費として経済的便益に算入することも考えられるが、金額が少ないため本調査では見込まない。

#### 枯渇プレミアム

井戸の建設に際して、その費用と共に考慮すべき事項として地下水資源の減少が挙げられる。現状は地下水の揚水規制により、持続的な地下水資源の保全に努力しているが、本事業で最終的に予定している 200,000 m<sup>3</sup>/日を海水淡水化施設ではなく地下水を揚水して確保した場合、地下水資源の保全は困難となり将来的に地下水の枯渇が危惧される。アジア開発銀行のマニュアル「Handbook for the Economic Analysis of Water Supply Project」 March 1999 ADB」では、地下水の枯渇は国家的見地からの損失として、枯渇プレミアム (Depletion Premium) を設定している。これは本来は枯渇が予想される水資源を利用する場合に追加費用として見込むものであるが、本事業のように、事業の実施により地下水資源の枯渇を防止できる場合には、上記した代替水源建設費の追加費用として算入し、経済的便益として考慮することが考えられる。

本事業の実施により潜在的にもたらされる地下水揚水量の削減量は海水淡水化施設生産水量であり、加えて既存井戸揚水量の 20% 程度が削減される。このことから、本事業の実施により地下水資源の枯渇速度が鈍化することは確実である。しかし、その地下水資源枯渇に及ぼす影響度合いが不明のため、本調査では枯渇プレミアムを見込まないこととする。

SONEDE は本事業の他にも、農業用ダムからの転用、SECADENORD からの水の購入など、水不足を補うための対応を行っているが、これらはチュニジア国全体の慢性的な水不足（特に夏季の南部地域）に対応するものであり、本事業の海水淡水化施設建設だけで直接的にこれらの利用量を大幅に削減することができると思うのは妥当ではないため、ここでは考慮しない。

#### ② 追加便益に対する支払意志額

住民に対して実施したアンケート調査の結果を基に支払意志額 (willingness to pay: WTP) を算定し、それから水の経済的価値を想定し、追加的な経済的便益として算入する。支払意志額は環境評価手法で使われることのある仮想市場法 (CVM) によるアンケート方法で、住民に直接その価値に対する支払意志額を聞くものである。支払意志額の質問方法には自由回答形式、付け値ゲーム方式、二肢選択形式などがある。しかしながら本調査では革命後の社会情勢、特に住民感情に配慮して、金額を直接提示し具体的な値上げを想像させてしまうような質問形式は避けて欲しいと実施機関からの強い要望があったため、検討の結果、既水道加入者には海水淡水化施設の建設で追加的に期待できる便益に対して、現在の料金水準にどの程度の値上げ幅までなら支払ってもよいかという割合 (%) を選択してもらう質問形式とした。

##### a) アンケート調査概要

調査実施期間：2014 年 3 月 24 日～4 月 5 日

アンケート調査チーム：チームリーダー以下 11 名（うち女性 5 名） 大学卒業以上

調査開始前にアンケートについてトレーニングを実施

対象：一般世帯、公共施設、商工業、観光業

有効回答数 1,027 件（一般世帯 902、公共施設 34、商工業 74、観光業 17）

一般世帯はスファックス海水淡水化施設建設により、直接的に裨益効果を得られる 10 地域  
10 地域には都市部と地方部が含まれ、人口の多い地域のサンプルを多く設定

抽出方法：一般世帯の水道接続者は SONEDE のデータからランダムに選択

一般世帯の水道未接続者は対象地域からランダムに選択

公共施設、商工業、観光業は、対象地域内からランダムに選択

表 10.12-9 一般世帯地域別サンプル数計画値

Delegations	Housing: Census Results INS 2004			Number of Households by Delegated For our Sample: Urban Area	Number of Households by Delegated For our Sample: Non-Urban Area	Number of Households by Delegated For our Sample: Urban and non-Area
	Urban Area	Non Urban Area	Total			
Sfax City	34 872		34 872	167		167
Sfax West	30 495		30 495	146		146
Sakiet Ezzit	19 249	1 017	20 266	92	5	97
Sakiet Eddaïer	26 182	1 037	27 219	125	5	130
Sfax South	20 505	6 921	27 426	98	33	131
Tina	6 858	4 769	11 627	33	23	56
Agareb	2 262	6 363	8 625	11	30	41
Djebeniana	1 801	8 950	10 751	9	43	52
El Amra		7 116	7 116		34	34
El Hencha	1 665	8 161	9 826	8	39	47

出典：JICA 調査団

表 10.12-10 地域別実サンプル数

Location	Data	Share in the total: %	Share for valid data: %	cumulative percentage: %
Sfax City	277	27,0	27,0	27,0
El Hencha	47	4,6	4,6	31,5
Sfax West	149	14,5	14,5	46,1
Sakiet Ezzit	97	9,4	9,4	55,5
Sakiet Eddaïer	131	12,8	12,8	68,3
Sfax South	133	13,0	13,0	81,2
Tina	57	5,6	5,6	86,8
Agareb	52	5,1	5,1	91,8
Jebeniana	52	5,1	5,1	96,9
El Amra	32	3,1	3,1	100,0
Total	1027	100,0	100,0	

出典：JICA 調査団

表 10.12-11 水道接続者・未接続者数

Area / Type	already a subscriber	Not subscriber	Total Sample
Urban	816	3	819
Rural	190	18	208
Total	1006	21	1027

出典：JICA 調査団

b) 収入分布

収入に関する質問については回答を拒む人が多かったが、全有効回答のうち45%から当該質問に回答を得られた。また、所得の低い人は回答を拒む傾向が強いため、都市部人口の多い7地域からの回答となっている。そのため、回答した人の平均収入は650 TND/月で7,800TND/年となり、2012年のチュニジア国の一人当たりGNI6,324 TND/年よりも高い金額となっている。その他では工業事務所3,154,636 TND/月、ホテル4,500 TND/月、その他セクター48,738 TND/月となっている。

表 10.12-12 セクター別平均収入

	Number	Minimum TND / Month	Maximum TND / Month	Moyenne TND / Months	Standard deviation
Average Monthly Income for Gouseholds : TND/Month	406	10	2 000	650	354
Average Monthly Income for Industrial firms : TND/Month	11	1 000	10 000 000	3 154 636	3 066 900
Average Monthly Income for Hotels : TND/Month	3	1 500	10 000	4 500	4 770
Average Monthly Income for Sector « Others » : TND/Month	8	450	350 000	48 738	121 993

出典：JICA 調査団

表 10.12-13 地域別収入分布

	Sfax City	Sfax West	Sakiet Ezzit	Sakiet Eddaïer	Sfax South	Tina	Agareb	Total
Up to 200 TND / Month	11	1	1	5	14			32
From 201 to 500 TND / Month	53	18	10	8	27	12	12	140
From 501 to 1 000 TND / Month	67	53	19	8	32	9	3	191
More than 1 000 TND / Month	21	11	2	1	8			43
Total Valid Respondents	152	83	32	22	81	21	15	406

