

**エジプト国**  
**海水淡水化に係る情報収集・確認調査**  
**報告書**

**平成 25 年 3 月**  
**(2013 年)**

**独立行政法人**  
**国際協力機構 (JICA)**

産公
JR
13-061

<b>第 1 章 調査概要</b> .....	<b>1</b>
1.1 調査背景及び目的.....	1
1.2 調査団の構成.....	1
1.3 調査の日程.....	2
1.4 本報告書で用いた主な固有名詞.....	3
<b>第 2 章 「エ」国における海水淡水化事業に関する政策・制度</b> .....	<b>4</b>
2.1 海水淡水化事業に関する政策・制度.....	4
2.1.1 政策.....	4
2.1.2 制度.....	7
2.2 海水淡水化事業に関する資金調達方針および事業展開計画.....	9
2.2.1 資金調達方針.....	9
2.2.2 事業展開計画.....	15
2.3 過去の入札状況.....	17
2.3.1 NOPWASD リスト記載事業の入札状況.....	17
2.3.2 過去の事例からみる入札参加要件と評価のポイント.....	21
2.3.3 NOPWASD 側コンサルタントの概要.....	24
2.4 今後の方向性.....	25
2.5 他ドナーの支援状況.....	26
2.6 環境社会配慮.....	27
<b>第 3 章 「エ」国における海水淡水化技術の現状およびニーズ</b> .....	<b>28</b>
3.1 海水淡水化技術の現状.....	28
3.1.1 既存海水淡水化施設の現状および技術的仕様.....	28
3.1.1.1 「Red Sea 上下水道公社」関連地区の現状.....	28
3.1.1.2 「Sinai 上下水道公社」 South Sinai 支社関連地区の現状.....	30
3.1.1.3 「Matrouh 上下水道公社」関連地区の現状.....	33
3.1.1.4 工業用水（「エ」国国営石油化学会社 SIDPEC の例）.....	35
3.1.1.5 一般浄水場.....	37

3.1.2	施設運営技術の状況・評価	38
3.1.3	訪問先以外の淡水化施設設置状況	38
3.2	海水淡水化技術に係る諸基準	41
3.2.1	基準の整備状況	41
3.2.2	水質基準	41
3.2.3	設計・運転・維持	41
3.3	水供給における海水淡水化の位置づけ	42
3.3.1	水供給の現状	42
3.3.2	海水淡水化の位置づけ	42
3.4	海水淡水化技術導入の課題	43
3.4.1	各方式の適用可能性	43
3.4.2	RO膜式海水・かん水淡水化技術の課題	43
3.4.2.1	原水濃度の浸透圧の関係	43
3.4.2.2	RO膜法特徴	43
3.4.2.3	システムの構成	45
3.4.2.4	RO膜式海水淡水化施設導入にあたっての課題	47
3.4.3	ニーズ	48
3.4.4	我が国技術に対する関心度	49
3.4.5	環境影響	49
<b>第4章</b>	<b>まとめ</b>	<b>51</b>
4.1	「エ」国における海水淡水化技術導入の課題	51
4.1.1	「エ」国における導入インフラ	51
4.1.1.1	基礎技術の有無	51
4.1.1.2	運転・維持管理技術	51
4.1.1.3	交換部品	51
4.1.1.4	水道料金と海水淡水化コストのかい離	52
4.1.2	電力供給状況	52

4.1.3	環境基準	52
4.1.3.1	濃縮水放流基準	52
4.1.3.2	その他の基準	53
4.1.4	資金手当	53
4.2	我が国技術展開の可能性施設	53
4.2.1	RO 膜利用海水淡水化案件に係る本邦企業の競争力	53
4.2.2	協力案件（例）	54
4.2.2.1	案 1：マスタープランの見直し支援	54
4.2.2.2	案 2：淡水化施設設計基準等の策定支援	54
4.2.2.3	案 3：淡水化施設運転維持管理技術の指導	55
4.2.2.4	案 4：具体的淡水化案件導入における F/S	55
4.2.2.5	案 5：Alexandria 工業団地排水リサイクル利用 F/S	55
4.2.2.6	案 6：浄水場への MF/UF 膜ろ過技術導入 F/S	56

