

チュニジア国農業・水資源・漁業省
水資源開発公社（SONEDE）

チュニジア国
スファックス海水淡水化施設
整備事業準備調査

最終報告書
本 編

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 N J S コンサルタンツ
株式会社 アンジェロセック
日本テクノ株式会社

環境
JR(先)
15-123

本報告書では下記に示す 2015 年 5 月現在の外貨換算レートを適用している。

外貨換算レート： TND 1.000 = JPY 61.02

USD 1.00 = JPY 119.6

TND: Tunisian Dinar チュニジア・ディナール

JPY: Japanese Yen 日本円

USD: United States Dollars 米ドル

チュニジア国農業・水資源・漁業省
水資源開発公社（SONEDE）

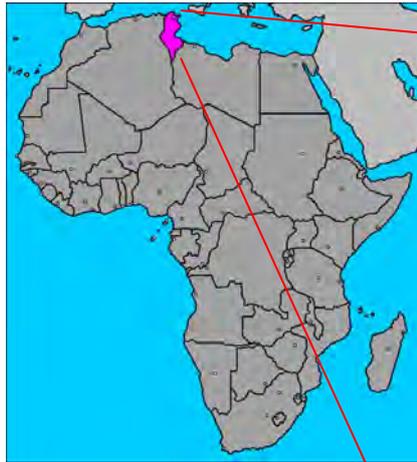
チュニジア国
スファックス海水淡水化施設
整備事業準備調査

最終報告書
本 編

平成 27 年 8 月
(2015 年)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

株式会社 N J S コンサルタンツ
株式会社 アンジェロセック
日本テクノ株式会社



調査対象地域

スファックス海水淡水化施設整備事業準備調査 準備調査報告書

目次

調査対象地域図	
目次	i
表一覧	v
図一覧	viii
略語一覧	xi
要約	S-1
第1章 調査の目的と内容	
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査概要	1-2
1.2.1 調査目的	1-2
1.2.2 調査対象事業	1-2
1.2.3 調査対象地域	1-2
1.2.4 調査関係機関	1-3
1.2.5 調査団	1-3
1.2.6 調査スケジュール	1-4
1.3 調査内容・範囲	1-4
1.3.1 フェーズ1の内容・範囲	1-4
1.3.2 フェーズ2の内容・範囲	1-5
1.4 水分野円借款既往案件	1-6
1.5 他開発パートナーの水道事業への支援状況	1-7
第2章 自然状況・社会状況	
2.1 自然状況	2-1
2.1.1 気象	2-1
2.1.2 地勢・地形	2-4
2.1.3 海洋状況	2-4
2.1.4 水文・水理	2-6
2.2 社会状況	2-6
2.2.1 社会経済情勢	2-6
2.2.2 人口	2-7
2.2.3 主要産業	2-8
2.2.4 土地利用	2-9
2.2.5 社会インフラ整備	2-9

2.2.6 経済情勢等における今後のトレンド	2-9
2.2.7 公衆衛生	2-10
2.2.8 電力供給事情	2-10
第3章 チュニジア国の水道事業の現状	
3.1 水セクターの関連組織と法令	3-1
3.1.1 概要	3-1
3.1.2 水資源総局 (DGRE)	3-3
3.1.3 農業土木・給水総局 (DGGREE)	3-3
3.1.4 ダム・大規模水利土木総局 (DGBGTH)	3-3
3.1.5 地方農業開発事務所 (CRDA)	3-4
3.1.6 水資源開発公社 (SONEDE)	3-4
3.1.7 関連法令	3-7
3.1.8 水質基準	3-8
3.2 チュニジア国の水需給の現状	3-8
3.2.1 チュニジア国の水資源量	3-8
3.2.2 チュニジア国の水需要	3-9
3.2.3 チュニジア国分野別水需給バランス	3-9
3.3 水需給に関する政策と将来計画	3-10
3.4 農業用水に関する政策と将来計画	3-11
3.5 工業用水に関する政策と将来計画	3-12
第4章 スファックス大都市圏の水需給計画	4-1
4.1 水道システムの現状と課題	4-2
4.1.1 年間給水人口及び給水量	4-2
4.1.2 水道水源	4-3
4.1.3 農業用水及び工業用水の現状と課題	4-10
4.2 関連計画の概要	4-13
4.3 その他の新規水源の検討	4-19
4.4 広域水道における水需給計画	4-20
4.4.1 需要水量について	4-20
4.4.2 新規水源計画	4-29
4.4.3 水需要と供給	4-29
4.4.4 広域水道における新規水源施設の課題	4-34
4.5 スファックス県における水需給計画	4-34
4.5.1 スファックス県における水需給	4-34
4.5.2 スファックス県における水需給の課題	4-37
4.6 スファックス大都市圏における水需給計画	4-37
4.6.1 スファックス大都市圏の水道施設の現況	4-37
4.6.2 スファックス大都市圏における水需給	4-40

4.6.3 スファックス大都市圏における水需給計画の課題-----	4-44
4.7 施設整備について-----	4-45
4.7.1 施設規模について-----	4-45
4.7.2 建設地点について-----	4-46
4.7.3 水供給量不足への対応-----	4-46

第5章 海水淡水化施設の検討

非公開情報

第6章 水道施設計画

非公開情報

第7章 電気設備計画

非公開情報

第8章 環境社会配慮

8.1 環境社会配慮調査の目的-----	8-1
8.2 本事業が分類されるカテゴリ-----	8-1
8.3 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要-----	8-2
8.4 ベースとなる環境及び社会の状況-----	8-5
8.5 チュニジア国の環境社会配慮制度・組織-----	8-9
8.6 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討-----	8-10
8.7 スコーピング及び環境社会配慮調査のTOR-----	8-10
8.8 環境社会配慮調査結果-----	8-22
8.9 影響評価-----	8-28
8.10 緩和策及び緩和策実施のための費用-----	8-33
8.11 モニタリング計画-----	8-40
8.12 ステークホルダー協議-----	8-45

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-----	9-1
9.2 用地取得・住民移転にかかる法的枠組み-----	9-2
9.3 用地取得・住民移転の規模・範囲-----	9-12
9.4 補償・支援の具体策-----	9-21

9.5 苦情処理メカニズム	9-22
9.6 実施体制	9-23
9.7 実施スケジュール	9-25
9.8 費用と財源	9-26
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	9-29
9.10 送電線建設に係る住民説明	9-31

第10章 事業実施計画

非公開情報

第11章 本事業の妥当性及びリスクの確認

11.1 財務に係る懸念について	11-1
11.2 環境に係る懸念について	11-2
11.3 電力供給に係る懸念について	11-2
11.4 事業実施遅延に係る懸念について	11-3
11.5 リスク軽減策の検討及び提案	11-3
11.5.1 財務リスク及びその軽減策	11-3
11.5.2 環境・社会リスク及びその軽減策	11-4
11.5.3 電力供給リスク及びその軽減策	11-5
11.5.4 事業実施遅延リスク及びその軽減策	11-6

付属資料----- 別冊

図面集

非公開情報

表一覧

表 1.2-1	スファックス大都市圏行政区域-----	1-2
表 1.4-1	チュニジア国水分野既往円借款案件一覧-----	1-7
表 1.5-1	他開発パートナーの水道事業への支援状況一覧-----	1-8
表 1.5-2	ドイツ復興金融公庫 (KfW) による支援中または計画中の淡水化施設----	1-9
表 2.1-1	スファックス大都市圏の気温-----	2-1
表 2.1-2	スファックス大都市圏の平均降水量-----	2-3
表 2.1-3	潮位-----	2-4
表 2.1-4	潮位変動 (2011~2013 年)-----	2-4
表 2.2-1	スファックス県、チュニス県及び全国の人口推移-----	2-7
表 3.1-1	農業・水資源・漁業省の水関係組織-----	3-2
表 3.1-2	SONEDE の概要 (2013 年実績)-----	3-4
表 3.1-3	既存淡水化施設の運転維持管理要員の配置数-----	3-6
表 3.1-4	水法の構成-----	3-7
表 3.1.5	チュニジア国飲料水水質基準 (NT09.14:1983)-----	3-8
表 3.2-1	チュニジア国の水資源及び利用可能量 (2013 年)-----	3-9
表 3.2-2	チュニジア国分野別需要水量 (2013 年)-----	3-9
表 3.2-3	チュニジア国水供給内訳 (2013 年)-----	3-9
表 3.2-4	水需給バランス (2013 年)-----	3-10
表 3.4-1	近年完了もしくは進行中のダム建設事業-----	3-11
表 4.1-1	スファックス県の人口及び給水人口-----	4-2
表 4.1-2	スファックス県の年間給水量 (有収水量)-----	4-2
表 4.1-3	シディ・ブジド県内の新規建設井戸-----	4-6
表 4.1-4	ジェルマ水源及びスベイトラ水源利用実績-----	4-8
表 4.1-5	スファックス県内の SONEDE が運転維持管理する井戸 (2012 年)-----	4-8
表 4.1-6	スファックス県内の新規建設井戸-----	4-9
表 4.1-7	スファックス県内 SONEDE 供給工業用水量推移-----	4-11
表 4.1-8	スファックス県内地下水揚水工業用水量推移-----	4-12
表 4.1-9	スファックス県内の工業用水井戸 (2012 年)-----	4-12
表 4.2-1	スファックス大都市圏に関連する水道計画の概要-----	4-13
表 4.2-2	広域水道戦略で策定された浄水場及び海水淡水化施設-----	4-19
表 4.3-1	スファックス県とジェルマ・スベイトラ水源の揚水量-----	4-19
表 4.4-1	広域水道戦略における水需要予測手法と本調査における修正点-----	4-22
表 4.4-2	県別使用水量実績及び計画使用水量-----	4-24
表 4.4-3	県別自己水源給水量実績-----	4-25

表 4.4-4	修正県別使用水量実績及び計画使用水量-----	4-25
表 4.4-5	県別計画有収水率-----	4-25
表 4.4-6	県別計画平均給水量-----	4-26
表 4.4-7	県別調整係数-----	4-26
表 4.4-8	県別計画最大給水量-----	4-27
表 4.4-9	県別行政人口及び給水人口-----	4-28
表 4.4-10	広域水道新規浄水場及び海水淡水化施設の整備年次-----	4-29
表 4.4-11	北部広域水道システム関連 7 県全体の需要水量-----	4-30
表 4.4-12	北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源なし)---	4-30
表 4.4-13	北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源あり)---	4-30
表 4.4-14	北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給計算-----	4-33
表 4.5-1	スファックス県の需要水量-----	4-35
表 4.5-2	スファックス県水需給バランス(新規水源なし)-----	4-35
表 4.5-3	スファックス県水需給バランス(新規水源あり)-----	4-35
表 4.6-1	配水管の現状-----	4-40
表 4.6-2	スファックス大都市圏水道事業計画概要-----	4-41
表 4.6-3	スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源なし)-----	4-41
表 4.6-4	スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源あり)-----	4-41
表 4.6-5	関連 7 県人口及び使用水量原単位 (日平均) (2012)-----	4-43
表 4.6-6	各国の使用水量原単位の比較-----	4-44
表 5.-	非公開情報	
表 6.-	非公開情報	
表 7.-	非公開情報	
表 8.3-1	非公開情報	
表 8.4-1	海洋生物の種類-----	8-8
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-----	8-9
表 8.7-1	スコーピング検討表：海水淡水化施設-----	8-12
表 8.7-2	スコーピング検討表：送水施設-----	8-15
表 8.7-3	スコーピング検討表：送電施設-----	8-18
表 8.7-4	環境影響評価調査 TOR 重要項目-----	8-20
表 8.8-1	環境社会配慮調査結果表-----	8-22
表 8.8-2	水温・TDS 条件-----	8-23
表 8.8-3	スファックスの漁労状況-----	8-26
表 8.8-4	海水淡水化施設用地周辺遺跡一覧-----	8-28
表 8.9-1	影響評価表：海水淡水化施設-----	8-29
表 8.9-2	影響評価表：送水施設-----	8-31

表 8.9-3	影響評価表：送電施設	8-32
表 8.10-1	緩和策	8-33
表 8.10-2	緩和策費用	8-38
表 8.11-1	海域排出基準 NT106-002	8-41
表 8.11-2	底生植物（ポシドニア）のモニタリング項目	8-41
表 8.11-3	モニタリング計画	8-43
表 8.11-4	モニタリングフォーム	8-44
表 8.12-1	ステークホルダー協議のプログラム	8-46
表 9.1-1	用地取得・住民移転の必要性	9-1
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	9-7
表 9.3-1	送水管ルート of 現状	9-13
表 9.3-2	用地取得対象人口	9-18
表 9.3-3	送水施設に係る用地取得範囲及び補償範囲	9-19
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	9-19
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	9-20
表 9.4-1	補償エンタイトルメント・マトリックス	9-22
表 9.8-1	オリーブ及び果樹の価格	9-26
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	9-28
表 9.9-1	社会配慮モニタリングフォーム（案）	9-30
表 10.-	非公開情報	
表 11.1-1	カテゴリ毎の上下水道請求金額	11-2
表 11.5-1	財務リスクとその軽減策	11-4
表 11.5-2	環境・社会リスク及びその軽減策	11-5
表 11.5-3	電力供給リスクとその軽減策	11-6
表 11.5-4	事業実施遅延リスクとその軽減策	11-6

図一覧

図 1.2-1	スファックス大都市圏行政区域-----	1-3
図 1.5-1	ドイツ復興金融公庫(KfW)による支援中または計画中の 淡水化施設の位置-----	1-10
図 2.1-1	2010年~2013年における気温の推移-----	2-2
図 2.1-2	2010年~2013年における湿度の推移-----	2-2
図 2.1-3	2010年~2013年における風速の推移-----	2-3
図 2.1-4	地中海の海流-----	2-5
図 2.1-5	主要河川-----	2-6
図 2.2-1	GDP と失業率推移-----	2-7
図 2.2-2	スファックス県、チュニス県及び全国の人口推移-----	2-8
図 2.2-3	主要産業の GDP 構成-----	2-8
図 2.2-4	上下水道アクセス-----	2-9
図 2.2-5	県別公衆衛生指標（インディケーター）-----	2-10
図 2.2-6	STEG 発電電力の推移-----	2-11
図 2.2-7	STEG 販売電力量の推移-----	2-11
図 2.2-8	STEG 販売電力量に占める上下水道セクターの割合-----	2-12
図 3.1-1	農業・水資源・漁業省組織図-----	3-1
図 3.1-2	農業・水資源・漁業省：農業土木・給水総局組織図-----	3-3
図 3.1-3	SONEDE 組織図（2014年10月現在）-----	3-5
図 3.1-4	SONEDE 生産局組織構成-----	3-5
図 3.5-1	チュニジア国主要工業地域図-----	3-13
図 4.1-1	北部広域水道システム関連7県、スファックス県、スファックス 大都市圏の位置-----	4-1
図 4.1-2	スファックス県水道水源概念図-----	4-3
図 4.1-3	北部貯水池群（農業・水資源・漁業省管理）及び SONEDE 浄水場の位置-----	4-4
図 4.1-4	水源ダム、用水路及び SONEDE 取水点概念図-----	4-5
図 4.1-5	ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム-----	4-6
図 4.1-6	ジェルマ・スベイトラ地下水システム送水系統図-----	4-7
図 4.1-7	スファックス県への3供給水源の月別供給水量の推移 （2006年~2012年）-----	4-9
図 4.1-8	ジェルマ・スベイトラ生産水量とスファックス県への送水量の推移 （2006年~2012年）-----	4-10
図 4.2-1	水供給計画最適案（F/S 報告書ミッション2：SOLUTION 2V2 部分抜粋）-----	4-16

図 4.2-2	広域水道戦略計画における水供給施設の位置-----	4-18
図 4.4-1	本調査における需要水量予測フロー -----	4-23
図 4.4-2	北部広域水道システム関連 7 県全体水需給バランス (供給水源：既存施設のみ) -----	4-31
図 4.4-3	北部広域水道システム関連 7 県全体水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設) -----	4-31
図 4.5-1	スファックス県水需給バランス (供給水源：既存施設のみ) -----	4-36
図 4.5-2	スファックス県水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設) -----	4-36
図 4.6-1	スファックス大都市圏配水管路整備計画 (2013 年) -----	4-38
図 4.6-2	スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源：既存施設のみ) -----	4-42
図 4.6-3	スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設) -----	4-42
図 4.7-1	節水コマ -----	4-48
図 5.-	非公開情報	
図 6.-	非公開情報	
図 7.-	非公開情報	
図 8.3-1	非公開情報	
図 8.3-2		
図 8.3-3		
図 8.3-4	取水・放流塔のイメージ-----	8-3
図 8.3-5	海水淡水化施設用地の概要-----	8-3
図 8.3-6	RO プロセスに利用される薬品 (緑) 及び排水 (点線) -----	8-4
図 8.4-1	海水淡水化施設用地周辺状況及び土地利用-----	8-5
図 8.4-2	送水管ルート沿い環境状況-----	8-6
図 8.4-3	本計画及びティナ塩田保護領域の状況-----	8-6
図 8.4-4	放流周辺の底生植物 (ポシドニア) の状況-----	8-7
図 8.7-1	EIA 監視委員会の活動-----	8-11
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---	8-21
図 8.7-3	環境社会影響評価の実施計画 (案) -----	8-21
図 8.8-1	シミュレーションモデルの仕組み-----	8-22
図 8.8-2	濃縮海水放流塔-----	8-23
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-----	8-24
図 8.8-4	放流塔からの距離と塩分濃度-----	8-24
図 8.8-5	スファックス県海岸海底植物ポシドニアの繁茂状況-----	8-25

図 8.8-6	底生植物平均繁茂率と水深の関係 -----	8-25	
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） -----	8-26	
図 8.8-8	BG ガス管と本事業施設の位置-----	8-27	
図 8.8-9	海水淡水化施設用地周辺遺跡-----	8-28	
図 8.10-1	ポシドニア海底植樹作業-----	8-34	
図 8.10-2	ガベス湾コンクリート人工漁礁設置計画-----	8-34	
図 8.10-3	人工漁礁設置計画（案） -----	8-35	
図 8.10-4	海上残土処分計画（案） -----	8-35	
図 8.10-5	濁水対策工法（案） -----	8-36	
図 8.10-6	マレシュ港の漁船-----	8-36	
図 8.10-7	ティナ塩田の取水位置及び塩-----	8-38	
図 8.10-8	ティナ塩田利用による緩和策（案） -----	8-39	
図 8.10-9	下水処理水利用による緩和策（案） -----	8-40	
図 8.11-1	ポシドニアとシモデセア（上）及びモニタリング方法（下） -----	8-42	
図 8.12-1	ステーキホルダー協議の公示-----	8-45	
図 9.1-1	SONEDE の通常水道管用地取得範囲-----	9-1	
図 9.2-1	SONEDE における用地取得手続-----	9-3	
図 9.2-2	地方評価・調整委員会議事録の例（英訳） -----	9-4	
図 9.2-3	海岸用地 -----	9-11	
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 -----	9-11	
図 9.3-1	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"><tr><td>非公開情報</td></tr></table> -----	非公開情報	
非公開情報			
図 9.3-2	本プロジェクトに関わる地域（コミューン） -----	9-13	
図 9.3-3	試掘調査位置及び B12 の位置と状況-----	9-17	
図 9.3-4	管建設作業範囲-----	9-18	
図 9.3-5	スファックス周辺の地域別の収入 -----	9-21	
図 9.6-1	用地取得手続の実施体制 -----	9-23	
図 9.6-2	漁業活動補償手続の実施体制-----	9-24	
図 9.6-3	用地取得手続の実施体制（送電線） -----	9-25	
図 9.7-1	社会配慮実施スケジュール-----	9-26	
図 9.8-1	送水管沿いの推定土地価格-----	9-27	
図 9.10-1	15km 送電線建設対象地域 -----	9-31	
図 9.10-2	送電線建設影響に関するアンケート -----	9-32	
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--	9-33	
図 10.-	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"><tr><td>非公開情報</td></tr></table> -----	非公開情報	
非公開情報			

略語一覧

AFD	フランス開発庁 (Agence Française de Développement)
AfDB	アフリカ開発銀行 (African Development Bank)
ANPE	環境保護庁-環境・持続可能な開発省 (Agence Nationale de Protection de l'Environnement)
APAL	海岸保全開発庁-環境・持続可能な開発省 (Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral)
C/P	カウンターパート (Counter Part)
COD	化学的酸素要求量 (Chemical Oxygen Demand)
CPI	消費者物価指数 (Consumer Price Index)
CRDA	地方農業開発事務所 (Commisariats Régionaux du Développement Agricole)
DGGREE	農業・水資源・漁業省 農業土木・給水総局 (Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux)
DCIP	ダクタイル鋳鉄管 (Ductile Cast Iron Pipe)
DGRE	農業・水資源・漁業省 水資源総局 (Direction Générale de Ressources en Eau)
EC	欧州委員会 (European Commission)
EIA	環境影響評価 (environmental impact assessment)
EIB	欧州投資銀行 (European Investment Bank)
F/S	フィージビリティ調査 (Feasibility Study)
FADES	アラブ社会経済開発基金 (FADES)
GDA	農業組合 (Groupements de Développement Agricole)
GDP	国内総生産 (Gross National Products)
GNI	国民総所得 (Gross National Income)
HDPE	高密度ポリエチレン (High Density Polyethylen)
ICT	情報通信技術 (Information and Communication Technology)
IME	機械・電気工業
IT/R	インテリム・レポート
ITH	繊維・アパレル工業
JICA	国際協力機構 (Japan International Cooperation Agency)
lpcd	一人一日当たり水量 (Liters per Capita per Day)
KfW	ドイツ復興金融公庫 (Kreditanstalt für Wiederaufbau)
MDICI	開発・投資・国際協力省 (Ministère du Développement, de l'Investissement et de la Coopération internationale)
ND	不検出 (not detected)
NT09.14	チュニジア国の飲料水水質基準 (NT09.14:1983 もしくは 2013)
NTU	濁度単位 (Nephelometric Turbidity Unit)
ONAS	下水道整備公社 (Office National de l'Assainissement)
PC	戦略地域 (Pôle de Compétitivité)

RO	逆浸透 (Reverse Osmosis)
SECADENORD	北部用水路・導水路開発公社 (Société d'exploitation du canal et des adductions des eaux du nord)
SEDCI	経済・財務省開発国際協力担当 ((現) 開発・投資・国際協力省、MDICI)
SONEDE	水資源開発公社 (Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux)
STEG	チュニジア電力・ガス公社 (Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz)
TDS	蒸発残留物 (Total Dissolved Solid)
TOR	委託事項 (Terms of Reference)
TND	ディナール：チュニジア国通貨単位 (Tunisian Dinar)
WHO	世界保健機関 (World Health Organization)

要 約

第1章 調査の目的と内容

1.1 調査目的

本調査は、借入人をチュニジア政府（外務省、開発・投資・国際協力省及び財務省が代表する）、実施機関を水資源開発公社（SONEDE：Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux）とする円借款事業に係る案件形成調査である。本調査は、スファックス海水淡水化施設整備事業に関し、円借款事業としての審査に資することを目的とする。

したがって、本調査の成果は、本事業に対する円借款の審査を JICA が実施する際の検討資料となり、本調査で取り纏める事業内容が円借款事業の原案として取り扱われる。

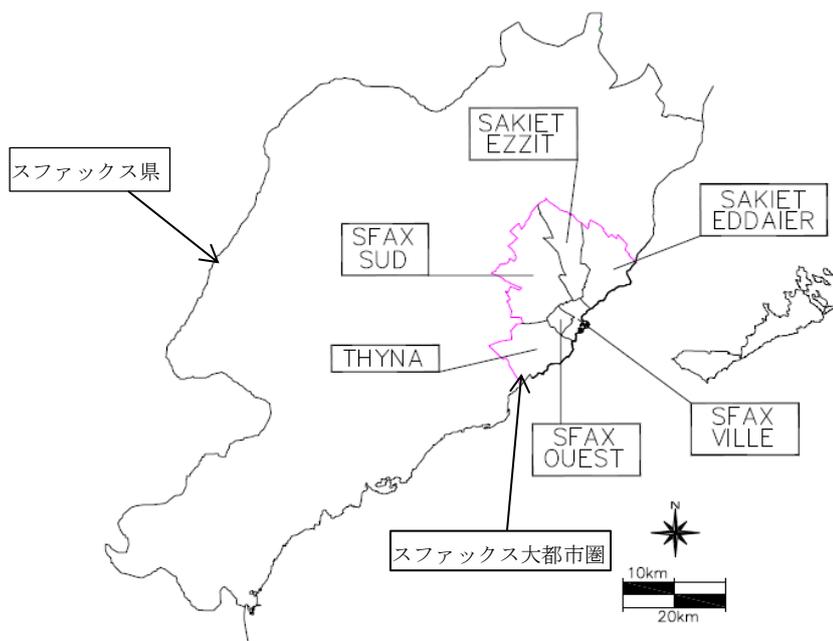
1.2 調査対象事業

本調査の対象事業は海水淡水化施設（生産水量約 20 万 m³/日、うち円借款対象として考えられている施設規模は 10 万 m³/日。取水・放流施設を含む）、送水管、配水池、及び付随のポンプ場である。

1.3 調査対象地域

本調査の対象地域は、スファックス大都市圏の管轄区域及び周辺地域である。スファックス大都市圏は、チュニジア国の首都チュニスから南東約 270km に位置する港湾都市であり、スファックス県の県都である。港湾を中心にして数本の幹線道路が内陸に向かって放射状に建設され、その道路の延伸に伴い、市街地が拡張されてきたという特徴を有する。また、近年は環状道路が整備され、その沿線にも市街地が発達しつつある。

スファックス大都市圏はスファックス市及び周辺の 5 つの市から構成される。



出典：JICA 調査団

図 1-1 スファックス大都市圏行政区域

1.4 調査関係機関

本調査に関係する主な機関は以下のとおりである。

- カウンターパート機関： 水資源開発公社（SONEDE）
- 関係省庁：
 - 1) 開発・投資・国際協力省（MDICI、円借款窓口）
 - 2) 財務省（円借款の借入・返済）
 - 3) 農業・水資源・漁業省（SONEDE の監督官庁）
 - 4) 外務省（外交関係、政府間契約）
 - 5) 環境・持続可能な開発省
環境保護庁（環境影響評価審査）（ANPE）
海岸開発保全庁（海岸用地開発承認）（APAL）

1.5 調査スケジュール

本調査は、以下のとおり 2 段階のフェーズに分けて実施された。

(1) フェーズ 1（2013 年 9 月～12 月）：海水淡水化施設建設の妥当性の確認

フェーズ 1 調査は 2013 年 9 月 13 日から始まり、国内事前準備作業を経て現地調査を 2013 年 9 月 28 日から 11 月 23 日まで行った。引き続き国内作業を 2014 年 1 月上旬まで継続した。フェーズ 1 の成果はインテリム・レポート 1 にまとめられた。

(2) フェーズ 2（2014 年 1 月～2015 年 8 月）：フィージビリティ調査の実施

フェーズ 2 調査は 2014 年 1 月から 2015 年 8 月まで実施された。第 2 回現地調査を 2014 年 1 月中旬から 3 月上旬まで実施し、国内作業を経てインテリム・レポート 2 に中間成果をまとめた。その後、第 3 回現地調査を 2014 年 4 月中旬から 6 月中旬まで実施した。6 月から 8 月までの国内作業期間において本調査の全ての成果を準備調査報告書(ドラフト)にまとめ、9 月 29 日に現地において SONEDE に説明した。その後、チュニジア国側のコメントを反映した準備調査報告書が 2015 年 8 月¹に提出された。本調査は 2015 年 6 月時点の情報を基に作成されている。

第2章 自然状況・社会状況

2.1 自然状況

スファックス大都市圏は国土面積 16 万 3,610 km² を有するチュニジア共和国の中部地帯である半乾燥気候の地域に位置するが、地中海に面しているため穏やかな気候である。スファックス大都市圏の自然条件は以下のとおりである。

2.1.1 気象

(1) 気温

過去 21 年間（1992 年-2012 年）の年平均気温は 18 °C であり、7 月から 9 月までの猛暑期及び 12 月から 2 月までの寒期があり、その中間期は過ごしやすい気候である。

¹ SONEDE のコメントを考慮し、水需給バランスと水配分計画及び対応した施設計画を見直し、また、外貨交換レートの変更により事業費を見直し、財務経済分析の再検討を行っている。

(2) 湿度

地中海の影響を受け、湿度は年間を通し 50%～70%前後と半乾燥気候であるものの比較的高い。

(3) 風

風は年間 300 日程度吹き、その風向は季節により異なり、冬季は陸風である北～南西、夏季は海風である東～南東、春季及び秋季は北及び東からの風が卓越している。

(4) 降水量

スファックス大都市圏の過去 20 年間（1991～2010 年）における年間平均降水量は 228.5 mm（主要表流水水源のある北部のチュニスでは 464.5 mm）である。毎月の降水量は 9 月～4 月の期間は各月において増減はあるものの平均で約 25 mm 程度であるが、5 月から減りはじめ、6 月～8 月の期間はほとんど降水がない状態となる。

2.1.2 地勢・地形

スファックス大都市圏は港を中心として扇状に広がった都市であり、海に向かって緩やかに傾斜した起伏の少ない単調な地形である。

2.1.3 海洋状況

(1) 潮位

スファックス港における平均潮位、最高、最低潮位は以下のとおりである。

表 2-1 潮位

	平均潮位	最高潮位	最低潮位
海抜 (m)	+1.16	+2.15	+0.00

出典：Rapport Du Centre Hydrographique Et Oceanographique De La Marine Nationale De La Tunisie

(2) 海流

地中海の海流は全般的に非常に弱く、気温が高く乾燥しているため海水蒸発量の多い地中海東部に向けて流れている。スファックス大都市圏近海ではスース方面からガベス港に向け、海岸に並行して緩やかに南へ流れている。スファックス大都市圏沿岸の潮流は干満に対応して反転しながら海岸に平行して流れている。

(3) 海底地形

スファックス大都市圏沿岸は全般的に遠浅の地形であり、特に、スファックス大都市圏の北側のラ・シェッパからケルケナ島近海を経てスファックス大都市圏までは、水深 5 m 以下の海底地形が連続している。スファックス大都市圏から南側のガベス湾沿岸では、沖合 5 km 前後付近まで水深 10 m 以下の海底地形が連続している。このため、スファックス港では大型船が入港出来るように港口から沖合までの 4.5 km 程を 11 m 水深となるように 60 m の幅員で航路の浚渫を行っている。

2.2 社会経済情勢

チュニジア国は世界銀行の所得分類上、「中進国」に位置づけられており、2013 年の GDP は 469.9 億ドル、GDP 成長率は年 2.5 % である。一人当たり GDP は 4,317 ドルで、2008 年以降の成長は鈍化している。完全失業率は 2013 年で 13.3% となっており、特に若年層の失業率が高く、長期間にわたって高水準で推移している。

2.3 人口

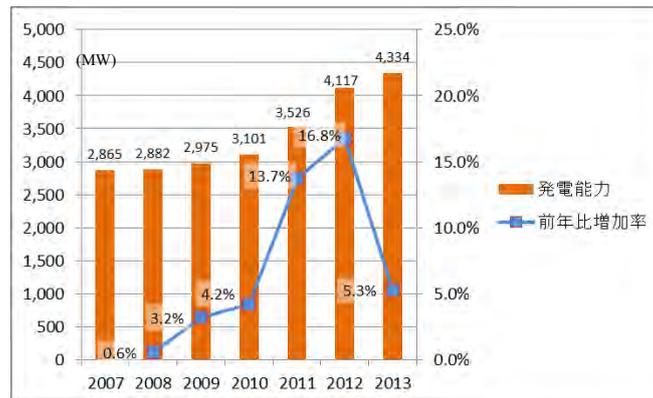
2013年時点でのチュニジア国の人口は1,089万人、都市部に約66%、農村部に約34%が住んでいる。その中で生産年齢人口は約43%、若年生産年齢人口は33%となっており、若年層の人口割合が高い。

環状道路11号線の内側を主要域とするスファックス大都市圏はチュニジア国第二の都市域であり、2013年7月現在、スファックス県の人口97万人の内62万人が居住する商業都市である。また、この地域には学生も多くその数は約5万人にも上ると言われているが、そのほとんどが他地域からの就学生であり、夏季休暇等の長期休暇時には極端に減少する傾向にある。なお、この時期には多くの観光客が同国に滞在するが、その主要な滞在地はハマメット、スース、ジェルバ等のリゾート地であり、スファックス大都市圏に滞在する観光客は少ない。

2003年～2013年の平均人口増加率は全国1.02%/年、チュニス県0.21%/年、スファックス大都市圏を含むスファックス県1.37%/年となっており、スファックス県の人口増加率は首都チュニスのそれを大きく上回っている。

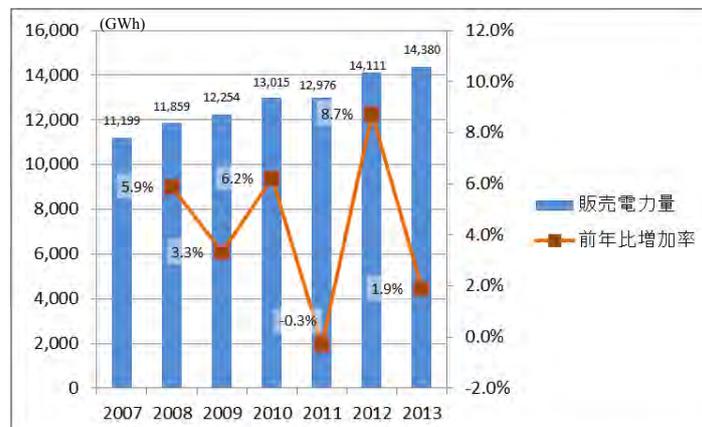
2.4 電力供給事情

チュニジア国において電力供給を行っているチュニジア電力・ガス公社 (STEG) の発電能力と販売電力量を図2-1、2-2に示す。



出典：Annuaire Statistique de la Tunisie 2007-11, <https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/produire.html> (2012-13)

図 2-1 STEG 発電能力の推移



出典：Annuaire Statistique de la Tunisie 2007-11, <https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/produire.html> (2012-13)

図 2-2 STEG 販売電力量の推移

STEG の発電能力は、2008 年以降、比較的高い増加率で増加しており、2011 年では対前年比 13.7 % 増の 3,526 MW、2012 年は 16.8%増の 4,117MW、2013 年は 5.3%増の 4,334MW となっている。

総販売電力量も全般的に増加傾向で推移している。2011 年は 2010 年末からのジャスミン革命の影響による産業活動の停滞が反映し、対前年比 0.3 %減の 12,976GWh と僅かに減少したが、2012 年では 14,111 GWh、2013 年では 14,380 GWh に増加している。

上記データにより、2007 年では販売電力量は発電能力の 44.6% ($= (11,199 \times 10^9) / (2,865 \times 10^6 \times 24 \times 365)$) であったが、2013 年では 37.9% ($= (14,380 \times 10^9) / (4,334 \times 10^6 \times 24 \times 365)$) となっており、需給バランスが改善していることが分かる。このように、電力の需給バランスは改善されてきたが、STEG は今後の需要増大に備え、さらに発電能力の増強に努めている。

第3章 チュニジア国の水道事業の現状

3.1 水セクターの関連組織と法令

3.1.1 概要

チュニジア国の水セクターに係る政策は、1975 年に制定された「水法」(Code des Eaux) に基づき、農業・水資源・漁業省 (Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche) が決定している。農業・水資源・漁業省は SONEDE の監督官庁であり、農業・水資源・漁業省が水セクターに関する全国的な政策の決定や計画策定及び大規模水利施設の建設・運転維持管理を行い、SONEDE はこれらの政策や計画に整合した形で、同省所管の施設を適宜利用しながら、都市部と規模の大きな農村集落に対する水道水供給を行っている。

3.1.2 水資源開発公社 (SONEDE)

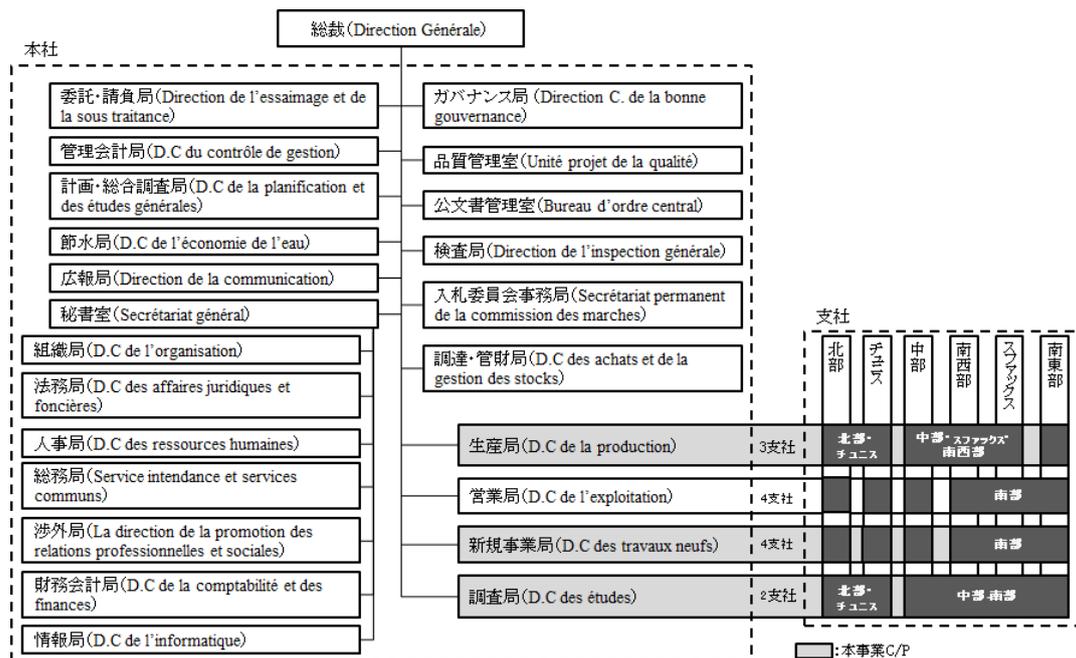
SONEDE は農業・水資源・漁業省を所管官庁とする独立採算運営による公社として 1968 年に設立された。全国を対象とした生活用水の供給を目的とする公社で、取水、導水、処理、送水及び配水に係る調査計画、施設の利用、建設改良及び運転維持管理を実施している。2013 年現在の組織の概要を表 3-1 に示す。

表 3-1 SONEDE の概要 (2013 年実績)

項目	概要	備考
給水接続数	2,550,318 接続	1000 給水栓あたりの職員数 6,818 人/2,550,318 接続×1000=2.67
給水人口	9.11 百万人	
年間生産水量	609.4 百万 m ³	表流水：347.2 百万 m ³ 地下水：234.4 百万 m ³ 脱塩水：19.7 百万 m ³ 除鉄水：6.2 百万 m ³
年間配水量	555.5 百万 m ³	
年間有収水量	449.9 百万 m ³	
管路延長	49,500km	取水・導水管：9,400km 送配水管：40,100km
職員数 (人)	総職員数 6,818 うち正社員 6,039 うち非正社員 779	正社員のうち、 技術職：4,505 名 事務職：1,534 名

出典：SONEDE

SONEDE の組織構成は次図に示すとおりである。



出典：SONEDE 及び JICA 調査団

図 3-1 SONEDE 組織図 (2014年10月現在)

3.2 チュニジア国分野別水需給バランス

チュニジア国の水資源の利用可能水量、水供給内訳、及び水需給バランスを表 3-2～表 3-4 に示す。水資源の利用可能水量のうち、TDS 濃度 3,000 mg/L 以下の水資源については、表流水はその 100%、地下水もほぼ全量を使っており、TDS 濃度 3,000 mg/L 以上の利用可能水源しか残されていない。しかし、この水源は用途によって TDS 濃度をどの程度まで許容できるのかが課題になる。例えば、農業・水資源・漁業省は 2,000 mg/L を灌漑用排水質基準としているが、利用可能な水資源でその基準に適合するものはほぼ使い切っている。また、3,000 mg/L 程度の TDS 濃度の灌漑用水でも、オリーブの栽培は可能であるが、長期間にわたって使い続けると土壌に塩分が蓄積されて栽培不能になると言われている。

表 3-2 チュニジア国の水資源及び利用可能量 (2013年)

(単位：百万 m³/年)

	水資源量	利用可能量*			
		TDS 濃度 <1,500mg/L	1500<TDS 濃度 <3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度	合計
表流水	2,700	1,200	400	100	1,700
地下水	2,100	300	800	500	1,600
合計	4,800	1,500	1,200	600	3,300

注*：農業・水資源・漁業省は既設のダムとの連携を改善して利用可能量を増加させる施策を講じている。

出典：農業・水資源・漁業省各種資料

表 3-3 チュニジア国水供給内訳 (2013 年)

(単位: 百万 m³/年)

用途	水需要	表流水			地下水		
		TDS 濃度 <1,500mg/L	1,500<TDS 濃 度<3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度	TDS 濃度 <1,500mg/L	1,500<TDS 濃 度<3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度
農業用水	2,160	970	370	0	250	570	0
飲料用水	380	160	0	0	40	110	70
工業用水	130	60	20	0	10	40	0
観光用水	30	10	10	0	0	10	0
合計	2,700	1,200	400	0	300	730	70
利用率		100%	100%	0%	100%	91%	14%

出典: 農業・水資源・漁業省、SONEDE 各種資料

表 3-4 水需給バランス (2013 年)

(単位: 百万 m³/年)

用途	水需要			利用可能量			利用率		
	表流水	地下水	全体	表流水	地下水	全体	表流水	地下水	全体
農業用水	1,340	820	2,160	/	/	/	/	/	/
飲料用水	160	220	380						
工業用水	80	50	130						
観光用水	20	10	30						
合計	1,600	1,100	2,700	1,700	1,600	3,300	94%	69%	82%

出典: 農業・水資源・漁業省、SONEDE 各種資料

3.3 水需給に関する政策と将来計画

チュニジア国では 2011 年の革命直前に第 12 次社会経済開発 5 か年計画 (2010 年-2014 年) を策定した。この計画の中で、都市における給水率は 100%、水質改善のための海水淡水化施設の設置が含まれている。但し、本計画は革命のため有効性が失われた。しかし、SONEDE は現在もこの開発計画に従い、業務に取り組んでいる。本事業は、都市の給水率を 100%に保ちつつ、海水淡水化施設を設置し飲料水の水質改善に寄与する事業であることから、チュニジア国における水セクターの政策に合致した事業であると位置付けられる。なお、チュニジア政府は 7%/年の GDP 成長率を目標とした新社会経済開発 5 か年計画 (2016 年-2020 年) を策定し、実行に移そうとしている。

第4章 スファックス大都市圏の水需給計画

4.1 水道システムの現状と課題

4.1.1 年間給水人口及び給水量

スファックス県の生活用水は、都市区域では SONEDE が給水し、村落部では SONEDE と農業・水資源・漁業省の農業土木・給水総局 (DGGREE) がそれぞれ受け持つ区域の給水をしている。スファックス県の 2006 年から 2012 年における人口及び水道給水人口は表 4-1 に示すとおりである。

表 4-1 スファックス県の人口及び給水人口

(単位：千人)

項目		年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
スファックス県人口			887.9	900.0	911.3	923.8	936.7	938.7	963.1
都市部	人口		570.0	578.9	586.5	595.6	605.0	613.8	624.2
	SONEDE 給水人口		570.0	578.9	586.5	595.6	605.0	613.8	624.2
	給水率		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
村落部	人口		317.9	321.1	324.8	328.2	331.7	334.9	338.9
	SONEDE 給水人口		179.2	183.8	188.6	192.3	194.4	197.6	199.9
	DGGR 給水人口		131.6	134.4	134.6	118.0	119.4	119.1	120.6
	給水率		97.8%	99.1%	99.5%	94.5%	94.6%	94.6%	94.6%
スファックス県給水率			99.2%	99.7%	99.8%	98.1%	98.1%	98.1%	98.1%

出典：SONEDE 年報

また、SONEDE が給水するスファックス県の 2006 年から 2012 年における年間給水量（有収水量）を表 4-2 に示す。

表 4-2 スファックス県の年間給水量（有収水量）

(単位：1,000 m³/年)

項目		年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
生活用水	各戸給水		23,037	24,064	26,164	26,388	28,093	29,138	31,440
	共同給水		1,364	1,560	2,116	1,965	3,072	2,396	2,862
	合計		24,401	25,624	28,280	28,353	31,165	31,534	34,302
官公庁・営業用水			3,186	3,278	3,257	3,307	3,428	3,464	3,648
工業用水			2,784	2,817	2,921	2,786	2,963	2,826	3,441
観光業用水			191	199	209	205	189	173	182
その他			229	246	188	136	138	177	97
スファックス県給水量			30,791	32,164	34,855	34,787	37,883	38,174	41,670

出典：SONEDE 年報

SONEDE が 2012 年に給水した用途別の給水量の比率は、生活用水：82.3%、官公庁・営業用水：8.8%、工業用水：8.3%、観光業用水：0.4%、その他：0.2%となっている。なお、このうち工業用水は SONEDE の水を業務用に使用している水量を示し、規模の大きい工場等の事業者は独自に井戸を掘り、そこから揚水した地下水を使用している。

人口増加、産業の進展等に伴い水需要が増加し、スファックス県の年間給水量も増え続けている。その需要増加に対応するために安定した水道水源を確保することが、SONEDE の大きな課題になっている。

4.1.2 水道水源の概要

スファックス県の水道水源は、北部広域水道システムからの送水、西部のシディ・ブジド県のジェ

ルマ・スベイトラ地下水送水システムからの送水、そしてスファックス県内の地下水の取水がある。2013年のピーク時の供給可能量は合計20.1万m³/日、各々の比率は42%、37%、21%である。スファックス県の水道水源の概念を図4-1に示す。

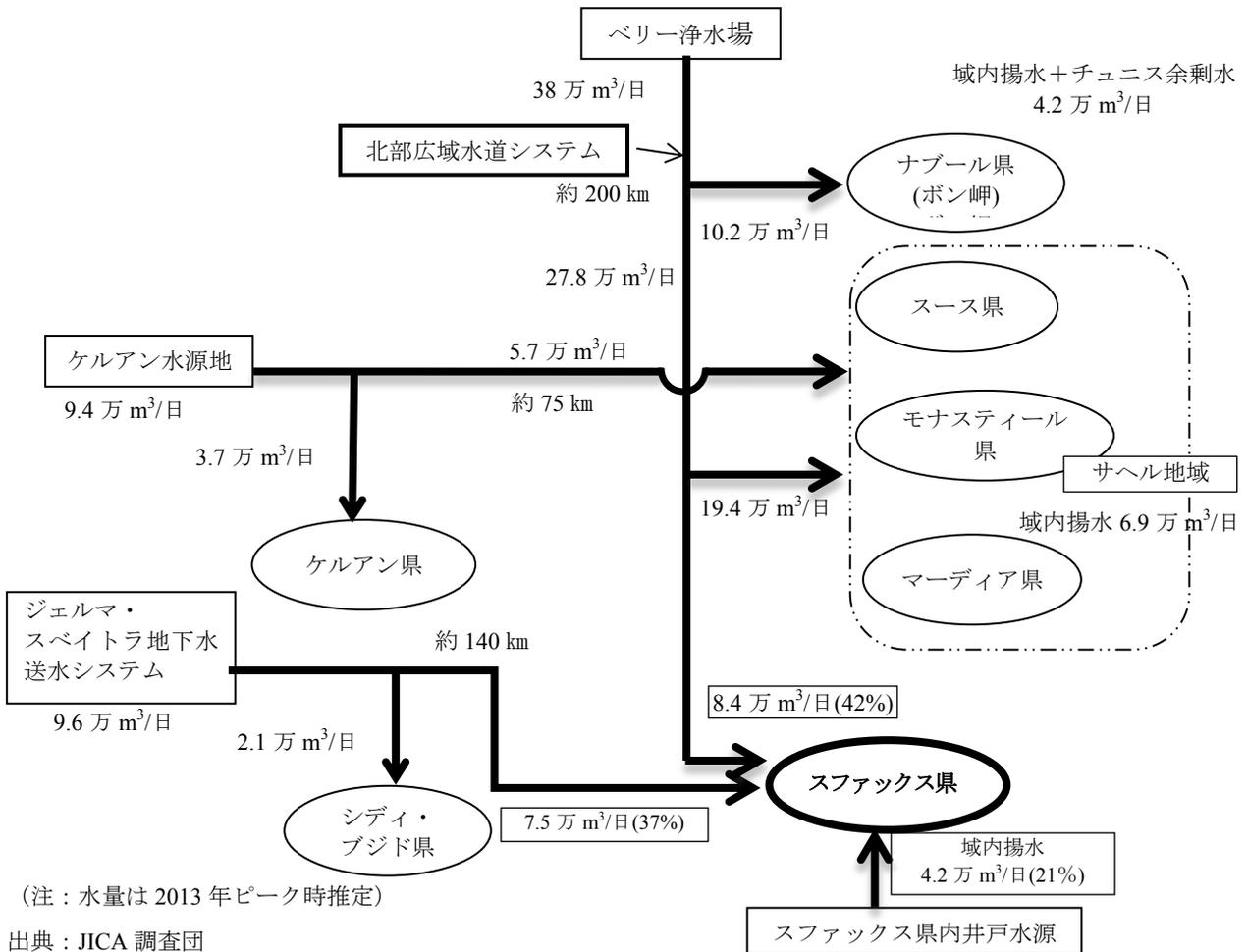


図 4-1 スファックス県水道水源概念図

4.2 広域水道における水需給計画

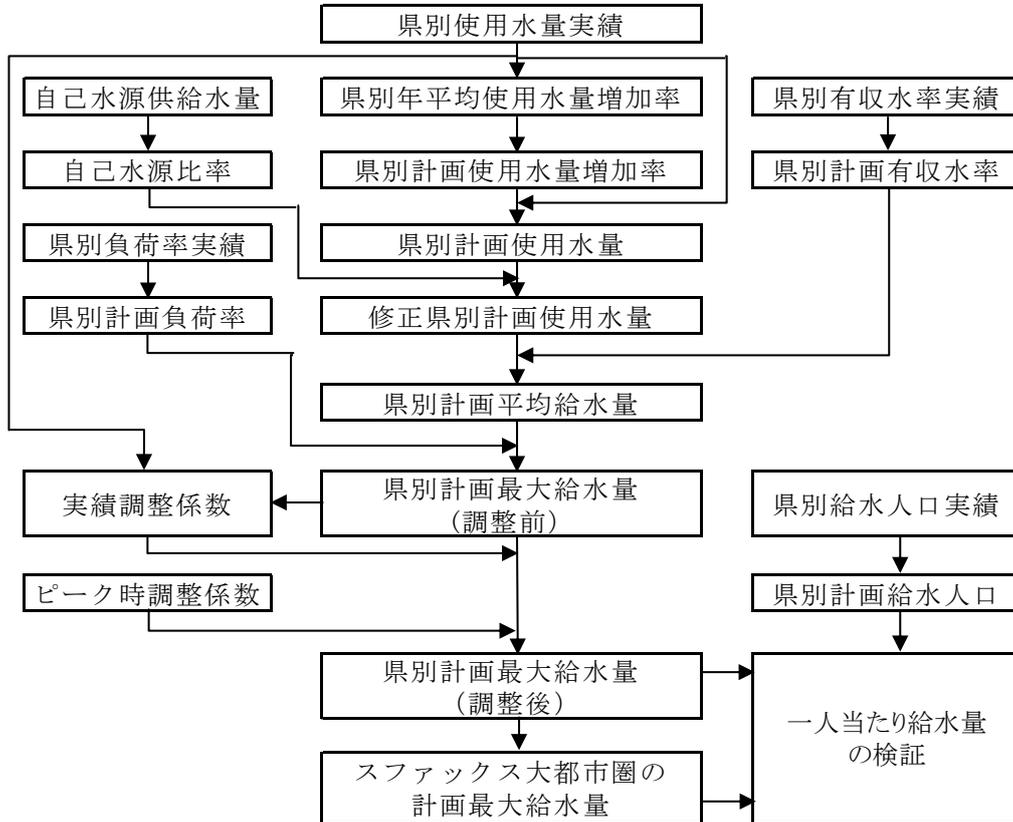
4.2.1 需要水量について

SONEDE は計画目標年を2030年として「中部・南部地域水供給事業フェージビリティ調査」を2005年に策定した。その後、2012年の深刻な水供給不足の問題が発生し、この水供給不足の問題への緊急対策を目的として「広域水道戦略計画」が2013年に策定された。「中部・南部地域水供給事業フェージビリティ調査」が策定されていたこと、緊急対策であることなどから、SONEDEは2~3年程度を費やし、基礎データを積み上げて水道計画を策定することはしなかった。

つまり、一般的に、水需要予測は給水人口及び一人当たり給水量の実績を基に将来値を推定する手法をとるが、SONEDEは給水人口及び一人当たり給水量の変動推移は、総給水量の変動推移に包含されると考え、給水量の実績の変動傾向を分析し将来の需要水量を予測している。具体的には、下記のとおり、北部広域水道システムの対象地域であるボン岬地域(ナブール県の通称)、サヘル地域(スース県、モナスティール県及びマーディア県を合わせた地域の通称)及びスファックス県、並びにサヘ

ル地域に地下水を送水しているケルアン県と及びスファックス県に地下水を送水しているシディ・ブジド県の7県における過去の給水実績を統計的に分析し、各県の将来の需要水量を予測している。

JICA 調査団は SONEDE の予測手法に準じ、調整係数を実績をもとに補正して計画給水量を予測した。具体的な需要水量予測手順の概略作業フローを図 4-2 に、各県別の計画最大給水量を表 4-3 に示す。



出典： JICA 調査団

図 4-2 本調査における需要水量予測フロー

表 4-3 県別計画最大給水量

単位：m³/日

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
2011	134,247	124,110	102,740	71,233	173,425	35,068	19,452	660,274
2012	138,904	127,945	106,027	74,795	179,178	35,616	20,000	682,466
2013	144,384	131,507	109,863	78,630	185,479	36,986	21,096	707,945
2014	149,589	135,616	113,151	82,466	191,507	38,082	21,644	732,055
2015	154,795	139,726	116,438	86,575	198,356	39,178	22,740	757,808
2016	160,274	144,110	120,274	90,685	205,479	39,726	23,562	784,110
2017	166,301	148,493	123,562	95,342	211,781	40,548	24,658	810,685
2018	171,781	153,151	127,397	100,000	219,452	41,370	25,479	838,630
2019	178,082	156,986	131,233	104,932	226,575	41,918	26,301	866,027
2020	184,384	161,918	135,616	110,137	234,521	42,740	27,397	896,712
2021	190,959	166,849	140,000	115,616	242,466	44,110	27,945	927,945
2022	197,808	172,055	144,384	121,644	251,233	45,205	29,589	961,918
2023	205,205	177,260	148,767	127,397	259,452	46,301	30,137	994,521
2024	212,603	182,740	153,425	134,247	268,219	47,945	31,781	1,030,959
2025	219,726	187,945	158,082	141,096	277,260	48,767	32,877	1,065,753
2026	227,671	193,425	163,562	147,671	287,123	49,863	33,425	1,102,740
2027	236,164	199,452	167,945	155,068	296,986	50,959	35,342	1,141,918
2028	244,658	205,753	173,699	163,288	307,123	52,055	36,986	1,183,562
2029	253,425	211,507	179,178	171,507	317,808	53,151	38,082	1,224,658
2030	262,740	217,808	184,658	180,274	328,493	54,247	39,178	1,267,397
2031	272,329	224,384	190,137	189,315	340,822	56,438	41,370	1,314,795
2032	281,918	231,233	196,164	198,904	353,699	57,534	42,466	1,361,918
2033	292,603	238,082	201,918	209,315	366,301	59,726	44,658	1,412,603
2034	303,014	244,932	208,493	219,726	379,726	60,822	46,301	1,463,014
2035	313,699	252,055	214,521	230,685	393,425	63,014	48,219	1,515,616

4.2.2 新規水源計画

広域水道戦略計画では2030年を計画目標年次として、水需要の増加に対応した水供給量の増加に関する方策が検討された。広域水道戦略計画で計画された浄水施設の実施スケジュールについて SONEDE に確認したところ、カラー・カビラ貯水池及び浄水場については現時点で同計画に比べて1年遅れで、段階的に建設するという意向を示した。また、スファックス海水淡水化施設についてはできる限り早期に建設したいという意向を示した。

本調査ではサイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池並びに浄水場については SONEDE の考えを踏襲するが、スファックス海水淡水化施設については、円借款事業としての実施スケジュールを考慮し（第10章に詳述）、第1期事業は2022年から通水される計画とした。第2期事業の開始時期はスファックス海淡施設の全体計画として200,000m³/日の施設を建設する場合、その半分の100,000m³/日を建設して需要を満たせる期間を第1期として考えることが適当と判断した。

表 4-4 広域水道新規浄水場及び海水淡水化施設の整備年次

名称	年	生産能力	スファックス大都市圏への供給水量
サイダ貯水池及びカラー・カピラ貯水池並びに浄水場	2020	1,500L/秒 (129,600m ³ /日)	-*
	2024	3,000L/秒 (259,200m ³ /日)	-*
	2029	4,000L/秒 (345,600m ³ /日)	-*
スファックス大都市圏における海水淡水化施設	2022	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)
	2026**	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)

*：北部広域水道システムから供給される水の一部として供給され、同システムの既存水源と混合している。

**：水需給バランスを考慮した結果により設定

出典：SONEDE、2014

なお、上記した新規水源を整備しても 2031 年以降は北部広域水道システムの上流側で水不足状態になるため、最終的に 250,000m³/日程度の供給能力を持つ新規水源が北部広域水道システムの上流側のサヘル地域に必要となる。

4.2.3 水需要と供給

4.2.1 と 4.2.2 をもとに需要水量と水供給量を検討した。その結果を表 4-5～表 4-7 に示す。また、北部広域水道システム関連 7 県全体の需給バランスの計算を図 4-3 及び表 4-8 に示す。

表 4-5 北部広域水道システム関連 7 県全体の需要水量

		2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
人口	行政人口	4,469,600	4,731,500	4,993,700	5,255,700	5,517,800
	給水人口	3,732,100	4,014,100	4,296,200	4,578,100	4,860,200
平均使用水量原単位 (L/人/日)		103	114	127	143	161
平均非家庭用水割合 (%)		22	22	22	22	22
平均無収水率 (%)		23.7	23.0	22.4	21.8	22.0
日平均給水量 (m ³ /日)		581,400	687,700	816,700	971,000	1,161,100
日最大/日平均*		1.303	1.291	1.305	1.305	1.305
日最大給水量 (m ³ /日)		757,800	887,500	1,065,700	1,267,400	1,515,600

*:日最大/日平均×調整係数

出典：JICA 調査団

表 4-6 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	北部広域水道既存水源	476,800	477,600	477,500	477,200	476,800	476,300
	ジェルマ・スペイトラ水源	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600
	域内地下水	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400
	合計	789,800	790,600	790,400	790,100	789,700	789,300
日最大需要水量		757,800	887,500	961,800	1,065,700	1,267,400	1,515,600
水需給バランス		31,900	▲97,000	▲171,400	▲275,600	▲477,700	▲726,400

出典：JICA 調査団 (注：四捨五入により (供給水量合計-需要水量) は必ずしも水需給バランスと一致しない)