出典：JICA 調査団

c) 水道料金

水道料金の支払額平均は、一般世帯が45 TND/3 か月、工業事務所が6,426 TND/3 か月、ホテルが831 TND/3 か月、その他セクターが499 TND/3 か月となっている。

表 10.12-14 セクター別水道料金平均支払額

	Number	Minimum	Maximum	Average Size	Standard deviation
Households	875	4	600	45	39
Industry Firms	11	510	24 000	6 426	7 443
Hotels	15	20	4 000	831	1 128
Others (Exept households – Industry and Hotels)	103	5	12 000	499	1 443
Total Valid Respondents	1004				
Did not respond	23				
Total Sample	1027				

出典：JICA 調査団

d) 飲料水・生活用水水源

飲料水・生活用水の水源は 96.6%が SONEDE の個別接続給水であり、その他に井戸 13.3%、マジエル 33.2%、ミネラルウォーター33.2%の利用が確認された。マジエルは古くから家庭にある雨水を溜めて利用するシステムである。マジエルの水は煮沸して生活用水として利用されているようである。本調査ではマジエルの水を実際にどの程度、何の目的で使用しているかまでは確認できなかったが、ミネラルウォーターと併せて SONEDE の水道水以外の水源も日常的に利用していることが確認できた。

表 10.12-15 飲料水・生活用水水源（複数回答）

	Data (Number)	Share in the Total %
Individual connection	992	96,6
Public Tap	7	0,7
individual well	137	13,3
Mineral Water	341	33,2
Majel (Rainwater Collection)	386	37,6
Others	41	4,0
Total Sample	1027	100,0

出典：JICA 調査団

e) 現状の水道サービスに対する満足度

現在の SONEDE のサービスに関して満足度を確認したところ、11%が満足していると回答し、残りの 89%については、何かしら現状のサービスに不満を持っていることがわかった。現状のサービスで不満と考える項目について地域別に集計したデータを以下に示す。

サービスへの不満で最も多かったのが水質であり、88.2%（820 件）が不満と回答している。利用者は具体的な塩分や TDS 濃度をデータに基づき把握しているわけではなく、飲んだ時に美味しくないと感じるなど、感覚的な意味での水質と考えられる。以下、水圧、料金、断水の順となっている。

表 10.12-16 サービスへの不満（複数回答）

	Water quality	Water pressure	Price of drinking water	Water cuts	Others (Quantity)	Area served by the drinking water	Share (%) Quality / Total Sample
Sfax City	222	76	110	81	12	2	80,1
El Hencha	34	15	10	7			72,3
Sfax West	120	62	57	21	2	2	80,5
Sakiet Ezzit	86	32	46	42			88,7
Sakiet Eddaïer	115	53	40	39	2	1	87,8
Sfax South	106	36	64	5	41	4	79,7
Tina	40	44	11	12	7	2	70,2
Agareb	41	30	29	16	3	7	78,8
Jebeniana	33	28	9	7	4		63,5
El Amra	23	17	2	5		1	71,9
Total	820	393	378	235	71	19	79,8

出典：JICA 調査団

f) 改善を希望するサービス

上記のサービスへの不満に関連して、改善を希望するサービスを複数回答で質問した。一番多かったのは水質であり 85%が改善を希望している。以下、水道料金の値下げ、断水時間の改善、水圧の改善と続く。この結果から水質に対する不満が高く、同時に改善を希望していることがわかった。

表 10.12-17 改善を希望するサービス（複数回答）

	Reducing water rate	Reduction of water cuts	Improvement of water quality	improving the pressure of the water supplied	Expansion of the area water supply	Improvement of quality / Total of Sample: %
Sfax City	150	120	236	80	9	85.2
El Hencha	9	24	33	17		70.2
Sfax West	66	55	117	56	1	78.5
Sakiet Ezzit	47	61	89	35		91.8
Sakiet Eddate	43	64	120	46	1	91.6
Sfax South	80	73	122	28	1	91.7
Tina	46	34	50	14	4	87.7
Agareb	34	8	42	28	18	80.8
Jebeniana	8	24	32	21	3	61.5
El Amra	10	16	28	15	1	87.5
Total	493	479	869	340	38	84.6

出典：JICA 調査団

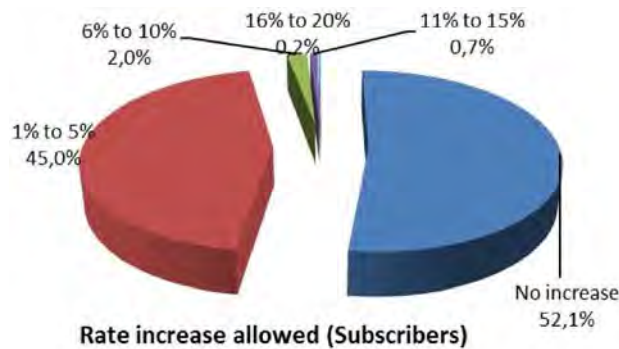
g) 支払意志額

水道サービスが改善した場合の支払意志額について、既水道接続者に現在の料金水準に対してどの程度の値上幅（%）を受け入れるか選択肢から回答してもらった。最も多かった回答は「値上げを望まない」であったが、次に多かったのが最低レベルの値上率を選択する回答であった。値上げを受け入れるという回答の平均値上率は 2.8%である。質問形式から開始点バイアスがかかってしまうことはある程度想定されたが、少ない値上幅ながらも支払意志を表明した人が値上げを希望しない人と同程度存在したことから、水道サービスが改善されれば一定程度の水道料金の値上げは許容される余地はあると考えられる。

表 10.12-18 サービスが改善された場合の支払意志額（値上率）

Ranges of increase	Data	Share in the total: %	Share for valid data: %	cumulative percentage: %
No increase	518	51,5	52,1	52,1
1% to 5%	448	44,5	45,0	97,1
6% to 10%	20	2,0	2,0	99,1
11% to 15%	7	,7	,7	99,8
16% to 20%	2	,2	,2	100,0
Total valides	995	98,9	100,0	
Not responding	11	1,1		
Totalsubscribed	1006	100,0		
Total Not Subscribed	21			
Total Sample	1027			

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 10.12-3 サービスが改善された場合の支払意志額（値上率）分布

また、調査対象数は少ないものの、水道未接続者に対し、水道に接続できる場合の支払意志額を直接的な金額で質問した。その結果は平均 8.583 TND/m<sup>3</sup><sup>i</sup>であり、水道既接続者に比べて相当に大きな金額を回答する人が多かった。水道未接続者がこのような高い支払意志額を回答した理由として、現在の水売りからの水の購入費用が高いことが考えられる。チュニジア国内で合法的に水を販売しているのは SONEDE とミネラルウォーターの販売会社のみであるが、水道未接続者の中には非合法の個人の水売りから水を購入しているケースがある。これは井戸水や水道水を許可なく個人ベースで販売しているもので、価格は 1.5 TND/20L 程度、つまり 75 TND/m<sup>3</sup> であり水道水に比べてかなり割高である。水売りから水を購入する場合は、ポリバケツなどで購入・保管することになり、衛生面でも水道水に比べればかなり劣ると考えられる。また、チュニジア国内で売られているミネラルウォーターは、チュニジア北部で採取した自然水である。ミネラルウォーターの小売店での販売価格は約 0.5 TND/1.5L 程度であり、換算すると 333 TND/m<sup>3</sup> と高額になる。これらを考慮すると支払意志額として示された 8.583 TND/m<sup>3</sup> は妥当と考えられる。