## 第1章 調査概要

### 1.1 調査背景及び目的

エジプト・アラブ共和国（以下「エ」国）は、アジア・アフリカ・欧州の接点であり、スエズ運河を擁し、地政学的な要衝に位置する中東・アフリカ地域の大国である。イスラム世界において大きな影響力を有している「エ」国の社会的安定と経済的発展は、中東・アフリカ地域の平和と安定にとって重要である。特に、「アラブの春」以降民主化が急速に進むなか、社会的安定と経済発展は喫緊の課題となっている。

「エ」国においては、長年 ODA 等をつうじて Cairo・Giza 等大都市圏についてインフラ整備が行われてきた。「エ」国政府は、今後の工業化や人口増大により見込まれるさらなる水需要や非ナイル川流域における需要等を満たすべく、海水淡水化技術を重要視している。

海水淡水化技術は、水関連ビジネスにおける我が国の技術的優位性が発揮されうる分野であり、また、水源に限りのある国においては有用な技術であることから、本技術を通じた途上国経済の成長に貢献が可能である。他方、海水淡水化プラントに必要な電力・エネルギーの供給や、政府補助価格の維持可能性の問題（海水淡水化による水の生産は高コストであり、一般の市民に供給するには政府補助が不可欠とされる）等さまざまな課題を有している。

本調査は、「エ」国における海水淡水化のニーズ等を調査し、課題を抽出することにより、我が国海水淡水化技術の今後の適用の可能性を検討することを目的として実施した。

### 1.2 調査団の構成

No.	Name	Job Title	Occupation
1	前田 秀 Shigeru MAEDA	総括 Team Leader	JICA 産業開発・公共政策部 技術審議役
2	田部 仁祥 Kimiyooshi TABE	協力企画 Cooperation Planning	JICA 産業開発・公共政策部 計画・調整課 調査役
3	服部 聡之 Toshiyuki HATTORI	水ビジネス海外展開 Consultant / Water Business	JICA 地球環境部 アドバイ ザー
4	豊岡 正道 Masamichi TOYOOKA	政策・制度／入札分析 Consultant / Policy, Low	株式会社アンジェロセック 人間環境開発部 課長
5	上村 順一 Junichi KAMIMURA	海水淡水化技術/水道事業運営 Consultant / Engineering, Managemant	株式会社アンジェロセック 水環境技術部 部長

1.3 調査の日程

Date	Day	産業開発・公共政策部 前田/田部	地球環境部 服部アドバイザー	上村コンサル、豊岡コンサル
1/26	土			20:50 成田発 (MS965)
1/27	日			3:50 Cairo着 11:00 JICA事務所 14:00 HCWW
1/28	月			10:00 Aqua Nile 12:30 HCWW 14:30 Ministry of Finance (PPP Central Unit)
1/29	火			11:00 HCWW 12:00 NOPWASD 15:00 三井物産カイロ事務所
1/30	水			12:00 豊田通商カイロ事務所
1/31	木			12:00 SIDPEC ※Alexandria
2/1	金			データ整理/社内打合せ
2/2	土	20:50 成田発 (MS965)		データ整理/社内打合せ
2/3	日			3:50 Cairo着 11:00 JICA事務所 12:00 HCWW
2/4	月			9:00 HCWW 10:00 EEAA 12:30 MWRI 14:00 NOPWASD
2/5	火			11:15 Cairo→Hurghada(MS335) 13:30 Hurghadaプラント視察 19:10 Hurghada→Sharm El Sheikh (MS424) ※Sharm El Sheikh/日
2/6	水			8:30 Sharm El Sheikh→Dahabへ移動 19:15 Sharm El Sheikh→Cairoへ移動 (MS310) 10:00 Dahabプラント視察 13:30 Dahab→Sharm El Sheikhへ移動 15:00 Sharm El Sheikhプラント視察
2/7	木			8:45 HCWW 10:00 MWWU 14:00 MOUP 16:00 日本大使館
2/8	金			15:00 Giza浄水場 23:20 Cairo発 (MS964) ※前田/田部のみ
2/9	土	18:00 成田着		データ整理/社内打合せ
2/10	日			Cairo→Matrouhに移動 Matrouh水道公社 ※Matrouh/日
2/11	月			Matorouhプラント視察 Matrouh→Cairoに移動
2/12	火			10:00 HCWW 11:00 大日本土木カイロ営業所
2/13	水			10:00 IDA 12:00 Ministry of Finance (PPP Central Unit) 16:00 双日カイロ事務所
2/14	木			10:00 HCWW 12:30 NOPWASD 16:00 JICA事務所
2/15	金			データ整理/社内打合せ 23:20 カイロ発 (MS964)
2/16	土			18:00 成田着