表 4-7 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	サヘル地区海水淡水化施設	0	0	0	0	0	250,000
	サイダ ^カ カビラ ^ラ 貯水池浄水場	0	129,600	129,600	259,200	345,600	345,600
	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道既存水源	476,800	477,600	477,500	477,200	476,800	476,300
	ジェルマ・スペイトラ水源	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600
	域内地下水	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400
	合計	789,700	920,200	1,020,000	1,149,300	1,335,300	1,584,900
日最大需要水量		757,800	887,500	961,800	1,065,700	1,267,400	1,515,600
水需給バランス		31,900	32,600	58,200	83,600	67,900	69,200

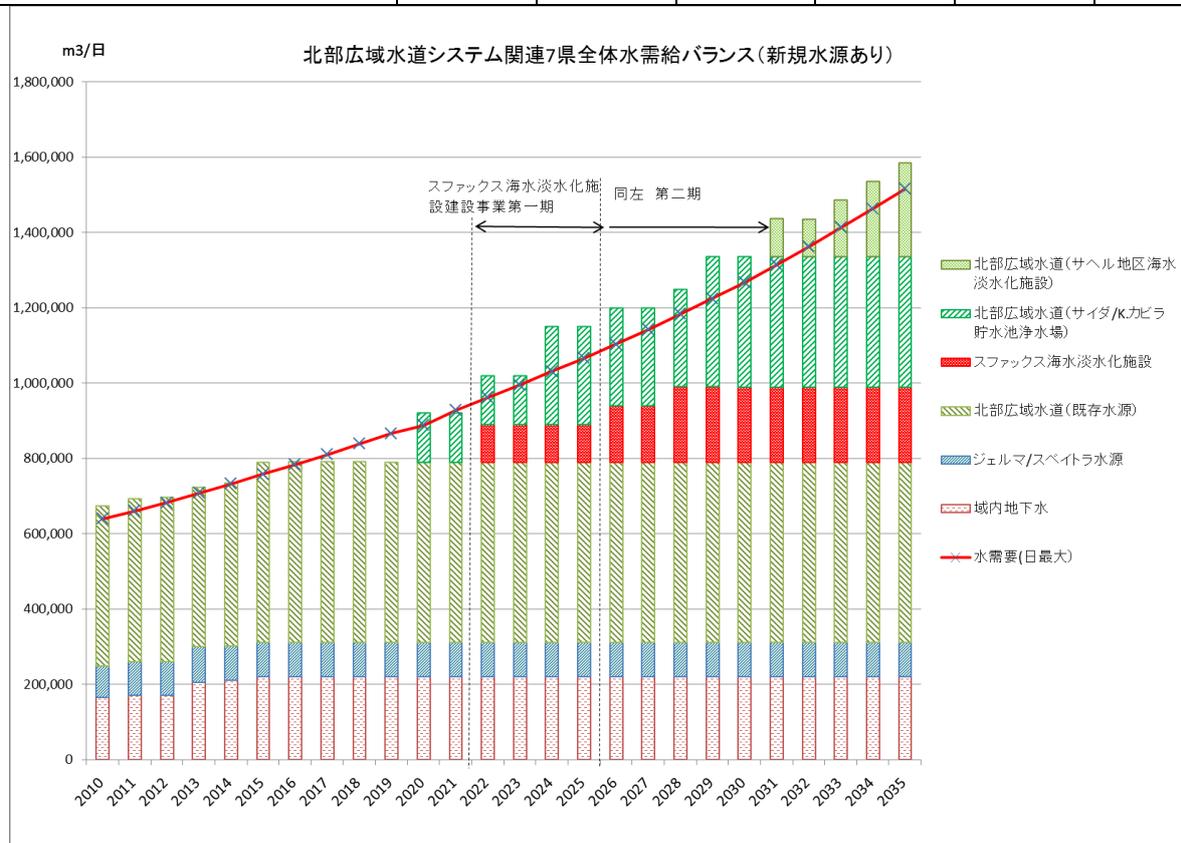


図 4-3 北部広域水道システム関連 7 県全体水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設)

表 4-8 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給計算

(単位：L/秒)

Year	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	
Nabeul																											
Belli Treatment Plant	4,268	4,398	4,398	4,398	4,398	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798
Local Resources +Tunis Unit	634	611	646	489	596	720	737	735	733	731	730	729	728	727	726	725	724	723	722	721	720	719	718	717	716	715	
Total resources in Nabeul	4,902	5,009	5,044	4,887	4,994	5,518	5,535	5,533	5,531	5,529	5,528	5,527	5,526	5,525	5,524	5,523	5,522	5,521	5,520	5,519	5,518	5,517	5,516	5,515	5,514	5,513	
Qpj	1,503	1,554	1,608	1,671	1,731	1,792	1,855	1,925	1,988	2,061	2,027	2,210	2,289	2,375	2,461	2,543	2,635	2,733	2,832	2,933	3,041	3,152	3,263	3,387	3,507	3,631	
Balance of Nabeul	3,399	3,455	3,436	3,216	3,263	3,726	3,680	3,608	3,543	3,468	3,501	3,317	3,237	3,150	3,063	2,980	2,887	2,788	2,688	2,586	2,477	2,365	2,253	2,128	2,007	1,882	
Kairouan																											
Local resources in Kairouan	1,085	1,085	1,085	1,091	1,091	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	
Qpj	396	406	412	428	441	453	460	469	479	485	495	511	523	536	555	564	577	590	602	615	628	653	666	691	704	729	
Balance of Kairouan	689	679	673	663	650	666	659	650	640	634	624	608	596	583	564	555	542	529	517	504	491	466	453	428	415	390	
Sahel (Sousse+Monastir+Mahdia)																											
Local Resources of Sahel	528	614	614	794	866	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	
Saida/K.Kebira Reservoirs+WTP (1500L/s + 1500L/s + 1000L/s)											1,500	1,500	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	
Sahel Desalination Plant (100,000 m ³ /d+50,000m ³ /d+50,000m ³ /d)																						1,157	1,157	1,736	2,315	2,894	
Arrival from Kairouan	689	679	673	663	650	666	659	650	640	634	624	608	596	583	564	555	542	529	517	504	491	466	453	428	415	390	
Arrival from Northern Water	3,399	3,455	3,436	3,216	3,263	3,726	3,680	3,608	3,543	3,468	3,501	3,317	3,237	3,150	3,063	2,980	2,887	2,788	2,688	2,586	2,477	2,365	2,253	2,128	2,007	1,882	
Total resources	4,616	4,748	4,723	4,673	4,779	5,344	5,291	5,210	5,135	5,054	4,977	4,825	4,785	4,715	4,627	4,533	4,429	4,325	4,221	4,117	4,013	3,909	3,805	3,701	3,597	3,493	
Qpj in Sousse	1,398	1,436	1,481	1,522	1,570	1,617	1,668	1,719	1,773	1,817	1,874	1,931	1,991	2,052	2,115	2,175	2,239	2,308	2,381	2,448	2,521	2,597	2,676	2,756	2,835	2,917	
Qpj in Monastir	1,161	1,189	1,227	1,272	1,310	1,348	1,392	1,430	1,475	1,519	1,570	1,620	1,671	1,722	1,776	1,830	1,893	1,944	2,010	2,074	2,137	2,201	2,270	2,337	2,413	2,483	
Qpj in Mahdia	786	824	866	910	954	1,002	1,050	1,104	1,157	1,214	1,275	1,338	1,408	1,475	1,554	1,633	1,709	1,795	1,890	1,985	2,087	2,191	2,302	2,423	2,543	2,670	
Total Qpj in Sahel	3,345	3,449	3,574	3,704	3,834	3,967	4,110	4,253	4,405	4,550	4,719	4,889	5,070	5,249	5,445	5,638	5,841	6,047	6,281	6,507	6,745	6,989	7,248	7,516	7,791	8,070	
Balance of Sahel	1,271	1,299	1,149	969	945	1,377	1,181	957	730	504	1,858	1,488	1,215	936	2,134	1,849	1,540	1,222	876	1,535	1,175	1,951	1,567	1,728	1,898	2,048	
Sidi Bouzid																											
Local resources in Sidi Bouzid	977	1,019	1,019	1,115	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	
Qpj	219	225	231	244	251	263	273	285	295	304	317	323	342	349	368	381	387	409	428	441	453	479	492	517	536	558	
Balance of Sidi Bouzid	758	794	788	871	809	797	787	775	765	756	743	737	718	711	692	679	673	651	632	619	607	581	568	543	524	502	
Sfax																											
Local Resources of Sfax	301	301	301	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	
Sfax Desalination Plant Ph1/2 (100,000+100,000 m ³ /d)													1,157	1,157	1,157	1,157	1,736	1,736	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	
Arrival from Northern Water	1,271	1,299	1,149	969	945	1,377	1,181	957	730	504	1,858	1,488	1,215	936	2,134	1,849	1,540	1,222	876	1,535	1,175	1,951	1,567	1,728	1,898	2,048	
Arrival from Sbeitla-Jelma	758	794	788	871	809	797	787	775	765	756	743	737	718	711	692	679	673	651	632	619	607	581	568	543	524	502	
Total resources in Sfax	2,330	2,394	2,238	2,331	2,245	2,665	2,459	2,223	1,986	1,751	3,092	2,716	3,581	3,295	4,474	4,176	4,440	4,100	4,314	4,960	4,588	5,338	4,941	5,077	5,228	5,355	
Qpj	1,937	2,007	2,074	2,147	2,217	2,296	2,378	2,451	2,540	2,622	2,714	2,806	2,908	3,003	3,104	3,209	3,323	3,437	3,555	3,678	3,802	3,945	4,094	4,240	4,395	4,554	
Balance of Sfax	393	387	164	184	28	369	81	-228	-554	-871	378	-90	673	292	1,370	967	1,117	663	759	1,282	786	1,393	847	837	833	801	
Total																											
Existing Resources	7,793	8,028	8,063	8,378	8,502	9,140	9,157	9,155	9,153	9,151	9,150	9,149	9,148	9,147	9,146	9,145	9,144	9,143	9,142	9,141	9,140	9,139	9,138	9,137	9,136	9,135	
Saida/K.Kebira Reservoirs+WTP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,500	1,500	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	
Desalination (Sfax+Sahel)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,157	1,157	1,157	1,157	1,736	1,736	2,315	2,315	2,315	3,472	3,472	4,051	4,630	5,208	
Total Resources	7,793	8,028	8,063	8,378	8,502	9,140	9,157	9,155	9,153	9,151	10,650	10,649	11,805	11,804	13,303	13,302	13,880	13,879	14,457	15,456	15,455	16,611	16,610	17,188	17,766	18,343	
Total Qpj	7,400	7,641	7,899	8,194	8,474	8,771	9,076	9,383	9,707	10,022	10,272	10,739	11,132	11,512	11,933	12,335	12,763	13,216	13,698	14,174	14,669	15,218	15,763	16,351	16,933	17,542	
Global Balance	393	387	164	184	28	369	81	-228	-554	-871	378	-90	673	292	1,370	967	1,117	663	759	1,282	786	1,393	847	837	833	801	

Qpj: 日最大給水量

出典：JICA 調査団

4.3 スファックス県における水需給計画

スファックス県の給水は、北部広域水道システム及び西部のジェルマ・スペイトラ地下水送水システムからの供給水量の占める割合が非常に大きい。しかし、北部広域水道システム及びジェルマ・スペイトラ地下水送水システムにおいて、スファックス県より上流部の地域の需要水量が増加することが見込まれている。そのため、スファックス県への送水量は徐々に減少することが想定されており、前述の新規水源が整備されない限り、北部広域水道システムについては、2021年以降の夏季の需要ピーク時には、送水される全量がスファックス県に至るまでに消費され、最下流のスファックス県には水が届かないと想定される。

スファックス県における需要水量と供給水量を検討した結果を表 4-9~表 4-11 及び図 4-4 に示す。なお、本検討においては、関連 7 県全体を対象として考慮したピーク時調整係数は、スファックス県のピーク時最大需要量の算定には考慮しない。

表 4-9 スファックス県の需要水量

		2015年	2020年	2025年	2030年	2035年
人口	行政人口	999,500	1,062,000	1,124,600	1,187,100	1,249,600
	給水人口	862,600	925,600	988,600	1,051,600	1,114,700
平均使用水量原単位 (L/人日)		126	140	156	176	199
非家庭用水割合 (%)		18	18	18	18	18
無収水率 (%)		23	22	21	20	20
日平均需要水量 (m ³ /日)		158,100	186,800	220,800	261,600	313,400
日最大/日平均*		1.321	1.321	1.322	1.322	1.322
日最大需要水量 (m ³ /日)		208,800	246,800	291,900	345,800	414,200

*:1.4x 調整係数

出典：JICA 調査団

表 4-10 スファックス県水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

		2015年	2020年	2022年	2025年	2030年	2035年
供給 可能 水量	北部広域水道システム	119,000	30,900	0	0	0	0
	ジェルマ・スペイトラ地下水システム	68,900	64,200	62,000	58,700	52,400	43,400
	域内地下水	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400
	合計	230,300	137,500	104,500	101,100	94,900	85,800
日最大需要水量		208,800	246,800	264,500	291,900	345,800	414,200
水需給バランス		21,400	▲109,300	▲160,000	▲190,800	▲250,900	▲328,400

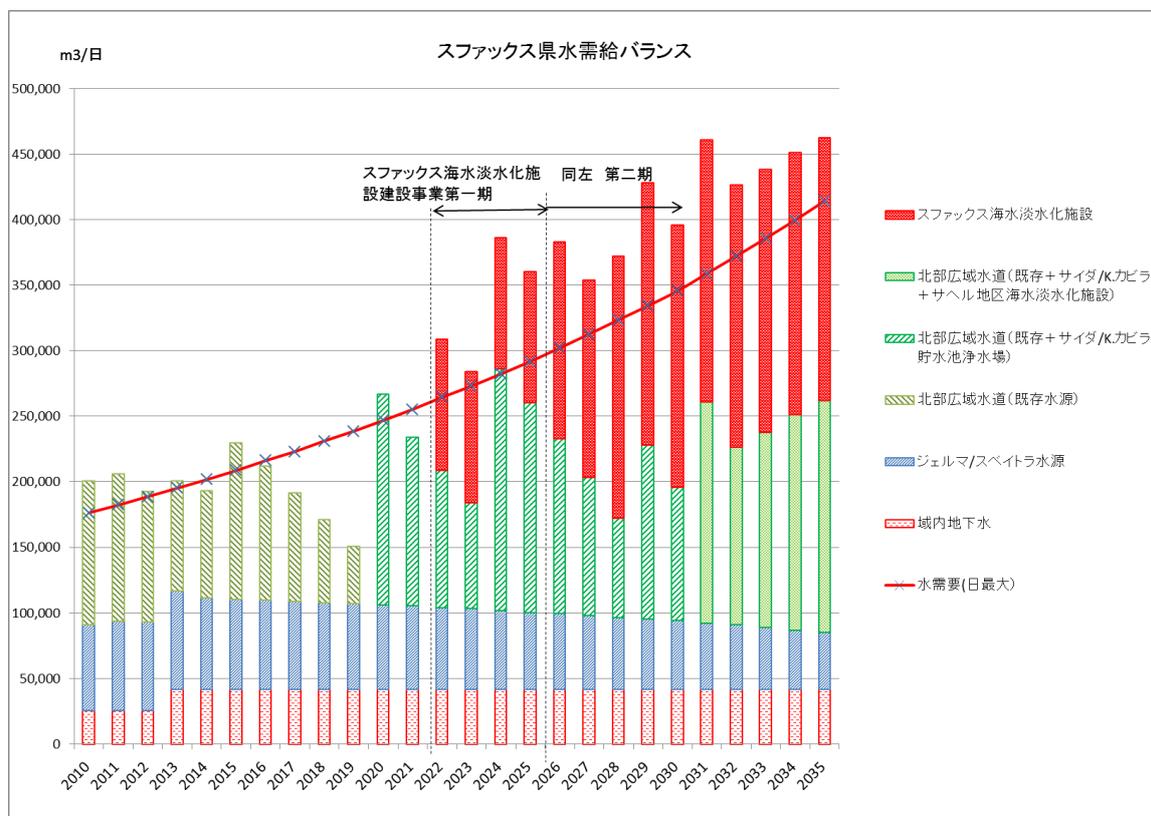
注：四捨五入により（供給合計－需要）は必ずしも水需給バランスと一致しない。

出典：JICA 調査団

表 4-11 スファックス県水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

		2015年	2020年	2022年	2025年	2030年	2035年
供給 可能 水量	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道システム	119,000	160,500	105,000	159,800	101,500	176,900
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	68,900	64,200	62,000	58,700	52,400	43,400
	域内地下水	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400
	合計	230,300	267,100	309,400	360,800	396,400	462,700
日最大需要水量		208,800	246,800	264,500	291,900	345,800	414,200
水需給バランス		21,400	20,300	45,000	69,000	50,600	48,500

出典：JICA 調査団



注) スファックス海水淡水化施設を含む新水源の通水年次は SONEDE の計画に基づく。

出典：JICA 調査団

図 4-4 スファックス県水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設)

4.4 スファックス大都市圏における水需給計画

スファックス県の需要水量データから、スファックス大都市圏の人口比率等を勘案し、スファックス大都市圏の需要水量を推計した。配水量データについては、過去のデータの入手が困難であったことから、2010年から2012年の3年間のデータを基に水需要量を予測した。

スファックス大都市圏は、スファックス県の中心的な都市である。同県の人口の約 2/3 が居住し、将来的にはその比率が大きくなることが想定されている。スファックス大都市圏では下記の事情があるため、水供給可能量は水供給システム上流側の水利用状況に影響される。

- 1) 北部広域水道システムから送られた水は、途中のスファックス県の北部地域へ分水された後、

スファックス大都市圏に送られる。

- 2) 地域内部地下水であるジェルマ・スペイトラ地下水送水システムから送られた水は、途中のスファックス県の西部地域に分水された後、スファックス大都市圏に送られる。
- 3) スファックス大都市圏はスファックス県の中心的な都市であるが、住民間の公平という点に鑑み、水供給量不足という現状であっても、必ずしも県内において絶対的な優先度で水供給されている状況ではない。

上記事項を念頭に置いて需要水量と供給水量を検討した結果を、表 4-12～表 4-14、図 4-5 及び図 4-6 に示す。

表 4-12 スファックス大都市圏水道事業計画概要

	現状 (2012)	2025 年	2030 年	2035 年
1) 給水区域	3,069 ha	3,069 ha	3,069 ha	3,069 ha
2) 給水人口	631,900 人	737,900 人	782,100 人	826,300 人
3) 需要水量 (日最大)	117,200m ³ /日 1,356L/秒	187,900m ³ /日 2,175L/秒	224,400m ³ /日 2,597L/秒	270,900m ³ /日 3,135L/秒
4) 給水量 (日平均)	83,700m ³ /日 (969L/秒)	134,200m ³ /日 (1,553L/秒)	160,300m ³ /日 (1,855L/秒)	193,500m ³ /日 (2,240L/秒)
5) 平均給水量原単位	132 L/日・人	182 L/日・人	205 L/日・人	234 L/日・人
6) 非家庭用水割合 (%)	18	18	18	18
7) 無収水率 (%)	24	22	21	20
8) 平均使用水量原単位	91 L/日・人	126 L/日・人	144 L/日・人	165 L/日・人

出典：JICA 調査団

表 4-13 スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	北部広域水道システム既存水源	95,200	24,700	0	0	0	0
	ジェルマ・スペイトラ地下水システム	31,000	28,900	21,700	20,600	18,300	15,200
	域内地下水	25,100	26,100	26,100	26,100	26,100	26,100
	合計	151,400	78,700	46,800	45,700	43,500	40,300
日最大需要水量		133,700	157,900	169,500	187,900	224,400	270,900
水需給バランス		17,700	▲79,200	▲112,700	▲142,200	▲180,900	▲230,500

出典：JICA 調査団

表 4-14 スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

		2015年	2020年	2022年	2025年	2030年	2035年
供給 可能 水量	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道システム	95,200	128,400	65,100	75,100	29,500	67,200
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	31,000	28,900	21,700	20,600	18,300	15,200
	域内地下水	25,100	26,100	26,100	26,100	26,100	26,100
	合計	151,400	182,400	211,900	220,800	272,900	307,600
日最大需要水量		133,700	157,900	169,500	187,900	224,400	270,900
水需給バランス		17,700	24,500	42,400	32,900	48,500	36,700

出典：JICA 調査団

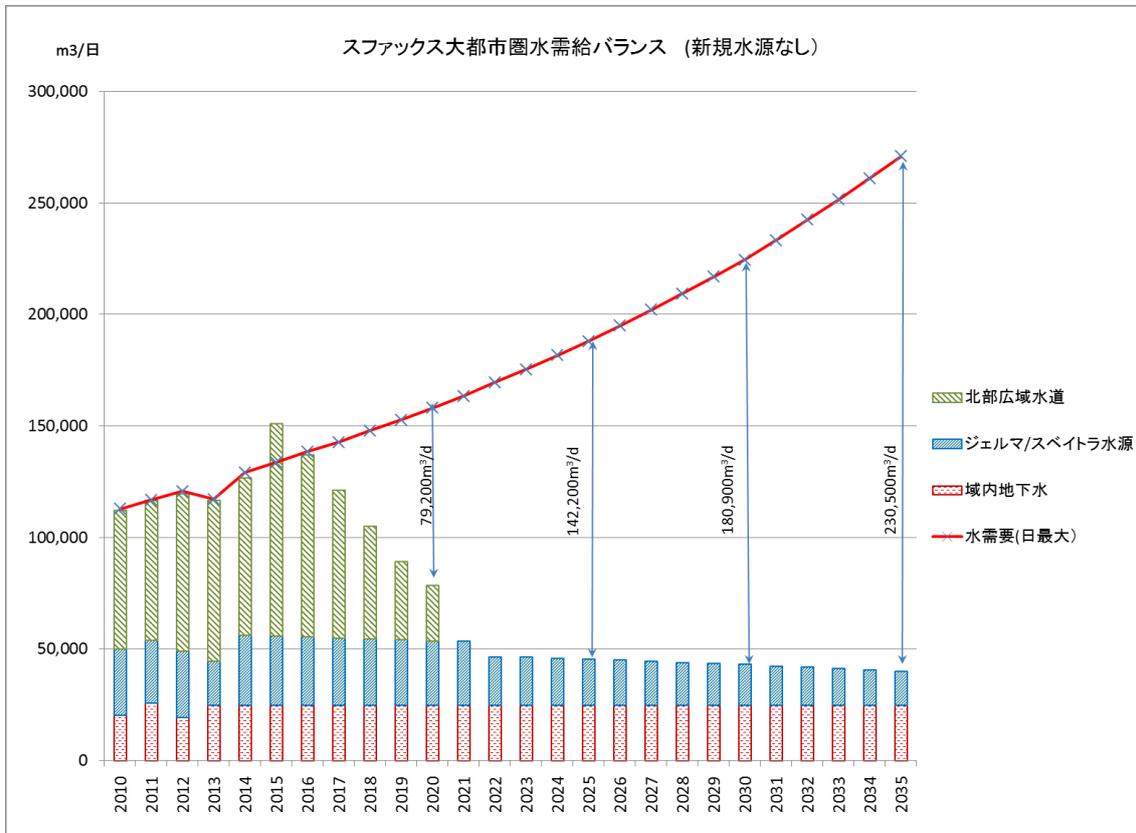


図 4-5 スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源：既存施設のみ)

注) スファックス海水淡水化施設を除く新水源の通水年次は SONEDE の計画に基づく。域内地下水揚水量相当量をジェルマ・スベイトラ地下水送水システム及び北部広域水道システム供給水量から半量ずつ差し引いている。

出典：JICA 調査団

図 4-6 スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源

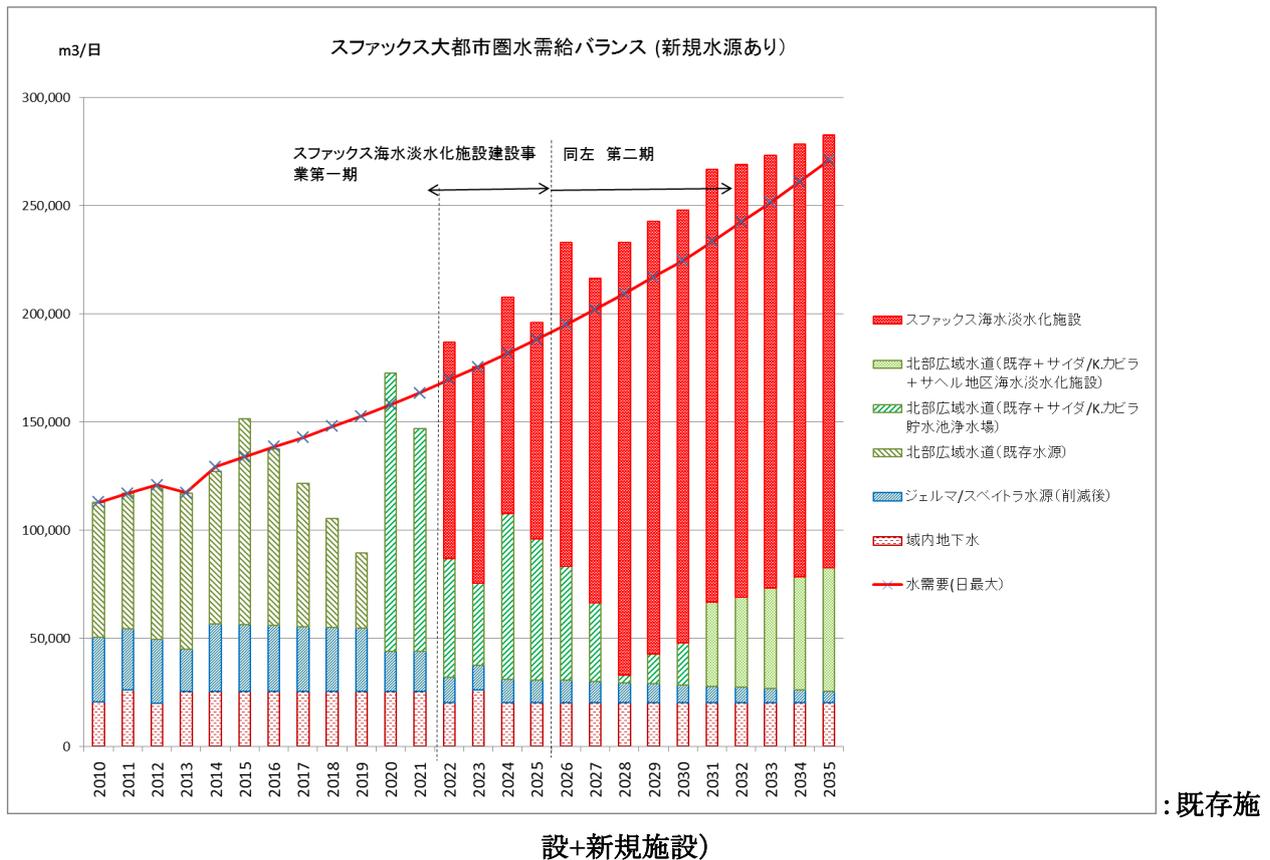


図 4-5 は、広域水道戦略計画で策定された施設整備が全く実施されなかった場合、つまり、新規の水源開発が全く実施されなかった場合のスファックス県の需給バランスを示す。既存水源においては、最大供給可能水量を用いた。この条件下では大きな供給水量不足が確認できる。不足する供給水量は 2020 年に 79,200m³/日、2025 年に 142,200m³/日、2030 年に 180,900m³/日、2035 年に 230,500m³/日である。

図 4-6 では、図 4-5 で示された不足分が広域水道戦略で策定された新水源施設の供給水量によって充足されることが示されている。ただし、前述したように 2017 年から 2019 年の間は水供給量が大きく不足することになる。なお、図 4-6 においては、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの供給水量は域内地下水揚水量相当量の半量づつ、それぞれの供給水量を削減することを前提としている。

第5章 海水淡水化施設の検討

非公開情報

第6章 水道施設計画

非公開情報

第7章 電気設備計画

非公開情報

第8章 環境社会配慮

8.1 本事業が分類されるカテゴリ

事業は JICA の環境カテゴリではカテゴリ B に分類されている。

8.2 環境影響評価調査 TOR

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 8.1 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 8-1 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">➢ 海水水質調査（浮遊生物を含む）➢ 底生植物の現況を確認➢ 海生物体養生の確認➢ サンプルングは 4 ヶ所。その内 2 ヶ所はプロジェクトの位置（下図の A,B）、2 ヶ所は比較対象（下図の C,D）➢ サンプルング時期：冬、夏

目的	調査項目	調査手法
		
プロジェクトの特徴	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> ①代替案の検討 ②候補地の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
緩和策及び補償の検討及びコスト	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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													■	■

図 8-1 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

出典：JICA 調査団

図 8-2 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。

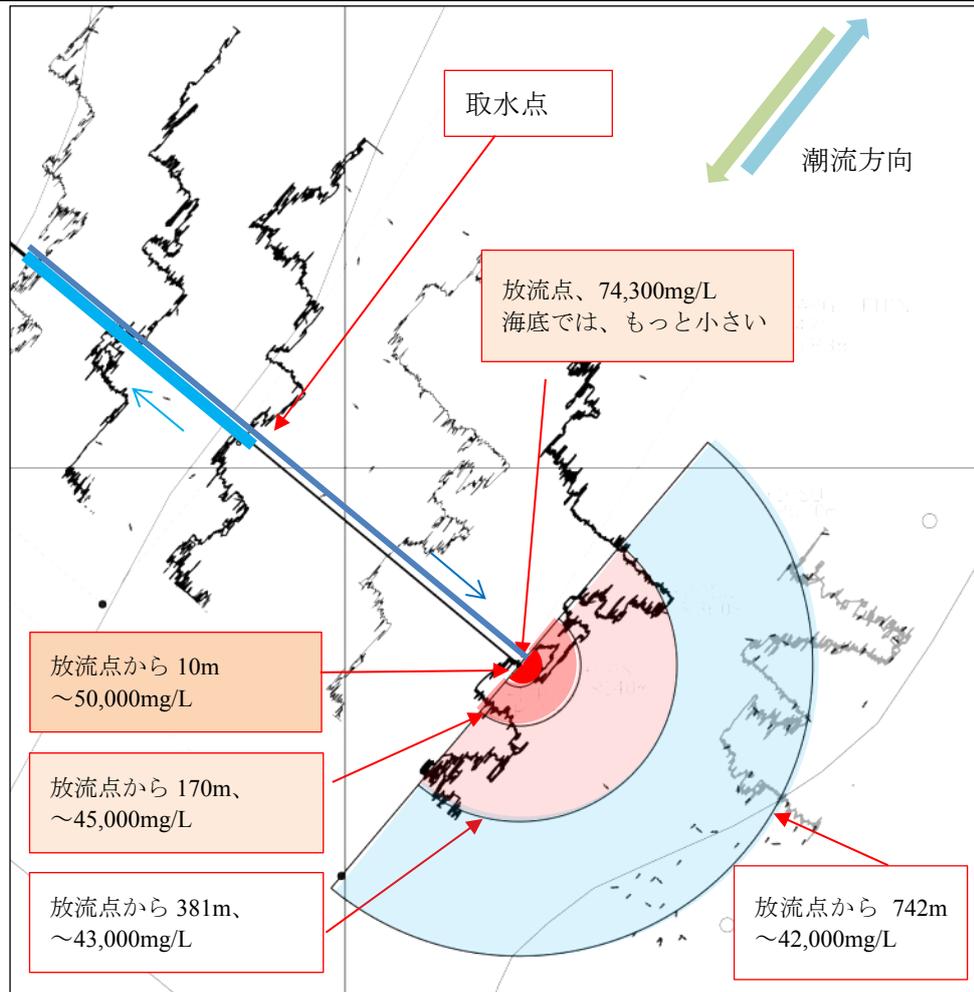
8.3 環境社会配慮調査結果

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塩分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。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 8-2 環境社会配慮調査結果表

環境項目	調査結果																																																																									
水質	<p>本プロジェクトによる濃縮水拡散シミュレーション</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"> 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 2. 着底後（放流塔より約 20m 以遠）：Joseph Sendner's equation <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><u>計算条件</u></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 8-3 にまとめた。本シミュレーションでは、海水と放流水の塩分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 style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">①</td> <td style="width: 70%;">放流量</td> <td style="width: 25%;">: 244,400m³/日 (2期)</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>放流流速</td> <td>: 3m/s</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>ノズル数</td> <td>: 4</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>ノズル径</td> <td>: 0.55m</td> </tr> <tr> <td>⑤</td> <td>放流ノズル仰角</td> <td>: 45 度</td> </tr> <tr> <td>⑥</td> <td>海底から放流ノズル中心までの高さ</td> <td>: 1.3m</td> </tr> <tr> <td>⑦</td> <td>海流/潮流</td> <td>: 0.01m/s^{*1}</td> </tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">*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。</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">⑧</td> <td style="width: 70%;">放流方向及び分布角度</td> <td style="width: 25%;">: 180 度^{*2}</td> </tr> </table> <p style="margin-left: 20px;">*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。</p> <p style="text-align: center;">表 8-3 水温・TDS 条件</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>1-3 月</th> <th>4-6 月</th> <th style="border: 2px solid red;">7-8 月</th> <th>9-11 月</th> <th>12 月</th> </tr> <tr> <th colspan="2"></th> <th>冬</th> <th>春</th> <th style="border: 2px solid red;">夏</th> <th>秋</th> <th>冬</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 15%;">海水水温</td> <td style="width: 10%;">°C</td> <td>15</td> <td>25</td> <td style="border: 2px solid red;">30</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>放流水水温</td> <td>°C</td> <td>15</td> <td>25</td> <td style="border: 2px solid red;">30</td> <td>25</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>海水 TDS 濃度</td> <td>mg/L</td> <td>39,000</td> <td>40,000</td> <td style="border: 2px solid red;">41,000</td> <td>40,000</td> <td>39,000</td> </tr> <tr> <td>放流水 TDS 濃度</td> <td>mg/L</td> <td>70,800</td> <td>72,500</td> <td style="border: 2px solid red;">74,300</td> <td>72,500</td> <td>70,800</td> </tr> <tr> <td>海水放流水 TDS 濃度差</td> <td>psu(*)</td> <td>31.8</td> <td>32.5</td> <td style="border: 2px solid red;">33.3</td> <td>32.5</td> <td>31.8</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">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。</p> <p>試算結果を図 8-3 に示す。</p>	①	放流量	: 244,400m ³ /日 (2期)	②	放流流速	: 3m/s	③	ノズル数	: 4	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	⑦	海流/潮流	: 0.01m/s ^{*1}	⑧	放流方向及び分布角度	: 180 度 ^{*2}			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 濃度差	psu(*)	31.8	32.5	33.3	32.5	31.8
①	放流量	: 244,400m ³ /日 (2期)																																																																								
②	放流流速	: 3m/s																																																																								
③	ノズル数	: 4																																																																								
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																																																																								
⑦	海流/潮流	: 0.01m/s ^{*1}																																																																								
⑧	放流方向及び分布角度	: 180 度 ^{*2}																																																																								
		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 濃度差	psu(*)	31.8	32.5	33.3	32.5	31.8																																																																				

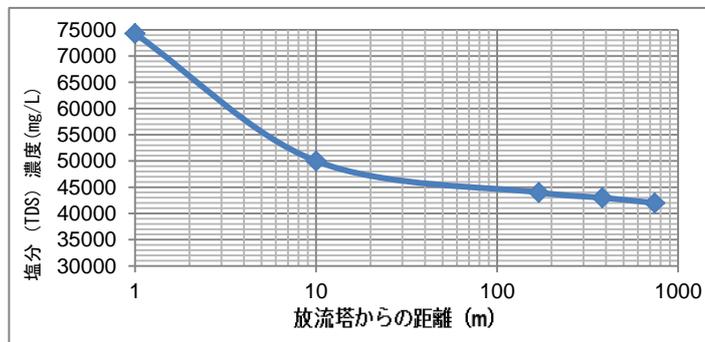


注：数値は TDS 濃度

出典：JICA 調査団

図 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 8-4 に示す。



出典：JICA 調査団

図 8-4 放流塔からの距離と TDS 濃度

環境項目	調査結果
生態系	<p>ポシドニアの状況</p> <p><u>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</u></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) の分布状況を検討したところ、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 繁茂面積：130,000ha 程度 ▪ 平均繁殖率 (低)：40%、底生植物分布面積=0.4x130,000=52,000ha ▪ 平均繁殖率 (高)：60%、底生植物分布面積=0.6x130,000=78,000ha <p><u>ポシドニアの繁殖状況と塩分濃度の関係</u></p> <p>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、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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 取水、放流管の施工による掘削影響面積： 掘削幅 34m × 延長 4000m × 繁殖率 80% = 11.2ha (備考：ほとんどは埋め戻した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) $3.1416 \times 200^2 / 2 \times 80\% = 5.0ha$ <p><u>他淡水化施設からの放流濃縮水との複合影響について</u></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"> ▪ スファックス (本事業)：200,000m³/日 (最終計画) ▪ ジェルバ：75,000m³/日 (最終計画) ▪ ザラート：100,000m³/日 (最終計画) ▪ ケルケナ：6,000m³/日 (最終計画) <p>これらの合計は 381,000m³/日 (最終計画) となる。</p> <p>ガベス湾での海流の流況から、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。このことを考慮し、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"> ① 海水淡水化及び蒸発は水の量を減少し塩分を濃くするプロセスである ② ガベス湾の面積は 12,000km² 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。したがって、ガベス湾の一日蒸発量は $12,000,000,000m^2 \times 1788mm / 365 日 = 58,800,000m^3/日$ となる。 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。 <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。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</p>

環境項目	調査結果																															
	水化施設の放流水に重なるリスクはない。																															
貧困層	<p data-bbox="363 315 823 344">海水淡水化施設用地周辺漁業活動について</p> <p data-bbox="363 360 1398 479">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 data-bbox="692 495 1069 524" style="text-align: center;">表 8-4 スファックスでの漁法状況</p> <table border="1" data-bbox="386 533 1375 947"> <thead> <tr> <th>漁法</th> <th>漁船類</th> <th>ターゲット</th> <th>エリア</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="6">ボシドニア草地 (2~10m) スファックスケルケナチャンネル (深>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>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>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 data-bbox="386 956 1082 983">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> <p data-bbox="363 1046 1021 1075">取水・放流管建設による漁業活動への影響、British Gas の例</p> <p data-bbox="363 1090 1398 1209">本プロジェクト海水淡水化施設用地近くにガス工場（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> <ol data-bbox="386 1227 1398 1758" style="list-style-type: none"> 1) ガス採取管の位置情報の分析により、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。 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。 <ol style="list-style-type: none"> 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。 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。 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。 <ol style="list-style-type: none"> 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。 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。 c) 漁業組合に登録している女性一人に30TND程度支払った。 4) BGでは、4人が6ヵ月間にわたり、業務時間の30%を補償対応業務に充てていた。 <p data-bbox="363 1774 1398 1892">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>	漁法	漁船類	ターゲット	エリア	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	ボシドニア草地 (2~10m) スファックスケルケナチャンネル (深>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	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	ターゲット	エリア	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	ボシドニア草地 (2~10m) スファックスケルケナチャンネル (深>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		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																												
文化遺産	<p data-bbox="363 1910 1398 1989">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によれば用地周辺の遺跡と本事業施設用地は重なっておらず、最も近い遺跡（115.052番）</p>																															

環境項目	調査結果
	でもおよそ 290m離れている。 なお、遺跡に関する法律は法律 94-35 号（1994 年 2 月 24 日）であり、その第 69 条によって、遺跡が発見された場合、遺跡調査のため最大 6 か月間工事が停止される。

出典：JICA 調査団

8.4 影響評価

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 8-5 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	工事中： - 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。
	2	水質汚濁	C-	C-	D	D	工事中： - 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）。 供用時： - 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、塩分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）。 （生態系への影響は以下に記載） - 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。
自然環境	10	生態系	B-	C-	B-	B-	工事中： - 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られる。 - 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 50,000m ³ 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。 供用時： - 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、大きな影響とは考えられな

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		
	11	水象	C-	D	D	D	い。 工事中 - 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	工事中 - 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+	工事中： - 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。 供用時： - 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	供用時： - 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+	供用時： - 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+	供用時： - 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たと考えられる。
	23	文化遺産	C-	D	D	D	工事中： - 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	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	供用時： - 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	供用時： - チュニジア国での2013年間電力消費量

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	
						は14,379GWh (https:// www.steg.com.tn)であり、淡水化施設の143GWhはその1%にすぎないため、CO ₂ 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 8-6 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	工事中: - 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	工事中: - 60,000m ³ 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+	工事中: - 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。 供用時: - 下請契約及び材料や機器の販売の可能性はある。
	17 土地利用や地域資源利用	C-	D	B-	D	工事中: - 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+	供用時: - 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+	工事中・供用時: - 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+	供用時: - 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 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	工事中: -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える。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	工事中: - 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、オリーブの伐採が各用地で数本程度必要になると考える。
	17	土地利用や地域資源利用	C-	D	B-	D	工事中: - 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	供用時: - 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用地と推定され、景観に対する影響はないと考える。

評価:

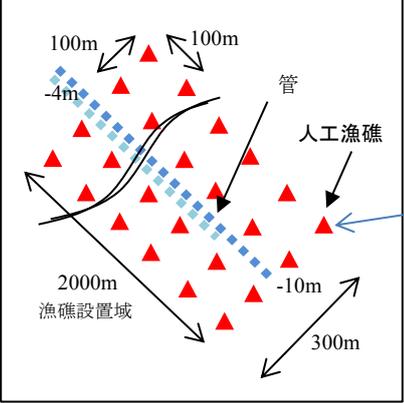
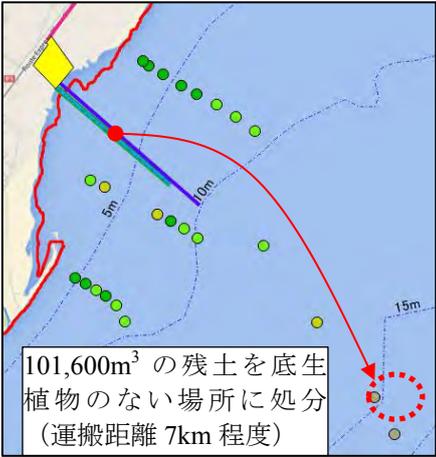
- A-: 大きな負の評価が想定される A+: 大きな正の評価が想定される
- B-: ある程度の負の評価が想定される B+: ある程度の正の評価が想定される
- C: 影響が不明であり、今後の調査が必要
- D: 影響は皆無、あるいは軽微であり、今後の調査は不要

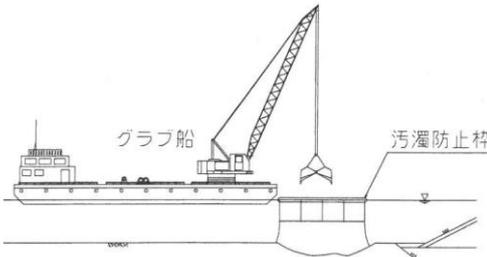
8.5 緩和策及び緩和策実施のための費用

上記の 8.4 節で 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 8-8 緩和策

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
工事中					
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）	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が考えられる。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。 設置計画の例を次図に示す。	淡水化施設建設業者		非公開情報

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
		 <p>出典：JICA 調査団 図 8-5 人工漁礁設置計画（案）</p> <p>設置箇所は、$4 \times 21 = 84$ 箇所となり、人工漁礁 1 箇所当たり $8 \times 1t$ コンクリートブロックとすれば $84 \times 8t = 672t = 280m^3$ のコンクリート量となり、鉄筋量は $100kg/m^3$ として $28t$ となる。コンクリート \square USD/m^3 及び鉄筋 \square USD/t とすると、人工漁礁工事費はおおよそ \square 非公開 USD 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	取水・放流管掘削残土の処分による底生植物への影響 (~50,000m ³)	<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>出典：JICA 調査団 図 8-6 海上残土処分計画（案）</p> <p>7km の運搬費を \square USD/m^3 と推定すると、運搬費は $101,600m^3 \times \square$ USD/m^3 = \square 非公開 USD となる。</p>	淡水化施設建設業者	SONEDE / INSTM / ANPE	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">非公開情報</div>

No.	影響	緩和策（提案）	実施団体	監視機関	費用
		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。			
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柵を設置する。日本の単価で換算すると、工事区間の濁水対策は [非公開] 円程度である。</p>  <p>出典：JICA 調査団 図 8-7 濁水対策工法（案） 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。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×([非公開] TND+2×[非公開] TND)+6 か月間×100 人×[非公開] TND=[非公開] TND 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>		<p>濁水対策： [非公開情報]</p> <p>漁業補償： [非公開情報]</p>
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。
供用時					
5	高塩分濃度の放流水による底生植物への影響	<p>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>結論：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 8-5 に示す。それに要する費用は [非公開情報] US\$ 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。</p>	-	-	No.1 に計上

出典：JICA 調査団

上記の緩和策費用は、表 8-9 に示すとおり、用地取得を除いて約 [非公開情報] 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非公開 円とすれば、緩和策費用はその 0.6%程度となる。

表 8-9 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	非公開情報		工事費
残土処分			工事費
濁水対策費			工事費
漁業補償			補償費

8.6 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。

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 ヶ所当たり 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 ヶ所当たり 1 サンプル）。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、モニタリングフォームを利用し、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。

表 8-10 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 か所	毎月	SONEDE
生態系 (底生植物)	表 8-11 の項目	管敷設場所周辺 2 ヶ所及び 処分地周辺 1 ヶ所、 合計 3 ヶ所	1 年 2 回	SONEDE (+INSTM)
供用時				
水質	海域排出基準 NT106-002 の項目	放流塔周辺、1 か所	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 の項目	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、 合計 4 ヶ所	初年度 4 回、以後 2 年間は 1 年 2 回	SONEDE (+INSTM)

出典：JICA 調査団

表 8-11 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 ² の内、生きている植物の数
植物の形 (Pl rhi)	40×40 cm ² 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

8.7 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。

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

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 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。	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

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 9-2 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 ²)
			長さ(m)	幅(m)	面積(m ²)	
No.1	マレシュ	工場	275	8	2200	2,200
No.2	アガレブ	農地	1,320	8	10,560	10,560
No.3	南スファックス	工場	155	8	1,240	17,294
No.4		工場	100	8	800	
No.5		農地	970	8	7,760	
No.6		工場	205	8	1,640	
No.7		農地	31	17	527	
No.8		農地	31	17	527	
B12		農地	600	8	4,800	

土地							
項目	地方	用地	面積			合計 (m ²)	
			長さ(m)	幅(m)	面積(m ²)		
建造物							
項目	地方	種類	長さ(m)			合計(m)	
No.1	マレシュ	塀	275			275	
No.2	アガレブ	塀	150			150	
No.3	南スファックス	塀	155			810	
No.4		塀	100				
No.5		塀	350				
No.6		塀	205				
農作物							
項目	地方	種類	長さ(m)	幅(m)	面積(m ²)	本数	合計(本)
No.2	アガレブ	オリーブ 木 (25本/ha)	1320	15	19,800	50	50
No.5	南スファックス		970	15	14,550	37	61
No.7			31	17	527	2	
No.8			31	17	527	2	
B12			600	13	7,800	20	

出典：JICA 調査団

上記に加えて、送電鉄塔40基に関わる用地取得面積は4000m²、及び施工時の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、その補償範囲は送電鉄塔一基当たり10m×10m（鉄塔用地面積）+20m×20m（施工作业スペース）=500m²/基、合計では40基×500m²/基=20000m²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×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。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、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995m、農作物補償はオリーブ536本となる。

表 9-3 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 ²)	2,200	10,560	17,294	4,000	34,054
建造物 (塀, m)	275	150	810	-	1,235
農作物 (オリーブ本数)	-	50	61	50+375	536

出典：JICA 調査団

9.2 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

オリーブの木の補償単価は SONEDE の法務局から提示された別の用地取得例から「非公開」TND/本、また、塀（壁）の補償単価は「非公開」TND/m と想定した。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。

上記単価を適用し用地取得費と補償費を以下のとおり算出した。

表 9-4 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 ²)	単価 ¹⁾	合計	
No.1	マレシュ	工場用地	2,200			非公開情報
No.2	アガレブ	農地	10,560			
No.3	南スファックス	工場用地	1,240			
No.4		工場用地	800			
No.5		農地	7,760			
No.6		工場用地	1,640			
No.7		農地	527			
No.8		農地	527			
B12		農地	4,800			
送電線の鉄塔	STEG 計画による ²⁾	農地	4,000			
構造物						
項目	地域	種類	長さ(m)	単価	合計	合計 (TND)
No.1	マレシュ	塀	275			非公開情報
No.2	アガレブ	塀	150			
No.3	南スファックス	塀	155			
No.4		塀	100			
No.5		塀	350			
No.6		塀	205			
農作物						
項目	地域	種類	本数	単価	合計	合計 (TND)
No.2	アガレブ	オリーブ樹 (25 本/ha)	50			非公開情報
No.5	南スファックス		37			
No.7			2			
No.8			2			
B12			20			

送電鉄塔・線下	STEG 計画による ²⁾		425	非公開情報
---------	--------------------------	--	-----	-------

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 非公開 TND、アガレブ 非公開 TND、南スファックス 非公開 TND となり、総計は 非公開 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 非公開 TND (用地) + 非公開 TND (オリーブ)、合計 非公開 TND であり、SONEDE が負担することになる。

(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 非公開 TND である。

(3) 社会配慮の予算・財源

本事業の用地取得及び漁業活動の補償に必要な費用は 非公開情報 = 非公開 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。

9.3 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、SONEDE による送電線に関わる用地取得・補償を含めて、社会配慮のモニタリングは PIU がモニタリングフォームを使用して実施する。

9.4 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・住民説明会に加えて、STEG が担当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。配布文書の内容は、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。

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 は前述の配布文書をスファックス県庁に送付し、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、スファックス県長から、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を受け取った。現時点では送電線建設に対する反対意見はないと考えられる。

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

非公開情報

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。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。

SONEDE は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 [非公開] TND/m³^{2*} となる。これは現在の料金水準に対して約 [非公開] TND/m³ (または約 [非公開]) 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 [非公開] 程度であり、支払い可能な水準である。

*: SONEDE の自己負担も含めた初期投資を全く考慮せず、運転・維持管理費のみを採算の対象とした場合が [非公開] TND/m³ であり、運転・維持管理費及び初期投資のうちの SONEDE の自己負担分を考慮し、初期投資のうちの円借款対象分を考慮しない場合は必要な水道料金は約 [非公開] TND/m³ となる。

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。EIA 調査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的に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。

² SONEDE の自己負担も含めて初期投資を全く考慮せず、運転・維持管理費のみを採算の対象とした場合は -非公開- TND/m³ であるが、運転・維持管理費及び初期投資のうちの SONEDE の自己負担分を考慮し、初期投資のうちの円借款対象分を考慮しない場合は必要な水道料金は約-非公開-TND/m³ となる。

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、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、それに対する影響緩和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。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。

11.4 事業実施遅延に係る懸念について

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、本事業の実施には種々の手続きが必要であり、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。

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

本事業の実施に係る、財務面、環境・社会面、電療供給面及び事業実施の遅れに係るリスクとその軽減策は以下のとおり。

表 11-1 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
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	- 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（塩分濃度の変化、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
電力供給に係るリスク	リスクの原因	軽減策
停電	- 発電能力不足 - 事故	- 発電施設の増強 (以下、海水淡水化施設側) - 2回線受電 - 高圧線からの受電 - 生産水タンクの容量確保（6時間分） - 非常用自家発電機の設置（送水ポンプ用）
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	- PIU 設立の遅れ - 円借款契約締結の遅れ - 各種入札図書作成の遅れ - 各種 HAICOP 承認の遅れ - 各種入札評価の遅れ - 調達不調 - 各種 JICA 同意の遅れ - 用地取得の遅れ - 関係省庁による工事実施に係る許可・承認の遅れ - 天候不順による海洋工事の遅れ	- PIU の強力なリーダーシップと関係省庁への働きかけ - 十分な SONEDE 職員の確保 - コンサルタントの雇用 - 応札者が容易に理解できる適切な入札図書の作成 - 柔軟な施工計画の作成

第1章 調査の目的と内容

第1章 調査の目的と内容

1.1 調査の背景

チュニジア共和国（以下、「チュニジア国」と記す）は国土の半分が半乾燥地帯に位置し、年間平均降水量が約 500mm 弱（チュニス）と少なく、利用量の約 4 割を地下水に依存している。

チュニジア国の給水事業は長期にわたる安定した経済発展¹を背景に、水道管網及び供給量の拡大に取り組み、都市部給水率 100%、農村部給水率 93.4%、全国給水率は 97.8%に達している（2012 年、SONEDE）。チュニジア国の水セクターは、農業・水資源・漁業省が政策を決定するとともに、農村部を対象とした共同水栓方式による給水事業を担当し、水資源開発公社（SONEDE : Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux）が都市部及び一部農村部を対象とした水道管網による各戸給水事業、生活用水の供給及び水源からの導水・浄水処理施設の整備・維持管理を行っている。

チュニジア国第二の都市であるスファックス大都市圏（人口約 62.1 万人²、2013 年 1 月）を中心とするスファックス県（人口約 96.3 万人²、2013 年 1 月）では日平均給水量約 19 万 m³/日（対象人口約 81 万人、2012 年、SONEDE）の給水が行われているが、近年の人口の増加（県人口 2003-2013 年平均 1.37%）により、2018 年には需要水量が水供給量を大きく上回ると予測され、新たな水源の開発が喫緊の課題となっている。スファックス県は水供給の大部分をチュニジア国北部から送水される表流水および中西部地方の地下水源に依存している（おおよそ北部広域水道システム 42%、ジェルマ・スベイトラ地下水システム 37%、県内地下水 21%）が、近年、スファックス大都市圏の主要な供給水源となっているジェルマ水源、スベイトラ水源の揚水量が揚水制限量を超過しており中西部の地下水資源の保全が必要となっている。さらに、それらの水源地域での水需要が増加しており、将来的に広域水供給システムの最下流部である同大都市圏への送水量の減少が予測されていることから、同大都市圏独自の水源開発とそれに付随するインフラの整備が求められてきた。SONEDE が 2005 年に実施した「中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」の中で、チュニジア国の中部・南部の水需要の増加を見込み、スファックス県を含む広域水供給計画が策定され、その中で海水淡水化施設の建設が水源増強策の一つとして計画された。しかし、計画された多くの事業が資金不足のために実施されてこなかった。

このような状況の中、北部からの送水量が一時的に減少したことから、2012 年夏の水需要ピーク時にスファックス県、特にスファックス大都市圏では深刻な水不足問題が発生した。この水不足問題は、「中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」で策定された広域水供給計画の適切性を確認するきっかけとなった。そこで、SONEDE は、将来の水需要及び遅れていた水道事業を考慮した上で、安心かつ安全な水の安定供給を実現するための計画として、2013 年 4 月に、2030 年までの給水能力の強化及び供給水質の改善を目標とする「広域水道戦略計画」を策定した。策定された戦略計画の中で最も優先順位の高い事業としてスファックス大都市圏の水源増強が謳われ、水源開発余地が無い中で実現性があり即効性のある事業として海水淡水化による水供給量の増強が計画された。

このような背景の下、前述の戦略計画に基づき、スファックス近郊における海水淡水化施設整備事業（以下、本事業という）の実施が計画され、チュニジア政府からの要請を受け、2013 年 5 月に JICA と SONEDE が本調査の TOR を協議し、その合意内容に基づき本調査が実施されることになった。

¹ 革命が発生した 2011 年(-1.94%)を含め 1999 年～2013 年の年平均 GDP 成長率約 4%

² http://www.ins.nat.tn/en/serie_annuelle.php?Code_indicateur=0201060

1.2 調査概要

1.2.1 調査目的

本調査は、借入人をチュニジア政府（外務省、開発・投資・国際協力省及び財務省が代表する）、実施機関を水資源開発公社（SONEDE）とする円借款事業に係る案件形成調査である。本調査は、スファックス海水淡水化施設整備事業に関し、円借款事業としての審査に資することを目的とする。

したがって、本調査の成果は、本事業に対する円借款の審査を JICA が実施する際の検討資料となり、本調査で取り纏める事業内容が円借款事業の原案として取り扱われる。

1.2.2 調査対象事業

本調査の対象事業は海水淡水化施設（生産水量約 20 万 m³/日、うち円借款対象として考えられている施設規模は 10 万 m³/日。取水・放流施設を含む）、送水管、配水池、及び付随のポンプ場である。

1.2.3 調査対象地域

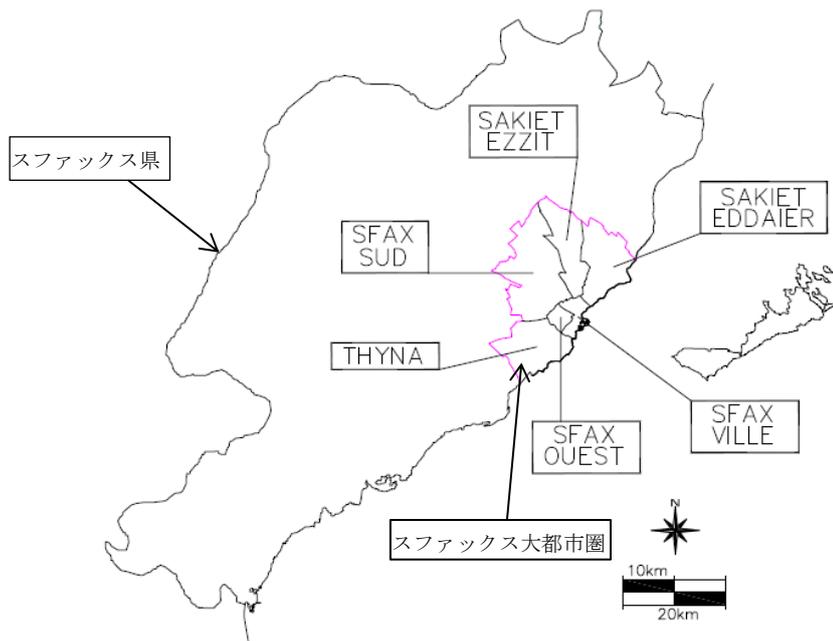
本調査の対象地域は、スファックス大都市圏の管轄区域及び周辺地域である。スファックス大都市圏は、チュニジア国の首都チュニスの南東約 270km に位置する港湾都市であり、スファックス県の県都である。港湾を中心にして放射状に何本かの幹線道路が、内陸に向かって建設され、その道路の延伸に伴い、市街地が拡張されてきたという特徴を有する。また、近年は環状道路が整備され、その沿線にも市街地が発達しつつある。

スファックス大都市圏はスファックス市（Sfax Ville）及び周辺の 5 つの市（délégation）から構成される。それぞれの市は区域内的の町（sector）から構成され、表 1.2-1 に示すようにスファックス大都市圏全体で 43 町がある。

表 1.2-1 スファックス大都市圏行政区域

市	町	市	町
Sfax Ville	Sfax Medina	Sfax Sud	Bouzaïen
	15-Novembre		El Afrane Nord
	Ain Cheikhrouhou		El Ain
	Bab B'har		El Aouabed
	Bassatine		El Khazzanet
	Cite Attaouidhi		Gremda
	Cite Khiri		Ouyoun El Mayel
	Merkez Bacha		El Hajeb
	Merkez Gaddour		Sidi Abid
	Mohamed Ali		Tyna
	Rbat		Bouacida
Sidi Abbes	Cedra		
Sfax Ouest	El Alia	Sakiet Ezzit	Chihia
	El Hadi		Sakiet Ezzit
	Hay El Bahri		Sidi Salah
	Hay El Habib		Teniour
	Merkez Chaker		Bderna
	Oued Ermal		Cite Bourguiba
	Sokra		El Khairia
		Sakiet Eddaier	Merkez Kaaniche
			Merkez Sebbi
			Sakiet Eddaier
			Seltania
			Sidi Mansour