表 10.12-19 水道未接続者の水道料金支払意志額

TND / m <sup>3</sup>	Data	Share in the total: %	Share for valid data: %	cumulative percentage: %
5	1	7,7	7,7	7,7
6	1	7,7	7,7	15,4
7	2	15,4	15,4	30,8
8	1	7,7	7,7	38,5
10	7	53,8	53,8	92,3
15	1	7,7	7,7	100,0
Total	13	100,0	100,0	
No-responding	8			
Total	21			

出典：JICA 調査団

<sup>i</sup> 他に比べて異常に高い 15TND/m<sup>3</sup> を除く回答値の単純平均

水道既接続者で値上げしてもよいという回答の平均値上率 2.8%を、現状の料金水準の 0.382TND/m<sup>3</sup>に上乘せした場合、約 0.393 TND/m<sup>3</sup>とほぼ現在の価格と同一であるが、水道未接続者の支払意志額は 8.583 TND/m<sup>3</sup>である。将来的に給水量が不足し、水売りの水やミネラルウォーターを購入する必要性を考えると、8.583 TND/m<sup>3</sup>は代替水源の価格とも考えられる。水道既接続者と水道未接続者の差分の大きさを考慮し、代替水源の価格から経済的価格を簡易に算出する方法を援用して、この 8.583 TND/m<sup>3</sup>と既接続者が許容する値上後の水道料金である 0.393 TND/m<sup>3</sup>の中間の金額 4.488 TND/m<sup>3</sup>を経済分析における水の経済的価格として経済的便益に算入する。実際の料金水準を検討する際には、収入などを考慮し適切な水準を設定するが、ここでは経済価値として経済分析の基礎数値とする。

$$\text{水の経済的価格単価} = (8.583\text{TND/m}^3 + 0.393\text{TND/m}^3) \div 2 = 4.488 \text{TND/m}^3$$

海水淡水化施設供給量 71,428m<sup>3</sup>/日 (日平均)

$$\text{水の経済的価格 } 71,428\text{m}^3/\text{日} \times 365 \text{日} \times 4.488\text{TND} = 117,007,635 \text{TND/年}$$

### ③ 水質改善に伴う衛生状態の改善

上水道事業で経済的便益の一つに挙げられる項目として、水質改善に伴う健康被害の軽減がある。本事業対象地域の地下水は TDS 濃度が高いことがわかっており、水質改善に伴う健康影響についてもアンケート調査で回答を得た。アンケートの内容は、まず水に起因する病気に罹ったことがあるかを質問し、「ある」と回答した人に対して、病名を質問する方式とした。結果を以下に示す。回答に示すとおり水に起因する病気に罹ったことがあると回答した人は、全体の 13% (132 人) に上った。

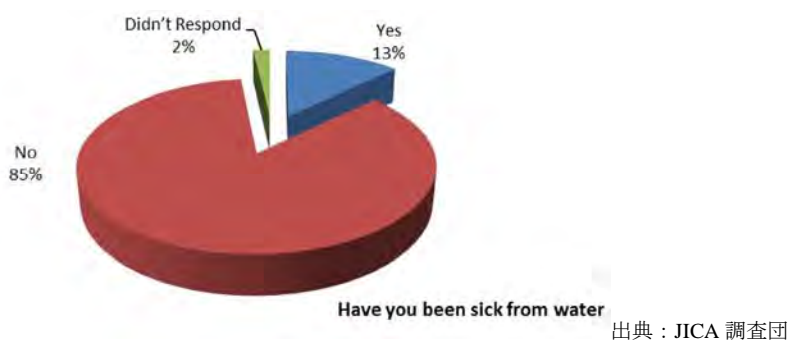
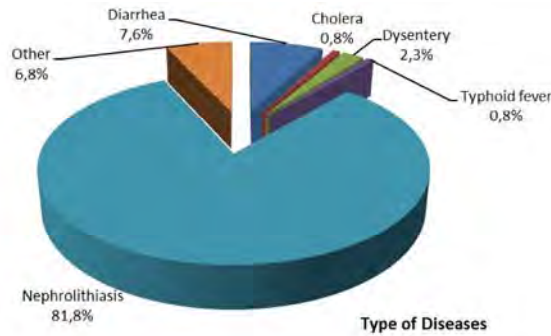


図 10.12-4 水因性の病気に罹った経験の有無

水に起因する病気にかかったことがあると回答した人に、その病名を回答してもらったところ、腎結石症 (Nephrolithiasis) と答えた人数が 108 人と突出して多い。腎結石の原因として一般的に考えられるのは動物性蛋白質や糖質の過剰摂取と、水分摂取の不足などである。スファックス保健局の見解でも水道水の水質に直接的な要因があるとは考えにくいとの回答を得た。一方で水質に対する不満が高いことから、水道水を飲料水として摂取する量が少なくなり、腎結石の一因となっている可能性はあると推察することができる。しかしながら、TDS 濃度以外の特筆すべき水質の問題はなく、病気の原因も複数の要素が関連しており、本事業の実現がどの程度健康被害の低減に効果を及ぼすことができるかを定量的に計ることは難しいため、今回は便益検討の対象とはしない。





出典：JICA 調査団

図 10.12-5 水因性の病気と思われる病名

(2) EIRR 算出

上記検討を基に便益を算出し、EIRR を計算した結果を以下に示す。EIRR は 12.08% となり、社会的割引率 10% を上回る経済的便益が見込まれる。EIRR の算出結果及びキャッシュフロー表を表 10.12-20、10-12-21 に示す。

キャッシュフローの各項目の算出根拠は以下のとおり。

事業費 (Project Cost)

表 10.5-1 事業費から、以下を使用する。

- ・ I) Procurement / Construction と II) Consulting services それぞれに Physical contingency の 5% を加味した金額
- ・ Administration Cost
- ・ Price escalation、Land Acquisition、VAT、IDC は除外
- ・ 内貨 (LC) は SCF (0.98) で経済的価格に変換。

運転・維持管理費 (Operartion & Maintenance Cost)

表 10.8-1 の金額を日本円に換算し使用。ただし、その 10% は固定費とし、90% を生産水量に比例して増減する。

便益 (経済的価格) (Economic Price of Water)

アンケート結果を基に算出した 4.488TND/m<sup>3</sup> を水の経済的価格と推定し、海水淡水化施設生産水量 (年間生産水量 = 日平均生産水量<sup>j</sup> × 365 日) を乗じて便益として算入する。

表 10.12-20 EIRR 算出結果

単位：円

総費用	事業費	40,983,078,860
	運転・維持管理費	49,017,529,664
総便益	便益 (経済的価格)	215,266,870,311
総利益		125,266,261,787
EIRR		12.08%