#### 1.4 本報告書で用いた主な固有名詞

- Ministry of Water and Wastewater, Utilities (MWWU) 上下水道省
- Holding Company of Water and Wastewater (HCWW) 上下水道合資会社
- National Organization for Potable Water and Sanitary Drainage (NOPWASD) 全国上下水開発公社
- Ministry of Finance, Public Private Partnership Central Unit 財務省 PPP セントラルユニット
- Ministry of Water Resources and Irrigation (MWRI) 水資源灌漑省
- Industrial Development Authority (IDA) 産業開発機構
- Ministry of Urban Planning (MOUP) 都市計画省
- Egyptian Environmental Affairs Agency (EEAA) 環境局
- Sidi Kerir Petrochemicals Co. (SIDPEC) エジプト国営石油化学会社

## 第2章 「エ」国における海水淡水化事業に関する政策・制度

### 2.1 海水淡水化事業に関する政策・制度

#### 2.1.1 政策

「エ」国は、国家開発計画にあたる“National Income Doubling Plan - 10 year Strategic Framework 2012/2022”（以下、NIDP）を作成している<sup>1</sup>。NIDPでは、当国社会のビジョンと目標を掲げたうえで、2012年から2022年までの10年間で①復興期、②経済開発期、③持続的高成長達成のための第一期、

の3つの段階に分け開発戦略打ち出している。NIDPでは、省庁ごとに作成されたマスタープランや個別事業についての議論はなされていないが、2022年以降も含む「エ」国の長期経済・社会計画を牽引するための方針が記されている。

海水淡水化事業は、上下水道省（MWWU：Ministry of Water and Wastewater, Utilities）や水資源灌漑省（MWRI：Ministry of Water Resources and Irrigation）<sup>2</sup>、環境省など複数の省庁・機関が関係し、そ