出典：市; L'Institut National de la Statistique: INS, 町; JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 1.2-1 スファックス大都市圏行政区域

1.2.4 調査関係機関

本調査に関係する主な機関は以下のとおりである。

- カウンターパート機関： 水資源開発公社（SONEDE）
- 関係省庁：
 - 1) 開発・投資・国際協力省（MDICI、円借款窓口）
 - 2) 財務省（円借款の借入・返済）
 - 3) 農業・水資源・漁業省（SONEDE の監督官庁）
 - 4) 外務省（外交関係、政府間契約）
 - 5) 環境・持続可能な開発省
 - 環境保護庁（環境影響評価審査）（ANPE）
 - 海岸開発保全庁（海岸用地開発承認）（APAL）

1.2.5 調査団

本調査に従事する調査団は以下の担当者から構成される。

- (1) 木口孝文 総括／上水道計画
- (2) 上村順一 海水淡水化施設設計
- (3) 船本忠男 送配水施設設計
- (4) 庭野哲治 水資源調査
- (5) 藤原芳成 機械設備設計 1
- (6) 工藤隆太 機械設備設計 2
- (7) 渡部透 電気設備設計 1
- (8) 三浦輝 電気設備設計 2

- (9) 仲川隆史 自然条件調査
- (10) 八代大輔 調達計画・積算
- (11) 中田康雄 経済・財務分析
- (12) セバスチャン・アルノー 環境社会配慮
- (13) 玉真俊彦 組織制度
- (14) 太田量介 業務調整／海水淡水化施設設計補助

1.2.6 調査スケジュール

本調査は、以下のとおり 2 段階のフェーズに分けて実施された。

(1) フェーズ 1（2013 年 9 月～12 月）：海水淡水化施設建設の妥当性の確認

フェーズ 1 調査は 2013 年 9 月 13 日から始まり、国内事前準備作業を経て現地調査を 2013 年 9 月 28 日から 11 月 23 日まで行った。引き続き国内作業を 2014 年 1 月上旬まで継続した。フェーズ 1 の成果はインテリム・レポート 1 にまとめられた。

(2) フェーズ 2（2014 年 1 月～2015 年 8 月）：フィージビリティ調査の実施

フェーズ 2 調査は 2014 年 1 月から 2015 年 8 月まで実施された。第 2 回現地調査を 2014 年 1 月中旬から 3 月上旬まで実施し、国内作業を経てインテリム・レポート 2 に中間成果をまとめた。その後、第 3 回現地調査を 2014 年 4 月中旬から 6 月中旬まで実施した。6 月から 8 月までの国内作業期間において本調査の全ての成果を準備調査報告書(ドラフト)にまとめ、9 月 29 日に現地において SONEDE に説明し、その後³、チュニジア国側のコメントを反映した準備調査報告書が 2015 年 8 月に提出された。本調査は 2015 年 6 月時点の情報を基に作成されている。

1.3 調査内容・範囲

1.3.1 フェーズ 1 の内容・範囲

フェーズ 1 では、既存情報のレビュー、現地調査の実施、情報収集及び分析を行い、本事業を通じた海水淡水化による給水の妥当性及び必要性について確認し、目標年次、水需要から必要な施設の規模及び候補地を想定し、その施設整備候補地を提案した。

主要な調査項目は以下のとおりである。

(1) 既存情報のレビュー及び調査

- 1) 自然条件調査(気象、地勢、地形、水文、水理地質等)
- 2) 社会条件調査(社会経済情勢及び人口、商工業、土地利用、社会インフラ整備、経済情勢等における今後のトレンド)

³ この間、SONEDE のコメントを考慮し、水需給バランスと水配分計画及び対応した施設計画を見直し、また、外貨交換レートの変更により事業費を見直し、財務経済分析を再検討を行っている。

- 3) 環境条件調査(環境関連法令及び規制、公衆衛生等)
- (2) 本事業の計画を策定するに当たり、基礎となる情報の収集及び分析
 - 1) スファックス大都市圏における水需要量及び水供給量
 - 2) スファックス大都市圏における水利用可能量
 - 3) スファックス大都市圏における水道施設全体計画
 - 4) スファックス大都市圏における本事業以外の水道事業
 - 5) スファックス大都市圏における海水淡水化施設の候補地
 - 6) スファックス大都市圏における既存水道施設
 - 7) 既存淡水化施設
 - 8) 水セクターの組織
 - 9) 水道料金設定
 - 10) SONEDE の財務分析
 - 11) 電力利用可能量
 - 12) 「ジェルバ島海水淡水化施設建設事業」入札図書
- (3) 事業の必要性及びリスクの確認
 - 1) 生活用水、農業用水、工業用水などの水セクターの現状及び問題点
 - 2) 生活用水、農業用水、工業用水などの水セクターの政策及び将来計画
 - 3) 生活用水、農業用水、工業用水などを供給するための施設容量
 - 4) 給水量を増加させるための SONEDE の水資源開発計画
 - 5) 既存配水管網の整備状況及び工事計画
 - 6) 他開発パートナーの水道事業への支援状況
 - 7) SONEDE の水道施設整備計画(海水淡水化施設を含む)
 - 8) 海水淡水化と代替水源による給水との比較及びリスクの確認
 - 9) 海水淡水化施設整備による水道料金設定へのインパクトの検討
 - 10) 国の方針の中での位置づけ
 - 11) リスク軽減策の検討及び提案
- (4) インテリム・レポート(IT/R)1 の作成・協議

1.3.2 フェーズ 2 の内容・範囲

フェーズ 1 で提案した複数の施設整備候補地から最適な候補地の分析・選定を行い、本事業の計画を策定し、インテリム・レポート 2 にまとめた。その内容について SONEDE 及び JICA と確認した後、概略設計及び積算を行い、事業実施計画を策定し、評価を加え、フィージビリティ調査として準備調査報告書にまとめた。

主要な調査項目は以下のとおりである。

- (1) 本事業の計画策定
 - 1) スファックス大都市圏における水道事業全体計画
 - 2) 海水淡水化施設の必要生産水量
 - 3) 海水淡水化施設の用地選定
 - 4) 海水淡水化方法の比較(逆浸透法、多段フラッシュ法等)

- 5) 海水の取水方法の決定
- 6) 海水濃縮水の放流方法の決定
- 7) ポンプ場の用地選定
- 8) 配水池の用地選定
- 9) 全体運用計画
- 10) 本事業で必要な用地取得面積の算出
- 11) 用地取得の規則や手続きの確認
- (2) インテリム・レポート(IT/R)2 の作成・協議
- (3) 本事業の概略設計
 - 1) 事業範囲の明確化
 - 2) 海水取水施設、海水淡水化施設、海水濃縮水放流施設、ポンプ場、送水管、配水池の施設設計
 - 3) 事業実施に必要な許認可や法制度整備、用地取得手続き等の確認
- (4) 主要な環境社会影響項目の予測・評価、及び緩和策・モニタリング計画案の作成
- (5) 概算事業費の算定
- (6) 事業実施計画の策定
 - 1) 資金計画
 - 2) 施工計画
 - 3) 事業実施スケジュール
 - 4) 調達計画
 - 5) 事業実施体制
 - 6) 維持管理計画
 - 7) コンサルタント TOR 策定
 - 8) 経済財務分析
 - 9) その他配慮事項
- (7) 事業評価
- (8) 運用・効果指標の提案
- (9) 提言
- (10) 準備調査報告書(ドラフト)の作成
- (11) 準備調査報告書(ドラフト)の説明・協議
- (12) 準備調査報告書の作成・提出

1.4 水分野円借款既往案件

日本政府がこれまでに円借款事業としてチュニジア国に協力した上水分野事業の案件を、表 1.4-1 に示す。このほか、日本国政府の無償資金協力事業として、南部地下水淡水化計画（The Project for Desalination of Groundwater in Southern Region）として、メドニン県ベン・ゲルデン地区において、地下水淡水化施設（1,800 m³/日）の建設事業が実施され、2013 年 6 月から運用されている。

表 1.4-1 チュニジア国上水分野既往円借款案件一覧

年度	借款概要	事業概要	現況
1994	L/A No.: TS-P6 案件名: 南部地域上下水道整備事業 Southern Area Water Supply and Sewerage Improvement Project L/A 調印日: 1995.03.31 借款額 (百万円) : 7,577	<ul style="list-style-type: none"> ● チュニジア国南部の観光地であるジェルバ、ザルジス等において上下水道施設を整備。 ● 上水道事業対象地 (ジェルバ、ザルジス、ベン・ゲルデン、メドゥニン、タタウィン、下水道事業対象地 (ジェルバ東部の観光地域))。 ● 上水道事業では、地下水 (かん水) 淡水化プラント 15,000 m³/日×2 個所、深井戸 15 個所、配水池 5 個所、導水管 169 km、配水管 91 km、等を建設。2003 年 2 月完了。 	貸付完了
1999	L/A No.: TS-P19 案件名: 地方給水事業 Rural Water Supply Project L/A 調印日: 2000.03.23 借款額 (百万円) : 3,352	<ul style="list-style-type: none"> ● 17 県、受益者約 10 万人を対象とした小規模な給水インフラ整備を実施するものであり、資機材、土木工事及びコンサルティング・サービスに必要な資金を供与するものである。 	貸付完了
2002	L/A No.: TS-P24 案件名: 地方給水事業(II) Rural Water Supply Project (II) L/A 調印日: 2003.03.31 借款額 (百万円) : 4,495	<ul style="list-style-type: none"> ● チュニジア国政府が策定した「第 10 次地方給水計画」に基づいて、全国約 100 の貧困郡を対象に、給水施設建設・改修、関連機材の調達(ポンプ、配水管等)、及びコンサルティング・サービスに必要な資金を供与するものである。 	貸付完了
2006	L/A No.: TS-P28 案件名: ジェンドゥーバ地方給水事業 Jendouba Rural Water Supply Project L/A 調印日: 2006.05.23 借款額 (百万円) : 5,412	<ul style="list-style-type: none"> ● 北西部地域のジェンドゥーバ県及びベジャ県の一部の農村部において、送配水管、浄水施設 1 個所、配水池 12 個所、ポンプ施設 9 個所、減圧施設 1 個所の建設を行うものである。 	実施中
2011	L/A No.: TS-P36 案件名: 地方都市給水網整備事業 Local Cities Water Supply Network Improvement Project L/A 調印日: 2012.02.17 借款額 (百万円) : 6,094	<ul style="list-style-type: none"> ● チュニジア全国 (19 県) に広がる既存給水施設の改修・拡張を行うものである。土木工事、資機材調達、ダクタイル铸铁管調達などが含まれる。スファックスの配水施設の一部も本事業の整備対象となっている。 	実施中

注) 2014 年 12 月末時点

出典: JICA 資料

1.5 他開発パートナーの水道事業への支援状況

SONEDE は他開発パートナーの支援を得て、次のような事業を実施及び計画している。

表 1.5-1 他開発パートナーの水道事業への支援状況一覧

開発パートナー/事業名称	事業概要	現況
ドイツ復興金融公庫 (KfW) 支援事業		
チュニジア国南部淡水化施設建設事業	<ul style="list-style-type: none"> ● 淡水化施設建設事業の支援。 ● フェーズ 1 事業(PNAQ 1) は 2003 年に調査を行い、10 個所の施設の建設が 2015 年 10 月に終了予定である。 ● フェーズ 2 事業 (PNAQ 2) は KfW の無償資金を得て 2011 年から調査を始め、EIA 報告書を含め最終報告書をまとめており、6 個所の施設建設を 2015 年から開始する予定である。 	実施中
メドニン県ジェルバ島海水淡水化施設建設事業	<ul style="list-style-type: none"> ● EU の無償資金協力を得てメドニン県ジェルバに 50,000 m³/日の海水淡水化施設整備の調査を行ったが、施設を 75,000m³/日に拡張可能な施設として実施することになった。 ● 建設資金は KfW の他にフランス開発庁 (AFD) から一部支援されることになっている。SONEDE を借入人として 2014 年 9 月 8 日に工事契約が調印された。 	実施中
ガベス県ザラート海水淡水化施設建設事業	<ul style="list-style-type: none"> ● ガベス県ザラートの 100,000 m³/日の海水淡水化施設整備について、アフリカ開発銀行民間セクター支援基金 (Fund for African Private Sector Assistance, FAPA) の技術援助により、F/S 調査を 2012 年 9 月から始めた。 ● SONEDE は KfW の支援により 2014 年末までに建設を始めたいとしていたが、いまだに資金調達先が決まっていない。 	融資未定
スファックス県ケルケナ島海水淡水化施設建設事業	<ul style="list-style-type: none"> ● スファックス県ケルケナ島の 6,000 m³/日の海水淡水化施設整備について、SONEDE は本事業に係る資金調達に KfW の支援を要請している。 	融資未定
フランス開発庁 (AFD) 支援事業		
SONEDE の飲料水生産能力と供給確保プログラム Programme de sécurisation des capacités de production et d'adduction d'eau potable de la SONEDE : 2012-2016	<ul style="list-style-type: none"> ● SONEDE の水生産及び配水に係る施設の改善及び能力強化事業を実施。 ● チュニジア国の 13 個所で事業を行っており、メドニン県ジェルバの海水淡水化施設からの既存配水施設への接続事業も含まれている。 ● 事業費 52.95M.EUR 	実施中
地方給水事業 III Rural Water Supply Project III 2009-2016	<ul style="list-style-type: none"> ● SONEDE の村落給水事業への協力について、2009 年にチュニジア国と AFD との間で合意 ● 14 県の 49 地区で 52,536 人に飲料水の供給する。 <ul style="list-style-type: none"> - 既存のネットワークの拡張、土木工事や機器の設置 - 80,000 メートルのパイプライン材料の調達 - エネルギーマスタリングプログラムの実施 - 地理情報システムの構築 ● 事業費 21M.EUR 	実施中
地方給水：資金調達プログラム Alimentation en eau potable rurale : financement du programme 2013 - 2017	<ul style="list-style-type: none"> ● SONEDE の村落給水事業への協力について、2013 年 7 月にチュニジア国と AFD との間で合意。 ● 60 ネットワークの構築、3 井戸、39 貯水池、31 ポンプ場と除鉄処理場の建設、739km の水道管の供給と据付が含まれる ● 事業費 23.85M.EUR 	実施中
世界銀行 (IBRD) 支援事業		
都市給水事業 Urban Water Supply Project Approvisionnement en eau potable des centres urbains	<ul style="list-style-type: none"> ● SONEDE の都市給水事業への資金協力について、2014 年 11 月 17 日に発効。2005 年 12 月にチュニジア国と世界銀行との間で合意され 2012 年に完了予定であった同事業の追加事業。 ● チュニス大都市圏並びに地方 7 都市 (Rouhia, Ghardimaou, Ain Draham, Ourdanine, Nasrallah, Kalaa Kébira et Jammal) 中心部の 24 時間給水並びに SONEDE の財務能力強化 ● 事業費 26.2M.USD 	実施中

サイダ貯水池からの送水施設及びカラー・カビラ貯水池からの送水施設の整備事業	<ul style="list-style-type: none"> ● スファックスに水供給を行っている北部広域水道システムに係る事業の中で、サイダ貯水池からの送水施設、カラー・カビラ貯水池からの送水施設の整備事業について、SONEDE は世界銀行からの資金協力を得る予定としている。 ● 世界銀行担当者に確認したところ、送水管系のリハビリ事業を支援する予定であるものの、具体的な内容や時期は未だ検討中。 	融資未定
アラブ社会経済開発基金 (FADES) 支援事業		
サイダ貯水池、カラー・カビラ貯水池及び浄水場の建設事業	<ul style="list-style-type: none"> ● スファックスへの水供給を行っている北部広域水道システムに係る事業の中で、サイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池の建設については農業・水資源・漁業省が建設を所管する。FADES は農業・水資源・漁業省と SONEDE に対し、融資の原則同意を示している。 ● 残余の部分（送水管、浄水場、ポンプ場等）について、アラブ諸国（サウジアラビア、クウェート、アブダビ）から資金協力を得ることを期待している。 	融資未定

注) 2015 年 3 月時点

出典：JICA 資料

ドイツ復興金融公庫 (KfW) による支援中または計画中の淡水化施設を表 1.5-2 及び図 1.5-1 に示す。

表 1.5-2 ドイツ復興金融公庫 (KfW) による支援中または計画中の淡水化施設

No.	場所		原水	能力 (m ³ /日)	事業名称*	状況
1	Tozeur	Tozeur	かん水	6,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
2		Nafta	かん水	4,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
3		Hezoua	かん水	800	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
4	Kebili	Kebili	かん水	6,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
5		Douz	かん水	4,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
6		Souk Lahad	かん水	4,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
7	Gabes	Matmata	かん水	4,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
8		Mareth	かん水	5,000	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
9	Medenine	Beni Khedache	かん水	800	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
10	Gafsa	Belkhir	かん水	1,600	a, PNAQ1	2015 年 10 月完了予定
11	Tozeur	Degueche	かん水	2,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
12	Sidi Bouzid	Mazouna, etc.	かん水	3,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
13	Medenine	Ben Guerdane	かん水	9,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
14	Gafsa	Gafsa Est	かん水	9,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
15		Gafsa Ouest	かん水	6,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
16	Kebili	Bechlli, etc.	かん水	2,000	a, PNAQ2	2015 年工事開始予定
17	Medenine	Djerba	海水	75,000* ²	b	2014 年 9 月工事契約
18	Gabes	Zarat	海水	100,000	c	融資要請中
19	Sfax	Kerkennah	海水	6,000	d	計画中

*:事業名称：

- a: チュニジア国南部淡水化施設建設事業 フェーズ 1 (PNAQ1)、フェーズ 2 (PNAQ2)
- b: メドニン県ジェルバ島海水淡水化施設建設事業
- c: ガベス県ザラート海水淡水化施設建設事業
- d: スファックス県ケルケナ島海水淡水化施設建設事業

*²: 当初の処理能力は 50,000 m³/日だが、将来的に 75,000 m³/日まで拡張出来る。

出典：SONEDE 事業進捗報告書 (2014 年 8 月)、SONEDE 確認アップデート (2015 年 3 月)



出典：SONEDE 事業進捗報告書（2014年8月）

図 1.5-1 ドイツ復興金融公庫 (KfW) による支援中または計画中の淡水化施設の位置

第 2 章 自然状况・社会状况

第2章 自然状況・社会状況

2.1 自然状況

スファックス大都市圏は国土面積 16 万 3,610 km² を有するチュニジア共和国の中部地帯である半乾燥気候の地域に位置するが、地中海に面しているため穏やかな気候である。スファックス大都市圏の自然条件は以下のとおりである。

2.1.1 気象

(1) 気温

過去 21 年間（1992 年-2012 年）の年平均気温は 18 °C であり、7 月から 9 月までの猛暑期及び 12 月から 2 月までの寒期があり、その中間期は過ごしやすい気候である。

表 2.1-1 スファックス大都市圏の気温

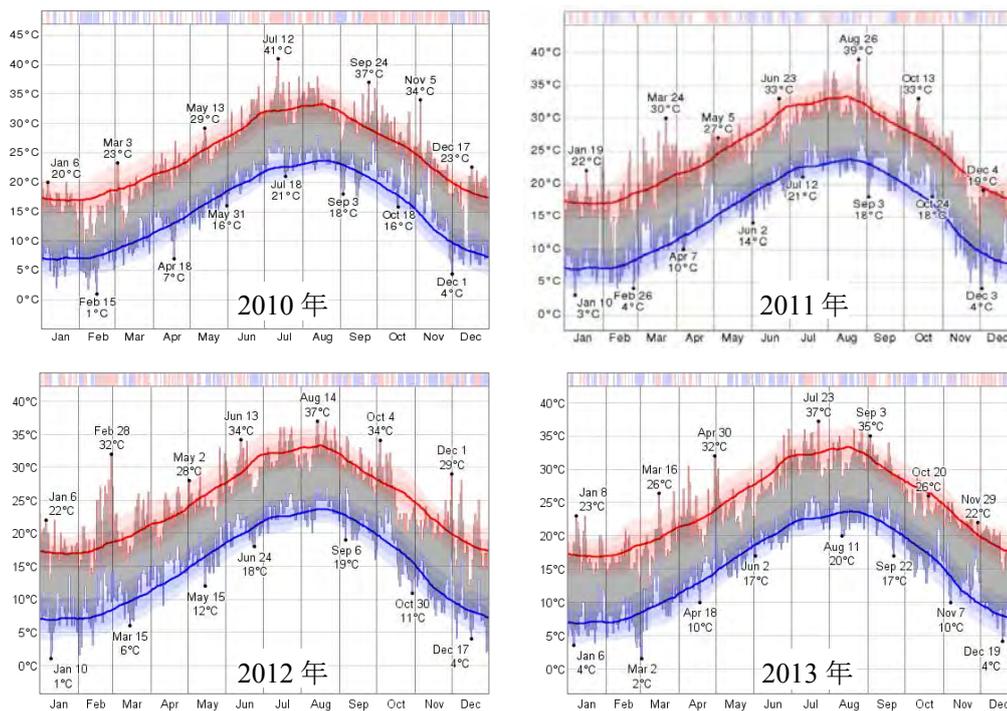
月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
平均最高気温(°C)	16	17	18	21	24	28	31	31	29	25	20	17	23
平均気温(°C)	11	12	14	16	20	23	26	27	25	21	16	12	18
平均最低気温(°C)	6	7	9	11	15	19	21	22	21	17	11	7	14

出典：Weatherbase

図 2.1-1 に 2010 年から 2013 年の各年における最高気温、最低気温の推移を示す。月平均最低気温では 1 月が最も寒く 6 °C であり、2012 年 1 月 10 日には年最低気温 1 °C を記録している。一方、月平均最高気温では 8 月が最も暑く 31 °C であり、2010 年 7 月 12 日には年最高気温 41°C を記録している。

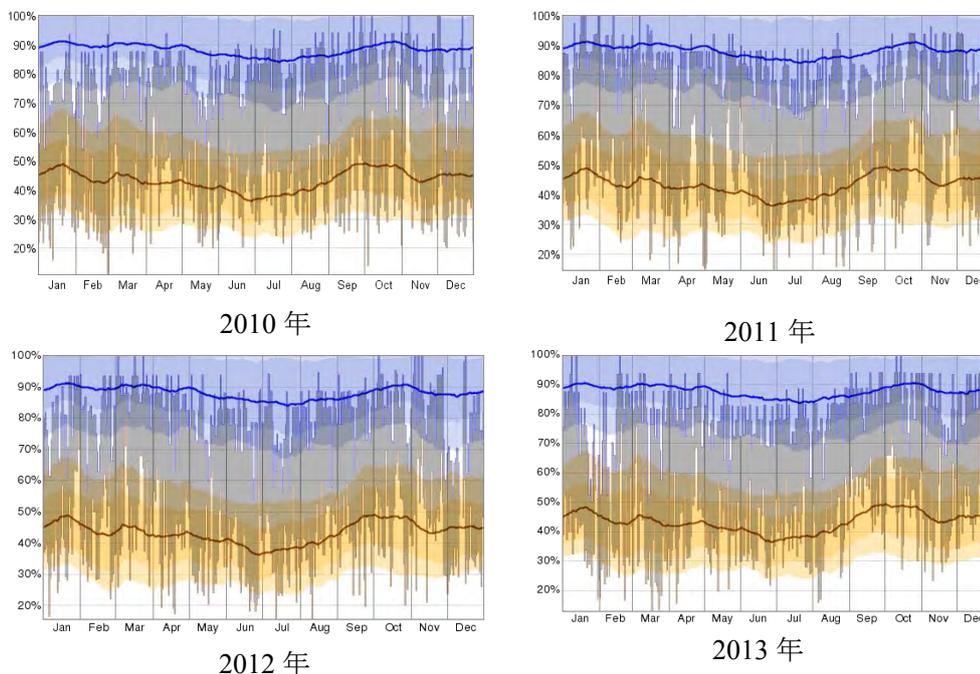
(2) 湿度

地中海の影響を受け、湿度は年間を通し 50%～70%前後と半乾燥気候であるものの比較的高い。図 2.1-2 に 2010 年から 2013 年の各年における湿度の推移を示す。



赤色のライン：最高気温の平均を示すライン、青色のライン：最低気温の平均を示すライン
 出典：WeatherSpark

図 2.1-1 2010年～2013年における気温の推移



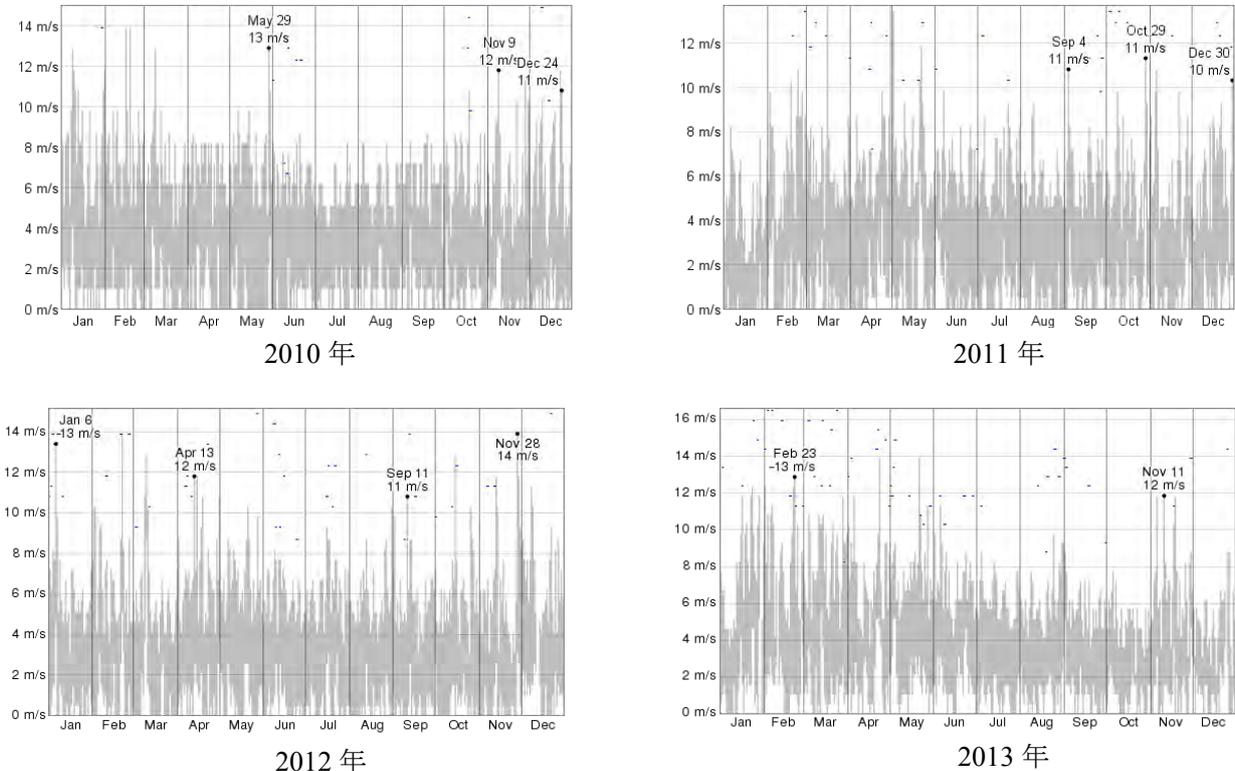
青色のライン：最高湿度の平均を示すライン、茶色のライン：最低湿度の平均を示すライン
 出典：WeatherSpark

図 2.1-2 2010年～2013年における湿度の推移

(3) 風

風は年間 300 日程度吹き、その風向は季節により異なり、冬季は陸風である北～南西、夏季は海風である東～南東、春季及び秋季は北及び東からの風が卓越している。

図 2.1-3 に 2010 年から 2013 年の各年における風速の推移を示す。



グレーライン：日々の風速の推移、青点：当日の瞬間最大風速
出典：WeatherSpark

図 2.1-3 2010 年～2013 年における風速の推移

月平均の風速では、5 月が 5 m/秒と最も強く、10 月が 3 m/秒と最も弱くなっている。2013 年 5 月 22 日に年間最大瞬間風速 22 m/秒を記録している。

(4) 降水量

スファックス大都市圏の過去 20 年間（1991～2010 年）における年間平均降水量は 228.5 mm（主要表流水水源のある北部のチュニスでは 464.5 mm）である。毎月の降水量は 9 月～4 月の期間には各月において増減はあるものの平均で約 25 mm 程度であるが、5 月から減りはじめ、6 月～8 月の期間はほとんど降水がない状態となる。

表 2.1-2 スファックス大都市圏の平均降水量

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計	月平均
平均降水量 (mm)	32.3	14.1	25.7	20.6	17.4	4.6	0.3	3.1	33.0	25.0	23.7	28.6	228.5	19.0

出典：National Office of Mines

2.1.2 地勢・地形

スファックス大都市圏は港を中心として扇状に広がった都市であり、海に向かって緩やかに傾斜した起伏の少ない単調な地形である。

2.1.3 海洋状況

(1) 潮位

スファックス港における平均潮位、最高、最低潮位は以下のとおりである。

表 2.1-3 潮位

	平均潮位	最高潮位	最低潮位
海 抜 (m)	+1.16	+2.15	+0.00

出典：Rapport Du Centre Hydrographique Et Oceanographique De La Marine Nationale De La Tunisie

過去3年間における月毎の潮位変動は表 2.1-4 に示すとおりである。過去3年間における最高潮位は2.0 m、最低潮位は0.1 m となっている。

表 2.1-4 潮位変動 (2011~2013 年)

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2011	Day	1/21	2/19	3/20	4/18	5/17	6/15	7/31	8/29	9/28	10/27	11/25	12/25
	Max (m)	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.8	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8
	Min (m)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
2012	Day	1/23	2/9	3/9	4/7	5/6	6/4	7/4	8/19	9/17	10/16	11/13	12/14
	Max (m)	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
	Min (m)	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
2013	Day	1/12	2/10	3/28	4/26	5/25	6/24	7/23	8/21	9/19	10/5	11/3	12/3
	Max (m)	1.8	1.8	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9
	Min (m)	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

※0mは、スファックス港の0mポイントを基準としている。

出典：Tide table for Sfax

(2) 海流

地中海の海流は全般的に非常に弱く、気温が高く乾燥しているため海水蒸発量の多い地中海東部に向けて流れている。スファックス大都市圏近海ではスース方面からガベス港に向け、海岸に並行して緩やかに南へ流れている。スファックス大都市圏沿岸の潮流は干満に対応して反転しながら海岸に平行して流れている。

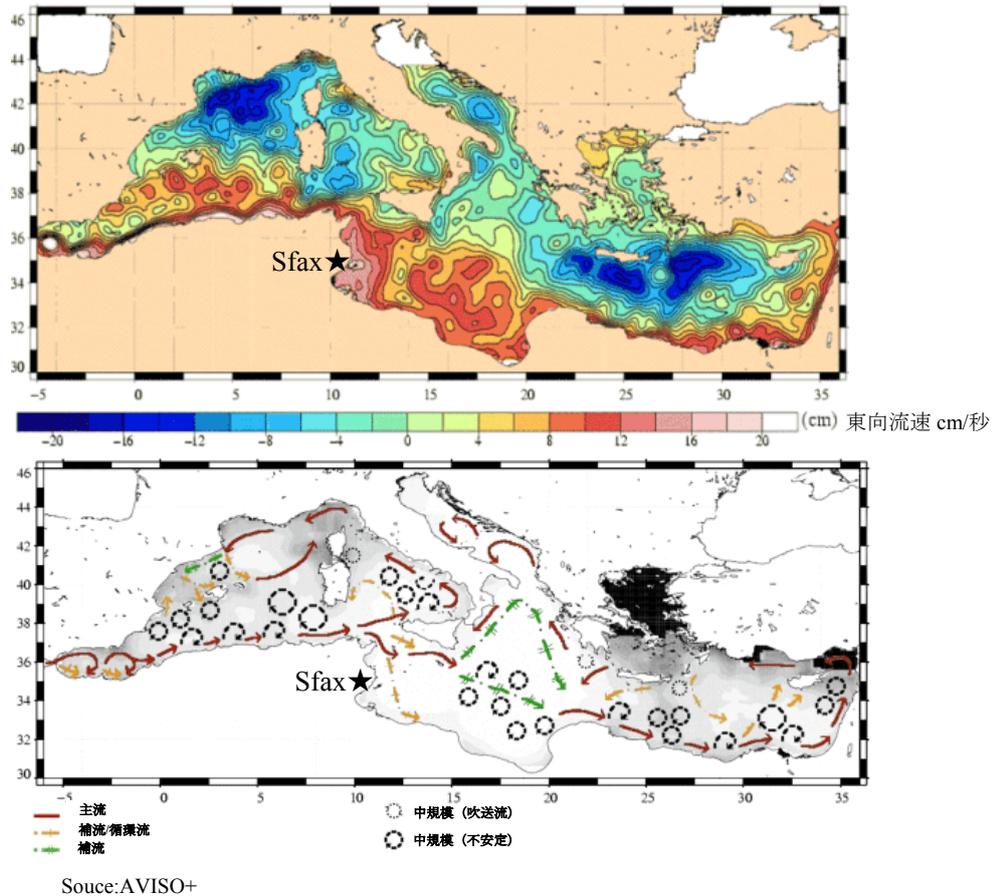


図 2.1-4 地中海の海流（上：流速、下：流向）

(3) 海底地形

スファックス大都市圏沿岸は全般的に遠浅の地形であり、特に、スファックス大都市圏の北側のラ・シェッパからケルケナ島近海を経てスファックス大都市圏までは、水深 5 m 以下の海底地形が連続している。スファックス大都市圏から南側のガベス湾沿岸では、沖合 5 km 前後付近まで水深 10 m 以下の海底地形が連続している。このため、スファックス港では大型船が入港出来るように港口から沖合までの 4.5 km 程を 11 m 水深となるように 60 m の幅員で航路の浚渫を行っている。

(4) 水質

スファックス大都市圏沿岸の海洋状況は、全般的に遠浅かつ穏やかで魚類やエビの養殖、手網漁、貝漁等の漁業も盛んに営まれている。一方、同地域は工業が盛んな地域であることから、沿岸部には工業地帯があり、海岸沿いにはリン精製工場、オリーブ油精製工場、金属加工工場等が多く存在し、それらの工場から排出された油分、金属類 (Ni, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Fe)、放射性物質等を含む排水が海洋に流出し、海洋汚染が進行していた。特にリン精製工場におけるリン鉱石からのリン精製過程で発生する CaSO_4 と硫酸塩還元菌の働きにより、海底堆積泥から有害ガスである硫化水素 (H_2S) が発生する等の海洋汚染が深刻化していた。

このような事態を受け、2006 年から欧州投資銀行 (EIB) を中心とした融資によるスファックス大都市圏沿岸の浄化を目的とした TAPARURA プロジェクトが実施され、海底堆積泥の浚渫と海浜砂の入替えが行われ一定の効果があった。しかし、現時点で浄化が完了したのはスファックス大都市圏沿

岸北側の地域に限定されており、スファックス大都市圏沿岸南側の地域については手つかずの状態となっている。今後同地域も浄化が実施される計画はあるが、具体的な予定はたてられていない。

本調査による水質分析結果を 5.1.2 節に詳述する。

2.1.4 水文・水理

農業・水資源・漁業省水資源総局 (DGRE) によれば、チュニジア国内における年間降水量は平均 360 億 m^3 であるが、その内、約 35% にあたる 126 億 m^3 /年は蒸発散し、186 億 m^3 /年は河川等を通じて海域へ流出している。したがって、現在、水資源として利用可能な水量は 48 億 m^3 /年であり、その利用可能水量を水源別に分けると、ダムに貯留される利用可能水量は 24.3 億 m^3 /年、貯水池や河川からの直接取水等による利用可能水量は 2.7 億 m^3 /年となっており、これらは主に灌漑用水として利用されている。また、地下浸透による利用可能水量は 21 億 m^3 /年となっており、これは生活用水、農業用水、工業用水等多目的に利用されている。

南部地域に位置するスファックス大都市圏近郊には水源となるような大きな河川は存在しないため、表流水の利用は見込めない。また、地下水はこれまで制限なく取水されていたことから、水位の低下が著しく、現在では地下水の取水は制限されており、原則としてさらなる地下水の利用は見込めない状況である。そのため当該地域では北部から送水されてくる表流水を水源とした浄水と、西部のジェルマ及びスベイトラ地域から送水されてくる塩分含有量が比較的少ない (TDS 濃度: 1,000 mg/L ~ 1,800 mg/L) 地下水に頼らざるを得ない状況にある。さらに、地下水源に目を向けてみると、スファックス大都市圏の地下には地下水源が存在し、大都市圏内の各配水池には深井戸が掘削されているが、塩分濃度 (TDS 濃度: 3,100 mg/L ~ 3,200 mg/L) や鉄含有量が高く、そのまま未処理あるいは清澄水による希釈抜きに飲用水として使用することは出来ない。



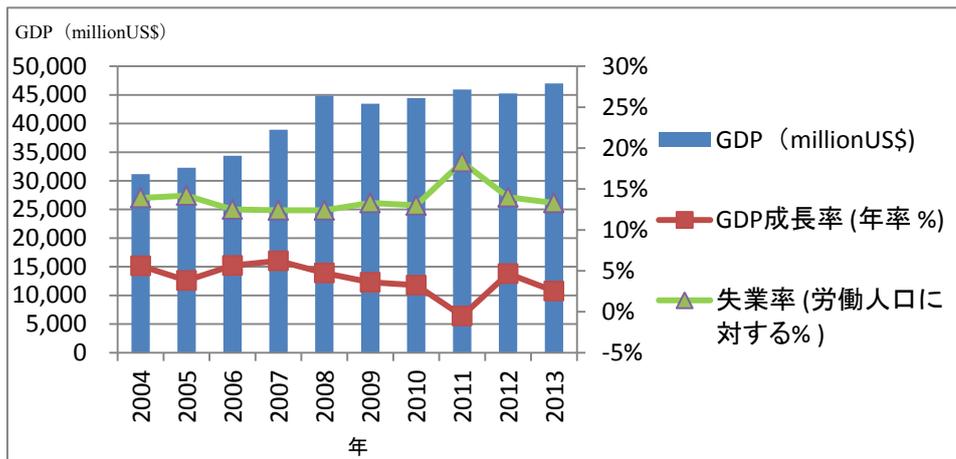
出典: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Medjerda_river_drainage_basin-fr.svg

図 2.1-5 主要河川

2.2 社会状況

2.2.1 社会経済情勢

チュニジア国は世界銀行の所得分類上、「中進国」に位置づけられており、2013 年の GDP は 469.9 億ドル、GDP 成長率は年 2.5 % である。一人当たり GDP は 4,317 ドルで、2008 年以降の成長は鈍化している。完全失業率は 2013 年で 13.3% となっており、特に若年層の失業率が高く、長期間にわたって高水準で推移している。



出典： <http://api.worldbank.org/v2/en/country/tun?downloadformat=excel>

図 2.2-1 GDP と失業率推移

2.2.2 人口

2013年時点でのチュニジア国の人口は1,089万人、都市部に約66%、農村部に約34%が住んでいる。その中で生産年齢人口は約43%、若年生産年齢人口は33%となっており、若年層の人口割合が高い。

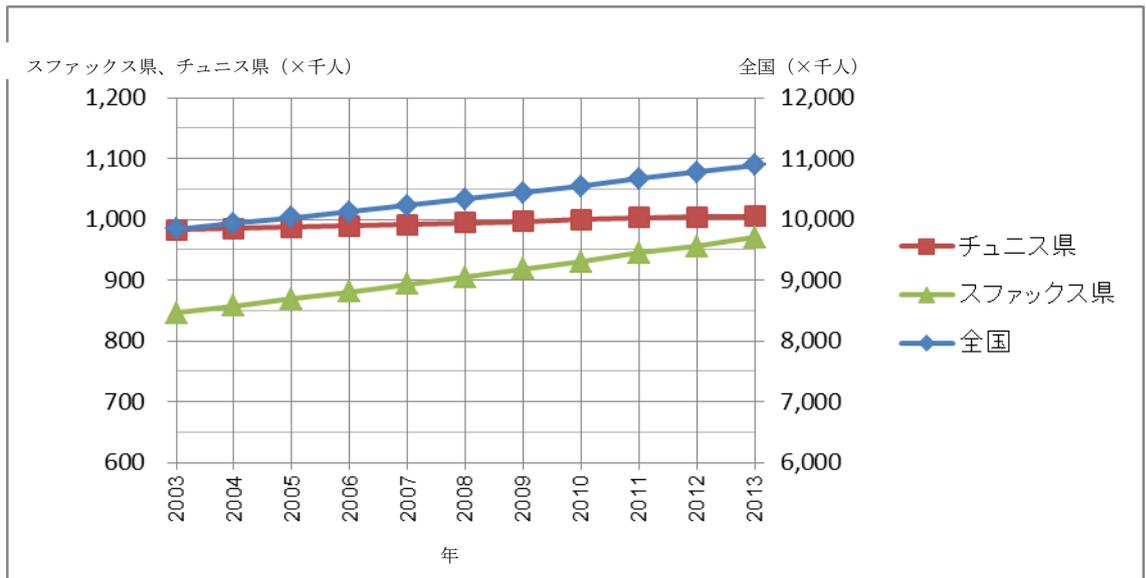
環状道路11号線の内側を主要域とするスファックス大都市圏はチュニジア国第二の都市域であり、2013年7月現在、スファックス県の人口97万人の内62万人が居住する商業都市である。また、この地域には学生も多くその数は約5万人にも上ると言われているが、そのほとんどが他地域からの就学生であり、夏季休暇等の長期休暇時には極端に減少する傾向にある。なお、この時期には多くの観光客が同国に滞在するが、その主要な滞在地はハマメット、スース、ジェルバ等のリゾート地であり、スファックス大都市圏に滞在する観光客は少ない。

2003年～2013年の平均人口増加率は全国1.02%/年、チュニス県0.21%/年、スファックス大都市圏を含むスファックス県1.37%/年となっており、スファックス県の人口増加率は首都チュニスのそれを大きく上回っている。表2.2-1及び図2.2-2にスファックス県、チュニス県及び全国の人口推移を示す。

表 2.2-1 スファックス県、チュニス県及び全国の人口推移

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2003-2013年平均増加率
全国	9,839.8	9,932.4	10,029.0	10,127.9	10,225.1	10,328.7	10,439.6	10,547.0	10,673.8	10,776.4	10,886.5	1.02%/年
チュニス県	983.2	985.3	986.7	989.0	991.3	993.9	996.4	999.7	1,002.9	1,003.7	1,004.5	0.21%/年
スファックス県	846.5	857.1	869.4	881.0	893.0	905.0	918.5	930.1	944.5	955.5	969.8	1.37%/年

出典： http://www.ins.nat.tn/en/serie_annuelle.php?Code_indicateur=0201060



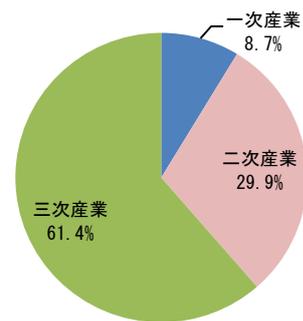
出典 :

http://www.ins.nat.tn/en/serie_annuelle.php?Code_indicateur=0201060

図 2.2-2 スファックス県、チュニス県及び全国の人口推移

2.2.3 主要産業

チュニジア国の主要産業の割合は 2013 年において、一次産業 8.7 %、二次産業 29.9 %、三次産業 61.4 %となっており、観光業、運輸交通、ICT などを含む三次産業が大きな割合を占めている。農業では小麦やオリーブ、製造業は繊維産業、また鉱工業ではリン鉱石が主な産出物である。原油や天然ガスなどの資源も産出されているが、石油輸入国であり、国内のエネルギー需要を十分に賄うだけの資源には乏しく、観光業を中心としたサービス業が今後もチュニジア国の経済を牽引していくと考えられる。



出典 : <http://api.worldbank.org/v2/en/country/tun?downloadformat=excel>

図 2.2-3 主要産業の GDP 構成

スファックス大都市圏はチュニスに次ぐチュニジア第二の都市であり、様々な産業が発達している。スファックス県内には製造業が約 2,300 事業所あり、そこで働く従業員は約 204,000 人 (2013 年) であり、これは全国の製造業従業員数の 37%を占め、次位のモナステール県のその 3 倍に上る。その中で 10 人以上の従業員規模をもつ製造業は 700 事業所を越える。主な業種は繊維、農業食品、機材工業、化学などである。また、小売業は 20,000 事業所以上、卸売業は 800 事業所以上に上り、70 事業所以上が海外との取引を行っている。このようにスファックス大都市圏を含むスファックス県は農林水産業及び鉱業を除くすべての産業分野において全国で最大の就業者を擁している。なお、農業・漁業関連産業も盛んであり、オリーブオイルは 40%、アーモンドは 30%、漁獲高も 20%の国内シェアを占めている。これらはチュニジアの全輸出量のうち大きな割合を占めており、オリーブオイル輸出の 60%、海産物輸出の 45%はスファックス県から輸出されている。

2.2.4 土地利用

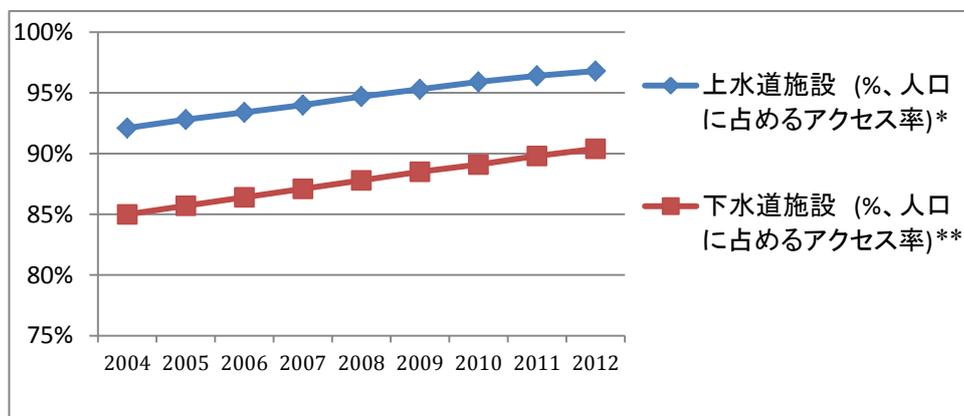
チュニジア国の国土面積は16万3,610 km²であり、その内、陸地が15万5,360 km²、水上面積が8,250 km²である。2011年時点で全国土面積に占める農用地面積の割合は約64.83%で、耕地面積の割合は約18.27%、恒久農地の割合は約15.40%、森林面積は約6.58%となっている。

土地は国有地と私有地に分かれており、概ね所有権は明確になっている。公共事業等で私有地の取得が必要な場合は、関連法規に則り土地の所有者との間で協議が進められるが、事業の公共性の高さなどを考慮して、事業が優先される場合もある。

2.2.5 社会インフラ整備

チュニジア国は中進国として経済発展が進む中、インフラ整備も進んでいる。今後も人口増加と経済成長が継続していく可能性が高いことを考えれば、長期的な視野に立ったインフラ整備計画の策定と具現化が必要である。

SONEDEの年報によれば、上水道へのアクセスは2012年で都市部100%、農村部93.4%、全体97.8%となっている。下水道の整備も進んでおり、下水道整備公社（以下、ONAS）によれば、2012年で接続人口590万人、ONAS管轄都市部接続率90%（全国人口に対しては約55%）、同処理率87.3%となっている。電化アクセスも99.5%（STEG WEBデータ）となっており、ほぼ全国的に網羅されている状況である。今後は人口増加と経済成長に伴い増していくインフラへの需要を満たしながら現状のサービスレベルを維持していくことが課題である。また、上水道であれば水質の改善など質の向上を図っていくことも求められている。



注*: 上水道施設-対全国行政人口、**: 下水道施設-対 ONAS 管轄都市部人口
出典: <http://api.worldbank.org/v2/en/country/tun?downloadformat=excel>

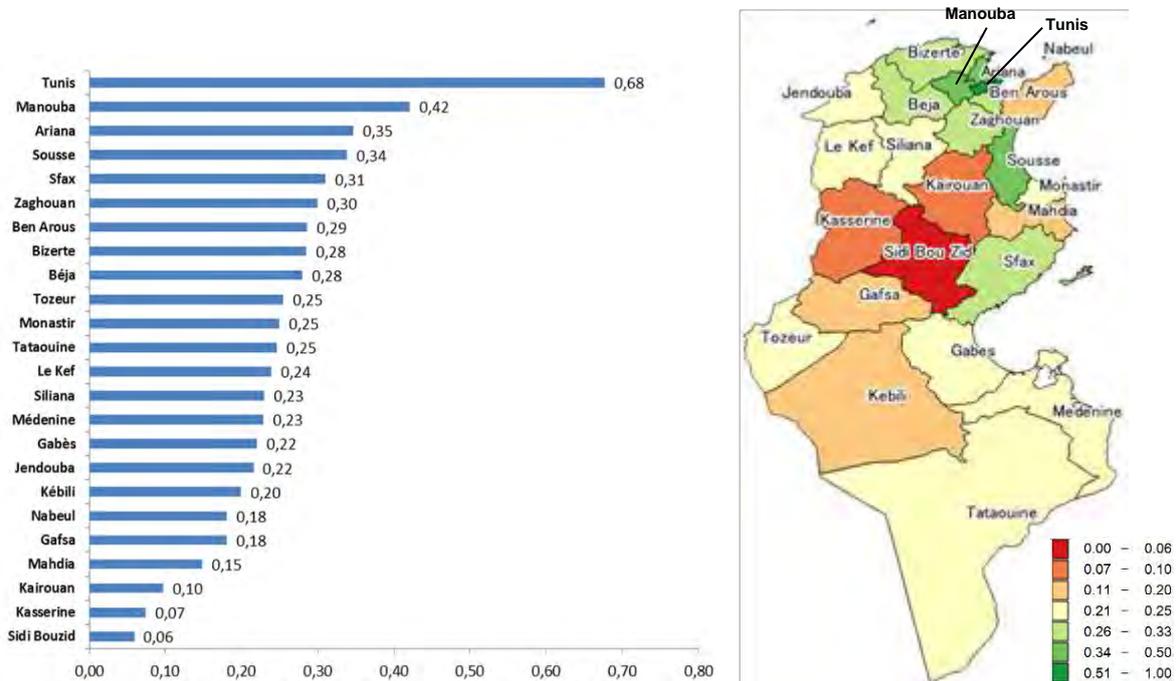
図 2.2-4 上下水道アクセス

2.2.6 経済情勢等における今後のトレンド

2008年以降の世界的な不況に加えて、2010年12月18日にチュニジア国で発生した「ジャスミン革命」の影響により、GDP成長率は縮小し2011年にはマイナスとなった。2012年には回復の兆しを見せGDP成長率は3.6%となったが、完全失業率は高い水準で推移しており、特に若年層を対象とした新たな雇用創出が大きな課題である。そのため、第三次産業の更なる拡大が必要である。更に、第一次、第二次産業の生産性向上による国際的な競争力強化が、チュニジア国の経済発展に重要な要素の一つであると考えられる。

2.2.7 公衆衛生

地方開発・計画省（当時、現開発・投資・国際協力省）の調査による各県の公衆衛生指標（インディケーター）を図 2.2-5 に示す。これによれば他県に比してスファックス県の公衆衛生水準は高い。



出典：地方開発・計画省(当時) 2012/JICA 調査団 (マップ)

図 2.2-5 県別公衆衛生指標（インディケーター）

一方、スファックス大都市圏の浅層地下水及び海域の海水や底泥は汚染の危険性があると考えられている。考えられる主な原因は以下のとおりである。

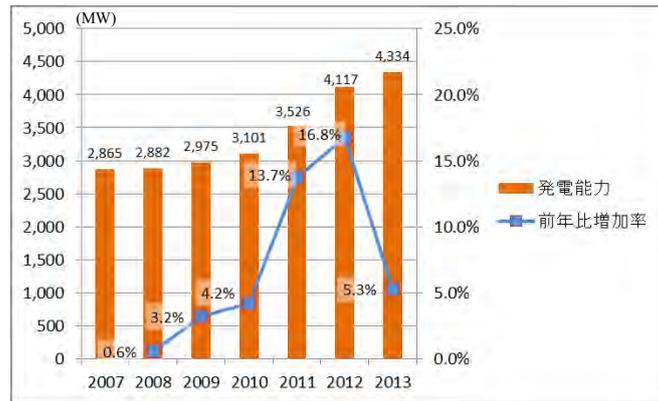
- リン精製工程から排出された硫酸カルシウムのボタ山からの排水
- オリーブ油工場の排水
- 下水処理場の排水
- 港周辺のごみ捨て場の排水
- 港（漁船のオイル排水）

SONEDE スファックス支社における聞き取り調査では、上水道サービスに対する不満から自宅井戸や雨水を利用する住民も多いということであり、自宅井戸の利用対象となる浅層地下水の汚濁危険性や雨水利用における衛生面での懸念を考慮すれば、公衆衛生の面から潜在的に問題がある。

なお、住民の上水道サービスに対する不満は高い TDS 濃度や水供給量の不足に起因しており、住民を対象としたアンケート調査でもそのことが明らかとなっている（10.12.2 節参照）。

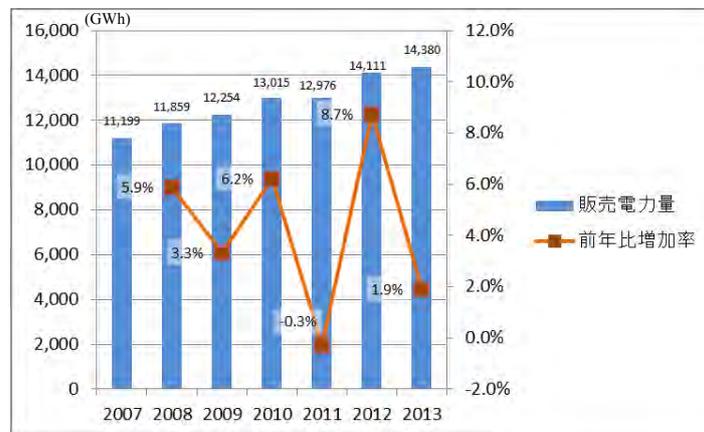
2.2.8 電力供給事情

チュニジア国において電力供給を行っているチュニジア電力・ガス公社（STEG）の発電能力と販売電力量を図 2.2-6、2.2-7 に示す。



出典：Annuaire Statistique de la Tunisie 2007-11, <https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/produire.html> (2012-13)

図 2.2-6 STEG 発電能力の推移



出典：Annuaire Statistique de la Tunisie 2007-11, <https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/produire.html> (2012-13)

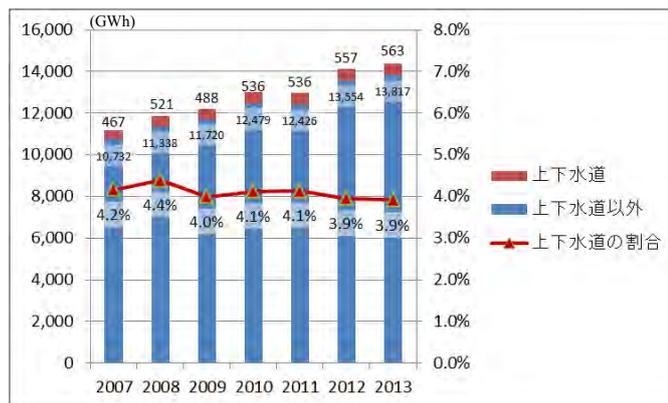
図 2.2-7 STEG 販売電力量の推移

STEG の発電能力は、2008 年以降、比較的高い増加率で増加しており、2011 年では対前年比 13.7 % 増の 3,526 MW、2012 年は 16.8%増の 4,117MW、2013 年は 5.3%増の 4,334MW となっている。

総販売電力量も全般的に増加傾向で推移している。2011 年は 2010 年末からのジャスミン革命の影響による産業活動の停滞が反映し、対前年比 0.3 %減の 12,976GWh と僅かに減少したが、2012 年では 14,111 GWh、2013 年では 14,380 GWh に増加している。

上記データにより、2007 年では販売電力量は発電能力の 44.6% ($= (11,199 \times 10^9) / (2,865 \times 10^6 \times 24 \times 365)$) であったが、2013 年では 37.9% ($= (14,380 \times 10^9) / (4,334 \times 10^6 \times 24 \times 365)$) となっており、需給バランスが改善していることが分かる。このように、電力の需給バランスは改善されてきたが、STEG は今後の需要増大に備え、さらに発電能力の増強に努めている。

図 2.2-8 に示すとおり、上下水道セクターへの販売電力量は 2013 年において 563GWh であり、販売電力量全体に占める割合は 3.9%である。2007 年以降における販売電力量は 6 年間で 28%増加しているが、上下水道セクターの割合は 4.0%前後で推移しており、全体に占める割合では特に大きな増加傾向は示していない。



出典：Annuaire Statistique de la Tunisie 2007-11, <https://www.steg.com.tn/en/institutionnel/produire.html> (2012-13)

図 2.2-8 STEG 販売電力量に占める上下水道セクターの割合

本事業に対する電力供給に係る懸念については 11.3 節に詳述する。

第3章 チュニジア国の水道事業の現状

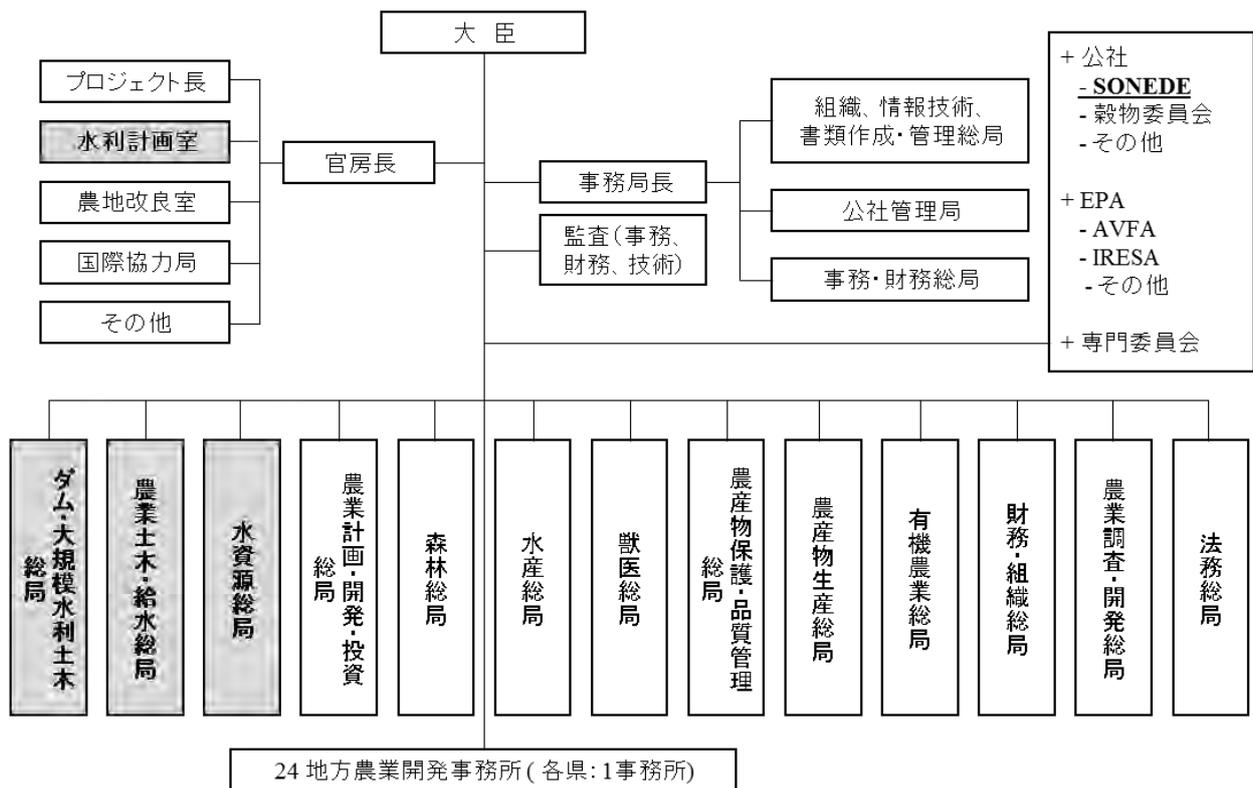
第3章 チュニジア国の水道事業の現状

3.1 水セクターの関連組織と法令

3.1.1 概要

チュニジア国の水セクターに係る政策は、1975年に制定された「水法」(Code des Eaux)に基づき、農業・水資源・漁業省 (Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche) が決定している。農業・水資源・漁業省は SONEDE の監督官庁であり、農業・水資源・漁業省が水セクターに関する全国的な政策の決定や計画策定及び大規模水利施設の建設・運転維持管理を行い、SONEDE はこれらの政策や計画に整合した形で、同省所管の施設を適宜利用しながら、都市部と規模の大きな農村集落に対する水道水供給を行っている。