出典：JICA 調査団

<sup>j</sup> 日平均生産水量 = 日最大生産水量 / 1.4

表 10.12-21 EIRR キャッシュフロー表

単位：円

Stage	Year	Cost		Benefit	Net Benefit	Sensitivity Analysis		
		Project Cost*1	Operation & Maintenance Cost*2	Economic Price of Water*3		CAPEX +10%	Benefit -10%	Delay of 1 year
Construction	2015	0	0	0	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0	0	0	0
	2017	609,649,526	0	0	-609,649,526	-670,614,478	-609,649,526	-609,649,526
	2018	278,950,017	0	0	-278,950,017	-306,845,018	-278,950,017	-278,950,017
	2019	5,368,514,311	0	0	-5,368,514,311	-5,905,365,742	-5,368,514,311	-5,368,514,311
	2020	9,091,738,979	0	0	-9,091,738,979	-10,000,912,876	-9,091,738,979	-9,091,738,979
	2021	8,672,611,004	0	0	-8,672,611,004	-9,539,872,104	-8,672,611,004	-8,672,611,004
Operation & Maintenance	2022	7,843,472,543	0	1,606,469,181	-6,237,003,362	-7,021,350,616	-6,397,650,280	-7,843,472,543
	2023	7,295,989,680	391,979,012	6,604,373,301	-1,083,595,390	-1,813,194,358	-1,744,032,720	-5,689,520,498
	2024	1,687,724,398	1,676,743,126	7,139,863,029	3,775,395,504	3,606,623,064	3,061,409,201	4,524,669,891
	2025	134,428,403	1,676,743,126	7,139,863,029	5,328,691,500	5,315,248,660	4,614,705,197	5,328,691,500
	2026	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2027	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2028	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2029	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2030	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2031	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2032	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2033	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2034	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2035	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2036	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2037	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2038	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2039	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2040	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2041	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2042	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2043	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2044	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2045	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
	2046	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903
2047	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
2048	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
2049	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
2050	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
2051	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
2052	0	1,676,743,126	7,139,863,029	5,463,119,903	5,463,119,903	4,749,133,600	5,463,119,903	
TOTAL		40,983,078,860	49,017,529,664	215,266,870,311	125,266,261,787	121,167,953,901	103,739,574,756	119,803,141,884
Exchange Rate		61.02 Yen/TND		EIRR	12.08%	10.93%	10.47%	10.79%

\*1: Project Cost - (Price Escalation Cost + Land Acquisition Cost + VAT + IDC) 内貨部分は SCF (0.98) で経済価格に変換。

\*2: 表 10.8-1 と表 10.8-2 に示す運転維持管理費のうち 10%は固定費とし、90%を生産水量に比例して増減。

$$\text{運転維持管理費} = 36,990,400 \text{ TND} \times (0.1 + 0.9 \times (\text{年間生産水量} / (100,000 \times 365)))$$

2022 年 10 月から 1 年間は性能試験期間として工事費に海水淡水化施設運転管理費が含まれている。

\*3: 生産水量に対して 4.488TND/m<sup>3</sup>\* の経済価格を想定。\*: 社会調査で得られた水道未接続者の WTP 8.583TND/m<sup>3</sup> と既接続者が許容する値上げを含む水道料金単価 0.393 (=0.382x1.028) TND/m<sup>3</sup> の中間値。

$$4.488\text{TND/m}^3 \text{ (経済価格)} \times 100,000\text{m}^3/\text{日} / 1.4 \text{ (海淡生産水量)} \times 365 \text{ 日} \times 61.02\text{TND/円} = 7,139,863,029 \text{ 円}$$

出典：JICA 調査団

### (3) 感度分析

事業費が 10 % 上昇した場合と、経済的便益が 10% 減少した場合、便益の発生が 1 年遅延した場合について感度分析を実施した結果を以下に示す。基準ケースでは EIRR は 1208 % となり、社会的割引率 10% を上回る経済的便益が見込まれる。その他のケースでも、EIRR は社会的割引率 10 % を上回る経済的便益が見込まれる。

表 10.12-22 EIRR 感度分析

Case	BASE	CAPEX +10%	Benefit -10%	1 year Delay
EIRR	12.08%	10.93%	10.47%	10.79%

出典：JICA 調査団

### 10.13 運用・効果指標

円借款事業ではアウトカムレベルの業績指標として、主なセクターに対して運用指標、効果指標を導入している。各指標の定義は以下のとおりである。

- ・ 運用指標：事業の運営状況を定量的に測る指標
- ・ 効果指標：事業の効果発現状況を定量的に測る指標

具体的には上水道事業に対する運用・効果指標（案）として表 10.13-1 が示されている。この中で基本項目として定義されている給水人口、水道普及率については、スファックス県の給水率は既に 98.1 % に達しており、効果指標として適当ではない。また、無収率/有収率についても、海水淡水化施設の建設により直接的な改善を見込むものではなく、本事業の運用指標として適切ではない。そのため、運用指標として給水量及び施設利用率を設定した。また、海水淡水化施設の稼働により各配水池からの配水の TDS 濃度を大きく低下することができる。SONEDE はその目標値を 1500mg/L 以下としており、本事業の実施によりその達成が可能になることから、それを運用指標の目標値とする。ただし、この目標値はスファックス海水淡水施設建設事業の目標であるが、他水源の開発状況など外部要因に影響を受ける。例えば、他水源の未供給可能量が十分にある場合、海水淡水化施設の運転費を節減するために、他水源供給量を増やし海水淡水化生産水供給量を減じた場合、他水源の TDS 濃度が海水淡水化生産水のそれよりかなり高いため、供給比率次第では TDS 濃度 1500mg/L 以下という目標水質を達成できない可能性がある。このため、目標達成の判断には外部要因（他水源の水量と水質）も合わせて測定し、達成の度合いを判断する必要がある。

表 10.13-1 上水道事業の代表的運用効果指標

カテゴリ	エリア	区分	指標	本案件
運用指標	事業実施エリア	基本	給水人口 (人)	—
		基本	給水量 (m <sup>3</sup> /日)	○
			施設利用率 (%)	○
		基本	無収率/有収率 (%)	—
		補助	漏水率 (%)	—
		補助	取水量 (m <sup>3</sup> /日)	—
補助	水質	○		
効果指標	事業実施エリア	基本	水道普及率 (%)	—
		補助	一人当たり給水量 (L/人/日)	—
		補助	地盤沈下量 (cm/年)	—
		補助	料金収入	—
	行政区全体	補助	水道普及率 (%)	—

出典：運用・効果指標リファレンス（第2版）を基に JICA 調査団が加工

表 10.13-2 本事業モニタリング指標

指標	指標計測方法	時期	基準値 (2013)	目標値 (2025*)
給水量 (m <sup>3</sup> /日)	一日最大給水量 = (年間の一日給水量のうち最大のもの)	毎年	-	100,000m <sup>3</sup> /日 (最大給水量)
最大施設利用率 (%)	施設利用率 (最大) = (一日最大給水量) / (施設能力) x 100	毎年	-	100% (最大利用率)
水質	各配水池 TDS 濃度	毎年	1,852~2,257mg/L	1500mg/L 以下