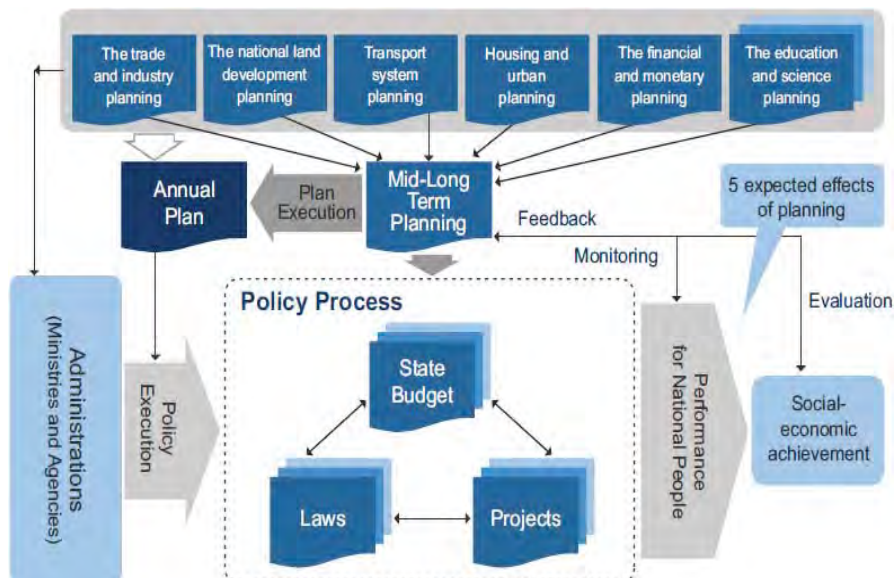


図 2.1-1 政策の実行に関する相関

（出所） Kei Sakamoto, ‘EFFORTS TO INTRODUCE INCLUSIVE PLANNING IN EGYPT’, “Global Economy & Development” Working Paper 58, p27, The Brookings Institution, 2013

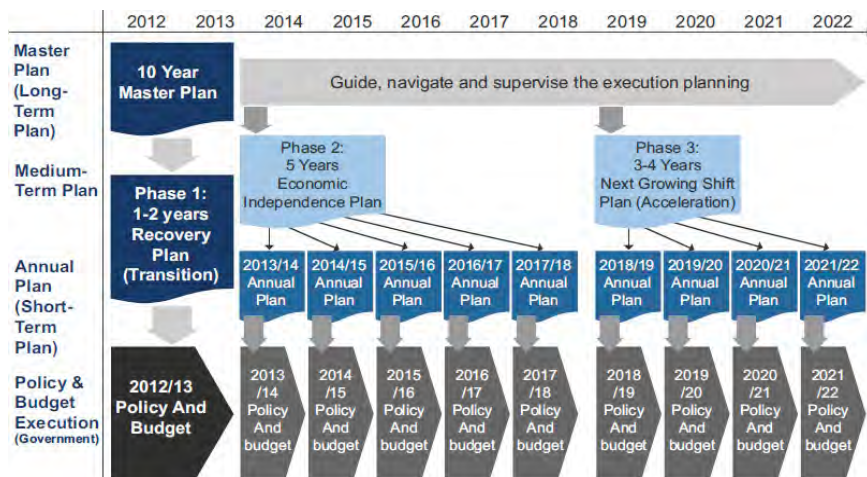


図 2.1-2 NIDP と計画実行の関係

（出所） 同上

<sup>1</sup> これは我が国の支援のもとで策定された革命後初の長期経済・社会計画であり、3つの基本政策として産業政策、国土総合開発政策、人材開発政策を打ち出している。

<sup>2</sup> 2012年8月に Ministry of Housing, Utilities and Urban Planning が改組され、水道事業に関してはMWWUが管轄することとなった。



れぞれに事業戦略や活動計画、調査結果などが存在する。NIDP は、政策実行の強化方法についての指針を示している。

具体的な水資源の確保については、水資源灌漑省 (MWRI) が作成したマスタープラン<sup>3</sup>にて、国全体の水収支を確認することができる。同省試算によれば、2017 年の年間取水量は 608 億トンで、1997 年時の 577 億トンから 30 億トンの増加を見込んでいる<sup>4</sup>。総排出量に関しては、1997 年以降の生活排水および漁業排水量の削減は見込まれるものの、都市部および産業分野における水使用量の増加や気候変動の影響による蒸発散量の増加を予測し、2017 年の総排出量も 577 億トンとしている。よって、2017 年時の水収支は、30 億トンのプラスを見込んでいる。

「エ」国では、水資源の 80%以上は農業に使われている。MWRI のマスタープランでは、2017 年に、灌漑面積を 1997 年時点の 336 万 ha から 462 万 ha まで拡大するとしている。また、農業、産業、貿易・生産サービスを最大限に開発することを都市開発戦略として掲げる都市計画省 (MOUP : Ministry of Urban Planning) によると、2050 年までの 40 年間で新規農業開拓地を 590 万エーカー (236 万 ha) 増加させるとある。このうち約半分は、先端技術と海水淡水化の拡大によって耕地化する計画とされており<sup>5</sup>、これが実現すれば灌漑面積は 572 万 ha となる。