農業・水資源・漁業省は、水セクター以外にも農業や漁業に関連する広範な事業を所管 (図 3.1-1 参照) しているが、水セクターを所管する組織 (省内の部署及び外郭団体) は、SONEDE を含めて表 3.1-1 に太字で示している部署である。



注：本事業に特に関連のある部署は太字で表している。

出典：農業・水資源・漁業省

図 3.1-1 農業・水資源・漁業省組織図

表 3.1-1 農業・水資源・漁業省の水関係組織

部署又は組織名		備考
省内部署	BIRH : 水資源調査室 Bureau de l'Inventaire et des Recherches Hydrauliques	DGRE (水資源総局) 所管の独立組織。
	BPEH : 水利計画室 Bureau de la Planification et des Équilibres Hydrauliques	省大臣官房に設置された部署。
	DGRE : 水資源総局 Direction Générale de Ressources en Eau	3.1.2 を参照。全国の水資源の計画・政策を所掌。
	DGGREE : 農業土木・給水総局 Direction Générale du Génie Rural et de l'Exploitation des Eaux	3.1.3 を参照。農業用水利全般を所掌。
	DGBGTH : ダム・大規模水利土木総局 Direction Générale des Barrages et des Grands Travaux Hydrauliques	ダム等による大規模水資源開発を所掌。3.1.4 を参照。
外郭団体(公社等)	INRGREF : 国立農業土木・水・森林研究所 Institut National de Recherche en Génie Rural, Eaux et Forêts	
	CRDA : 地方農業開発事務所 Commisariats Régionaux du Développement Agricole	3.1.5 を参照。
	RSH : 水利掘削公社 Régie des Sondages Hydrauliques	
	SECADENORD : 北部用水路・導水路開発公社 Société d'Exploitation du Canal et des Adductions des Eaux du Nord	SONEDE や CRDA に対する水の販売収入により独立採算運営を行っている公社。
	SONEDE : 水資源開発公社 Société Nationale d'Exploitation et de Distribution des Eaux	3.1.6 を参照。本事業実施機関

出典：JICA 調査団

全国の水資源開発に関する政策は、同省水資源総局 (DGRE) が所掌する。都市部及び規模の大きな農村集落に対する水道水供給事業 (工業用水を含む) は、SONEDE が実施している。

SONEDE が実施する事業以外の中小規模農村集落への水道水供給事業と全土への農業用水供給事業は、政策立案・計画・評価を農業・水資源・漁業省の農業土木・給水総局 (DGGREE) が、実施面を地方農業開発事務所 (CRDA) がそれぞれ担当している。そのほか、CRDA による支援を受けながら農業水利施設の維持管理を行う利用者の団体として、農業組合 (GDA: Groupements de Développement Agricole)がある。

なお、本事業に係るチュニジア国側の関係省庁としては、上記の農業・水資源・漁業省に加え、外務省 (Ministère des Affaires étrangères)、財務省 (Ministère des Finances)、開発・投資・国際協力省 (MDICI : Ministère du Développement, de l'Investissement et de la Coopération internationale)、環境保護庁 (ANPE : Agence Nationale de Protection de l'Environnement)、海岸開発保全庁 (APAL : Agence de Protection et d'Aménagement du Littoral) 及び高等公共調達機関 (HAICOP : Haute Instance de la Commande Publique) が挙げられる。外務省は国際関係のチュニジア国側の窓口となり、財務省は、円借款の借入・返済を担う。MDICI は、各セクターの経済開発計画や対外借入れ案件に係る交渉、実施監理を行う機能を持ち、本事業の円借款に係る諸手続きを担当する。ANPE 及び APAL は、本事業の事業者選定手続きに先立つ EIA の審査を担当する。HAICOP は、本事業の事業者選定手続きについて JICA の合意審査に先立つ承認審査を行う。農業・水資源・漁業省は、SONEDE の所管省庁として、本事業の実施に際して SONEDE 内部の PIU (Project Implementation Unit) の設置や組織体制変更に係る許可を行う。

3.1.2 水資源総局 (DGRE)

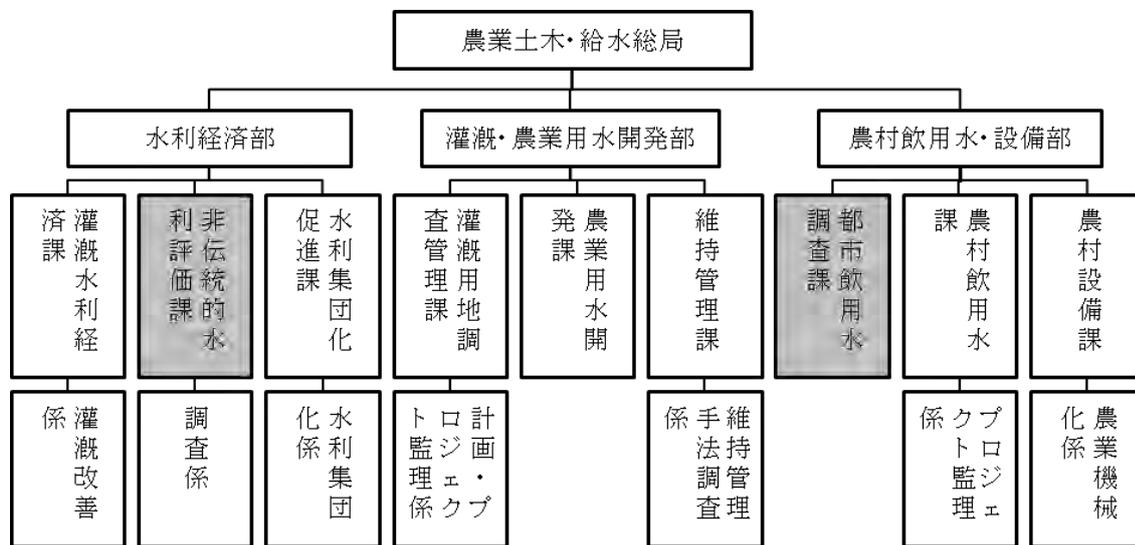
農業・水資源・漁業省の水資源総局は、全国の水セクターにおける水資源の計画・政策を所掌する。主な所掌事務は次のとおりである。

- a) 種々の水資源の監視計測ネットワークの整備と管理
- b) 水資源の評価に関する基礎及び応用研究
- c) 需要に対応するための水資源の管理及び利用の方針と手法の開発
- d) 従来の水資源の継続的な開発を確保するための研究・実験活動の促進
- e) 水資源の流動化に関する基本計画の策定

3.1.3 農業土木・給水総局 (DGGREE)

農業・水資源・漁業省の農業土木・給水総局の組織図を図 3.1-2 に示す。所掌事務は次のとおりである。

- a) 農業土木部門と農業セクターでの水利用に関する調査・計画・政策立案
- b) 灌漑用地の開発、灌漑水の利用、水利施設の維持管理に関する評価と最善手法の立案
- c) 水利用の合理化、農業部門における新規水資源の評価、共同利用組織に対する組織面からのフォローアップ、水需要を管理するためのマネジメントツールの導入
- d) 農村部への飲用水供給計画の策定、都市部と農村部の飲用水に関する計画調整、関連プロジェクトのフォローアップと評価
- e) 農業インフラ整備に関する調整、農業の機械化促進に向けた技術面・経済面からの調査



注：網掛けは本事業と関連する部署を示す。

出典：JICA 調査団

図 3.1-2 農業・水資源・漁業省：農業土木・給水総局組織図

3.1.4 ダム・大規模水利土木総局 (DGBGTH)

農業・水資源・漁業省のダム・大規模水利土木総局は、表流水の制御や水資源の流動化に関する調査、ダムや水の移送関連施設の建設、建設された施設の制御と維持管理を行う部局である。

3.1.5 地方農業開発事務所（CRDA）

地方農業開発事務所は、農業・水資源・漁業省管轄の独立採算運営による組織で、全国 24 の各県に設置されている。その所掌事務のうち水セクター関係については、①農業・水資源・漁業省が直轄で実施するもの以外の農業用水利施設の建設、②農業用水利施設の運転維持管理と農業用水供給事業を実施している。

3.1.6 水資源開発公社（SONEDE）

SONEDE は農業・水資源・漁業省を所管官庁とする独立採算運営による公社として 1968 年に設立された。全国を対象とした生活用水の供給を目的とする公社で、取水、導水、処理、送水及び配水に係る調査計画、施設の利用、建設改良及び運転維持管理を実施している。2013 年現在の組織の概要を表 3.1-2 に示す。

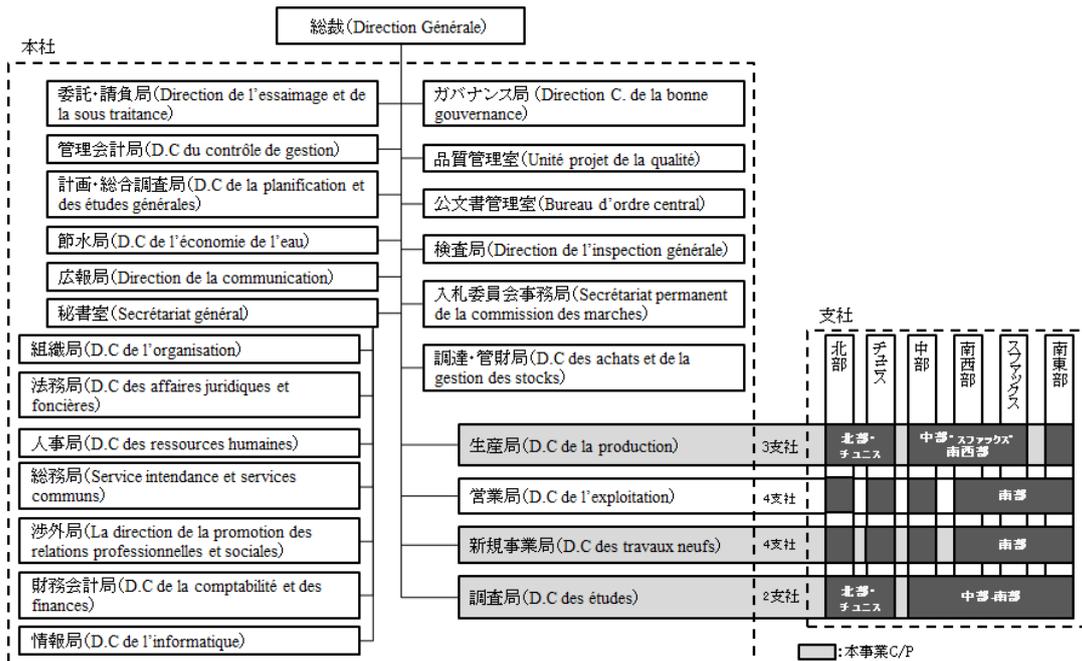
表 3.1-2 SONEDE の概要（2013 年実績）

項目	概要	備考
給水接続数	2,550,318 接続	1000 給水栓あたりの職員数 6,818 人/2,550,318 接続×1000=2.67
給水人口	9.11 百万人	
年間生産水量	609.4 百万 m ³	表流水：347.2 百万 m ³ 地下水：234.4 百万 m ³ 脱塩水：19.7 百万 m ³ 除鉄水：6.2 百万 m ³
年間配水量	555.5 百万 m ³	
年間有収水量	449.9 百万 m ³	
管路延長	49,500km	取水・導水管：9,400km 送配水管：40,100km
職員数（人）	総職員数 6,818 うち正社員 6,039 うち非正社員 779	正社員のうち、 技術職：4,505 名 事務職：1,534 名

出典：SONEDE

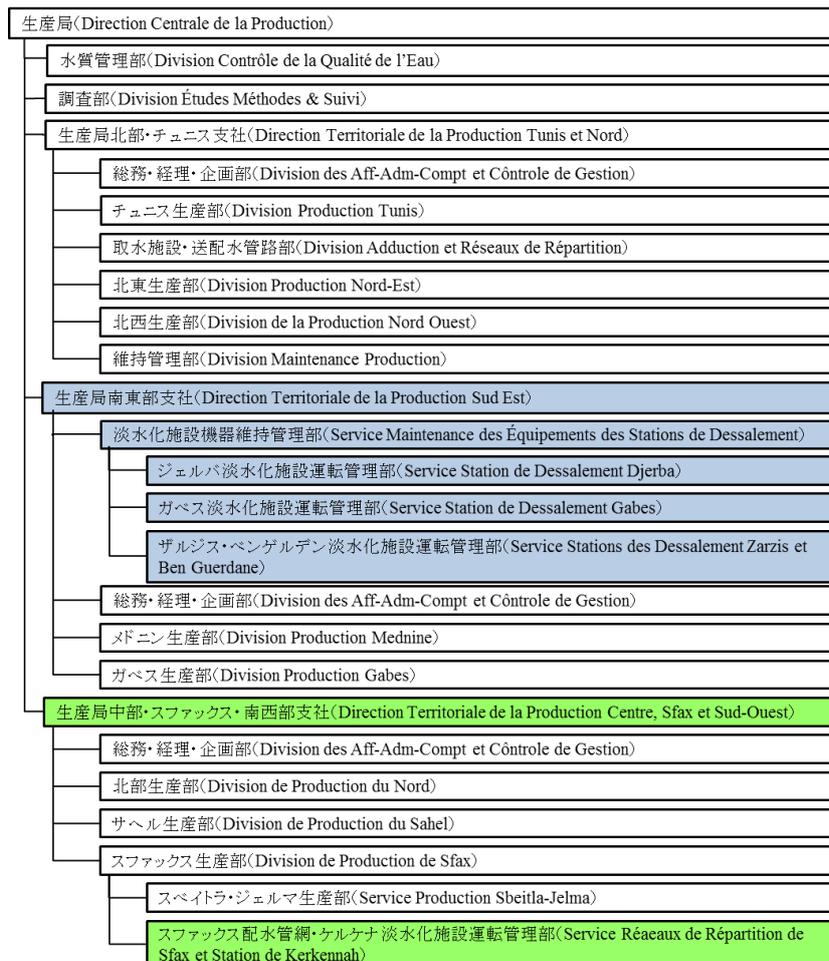
SONEDE の組織の構成は、図 3.1-3 に示すとおりである。本社生産局には北部・チュニス支社、中部・スファックス・南西部支社及び南東部支社の 3 支社、本社新規事業局には北部支社、チュニス支社、中部支社及び南部支社の 4 支社、本社運営営業局には北部支社、チュニス支社、中部支社及び南部支社の 4 支社、本社調査局には北部・チュニス支社、中部・南部支社の 2 支社がそれぞれ設置されている。さらに運営営業局各支社には主に料金徴収・顧客対応を担当する営業所（District）が、北部支社に 10 個所、チュニス支社に 9 個所、中部支社に 7 個所、南部支社に 11 個所、合計 37 個所設置されている。本事業の C/P となる部署は、施設の計画設計（工事契約まで）については調査局、施設の建設（工事契約以降）については新規事業局、施設の運転維持管理については生産局となる。

施設の運転維持管理を所管するのは生産局であり、その組織構成は図 3.1-4 に示すとおりである。運転中の 5 淡水化施設（ジェルバ、ガベス、ザルジス、ケルケナ、ベン・ゲルデン）のうち、ケルケナを除く 4 施設を同局南東部支社が所管し、ケルケナ淡水化施設を同局中部ースファックスー南西部支社が所管する。



出典：SONEDE 及び JICA 調査団

図 3.1-3 SONEDE 組織図 (2014年10月現在)



出典：SONEDE 及び JICA 調査団

図 3.1-4 SONEDE 生産局組織構成

上記した生産局南東部支社所管 4 施設の運転維持管理は、通常の運転操作監視、保守点検及び小修繕まではそれぞれの施設運転管理部が実施し、高度なメンテナンスや大規模修繕は、その規模や程度に応じて同支社の機器維持管理部又は本社生産局が担当する。

各淡水化施設の運転維持管理に関する要員の配置状況を表 3.1-3 に示す。ベン・ゲルデン淡水化施設は 2013 年に供用開始したばかりであるため、従来の「ザルジス淡水化施設運転管理部」を「ザルジスーベン・ゲルデン淡水化施設運転管理部」に改組した上で、この部署がザルジス淡水化施設とともに運転維持管理を実施している。このため、運転維持管理、保守点検ともに現状では欠員が目立つが、技術移転を行いながら順次人数を増員していく計画である。

表 3.1-3 既存淡水化施設の運転維持管理要員の配置数

区分	生産局南東部支社								生産局 中部・スファックス・南西部支社		
	淡水化施設機器 維持管理部		ジェルバ淡水化施設 運転管理部		ガベス淡水化施設 運転管理部		ザルジス・ベンゲルデン 淡水化施設運転管理部		ケルケナ淡水化 施設運転管理部		
	役職	人数	役職	人数	役職	人数	役職	人数	役職	人数	
正社員	主任エンジニア	部長	1	部長	1	チーフエンジニア	1				
		チーフエンジニア	1								
	エンジニア										
	エンジニア補			保守点検課長	1	運転監視課長	1	保守点検課長	1		4
				水質試験課長	1			水質試験課長	1		
				運転監視係長	4			運転監視係長	3		
				運転監視(機械)	1			運転監視	1		
	主任技能員	係長職	1	運転監視(電気)	1	保守点検課長	1			部長	1
				保守点検(電気)	1	運転監視(電気)	2				1
	技能員					溶接工	1				3
技能員補	機械設備担当(欠員)	1					運転監視(機械)	1			
	電気設備担当(欠員)	1					運転監視(電気)	2			
							運転監視	1			
							保守点検	1			
作業員					保守点検	1	溶接工	1		4	
							配管工(欠員)	1			
その他	係長職	1	運転監視課長	1	部長(欠員)	1	部長(欠員)	1			
	計画・手配担当	1	秘書	1	水質試験課長	1	運転監視課長(欠員)	1			
	計画・手配担当(欠員)	2	運転手	1	運転監視係長	4	運転監視係長(欠員)	1			
	ポンプ担当	2	その他	3	運転手	2	保守点検(電気、欠員)	1			
	機械設備担当	1					事務員	1			
	電気設備担当	1					運転手	1			
	運転手	1									
小計		14		16		15		19		13	
小計(欠員除く)		10		16		14		14		13	
非正社員				保守点検(電気、主任技能員)	1	作業員	1	植栽管理	2		
				保守点検(電気)	1	配管工	1	清掃員	1		
				作業員	1	運転監視	2	警備員	2		
				植栽管理	1	その他	3				
				その他	4						
小計		0		8		7		5		0	
合計	欠員含む										
	運転監視		14		24		22		24		13
	保守点検				8		11		11		
	その他				5		4		6		
					11		7		7		
欠員除く		10		24		21		19		13	
運転監視				8		11		9			
保守点検				5		4		4			
その他				11		6		6			

出典：SONEDE 及び JICA 調査団 (2013 年 11 月現在)

本計画施設の運転維持管理は生産局中部・スファックス・南西部支社が実施することになる。同支社所管の既存淡水化施設はケルケナ（能力 3,300 m³/日）のみであり、高度なメンテナンスや大規模修繕に対応しうる体制は南東部支社と異なり未構築である。また、ジェルバ島海水淡水化施設が現在工事段階にあるものの、SONEDE はこれまで海水淡水化施設の運転を経験しておらず¹、既存の地下水淡水化施設と運転維持管理のプロセスに違いはないものの、原水の性状の違いに応じた膜の洗浄や

¹ かん水淡水化施設はジェルバ、ガベス、ザルジス、ケルケナ、ベン・ゲルデンの 5 施設を運用している。

交換の頻度等の設定、透過流束（フラックス）の調整など、運転維持管理の手法を確立する必要がある。このため、事業の実施に際しては、両支社の体制再編と必要要員の確保、また確保された要員に対して運転維持管理の初期訓練を施すことが必要である。その方法として SONEDE は施工段階（特に機械・電気設備の搬入段階）から据え付け状況の確認を含む実地訓練（OJT）にその職員を参加させる必要がある。

3.1.7 関連法令

水法は、1975年3月に制定されたチュニジア国水セクターの基本法というべき法律である。同法の概要は表 3.1-4 に示すとおり。なお、本事業に関連する法令のうち環境影響や用地の取得、建設許可に関するものについては本報告書第 8 章及び第 9 章を参照。

表 3.1-4 水法の構成

章	摘要	備考
第 1 章	公共用水域	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の定義（第 1 条） 公共用水域の管理者は原則として農業・水資源・漁業省（第 4 条） 水調整委員会と公共用水域管理委員会の設置（第 4 条、第 19 条、第 20 条）：ただしこれらの委員会は、革命の影響により現在まで機能していない。
第 2 章	公共用水域の水の保全と監視	
第 3 章	水の利用に関する権利	<ul style="list-style-type: none"> 従来の水の所有権は、水の利用権に転換（第 21 条）
第 4 章	土地利用等の制限	<ul style="list-style-type: none"> 公共用水域の境界から 3m の土地は、フリーゾーンとして留保される（第 40 条）
第 5 章	公共用水域の水に関する権利の許可とコンセッション - 総則 - 表流水に関する特別規定 - 地下水に関する特別規定 - コンセッションの制限	<ul style="list-style-type: none"> 一時許可（第 52 条）：公共用水域やフリーゾーンの土地に水利用のための一時的な施設を設置する場合等 コンセッション許可（第 53 条）：河川敷に恒久的な取水施設を設ける場合、地下水を利用する場合等
第 6 章	水の利用 - 水の節約 - 生活用水に関する特別規定 - 農業用水に関する特別規定	<ul style="list-style-type: none"> 新規水資源の開発（第 87 条）：排水の再利用、高濃度塩水による環境影響を排除した鹹水・海水の利用、地下水の人工涵養等による水資源の確保等
第 7 章	水質汚濁及び洪水・浸水への対策	
第 8 章	水の利用者の組合	
第 9 章	罰則	

出典：JICA 調査団

3.1.8 水質基準

チュニジア国の飲用水水質基準 (NT09.14:1983) 及び WHO、EC 及び日本の水質基準を表 3.1-5 に示す。SONEDE は飲料水の塩分濃度に係る水質指標として TDS (Total Dissolved Solids. 総溶解性蒸発残留物) 濃度を使用しており、これはチュニジア国では一般的である。特に記載のない限り、本報告書において塩分濃度として記載されている水質は TDS 濃度を指す。

表 3.1-5 チュニジア国飲料水水質基準 (NT09.14:1983)

分析項目	単位	チュニジア国飲料水基準 NT09.14(1983)		WHO ガイドライン (2004)	EC飲料水指令 (1998)	日本水質基準 (2003)
		推奨値	基準値			
ヒ素(As)	mg/l		0.05	0.01	0.01	0.01
カドミウム(Cd)	mg/l		0.005	0.003	0.005	0.01
シアン(CN)	mg/l		0.05	0.07	0.05	0.01
水銀(Hg)	mg/l		0.001	0.001	0.001	0.0005
鉛(Pb)	mg/l		0.05	0.01	0.01	0.01
セレン(Se)	mg/l		0.01	0.01	0.01	0.01
アンチモン (Sb)	mg/l		0.02			
銀(Ag)	mg/l		0.02	-	-	-
フッ素(F)	mg/l		0.8-1.7	1.5	1.5	0.8
硝酸態窒素 (NO ₃ ⁻)	mg/l		45	50	50	10 <small>(硝酸態・亜硝酸態窒素)</small>
濁度	NTU	5	25	5	消費者が許容	2度(カオリン)
全溶解性物質(TDS)	mg/l	500	2,000-2500	1,000	(電気伝導度 2,500µS/cm)	500
pH	-	7.0-8.0	6.5-8.5	-	6.5-9.5	5.8-8.6
総硬度	mg/l	10°F (as CaCO ₃)	100°F (as CaCO ₃)	-	-	300
カルシウムイオン (Ca ⁺⁺)	mg/l	75	300	-	-	
塩化物イオン (Cl ⁻)	mg/l	200	600	250	250	200
銅 (Cu)	mg/l	0.05	1	1	2	1
鉄 (Fe)	mg/l	0.1	0.5-1	0.3	0.2	0.3
マグネシウムイオン (Mg ⁺⁺)	mg/l	30	150	-	-	-
マンガン (Mn)	mg/l	0.05	0.5	0.1	0.05	0.05
硫酸イオン (SO ₄ ²⁻)	mg/l	200	600	250	250	-
亜鉛 (Zn)	mg/l	1	5	3	0.1	1
大腸菌群	MPN/100ml		0	0	0	0
ホウ素(B)	mg/l		-	0.5	1	1

3.2 チュニジア国の水需給の現状

3.2.1 チュニジア国の水資源量

農業・水資源・漁業省では水理計画室 (Bureau de la Planification et des Équilibres Hydrauliques) が中心となって、限られた水資源を関連する各セクターに、そして各地域にどのように分配するかを総合的な検討を進める準備をしている。

チュニジア国の水資源量は表 3.2-1 に示すとおり。チュニジア国の水資源量の多くは塩分を多く含み、特に地下水資源は利用可能であっても 1,500 mg/L 以上の TDS 濃度を含む水量が半分以上ある。

表 3.2-1 チュニジア国の水資源及び利用可能量 (2013 年)

(単位：百万 m³/年)

	水資源量	利用可能量*			
		TDS 濃度 <1,500mg/L	1500<TDS 濃 度<3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度	合計
表流水	2,700	1,200	400	100	1,700
地下水	2,100	300	800	500	1,600
合計	4,800	1,500	1,200	600	3,300

注*：農業・水資源・漁業省は既設のダムの連携を改善して利用可能量を増加させる施策を講じている。

出典：農業・水資源・漁業省各種資料

3.2.2 チュニジア国の水需要

チュニジア国の分野別需要水量は表 3.2-2 に示すとおり。SONEDE は、生活用水、工業用水及び観光用水を給水している。

表 3.2-2 チュニジア国分野別需要水量 (2013 年)

(単位：百万 m³/年)

管轄	農業・水資源・漁業省	水資源開発公社 (SONEDE)			合計
用途	農業用水	生活用水	工業用水	観光用水	
水需要	2,160	380	130	30	2,700

出典：農業・水資源・漁業省、SONEDE 各種資料

3.2.3 チュニジア国分野別水需給バランス

表 3.2-3 及び 3.2-4 に示すように、チュニジア国の水資源の利用可能水量の内、TDS 濃度 3,000 mg/L 以下の表流水は 100 %、地下水もほぼ全量を使っており、TDS 濃度 3,000 mg/L 以上の利用可能水源しか残されていない。しかし、この水源は、用途によって TDS 濃度をどの程度まで許容できるのが課題になる。例えば、農業・水資源・漁業省は 2,000 mg/L を灌漑用水水質基準としているが、利用可能な水資源でその基準に適合するものはほぼ使い切っている。また、3,000 mg/L 程度の TDS 濃度の灌漑用水では、オリーブの栽培は可能であるが、長期間にわたって使い続けると土壤に塩分が蓄積されて栽培不能になると言われている。

表 3.2-3 チュニジア国水供給内訳 (2013 年)

(単位：百万 m³/年)

用途	水需要	表流水			地下水		
		TDS 濃度 <1,500mg/L	1,500<TDS 濃 度<3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度	TDS 濃度 <1,500mg/L	1,500<TDS 濃 度<3,000mg/L	3,000mg/L <TDS 濃度
農業用水	2,160	970	370	0	250	570	0
飲料用水	380	160	0	0	40	110	70
工業用水	130	60	20	0	10	40	0
観光用水	30	10	10	0	0	10	0
合計	2,700	1,200	400	0	300	730	70
利用率		100%	100%	0%	100%	91%	14%

出典：農業・水資源・漁業省、SONEDE 各種資料

表 3.2-4 水需給バランス (2013 年)

(単位：百万 m³/年)

用途	水需要			利用可能量			利用率		
	表流水	地下水	全体	表流水	地下水	全体	表流水	地下水	全体
農業用水	1,340	820	2,160	/	/	/	/	/	/
飲料用水	160	220	380						
工業用水	80	50	130						
観光用水	20	10	30						
合計	1,600	1,100	2,700	1,700	1,600	3,300	94%	69%	82%

出典：農業・水資源・漁業省、SONEDE 各種資料

3.3 水需給に関する政策と将来計画

チュニジア国では 2011 年の革命直前に第 12 次社会経済開発 5 か年計画 (2010 年-2014 年) を策定した。この計画の中で、都市における給水率は 100%、水質改善のための海水淡水化施設の設置が含まれている。但し、本計画は革命のため有効性が失われた。しかし、SONEDE は現在もこの開発計画に従い、業務に取り組んでいる。本事業は、都市の給水率を 100%に保ちつつ、海水淡水化施設を設置し飲料水の水質改善に寄与する事業であることから、チュニジア国における水セクターの政策に合致した事業であると位置付けられる。参考のため、第 12 次社会経済開発 5 か年計画の内容を以下に記載する。なお、チュニジア政府は 7%/年の GDP 成長率を目標とした新社会経済開発 5 か年計画 (2016 年-2020 年) を策定し、実行に移そうとしている。

(参考) チュニジア国第 12 次社会経済開発 5 か年計画 (2010 年 - 2014 年)

チュニジア国は包括的かつバランスの取れた発展に向けての改革を進め、新興国の仲間入りをする事で、国際社会の信頼を獲得することを国家目標に定めている。

第 12 次 5 か年計画では、2010 年から 2014 年の間に社会福祉と経済発展をバランスさせて、開発の優先順位をつけた新たな成長モデルを確立しながら先進国に追いつくことを目標に、次の方針を示している。

- ① 革新を通じて新たな成長基盤の導入
- ② 個人所得を増加させ、貧困を最小限まで減少させる。
- ③ 高等教育を受けた者の雇用を増やし失業を減少させる。
- ④ 教育・訓練システムを実態経済が必要とするように適応させる。
- ⑤ 社会的利益を集約させる。
- ⑥ すべての地域の統合とその補完性を強化する。
- ⑦ 環境を考慮した経済の導入により生活の質を改善する。

本 5 か年計画の一環として、農業・水資源・漁業省は、①食糧安全保障、②経済的競争力の強化、③輸出促進、及び④天然資源開発、を 2010 年から 2014 年の農業開発の政策方針としていた。特に、天然資源開発の一部として次のような水セクター政策を表明していた。

- チュニジア国は地理的に水資源が限定された地域に位置しており、その資源は乏しい。一方で不規則な降雨や水資源の不均衡な配分の問題に加えて、TDS 濃度や水質汚染の懸念への対応が課題となっている。

- 水資源活用のマスタープランを作成し、水資源の利用・開発・保全のための戦略策定を行い、全てのセクターにおいて、節水を基軸にしつつ、水資源の有効活用に中期・長期的に取り組む。そして、既存の公共灌漑区域 (Public Irrigation Area) を再活性化させると共に、農業用水と生活用水のネットワークの管理を強化する。
- チュニジア国の水インフラは、既に 29 の大規模ダム、226 の小規模ダム、827 の山間部の湖沼、約 95,000 の浅井戸、5,000 以上の稼働中の深井戸があり、水資源の 88%以上が供用されている。
- 生活用水に関して、SONEDE 及び地方建設局が実施するプロジェクトによって、2014 年までに 98 %の給水率を達成する。そして、次期の 5 か年計画では東西地域の水供給基幹プロジェクトを実施して、北西地域 (ケフ県、ベジャ県、ビゼルト県及びジェンドゥーバ県) の給水率改善事業を実施する目途をつける。
- 都市給水については、100 %の給水率を保ちながら、SONEDE が生産水の量を増加させると共に、飲用水の水質が悪化している一部の地域において水質を改善するために、淡水化施設を建設するか、他の地域の良質な水を送水する事業を実施する。
- 農業セクターは最も水を消費しているセクターの一つで 78%を消費し、生活用水は 16%、工業・観光セクターは 6 %を消費している。
- 2016 年頃には水資源の利用率を 95 %程度に上げると共に、従来の水利用方法にとらわれない新たな水の利用方法を促進させて、生活用水の安定供給に資する。
- 既に実施している公共灌漑区域と送配水ネットワークを現代的な節水技術を組み込んで監視し再構築する事業を、120,000 ヘクタールから 2016 年には 200,000 ヘクタールの公共灌漑区域に拡大する。

3.4 農業用水に関する政策と将来計画

(1) チュニジア国農業用水事業の現況及び課題

チュニジア国において実施しているダム建設事業が 2015 年末に完成すると、チュニジア国全体の水資源量 48 億 m³/年の内 95 %が利用されることになる。一方、農業セクターでは約 80%の水を消費しているが、今後は社会的・経済的な発展とバランスさせながら国の競争力を増加させる施策を受けて、農業セクターの水消費を他のセクターへシフトさせることが求められている。近年完成もしくは工事中のダム建設事業を表 3.4-1 に示す。

表 3.4-1 近年完了もしくは進行中のダム建設事業

ダム	場所	貯水量 (百万 m ³)	完成予定年	状況	プロジェクト名	資金
Zarga	Jendouba	22.0	2012	完成済	a	FADES
El Kbir	Jendouba	64.0	2012	完成済	b	FADES
El Maoula	Jendouba	26.3	2012	完成済	b	FADES
Zaiatine	Bizerte	33.0	2012	完成済	c	FADES
Gamgoum	Bizerte	18.3	2012	完成済	c	FADES
El Harka	Bizerte	30.3	2012	完成済	c	FADES
El Maleh	Bizerte	41.0	2015	工事中	c	FADES
Ettin	Bizerte	34.0	2015	工事中	c	FADES
Serat	El kef	21.0	2015	工事中	d	Abu Dhabi & FADES

ダム	場所	貯水量 (百万 m ³)	完成予定年	状況	プロジェクト名	資金
El Kbir Gafsa	Gafsa	24.0	2016	工事中	e	FADES
Eddouimiss	Bizerte	45.6	2018	工事中	c	FADES
Melleg El Aloui	El kef	195.0	2020	工事中	f	FADES

Project Name:

- a. **Projet du barrage de Zarga et d'irrigation des plaines de Tabarka et de Makna**
- b. **Projet des barrages Kebir et Moula**
- c. **Projet de construction de six barrages au nord pour l'eau potable**
- d. **Projet du barrage Sarrat et d'irrigation des plaines de Ouled Boughanem et Mahjouba**
- e. **Projet Barrage Oued El Kebir**
- f. **Projet Barrage Mallègue Supérieur**

Source: DGBGTH, Ministry of Agriculture, Water Resources and Fisheries

Date: 02 June, 2015

(2) SONEDE が始めた農業用ダムからの取水

SONEDE は 2012 年に年間 600 万 m³ の農業用水を転用することで農業・水資源・漁業省の合意を得ている。ただし、農閑期のみという使用条件であり、年間を通して一定量を使用できる合意ではない。本計画対象地で実際に農業用水が上水道用に転用された例として、中部スース給水区域におけるナブハナ・ダムの事例がある。スース県の西側に隣接するケルアン県の山地に建設されたナブハナ・ダムは、サヘルの農業地帯に灌漑用水を供給する農業専用ダムであったが、SONEDE はスースからスファックスに至る中部地域への給水量の増加を目的として、同ダム用水の運営を担当する農業・水資源・漁業省及び農業組合と協議を重ねた結果、ダム用水の一部を夏期の 15 日間に限定して上水用に分流する案に対する合意を 2005 年に得た。その後、SONEDE は中部地域で夏季の渇水傾向が増大する状況に直面し、農民代表との再交渉・説得の結果、転用期間を年間 4 カ月まで延長することが可能となった（夏期 2 カ月及び農閑期の 1、2 月）。

(3) 農業用水の政策及び将来計画

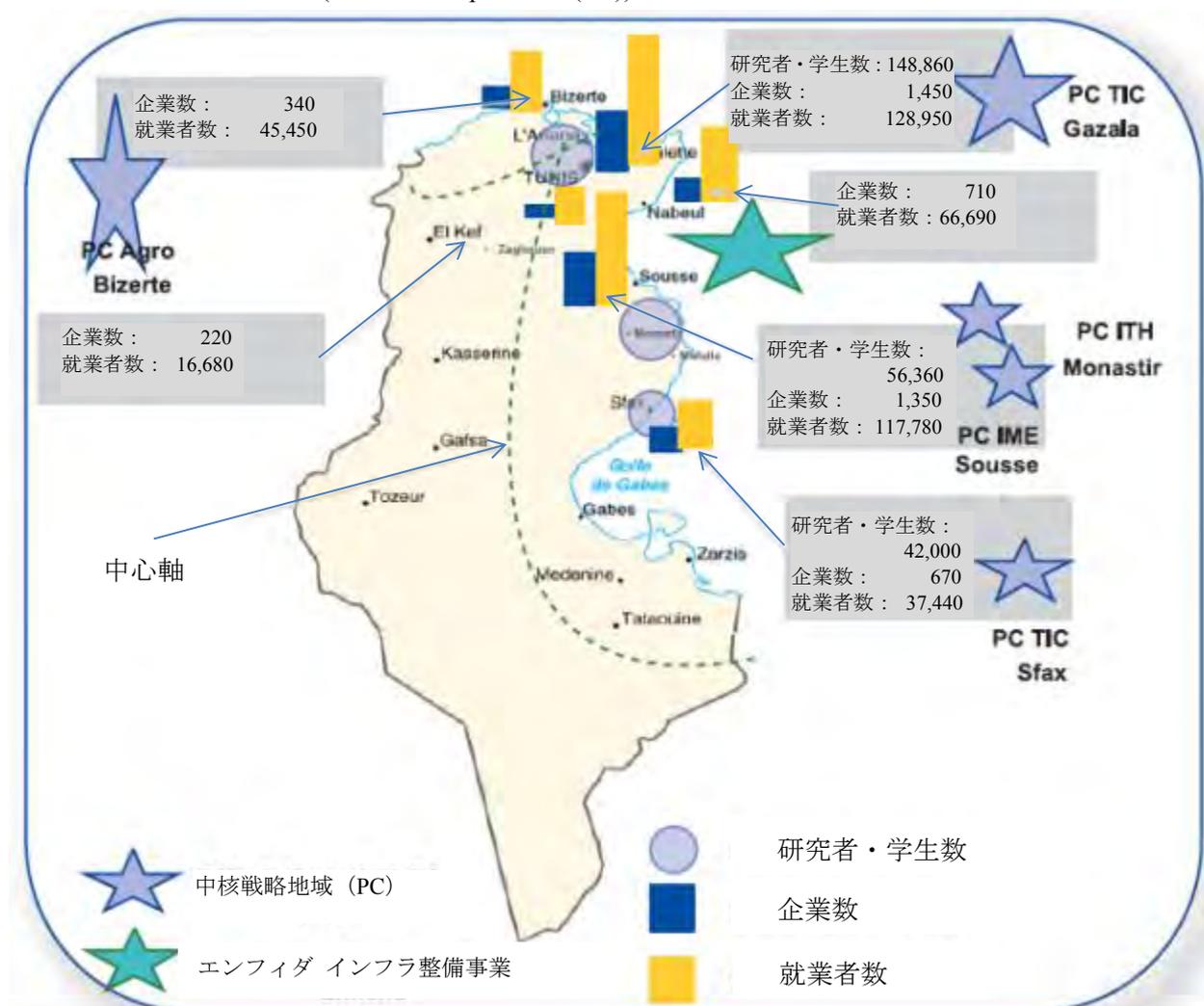
農業・水資源・漁業省は、水管理の政策と将来計画に関し、以下の水管理戦略を以って限られた水資源を有効活用していくこととしている。

- ダム建設と合わせて大規模ダムの連携ネットワークを構築し、地域的な水不足が生じた場合に対応できるシステムとする。
- 水利用集合ネットワーク、水運用、節水機器等の近代化に水保全技術を積極的に導入する。
- 灌漑用に再利用水の利用を促進する。
- 水管理に係る組織と連携して、有効な水利用を促進する仕組みを構築する（下水処理水の再利用促進を含む）。
- 水の価格を高める政策を立案していく（高付加価値農作物への転換促進、灌漑ネットワークの効率化等の検討）。

3.5 工業用水に関する政策と将来計画

チュニジア国の中小企業は SONEDE からの水を工業用水に利用し、大企業は安価な水を得るために自ら井戸を掘って必要な量を確保してきた。2008 年に産業・エネルギー・中小企業省（当時）は 2016 年に向けた産業に係る国家戦略として、繊維・アパレル工業、農作物・食品工業、そして機械・

電気工業を3つの重要な工業分野とし、さらに情報産業分野を今後の強化分野として位置付け、各分野の中核となる戦略地域 (Pôle de Compétitivité (PC)) を設定している² (図 3.5-1 参照)。



出典：産業・エネルギー・中小企業省(当時)「2016年に向けた産業戦略」2008

図 3.5-1 チュニジア国主要工業地域図

サヘル地域のモナスティール県は繊維・アパレル工業セクターの PC、スース県は機械・電気工業の PC として位置付けられ、2009 年までに研究者・学生 56,360 人、会社数 1,350 社、就業者数 117,780 人と想定されていた。また、スファックス県は情報産業分野の競争力を高める PC として位置付けられ、2009 年までに研究者・学生 42,000 人、会社数 670 社、37,440 人が情報産業に従事することが想定されている。情報産業分野は工業用水を要さない産業である。

一方、スファックス県では既に制限水量以上の地下水が揚水されていることから、これまで自ら井戸を掘って必要な工業用水を確保してきた大企業では、次善の対応として海水淡水化施設を自ら建設する企業も出てきた。

また、下水処理水の工業セクターの再利用については、水質面、コスト面から課題が多く、現実的な解決策とはなっていない。

² STRATÉGIE INDUSTRIELLE NATIONALE À HORIZON 2016, MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES, 2008

チュニジア国の水不足の現実は避けられないことから、新たな水供給源を探すことも重要であるが、いかに水需要を管理していくかを議論する必要がある。農業・水資源・漁業省は、AFD、KfW、AfDB等の国際開発援助機関の支援を受けて数多くのプログラムを作成しているものの、総合的なものとはなっていない。

第4章 スファックス大都市圏の水需給計画

第4章 スファックス大都市圏の水需給計画

スファックス大都市圏で消費される生活用水において、独自の水源は塩分の多い地下水が2割程度であり、その多くは北部広域水道システム並びに西部（ジェルマ・スベイトラ）地下水送水システムから供給されている。さらに、スファックス大都市圏はその北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの最下流に位置するため、スファックス大都市圏の水需給はスファックス県を含むスファックス大都市圏の上流部の7県の需要に大きく影響される。

北部広域水道システム関連7県、スファックス県、スファックス大都市圏の位置を図4.1-1に示す。

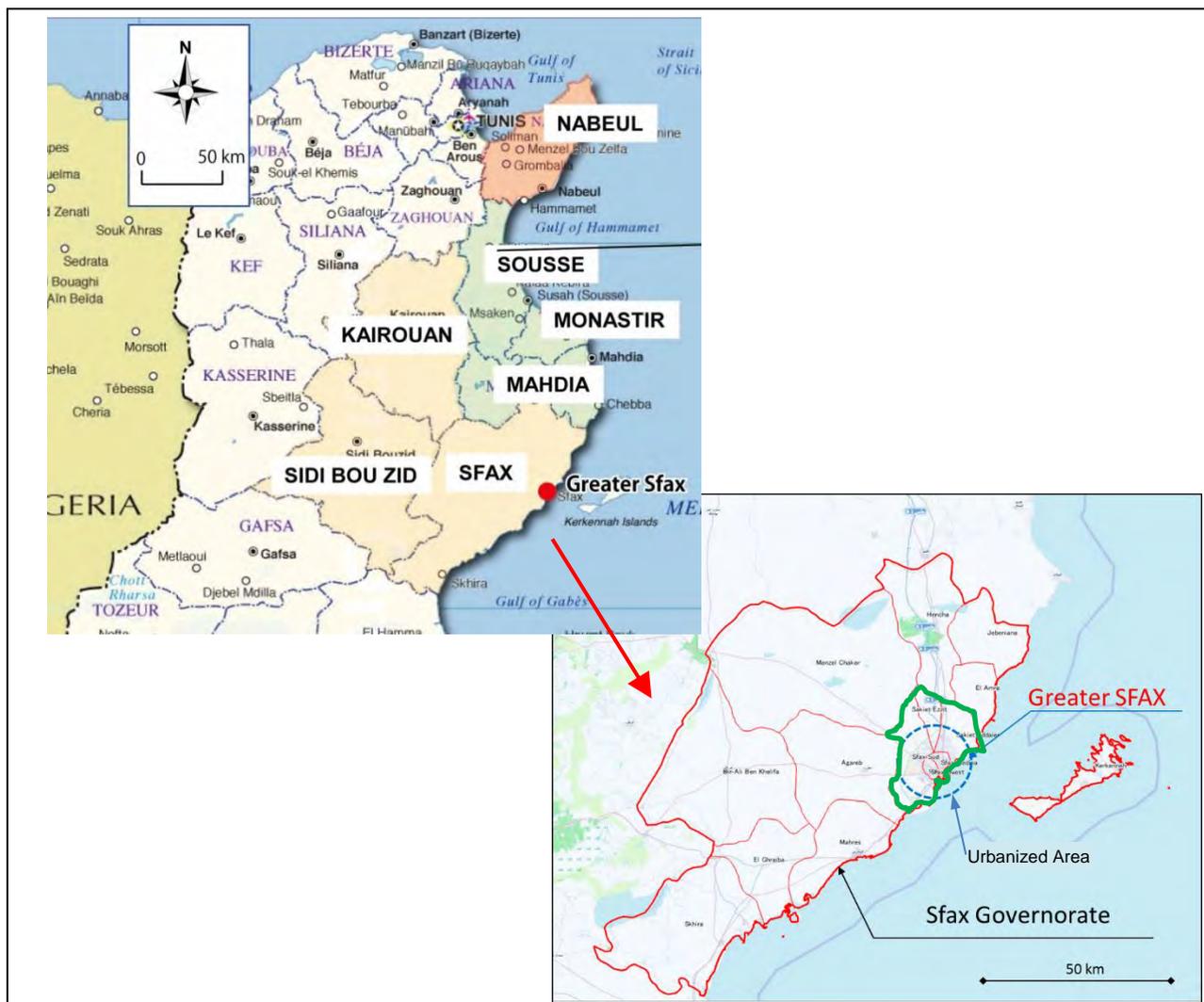


図 4.1-1 北部広域水道システム関連7県、スファックス県、スファックス大都市圏の位置

本章では、スファックス県の生活用水、農業用水、及び工業用水の現状と課題について検討し、それを踏まえてスファックス大都市圏における水需給を検討する。

水需給の検討にあたっては、最初に北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムに関連する7県における水需給を解析する。次に、スファックス大都市圏が属するスファックス県の水需給を解析し、最後にスファックス大都市圏の水需給を解析する。さらに、これらを踏まえて、必要とされる海水淡水化施設の規模を検討する。

4.1 水道システムの現状と課題

4.1.1 年間給水人口及び給水量

スファックス県の生活用水は、都市区域では SONEDE が給水し、村落部では SONEDE と農業・水資源・漁業省の農業土木・給水総局（DGGREE）がそれぞれ受け持つ区域の給水をしている。スファックス県の 2006 年から 2012 年における人口及び水道給水人口は表 4.1-1 に示すとおりである。

表 4.1-1 スファックス県の人口及び給水人口

(単位：千人)

項目		年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
スファックス県人口			887.9	900.0	911.3	923.8	936.7	938.7	963.1
都市部	人口		570.0	578.9	586.5	595.6	605.0	613.8	624.2
	SONEDE 給水人口		570.0	578.9	586.5	595.6	605.0	613.8	624.2
	給水率		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
村落部	人口		317.9	321.1	324.8	328.2	331.7	334.9	338.9
	SONEDE 給水人口		179.2	183.8	188.6	192.3	194.4	197.6	199.9
	DGGR 給水人口		131.6	134.4	134.6	118.0	119.4	119.1	120.6
	給水率		97.8%	99.1%	99.5%	94.5%	94.6%	94.6%	94.6%
スファックス県給水率			99.2%	99.7%	99.8%	98.1%	98.1%	98.1%	98.1%

出典：SONEDE 年報

また、SONEDE が給水するスファックス県の 2006 年から 2012 年における年間給水量（有収水量）を表 4.1-2 に示す。

表 4.1-2 スファックス県の年間給水量（有収水量）

(単位：1,000 m³/年)

項目		年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
生活用水	各戸給水		23,037	24,064	26,164	26,388	28,093	29,138	31,440
	共同給水		1,364	1,560	2,116	1,965	3,072	2,396	2,862
	合計		24,401	25,624	28,280	28,353	31,165	31,534	34,302
官公庁・営業用水			3,186	3,278	3,257	3,307	3,428	3,464	3,648
工業用水			2,784	2,817	2,921	2,786	2,963	2,826	3,441
観光業用水			191	199	209	205	189	173	182
その他			229	246	188	136	138	177	97
スファックス県給水量			30,791	32,164	34,855	34,787	37,883	38,174	41,670

出典：SONEDE 年報

SONEDE が 2012 年に給水した用途別の給水量の比率は、生活用水：82.3%、官公庁・営業用水：8.8%、工業用水：8.3%、観光業用水：0.4%、その他：0.2%となっている。なお、このうち工業用水は SONEDE の水を業務用に使用している水量を示し、規模の大きい工場等の事業者は独自に井戸を掘り、そこから揚水した地下水を使用している。

人口増加、産業の進展等に伴い水需要が増加し、スファックス県の年間給水量も増え続けている。その需要増加に対応するために安定した水道水源を確保することが、SONEDE の大きな課題になっている。

4.1.2 水道水源

(1) 水道水源の概要

スファックス県の水道水源は、北部広域水道システムからの送水、西部のシディ・ブジド県のジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの送水、そしてスファックス県内の地下水の取水がある。2013年のピーク時の供給可能量は合計20.1万m³/日、各々の比率は42%、37%、21%である。スファックス県の水道水源の概念を図4.1-2に示す。

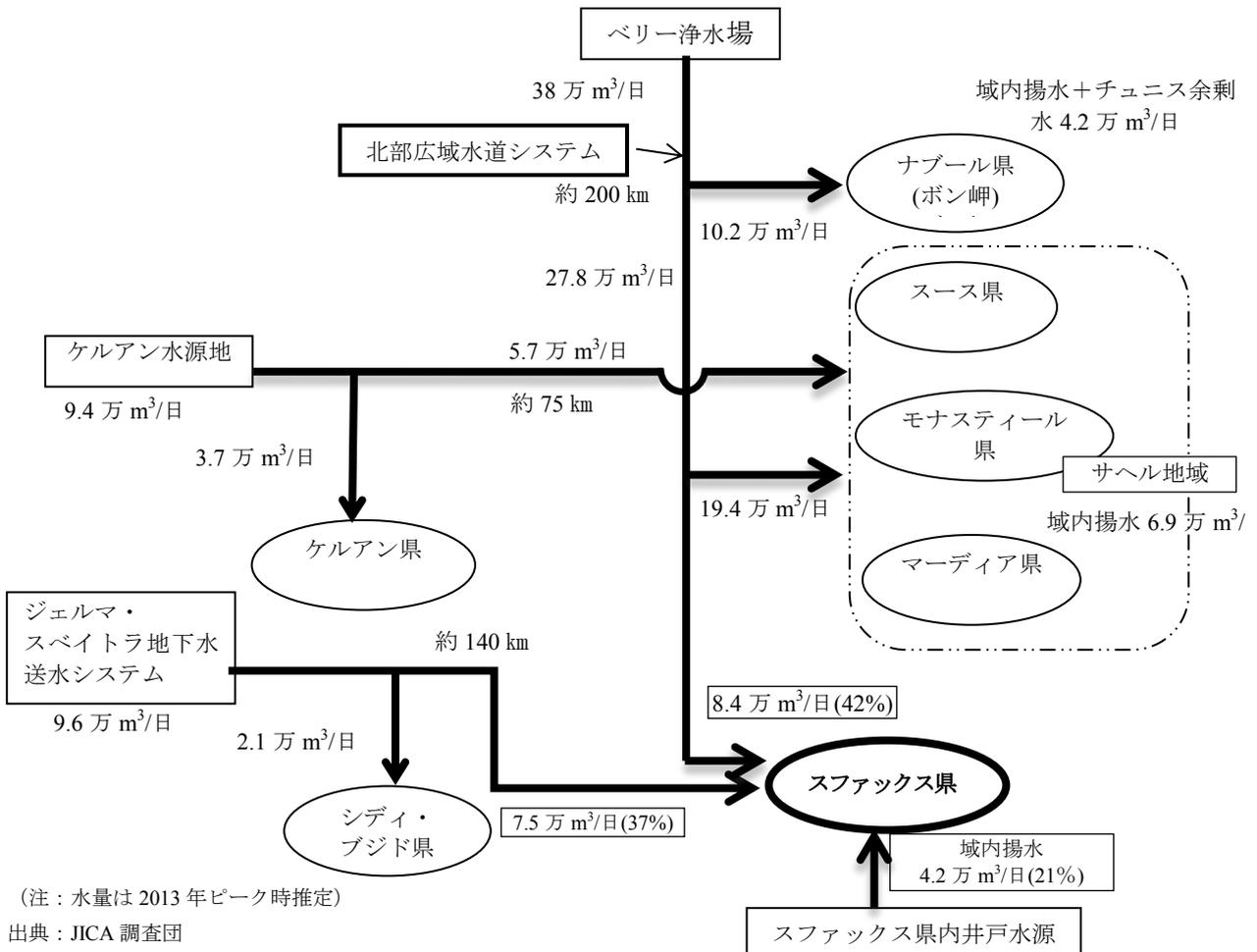


図 4.1-2 スファックス県水道水源概念図

(2) 北部広域水道システム

a) 北部広域水道システムの水源

スファックス県の水道システムは、チュニジア国北部の表流水を水道水源として分配する北部広域水道システムの中に組み込まれている。北部広域水道システムは、ナブール県、スース県、モナスティール県、マーディア県、及びスファックス県に浄水を送水している。これと交差するように内陸部のケルアン県で揚水された地下水が海岸部のサヘル地域（スース県、モナスティール県及びマーディア県を合わせた地域の通称）へ送水されているが、この送水システムは北部広域水道システムとは接続されていない。

北部広域水道システムはナブール県に位置するベリー (Belli) 浄水場を主供給水源とする広

域水道システムである。ベリー浄水場には北部用水路・導水路開発公社（SECADENORD）が運営維持管理する用水路を通じてメジェルダ川の表流水を貯水する Sidi Salem ダム等のダムからの表流水が供給されている。

水源ダム（農業・水資源・漁業省管理）と用水路（SECADENORD 管理）、及び SONEDE のゲディル・ゴーラ（Gedir el Golla）浄水場及びベリー（Belli）浄水場の位置を図 4.1-3 に示す。



出典：JICA 調査団

図 4.1-3 北部貯水池群（農業・水資源・漁業省管理）及び SONEDE 浄水場の位置

SECADENORD は、前述の用水路を運営維持管理する公社であり、農業・水資源・漁業省所管の公社であるが同省から補助金は受けておらず、収益は SONEDE や CRDA に対する水の販売から得ている。

SONEDE は SECADENORD から上水道の原水を購入するに当たり、合意書（契約書）を交わしている。現行の契約は 3 か年（2015 年 4 月 1 日～2018 年 3 月 31 日）有効で、その内容はおおよそ以下のとおりである。

① 取水点

- ・ マツール浄水場への取水（3 月～6 月）を Sajnane から Joumine の間の 34.750 km 地点の導水管から取水する¹。
- ・ マツール浄水場への取水（7 月～2 月）を Joumine から Medjerdah の間の 4.430 km 地点の導水管から取水する。
- ・ ゲディル・ゴーラ浄水場への取水を 35.430 km 地点の用水路から行う。
- ・ ベリー浄水場への取水を 120.165 km 地点の用水路から行う。

¹ 導水管路は Sidi El Barak ダム、Sejnane ダム、Joumine ダムの水をチュニス近郊まで導水し用水路の中間部に放水している。マツール浄水場はチュニス西方のマツールに給水しており、北部広域水道システムと直接の関係はない。

②取水量

- ・ 2015年4月1日から2016年3月31日：最少250百万m³、最大320百万m³
- ・ 2016年4月1日から2017年3月31日：最少256百万m³、最大325百万m³
- ・ 2017年4月1日から2018年3月31日：最少262百万m³、最大330百万m³
- ・ 3年間：最少768百万m³、最大975百万m³