\*：2023年（引渡し予定）から2年後

出典：JICA 調査団

## 10.14 本邦技術の活用

### 10.14.1 海水淡水化施設構成要素

本事業の構成要素は以下のような分野に及んでいる。ここでは、本邦企業の世界における競争力を考慮し、参画可能性及び受注可能性について検討した。検討対象は下記の分野で、特に下線表示した分野については詳述した。

#### (1) 海水淡水化施設

1) 前処理設備

2) RO 膜

3) 高圧ポンプ

4) エネルギー回収機器

5) 制御システム

6) 淡水化システム設計・施工業務

#### (2) 海水取水・放水施設

1) 配管材料

2) 海洋施設施工業務

- (3) 生産水配水システム
  - 1) 送水ポンプ
  - 2) 送水配管材料、及び敷設業務
  - 3) 配水池建設
  - 4) 送水管理システム
- (4) 動力電源受電系統

#### 10.14.2 RO 膜

世界の RO 膜市場は 1990 年代までは中空糸型とスパイラル型が拮抗していたが、その後その形状がメーカー間で統一されたスパイラル型がユーザーに採用に対する安心感を与えたことにより、結果としてそのシェアを上げている。なお、チュニジアでは、SONEDE の既存淡水化施設はすべてポリアミド系スパイラル型を採用している。

RO 膜市場は、本邦企業（東レ、日東電工）と米国企業（Dow、Hydranautics（日東電工子会社））の 4 社でほぼ 90%近いシェアを占めており、近年市場に参入してきた韓国・中国製品はまだそれほど採用されていない。

世界最大のイスラエル Sorek 海水淡水化施設（514,000 m<sup>3</sup>/日）では Dow 及び Hydranautics の製品が使われており、その直前まで世界最大であったアルジェリア Magta 海水淡水化施設（500,000 m<sup>3</sup>/日）では、東レの RO 膜が採用されている。また、本プロジェクトサイト南方の Skhira 町の TIFERT 社（肥料工場）で稼働中のチュニジア国唯一の海水淡水化施設にも東レ製品が使用されており順調に稼働中である。

このように、日本製品は世界及びチュニジアで実績を有しているため、大型施設での実績を有しているこれらの膜の採用が推奨される。

#### 10.14.3 高圧ポンプ

高圧ポンプメーカーとしては、KSB（独）、Sulzer（独）、西島製作所が世界 3 強と言われている。この他、荏原製作所、Grundfos（デンマーク）、Calder（英）等も交えて世界市場シェアを争っている。

特に、西島製作所はその製品に対する信頼度、及びその後の保守体制等の充実を武器に業績を伸ばしており、2000 年以降の世界のトップ 10 プラントメーカーに採用されている。100,000 m<sup>3</sup>/日以上的大型プラントに限れば約 20%のシェアを獲得している。本事業では、1 系列が 25,000 m<sup>3</sup>/日に設定されたので、これに対応できる大型・高圧ポンプの選定にあたっては大型プラントでの実績のある製品を選定することが望まれる。

#### 10.14.4 エネルギー回収装置


この分野は、従来は高圧ポンプ軸に直結させたペルトン水車方式や、ターボチャージャー方式が主体であったが、近年は、効率性の高さから濃縮水の圧力を直接変換する圧力変換方式が採用されることが多い。5.1.2 節に記載の TIFERT 社海水淡水化施設でもこの圧力変換方式が採用されている。メーカーとしては、アメリカの ERI、Calder、FEDCO（ターボチャージャー方式）が先行している。

最近、ポンプメーカーの西島製作所が FEDCO と業務提携して本市場に参入しており、また、クボ

タや電業社機械製作所が圧力変換方式による本装置を開発中である。このように、本分野でも本邦企業製品は競争力のある製品供給が可能になってきている。

世界の上記3分野のトップサプライヤーを客観的に述べた記事が、業界誌である GWI(Global Water Intelligence) ニュースレターに掲載されており、本邦企業では東レと西島製作所の名前が挙げられている(図 10.14-1 参照)。

Published 10th June 2010



出典: GWI ニュースレター

Insight from Christopher Gasson, GWI publisher

Should desalination plant suppliers concentrate more on differentiating their product offerings? It is a question I raised in yesterday's Global Water Market 2011 webinar, and one which deserves closer investigation.

The theory is that the market may take a couple of years to regain its 2007 peak, during which time there will be too many contractors looking for too little work. The problem for most of them is that they all use the same equipment suppliers: membranes from Dow, Hydranautics or Toray, energy recovery devices from ERI, Fedco or Calder, pumps from KSB, Sulzer, or Torishima. The scope for differentiation is limited.

The market leaders – Degrémont, Veolia, Befesa, Acciona and IDE – all build great plants, but how different are the plants that each of them builds? My guess is that in order to increase their market share, desalters are going to have to

図 10.14-1 淡水化市場における主要製造業者 (記事)

#### 10.14.5 プラントメーカー

RO 膜利用の淡水化システムを設計・施工するプラントメーカーとしては、世界最大のイスラエル Sorek 海水淡水化施設を建設した IDE (イスラエル) や、ほぼ類似のアルジェリア Magta 海水淡水化施設を建設した Hyflux (シンガポール) に加え、地中海沿岸で実績を保有している Veolia (仏)、GE (米国、旧 IONICS)、Degremont (仏)、Acciona (西)、Befesa (西) 等の欧米勢が上位を占めている。この中で、GE はチュニジア大手エンジニアリング会社 EPPM と J/V で前述の TIFERT 社施設を建設している。

本邦企業では、サウジアラビア等で実績のある三菱重工業や近年インドで 300,000m<sup>3</sup>/日を超える海水淡水化施設を受注・建設中の日立製作所が大型施設建設の実力を有している。特に三菱重工業は、中東で実績もあり、現在、メデニン県及びガベス県で SONEDE から受注したかん水淡水化施設を建設中の Metito 社 (ドバイ) を子会社化しており、両社の協働作業が実現すれば、両社の長所を生かした設備が建設されることを期待できる。この他、小型ではあるがメデニン県ベン・ゲルデンに SONEDE のかん水淡水化施設を建設・納入した水道機工や、その他地域で経験のある神鋼ソリューション、東洋エンジニアリング、水 ing、日立造船等も優秀な技術を保有する企業である。

#### 10.14.6 その他の分野

##### (1) 淡水化施設関連

前処理施設は、ろ過器や水槽、低圧ポンプ関連の一般的な技術の製品が主体ゆえ、本邦企業が特に

優位に立てる部分は少ない。現地企業と協働する場合、一般的には現地企業に依頼することになる。このため、この分野を担当する本邦企業はないと言ってよい。

また、施設の運転を制御するシステム機器は、東芝や横河電機等が事業展開している。特に東芝は本邦初の沖縄県北谷海水淡水化施設に同社製品を納入しており、10.14.5 節記載のプラントメーカーの下で優秀な制御システムを納入することは可能である。