上下水道にかかる政策は、上下水道省 (MWWU) 傘下の各機関の計画を上下水道合資会社 (HCWW : Holding Company of Water and Wastewater) が取りまとめた“Strategic Master Plan” (以下、SMP) によって、2037 年までの基本政策が示されている<sup>6</sup>。「エ」国政府は、今後、海水淡水化事業の推進を加速させていく方針であり、この背景には、主に、国民一人あたりの水使用量の低下という問題を抱える事情と<sup>7</sup>、最近の海水淡水化プラント建設コストの

<sup>3</sup> “Water for the Future: National Water Resources Plan 2017”, 2005.1

<sup>4</sup> アスワンハイダム建設着工前年の 1959 年にスーダンとの間で締結された水利協定により、同ダムから「エ」国側へ年間 555 億トンの水量割当が合意された。これが半世紀に渡って同国の水収支を考えるうえでの基準となっている。

<sup>5</sup> 残る半分の面積は、旧来の水資源と灌漑システムの開発によって耕地化するとしている。

<sup>6</sup> HCWW によると、SMP は対象年を 2012 年から 2037 年までの 25 年間としているが、これを構成する個々のプラント事業の全てが新しい計画のものではなく、これまでのマスタープランを継承したり、それを更新したりした事業も含まれるとのことである。本報告時点において、SMP の完全版は未入手である。海水淡水化事業に関連する情報のみ、Matrouh、Red Sea、Sinai の各上下水道公社支社および全国上下水開発公社 (NOPWASD : National Organization for Potable Water and Sanitary Drainage) から入手した。

<sup>7</sup> スーダン側の取水量が短期的に増加しないこと、および近年のナイル川の流量の多さから、今後も本水量を基準としてみることは妥当と考えられているが、一方で「エ」国の人口は、同協定が締結された翌 1960 年は 2,800 万人弱だったのに対して、1990 年にはその倍にあたる 5,600 万人を超え、2011 年になると 8,200 万人に達している (World Bank, ‘World databank: World Development Indicators (WDI)’ (<http://www.data.worldbank.org>))。すなわち、国民一人あたりの水使用量は減少の一途をたどっており、この傾向は今後も続くものとみられる。人口増加と水の利用可能性に関する概念図を次頁脚注に示す。

低下<sup>8</sup>という要素がある。

「エ」国では、公共水道部門における海水淡水化プラントは、今後、Matrouh、Hurghada、North Sinai、South Sinai の4県のみにおいて実施される予定である。調査団が HCWW および Matrouh、Hurghada、Sinai の HCWW 各支社から入手した情報では、2012年時点で約 67,000 m<sup>3</sup>/d だった総造水量を、5年後の2017年には約 36 万 m<sup>3</sup>/d に、10年後の2022年には約 46 万 m<sup>3</sup>/d まで増加させる計画となっている。25年後の2037年には、100 万 m<sup>3</sup>/d に到達させることを目標としている。（「2.2.2 事業展開計画」参照）