③水質

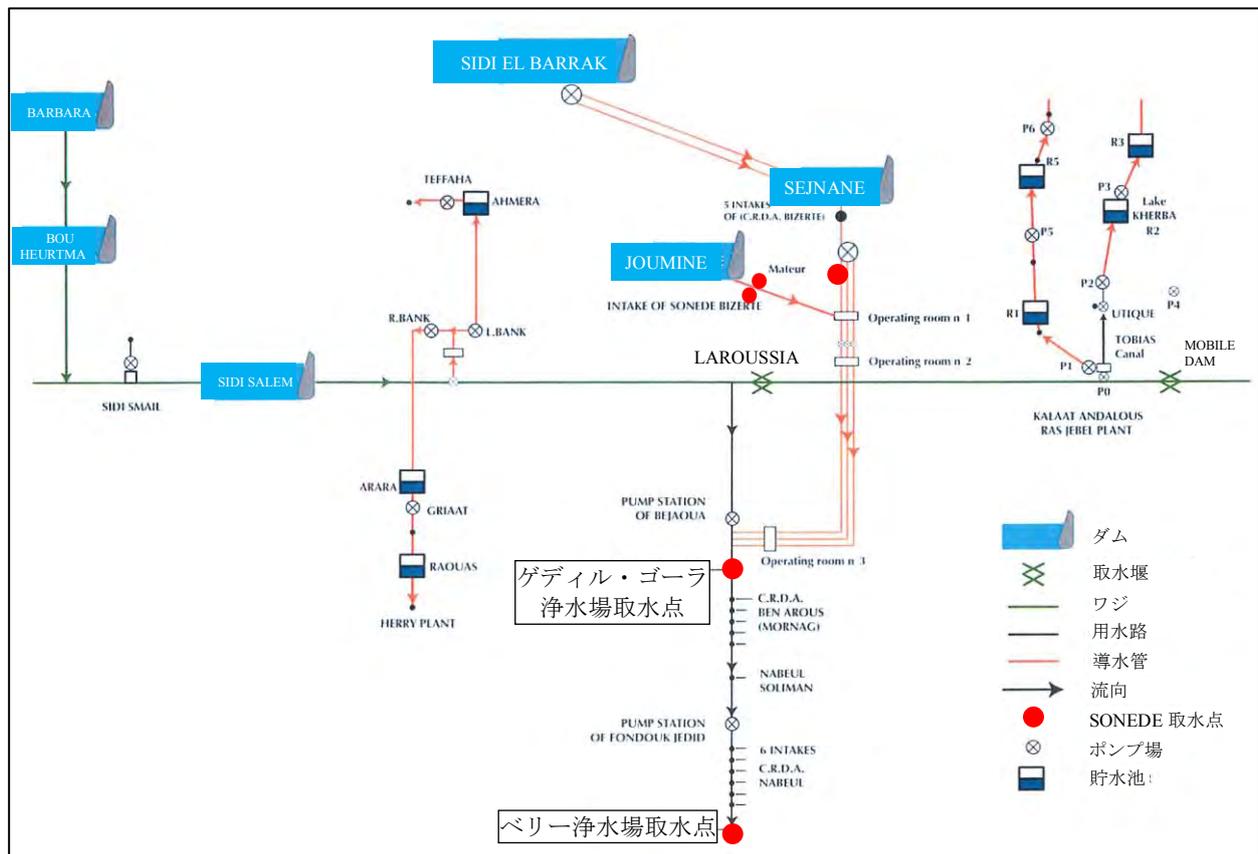
- ・ 塩分濃度（TDS濃度）が1,500 mg/L以下であること
- ・ 濁度が2,000 NTU以下であること

④価格

- ・ ゲディル・ゴーラ浄水場向け：VAT抜きで0.04911 TND/m³
- ・ ベリー浄水場向け：VAT抜きで0.05161 TND/m³
- ・ マツール浄水場向け：VAT抜きで0.04911 TND/m³

⑤契約金額

- ・ 第一年次の金額がVAT込みで14,820,800TND以上18,912,686 TND以下であること



出典：SONEDE 提供資料

図 4.1-4 水源ダム、用水路及び SONEDE 取水点概念図

b) 北部広域水道システムの浄水場

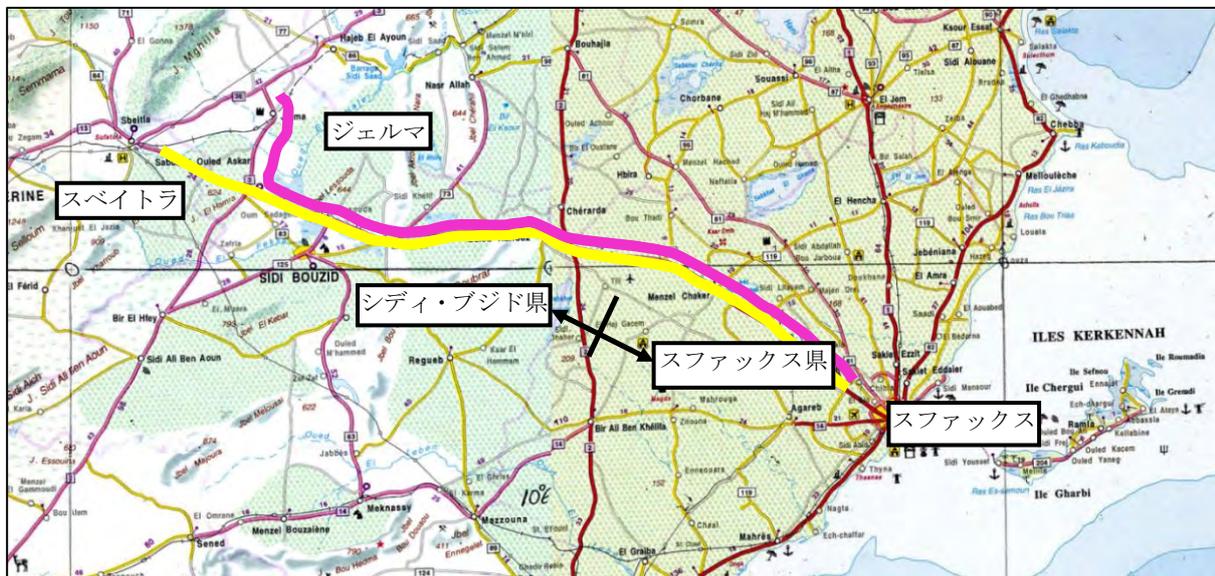
- ・ SECADENORD の用水路はチュニス郊外に位置するゲディル・ゴーラ浄水場及びナブール県

に位置するベリー浄水場に原水を供給している。

- ・ ゲディル・ゴーラ浄水場で処理された浄水は、チュニス市内への配水系統とナブール県への配水系統に分水され、北部広域水道システムには供給されない。
- ・ ベリー浄水場で処理された浄水は、ナブール県への配水系統とナブール県以南への北部広域水道システムに分水され、さらに北部広域水道システムが浄水を中部・南部の対象地域に送水している（図 4.2-2 参照）。

(3) ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム

スファックス県西部から国境まで分布する山地・丘陵地に位置するカスリン県のスベイトラ水源地及びシディ・ブジド県のジェルマ水源地は、良好な水質の地下水を産出する。この二つの水源地の深井戸から揚水された地下水は、スファックス大都市圏まで約 140 km の管路によって送水されているが、最終送水地点であるスファックス市内の配水池に到達するまでに、途中の集落にも配水されている。水源施設、送水施設、途中の配水施設は全て SONEDE が運営・維持管理を行っている。



出典：JICA 調査団

図 4.1-5 ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム

スファックス県では、2012 年夏季の水需要ピーク時に深刻な水不足が発生し、大きな社会問題になった。そのため、新たな井戸の開発が規制されている状況下であったが、SONEDE は政府の特別措置許可を得てピーク時対応の補助水源としての井戸を建設する対策を講じた。また、2013 年にはシディ・ブジド県においても 3 井の井戸が新規に建設され、稼働している。

表 4.1-3 シディ・ブジド県内の新規建設井戸

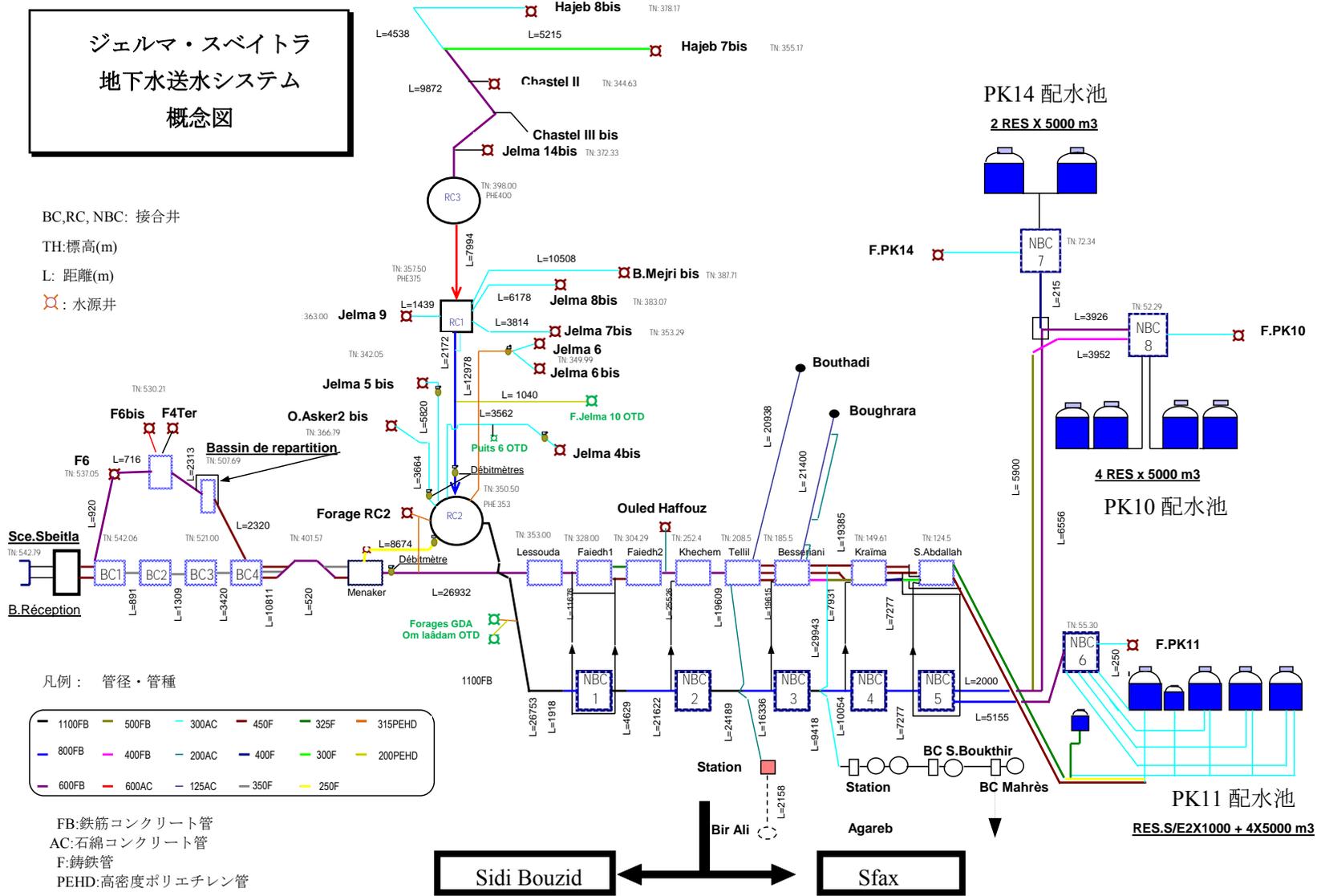
井戸名称	建設年	設計能力(L/秒)	稼働能力(L/秒)	備考
Garaat Hadid 2	2013 年	20	15	施設稼働率：75%
Garaat Hadid 3	同上	20	25	施設稼働率：125%
Ouled Asker 2	同上	40	40	施設稼働率：100%

出典：SONEDE 資料

凡例：施設稼働率＝稼働実績÷設計能力、100%以上は過剰揚水の可能性がある。

ジェルマ・スベイトラ 地下水送水システム 概念図

BC,RC,NBC: 接合井
 TH:標高(m)
 L: 距離(m)
: 水源井



4-7

出典：SONEDE 資料

図 4.1-6 ジェルマ・スベイトラ地下水送水システム送水系統図

地下水源に依存するシディ・ブジド県では、増加する地下水の利用を制限するために、1985年から県内6個所の地域における新たな地下水開発は全て認可を必要とすることとし、スファックスへの送水路線もその規制対象になった（1985年2月7日シディ・ブジド県発行 Décret）。その後も、増加する水需要に対応するように井戸が開発されてきたことにより、現在では過剰揚水の状況にある。2010年のジェルマ水源と2009年のスベイトラ水源からの水量を表4.1-4に示す。

表 4.1-4 ジェルマ水源及びスベイトラ水源利用実績

(単位：Mm³/年)

ジェルマ水源 2010年実績	SONEDE用	工業用	灌漑用	合計 ①	揚水制限量 ②	揚水率 ①/②
22.0	-	9.0	31.0	27.8	111%	
スベイトラ水源 2009年実績	SONEDE用	工業用	灌漑用	合計 ①	揚水制限量 ②	揚水率 ①/②
9.15	0.13	6.82	16.1	13.5	119%	

出典：SONEDE資料

(4) スファックス県内井戸水源

SONEDEはスファックス大都市圏において、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの主要な2水源のほか、県内各地に建設された井戸水源14基を補助的に利用している。2012年時点でのSONEDEが運転・維持管理している井戸を表4.1-5に示す。

表 4.1-5 スファックス県内のSONEDEが運転維持管理する井戸（2012年）

番号	名称	井戸番号	設置場所	設置年	揚水水位(m)	揚水量(L/秒)	TDS濃度(mg/L)	深さ(m)	備考
1	Ramla 1	5611	Kerkenna	1951	+24.1	6.25	3500	702	運転中
2	Ramla 2	16693	Kerkenna	1979	+24.1	16.88	3900	363	運転中
3	Well km 11	18805	Sfax South	1978	-21.1	49.21	3030	570	運転中
4	Well km 10	19059	Sfax South	1982	-20.35	48.2	3160	497	運転中
5	Well km 14	19706	Sfax South	1990	-42.6	52.16	3200	482	運転中
6	Sidi Salah	20729	Sakiet Zit	2000	-48	46.52	3100	471	運転中
7	Aouabed	20740	Sfax South	2000	-33.75	51.74	3100	500	運転中
8	Sidi Boukthir	21367	Agareb	2004	-104.8	23	4000	700	運転中
9	Hancha	21365	Hancha	2003	-32.54	0	3580	512	運転休止
10	Bir Sidi Abdallah	21366	Sfax South	2003	-57.6	47.38	3060	580	運転中
11	Ramla 4	21340	Kerkenna	2004	+19.00	25	3620	370	運転中
12	Ouled Youssef	21518	Jebeniana	2006	-42.6	17	3600	360	運転中
13	Ramla 5	21800	Kerkenna	2009	18.00	8.8	3700	360	運転中
14	Bir Chabba	20397	Hancha	1998	-40.75	22	4000	505	運転中

出典：CRDA Sfax 年報（2012）

チュニジア国の飲料水水質基準であるNT09.14では、TDS濃度は2,500 mg/Lまで許容されているが、スファックス県内の地下水はTDS濃度が3,500 mg/L程度と高い。そのためSONEDEは他の水源からの水と各配水池で混合してから給水する方法をとっている。その際、TDS濃度2,000 mg/Lを給水目標としている。

SONEDEは、2012年夏のピーク時の水不足の問題発生を受けて、ジェルマ・スベイトラ地下

水送水システムと同様に、スファックス県内においても政府の特別の許可を得て、新規に井戸を建設しており、その状況は下記のとおりである。

表 4.1-6 スファックス県内の新規建設井戸

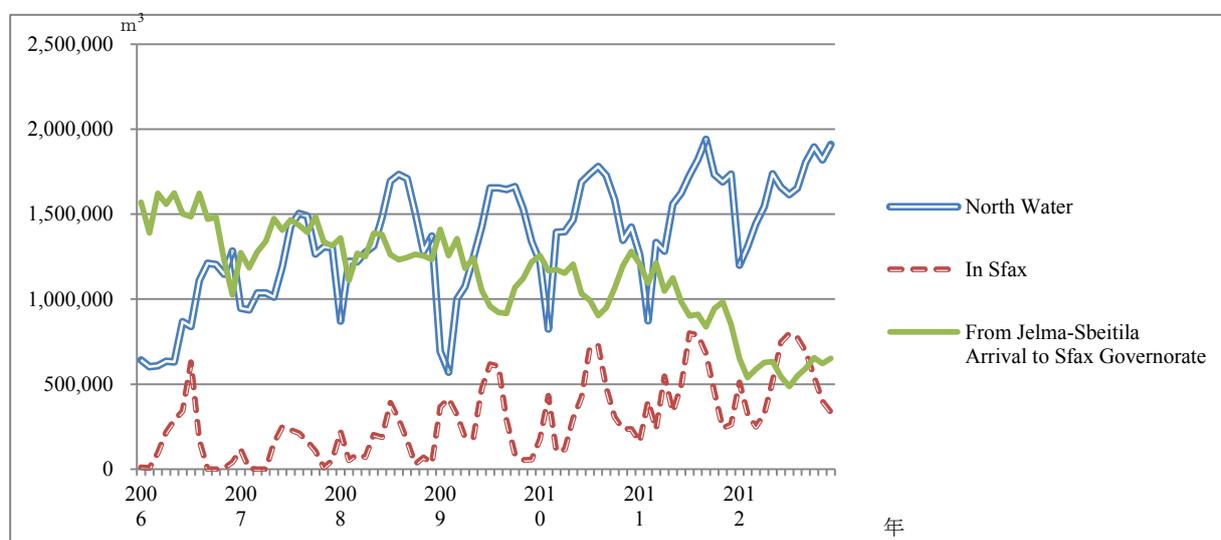
井戸名称	建設年	設計能力 (L/秒)	稼働実績 (L/秒)	施設稼働率
Mahrouga	2013	30	30	100%
PK 15	2013	40	50	125%
Agareb	2013	30	15	50%
Oued Batha	建設中	30	-	-
Saint Louis	2013	20	20	100%
Bir Chooba	2013	20	20	100%
Hencha	2013	20	20	100%
Markez Kammoun	2014 年予定	20	-	-

出典：SONEDE 資料（2013）

凡例：施設稼働率＝稼働実績÷設計能力、100%以上は過剰揚水の可能性がある。

(5) 水道水源に係る課題

自己水源（現状では地下水のみ）に乏しいスファックス県の生活用水は、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムという県外からの送水を主要水源として依存せざるを得ないことが、現在のスファックス県の生活用水に係る課題である。



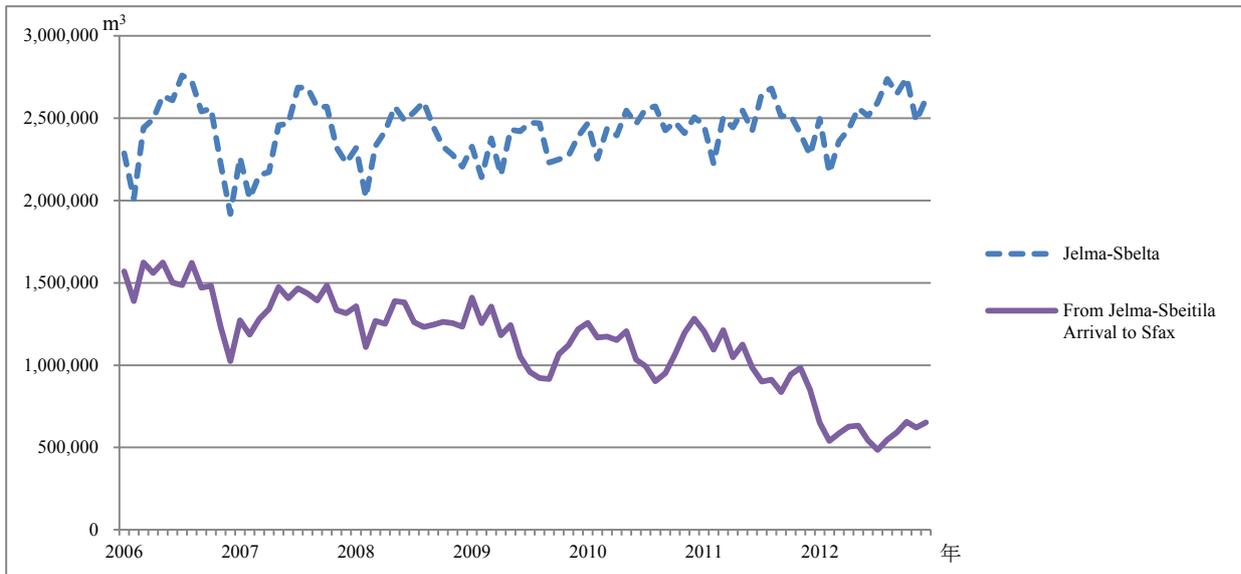
出典：SONEDE 資料

図 4.1-7 スファックス県への 3 供給水源の月別供給水量の推移（2006 年～2012 年）

北部広域水道システムに関して、SECADENORD 用水路からの取水について 3 年ごとに契約をしている。そのため、契約更新をする度に、他のセクターの水需要と SONEDE の需要をどのようにバランスさせるか、SECADENORD に最終的な判断を委ねることになる。

ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムでは、図 4.1-8 に示すように 2011 年以降の社会状

況の変化によってスファックス県への送水量が減少している。これは、水源地域及びスファックス県に至る手前の上流側地域の需要の増加に対応しているためである。



出典：SONEDE 資料

図 4.1-8 ジェルマ・スベイトラ生産水量とスファックス県への供給水量の推移（2006年～2012年）

各地域への水量配分は、限られている供給水量に対する水源地域の水需要と調整の上、SONEDE が決定することになるが、その配分をめぐる地元との調整及び住民の理解を得ることは容易ではない。供給水量を安定かつ継続して確保するために、SONEDE はスファックス県内の地下水の揚水量を増やしてきた。しかし、地下水資源量の制限範囲を超えた緊急の対応は、揚水期間及び揚水量に対して限定的にならざるを得ない。

4.1.3 農業用水及び工業用水の現状と課題

ここでは、水源計画に大きな影響を及ぼす、農業用水及び工業用水に関する現状と、その課題について整理する。

(1) 農業用水の現状と課題

スファックス県の降雨量は年間で 230 mm 程度であり、地域的に雨季のみに一時流水を見る「枯れ川」が存在するが、常時流水がある河川はなく、そのため、農業用水は表流水に依存できる状況ではなく、地下水に大きく依存している。スファックス県内では多数の井戸、特に浅井戸が建設されてきたことにより、地下水位の低下が懸念される状況になり、現在では全ての井戸の建設は農業・水資源・漁業省への申請が必要となり、認可を得て建設されることになっている。

これら灌漑用の井戸は、農業・水資源・漁業省の各県への出先機関である CRDA に所属する水資源部が担当し、水資源管理課、農業土木課、灌漑課より構成されている。

スファックス CRDA 水資源部で管理している県内灌漑井戸の状況は次のとおりである。

1) 浅井戸

建設深度 0～50m

登録数 13,788 井

塩分 (TDS) 濃度 2,000~6,000 mg/L (4,000 mg/L が全体の 52%)

現況 2003 年農業・水資源・漁業省調査により浅層の生産能力は 39.8 百万 m³/年と推定されている。

開発総水量は既に 53 百万 m³/年に達しており、136 %の過剰取水の状態にある。特に井戸が密集する地区は開発制限地区に指定され、新規の井戸建設が禁止され、定期的に水資源部が検査を実施している。

2) 中層井戸

建設深度 70~200m

登録数 125 井

塩分 (TDS) 濃度 3,000~4,000 mg/L

現況 近年の調査で確認された帯水層で生産能力は 11.3 百万 m³/年と推定されている。

主として個人農家が開発しており、実態は CRDA が調査中である。

3) 深井戸

建設深度 250~400m

登録数 ポンプ揚水井戸 28 井、自噴井戸 9 井

塩分 (TDS) 濃度 3,000~4,000 mg/L

現況 スファックス県内全体の深層の生産能力は 25.5 百万 m³/年と推定されている。

この層から水道用水として SONEDE が取水し、さらに、工業の盛んなスキエラ (Skhira) 地域では工業用水を取水している。

降水量が限られているスファックス県の農業用水は地下水に依存しているが、浅層地下水は開発され尽くしている。深層地下水は水道用水と工業用水に振り分けて利用されているが、既に揚水制限まで利用されている。さらに、TDS 濃度等の水質面の課題もある。そのため、農業用水をさらに確保するためには、スファックス県外から農業用水を移送しなければならないが、いずれの地域も水資源量が不足しているため困難である。このため、下水処理水を農業用水として再利用することが推奨される。しかし、農業用水が絶対的に不足していることを考慮すると、下水処理水の農業利用を促進しても、現在の農業用水に使用されている水資源を他用途に転用できることにはつながらない。

(2) 工業用水の現状と課題

スファックス県の工業用水は SONEDE が供給するものと、事業者が許可を得て独自に井戸 (深井戸) を設置して地下水を利用するものがある。

1) SONEDE 供給による工業用水

スファックス県の SONEDE が供給する工業用水 (有収水量) は、次のとおりである。

表 4.1-7 スファックス県内 SONEDE 供給工業用水量推移

年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
スファックス県内消費量(1,000m ³ /年)	2,784	2,817	2,921	1,942	2,113	1,999	2,471
前年比	-	1.01	1.04	0.66	1.09	0.95	1.24

出典：SONEDE 年報 (2012 年)

2) 地下水揚水による工業用水

スファックス県の工業用水として揚水された地下水は、表 3.4-2 に示すとおりである。地下水揚水による工業用水使用量は 2011 年と 2012 年に減少したが、革命の影響による工業活動の低迷が起因していると判断される。

表 4.1-8 スファックス県内地下水揚水工業用水量推移

年	2010	2011	2012
スファックス県内揚水量 (1,000m ³ /年)	12,690	11,760	8,460
前年比	-	0.93	0.72

出典： CRDA 年報 (2012 年)

2012 年にスファックス県内で事業者が登録し運転・維持管理している工業用水井戸を下表に示す。

表 4.1-9 スファックス県内の工業用水井戸 (2012 年)

番号	名称	井戸番号	設置場所	設置年	揚水水位 (m)	揚水量 (L/秒)	TDS 濃度 (mg/L)	井戸深 (m)	備考
1	NPK Well 4	19472	Sfax City	1987	+27.38	49	3100	592	運転休止
2	SFTB Well	19658	Menzel Chaker	1988	-120	9.5	2900	332	運転中(12 L/秒)
3	British Gas	21743	Mahares	2007-2008	+1.04	18	3500	539	運転中(18 L/秒)
4	SIAPE 15		Sfax South	2012	+12.8	39.72	3390	560	運転中(37 L/秒)
5	TRAPSA 7	19765	Skhira	1997	-6.79	40	8000	240	運転中(8 L/秒)
6	SIAPE II 7	20671	Skhira	1999	-27.49	50	10300	315	運転中(50 L/秒)
7	SEPT	21104	Skhira	2002	-10.53	5	9260	263	運転中(16 L/秒)
8	SIAPE II 4	21105	Skhira	2003	-27.73	40	8000	264	運転中(50 L/秒)
9	SIAPE 14	21342	Sfax South	2004	+15.60	55	3460	555	運転中(35.3 L/秒)
10	TRAPSA 6	21521	Skhira	2004	-11.19	25	8300	242	運転中(9 L/秒)
11	SIAPE II 1	21798	Skhira	2008	-24.65	40	8100	260	運転中(57.66 L/秒)
12	TPAP Poulina	21702	Agareb	2008	-59	25	3800	326	運転中(25 L/秒)
13	SIAPE II 5	21797	Skhira	2008	-22.35	40	9600	270	運転中(57.77 L/秒)
14	SIAPE II 3	21794	Skhira	2008	-26.04	50	9600	274	運転中(41.66 L/秒)
15	SIAPE II 7	20277	Skhira	1997	-16.2	68.5	11500	327	運転休止

出典： CRDA 年報 (2012 年)

3) 工業用水の課題

スファックス県の工業用水を必要とする事業者は、SONEDE から受水している事業者に加えて、許可を得て自ら地下水を揚水する事業者が多い。しかし、生活用水、農業用水、工業用水の揚水量は地下水資源の制限量を既に超過していることから、工業用水量の制約が産業発展の制約になっている。また、前出表 4.1-9 に示すように高濃度の TDS を含むため水質に問題がある中で、大規模工場ではその対策に苦慮しており、例えば、国営化学会社の Groupe Chimique では、スファックス県南部のスキエーラの工場内に自己水源として 12,000 m³/日の海水淡水化施設を独自に建設して、2013 年に運転を開始している。

なお、前述したように、革命時には工業用水用の地下水揚水量が一時的に減少したが、産業の回復に伴い工業用水需要は回復してくると考えられる。このため、工業用水に用いられている地下水を生活用水水源に転用することは、その代替水源を必要とすることから現実的ではない。また、表 4.1-9 に示すように、それらの TDS 濃度はかなり高く、揚水水位もかなり低いことから、海岸部で取水し

ている井戸は過剰揚水による塩水侵入を起こしている可能性も疑われ、それらの水源を生活用水に転用することは適切ではない。

4.2 関連計画の概要

スファックス大都市圏に関連する主な水道計画は以下のとおりである。

表 4.2-1 スファックス大都市圏に関連する水道計画の概要

計画名	策定年	概要	本件との関連
(1) スファックス大都市圏配水マスタープラン	2003年3月	スファックス大都市圏の配水システムに係る整備計画	配水計画
(2) 中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査	2005年3月	数か所の海水淡水化施設の計画及び生産された水の配分計画	海水淡水化施設の概要
(3) トルバ、アガレブ、マーレス及びスキエラ地域給水ネットワーク計画	2011年1月	スファックス大都市圏より南部の地域の配水施設整備計画	水需給バランス
(4) 広域水道戦略計画	2013年4月	2012年夏の深刻な水不足を受けて、2)で計画されたスファックス大都市圏の緊急整備事業について策定	海水淡水化施設の概要 水需要量

上表に示す各計画を以下に詳述する。

(1) スファックス大都市圏配水マスタープラン

スファックス大都市圏配水マスタープラン「Etude du Plan Directeur des Réseaux de Répartition et de Distribution du Grand Sfax」は、SONEDE が、チュニジア国のコンサルタントのチーム（SCET-TUNISIE 及び BRL engineering）に委託して策定された計画である。

この計画策定調査は、スファックス大都市圏を対象とした地域の最適な配水計画を策定することを目的とし、2001年から次の4段階に分けて調査が行われた。

- i) ミッション A: 既存の施設情報の収集及び評価
- ii) ミッション B: 社会情勢及び都市の基礎情報のデータ収集、将来水需要の検討
- iii) ミッション C: 配水管網の段階的施設整備計画案の検討
- iv) ミッション D: 最適施設計画案のフェーズ 1 の詳細設計

本計画は 2032 年を計画年と定めて施設の整備規模を決め、2011 年までに整備するフェーズ 1 の事業の実施設計を行った。フェーズ 1 及び 2032 年までに整備される施設は下記のとおりである。

フェーズ 1 での整備施設

- Sidi Salah 高区配水池の新設
- Sidi Salah 低区配水池の新設

- 既設配水本管の増設
- Bou Merra 配水池の増設

2032年までに整備する施設

- Sidi Salah 低区配水池の増設
- マハルガ調圧水槽から Sidi Sala 低区配水池までの送水管の布設
- PK11 配水池用の調整池までの送水管の布設
- Bou Merra 配水池の増設

現在、資金確保等の問題により事業実施に遅延はあるものの、本計画で策定された事業が進められている。その中の一部である Sidi Sala 低区配水池やその周辺の配水管網などの整備を円借款「地方都市給水網整備事業」で実施中である。

(2) 中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査

中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査「L'étude de faisabilité du projet d'alimentation en eau potable jusqu'à l'horizon 2030 du Cap Bon, Sahel, Sfax, Gabès, Médenine et Tataouine」は、世界銀行に日本政府が供与した調査資金を用いて、SONEDE がフランス国のコンサルタント (SOGREAH) とチュニジア国の 2 コンサルタント (STUDI 及び IDEACONSULT) に委託して実施されたフィージビリティ調査である。

この調査は、ボン岬地域 (ナブール県の通称)、サヘル地域 (スース県、モナスティール県及びマーディア県を合わせた地域の通称)、スファックス県、ガベス県、メドニン県及びタタウイン県を対象とした最適な給水計画を策定することを目的とし、2003 年から次の 3 段階に分けて調査が行われた。

i) ミッション 1

2025 年のサヘル地域の 15 日間のピーク時の水需要に対応するため、容量 8 百万 m³ の生活用水専用の貯水池を検討した。

ii) ミッション 2

将来の水需要と水資源の検討を行い、8 つのオプションと水の生産方法について 2 つのバリエーションを提示した。この検討過程において技術管理委員会からの要請で計画年を 2030 年とした。

iii) ミッション 3

技術面、環境面及び経済・財政面の比較検討を行い、2030 年までの調査地域における生活用水供給の最適な解決策として、第 2 オプションの第 2 バリエーションを選定した。

この調査において最適とされた第 2 オプションの第 2 バリエーションの概要は次のとおりである。

- ボン岬地域とサヘル地域の水供給は、北部からの送水により行い、スファックス県には海水淡水化施設を新設する。
- ガベス県への水供給のため、地域の地下水資源と既設のかん水淡水化施設に加えて、新たにかん水淡水化施設と海水淡水化施設を建設する。
- メドニン県とタタウイン県の水供給のため、地域の地下水資源と既設のかん水淡水化施設に加えて、新たにかん水淡水化施設を建設し、ジェルバ島に海水淡水化施設を建設する。

この調査の最終報告書のドラフトを技術管理委員会で協議し、コメントを付して最終報告書が作成された。技術管理委員会で認められたことにより、本計画は国家事業として認知され、この計画を基本として関連事業が実施されている。本計画策定時の技術管理委員会は次の委員で構成されていた。

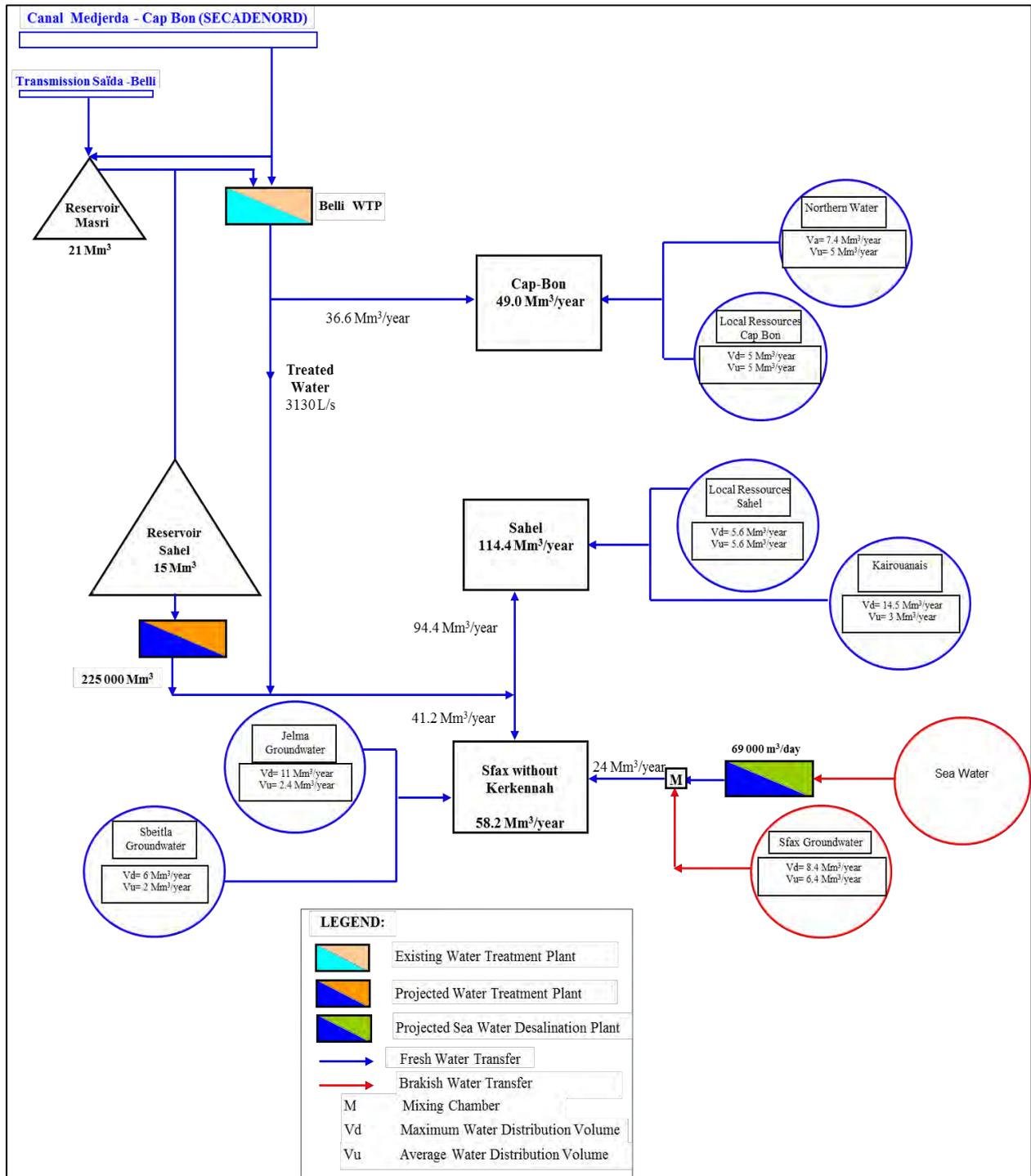
- SONEDE 総裁
- 農業・環境省（当時）水資源総局長
- 農業・環境省（当時）ダム・大規模水利土木総局長
- 農業・環境省（当時）DGRE 委員
- 農業・環境省（当時）DGGREE 委員
- SECADENORD 委員
- 科学研究・能力開発省（当時）委員
- 投資・国際協力省（当時）委員
- 産業・エネルギー・中小企業省（当時）委員

策定された計画のうち、下記がスファックス県の水供給に関連した事業計画の概要である。

- 1) 2030年の年間水需要を58.2百万 m^3 と想定し、北部広域水道システムから29.8百万 m^3 、県西部のジェルマ・スベイトラ地下水送水システムから4.4百万 m^3 、スファックス県内の井戸から6.4百万 m^3 を取水し、新設する海水淡水化施設から17.6百万 m^3 を取水する。
- 2) チュニス西郊のサイダ貯水池の容量を23百万 m^3 とし、貯留した水をベリー浄水場及びサヘル地区貯水池に送る。サヘル地区貯水池の規模を2030年のサヘル地域の15日間のピーク時の水需要に対応するため、容量15百万 m^3 とする（ミッション2の段階で変更された）。
- 3) 新設する海水淡水化施設の規模を69,000 m^3 /日とする。
- 4) 本計画を基本にして、SONEDEは実施段階で2005年の計画策定時点からの状況変化を柔軟に取り入れて事業内容を変更する。

上記のとおり、この調査ではスファックスの海水淡水化施設を生産能力69,000 m^3 /日として計画していた。しかし、2012年の水不足問題が発生したことから、海水淡水化施設の規模が見直されることになった。後述する“(4) 広域水道戦略計画”が見直された計画である。

図4.2-1に本計画書に記載されている最適案の概念図からスファックス大都市圏に係る部分の抜粋を示す。



出典：SONEDE 資料 JICA 調査団

図 4.2-1 水供給計画最適案 (F/S 報告書ミッション 2 : SOLUTION 2V2 部分抜粋)

(3) トルバ、アガレブ、マーレス及びスキューラ地域給水ネットワーク計画

トルバ、アガレブ、マーレス及びスキューラ地域給水ネットワーク計画「Etude du réseau d'adduction Tourba - Agareb - Mahrès - Skhira」は、SONEDE がチュニジア国のコンサルタント (BICHE) に委託して策定された計画である。

スファックス県南部のトルバ、アガレブ、マーレス及びスキューラ地域の水需要が高まりその対策を

早急に講じるためにこの調査が行われたが、水供給をジェルマ・スベイトラ地下水送水システムから導水する計画であった。その後、2012年のピーク時の水不足の問題が生じたため、この計画を今後どのように現実と整合させるかが課題となっている。

(4) 広域水道戦略計画

「(2) 中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」に記載されたとおり、スファックス県の海水淡水化施設の設置は国家事業として位置付けられた。しかし、スファックス県で2012年に発生した水不足問題により、緊急に水供給を増加させることが必要となった。そのため、「(2) 中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」で計画された海水淡水化施設の生産能力を再検討する必要が生じた。それが広域水道戦略計画「ETUDE STRATEGIQUE」である。この計画を緊急にまとめ、2030年までに実施すべき事業計画を立案した。

本計画は緊急に対策を立案するために、水道計画として計画地域の人口、産業、観光の基礎データを収集して将来計画を立案する手法ではなく、過去の給水実績を統計的に分析して現実的に必要とされる水量を予測する手法を採用している。

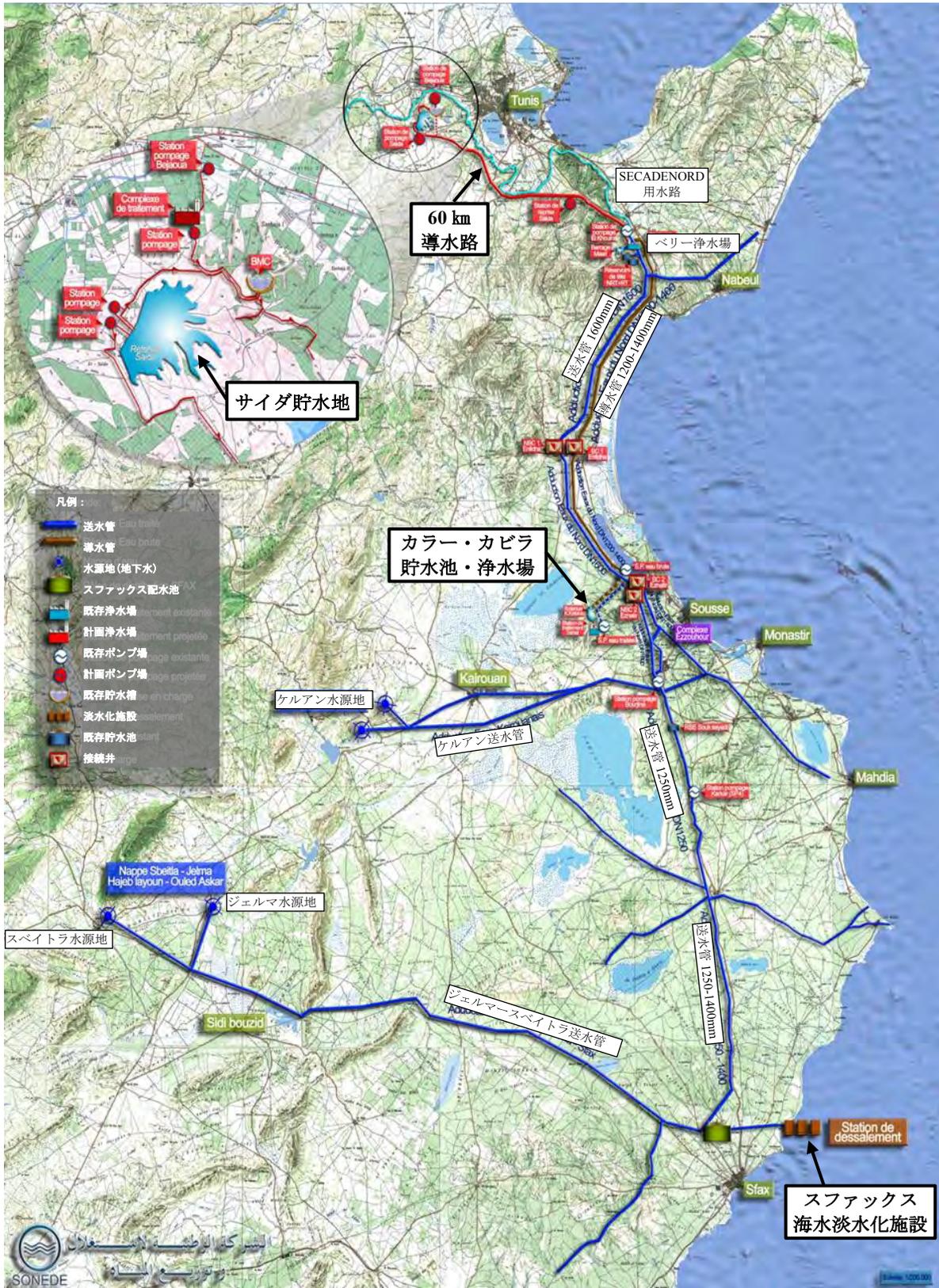
SECADENORD から取水する北部広域水道システムに水供給を依存するボン岬地域(ナブール県の通称)、サヘル地域(スース県、モナスティール県及びマーディア県を合わせた地域の通称)、ケルアン県、スファックス県に加え、ジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの水源が位置するシディ・ブジド県を対象とした地域における水需要を合わせて、それに対応した水供給施設を整備する計画が策定されている。

本計画では、チュニス西郊に建設するサイダ貯水池からサヘル地区に建設する貯水池(カラー・カビラ貯水池)に導水し、カラー・カビラ浄水場から夏のピーク時に $4\text{ m}^3/\text{秒}$ ($345,600\text{ m}^3/\text{日}$)の浄水をサヘル地区及びスファックス県に送る事業とスファックスに海水淡水化施設を建設する事業により、大規模な新規水源を開発する計画としている。

具体的に本計画で整備が提案された主要施設は以下のとおり。

- ・サイダ貯水池：約 45 百万 m^3
- ・メジェルダ川からサイダ貯水池までの導水施設：ポンプ場 3、導水管 13km、貯水池 5000m^3
- ・サイダ貯水池からベリー浄水場までの導水路：導水管 60km、ポンプ場 2
- ・サヘル(カラー・カビラ)貯水池：28 百万 m^3
- ・サヘル(カラー・カビラ)浄水場： $4\text{ m}^3/\text{s}$
- ・スファックス海水淡水化施設： $200,000\text{ m}^3/\text{日}$

これらの施設の位置図を図 4.2-2 に、広域水道戦略計画で計画された浄水施設を表 4.2-2 に示す。



出典：ETUDE STRATEGIQUE, SONEDE

図 4.2-2 広域水道戦略計画における水供給施設の位置

表 4.2-2 広域水道戦略計画で策定された浄水場及び海水淡水化施設

名称	年	生産能力	スファックス大都市圏への供給水量
サイダ貯水池及びカラー・カピラ貯水池並びに浄水場	2019	4,000L/秒 (345,600m ³ /日)	-
スファックス大都市圏における海水淡水化施設	2018	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)
	2028	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)

本計画に基づき、チュニジア政府は2018年までにスファックス県において200,000 m³/日の海水淡水化施設の建設が必要として、その一部の施設建設に対して、日本の円借款を要請した。

4.3 その他の新規水源の検討

前述した広域水道戦略計画において、海水淡水化施設導入により水供給量を増大させる計画が策定された。本節では、その他の新規水源の可能性と淡水化水源として海水を用いることの妥当性に関して検討する。

既存水源は、表流水と地下水である。利用可能なこれらの水源は、使い尽くされていることが農業・水資源・漁業省の調査において確認されている。特に、地下水においては、水資源保護の観点から揚水量の増加や井戸の新設が厳しく制限されている。具体的なデータを表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 スファックス県とジェルマ・スベイトラ水源の揚水量

単位：百万 m³/年

		生活用水	工業用水	農業用水	合計	揚水制限量	余剰量
スファックス県	2010	5.6	12.7	7.6	25.9	25.5	▲0.4
	2011	6.3	11.8	8.7	26.8	25.5	▲1.3
	2012	8.8	8.5	6.6	23.9	25.5	1.6
ジェルマ水源 (2010)		22.0	-	9.0	31.0	27.8	▲3.2
スベイトラ水源 (2009)		9.2	0.1	6.8	16.1	13.5	▲2.6

注：2011年と2012年は革命の影響により工業用水の揚水量が大きく減じている。

出典：JICA 調査団

表 4.3-1 に示すように、現在の揚水量は制限水量を超えているか、若干下回る程度であり、これ以上の増加は難しい。このため、広域水道戦略計画では北部広域水道システムの増強と海水淡水化施設の導入を計画したが、それら以外の新たな水資源として下記の手段が考えられる。

- 1) 農業用水の転用
- 2) 下水処理水の転用
- 3) 下水処理水を農業用水へ再利用することによる余剰農業用水の転用
- 4) 漏水削減による有効水量の増加

しかし、上記の4つの水資源の活用は以下の理由から現実的ではないと判断する。

- 1) 農業用水の生活用水への転用

SONEDE は 2012 年に年間 600 万 m³ の農業用水を転用することで農業・水資源・漁業省の合意を得ている。ただし、農閑期のみという使用条件であり、年間を通して一定量を使用できる合意ではない。さらに、農業者はこの取水量を減少するように強く農業・水資源・漁業省に求めている。そのため、これ以上の農業用水の転用に関する合意を期待することは現実的ではない。

2) 下水処理水の生活用水への転用

農業用水の不足から果樹を対象として下水処理水を再利用しているものの、下水処理水を生活用水の原水として再利用することは、住民感情を考えると現段階では現実的ではないと考える。

3) 下水処理水を農業用水に再利用することによる余剰農業用水の生活用水への転用

下水処理水は農業用水として既に利用されている。しかし、TDS 濃度が高いという水質の問題やポンプ圧送に費用がかかるため、主な利用場所は処理場周辺の農地に限られている。このような理由から、スファックス南部下水処理場では、2007 年には 36% の再利用率であったが、年々減少し 2011 年には 14% になっている。このように下水処理水の農業用水への再利用率の向上は現状ではなかなか期待できない。また、農業用水自体が絶対的に不足しており、前述のとおり、現在、農業・水資源・漁業省と SONED E の間で合意されている年間 600 万 m³ の農業用水の生活用水への転用自体も減少させる強い要望があることから、下水処理水を農業用水へ再利用し、現在の農業用水から下水処理水の転用分を生活用水へ活用することは困難である。

4) 漏水削減による有効水量の増加

スファックス大都市圏の水道施設の無収水率は既に 16% (2013) まで削減されているというデータが SONED E から示されている (表 4.6-1 参照)。漏水削減策の費用対効果及び効果発現には相当な期間を要することを考えると、その実施により有効水量を増加させることは現時点では現実的ではないと判断する。

上記した理由から、スファックス大都市圏においては、北部広域水道システムの増強と海水淡水化施設の導入が最も有効かつ現実的な水源獲得手段であると判断する。

4.4 広域水道における水需給計画

4.4.1 需要水量について

前述したように、SONED E は計画目標年を 2030 年として「中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」を 2005 年に策定した。その後、2012 年の深刻な水供給不足の問題が発生した。この水供給不足の問題への緊急対策を目的として「広域水道戦略計画」が 2013 年に策定された。「中部・南部地域水供給事業フィージビリティ調査」が策定されていたこと、緊急対策であることなどから、SONED E は 2~3 年程度を費やし、基礎データを積み上げて水道計画を策定することはしなかった。

つまり、一般的に、水需要予測は給水人口及び一人当たり給水量の実績を基に将来値を推定する手法をとるが、SONED E は給水人口及び一人当たり給水量の変動推移は、総給水量の変動推移に包含されると考え、給水量の実績の変動傾向を分析し将来の需要水量を予測している。具体的には、下記のとおり、北部広域水道システムの対象地域であるボン岬地域 (ナブール県の通称)、サヘル地域 (スース県、モナスティル県及びマーディア県を合わせた地域の通称)、及びスファックス県、並びにサヘル地域に地下水を送水しているケルアン県と及びスファックス県に地下水を送水しているシディ・ブジド県の 7 県における過去の給水実績を統計的に分析し、各県の将来の需要水量を予測してい

る。

- ① 各県の給水量平均増加率実績の算定：北部広域水道システム関連 7 県の 2001 年から 2010 年の 10 年間の給水量（有収水量）実績を用いて、各県の 10 年間の平均増加率実績を算定する。
- ② 各県の給水量増加率（2011 年-2020 年）の算定：各県の平均増加率を割り増して 2011 年から 2020 年までの給水量増加率を決める。割り増しする増加率は 0.3%から 1.1%と幅があるが、その根拠は SONEDE が考える地域ごとの重要性に依る。
- ③ 各県の給水量増加率（2021 年-2030 年）の算定：2021 年から 2030 年までは人口の伸びの鈍化が予測されることから、2011 年から 2020 年の予測に用いた増加率から 0.5%減じた増加率を用いる。
- ④ 負荷率（日平均水量と日最大水量の比率）の設定：負荷率はそれぞれの県の給水実績を基に設定する。SONEDE は負荷率の逆数である、日最大水量と日平均水量に比率を用いている（スファックス県では 1.4）。
- ⑤ 有収水率（Performance Factor）の設定：有収水率は実績値を基に将来の改善効果も見込んで県ごとに設定する。スファックス県の場合は 2010 年から 2030 年に 76%から 80%に改善するものとしている。
- ⑥ 調整係数の設定：上記の条件で水需要を整理した 2010 年の水需要の計算結果は 2010 年の実績値と乖離がある。この乖離は推定した各因数の誤差とに起因すると考えられ、その乖離を解消するために SONEDE が重要と考えるサヘル地域を除く 4 県の解析結果に 0.89 を乗じて調整する。

本調査では、原則として上記予測手法を踏まえつつ、下記のとおり修正を行って需要水量を予測した。また、算定された計画給水量と人口予測値から一人当たり給水量を算定し、その計画値が妥当であるか検証した。

1) 給水量増加率の設定について

SONEDE は、例えば 2001 年から 2010 年の平均増加率が年 3.0%であっても、その間に年 3.5%の増加を上回る年が 5 回あった場合は、2011 年から 2020 年の給水量増加率を年 3.5%とし、2020 年以降は年 3.0%としている。しかし、上方の値のみに注目して計画諸元とすることと、2020 年以降の増加率を一律に 0.5%下げていることの判断の根拠が明確ではない。そのため、将来の水需要予測は 2001 年から 2010 年の 10 年間の実績に基づくことを重視し、その実績から算出した平均増加率を将来にわたって適用する。

2) 調整係数における地域性の考慮について

過去の実績値と計算値との乖離を解消するための調整係数として、SONEDE は地域の重要性を考慮するとして、観光業の盛んなサヘル地域を除く 4 県の予測結果に 0.89 を乗じている。しかし、特定の地域の重要性つまり特性は過去の水需要のデータに包含されていると考えられるため、この調整係数を各県一律の値として 0.944²とする。

² 2010 年調整前算定 7 県配水量：8,251 L/秒、2010 年生産量実績：7,793 L/秒 調整係数=7,793/8,251=0.944

3) ピーク発生調整係数について

需要のピークが全県で同時に発生することはないという推測の下に、上記調整後のピーク需要量の予測結果に対して、各県一律にピーク時調整係数として 0.95 を乗じる。

4) 目標年次について

SONEDE はこれまでの各種計画と同じく目標年次を 2030 年としている。本調査では事業実施期間を考慮すると現時点から 15 年後の 2030 年では早いと判断し、20 年後の 2035 年を目標年次とした。

上記した SONEDE の予測手法と本調査の修正点をまとめると表 4.4-1 に示すとおりとなる。

表 4.4-1 広域水道における水需要予測手法と本調査における修正点

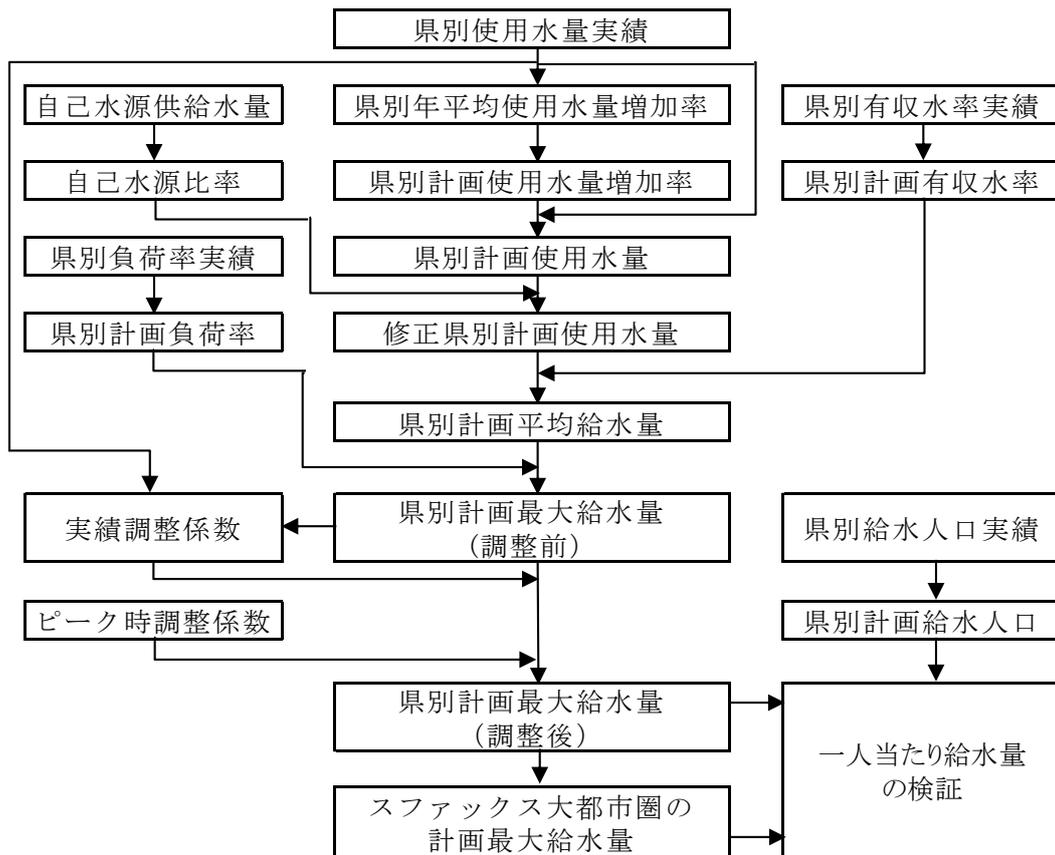
予測手法	広域水道戦略計画における水需要予測	本調査による修正点
1. 各県の給水量平均増加率実績の算定	関連区域内 7 県の 2001 年から 2010 年の 10 年間の給水量（有収水量）実績から各県の給水量平均増加率を算定。	修正なし。
2. 給水量増加率（2011 年 - 2020 年）の算定	各県の平均増加率を割り増して 2011 年から 2020 年までの給水量増加率を算定。割増増加率は 0.3% から 1.1% と幅があるが、その根拠は SONEDE が考える地域ごとの重要性に依る。	将来の水需要予測は 2001 年から 2010 年の 10 年間の実績に基づき算出した平均増加率を適用。この増加率は将来においても一定。
3. 給水量増加率（2021 年 - 2030 年）の算定	2021 年から 2030 年までは人口の伸びの鈍化が予測されることから、2011 年から 2020 年の予測に用いた増加率から 0.5% 減じて算定。	同上。 目標年次を 2035 年とする。
4. 負荷率の設定	各県の給水実績を基に負荷率（日平均水量と日最大水量の比率）を設定。本計画では負荷率の逆数を設定しており、スファックス県では 1.4（=1/0.714...）。	修正なし。
5. 有収水率の設定	各県の有収水率の実績を基に将来の改善効果も見込んで将来負荷率を設定する。スファックス県の場合は 2010 年から 2030 年に 76% から 80% に改善するものとする。	修正なし ³ 。
6. 調整係数の設定	上記の条件による 2010 年の需要水量の計算結果は 2010 年の実績値と乖離がある。この乖離は推定した各因数の誤差とに起因すると考えられ、その乖離を解消するために SONEDE が重要と考えるサヘル地域を除く 4 県の解析結果に 0.89 を乗じて調整する。	調整係数は各県一律に 0.944 とする。 上記調整後のピーク時の需要水量の予測結果に対して、各県一律にピーク時調整係数として 0.95 を乗じる。ただし、各県単位で需要水量を考慮するときはピーク時調整係数を考慮しない。

³ SONEDE 営業局南部支社によれば、スファックス大都市圏の有収水率は 2002 年～2013 年の間で最高 87.6%（2012 年）、最低 79.4%（2005 年）を記録しているが、スファックス県ではこれより低くなる。