## (2) 海水取水・放流関連

この分野は大きく配管素材と工事に分類される。配管素材については、口径 2,000mm 前後の海底埋設用 HDPE 管を推奨案としており、本邦ではこの仕様品を製造できるメーカーは見当たらない。

また、海洋工事は現地の拠点の有無で競争力が大きく異なる。本邦大手海洋工事会社の五洋建設、東亜建設工業や総合ゼネコンの大成建設、前田建設工業等の参入の可能性はあるが、現地の実績がないため、実際の入札仕様内容・時期を見てからの判断になると考える。

## (3) 生産水送水システム

送水用大型ポンプについては、10.14.3 高圧ポンプに記載するメーカーに加え、クボタ、日立製作所、電業社機械製作所などが、日本国内及び海外で多くの実績がある。

送水管に用いられるダクタイル鋳鉄管のメーカーのクボタは世界 3 強の一つと言われているが、チュニジアの工事費予算では価格的に受注が困難と考える。また、距離的に欧州メーカーが近接しており、その点でも本邦企業は不利である。入札が公示された段階で参画するかしないか判断するとみられる。

## (4) 動力電源受電システム

本システムにおける本邦企業の優位性は特になく、輸送を考えた場合に地理的に不利である。したがって、本邦企業の参入の可能性は低いと考える。



## 第 11 章 本事業の妥当性及びリスクの確認

## 第11章 事業実施に係る懸念及びリスクの確認

第4章で海水淡水化施設を整備する必要性を検証した。同施設建設の実施に関して、財務面、環境面、電力供給面における懸念があり、本章ではそれらについて考察する。合わせて、現段階で考えられるリスクとその軽減策における検討結果を記載する。

### 11.1 財務に係る懸念について

本事業の海水淡水化施設建設において、政府が初期費用を負担する計画となっている。そのため SONEDE の財務面においては初期費用負担の考慮は必要ないことになる。しかし、運転・維持管理費に関しては、SONEDE が自主財源で賄うことになる。海水淡水化施設の運転・維持管理費は一般的な浄水処理プロセスに比べ高い。現在の SONEDE の財務運営状況では、何らかの対策を講じない限り、海水淡水化施設の運転・維持管理費による費用増加を賄うことはできず、収入を増加させて運転・維持管理費を負担することが現実的である。主な収入増加の方策として考えられることは、水道料金の値上げ、無収水率の改善、及び補助金の増額である。無収水率の改善については、水道施設の改善余地が大きい途上国に比べて、SONEDE の水道施設は改善余地が限定的であり、大きな収入増加にはつながらないと考えられる。さらに、一定の投資効果を発揮するまでには継続的な投資と時間が必要である。補助金の増額については、海水淡水化施設の建設費用を実質的に政府が負担することと SONEDE が今後も独立採算を前提に経営努力を行っていかなければならないことを考えれば、恒久的な対応としては望ましくない。したがって、収入増加方策で最も優位なものは水道料金の値上げであり、現在の低い料金水準に鑑み、適用可能な方策と考えられる。

FIRR の分析において記載したとおり、既存のケルケナ、ガベス、ジェルバ、ザルジスの4淡水化施設の生産水単価及び本調査の積算結果などから、海水淡水化の生産水単価は約 1.013TND/m<sup>3</sup> と試算された。本事業の年間生産水量は 36,500,000 m<sup>3</sup> であり、SONEDE の年間生産水量約 540,000,000 m<sup>3</sup> の約 6.7% である。SONEDE は表 11.1-1 に示す全国一律の料金体系をとっているため、本事業実施に伴う増加生産費用を全国一律に利用者に課すことを考えると、必要な水道料金は約 0.413TND/m<sup>3</sup> となる。これは現在の料金水準に対して約 0.031 TND/m<sup>3</sup> (または約 8.1%) の値上げになる。また、値上げ後の水道料金の可処分所得に対する割合は 0.67% 程度になる。

SONEDE は 2013 年から 2014 年にかけて、水道料金を 7% 以上値上げした。しかし、利用者から大きな反発を受けることもなく、問題無く受入れられている。SONEDE は今後 2 年間は同程度の値上げを行う方針を持っており、その後も継続した値上げをすべく検討している。インフレーション率次第であるが、今後 2 年間の 7% の値上げが実質的なものであれば、本事業による運転・維持管理費用の増加分は吸収可能である。

許容される水道料金水準は可処分所得の 4% 程度と一般的に言われている。チュニジア国の一人当たり可処分所得 4,478 TND/人/年を基に計算すると約 179 TND/人/年になる。表 11.1-1 に示されるとおり、上水道接続者数の 87% 以上は 41-70 m<sup>3</sup>/3 か月以下のカテゴリに属し、平均上水道料金は 20 TND/3 か月以下、年間ベースで試算すると約 80 TND/年(約 5,200 円)を支払っていることになる。これは、前述の許容料金水準の 45% であり、料金の値上げ幅は許容できるレベルであると考えられる。

表 11.1-1 カテゴリ毎の上下水道請求金額

カテゴリ	接続数 割合 (%)	消費水量 割合 (%)	平均消費 水量 (m <sup>3</sup> /四半期)	料金 (TND)	水道料金 割合(%)	下水道 料金割合 (%)	付加価値 税割合 (%)
家庭用	(0-20)m <sup>3</sup> /四半期	37.3%	8.0%	9	7.5	68.2%	12.3%
	(21-40)m <sup>3</sup> /四半期	29.9%	21.0%	30	16.9	66.8%	12.0%
	(41-70)m <sup>3</sup> /四半期	20.0%	23.6%	50	38.4	50.9%	9.2%
	(71-100)m <sup>3</sup> /四半期	5.2%	10.1%	82	91.9	55.4%	10.0%
	(101-150)m <sup>3</sup> /四半期	1.9%	5.3%	119	153.4	56.8%	10.2%
	(151-500)m <sup>3</sup> /四半期	0.8%	4.1%	222	374.8	58.8%	10.6%
	(501-+) m <sup>3</sup> /四半期	0.1%	2.3%	1264	2,244.2	57.9%	10.4%
中央官庁	1.3%	6.2%	207	407.4	50.5%	9.1%	
商業+地方役所+ その他	2.9%	5.3%	78	119.0	40.9%	7.4%	
工業	0.58%	7.6%	4995	9,841.3	52.2%	9.4%	
観光	0.06%	3.8%	2749	6,174.5	45.8%	8.3%	
非接続家庭用	0.04%	2.7%	3154	555.0	84.7%	-	15.3%