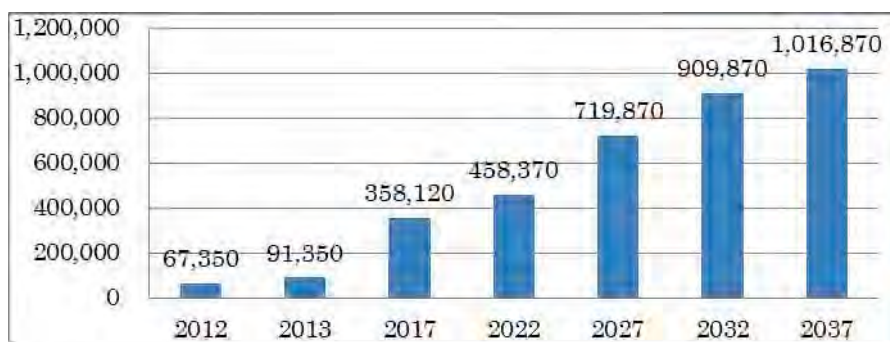


図 2.1-3 Matrouh 県、Red Sea 県、North Sinai 県、South Sinai 県に海水淡水化による計画造水量の推移

(出所) HCWW

一方、プラント計画の実行を担う NOPWASD から入手したリストによると、これまでに建設が完了したプラントは 33 基で、現在建設中のプラントは 8 基、さらに今後建設の着工が予定されているのは 24 基とされている。建設中および建設着工予定のプラントは、2020 年までに工事が完了するとしており、これら全 65 基の稼働により、合計造水量は 40 万 m<sup>3</sup>/d に達する。今後、SMP にある目標造水量を達成すべく、具体的に、2020 年以降のプラント

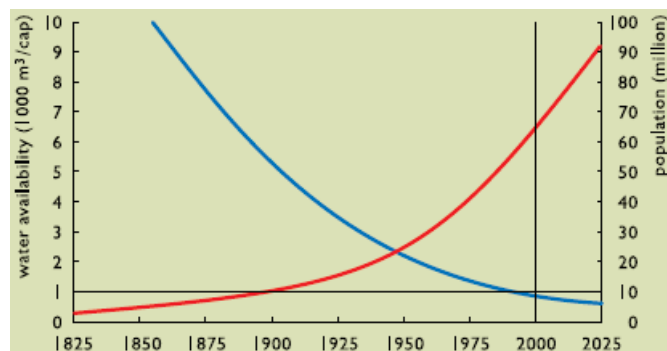


図 2.1-4 「エ」国人口（赤線、右縦軸）と一人あたりの年間水使用量（青線、左縦軸）の推移概念図  
(出所) MWRI, “Water for the Future: National Water Resources Plan 2017”, 2005.1

<sup>8</sup> 海水淡水化施設の製造コストは 6~7 LE/m<sup>3</sup> にまで低下しており、ナイル川からの送水管敷設費や電気代、人件費等を含めた同河川の水道水供給コスト 4~5 LE/m<sup>3</sup> と比較しても大差はなくなっている。

建設事業計画の立案が待たれるところである。

なお、上下水道省管轄の海水淡水化事業のほか、発電所に海水淡水化施設を設置する電力エネルギー省管轄の事業や、工業団地や観光地などでの民間の海水淡水化事業も実施されており、世界各国の海水淡水化事業のデータベースを有する Global Water Intelligence 社の情報によると、「エ」国内で過去に行われた海水淡水化事業の数は 400 を超える。特に、民間による事業数が多く、今回、その監督官庁である貿易産業省下の産業開発機構（IDA : Industrial Development Authority）に関連情報の提供を依頼したものの、本報告時までに先方から情報は届いていない。

本節の最後に、海水淡水化プラントの稼働には電力供給の問題があることを述べておく。BP 統計から、「エ」国のエネルギーのバランスとみてみると、消費エネルギーの約 95% を占める石油、天然ガスの生産量と消費量は表 2.1-1 のようになる。天然ガスは、生産量の伸びとともに消費量も伸びている。一部報道では、本年には、「エ」国としてはじめて天然ガスを輸入するという情報もある。これらを踏まえると、「エ」国内の電力供給は、石油、天然ガスを燃料とする火力発電に大きく依存しているが、国内の石油資源だけでは電力需要を賄えない状況にあるとみることができる。また、2011 年末時点での石油の確認埋蔵量は 43 億バレルと産油国のなかでは比較的小さく、可採年数も 16 年にとどまっている。

表 2.1-1 過去 5 年間の「エ」国における石油、天然ガスの生産・消費量

		2007	2008	2009	2010	2011
石油	生産量 [百万ト]	34.1	34.6	35.3	35.0	35.2
	消費量	30.6	32.6	34.4	36.3	33.7
天然ガス	生産量 [百万ト]*	50.1	53.1	56.4	55.2	55.1
	消費量	34.5	36.8	38.3	40.6	44.7