具体的な需要水量予測手順は以下のとおりである。

- 1) 県別使用水量実績(2001年-2010年)から県別計画年平均使用水量増加率を算定(表 4.4-2)
- 2) 県別計画年平均使用水量増加率を用いて県別計画平均使用水量を算定(表 4.4-2)
- 3) 自己完結型の県別給水量から県別自己給水比率を算定(表 4.4-3)
- 4) 県別計画平均使用水量と県別自己給水比率から修正県別計画使用水量を算定(表 4.4-4)
- 5) 県別有収水率実績(2001年-2010年)から県別計画有収水率を算定(表 4.4-5)
- 6) 修正県別計画使用水量と県別計画有収水率から県別計画平均給水量を算定(表 4.4-6)
- 7) 県別負荷率実績から県別計画負荷率を算定(表 4.4-7)
- 8) 県別計画最大給水量(調整前 2010年値)と県別給水量実績(2010年値)から実績調整係数を算定(表 4.4-7)
- 9) 実績調整係数とピーク時調整係数を県別計画最大給水量(調整前)に乗じて県別計画最大給水量(調整後)を算定(表 4.4-8)
- 10) 県別給水人口実績から県別計画給水人口を推定(表 4.4-9)
- 11) 計画最大給水量と県別計画給水人口から一人当たり給水量を算出し検証

上記の概略作業フローを図 4.4-1 に示す。



出典： JICA 調査団

図 4.4-1 本調査における需要水量予測フロー

表 4.4-2 県別使用水量実績及び計画使用水量

単位：1,000,000m³/年

	Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
1	2001	22.9	23.1	17.8	9.4	27.4	7.1	3.9	111.6
2	2002	22.5	22.8	17.6	9.6	27.2	6.6	3.9	110.2
3	2003	23.6	23.5	18.2	9.9	27.6	7.0	3.8	113.6
4	2004	24.7	25.2	19.2	10.5	28.9	7.2	3.9	119.6
5	2005	25.7	25.4	20.0	11.2	30.8	7.6	4.4	125.1
6	2006	27.5	26.2	20.7	12.0	30.8	7.9	4.5	129.6
7	2007	27.9	27.2	21.3	12.7	32.2	8.1	4.6	134.0
8	2008	29.1	28.0	21.8	13.2	34.8	8.6	5.1	140.6
9	2009	29.8	28.5	22.3	13.4	34.8	8.9	5.2	142.9
10	2010	31.3	30.2	23.5	14.7	37.9	9.2	5.6	152.4
	Average Annual Increase Rate								
	%p.a.	3.6%	3.0%	3.1%	5.0%	3.7%	2.9%	4.2%	
11	2011	32.4	31.1	24.2	15.4	39.3	9.5	5.8	157.7
12	2012	33.6	32.0	25.0	16.2	40.8	9.8	6.0	163.4
13	2013	34.8	33.0	25.8	17.0	42.3	10.1	6.3	169.3
14	2014	36.1	34.0	26.6	17.9	43.9	10.4	6.6	175.5
15	2015	37.4	35.0	27.4	18.8	45.5	10.7	6.9	181.7
16	2016	38.7	36.1	28.2	19.7	47.2	11.0	7.2	188.1
17	2017	40.1	37.2	29.1	20.7	48.9	11.3	7.5	194.8
18	2018	41.5	38.3	30.0	21.7	50.7	11.6	7.8	201.6
19	2019	43.0	39.4	30.9	22.8	52.6	11.9	8.1	208.7
20	2020	44.5	40.6	31.9	23.9	54.5	12.2	8.4	216.0
21	2021	46.1	41.8	32.9	25.1	56.5	12.6	8.8	223.8
22	2022	47.8	43.1	33.9	26.4	58.6	13.0	9.2	232.0
23	2023	49.5	44.4	35.0	27.7	60.8	13.4	9.6	240.4
24	2024	51.3	45.7	36.1	29.1	63.0	13.8	10.0	249.0
25	2025	53.1	47.1	37.2	30.6	65.3	14.2	10.4	257.9
26	2026	55.0	48.5	38.4	32.1	67.7	14.6	10.8	267.1
27	2027	57.0	50.0	39.6	33.7	70.2	15.0	11.3	276.8
28	2028	59.1	51.5	40.8	35.4	72.8	15.4	11.8	286.8
29	2029	61.2	53.0	42.1	37.2	75.5	15.8	12.3	297.1
30	2030	63.4	54.6	43.4	39.1	78.3	16.3	12.8	307.9
31	2031	65.7	56.2	44.7	41.1	81.2	16.8	13.3	319.0
32	2032	68.1	57.9	46.1	43.2	84.2	17.3	13.9	330.7
33	2033	70.6	59.6	47.5	45.4	87.3	17.8	14.5	342.7
34	2034	73.1	61.4	49.0	47.7	90.5	18.3	15.1	355.1
35	2035	75.7	63.2	50.5	50.1	93.8	18.8	15.7	367.8

出典： 2001-2010：ETUDE STRATEGIQUE, SONEDE, 2013

2011-2035：JICA 調査団

表 4.4-3 県別自己水源給水量実績*

単位：1,000,000m³/年

	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
水量	2.1	0.4	0.4	-	0.9	2.7	2.0	8.5
比率	6.7%	1.4%	1.9%	0.0%	2.4%	29.3%	34.9%	5.6%

*：北部広域水道システムとは関わりなく、地域の小規模な水源で給水している。

出典： ETUDE STRATEGIQUE, SONEDE, 2013

表 4.4-4 修正県別使用水量実績及び計画使用水量

単位：1,000,000m³/年

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
2011	30.2	30.7	23.7	15.4	38.4	6.7	3.8	148.9
2012	31.3	31.6	24.5	16.2	39.8	6.9	3.9	154.2
2013	32.5	32.5	25.3	17.0	41.3	7.1	4.1	159.8
2014	33.7	33.5	26.1	17.9	42.8	7.4	4.3	165.7
2015	34.9	34.5	26.9	18.8	44.4	7.6	4.5	171.6
2016	36.1	35.6	27.7	19.7	46.1	7.8	4.7	177.7
2017	37.4	36.7	28.5	20.7	47.7	8.0	4.9	183.9
2018	38.7	37.8	29.4	21.7	49.5	8.2	5.1	190.4
2019	40.1	38.8	30.3	22.8	51.3	8.4	5.3	197.0
2020	41.5	40.0	31.3	23.9	53.2	8.6	5.5	204.0
2021	43.0	41.2	32.3	25.1	55.1	8.9	5.7	211.3
2022	44.6	42.5	33.3	26.4	57.2	9.2	6.0	219.2
2023	46.2	43.8	34.3	27.7	59.3	9.5	6.2	227.0
2024	47.9	45.1	35.4	29.1	61.5	9.8	6.5	235.3
2025	49.5	46.4	36.5	30.6	63.7	10.0	6.8	243.5
2026	51.3	47.8	37.7	32.1	66.1	10.3	7.0	252.3
2027	53.2	49.3	38.8	33.7	68.5	10.6	7.4	261.5
2028	55.1	50.8	40.0	35.4	71.1	10.9	7.7	271.0
2029	57.1	52.3	41.3	37.2	73.7	11.2	8.0	280.8
2030	59.2	53.8	42.6	39.1	76.4	11.5	8.3	290.9
2031	61.3	55.4	43.9	41.1	79.3	11.9	8.7	301.6
2032	63.5	57.1	45.2	43.2	82.2	12.2	9.0	312.4
2033	65.9	58.8	46.6	45.4	85.2	12.6	9.4	323.9
2034	68.2	60.5	48.1	47.7	88.3	12.9	9.8	335.5
2035	70.6	62.3	49.5	50.1	91.5	13.3	10.2	347.5

出典： JICA 調査団

表 4.4-5 県別計画有収水率

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid
2010					0.76	0.70	0.71
	0.83	0.85	0.85	0.8			
2030					0.80	0.78	0.78

出典： ETUDE STRATEGIQUE, SONEDE, 2013

表 4.4-6 県別計画平均給水量

単位：1,000,000m³/年

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
2011	36.4	36.1	27.9	19.3	50.4	9.5	5.3	184.9
2012	37.7	37.2	28.8	20.3	52.1	9.7	5.4	191.2
2013	39.2	38.2	29.8	21.3	53.9	10.0	5.7	198.1
2014	40.6	39.4	30.7	22.4	55.7	10.3	5.9	205.0
2015	42.0	40.6	31.6	23.5	57.7	10.6	6.2	212.2
2016	43.5	41.9	32.6	24.6	59.7	10.8	6.4	219.5
2017	45.1	43.2	33.5	25.9	61.6	11.0	6.7	227.0
2018	46.6	44.5	34.6	27.1	63.8	11.2	6.9	234.7
2019	48.3	45.6	35.6	28.5	65.9	11.4	7.1	242.4
2020	50.0	47.1	36.8	29.9	68.2	11.6	7.4	251.0
2021	51.8	48.5	38.0	31.4	70.5	12.0	7.6	259.8
2022	53.7	50.0	39.2	33.0	73.0	12.3	8.0	269.2
2023	55.7	51.5	40.4	34.6	75.4	12.6	8.2	278.4
2024	57.7	53.1	41.6	36.4	78.0	13.0	8.6	288.4
2025	59.6	54.6	42.9	38.3	80.6	13.2	8.9	298.1
2026	61.8	56.2	44.4	40.1	83.5	13.5	9.1	308.6
2027	64.1	58.0	45.6	42.1	86.3	13.8	9.6	319.5
2028	66.4	59.8	47.1	44.3	89.3	14.1	10.0	331.0
2029	68.8	61.5	48.6	46.5	92.4	14.4	10.3	342.5
2030	71.3	63.3	50.1	48.9	95.5	14.7	10.6	354.4
2031	73.9	65.2	51.6	51.4	99.1	15.3	11.2	367.7
2032	76.5	67.2	53.2	54.0	102.8	15.6	11.5	380.8
2033	79.4	69.2	54.8	56.8	106.5	16.2	12.1	395.0
2034	82.2	71.2	56.6	59.6	110.4	16.5	12.6	409.1
2035	85.1	73.3	58.2	62.6	114.4	17.1	13.1	423.8

出典： JICA 調査団

表 4.4-7 県別調整係数

調整係数	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid
1. 日最大/日平均	1.500	1.400	1.500	1.500	1.400	1.500	1.500
2. 実績調整係数	0.944	0.944	0.944	0.944	0.944	0.944	0.944
3. ピーク時調整係数	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950	0.950
総合調整係数 1x2x3	1.3452	1.2555	1.3452	1.3452	1.2555	1.3452	1.3452

出典： JICA 調査団

表 4.4-8 県別計画最大給水量

単位：1,000,000m³/年

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
2011	49.0	45.3	37.5	26.0	63.3	12.8	7.1	241.0
2012	50.7	46.7	38.7	27.3	65.4	13.0	7.3	249.1
2013	52.7	48.0	40.1	28.7	67.7	13.5	7.7	258.4
2014	54.6	49.5	41.3	30.1	69.9	13.9	7.9	267.2
2015	56.5	51.0	42.5	31.6	72.4	14.3	8.3	276.6
2016	58.5	52.6	43.9	33.1	75.0	14.5	8.6	286.2
2017	60.7	54.2	45.1	34.8	77.3	14.8	9.0	295.9
2018	62.7	55.9	46.5	36.5	80.1	15.1	9.3	306.1
2019	65.0	57.3	47.9	38.3	82.7	15.3	9.6	316.1
2020	67.3	59.1	49.5	40.2	85.6	15.6	10.0	327.3
2021	69.7	60.9	51.1	42.2	88.5	16.1	10.2	338.7
2022	72.2	62.8	52.7	44.4	91.7	16.5	10.8	351.1
2023	74.9	64.7	54.3	46.5	94.7	16.9	11.0	363.0
2024	77.6	66.7	56.0	49.0	97.9	17.5	11.6	376.3
2025	80.2	68.6	57.7	51.5	101.2	17.8	12.0	389.0
2026	83.1	70.6	59.7	53.9	104.8	18.2	12.2	402.5
2027	86.2	72.8	61.3	56.6	108.4	18.6	12.9	416.8
2028	89.3	75.1	63.4	59.6	112.1	19.0	13.5	432.0
2029	92.5	77.2	65.4	62.6	116.0	19.4	13.9	447.0
2030	95.9	79.5	67.4	65.8	119.9	19.8	14.3	462.6
2031	99.4	81.9	69.4	69.1	124.4	20.6	15.1	479.9
2032	102.9	84.4	71.6	72.6	129.1	21.0	15.5	497.1
2033	106.8	86.9	73.7	76.4	133.7	21.8	16.3	515.6
2034	110.6	89.4	76.1	80.2	138.6	22.2	16.9	534.0
2035	114.5	92.0	78.3	84.2	143.6	23.0	17.6	553.2

単位：m³/日

Year	Nabeul	Sousse	Monastir	Mahdia	Sfax	Kairouan	Sidi Bouzid	Total
2011	134,247	124,110	102,740	71,233	173,425	35,068	19,452	660,274
2012	138,904	127,945	106,027	74,795	179,178	35,616	20,000	682,466
2013	144,384	131,507	109,863	78,630	185,479	36,986	21,096	707,945
2014	149,589	135,616	113,151	82,466	191,507	38,082	21,644	732,055
2015	154,795	139,726	116,438	86,575	198,356	39,178	22,740	757,808
2016	160,274	144,110	120,274	90,685	205,479	39,726	23,562	784,110
2017	166,301	148,493	123,562	95,342	211,781	40,548	24,658	810,685
2018	171,781	153,151	127,397	100,000	219,452	41,370	25,479	838,630
2019	178,082	156,986	131,233	104,932	226,575	41,918	26,301	866,027
2020	184,384	161,918	135,616	110,137	234,521	42,740	27,397	896,712
2021	190,959	166,849	140,000	115,616	242,466	44,110	27,945	927,945
2022	197,808	172,055	144,384	121,644	251,233	45,205	29,589	961,918
2023	205,205	177,260	148,767	127,397	259,452	46,301	30,137	994,521
2024	212,603	182,740	153,425	134,247	268,219	47,945	31,781	1,030,959
2025	219,726	187,945	158,082	141,096	277,260	48,767	32,877	1,065,753
2026	227,671	193,425	163,562	147,671	287,123	49,863	33,425	1,102,740
2027	236,164	199,452	167,945	155,068	296,986	50,959	35,342	1,141,918
2028	244,658	205,753	173,699	163,288	307,123	52,055	36,986	1,183,562
2029	253,425	211,507	179,178	171,507	317,808	53,151	38,082	1,224,658
2030	262,740	217,808	184,658	180,274	328,493	54,247	39,178	1,267,397
2031	272,329	224,384	190,137	189,315	340,822	56,438	41,370	1,314,795
2032	281,918	231,233	196,164	198,904	353,699	57,534	42,466	1,361,918
2033	292,603	238,082	201,918	209,315	366,301	59,726	44,658	1,412,603
2034	303,014	244,932	208,493	219,726	379,726	60,822	46,301	1,463,014
2035	313,699	252,055	214,521	230,685	393,425	63,014	48,219	1,515,616

表 4.4-9 県別行政人口及び給水人口

単位：1000 人

行政人口

	2005	2006	2007	2008	2009	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
Nabeul	709.7	719.2	728.5	738.4	747.4	757.6	768.5	779.4	788.1	798.0	807.9	817.8	827.7	837.5	847.4	857.3	867.2	877.1	887.0	896.9	906.8	916.7	926.5	936.4	946.3	956.2	966.1	976.0	985.9	995.8	1005.7
Sousse	562.4	573.6	584.5	596.3	605.3	616.2	633.8	648.7	656.7	668.7	680.7	692.7	704.7	716.7	728.8	740.8	752.8	764.8	776.8	788.8	800.8	812.8	824.9	836.9	848.9	860.9	872.9	884.9	896.9	909.0	921.0
Monastir	470.5	479.8	490.0	499.8	509.6	520.2	533.2	539.3	550.8	560.9	571.0	581.1	591.2	601.3	611.4	621.5	631.6	641.7	651.9	662.0	672.1	682.2	692.3	702.4	712.5	722.6	732.7	742.8	752.9	763.0	773.1
Mahdia	383.1	385.5	388.4	391.4	394.1	398.7	399.0	395.0	401.8	404.0	406.2	408.4	410.6	412.8	415.0	417.1	419.3	421.5	423.7	425.9	428.1	430.3	432.5	434.7	436.9	439.1	441.3	443.5	445.7	447.9	450.1
Sfax	875.1	887.9	898.8	910.9	923.8	937.9	948.7	963.1	974.5	987.0	999.5	1012.0	1024.5	1037.0	1049.5	1062.0	1074.5	1087.0	1099.5	1112.1	1124.6	1137.1	1149.6	1162.1	1174.6	1187.1	1199.6	1212.1	1224.6	1237.1	1249.6
Kairouan	549.3	551.1	552.8	554.9	558.9	563.3	564.9	569.4	571.2	574.1	577.0	580.0	582.9	585.8	588.7	591.6	594.6	597.5	600.4	603.3	606.2	609.2	612.1	615.0	617.9	620.8	623.8	626.7	629.6	632.5	635.4
Sidi Bouzid	399.8	402.3	404.5	407.3	410.9	414.4	416.3	418.4	421.7	424.5	427.3	430.1	432.9	435.6	438.4	441.2	444.0	446.8	449.5	452.3	455.1	457.9	460.7	463.4	466.2	469.0	471.8	474.6	477.3	480.1	482.9
Total	3949.9	3999.4	4047.5	4099.0	4150.0	4208.3	4264.4	4313.3	4364.8	4417.2	4469.6	4522.1	4574.5	4626.7	4679.2	4731.5	4784.0	4836.4	4888.8	4941.3	4993.7	5046.2	5098.6	5150.9	5203.3	5255.7	5308.2	5360.6	5412.9	5465.4	5517.8

出典：2005-2012：RAPPORT DES STATISTIQUES, SONEDE、2013-2035：JICA 調査団

給水人口

	2005	2006	2007	2008	2009	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	
Nabeul	614.8	624.3	633.0	642.0	650.1	660.6	670.6	680.5	688.9	698.2	707.5	716.8	726.2	735.5	744.8	754.1	763.4	772.7	782.0	791.3	800.7	810.0	819.3	828.6	837.9	847.2	856.5	865.8	875.2	884.5	893.8	
Sousse	534.5	545.3	556.6	568.0	576.7	587.5	606.2	623.8	630.1	642.3	654.6	666.9	679.2	691.4	703.7	716.0	728.2	740.5	752.8	765.1	777.3	789.6	801.9	814.2	826.4	838.7	851.0	863.3	875.5	887.8	900.1	
Monastir	470.5	479.8	490.0	499.8	509.6	520.2	533.2	539.3	550.8	560.9	571.0	581.1	591.2	601.3	611.4	621.5	631.6	641.7	651.9	662.0	672.1	682.2	692.3	702.4	712.5	722.6	732.7	742.8	752.9	763.0	773.1	
Mahdia	306.0	311.5	322.3	334.8	337.5	341.5	341.8	338.4	352.7	357.9	363.2	368.4	373.6	378.8	384.1	389.3	394.5	399.7	404.9	410.2	415.4	420.6	425.8	431.0	436.3	441.5	446.7	451.9	457.2	462.4	467.6	
Sfax	735.9	749.2	761.3	774.8	787.9	800.4	811.4	824.1	837.3	850.0	862.6	875.2	887.8	900.4	913.0	925.6	938.2	950.8	963.4	976.0	988.6	1001.2	1013.8	1026.4	1039.0	1051.6	1064.2	1076.8	1089.4	1102.1	1114.7	
Kairouan	319.7	321.8	324.5	333.8	341.4	345.5	347.1	351.3	358.0	363.0	368.0	373.0	378.0	382.9	387.9	392.9	397.9	402.9	407.8	412.8	417.8	422.8	427.8	432.7	437.7	442.7	447.7	452.7	457.6	462.6	467.6	
Sidi Bouzid	183.8	189.2	190.8	192.3	194.1	196.3	197.3	198.3	201.4	203.3	205.2	207.1	209.0	210.9	212.8	214.7	216.6	218.5	220.4	222.3	224.3	226.2	228.1	230.0	231.9	233.8	235.7	237.6	239.5	241.4	243.3	
Total	3165.2	3221.1	3278.5	3345.5	3397.3	3452.0	3507.6	3555.7	3619.2	3675.6	3732.1	3788.5	3845.0	3901.2	3957.7	4014.1	4070.4	4126.8	4183.2	4239.7	4296.2	4352.6	4409.0	4465.3	4521.7	4578.1	4634.5	4690.9	4747.3	4803.8	4860.2	
スファックス県給水率									85.9%	86.1%	86.3%	86.5%	86.7%	86.8%	87.0%	87.2%	87.3%	87.5%	87.6%	87.8%	87.9%	88.0%	88.2%	88.3%	88.5%	88.6%	88.7%	88.8%	88.9%	89.0%	89.1%	89.2%
7県給水率									82.9%	83.2%	83.5%	83.8%	84.1%	84.3%	84.6%	84.8%	85.1%	85.3%	85.6%	85.8%	86.0%	86.3%	86.5%	86.7%	86.9%	87.1%	87.3%	87.5%	87.7%	87.9%	88.1%	

出典：2005-2012：RAPPORT DES STATISTIQUES, SONEDE、2013-2035：JICA 調査団

注：2013-2035 は線形近似による予測

4.4.2 新規水源計画

広域水道戦略計画では2030年を計画目標年次として、水需要の増加に対応した水供給量の増加に関する方策が検討された。広域水道戦略計画で計画された浄水施設は表4.2-2に示したとおりであるが、本調査期間中にSONEDEにその実施スケジュールについて確認したところ、表4.4-10に示すとおり、カラー・カビラ貯水池及び浄水場については現時点で同計画に比べて1年遅れで、段階的に建設するという意向を示した。また、スファックス海水淡水化施設についてはできる限り早期に建設したいという意向を示した。

表 4.4-10 広域水道新規浄水場及び海水淡水化施設の整備年次

名称	年	生産能力	スファックス大都市圏への最大供給水量
サイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池並びに浄水場	2020	1,500L/秒 (129,600m ³ /日)	-*
	2024	3,000L/秒 (259,200m ³ /日)	-*
	2029	4,000L/秒 (345,600m ³ /日)	-*
スファックス大都市圏における海水淡水化施設	2022	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)	1,157 L/秒 (100,000m ³ /日)
	2026**	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)	2,325 L/秒 (200,000m ³ /日)

*：北部広域水道システムから供給される水の一部として供給され、同システムの既存水源と混合している。

**：水需給バランスを考慮した結果により設定。詳細は後述する。

出典：SONEDE、2014

本調査ではサイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池並びに浄水場についてはSONEDEの考えを踏襲するが、スファックス海水淡水化施設については、円借款事業としての実施スケジュールを考慮し（第10章に詳述）、第1期事業は2022年から通水される計画とした。第2期事業の開始時期はスファックス海淡施設の全体計画として200,000m³/日の施設を建設する場合、その半分の100,000m³/日を建設して需要を満たせる期間を第1期として、その後を第2期として考えることが適当と判断した。

円借款対象事業の事業範囲については、スファックス海水淡水化施設の第1期事業の部分及びそのために必要な関連施設を円借款対象と考え、それらを総称して第1期事業とする。

なお、上記した新規水源を整備しても2031年以降は北部広域水道システムの上流側で水不足状態になるため、図4.4-3に示すとおり、最終的に250,000m³/日程度の供給能力を持つ新規水源が北部広域水道システムの上流側に必要となる。これを下流側のスファックス県で整備しても、需要が増大するのはその上流側であるため、大量の水を遠隔地に送水する必要が生じる。したがって、スース県のような需要が大きい地域の上流側に新規水源を整備することが望ましい。

4.4.3 水需要と供給

4.4.1と4.4.2をもとに需要水量と水供給量を検討した。その結果を表4.4-11～表4.4-13、図4.4-2及び図4.4-3に示す。また、北部広域水道システム関連7県全体の需給バランスの計算を表4.4-14に

示す。

表 4.4-11 北部広域水道システム関連 7 県全体の需要水量

		2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
人口	行政人口	4,469,600	4,731,500	4,993,700	5,255,700	5,517,800
	給水人口	3,732,100	4,014,100	4,296,200	4,578,100	4,860,200
平均使用水量原単位 (L/人/日)		103	114	127	143	161
平均非家庭用水割合 (%)		22	22	22	22	22
平均無収水率 (%)		23.7	23.0	22.4	21.8	22.0
日平均給水量 (m ³ /日)		581,400	687,700	816,700	971,000	1,161,100
日最大/日平均*		1.303	1.291	1.305	1.305	1.305
日最大給水量 (m ³ /日)		757,800	887,500	1,065,700	1,267,400	1,515,600

*:日最大/日平均×調整係数

出典：JICA 調査団

表 4.4-12 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	北部広域水道既存水源	476,800	477,600	477,500	477,200	476,800	476,300
	ジェルマ・スベイトラ水源	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600
	域内地下水	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400
	合計	789,800	790,600	790,400	790,100	789,700	789,300
日最大需要水量		757,800	887,500	961,800	1,065,700	1,267,400	1,515,600
水需給バランス		31,900	▲97,000	▲171,400	▲275,600	▲477,700	▲726,400

出典：JICA 調査団 (注：四捨五入により (供給水量合計－需要水量) は必ずしも水需給バランスと一致しない)

表 4.4-13 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	サヘル地区海水淡水化施設	0	0	0	0	0	250,000
	サイダ ^カ カ ^ラ ・カ ^ビ ラ貯水池浄水場	0	129,600	129,600	259,200	345,600	345,600
	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道既存水源	476,800	477,600	477,500	477,200	476,800	476,300
	ジェルマ・スベイトラ水源	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600	91,600
	域内地下水	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400	221,400
	合計	789,700	920,200	1,020,000	1,149,300	1,335,300	1,584,900
日最大需要水量		757,800	887,500	961,800	1,065,700	1,267,400	1,515,600
水需給バランス		31,900	32,600	58,200	83,600	67,900	69,200

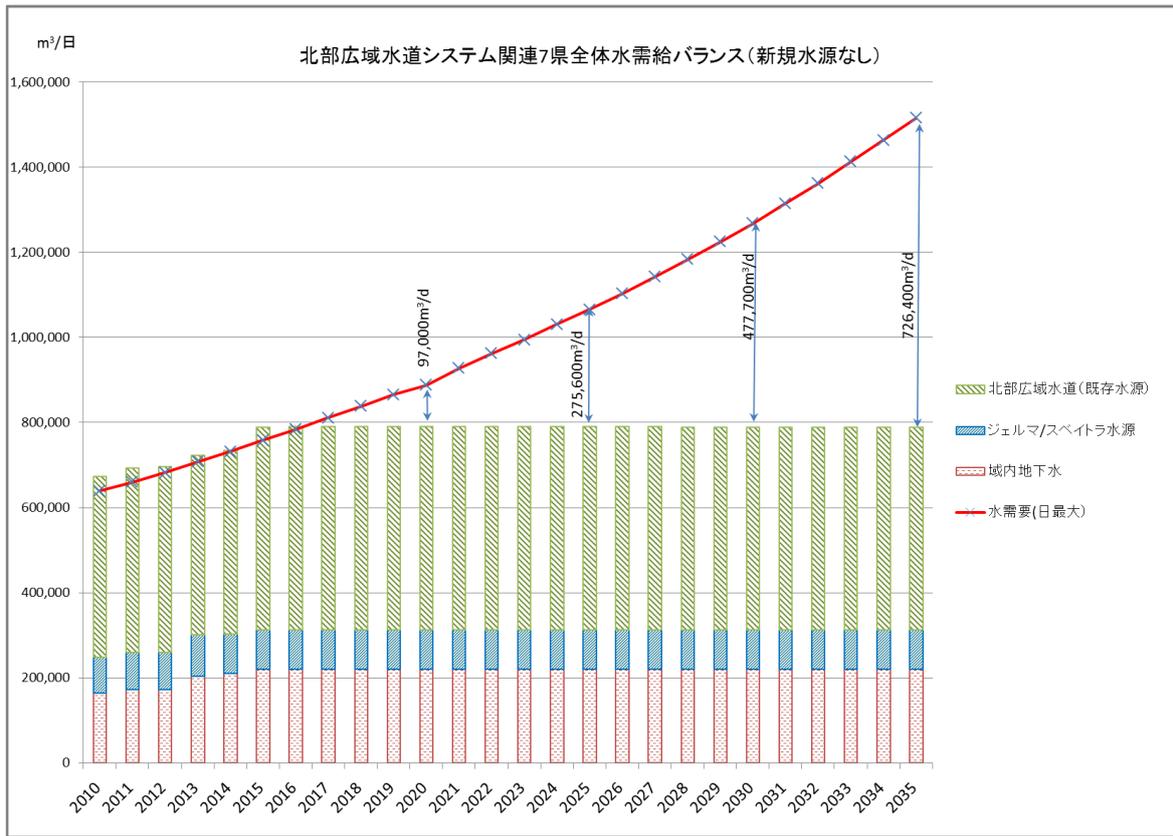


図 4.4-2 北部広域水道システム関連 7 県全体水需給バランス (供給水源： 既存施設のみ)

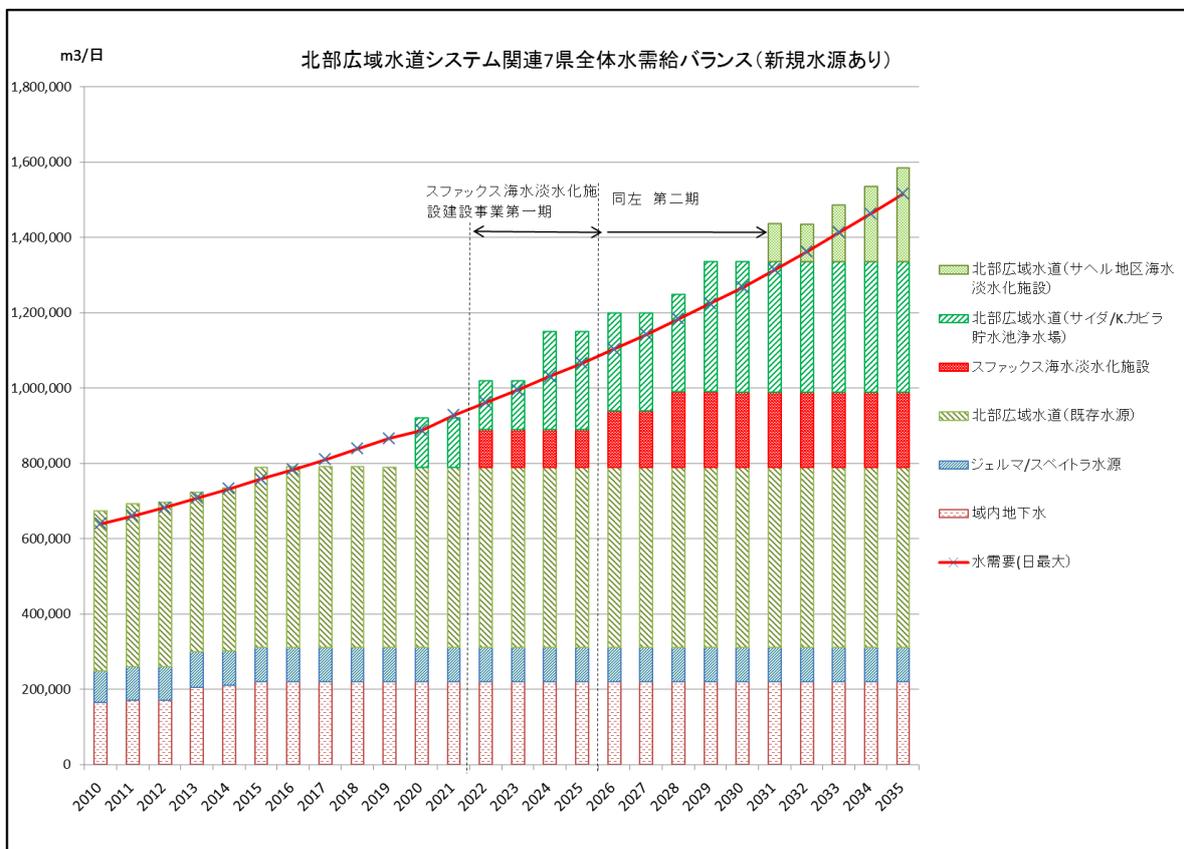


図 4.4-3 北部広域水道システム関連 7 県全体水需給バランス (供給水源： 既存施設+新規施設)

図 4.4-2 と図 4.4-3 の需要水量は、表 4.4-8 の計画給水量を用いて作成されている。平均給水量原単位に関してスファックス大都市圏や他国の値も含め 4.6.2 節で詳述した。

図 4.4-2 は、広域水道戦略計画で策定された施設整備が全く実施されなかった場合、つまり、新規の水源開発が全く実施されなかった場合の北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給を示す。既存水源については最大供給可能水量を用いた。この条件下では大きな供給水量不足が確認できる。不足する供給水量は 2020 年に 97,000m³/日、2025 年に 275,600m³/日、2030 年に 477,700m³/日、2035 年に 726,400m³/日である。

図 4.4-3 では、広域水道戦略計画で策定された施設整備が実施された場合の水需給を示す。これによれば、2020 年以降、2030 年までは供給能力に最低 32,600m³/日の余裕があることがわかる。しかし、2031 年には供給能力の余裕は 20,400 m³/日まで減少し、2032 年以降は再び供給水量が不足し、本プロジェクトの目標年次である 2035 年には供給不足水量が 180,800 m³/日に達する。この不足水量を補うため、広域水道戦略計画で策定された施設に加え、SONEDE はサヘル地区に海水淡水化施設を 2031 年に新たに設置することを計画した。図 4.4-3 では構想段階であるこの計画水量も考慮している。

表 4.4-14 北部広域水道システム関連 7 県全体の水需給計算

(単位：L/秒)

Year	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
Nabeul																										
Belli Treatment Plant	4,268	4,398	4,398	4,398	4,398	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798	4,798
Local Resources +Tunis Unit	634	611	646	489	596	720	737	735	733	731	730	729	728	727	726	725	724	723	722	721	720	719	718	717	716	715
Total resources in Nabeul	4,902	5,009	5,044	4,887	4,994	5,518	5,535	5,533	5,531	5,529	5,528	5,527	5,526	5,525	5,524	5,523	5,522	5,521	5,520	5,519	5,518	5,517	5,516	5,515	5,514	5,513
Qpj	1,503	1,554	1,608	1,671	1,731	1,792	1,855	1,925	1,988	2,061	2,027	2,210	2,289	2,375	2,461	2,543	2,635	2,733	2,832	2,933	3,041	3,152	3,263	3,387	3,507	3,631
Balance of Nabeul	3,399	3,455	3,436	3,216	3,263	3,726	3,680	3,608	3,543	3,468	3,501	3,317	3,237	3,150	3,063	2,980	2,887	2,788	2,688	2,586	2,477	2,365	2,253	2,128	2,007	1,882
Kairouan																										
Local resources in Kairouan	1,085	1,085	1,085	1,091	1,091	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119	1,119
Qpj	396	406	412	428	441	453	460	469	479	485	495	511	523	536	555	564	577	590	602	615	628	653	666	691	704	729
Balance of Kairouan	689	679	673	663	650	666	659	650	640	634	624	608	596	583	564	555	542	529	517	504	491	466	453	428	415	390
Sahel (Sousse+Monastir+Mahdia)																										
Local Resources of Sahel	528	614	614	794	866	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952	952
Saïda/K.Kebira Reservoirs+WTP (1500L/s + 1500L/s + 1000L/s)											1,500	1,500	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Sahel Desalination Plant (100,000 m ³ /d+50,000m ³ /d+50,000m ³ /d+50,000m ³ /d)																						1,157	1,157	1,736	2,315	2,894
Arrival from Kairouan	689	679	673	663	650	666	659	650	640	634	624	608	596	583	564	555	542	529	517	504	491	466	453	428	415	390
Arrival from Northern Water	3,399	3,455	3,436	3,216	3,263	3,726	3,680	3,608	3,543	3,468	3,501	3,317	3,237	3,150	3,063	2,980	2,887	2,788	2,688	2,586	2,477	2,365	2,253	2,128	2,007	1,882
Total resources	4,616	4,748	4,723	4,673	4,779	5,344	5,291	5,210	5,135	5,054	6,577	6,377	6,285	6,185	7,579	7,487	7,381	7,269	7,157	8,042	7,920	8,940	8,815	9,244	9,889	10,118
Qpj in Sousse	1,398	1,436	1,481	1,522	1,570	1,617	1,668	1,719	1,773	1,817	1,874	1,931	1,991	2,052	2,115	2,175	2,239	2,308	2,381	2,448	2,521	2,597	2,676	2,756	2,835	2,917
Qpj in Monastir	1,161	1,189	1,227	1,272	1,310	1,348	1,392	1,430	1,475	1,519	1,570	1,620	1,671	1,722	1,776	1,830	1,893	1,944	2,010	2,074	2,137	2,201	2,270	2,337	2,413	2,483
Qpj in Mahdia	786	824	866	910	954	1,002	1,050	1,104	1,157	1,214	1,275	1,338	1,408	1,475	1,554	1,633	1,709	1,795	1,890	1,985	2,087	2,191	2,302	2,423	2,543	2,670
Total Qpj in Sahel	3,345	3,449	3,574	3,704	3,834	3,967	4,110	4,253	4,405	4,550	4,719	4,889	5,070	5,249	5,445	5,638	5,841	6,047	6,281	6,507	6,745	6,989	7,248	7,516	7,791	8,070
Balance of Sahel	1,271	1,299	1,149	969	945	1,377	1,181	957	730	504	1,858	1,488	1,215	936	2,134	1,849	1,540	1,222	876	1,535	1,175	1,951	1,567	1,728	1,898	2,048
Sidi Bouzid																										
Local resources in Sidi Bouzid	977	1,019	1,019	1,115	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060	1,060
Qpj	219	225	231	244	251	263	273	285	295	304	317	323	342	349	368	381	387	409	428	441	453	479	492	517	536	558
Balance of Sidi Bouzid	758	794	788	871	809	797	787	775	765	756	743	737	718	711	692	679	673	651	632	619	607	581	568	543	524	502
Sfax																										
Local Resources of Sfax	301	301	301	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491	491
Sfax Desalination Plant Ph1/2 (100,000+100,000 m ³ /d)													1,157	1,157	1,157	1,157	1,736	1,736	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315
Arrival from Northern Water	1,271	1,299	1,149	969	945	1,377	1,181	957	730	504	1,858	1,488	1,215	936	2,134	1,849	1,540	1,222	876	1,535	1,175	1,951	1,567	1,728	1,898	2,048
Arrival from Sbeitla-Jelma	758	794	788	871	809	797	787	775	765	756	743	737	718	711	692	679	673	651	632	619	607	581	568	543	524	502
Total resources in Sfax	2,330	2,394	2,238	2,331	2,245	2,665	2,459	2,223	1,986	1,751	3,092	2,716	3,581	3,295	4,474	4,176	4,440	4,100	4,314	4,960	4,588	5,338	4,941	5,077	5,228	5,355
Qpj	1,937	2,007	2,074	2,147	2,217	2,296	2,378	2,451	2,540	2,622	2,714	2,806	2,908	3,003	3,104	3,209	3,323	3,437	3,555	3,678	3,802	3,945	4,094	4,240	4,395	4,554
Balance of Sfax	393	387	164	184	28	369	81	-228	-554	-871	378	-90	673	292	1,370	967	1,117	663	759	1,282	786	1,393	847	837	833	801
Total																										
Existing Resources	7,793	8,028	8,063	8,378	8,502	9,140	9,157	9,155	9,153	9,151	9,150	9,149	9,148	9,147	9,146	9,145	9,144	9,143	9,142	9,141	9,140	9,139	9,138	9,137	9,136	9,135
Saïda/K.Kebira Reservoirs+WTP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,500	1,500	1,500	1,500	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
Desalination (Sfax+Sahel)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,157	1,157	1,157	1,157	1,736	1,736	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315	2,315
Total Resources	7,793	8,028	8,063	8,378	8,502	9,140	9,157	9,155	9,153	9,151	10,650	10,649	11,805	11,804	13,303	13,302	13,880	13,879	14,457	15,456	15,455	16,611	16,610	17,188	17,766	18,343
Total Qpj	7,400	7,641	7,899	8,194	8,474	8,771	9,076	9,383	9,707	10,022	10,272	10,739	11,132	11,512	11,933	12,335	12,763	13,216	13,698	14,174	14,669	15,218	15,763	16,351	16,933	17,542
Global Balance	393	387	164	184	28	369	81	-228	-554	-871	378	-90	673	292	1,370	967	1,117	663	759	1,282	786	1,393	847	837	833	801

Qpj: 日最大給水量

出典：JICA 調査団

4.4.4 広域水道における新規水源施設の課題

(1) サイダ貯水池及びサヘル貯水池（カラー・カビラ貯水池）の建設に係る課題

農業・水資源・漁業省の水資源総局は 1999 年にロシアのコンサルタント（SELKHOZ PROMEX POEKT）に委託して「Barrage-Reservoir de Saida（Saida 貯水池計画/1999 年策定）」が策定された。しかし、サイダ貯水池の建設については、資金調達や他の事業との優先順位などの理由により、農業・水資源・漁業省は事業実施を先送りしてきた。

サヘル地区の貯水池と浄水場については、「Etude pour L' execution D' une Retenue D' eau Brute Dans la Region de Sahel（Sahel 地区貯水池実施準備計画/2010 年 5 月中間報告書）」において、カラー・カビラに建設することが計画された。

サイダ貯水池とカラー・カビラ貯水池及び浄水場の建設に対するアラブ社会経済開発基金（FADES）の資金協力を得ることを目的に、SONEDE は 2014 年 2 月にフランス国マルセイユで開催された国際ドナー会議において 2019 年から供用開始をする計画で事業説明を行った。

SONEDE は JICA 調査団との協議では、サイダ貯水池及びカラー・カビラ貯水池/浄水場第一期施設は 2020 年に通水すると考えていることを明らかにしている。その事業スケジュールでの実現に向けて、FADES は農業・水資源・漁業省及び SONEDE に融資に係る原則同意を出している。

(2) スファックス大都市圏の海水淡水化施設建設に係る課題

広域水道戦略計画では、2018 年にスファックス海水淡水化施設が完成し、2019 年にカラー・カビラ貯水池が完成する計画になっている。しかし、通常の円借款手続きに必要な期間を考慮すると、円借款事業としてスファックス海水淡水化施設を 2018 年に完成させることは困難である。順調に事業を進めたとしても、通水は 2022 年 10 月になると想定される（10 章参照）。そのため、2017 年からスファックス海水淡水化施設の通水が予定される 2022 年 10 月までは水供給量が不足することになる。なお、2017 年から 2022 年の水供給量不足に対する課題については、4.7 節で詳述する。

(3) 2031 年以降の水供給量不足に対する課題

図 4.4-4 に示したとおり、構想段階の海水淡水化施設による供給水量を加えることにより、2032 年から 2035 年の水需要量を満たすことが可能となる。海水を水源とした供給水量の増加が最も現実的であると考えられることから、当該海水淡水化施設の新設計画は妥当であると判断できる。

SONEDE は、この施設は大きな需要があるスース近辺に建設することが望ましいと考えている。まずは、喫緊の課題となっている広域水道戦略計画で策定された施設を優先的に整備し、その後、需要水量をレビューし、構想の具体化に向けて計画を策定していくことが必要である。

4.5 スファックス県における水需給計画

4.5.1 スファックス県における水需給

スファックス県の水は、北部広域水道システムの一部として供給されている。そのため、水源及び浄水場に関しては前述の 4.4.2 節を参照されたい。

スファックス県の水は、北部広域水道システム及び西部のジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの供給水量の割合が非常に大きい。しかし、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ

地下水送水システムにおいて、スファックス県より上流部の地域の需要水量が増加することが見込まれている。そのため、スファックス県への送水量は徐々に減少することが想定されており、前述の新規水源が整備されない限り、北部広域水道システムについては、2021年以降の夏季の需要ピーク時には、送水される全量がスファックス県に至るまでに消費され、最下流のスファックス県には水が届かないと想定される。

スファックス県における需要水量と供給水量を検討した結果を表 4.5-1~表 4.5-3、図 4.5-1、図 4.5-2 に示す。なお、本検討においては、関連 7 県全体を対象として考慮したピーク時調整係数については、スファックス県のピーク時最大需要量の算定には考慮しない。

表 4.5-1 スファックス県の需要水量

		2015 年	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
人口	行政人口	999,500	1,062,000	1,124,600	1,187,100	1,249,600
	給水人口	862,600	925,600	988,600	1,051,600	1,114,700
平均使用水量原単位 (L/人日)		126	140	156	176	199
非家庭用水割合 (%)		18	18	18	18	18
無収水率 (%)		23	22	21	20	20
日平均需要水量 (m ³ /日)		158,100	186,800	220,800	261,600	313,400
日最大/日平均*		1.321	1.321	1.322	1.322	1.322
日最大需要水量 (m ³ /日)		208,800	246,800	291,900	345,800	414,200

*:1.4x 調整係数

出典：JICA 調査団

表 4.5-2 スファックス県水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

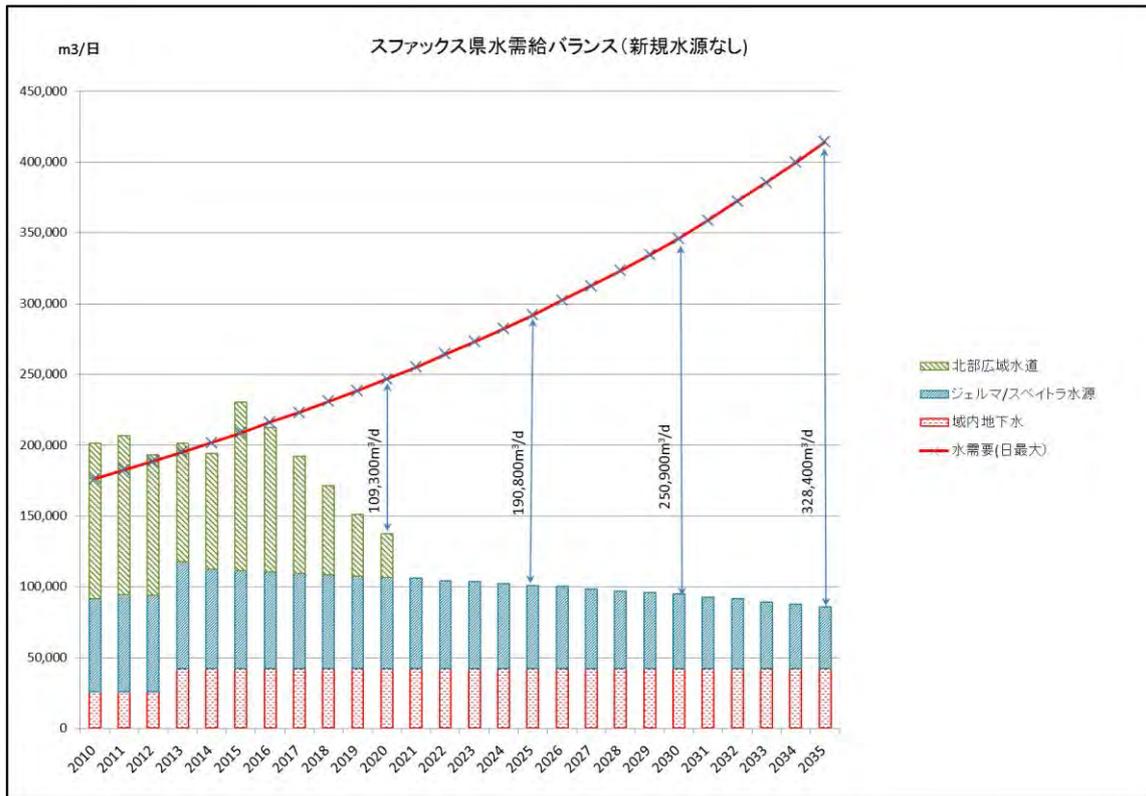
		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	北部広域水道システム	119,000	30,900	0	0	0	0
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	68,900	64,200	62,000	58,700	52,400	43,400
	域内地下水	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400
	合計	230,300	137,500	104,500	101,100	94,900	85,800
日最大需要水量		208,800	246,800	264,500	291,900	345,800	414,200
水需給バランス		21,400	▲109,300	▲160,000	▲190,800	▲250,900	▲328,400

出典：JICA 調査団 (注：四捨五入により (供給合計-需要) は必ずしも水需給バランスと一致しない)

表 4.5-3 スファックス県水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

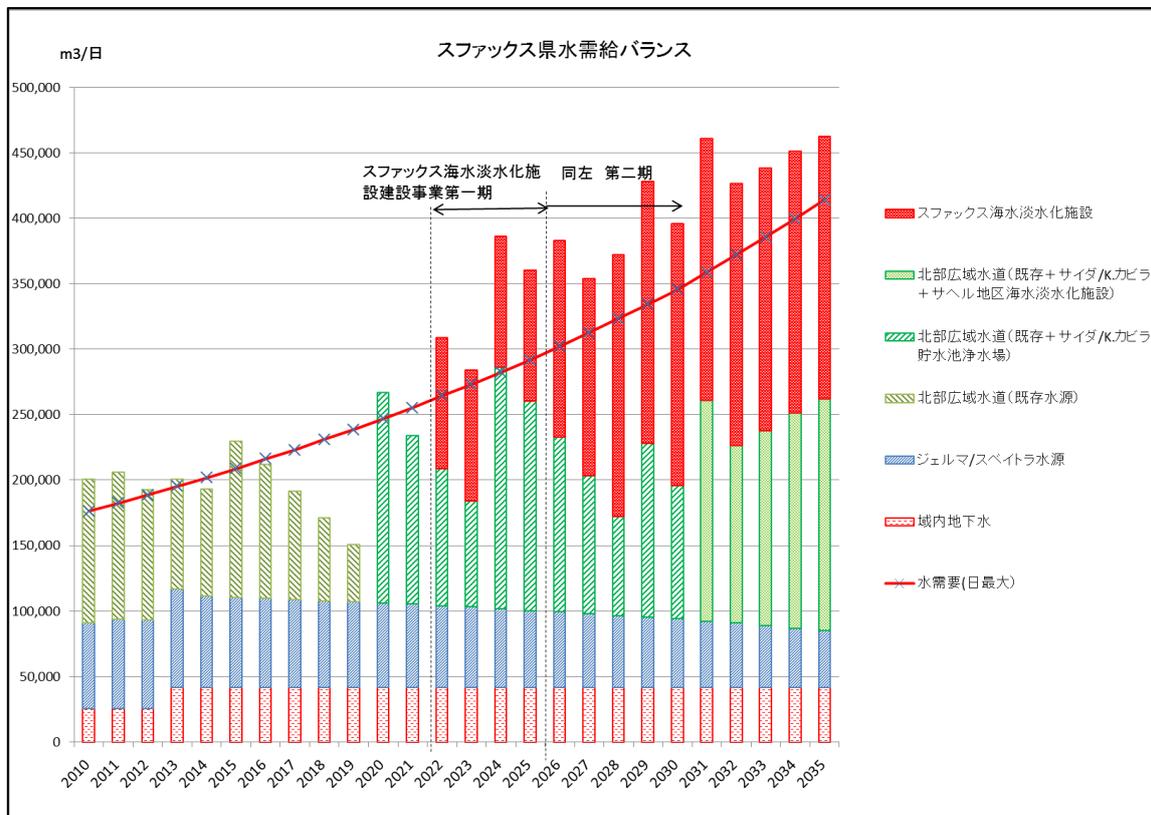
		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道システム	119,000	160,500	105,000	159,800	101,500	176,900
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	68,900	64,200	62,000	58,700	52,400	43,400
	域内地下水	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400	42,400
	合計	230,300	267,100	309,400	360,800	396,400	462,700
日最大需要水量		208,800	246,800	264,500	291,900	345,800	414,200
水需給バランス		21,400	20,300	45,000	69,000	50,600	48,500

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 4.5-1 スファックス県水需給バランス (供給水源：既存施設のみ)



注) スファックス海水淡水化施設を含む新水源の通水年次は SONEDE の計画に基づく。 出典：JICA 調査団

図 4.5-2 スファックス県水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設)

図 4.5-1 は、広域水道戦略計画で策定された施設整備が全く実施されなかった場合、つまり、新規の水源開発が全く実施されなかった場合のスファックス県の需給バランスを示す。既存水源については、最大供給可能水量を用いた。この条件下では大きな供給水量不足が 2017 年から始まる。不足する供給水量は 2020 年に 109,300m³/日、2025 年に 190,800m³/日、2030 年に 250,900m³/日、2035 年に 328,400m³/日である。

図 4.5-2 では、広域水道戦略計画で策定された施設が設置されることによって、水供給水量がスファックス県の需要を満足することが示されている。ただし、4.4.4(2)項に記載されたように 2017 年から 2019 年の間は水供給量が不足することになる。この 2017 年から 2019 年の水供給量不足に対する課題については、4.7 節で詳述する。

北部広域水道システムの供給水量の大きな変動は、年々増加する需要量と 3 次にわたるカラー・カピラ浄水場の建設・拡張事業のバランスの結果である。2031 年以降は上記にサヘル海水淡水化施設の計画により供給水量が増加する。

4.5.2 スファックス県における水需給の課題

スファックス県における水需給の課題は、スファックス大都市圏とほぼ同じである。そのため、スファックス大都市圏における水需給計画の課題を記述している 4.6.3 節を参照されたい。

4.6 スファックス大都市圏における水需給計画

4.6.1 スファックス大都市圏の水道施設の現況

スファックス大都市圏の水道施設は、1956 年にチュニジア国が独立した当時はスファックス市のみに給水する施設として建設され、市周辺の区域に拡張されてきた。当時はスファックス県西部の比較的良質で豊富な地下水を有していたシディ・ブジド県からの地下水を主な取水源としていた。取水された地下水は、2 箇所の配水池（PK11 配水池及び PK10 配水池）へ送水され、スファックス港を中心に発達したスファックス市域に給水されていた。その後、市街地が拡大するにつれ、給水量が増加した。それと共に新たな居住区となった標高の高い地域への給水が必要になり、新たな水道拡張計画を立案することになった。

2003 年～2005 年に作成された「スファックス大都市圏配水マスタープラン」によると、SONEDE は 2003 年時点で 5 箇所の配水池（PK11 配水池、PK10 配水池、PK14 配水池、Bou Merra 配水池、Sidi Salah 高区配水池）（図 4.6-1 参照）から住民へ配水していた。その計画に沿って Sidi Salah 高区配水池の増設及び Sidi Salah 低区配水池の用地取得が行われた。現在、Sidi Salah 低区配水池の建設工事が進められているほか、配水管の拡張事業が行われている。

既存配水管網を図 4.6-1 に示す。スファックス大都市圏における配水管の拡張は、「スファックス大都市圏配水マスタープラン」に従って実施されている。進捗は遅れているが、図 4.6-1 に示すとおり、Lot 1、Lot 2 の配水管工事が現在実施中である。既設管の更新においては、有効な計画は策定されていない。策定されていない大きな理由の一つに、有収水率が 84%（表 4.6-1 参照）であることから、漏水は大きな問題ではないと認識されていることが挙げられる。

スファックス大都市圏は、水資源に乏しい地域である。そのため、配水区域内の一部で水不足が生じる恐れがある場合、配水区域内で比較的余裕のある地域の水を送るなど、地域の特徴に合わせた運用システムを構築している。

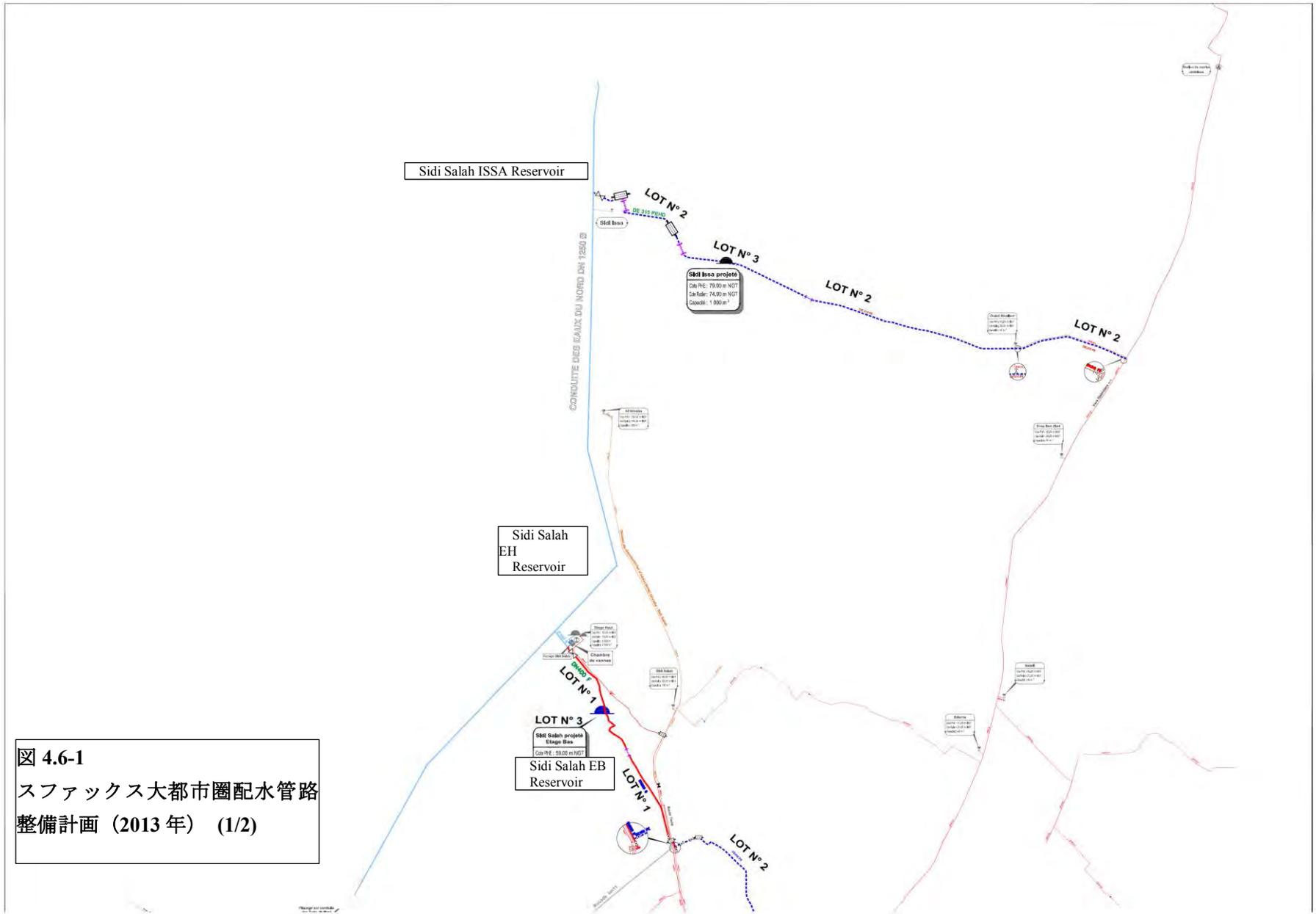


図 4.6-1
スファックス大都市圏配水管路
整備計画 (2013 年) (1/2)