出典：RAPPORT DES STATISTIQUES ANNEE 2012

注：SONEDE の料金は四半期つまり 3 か月ごとに課金されている。

## 11.2 環境に係る懸念について

本事業実施による環境に対する影響は海域における問題と陸上における問題に分けられる。

海水淡水化施設の取水管及び放流管は海中に設置するため、海域の環境に直接影響を及ぼす。現在想定される施設用地の前面海域にはいずれも海草が生育しており、何らかの海棲生物の生育環境となっている可能性がある。ただし、本調査の実施時点では海草以外に特筆すべき生物は確認できず、環境当局へのヒアリングでも特に問題となるようなことはないという回答を得ている。今後 EIA 調査を実施することにより詳細な調査が行われるため、この点について問題の有無が確認されることになる。しかし、取水管及び放流管の埋設時に海底を掘削するため、海草が一時的に生育できなくなることは確実であり、この点について工事時に影響範囲を出来る限り小さくするような配慮が必要である。また、放流水の影響により、限定された範囲で継続して海草の生育に影響を及ぼすことが懸念される。このため、影響緩和策として相殺対策を導入することが必要である。

海水淡水化施設の建設が海岸部の未利用地で行われることになるため、工事中の工事車両の往来により引き起こされる問題以外は陸上環境への大きな影響はない。主として幹線道路沿いに送水管工事が相当の長距離で埋設されるが、これも工事中は交通への影響が大きく、一時的ではあるものの、工事時に極力影響を低減させるような交通規制を実施するような配慮が必要である。

以上、今後、EIA が実施され環境への影響が明確になるため、それに対する影響低減策を講じていくことにより、環境への影響は一時的なものに抑えることが可能である。

## 11.3 電力供給に係る懸念について

今回計画する海水淡水化施設は、全体計画では約 40 MW の需要電力を想定している。SONEDE は文書で 40 MW の電力供給について STEG の見解を求めたところ、2013 年 11 月に STEG スファックス支社から、変電施設を含む配電施設の費用負担と施設の位置等の計画内容に係る具体的な情報を求められ、SONEDE は本事業に関する情報を提供した。また、STEG は電力供給方法の概要および 40

MVW (150 kV) の電力供給が可能であることを文書で回答している。既に SONEDE と STEG の間で電力供給施設建設（ロット 7）に係る工事費用の STEG による見積金額について予備的な協議が行われていることから、配電設備が整備されれば海水淡水化施設の運転に必要な電力が STEG から供給されると考える。さらに、下記の状況からも海水淡水化施設に対する電力供給は可能であると考え。

- 発電電力： 2007-2013 年にかけて、発電電力は 1.51 倍に増加した。
- 販売電力量： 2007-2013 年にかけて、販売電力量は 1.28 倍に増加した。
- 受電容量の確保： 高圧受電であるため受電容量の確保は問題ない。
- 停電実績： 既設淡水化施設調査結果によると停電実績は殆ど無い。

図 2.2-6 に示したように 2007 年から 2013 年における STEG の発電電力の年平均増加実績は 370 MW/年である。この増強量は、本事業海水淡水化施設の需要電力 40 MW を大きく上回っており、その需要増を賄える発電能力増強の実績があるということになる。本事業施設の平均需要率（時間最大電力に対する年平均値）を 90 %程度と想定すると、第 1 期事業の年間消費電力量は約 158 GWh となる。2013 年の上下水道セクターへの販売電力量は 563 GWh であることから、本事業の実施により過去に例のない規模の電力供給量の増加が必要であることを示している。しかし、図 2.2-7 の 2007 年から 2013 年における STEG の販売電力量の年平均増加実績は 530 GWh/年であり、本事業海水淡水化施設の消費電力量の増加規模に対して、STEG はその 3 倍以上の販売電力量増加の実績を重ねてきた。なお、前述の 40 MW は全体計画に対しての必要電力量であり、第 1 期事業として生産水量が全体計画の半分であれば必要電力量もほぼ半減する。

上記した理由により STEG は今回の海水淡水化施設の需要電力を賄える供給能力があるものと考ええる。

#### 11.4 事業実施遅延に係る懸念について

本事業は 2015 年 12 月にプレッジされ、2016 年 3 月に円借款契約、その後のコンサルタント及び施工業者の選定を経て、2019 年 10 月から工事を開始し、2022 年 10 月の試験通水開始を想定している。この実施スケジュールが遅れるようであれば、2017 年から深刻化すると想定されるスファックス大都市圏の水不足状況が海水淡水化施設の完成まで続き、深刻度をさらに深めていくと推定される。また、表 10.12-22 に示すとおり、便益の発生つまり通水が 1 年遅れれば事業効果の目安となる EIRR は 1.34%低下する。

なお、本事業と並行して実施準備が進められているサイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池並びに浄水場の建設事業は、その第 1 期施設が 2020 年、第 2 期施設が 2024 年に通水が想定されており、当該事業の実施が遅れることは、期待される供給水量がスファックス海水淡水化施設に比べて多いため、スファックス大都市圏の水需給状況にさらに深刻な影響を与える。

#### 11.5 リスク軽減策の検討及び提案

##### 11.5.1 財務リスク及びその軽減策

現在の想定ではスファックスの海水淡水化施設については初期投資費用を政府が負担し、SONEDE は維持管理費用を負担することになる。維持管理費用を考慮する場合、人件費と電力費が大きな比重を占めるが、これらの費用の試算を行い、水道料金の値上げで吸収する必要がある。同時に維持管理

費用の見直し、外部委託を含めた運用費用の見直し、需要家に対する節水意識の醸成など、軽減策の検討を進める必要がある。

なお、本事業を実施した場合の維持管理費用の増加による財務的インパクト及び水道料金へのインパクトについて考えられるリスクとその軽減策を以下に示す。コストを意識した工事内容の検討や効率的な運営維持管理体制・調達の見直しなどを行うことに加え、料金水準を上げることを前提に需要者に対する説明を行い理解を得ることが必要である。本調査で実施したアンケートではサービスに不満を抱く回答も多く見られたため、水質の改善を含む事業全体のサービス改善を行うことで付加価値の向上を図っていくことも今後の課題であると考えられる。

財務面でのリスク分析及び軽減策を以下に示す。

表 11.5-1 財務リスクと軽減策

財務に係るリスク	リスクの原因	軽減策
海水淡水化施設整備初期費用の増加	工事費の増加	- 政府負担の増加 - 工事内容の見直し
海水淡水化施設維持管理費用の増加	高生産単価プロセスによる水供給量の増加	- 料金値上げの検討 - 人件費や物品購入費用等の見直し - 外注利用を含めた運用費用の圧縮 - 節水による高生産単価プロセスの稼働率 <sup>1</sup> の低下
料金値上げに対する住民の反発	急激な料金値上げ	- 料金見直しを踏まえた住民説明や広報 - 海水淡水化施設の利点に係る住民啓発 - 節水に係る住民啓発

### 11.5.2 環境・社会リスク及びその軽減策

本事業における環境・社会におけるリスクとして、工事期間中の住民生活への影響や、海水淡水化施設建設への住民側からの同意が得られない場合の住民運動や訴訟などが考えられる。そのため、事業実施にあたっては事前に十分な住民説明と工事期間中の近隣住民への配慮が必要となる。用地取得については過去の SONEDE による事業の実績から大きな問題は発生していないとのことであるが、本事業の用地選定にあたっては土地所有権を確認した上で決定する必要がある。