(注) \*石油換算量

(出所) BP, 'BP Statistical Review of World Energy', 2012.6

### 2.1.2 制度

海水淡水化事業に関連する法律として、入札法、PPP 法、環境保護法が挙げられる。「エ」国における民営化プログラムを進めたものとしては、1991 年法律第 203 号の公営企業法がある。これにより、証券取引所において公営子会社企業の株式の取引が可能となり、公営企業に対する「エ」国内外の民間投資は大きく増加している。民営化の形態として、下請契約やリース契約、マネジメント契約による既存設備の全部または一部の利用が可能となり、1996 年法律第 100 号によって電力セクターに BOOT 方式の概念が導入されたのを契機に、浄水場や下水処理場をはじめ、道路、空港、その他のインフラプロジェクトにも広まっている。

官民パートナーシップ（PPP : Public Private Partnership）に関する取り組みとして「エ」

国政府は、2007年、財務省にPPP中央ユニットを設置したうえで、国の経済的および社会的な発展計画に対する民間部門の関与を促進、増加させるという戦略に従い、2010年法律第67号（PPP法）の普及を通してPPP概念の導入を主導した。PPP案件化の流れは、各省庁の入札担当部局からPPP中央ユニットに事業提案がなされることから始まり、同ユニットによるプレ・フィージビリティスタディとスクリーニングを経て、PPP最高評議会<sup>9</sup>が事業承認の是非を判断する。PPP事業として承認された事業は、入札手続きに移る。これは、入札法に準拠する。

1998年法律第89号の入札法では、入札にかかる全ての手続きおよび規制の対象となる民間企業ならびに公営企業からの商品、サービス、建設にかかる調達について規定している。特に、国内業者と国外業者の違いに関して、同法は、最適かつ最低額の入札者との間で契約が結ばれなければならないが、「エ」国内の製品、作業、サービスに関しては、国内業者の入札額が国外業者による最低入札額の1.15倍以内であれば、国内業者が優先されるとしている。また、不可抗力の概念に関しては、民法の原則に従って判断されるとしており、同原則に基づけば、材料の入手不能、ストライキや出荷の遅れ等の障害を不可抗力と認めるには、契約書にこれが明記されていなければならない。

その他の法律として、1994年法律第4号の環境法が挙げられる。これについては、「2.6 環境社会配慮」に記述する。

上水道事業の実施体制については、「エ」国政府においては、上下水道省(MWWU)が所掌し傘下に実施機関として、上下水道合資会社(HCWW)、全国上下水開発公社(NOPWASD)、上下水建設庁(CAPWO)、水規制庁(EWRA)がある。