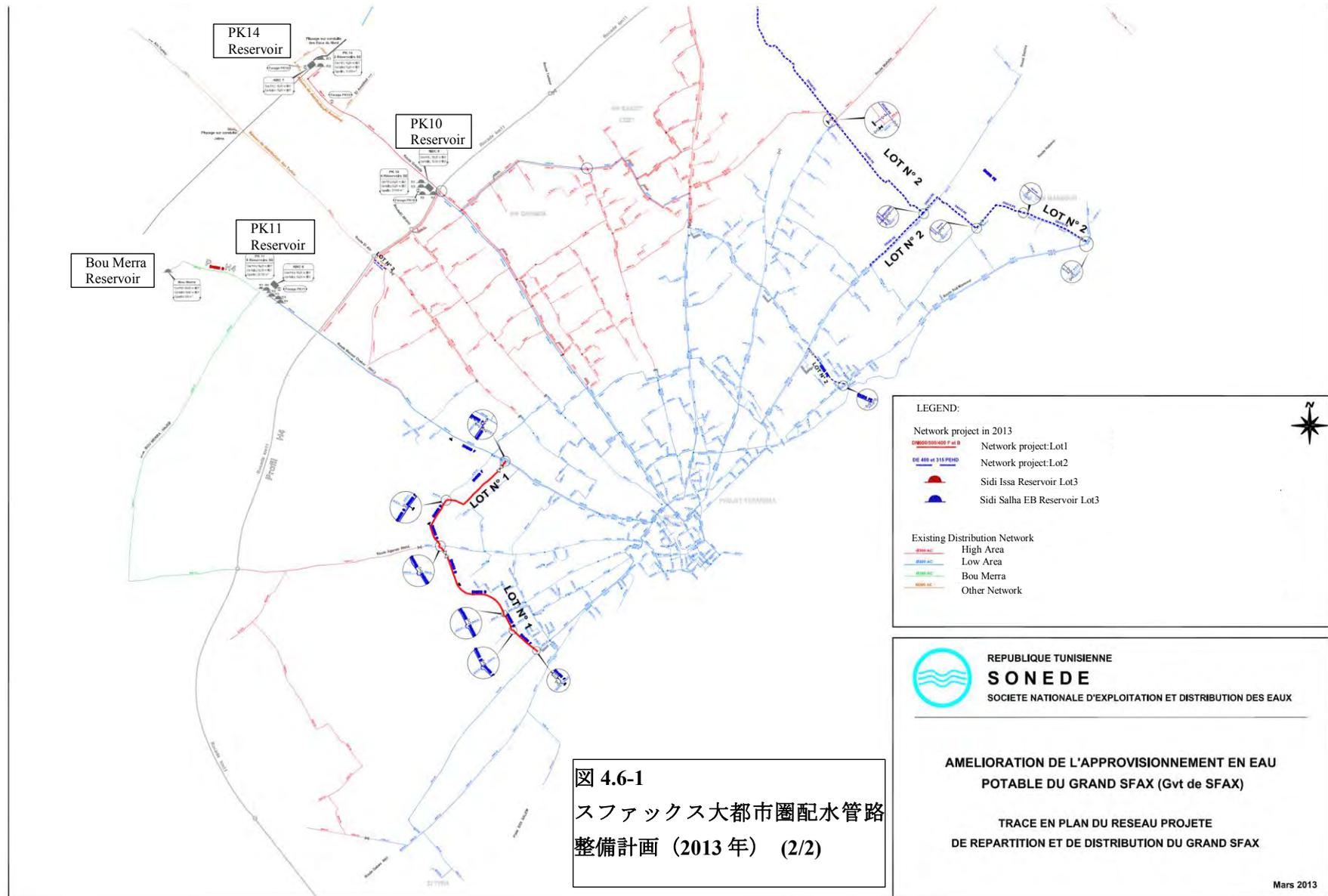


図 4.6-1
 スファックス大都市圏配水管路
 整備計画 (2013年) (2/2)

Source: SONEDE

なお、表 4.6-1 に示すように、スファックス大都市圏の配水管は石綿管が半分以上を占め、40 年以上経過した老朽管も総延長の 2 割程度ある。漏水件数が増加傾向にあることから、古い配水管、特に破損・漏水の多い石綿管の更新を積極的に進める必要があると判断するが、現在のところ、破損事故や漏水事故の発生への対応に留まっている。

表 4.6-1 配水管の現状

管径 (mm)	延長 (m)	率	径年別延長(m)					材質別延長(m)							
			0-10 (年)	11-20 (年)	21-30 (年)	31-40 (年)	41-50 (年)	51年 以上	石綿管	PE/PVC 管	铸铁管	ダクタイル 铸铁管	コンクリー ト管	その他	
60	11,000	0.6%						6,000	5,000	6,000			5,000		
63	18,000	0.9%	3,000	14,000	1,000						18,000				
75	0	0.0%													
80	430,000	21.8%		50,000	109,000	149,000	110,000	12,000	400,000				30,000		
90	149,000	7.6%	75,000	67,000	7,000					149,000					
100	376,000	19.1%		1,000	195,000	155,000	18,000	7,000	357,000				19,000		
110	345,400	17.5%	101,000	67,000	4,700	172,700				345,400					
150	154,587	7.8%		22,187	32,000	40,000	59,000	1,400	81,187				73,400		
160	30,000	1.5%	10,000	14,000	6,000					30,000					
200	178,100	9.0%	40,800	14,400	15,000	42,300	47,500	18,100	100,800	59,200			18,100		
250	28,391	1.4%			17,000	5,391	6,000			22,391			6,000		
300	137,065	7.0%		3,565	36,700	50,500	26,300	20,000	115,265				21,800		
315	44,000	2.2%	36,000	6,000	2,000					44,000					
350	4,314	0.2%					1,314	3,000		1,314			3,000		
400	6,094	0.3%					1,694	4,400					6,094		
500	17,561	0.9%					12,000	5,561				5,561	7,300	4,700	
600	12,606	0.6%					5,500	7,106					5,500	7,106	
800	22,604	1.1%			1,000	3,000	18,604							22,604	
1000	5,240	0.3%					3,240	2,000						5,240	
1250	810	0.0%					810							810	
合計	1,970,772	100.0%	265,800 13%	259,152 13%	426,400 22%	642,449 33%	313,471 16%	63,500 3%	1,083,957 55%	645,600 33%	5,561 0%	195,194 10%	40,460 2%	0 0%	

有収水率・破損・漏水統計(2002年以降)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
有収水率	84.4	84.5	87.4	87.6	87.5	86.6	86.5	84.7	80.7	79.8	79.4	84.0
破損件数	706	791	836	881	642	679	872	845	741	789	683	711
漏水件数	9,150	8,920	9,531	8,376	8,601	8,749	11,027	11,525	13,102	10,663	10,717	14,818

出典：SONEDE 営業局南部支社 (2014)

4.6.2 スファックス大都市圏における水需給

スファックス県の需要水量データから、スファックス大都市圏の人口比率等を考慮し、スファックス大都市圏の需要水量を推計した。配水量データについては、過去のデータの入手が困難であったことから、2010 年から 2012 年の 3 年間のデータを基に水需要量を予測した。

スファックス大都市圏は、スファックス県の中心的な都市である。同県の人口の約 2/3 が居住し、将来的にはその比率が大きくなることが想定されている。スファックス大都市圏では下記の事情があるため、水供給可能量は水供給システム上流側の水利用状況に影響される。

- 1) 北部広域水道システムから送られた水は、途中のスファックス県の北部地域へ分水された後、スファックス大都市圏に送られる。
- 2) 地域内部地下水であるジェルマ・スベイトラ地下水送水システムから送られた水は、途中のスファックス県の西部地域に分水された後、スファックス大都市圏に送られる。
- 3) スファックス大都市圏はスファックス県の中心的な都市であるが、住民間の公平という点に鑑み、水供給量不足という現状であっても、必ずしも県内において絶対的な優先度で水供給されている状況ではない。

上記事項を念頭に置いて需要水量と供給水量を検討した結果を、表 4.6-2~表 4.6-4、図 4.6-2、図 4.6-3 に示す。

表 4.6-2 スファックス大都市圏水道事業計画概要

	現状 (2012)	2025 年	2030 年	2035 年
1) 給水区域	3,069 ha	3,069 ha	3,069 ha	3,069 ha
2) 給水人口	631,900 人	737,900 人	782,100 人	826,300 人
3) 需要水量 (日最大)	117,200m ³ /日 1,356L/秒	187,900m ³ /日 2,175L/秒	224,400m ³ /日 2,597L/秒	270,900m ³ /日 3,135L/秒
4) 給水量 (日平均)	83,700m ³ /日 969L/秒	134,200m ³ /日 1,553L/秒	160,300m ³ /日 1,855L/秒	193,500m ³ /日 2,240L/秒
5) 平均給水量原単位	132 L/日・人	182 L/日・人	205 L/日・人	234 L/日・人
6) 非家庭用水割合 (%)	18	18	18	18
7) 無収水率 (%)	24	22	21	20
8) 平均使用水量原単位	91 L/日・人	126 L/日・人	144 L/日・人	165 L/日・人

出典：JICA 調査団

表 4.6-3 スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源なし) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	北部広域水道システム既存水源	95,200	24,700	0	0	0	0
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	31,000	28,900	21,700	20,600	18,300	15,200
	域内地下水	25,100	26,100	26,100	26,100	26,100	26,100
	合計	151,400	78,700	46,800	45,700	43,500	40,300
日最大需要水量		133,700	157,900	169,500	187,900	224,400	270,900
水需給バランス		17,700	▲79,200	▲112,700	▲142,200	▲180,900	▲230,500

出典：JICA 調査団

表 4.6-4 スファックス大都市圏水需給バランス(新規水源あり) (m³/日)

		2015 年	2020 年	2022 年	2025 年	2030 年	2035 年
供給 可能 水量	スファックス海水淡水化施設	0	0	100,000	100,000	200,000	200,000
	北部広域水道システム	95,200	128,400	65,100	75,100	29,500	67,200
	ジェルマ・スベイトラ地下水システム	31,000	28,900	21,700	20,600	18,300	15,200
	域内地下水	25,100	26,100	26,100	26,100	26,100	26,100
	合計	151,400	182,400	211,900	220,800	272,900	307,600
日最大需要水量		133,700	157,900	169,500	187,900	224,400	270,900
水需給バランス		17,700	24,500	42,400	32,900	48,500	36,700

出典：JICA 調査団

図 4.6-2 は、広域水道戦略計画で策定された施設整備が全く実施されなかった場合、つまり、新規の水源開発が全く実施されなかった場合のスファックス大都市圏の需給バランスを示す。既存水源においては、最大供給可能水量を用いた。この条件下では大きな供給水量不足が確認できる。不足する供給水量は 2020 年に 79,200m³/日、2025 年に 142,200m³/日、2030 年に 180,900m³/日、2035 年に 230,500m³/日である。

図 4.6-3 では、図 4.6-2 で示された不足分は、広域水道戦略計画で策定された新水源施設の供給水量によって充足されることが示されている。ただし、4.4.4(2) に記したように 2017 年から 2019 年の間は水供給量が大きく不足することになる。この 2017 年から 2019 年の水供給量不足に対する課題については 4.7 節で詳述する。なお、図 4.6-3 においては、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの供給水量は域内地下水の揚水量の半量づつ、それぞれの供給水量を削減することを前提としている。これについては 6 章で詳述する。

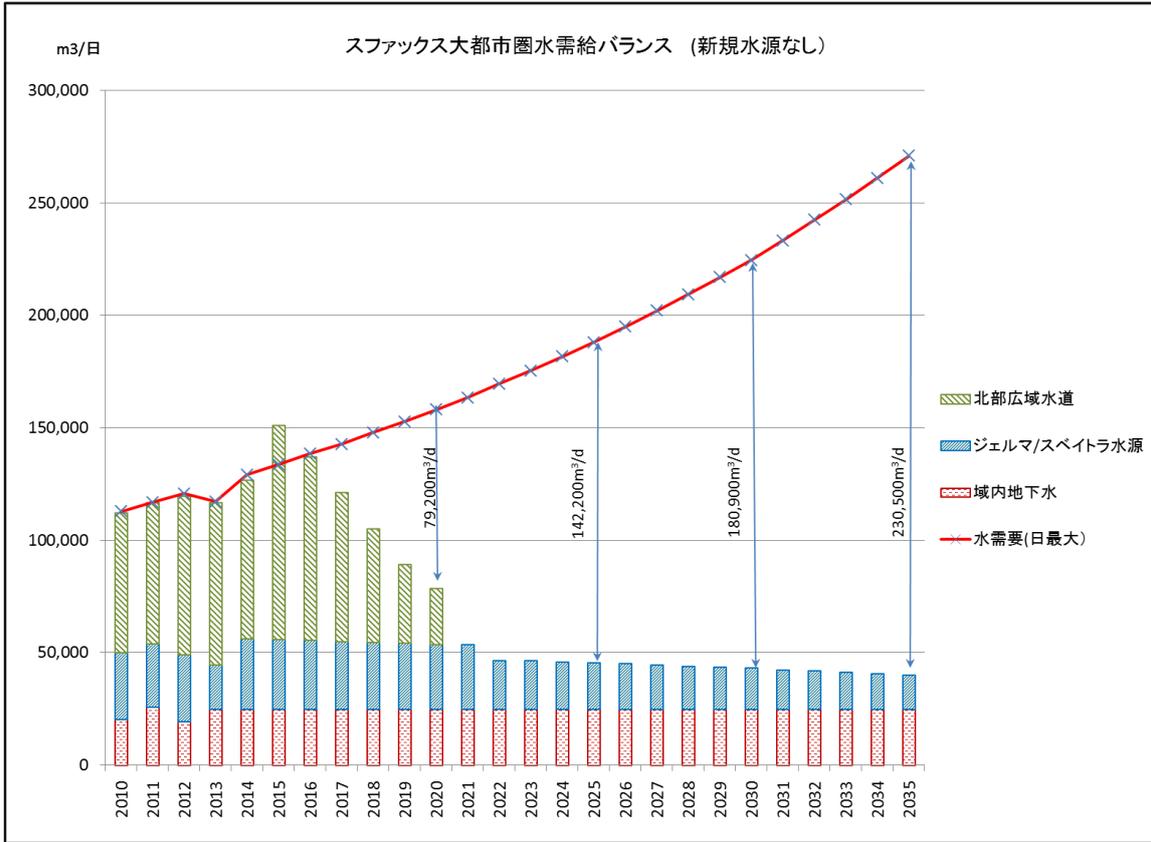
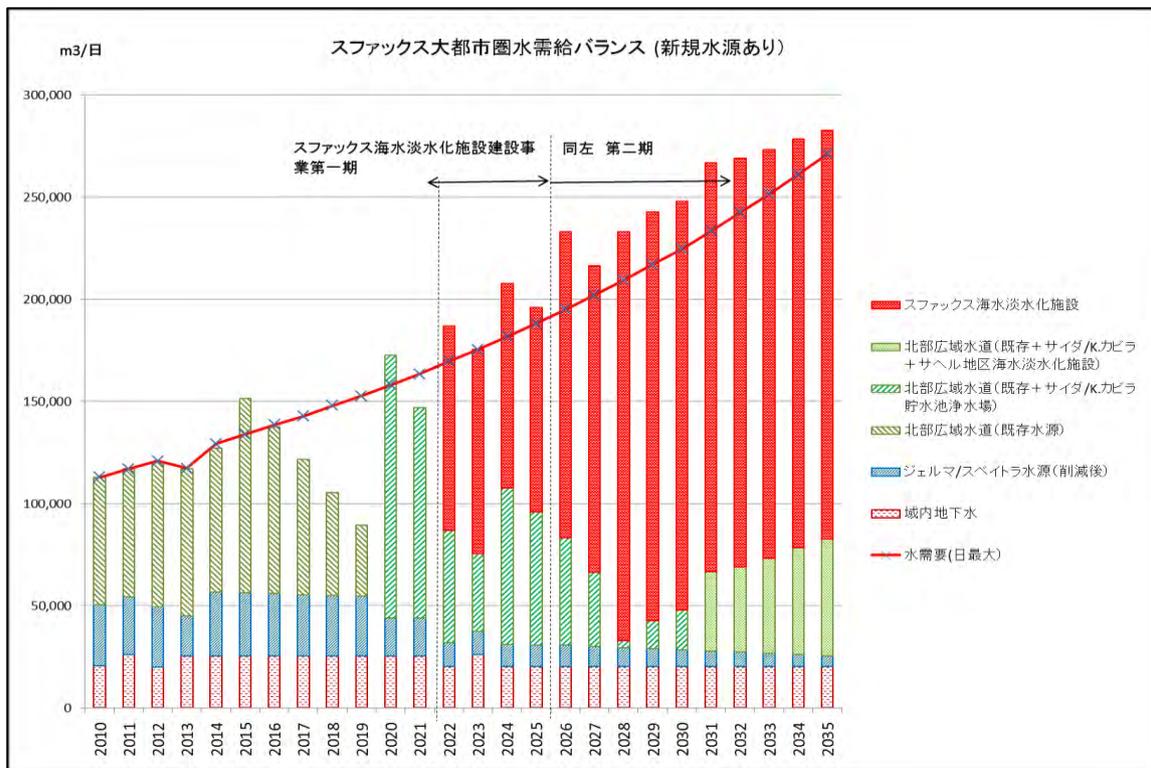


図 4.6-2 スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源：既存施設のみ)



注) スファックス海水淡水化施設を除く新水源の通水年次は SONEDE の計画に基づく。出典：JICA 調査団

図 4.6-3 スファックス大都市圏及び周辺地域水需給バランス (供給水源：既存施設+新規施設)

算定された表 4.6-2 の水需要予測水量を基に一人当たり使用水量原単位を算定し、その妥当性について検討した。その結果、次の理由により妥当であると判断した。

- i) 2012 年から 2035 年にかけて給水人口は 1.3 倍に増加する。一方、水道計画の一人当たり使用水量原単位（日最大）は 91 L/人日から 165 L/人日に 1.8 倍増加する。これは、将来に生活水準が向上するとともに、水質の良い水が水道から十分に給水されることで使用水量原単位が増加すると考えると合理性がある。
- ii) 2035 年の一人当たり使用水量原単位に関し、北部広域水道システム関連 7 県、スファックス県、スファックス大都市圏のそれぞれの平均値を比べると、1.00 : 1.24 : 1.02 の比率となっている。表 4.6-5 に示す関連 7 県の 2012 年の実績に示すとおり、スファックス大都市圏はチュニジア国第二の都市圏として比較的所得水準が高いことから、スファックス大都市圏を含むスファックス県の平均使用水量原単位（日平均）が 7 県平均に比べ大きいことは合理性がある。

表 4.6-5 関連 7 県人口及び使用水量原単位（日平均）（2012）

	人口			SONEDE 給水人口			家庭用水 (lpcd)	全体 (lpcd)
	Urban (1000)	Rural (1000)	Total (1000)	Urban (1000)	Rural (1000)	Total (1000)		
Nabeul	517.2	262.2	779.4	517.2	163.3	680.5	97	136
Ratio				100.0%	62.3%	87.3%		
Sousse	528.4	120.3	648.7	528.4	95.4	623.8	108	140
Ratio				100.0%	79.3%	96.2%		
Monastir	539.3	0.0	539.3	539.3	0.0	539.3	90	124
Ratio				100.0%	-	100.0%		
Mahdia	177.1	217.9	395.0	177.1	161.2	338.3	105	130
Ratio				100.0%	74.0%	85.6%		
Sfax	624.2	338.9	963.1	624.2	199.9	824.1	114	139
Ratio				100.0%	59.0%	85.6%		
Kairouan	192.0	377.4	569.4	192.0	159.3	351.3	69	82
Ratio				100.0%	42.2%	61.7%		
Sidi Bouzid	106.6	311.7	418.3	106.6	91.7	198.3	82	100
Ratio				100.0%	29.4%	47.4%		
Total	2,684.8	1,628.4	4,313.2	2,684.8	870.8	3,555.6	99	128
Ratio				100.0%	53.5%	82.4%		

Source: RAPPORT DES STATISTIQUES, SONEDE

lpcd: Liter Per Capita Per Day

- iii) 一方、ファックス大都市圏の使用水量原単位は都市部のみを対象としているが、県平均原単位より小さい。これはスファックス大都市圏内には比較的使用水量の少ない貧困層や学生が多く居住していることやそれらの学生が休暇時にはスファックス大都市圏を長期間離れることが理由と推察される。
- iv) 表 4.6-6 に示す各国の使用水量原単位の水準から考えた場合、チュニジア国の生活用水の利用水準は高いものとは言えない。一人当たりの GNI の大きさに比例して使用水量が増えるとは単純には言い切れないが、程度の差はあれ、その傾向があることは明らかであり、チュニジア国においてもこれまでも一人当たりの使用水量は増えてきている。今後も経済の発展に伴い生活水準の向上が想定されていることから、想定された需要水量に基づく一人当たり使用水量原単位は妥当であり、予測需要水量は適当であると考えられる。

表 4.6-6 各国の使用水量原単位の比較

地域	国名	年	使用水量 (m ³ /人/年)	水量原単位 (L/人/日)	GNI (\$/人/年)	人口 (百万)
アフリカ	アルジェリア	2000	38	103	1,540	35.42
	エジプト	2000	62	169	1,470	84.47
	モロッコ	2000	39	107	1,320	32.38
	チュニジア	2000	36	98	2,310	10.37
北・中米	アメリカ合衆国	2005	193	528	46,350	317.64
アジア	アフガニスタン	2000	14	39	210	29.12
	バングラデシュ	2008	25	70	560	141.82
	インド	2010	46	126	1,290	1,214.46
	イラン	2004	85	232	2,170	75.08
	イスラエル	2004	97	265	18,790	7.29
	日本	2000	137	375	37,150	127.00
	マレーシア	2000	54	149	3,420	27.91
	オマーン	2003	45	125	8,610	2.91
	パキスタン	2008	52	143	990	184.75
	フィリピン	2006	62	171	1,300	93.62
	トルコ	2003	78	215	3,810	75.71
ヨーロッパ	フランス	2000	83	228	24,270	62.64
	スペイン	2002	111	303	15,120	45.32

出典：FAO 等の資料を調査団が加工

4.6.3 スファックス大都市圏における水需給計画の課題

(1) スファックス大都市圏の水道水源

スファックス県の水道水源は、以下のとおり、北部広域水道システムからの水供給、県西部のジェルマ・スベイトラ地下水送水システムからの水供給、さらに県内の井戸からの揚水によるものがある。

- ① チュニジア国北部は降水量が多く、ダム等に貯留して表流水系水資源として利用できる。この北部からの水を処理して中部・南部へ送水する、7 県を対象にした北部広域水道システム事業が運営されている。スファックス大都市圏は、その広域水道システムの最南端に位置していることから、上流部の地域の水需要を満たした後の水を受けている。
- ② スファックス西部のシディ・ブジド県には TDS 濃度の低い地下水源がある。この地域のジェルマ・スベイトラ水源からの地下水はシディ・ブジド県に配水され、その後スファックス大都市圏に送水されている。
- ③ スファックス県内の地下水は、SONEDE が水道用の専用井戸から取水（政府から特別に許可を得た過剰揚水）している。水量が限られていることと、高い TDS 濃度（3000mg/L 以上）が課題となっている。

なお、1.5 節及び 5.1.1 節で述べたように、SONEDE はかん水を処理対象とする淡水化施設を南部のガベス県及びメドニン県で稼働させているが、ケルケナ島を除くスファックス県以北ではこれまで淡水化施設を建設していない。

(2) スファックス大都市圏の水不足の課題

スファックス大都市圏は 2012 年夏に深刻な水不足を経験している。その原因は計画停電により原水ポンプが停止したこと（7 月 9～11 日で 5 回発生）及び上流部水需要の急増により北部広域水道システムからの送水量が減少したことと、渇水により西部のシディ・ブジド県からの送水量が減少した

ことに起因する。なお、計画停電については、その後、当該ポンプ場を停電対象から除外することになり、現在では電力供給面の問題はない。

現在、SONEDE はスファックス域内の地下水源から限られた水量を自己水源として揚水することにより、域内の水需要に対して必要な水供給量は確保している。しかし、北部広域水道システムからの送水及び西部のジェルマ・スペイトラ地下水送水システムからの送水はそれぞれの上流区域の水需要増加の影響を受けるため、深刻な水不足が 2018 年にも再来することが予測されている。

(3) 水供給量

現在確保されているスファックス水道システムへの水供給量は、図 4.6-2 に示すとおりである。この中で北部広域水道システムからの供給及びジェルマ・スペイトラ地下水送水システムからの供給水量については、上流部の需要水量の増加により徐々に減少して行くことを想定している。さらに、北部広域水道システムについては、新規水源の開発が無い場合には 2021 年以降の需要ピーク時には全てがスファックスに至るまでに消費され、最下流のスファックスには水が届かないことが想定される。

(4) 水需給バランス

図 4.6-2 に示されるように、現状のまま新たな水源開発をしないと、スファックス大都市圏は 2020 年では 79,200m³/日の水不足の状況に陥り、その不足状態はさらに悪化していくことは明白であり、新たな方策を早急に策定する必要がある。

4.7 施設整備について

4.7.1 施設規模について

これまでに検討されたように、カラー・カビラ浄水場とスファックス海水淡水化施設の建設によって、北部広域水道システムに関連する 7 県の水需要を満たすことが可能となる。

4.4.2 節に記載されてあるとおり、カラー・カビラ浄水場の施設規模は、4,000L/秒 (345,600 m³/日) まで段階的に拡張することが計画されている。

また、スファックス海水淡水化施設においても、広域水道戦略計画では段階的に建設することを考えていた。本調査でスファックス大都市圏の水需給バランスを検討した結果、2022 年 (第 1 期) に 100,000m³/日の規模を持つ施設が通水することにより、2026 年まで供給能力が需要を上回ることを確認した。ただし、2023 年は上流側の需要増により供給能力が不足するため、地下水揚水量の一時的増加を余儀なく必要とする。これに加えて、2026 年までに第 2 期施設を建設すれば、サヘル地区海水淡水化施設の通水を前提として、図 4.6-3 に示すとおり水不足の事態が生じることは避けられる。この場合、目標年次を 2035 年とすると第 1 期事業と合わせて 200,000 m³/日に施設容量を増強することが必要である。本調査では増強施設の能力を 100,000m³/日と想定しているが、そのうち、2026 年は 35,000 m³/日、2027 年は 50,000 m³/日、2028 年は 80,000 m³/日程度の稼働能力が確保できればよい。したがって、第 2 期施設の整備を段階的に行うことが可能であるが、今後の需要水量の伸びと供給水源の整備状況を見ながら、計画を進めて行くことが必要である、

ただし、カラー・カビラ浄水場が建設されない場合、北部広域水道システムに関連する 7 県のうちスース県以南の 4 県において供給水量が不足する。その場合、スファックス海水淡水化施設の段階的な建設ではなく、200,000m³/日分を最初から建設する案も考えられる。しかし、下記理由により、当

初は 100,000m³/日分の施設を建設することが妥当であるとする。

- 浄水能力 200,000 m³/日の海水淡水化施設の建設費は非常に大きくなる。
- SONEDE はこれまで海水淡水化施設を一か所も稼働させていないため、当初は浄水能力 100,000 m³/日の海水淡水化施設で運転維持管理技術を習得し、その後、拡張することが適切である。
- カラー・カビラ浄水場完成が 2022 年以降に遅れることを見据え、スファックス海水淡水化施設を先行して 200,000m³/日で整備したと仮定した場合、水需要を賄うことは可能となる。しかし、カラー・カビラ浄水場が完成すると、生産単価が低いそちらへの運用比重が増し、逆に生産単価の高い海水淡水化施設の運用比重が大きく減少することも考えられる。その場合、過大投資となる可能性もあることから、第 1 期事業として 100,000m³/日規模で整備し、その後、カラー・カビラ浄水場の進捗状況を見据えて、第 2 期事業実施の可能性について検討を進めて行くことが妥当と判断する。

4.7.2 建設地点について

スファックス県は、北部広域水道システム及びジェルマ・スベイトラ地下水送水システムの最下流に位置することから、スファックス県への水供給量は他県の水需要増加の影響を大きく受ける。つまり、上流側で水需要が急増すればスファックス県に到達する水供給量は大きく減少する。その減少を補うため遠隔地に海水淡水化施設を建設すれば、当該施設からスファックス県まで送水する必要がある。したがって、スファックス県内の消費地に近い地点に当該施設を建設することは、送水施設建設費用及び送水施設運転費用の削減に貢献する。このことからスファックス県の最大都市であるスファックス大都市圏に海水淡水化施設を建設することは妥当である。

4.7.3 水供給量不足への対応

スファックス海水淡水化施設の稼働開始時期は 2022 年 10 月である（10 章に詳細スケジュールを記述）。また、カラー・カビラ浄水場の稼働が期待されているが、その通水予定は 2020 年である。そのため、スファックス大都市圏において 2017 年から 2019 年にかけて水供給量が不足する。この供給不足に対する抜本的な対策はないが、現時点で可能な対策を挙げると以下のとおりである。

(1) 供給側の対策

1) 漏水の削減

SONEDE は継続的に無収水（NRW）の削減に努力しており、スファックス大都市圏の無収水率は既に 16%（2013 年）と低いものの、今後も無収水の削減に向けた努力を継続し、漏水量をさらに削減することにより有限な水を最大限に活用する。

2) 水不足対策計画の策定

事前情報がない突然の断水や長時間の断水に対して、住民の水不足に対する不満は特に大きくなる。したがって、2017 年から 2019 年にかけて起きるとされる水不足問題に対処するために、水不足時の水需要量を抑制するための水不足対策計画（Water Shortage Contingency Plan (WSCP)）を策定する。その計画で、水不足時における SONEDE の対応を定め、それを公開し、住民に周知することとする。WSCP は必要な公衆衛生と安全を確保し、国民生活、公共の資産、工業及び観光産業への悪影響を最小化するために、事態の発生に先立ち、戦略を確立するものである。WSCP

は一般的には削減計画を段階ごとに構成される。

段階的需要削減計画（例）

この計画は、水不足の深刻度に応じて4段階の対策を提供している。この4つの段階は、必要に応じて、多様な情報伝達、社内運用業務、需要管理戦略が含まれる。

- (i) 助言ステージ：顧客は水不足が発生する可能性が高い日付を知らされる。
- (ii) 自主ステージ：供給状況が悪化した場合、計画は「自主ステージ」に移る。このステージでは目標消費水量までの節減を達成するために、自発的な協力や顧客の支援に依存する。この段階では、具体的な自主的な行動が住民及び商業顧客の両方のために提案される。
- (iii) 義務ステージ：自主ステージが必要な消費水量の減少をもたらしていない場合は、義務ステージに移行し、特定の活動を禁止したり制限する。地域間の格差が起きないように断水計画をあらかじめ定めておき、実施に移していく。主要配水幹線のバルブを絞って給水水圧を下げることも対処法の一つであるが、水圧を下げると同一配水区域内の高標高地域や末端の地域だけで断水が起きることもあるため、制御方法について事前に慎重な検討が必要である。
- (iv) 緊急削減ステージ：これは需要の減少が最も深刻に必要な時に対応し、義務的対策と課徴料金の組み合わせを含めることができる。増加する重度の水不足や施設の緊急障害に対処する最後のステージである。

3) 地下水の一時的緊急使用

北部広域水道システムから受水している上流部の県で暫定的に地下水揚水量を増やし、北部広域水道システムへの依存率を少しでも下げて、その分を下流側への供給水量増加につなげる。

また、スファックス大都市圏の地下水の更なる利用は原則として禁止されているが、2017年～2021年の5年間に限定して地下水の緊急使用許可を取得し、井戸を掘削し地下水を使用する。ただし、水質がよくないため、予算手当が可能であればパッケージ型の淡水化施設を設置し、淡水化処理することが望ましい。新規水源が稼働すればこの施設は他地域に転用が可能である。

4) パッケージ型海水淡水化施設の設置

予算手当が可能であれば、小規模のパッケージ型海水淡水化施設を多数設置し、海水淡水化処理することが考えられる。この場合、緊急かつ暫定的な処置として取水・放流施設は簡易なものとせざるを得ない。新規水源が稼働すればこの施設は他地域に転用が可能である。

(2) 需要側の対策

1) 水の保全啓発プログラム

SONEDEは顧客に対し、節水の必要性を啓発するために節水ラベルを配布する等の節水意識向上プログラムを既に始めている。住民の節度ある水使用に対するSOENDEの継続的な取り組みに加えて、SOENDEが節水の大切さについて国民に思い出させるために、テレビ広告や他のイニシアチブのシリーズを展開していくことを勧める。この対象は、スファックスのみならず全国民である。

スファックス大都市圏を含む北部広域水道システム関連7県の水不足量が最大となる2019年夏の需要水量は865,900m³/日程度であり、その時の不足水量は約75,300m³/日である。上流側で需要に応じた供給をしていれば、その不足水量は殆どそのままスファックス大都市圏の不足水量となる。一方、北部広域水道システム関連7県全体で需要水量に対して9%の節水をすれば、スファッ

クス大都市圏の不足水量は捻出できることになる。これに加えて、首都チュニスでも節水を奨励し、その余剰水量を北部広域水道システムに送れば、最下流のスファックス大都市圏で深刻な水不足は起きないことが期待できる。

a) テレビ広告

テレビ広告は、例えばシャワー時間を短くし、水洗の流水で食器洗浄を行わないことや、水栓とシャワーヘッドに節水部品を取り付けることなどに焦点を当てて放送されるものとする。

b) 水ボランティアグループ

ボランティアは地域社会へのアプローチに重要な役割を果たしている。ボランティアや学生から構成されるウォーターボランティア団体が家庭を訪問し、水使用の実態を観察し、彼らの水の消費量を減らすための簡単な手順を共有する。水ボランティアグループ・プログラムの例は次のとおり：

- i) 最初に SONEDE や自治体は、コミュニティ単位の水ボランティアグループを発足させ、SONEDE や学校や草の根組織と協力して、彼らの水の消費量を節減するために、住民を奨励し、啓発する。
- ii) 次に水ボランティアグループは、SONEDE を支援し、各家庭において、節水の習慣に焦点を当てるだけでなく、家庭での簡単な水監視を実施する方法を教育する。

節水の習慣は、水道料金を監視する、つまり、家族の消費水量を監視することから始められる。最新の消費水量が平均よりも多い場合、それは配管や水栓からの漏水が疑わしい、若しくは家族の水使用習慣の問題があることを示している。

水漏れによる水の浪費を防ぐために、すぐに漏水や壊れている水栓を修理しなければならない。水の使用習慣の問題については、シャワー時間の短縮、洗濯機のすすぎ水の回収とトイレや床掃除での使用、半量フラッシュの使用等の方策がある。

2) 節水機器の使用

水栓に以下のような節水部品を取り付けることにより日常的に水使用量を削減できる。

- ・ Oリングとメッシュ状のガーゼから構成される小さな部品を水栓に設置すると、住宅の水消費量の30%が削減できると言われている⁴。その小さな節水部品を SONEDE 顧客の住宅、学校、政府機関や商業ビルに導入することは節水に効果的であるとして、アブダビ政府環境庁は2010年に76,494個の本部品を観光クラブ地域で取り付けしている。
- ・ 日本では水栓に節水コマ (Water Saving Packing) を使用することが推奨されている。節水コマは通常のコマの下部を大きくしたもので、水栓の開度が小さいときに水の流出を抑制する効果がある。この節水コマの使用により、中間開度の時に0-50%程度の水量抑制ができると言われている。



出典：東京都水道局 WEB サイト

図 4.7-1 節水コマ

⁴ <http://gulfnnews.com/news/uae/environment/saving-75b-litres-of-water-using-a-dh7-device-1.677234>

第5章 海水淡水化施設の検討

第5章 海水淡水化施設の検討

非公開情報

第 6 章 水道施設計画

第 6 章 水道施設計画

非公開情報

第 7 章 電気設備計画

第7章 電気設備計画

非公開情報

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

非公開情報

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。



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。



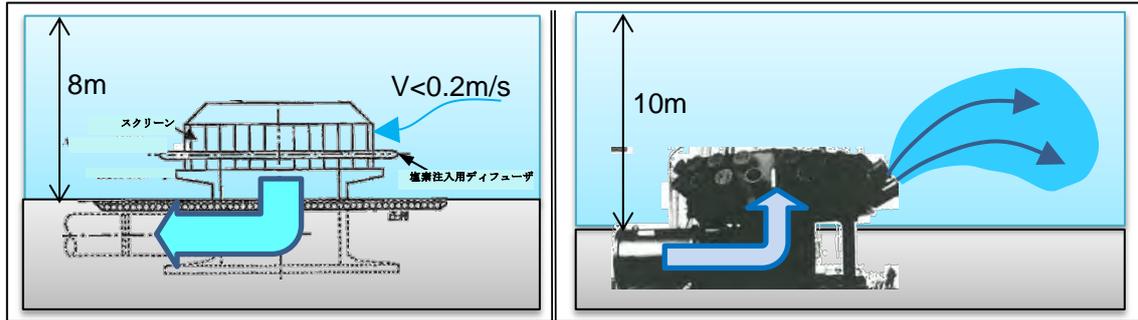
図 8.3-2 送水管 (上) 及び取水・放流管 (下) の標準横断イメージ

取水・放流管の平面計画は次図のとおり。



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。



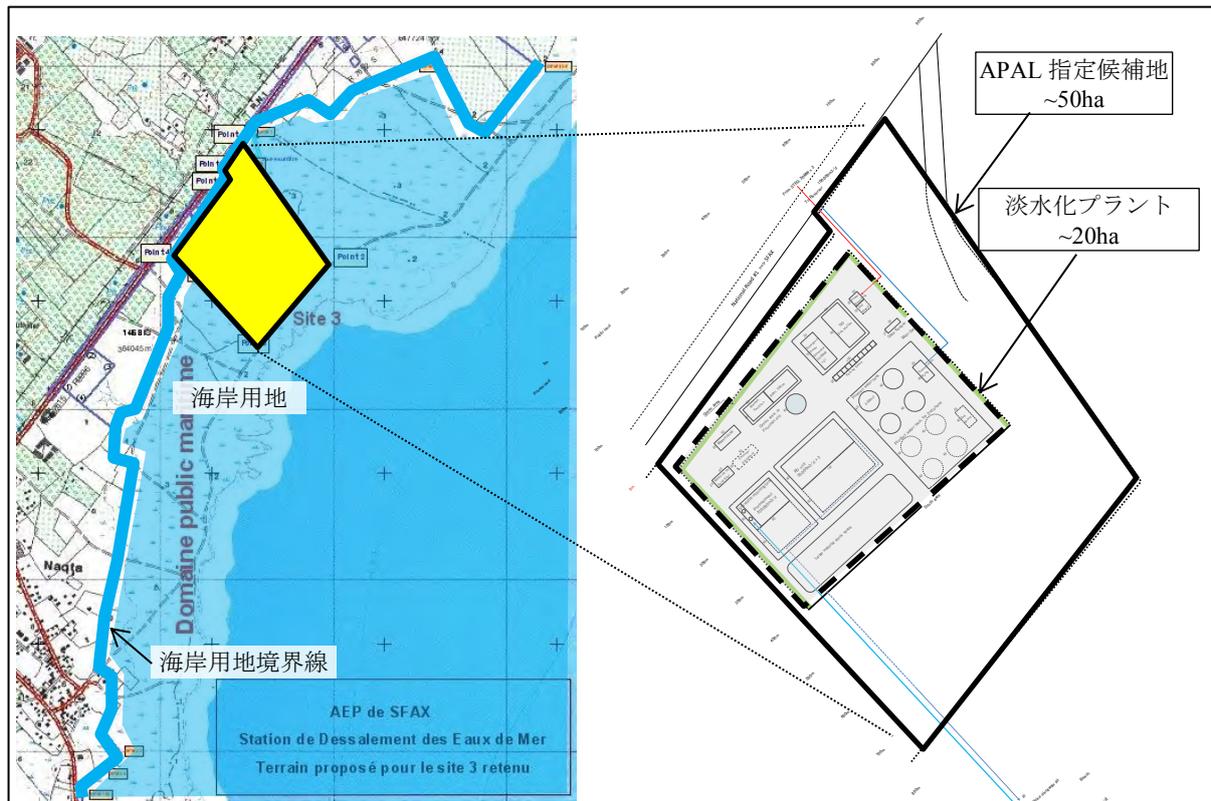
出典：(株)東京久栄

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

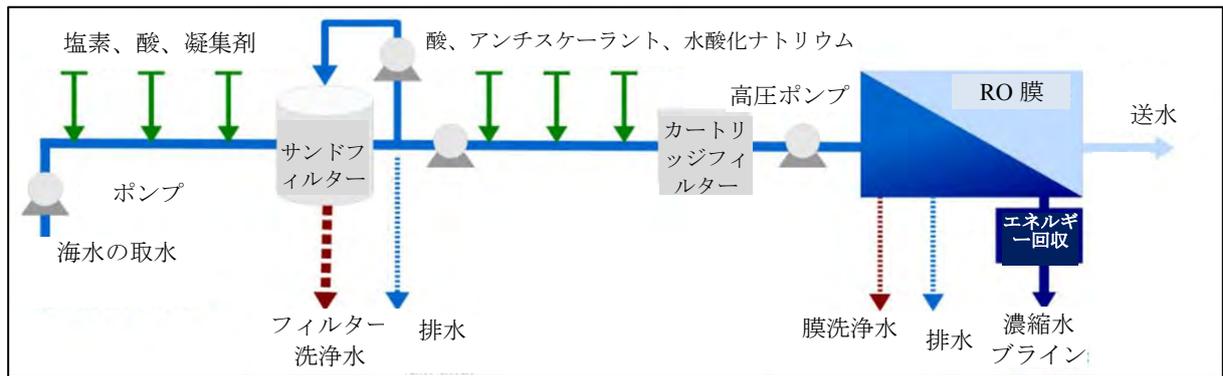
海水淡水化施設の規模は 5.3 節で述べたように計画する。下図に示すように、海水淡水化施設用地の全ては海岸用地内に位置する。



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 m³/年¹の廃棄量となる。2 期には 110 m³/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²・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 高圧送電線 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。

¹ 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 m²/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/m² とすると、100,000m³/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=55m³/年となる。

² 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。

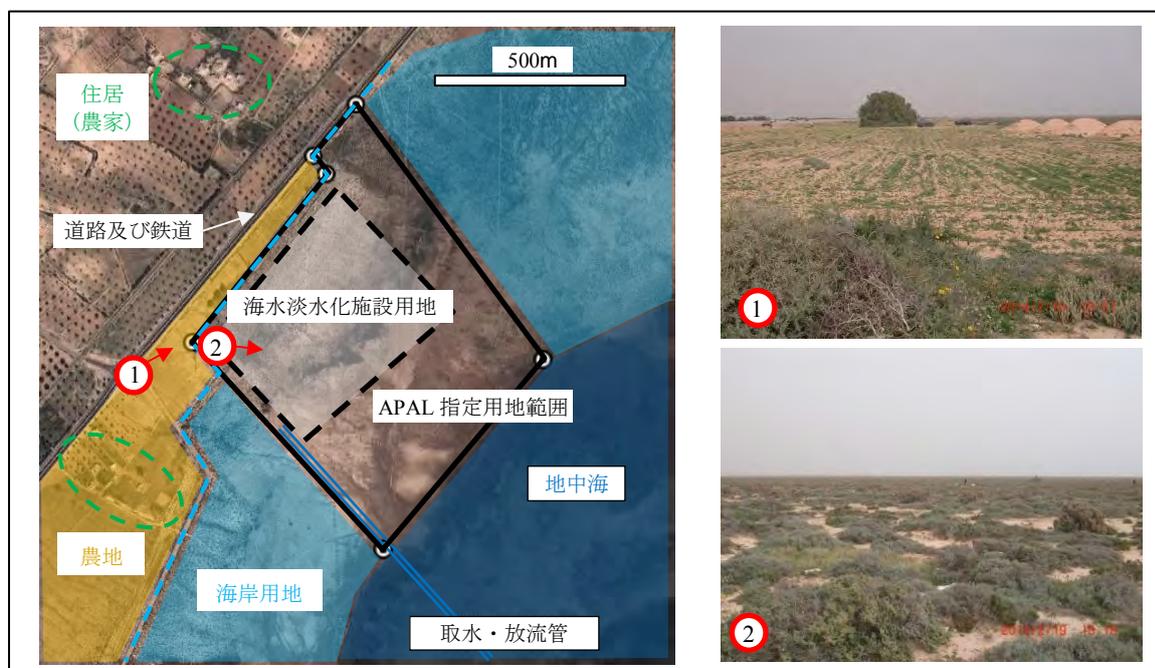
スファックス大都市圏内の下水道接続率は高く、かつ下水処理場機能改善計画事業が進められており、本事業による上水量増加に起因する河川及び地下水への影響（下水による水質汚濁）は小さいと考える。

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 m³/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

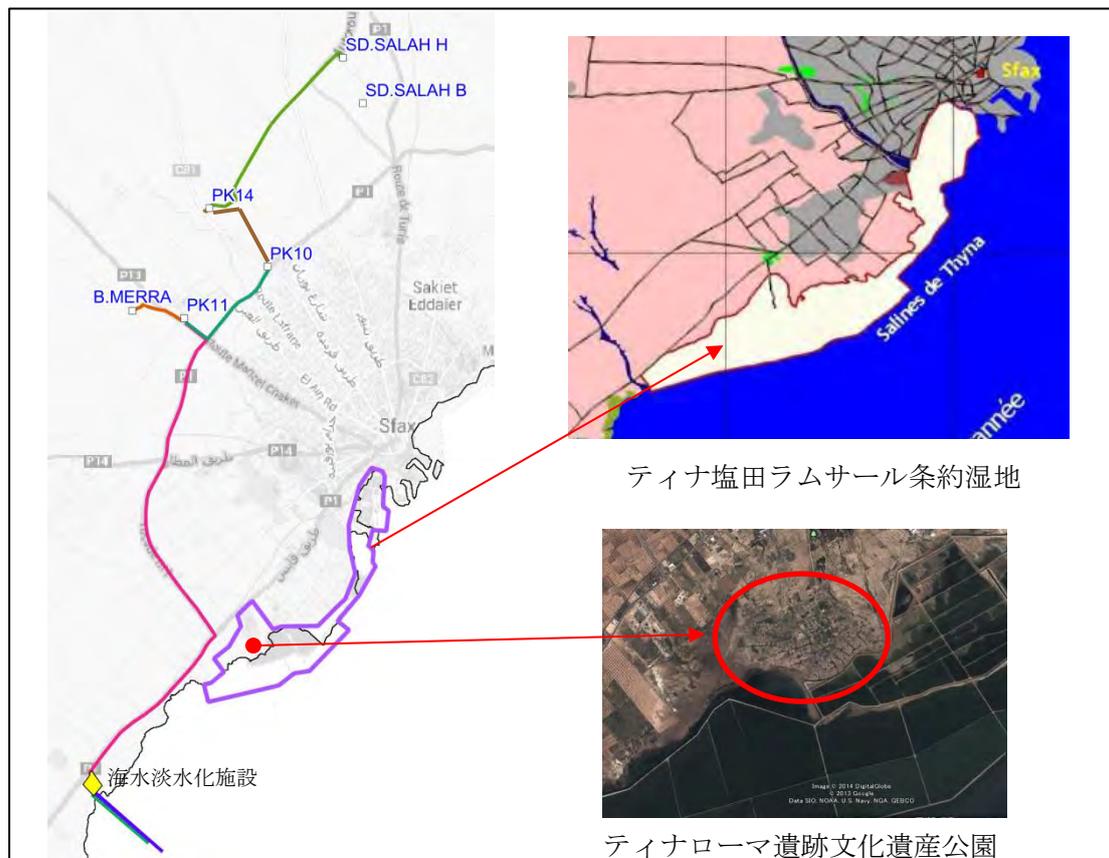
送水管ルート沿いの環境状況は以下の図に示すように、基本的には道路周辺である。



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

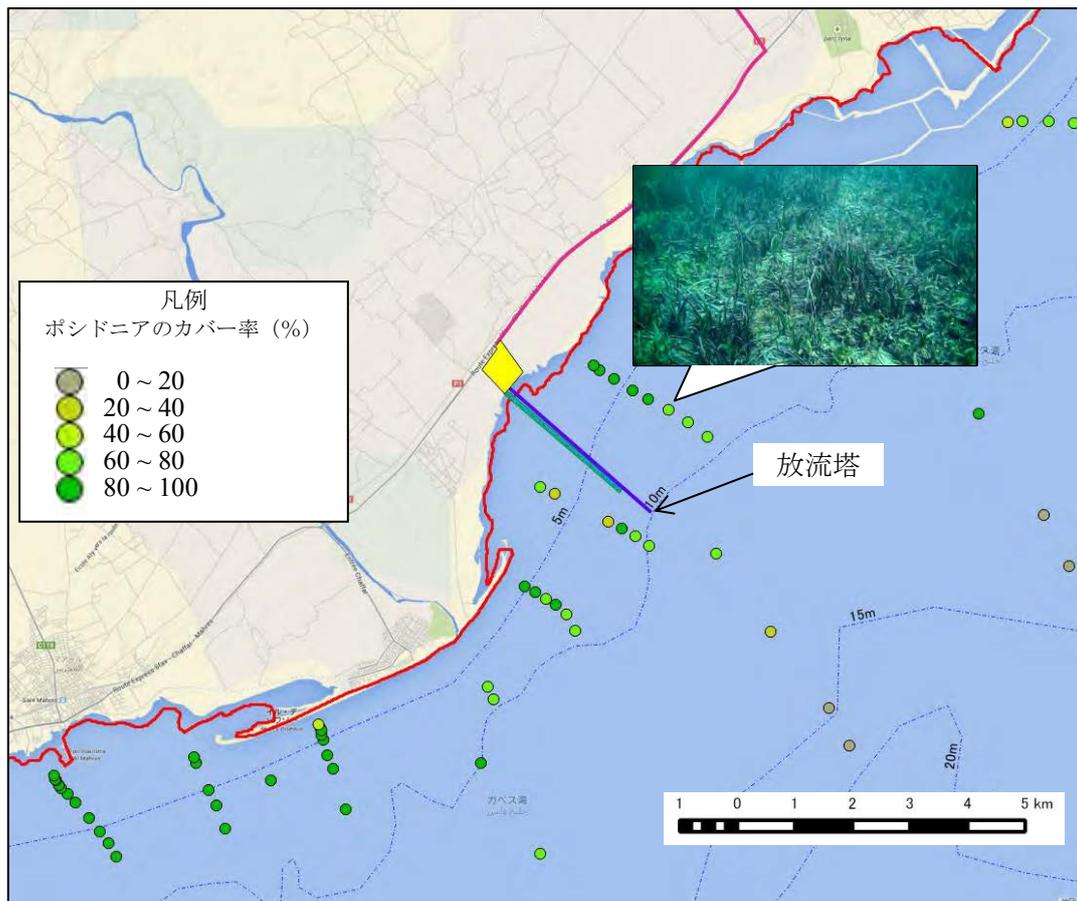
図 8.4-3 本事業及びティナ塩田保護領域の状況

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あり、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、現在の下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

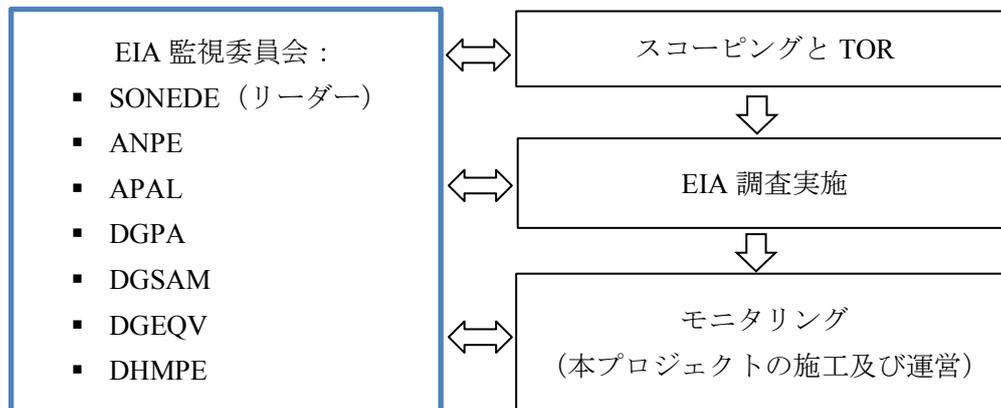
本事業に関わる環境社会影響評価のスコーピング及び TOR 作成は以下の参考資料に基づいて行った。

- 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”³
- 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”⁴
- 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。

³ Resource and Guidance Manual for Environmental Impact Assessments: Desalination, UNEP/ROWA, 2008

⁴ 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	工事中: - 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。 供用時: - 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-	工事中: - 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。 供用時: - 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 ³ /日)。
	3	廃棄物	D	D	供用時: - 使用する RO 膜(200m ³ /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	工事中、供用時: - 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	工事中: - 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。 供用時:

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	供用時: - 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	供用時: - 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	工事中: - 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	工事中・供用時: - 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-	工事中: - 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。 供用時: - 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 0.2m/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	工事中: - 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。 供用時: - 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	工事中・供用時: - 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	計画: - 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	工事中: - 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。 供用時: - 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	工事中・供用時: - 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+	工事中: - 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。 供用時: - 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	工事中・供用時: - 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+	供用時: - 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+	供用時: - 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	工事中・供用時: - 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	工事中・供用時: - 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+	供用時: - 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	工事中: - 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	工事中・供用時: - 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+	供用時: - 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	供用時: - 該当なし。
27	HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中: - 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-	工事中: - 「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>供用時：</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>工事中・供用時：</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>供用時：</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、CO₂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>工事中：</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_x、NO_x 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>供用時：</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>工事中：</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	
				供用時: - 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	供用時: - 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	工事中: - 陸上掘削量は 230,000m ³ 程度（現地の土＝無害）。ほとんどの量を埋め戻し、残りの 60,000m ³ 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	工事中: - 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。 供用時: - 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	供用時: - 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	供用時: - 浄水のみを送水であり、悪臭は発生しない。
	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: - 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	工事中: - 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	工事中: - 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	工事中: - 陸上掘削量は 230,000m ³ 程度（現地の土＝無害）。ほとんどの量を埋め戻し、残土 60,000m ³ 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 ³ = 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	計画: - 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	工事中・供用時: - 該当なし。
	15 少数民族・先住民	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	工事中: - 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。 供用時:

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	工事中： - 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	工事中・供用時： - 該当なし。
19	既存の社会インフラや社会サービス	D	B+	供用時： - 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	工事中・供用時： - 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+	工事中・供用時： - 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+	供用時： - 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	工事中： - 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	工事中・供用時： - 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	供用時： - 淡水化施設で評価する。
26	子どもの権利	D	D	供用時： - 淡水化施設で評価する。
27	HIV/AIDS 等の感染症	D	D	工事中： - 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	工事中： - 「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 ₂ 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 _x 、NO _x 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。 供用時: - 該当なし。
	15 少数民族・先住民族	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	16 雇用や生計手段等の地域経済	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	17 土地利用や地域資源利用	C-	D	工事中: - 送電鉄塔の建設のため用地取得の可能性はある。 供用時: - 該当なし。
	18 水利用	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	19 既存の社会インフラや社会サービス	D	D	工事中・供用時: - 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	工事中・供用時: - 該当なし。
	21 被害と便益の偏在	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	22 地域内の利害対立	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	23 文化遺産	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	24 景観	D	C-	工事中: - 下記の供用時に同じ。 供用時: - 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	工事中・供用時: - 該当なし。
	26 子どもの権利	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	27 HIV/AIDS等の感染症	D	D	工事中・供用時: - 該当なし。
	28 労働環境(労働安全を含む)	D	D	工事中・供用時: - 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	工事中・供用時: - 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	供用時: - 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"> ➢ 海水水質調査（浮遊生物を含む） ➢ 底生植物の現況を確認 ➢ 海生物体養生の確認 ➢ サンプルングは 4 カ所。その内 2 カ所はプロジェクトの位置（下図の A,B）、2 カ所は比較対象（下図の C,D）：  <ul style="list-style-type: none"> ➢ サンプルング時期：冬、夏
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)

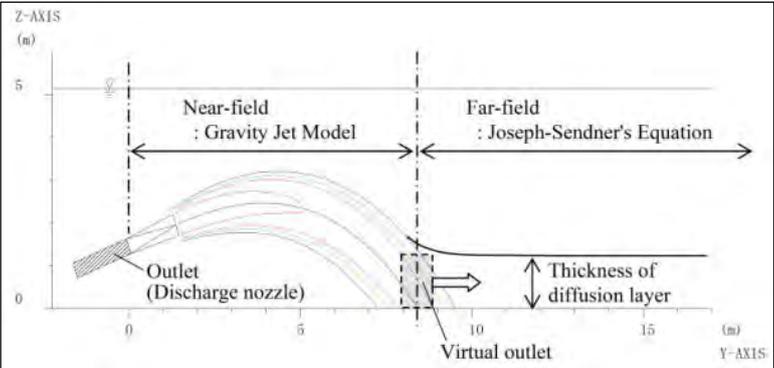
上記の実施計画による各報告書は EIA 監視委員会で確認されるため、ANPE が最終的承認する段階では、多くのコメント（リザーブ）は出ないと考える。

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>本プロジェクトによる濃縮水拡散シミュレーション</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"> 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 2. 着底後（放流塔より約 20m 以遠）：Joseph Sendner's equation <p>モデルを以下の図に示す。</p>  <p>出典：JICA 調査団</p> <p>図 8.8-1 シミュレーションモデルの仕組み</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>計算条件</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>: 244,400m³/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 ³ /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 ³ /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

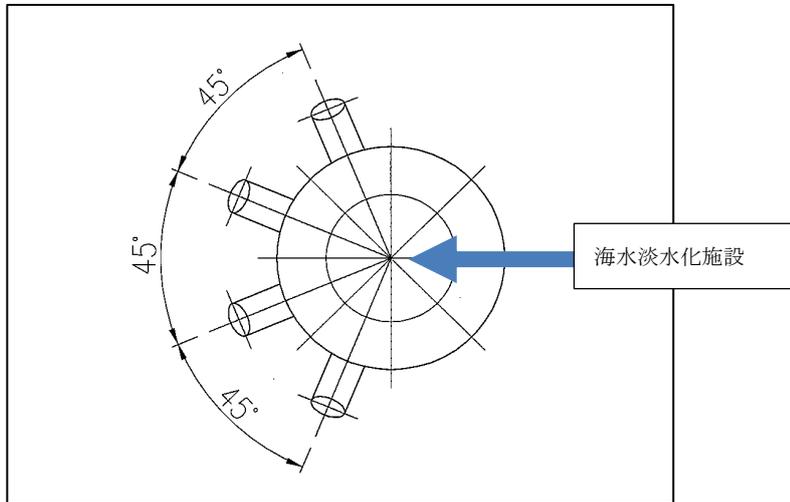
- ⑦ 海流/潮流 : 0.01m/s^{*1}
*1: 海面近くは流動するが、海底に行くにしたがって流動は減少する。本濃縮水放流地点での深さでは無視できるとして、シミュレーション上は最低値0とした。
- ⑧ 放流方向及び分布角度 : 180度^{*2}
*2: 濃縮水は周辺海水より重いため、放流地点より浅い海域には拡散しにくい性質がある。このため放流点より岸側には拡散しないものとして、水平的な拡散範囲は南西方向180度に設定した(図8.8-2参照)。