それ以外の環境社会面でのリスクについては、まず、チュニジア国が求める EIA の承認取得の遅れや承認されないリスクが考えられる。EIA の承認取得のために現地コンサルタントを活用した対応

<sup>1</sup> 沖縄県「北谷浄水場」海水淡水化施設（1997 年完成、造水能力 40,000m<sup>3</sup>/日）の稼働率（年間造水量/造水能力）は 1997 年～2006 年の 10 年間で約 25%。2011 年では 12.3%。低稼働率の大きな理由は使用電力量の多さ（6.17kWh/m<sup>3</sup>）、つまり高い造水コストである。また、同施設完成以降の代替水源（ダム 2 箇所）の開発も海水淡水化プラントへの依存度を低減に寄与している。（データ出典：沖縄県企業局ホームページ、同環境報告書）

一方、福岡県福岡地区水道企業団「海の中道奈多海水淡水化センター」海水淡水化施設（2005 年完成、造水能力 50,000m<sup>3</sup>/日）の稼働率（年間造水量/造水能力）は 2011 年で 78.0%に達している。湧水が同年にあったことと、他工事により筑後川水系による生産水量が低下したことが同年の高稼働率の理由であるが、他の年においても稼働率は高く（60%～83%）、水源も含め同地区の表流水系の上水供給能力が需要に対して不足していることが根本的な理由である。水量当たりの使用電力量は 5.87kWh/m<sup>3</sup>と沖縄県の施設に比べて小さいものの、同企業団牛頸浄水場の 0.18kWh/m<sup>3</sup>に比べれば相当に多い。（データ出典：同水道企業団ホームページ）

を行う必要がある。また、詳細設計及び事業実施時には海底環境や取水・放流による海洋への影響を十分に検討し、影響を最小限に留める必要がある。加えて漁業活動が行われている地域については自然環境の変化による漁業への影響も確認し、可能な限り事前にリスクを排除する必要がある。

環境社会面でのリスク分析及び軽減策を以下に示す。

表 11.5-2 環境・社会リスク及びその軽減策

環境社会に係るリスク	リスクの原因	軽減策
社会影響： - 工事中の住民生活への影響 - 住民の同意が得られない場合の訴訟など	- 上水道計画の社会的妥当性の不足 - 住民への広報不足 - 用地取得に関する協議の不調 - 海水淡水化施設による経済活動の影響（例：取水・放流管による漁業活動への影響、ポンプ場の騒音、工事による交通渋滞）	- 本プロジェクトの必要性を確認 - 住民への説明会開催と広報活動 - 技術的、経済的側面を考慮した上で、送水管やポンプ場を道路沿い、又は国有地に設置し、かつ住宅地を回避 - 用地取得予算の確保
自然環境への影響： - EIA 不承認 - 経済活動への影響	- 取水・放流による海洋環境への影響（TDS 濃度の変化、海流の変化、管工事による掘削など） - 上水量増加による下水量の増加とそれによる公共用水域の汚濁拡大	- 海洋環境を確認し影響の少ない場所を選定 - 取水・放流設備の運転シミュレーション結果による計画の調整 - 自然環境の変化による漁業などの経済活動への影響を確認 - 下水道整備計画の推進

### 11.5.3 電力供給リスク及びその軽減策

前出 11.3 節で検討したように電力供給は確保されると考える。電力供給能力の次に現時点で考えられるリスクは何らかの事故による停電である。水の安定供給と淡水化施設の機器の保全を考慮すれば停電はないことが望ましい。既存淡水化施設の 2 回線受電を行っている施設では停電実績は殆ど無かった。ベン・ゲルデンかん水淡水化施設は 1 回線受電のため 8 時間の長時間停電が過去に 1 回あった。停電の発生時期と時刻にもよるが、この程度の停電時間であれば、スファックス大都市圏では水量の多寡はあるものの他水源からの送水があり、配水池が十分な貯留機能を持っていれば、水供給に深刻な影響を与えることはないと考えられる。そのため、停電時においてもある程度の時間は確実に送水できるように、海水淡水化生産水タンクの容量を 6 時間とし、海水淡水化施設内送水ポンプ施設及び PK11、PK10、PK14 の各配水池のポンプ施設には非常用自家発電機を設置する。一方、海水淡水化プラントには非常用自家発電機を設置しない。その理由は下記のとおりである。

- 停電時でも貯水量と送水機能を確保できていれば、ある程度の時間は継続的な水供給ができる。
- 海水淡水化施設の運転には大容量の非常用自家発電機が必要であり、多額の初期費用が必要になる。

上記より、電力供給リスクと軽減策を表 11.5-3 に示す。

表 11.5-3 電力供給リスクと軽減策

電力供給に係るリスク	リスクの原因	軽減策
停電	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 発電能力不足</li> <li>- 事故</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 発電施設の増強</li> <li>以下、海水淡水化施設側</li> <li>- 2回線受電</li> <li>- 高圧線からの受電</li> <li>- 生産水タンクの容量確保</li> <li>- 非常用自家発電機の設置（送水ポンプ用）</li> </ul>

#### 11.5.4 事業実施遅延リスク及びその軽減策

本事業の実施スケジュールが遅れるようであれば、2017年から深刻化すると想定されるスファックス大都市圏の水不足状況が海水淡水化施設の完成まで続き、深刻度をさらに深めていくと推定される。事業実施遅延の原因となる要因は種々想定されるが、表 10.7-1 に示されるように本事業の実施には種々の手続きが必要とされることから、それらの手続きの個々の遅延が積み重なって大きな遅延を招く可能性が最も高い。また、道路用地内の管路工事に対する道路当局の工事許可等、工事期間中の関係省庁の工事実施に係る許可や承認の遅れが工事を遅延させることも多い。本事業は SONEDE に設置される PIU が関係部署と協力して実施していくことになるが、PIU の強いリーダーシップと関係省庁への働きかけが期待される。

事業実施の遅れに係るリスクと軽減策を表 11.5-4 に示す。

表 11.5-4 事業実施遅延リスクと軽減策

事業実施遅延に係るリスク	リスクの原因	軽減策
事業実施の遅延	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIU 設立の遅れ</li> <li>- 円借款契約締結の遅れ</li> <li>- 各種入札図書作成の遅れ</li> <li>- 各種 HAICOP 承認の遅れ</li> <li>- 各種入札評価の遅れ</li> <li>- 調達不調</li> <li>- 各種 JICA 同意の遅れ</li> <li>- 用地取得の遅れ</li> <li>- 関係省庁による工事実施に係る許可・承認の遅れ</li> <li>- 天候不順による海洋工事の遅れ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PIU の強力なリーダーシップと関係省庁への働きかけ</li> <li>- 十分な SONEDE 職員の確保</li> <li>- コンサルタントの雇用</li> <li>- 応札者が容易に理解できる適切な入札図書の作成</li> <li>- 柔軟な施工計画の作成</li> </ul>