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。

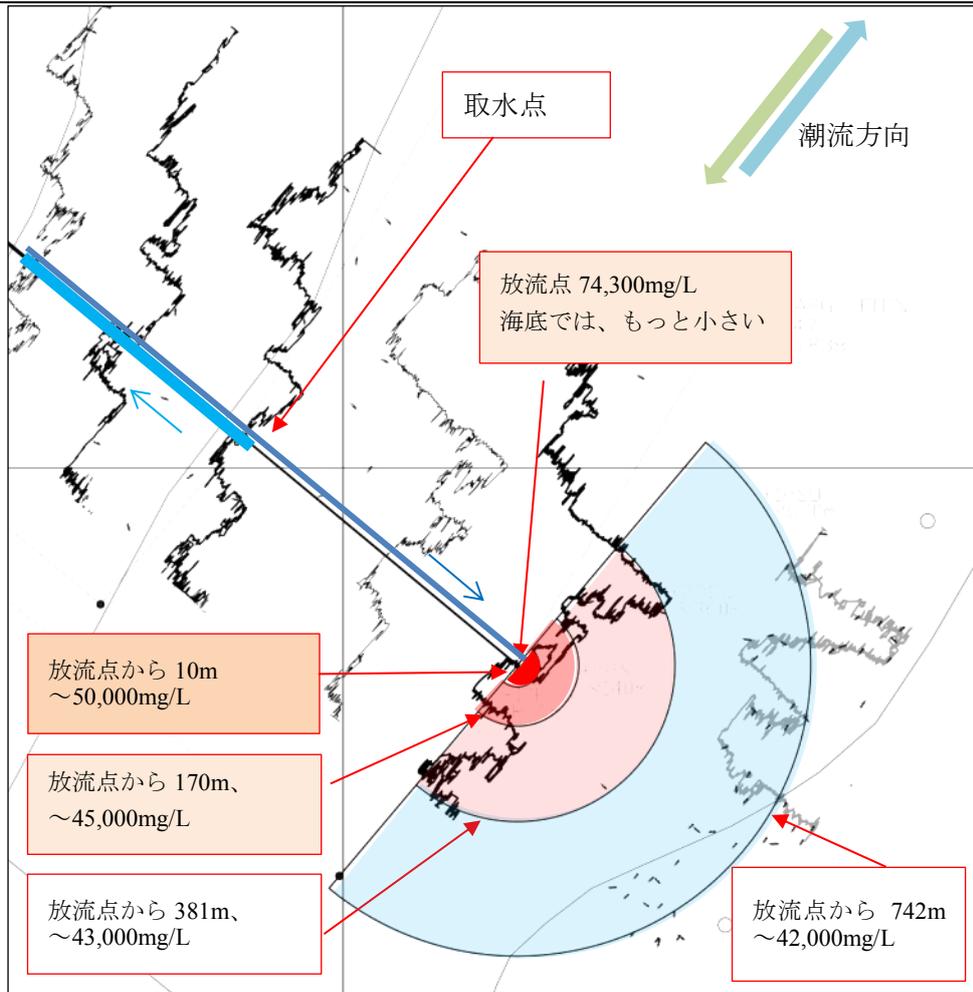


出典：JICA 調査団

図 8.8-2 濃縮海水放流塔

試算結果を図 8.8-3 に示す。

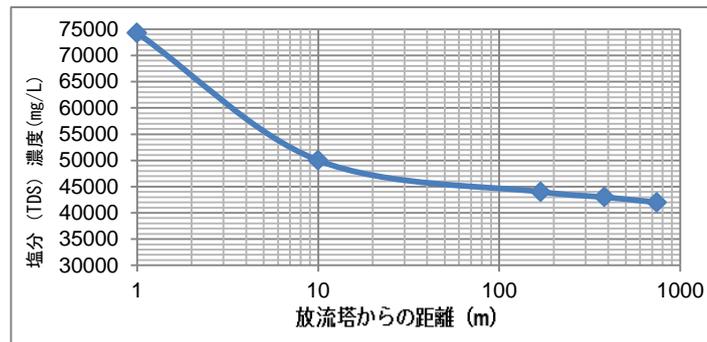
環境項目	調査結果
------	------



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

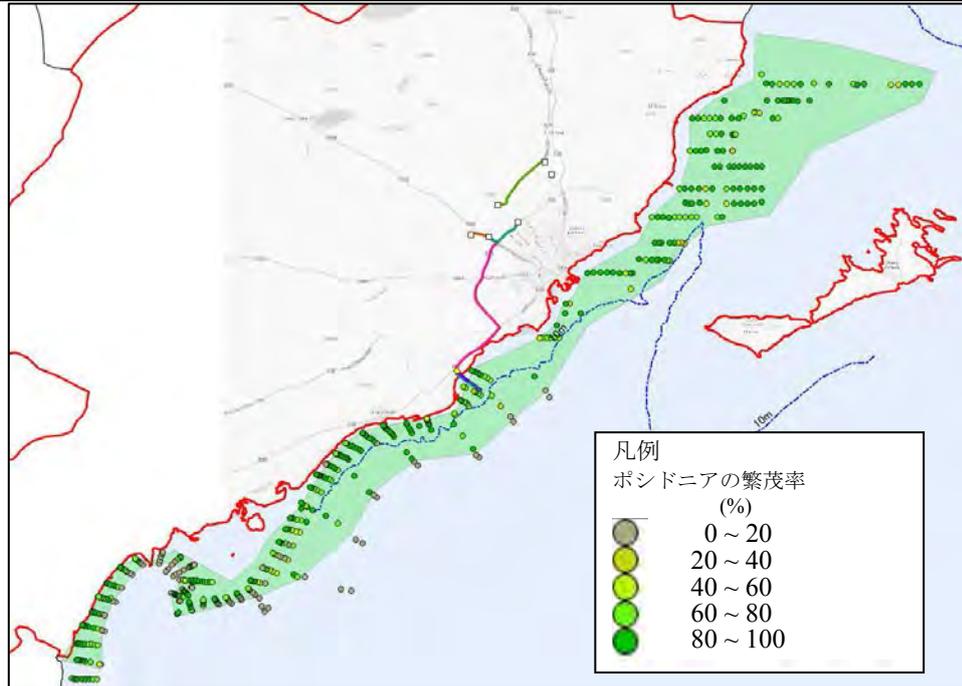
放流塔からの距離による海水塩分（TDS）濃度の減少状況を図 8.8-4 に示す。



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>
-----	---



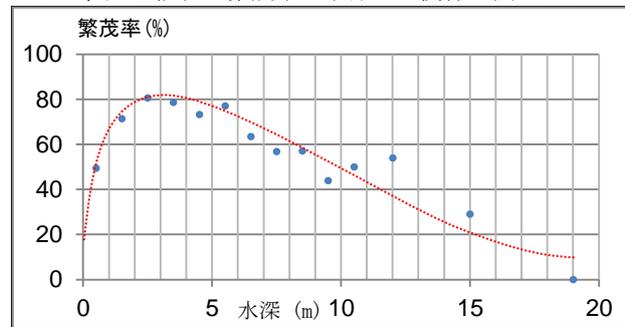
出典：海技術研究上 INSTM (Ben Mustapha)、JICA 調査団

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**

他淡水化施設からの放流濃縮水との複合影響について
 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。

- スファックス（本事業）：200,000m³/日（最終計画）
- ジェルバ：75,000m³/日（最終計画）
- ザラート：100,000m³/日（最終計画）
- ケルケナ：6,000m³/日（最終計画）

これらの合計は381,000m³/日（最終計画～2030年）となる。

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：

- 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
- ② ガベス湾の面積は12,000km²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12,000,000,000m² x 1788mm / 365日 = 58,800,000m³/日となる。
- 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。

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。

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。

貧困層

候補地周辺漁業活動について
 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。

表 8.8-3 スファックスの漁労状況

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

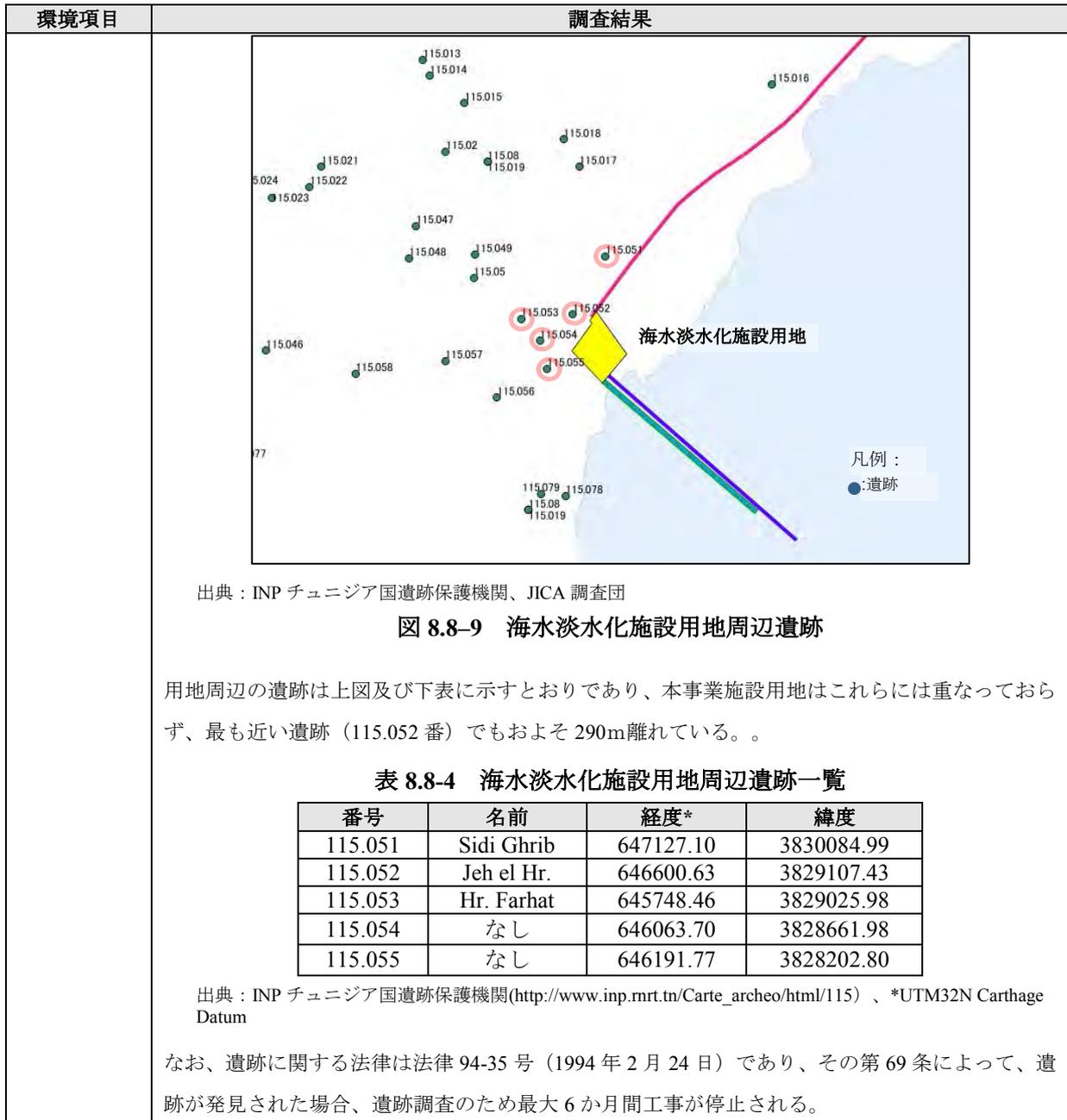
出典：スファックス市開発案件(SMAPIII)での影響調査の海自然環境報告



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

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）

環境項目	調査結果
	<p>取水・放流管建設による漁業活動への影響、British Gas の例</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> <ol style="list-style-type: none"> 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>出典：BG(ガス管の座標)、JICA 調査団</p> <p style="text-align: center;">図 8.8-8 BG ガス管と本事業施設の位置</p> <ol style="list-style-type: none"> 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。 <ol style="list-style-type: none"> 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。 3) 海岸沿いで貝等を取る女性がいる。管敷設作業それに伴い、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。 <ol style="list-style-type: none"> 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。 b) 漁民の場合、1 船あたり船長に「非公開」TND 程度、他の漁民に「非公開」TND 支払った。 c) 漁業組合に登録している女性一人に「非公開」TND 程度支払った。 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>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oping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>工事中：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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。
	2	水質汚濁	C-	C-	D	D	<p>工事中：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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）。 <p>供用時：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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）。（生態系への影響は以下に記載） - 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。
自然環境	10	生態系	B-	C-	B-	B-	<p>工事中：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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。 - 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 101,600m³ 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。 <p>供用時：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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

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	工事中 - 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	工事中 - 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+	工事中： - 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。 供用時： - 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	供用時： - 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+	供用時： - 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+	供用時： - 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	工事中： - 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、送電線ルートを調整できると考える。 - 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	供用時：

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	供用時： - 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	供用時： - チュニジア国での2013年間電力消費量は14,379GWh (https://www.steg.com.tn) であり、淡水化施設の143GWhはその1%にすぎないため、CO ₂ 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	工事中： - 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	工事中： - 60,000m ³ 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+	工事中： - 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。 供用時： - 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	工事中： - 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+	供用時： - 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+	工事中・供用時： - 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+	供用時： - 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	工事中： -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	工事中： - 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	工事中: - 各送電鉄塔の建設用地に 10m x 10m程度が必要となり、工事前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	供用時: - 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

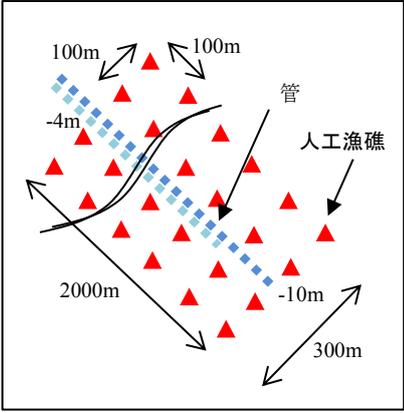
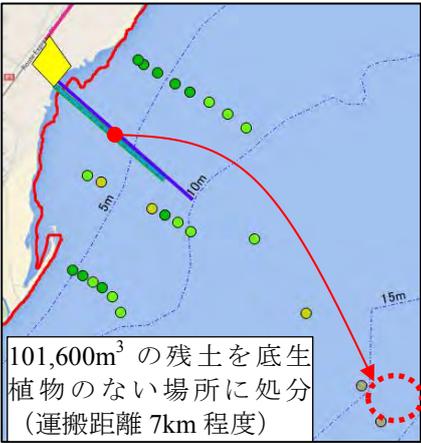
8.10 緩和策及び緩和策実施のための費用

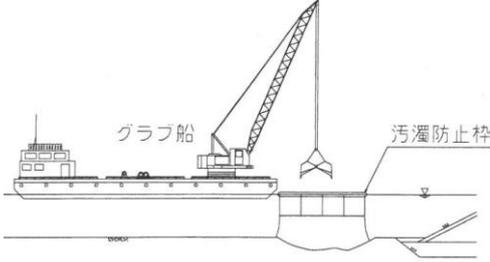
上記の 8.9 節に B-と評価された影響に対して、環境影響緩和策を次表に提案する。

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
工事中					
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 [非公開情報] USD/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	[非公開情報]

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="496 551 938 882" data-label="Image"> <p>©Jardiniers de la Mer</p> </div> <p>出典：RAMOGE、NGO”Les jardiniers de la mer”</p> <p>図 8.10-1 ポシドニア海底植樹作業</p> <p>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="Figure"> <p>海水淡水化施設</p> <p>漁礁設置域</p> </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>図 8.10-2 ガベス湾コンクリート人工漁礁設置計画</p>		<div data-bbox="1046 1245 1366 1570" data-label="Image"> <p>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>図 8.10-3 人工漁礁設置計画（案）</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 $84 \times 8t = 672t = 280m^3$ のコンクリート量となり、鉄筋量は $100kg/m^3$ として 28t となる。コンクリート <input type="text" value="非公開情報"/> USD/m³ 及び鉄筋 <input type="text" value="非公開情報"/> USD/t とすると、人工漁礁工事費はおおよそ <input type="text" value="非公開情報"/> USD 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 (~50,000m³)</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><input type="text" value="101,600m³ 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>図 8.10-4 海上残土処分計画（案）</p>	淡水化施設建設業者	SONEDE / INSTM / ANPE	<input type="text" value="非公開情報"/>

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/m³と推定すると、運搬費は101,600m³×非公開情報USD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 style="text-align: center;">  <p>出典：JICA 調査団</p> <p>図 8.10-5 濁水対策工法（案）</p> </div> <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 style="text-align: center;">  <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>図 8.10-6 マレシュ港の漁船</p> </div> <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×非公開情報+6か月間×100人×非公開情報TND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）	非公開情報

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。
供用時					
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>結論：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 非公開情報 US\$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 非公開情報 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非公開円とすれば、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	非公開情報		工事費
残土処分			工事費
濁水対策費			工事費
漁業補償			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 m³/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 (TDS73,000 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

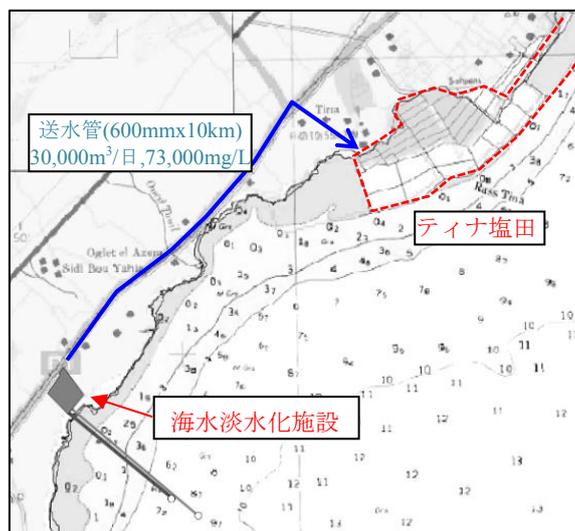
図 8.10-7 ティナ塩田の取水位置及び塩

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 m³/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）

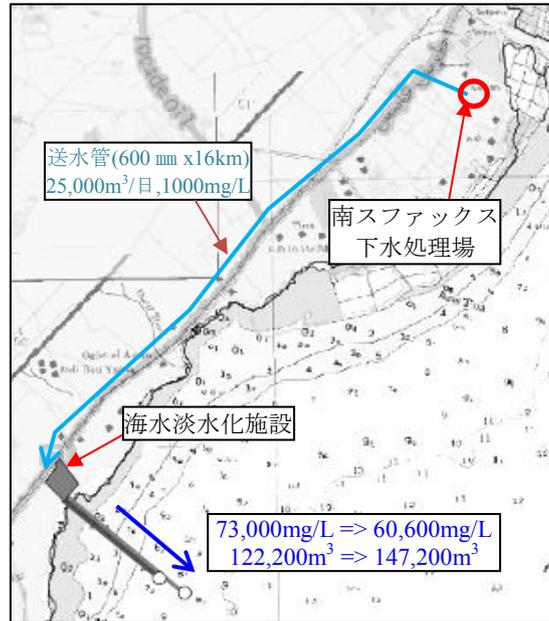
一方、塩田施設はラムサール条約の対象であるため、塩田の水質が変わることにより、どのような影響が生じるか把握する必要があり、本事業が遅延する恐れがある。このことと、本海水淡水化事業が緊急事業であることに鑑み、第1期事業においては上記の緩和策については考慮しない方針とする。その可能性については第2期事業の際に考慮することとする。

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 m³/日程度で、処理場職員によれば、そのうち 10,000 m³/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 ₂ /L	Cu	1.5	mg/L
BOD ₅	30	mgO ₂ /L	Sn	2	mg/L
Cl	無限	mg/L	Mn	1	mg/L
Cl ₂	0.05	mg/L	Zn	10	mg/L
ClO ₂	0.05	mg/L	Mo	5	mg/L
SO ₄	1000	mg/L	Co	0.5	mg/L
Mg	2000	mg/L	Br ₂	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 ⁶⁺	0.5	mg/L
NO ₃	90	mg/L	Cr ³⁺	2	mg/L
NO ₂	5	mg/L	Sb	0.1	mg/L
N	30	mg/L	Ni	2	mg/L
PO ₄	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）。

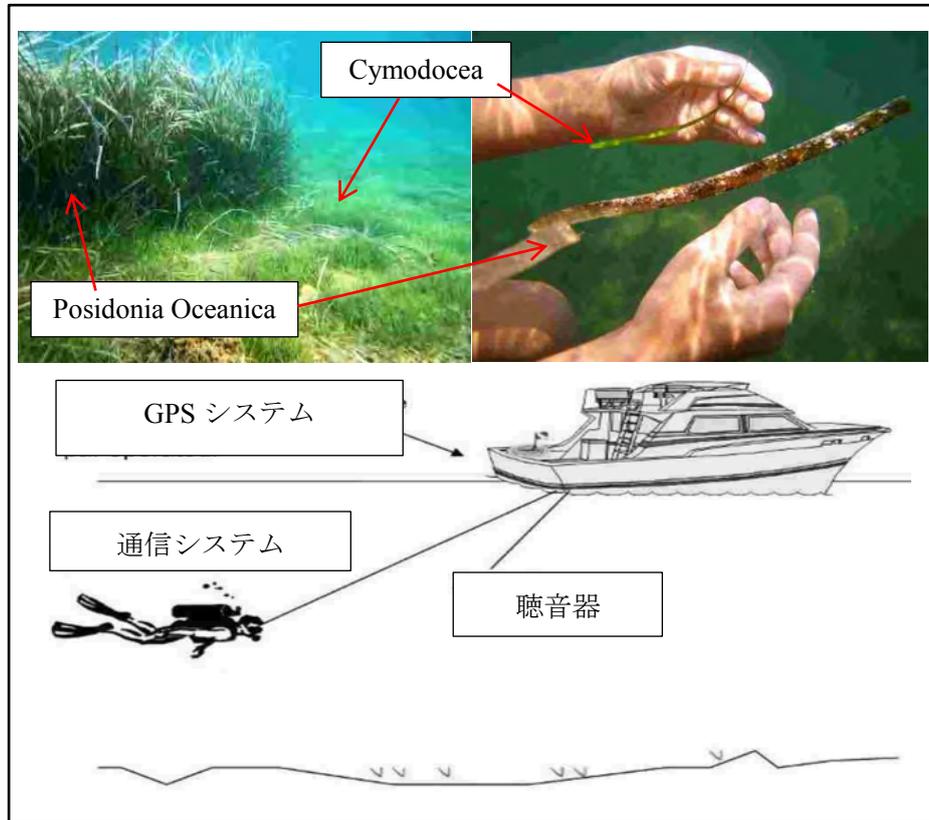
また、EIA の TOR に従って行うポシドニアのモニタリング項目は以下の表のとおり。

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 ² の内、生きている植物の数
植物の形 (Pl rhi)	40×40 cm ² 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 ヲ所	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 ヲ所及び 処分地周辺 1 ヲ所、 合計 3 ヲ所	1 年 2 回	SONEDE (+INSTM)
供用時				
水質	表 8.11-1 の項目	放流塔周辺、1 ヲ所	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 ヲ所)、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 ヲ所	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																						

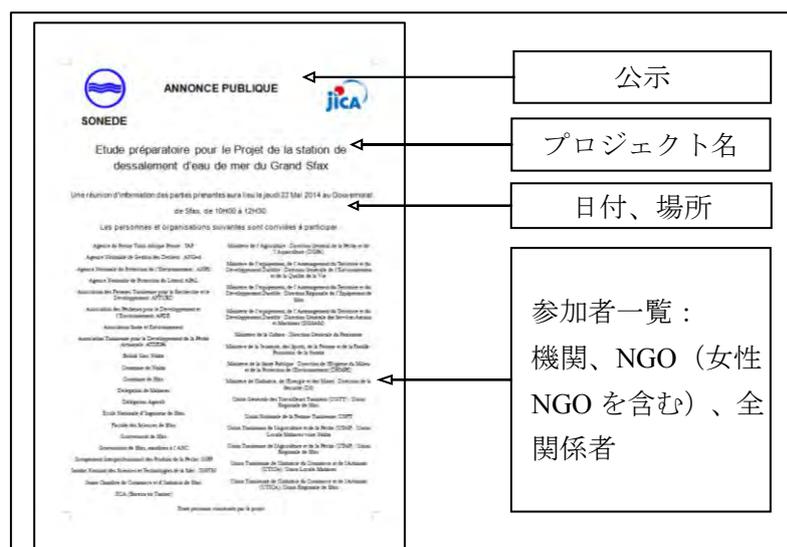
出典：JICA 調査団

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き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"> 1. ターゲット地域 2. 既存給水システム 3. プロジェクトの背景 4. JICA 調査の目標及び実施スケジュール
<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"> 1. 開発ニーズ及び海水淡水化 2. 候補地選択検討 3. プロジェクトの技術概要 4. スコーピングの結果 5. 実施スケジュール（案）
<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><u>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</u></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><u>国家遺産保存機関、考古学者:</u></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><u>保健省 (スファックス支所):</u></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><u>INSTM (海洋技術研究所)、スファックス支所:</u></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> 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？ 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。 *: 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2～3m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> 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> 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> 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？ 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？ 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

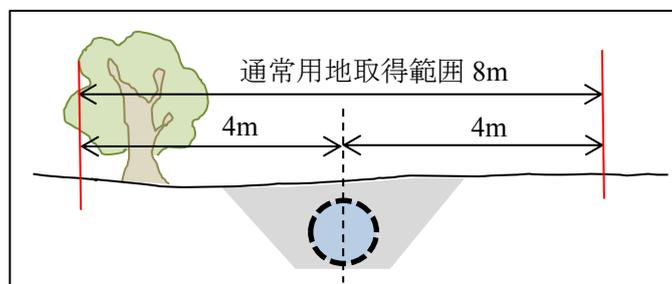
本事業の各コンポーネントの用地取得・住民移転の必要性を以下の表にまとめた。住民移転及び、大規模用地取得は行われない。

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

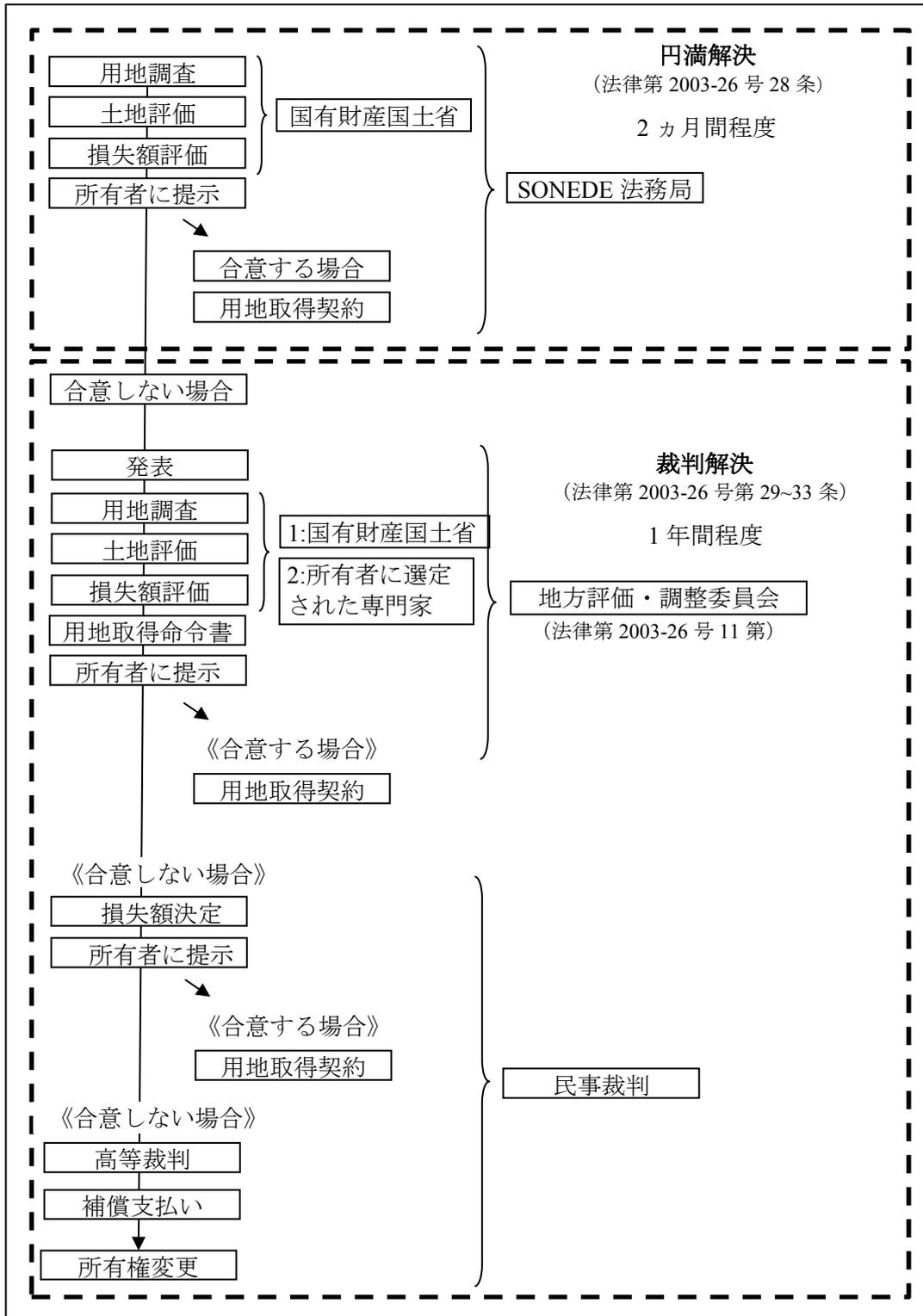
(1) 用地取得・住民移転に係るチュニジア国法制度の概要

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。



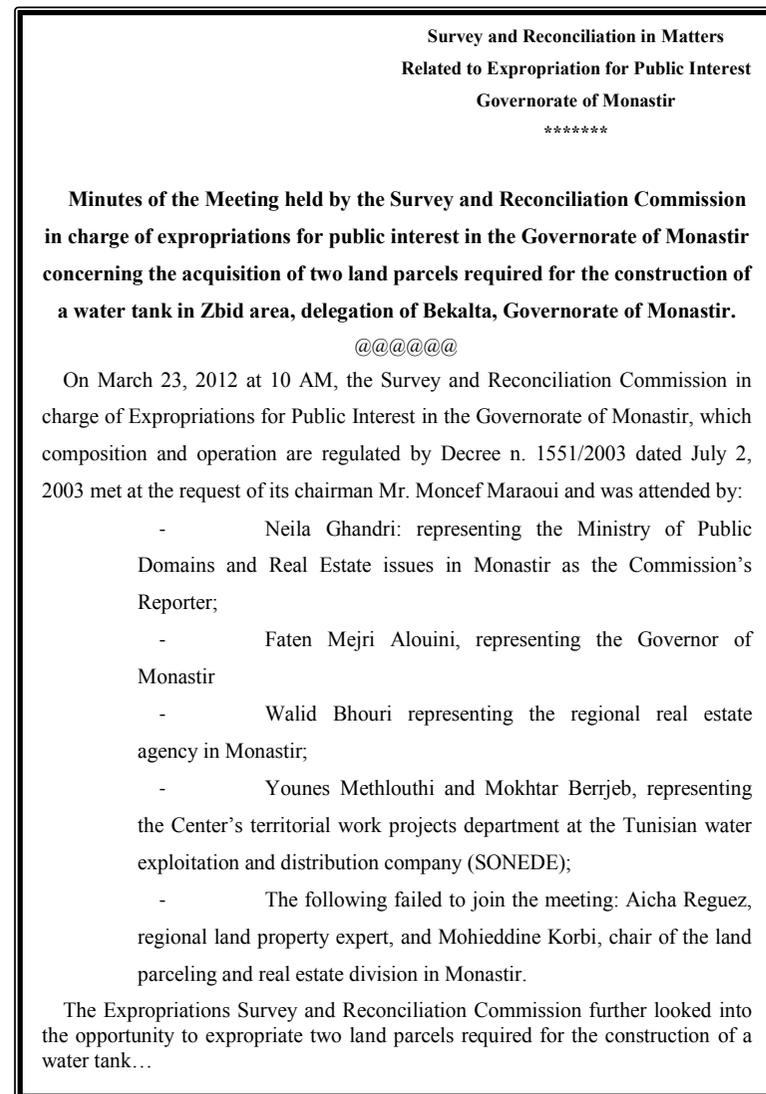
出典：JICA 調査団

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）の全ては補償に含む”	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をとする。
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、先住民族、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

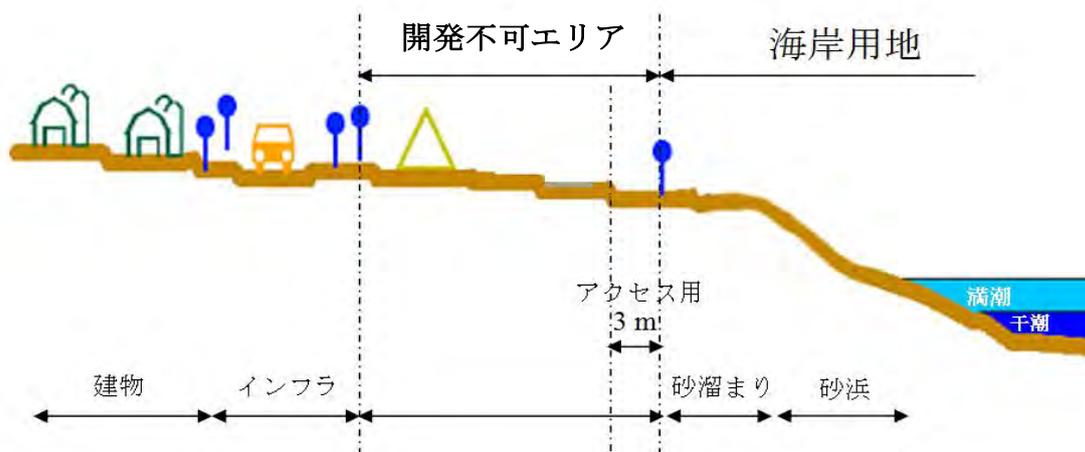
カットオフデートに適合する世帯もしくは店舗所有者が所有する土地及び土地以外の資産のための全ての補償は、再取得費用の原則に基づいて行われる。再取得費用は、影響を受けた資産を代替するために必要とされる、減価償却や税金および移転費用を減額しないで計算した次のような金額である。

- 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く。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。



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 送水管ルートの現状

No	区間	位置/	状況
1			
<p>備考 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>備考 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>備考 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>備考 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>備考 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>備考 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>備考 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>備考</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			 備考 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			 備考 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 m²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

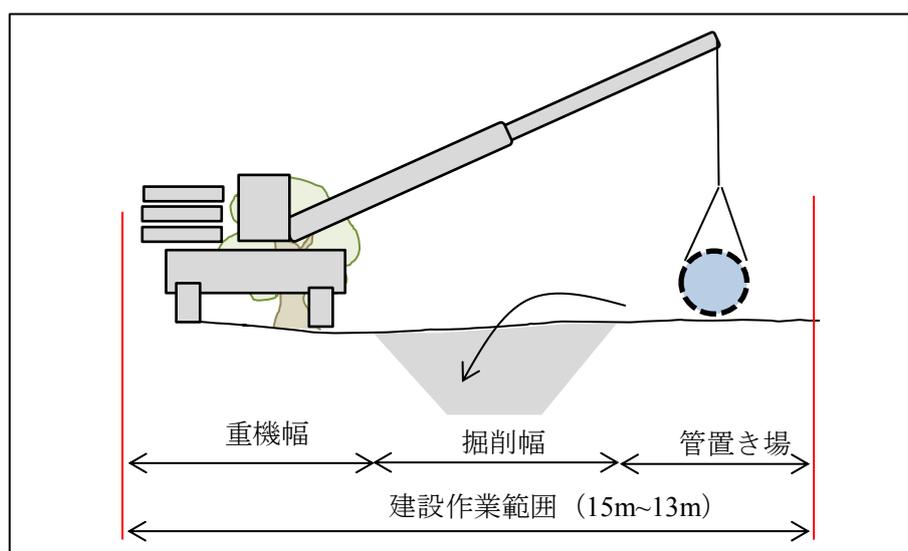
項目	人口	備考
住民移転		
合計	0	プロジェクト方針
用地取得		
所有者	9人 (+送電鉄塔対象者： 最大40人)	表 9.3-1 の 1~8 番, B12 試掘地点近傍

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				13m	
800mm	3m	2m			
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 ²)
			長さ(m)	幅(m)	面積(m ²)	
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 ²)	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 m²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 m²/基、合計では 40 基×500 m²/基 = 20 000 m²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。

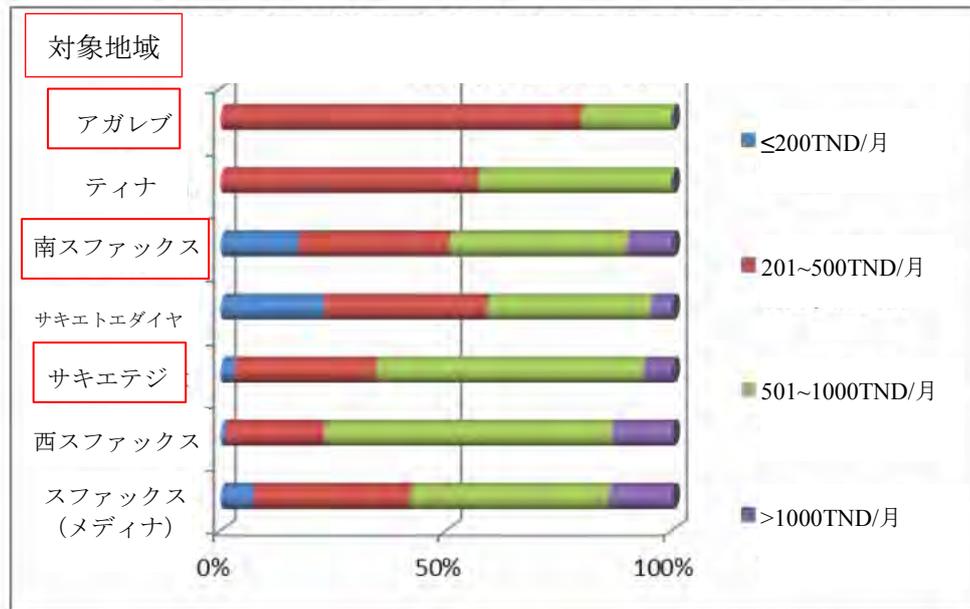
表 9.3-5 送水施設及び送電線に係る用地取得及び補償の要約

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 ²)	2,200	10,560	17,294	4,000	34,054
建造物 (塀, m)	275	150	810	-	1,235
農作物 (オリーブ本数)	-	50	61	50+375	536

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、用地取得に係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。

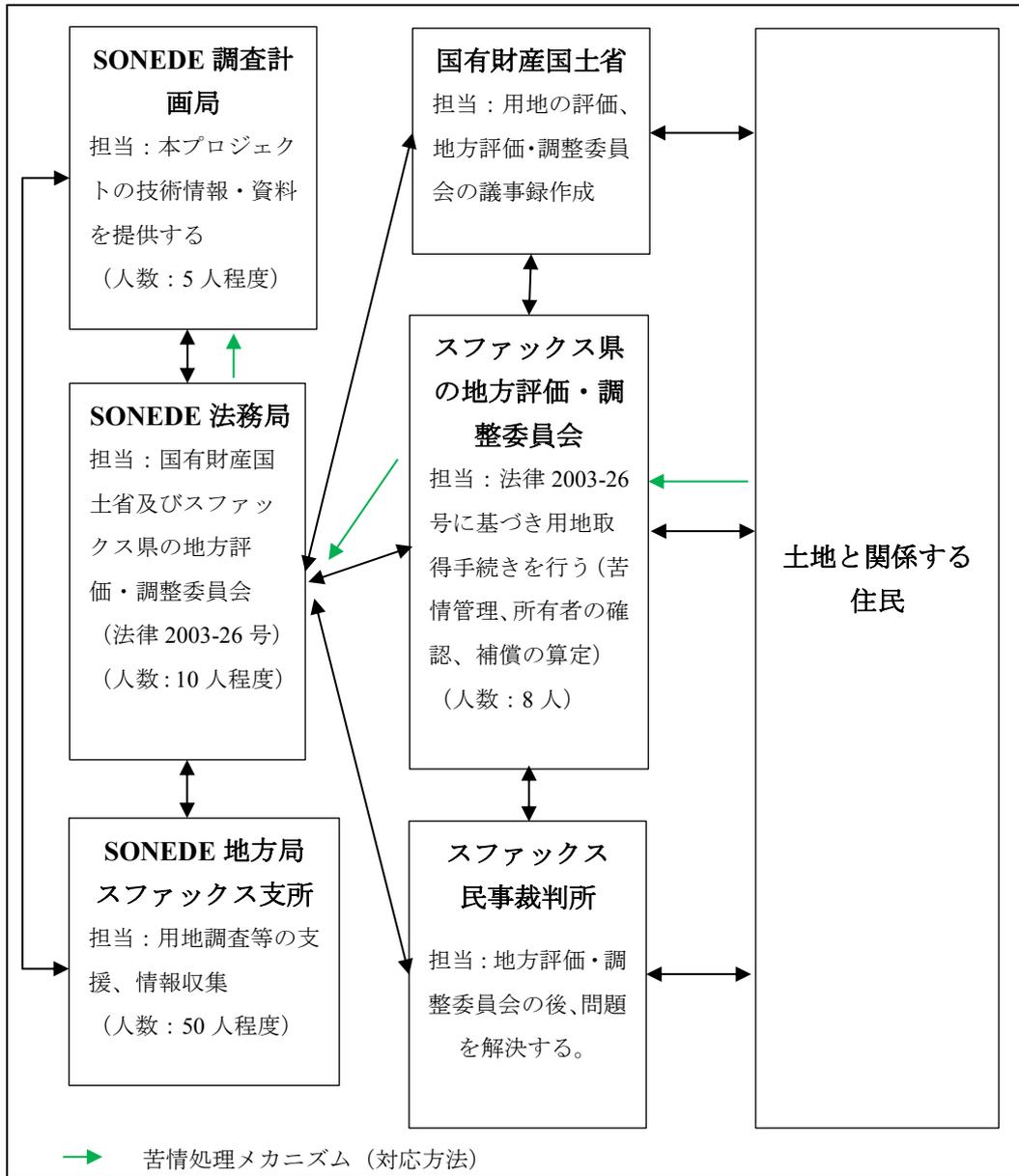
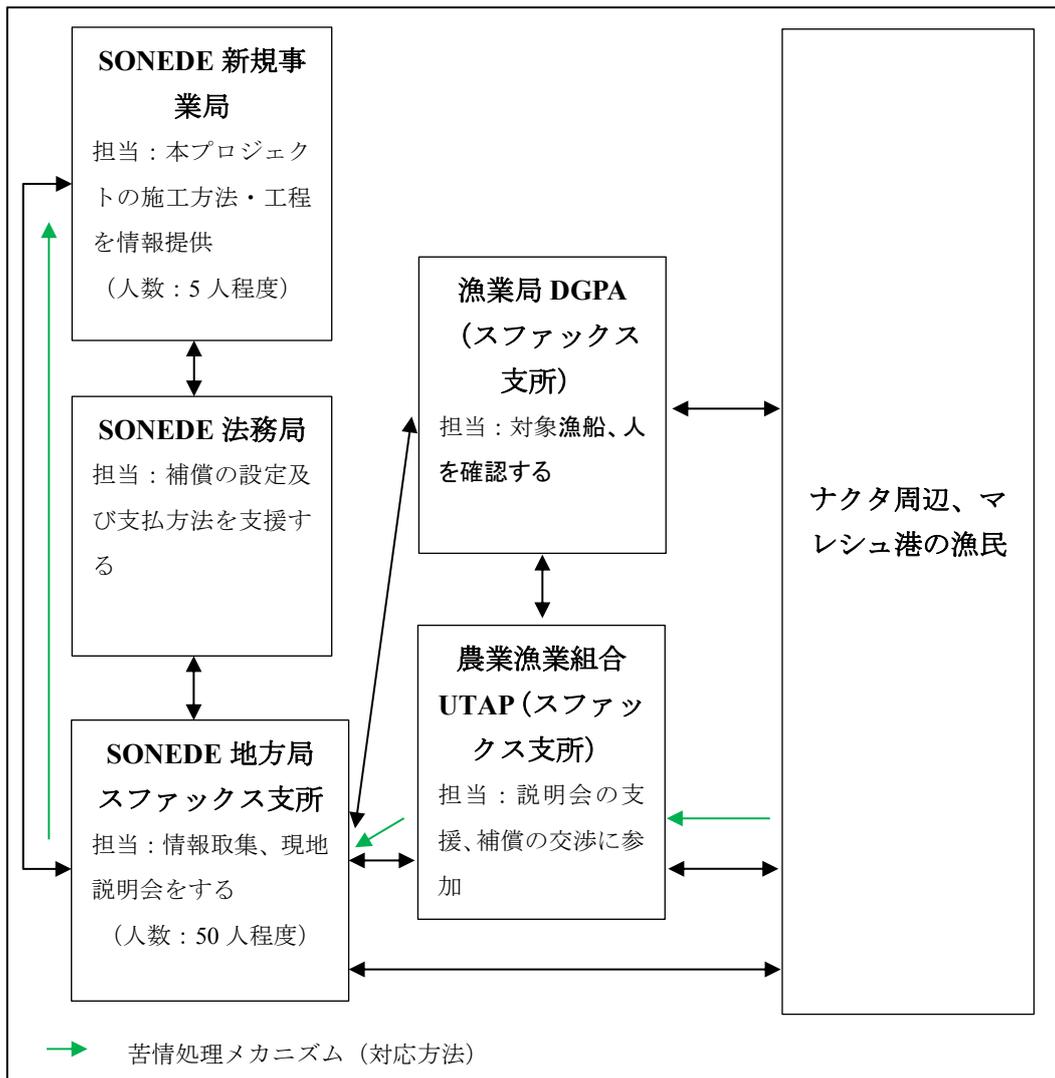


図 9.6-1 用地取得手続きの実施体制

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。

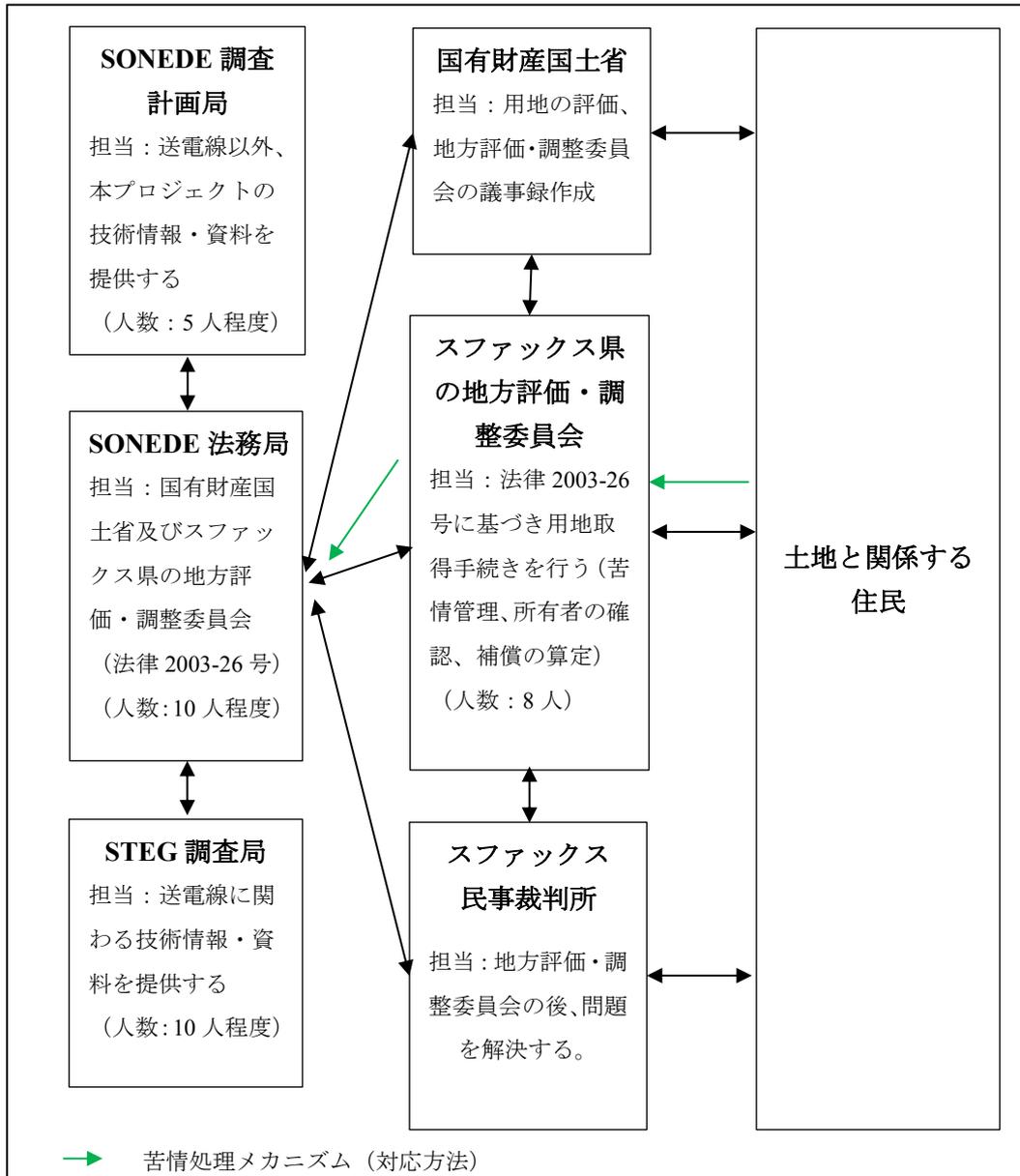


図 9.6-3 用地取得手続の実施体制（送電線）

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
用地取得手続き								
用地調査		■■■■■						
円満解決ケース			■■■					
民事裁判ケース				■■■■■				
漁業活動補償手続き								
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「非公開」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	非公開情報	
中		
小		

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。

非公開情報

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 ²)	単価 ¹⁾	合計	
表 9.3-1 の No.1	マレシュ	工場用地	2,200	非公開情報		
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	農地	10,560			
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	工場用地	1,240			
表 9.3-1 の No.4		工場用地	800			
表 9.3-1 の No.5		農地	7,760			
表 9.3-1 の No.6		工場用地	1,640			
表 9.3-1 の No.7		農地	527			
表 9.3-1 の No.8		農地	527			
図 9.3-3 (B12)		農地	4,800			
送電線の鉄塔	STEG 計画による ²⁾	農地	4,000			
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	非公開情報		
表 9.3-1 の No.2	アガレブ	塀	150			
表 9.3-1 の No.3	南スファックス	塀	155			
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	非公開情報		
表 9.3-1 の No.5	南スファックス		37			
表 9.3-1 の No.7			2			
表 9.3-1 の No.8			2			
図 9.3-3 (B12)			20			
送電鉄塔・線下	STEG 計画による ²⁾		425			

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 TND、アガレブ TND、南スファックス TND となり、総計は 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 TND (用地) + TND (オリーブ)、合計 TND 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 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 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 TND/4 年間=331,655TND/年を準備しなければならない。合計 TND となる。さらに雑費を 25%と仮定すると約 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"> ➢ 土地面積 ➢ 建造物（塀の長さ） ➢ 農作物（オリーブの本数） ➢ 所有者の人数 ➢ 権利を持っている人の人数 ➢ 権利を持っていない人の人数 						
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：						

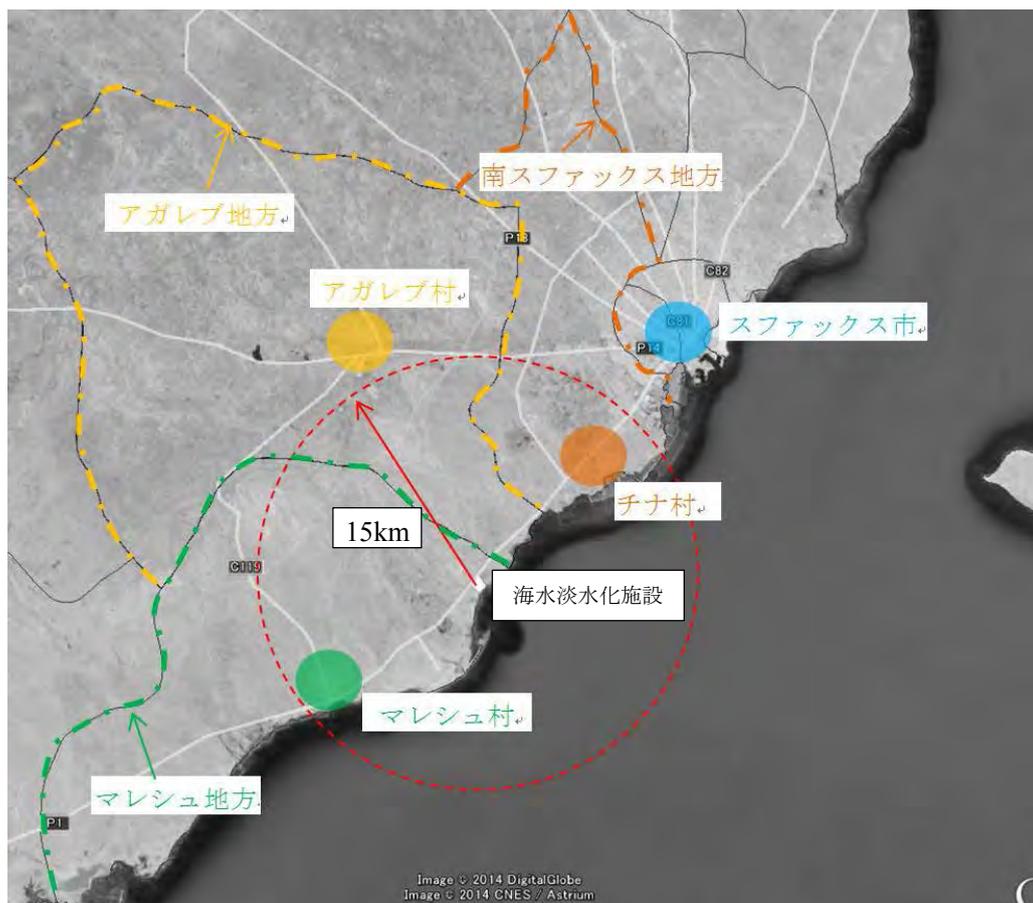
出典：JICA 調査団

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、15km¹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。

¹ 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>الموضوع: - مشروع انجاز محطة تحلية مياه البحر بسعة 200 ألف متر مكعب في اليوم بصفاقس الكبرى - حول ربط المحطة بالكهرباء.</p> <p>المصاحب: - ملحق عدد1 حول المسار الأول 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 بالماء الصالح للشرب، كما تعلمون وبعثت الشركة الوطنية لاستغلال وتوزيع المياه انجاز محطة لتحلية مياه البحر بسعة 100 ألف متر مكعب في اليوم كمرحلة أولى، وبما أن ذلك ستقوم الشركة التونسية للكهرباء والغاز بطلب الطاقة الكهربائية اللازمة لكافة المنشآت التابعة للمشروع عن طريق مد خط كهربائي جديد على،</p> <p>كما نعلم سيديكم علماً بأن الشركة التونسية للكهرباء والغاز تقوم حالياً بإعداد الدراسات الضرورية لتحديد مسار خط الجهد العالي لربط محطة التحلية بالكهرباء، وعند الانتهاء من هذه الدراسة وتحديد المسار النهائي، سيدّ انجاز دراسة الأثر البيئية التي تشمل منشآت محطة التحلية وحفظ الكهرباء، ذات الجهد العالي من قبل مكتب دراسات محترف، وخلال الدراسة البيئية سيتم تنظيم يوم إعلامي للعموم قصد شرح كل تفاصيل المشروع وعامة لفرع المخطط و ربط المحطة بالكهرباء.</p> <p>وهدف الإعلام لتسليح السكان المعنيين بهذا المشروع، تجنّب حصة هذا ملخصاً للعناصر الأساسية للمشروع (ملحق عدد3). كما نطلب من سيديكم مناداً بملاحظاتكم وتساؤلاتكم بخصوص عناصر المشروع وذلك طبقاً لوثيقة الاستشارة لفضائية (ملحق عدد2).</p> <p>وحتى نتسكّن من ابراج ملاحظتكم في الدراسة البيئية للمشروع، الرجاء موافقتنا بإجابتكم في أقرب الآجال. نقبلوا سيدي الوالد فاني عبارات التقدير والاحترام.</p> <p>الإدارة العامة للكهرباء م. جمال بوبكر</p>	<p>Annexe 1 Tracé provisoire de la ligne</p> <p>Ligne 150kV existante Nouvelle ligne jusqu'à la centrale de dessalement Centrale de dessalement Ligne haute tension 150kV 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. Yousef Shel (email: y.shel@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: ledécembre 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"> Centrale de dessalement d'eau de mer Conduites d'adduction (depuis la centrale jusqu'aux réservoirs) <p>1.2 Centrale de dessalement</p> <ul style="list-style-type: none"> Capacité à terme : 200 000m³/jour (phase I, 100 000m³/jour) Localisation : Gouvernorat de Sfax, Délégation d'Agareb, en bord de mer face à British Gas <p>1.3 Résultats attendus</p> <ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la quantité d'eau potable Amélioration de la qualité de l'eau potable <p>1.4 Mise en service prévue</p> <ul style="list-style-type: none"> Courant 2020 <p>2 Installations électriques</p> <p>2.1 Puissance nécessaire : 40MW (phase I, 20MW)</p> <p>2.2 Méthode d'approvisionnement (en cours d'étude)</p> <ul style="list-style-type: none"> 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) <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"> 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). <p>3.2 Méthode de compensation</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. 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. La STEG est responsable de la mise en œuvre des procédures.
<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スファックス県庁に送付し、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 Sfax 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 au d'environnement (Sfax) : s.soussi@sonede.com.tn, fax: 74297335
Ou M. Charfeddine Silti (email : c.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:

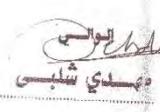
J'ai le commentaire suivant:
.....
.....
.....

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: 
Stamps: 

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

非公開情報

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 [非公開] TND/m³ と試算された。本事業の年間生産水量は 36,500,000 m³ であり、SONEDE の年間生産水量約 540,000,000 m³ 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 [非公開] TND/m³ となる。これは現在の料金水準に対して約 [非公開] TND/m³ (または [非公開] %) 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 [非公開] % 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 m³/3 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 ³ /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 ³ /四半期	37.3%	8.0%	9	7.5	68.2%	12.3%
	(21-40)m ³ /四半期	29.9%	21.0%	30	16.9	66.8%	12.0%
	(41-70)m ³ /四半期	20.0%	23.6%	50	38.4	50.9%	9.2%
	(71-100)m ³ /四半期	5.2%	10.1%	82	91.9	55.4%	10.0%
	(101-150)m ³ /四半期	1.9%	5.3%	119	153.4	56.8%	10.2%
	(151-500)m ³ /四半期	0.8%	4.1%	222	374.8	58.8%	10.6%
	(501+) m ³ /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られる。

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 ¹ 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

¹ 沖縄県「北谷浄水場」海水淡水化施設（1997 年完成、造水能力 40,000m³/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/m³）、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 50,000m³/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必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/m³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/m³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"> - 発電能力不足 - 事故 	<ul style="list-style-type: none"> - 発電施設の増強 以下、海水淡水化施設側 <ul style="list-style-type: none"> - 2回線受電 - 高圧線からの受電 - 生産水タンクの容量確保 - 非常用自家発電機の設置（送水ポンプ用）

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