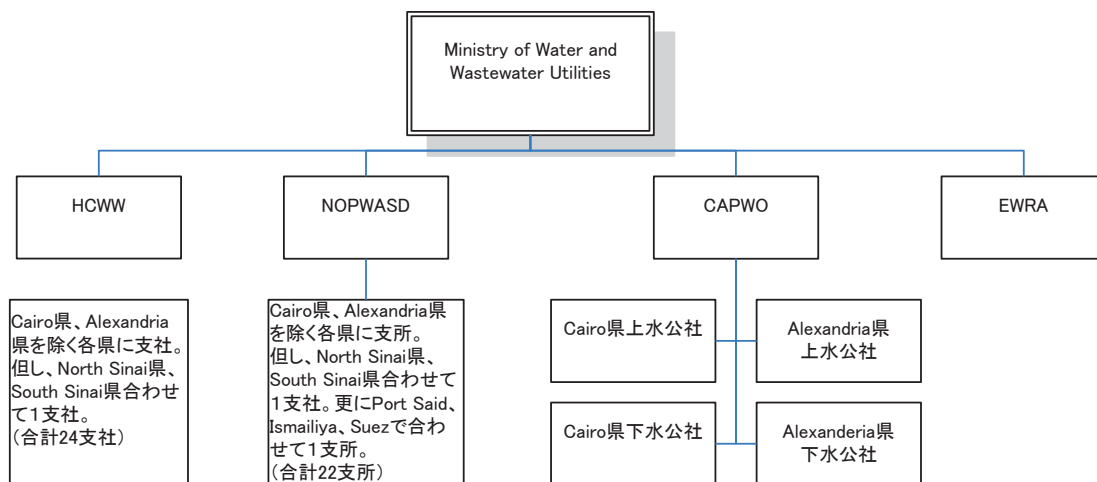


図 2.1-5 上下水道省の組織図

(注) HCWW、NOPWASD からの聞き取りをもとに調査団が作成。

<sup>9</sup> PPP 法第 14 条によると、その構成は、首相を議長に、財務大臣、投資大臣、経済開発大臣、法務大臣、住宅公共事業大臣、運輸大臣の 6 大臣に、PPP 中央ユニット長を加えたものとされている。首相は、必要に応じて他の大臣をメンバーに加えることができる。首相不在の場合は財務大臣が議長を務める。

HCWW は、運転および保守管理を行う各地方（Cairo および Alexandria を除く）の水道公社の持株会社である。既存施設の O&M を行い、その経験から将来の水道需要を予測し、新規施設の計画立案を行う。上述のとおり、SMP の作成と年度ごとの見直しを担当する。Cairo の本社は、支社の監理業務も行う。NOPWASD は、各施設の計画、予算申請、設計、建設を実施する。なお、Cairo および Alexandria については、CAPWO が全てを担当する。料金、水質管理、事業体の財務バランスなど規制については、水規制庁が担当する。MWWU の組織図および HCWW と NOPWASD の役割分担は、それぞれ図 2.1-5、図 2.1-6 のとおりである。後者は、調査団が HCWW および NOPWASD との三者会議で聞き取った内容を反映している。

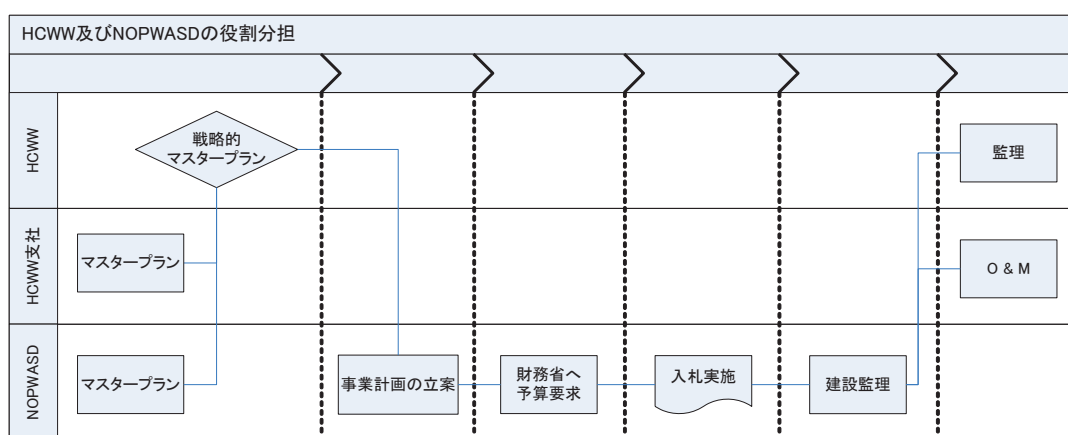


図 2.1-6 HCWW と NOPWASD の役割分担概念図

(注) HCWW、NOPWASD からの聞き取りをもとに調査団が作成。

## 2.2 海水淡水化事業に関する資金調達方針および事業展開計画

### 2.2.1 資金調達方針

本節では、HCWW および Matrouh、Red Sea、Sinai の各 HCWW 支社の経営・財務状況を述べたうえで、「エ」国の経済情勢、官民パートナーシップ（PPP）について記述する。

#### (1) 経営・財務状況と水道料金

##### ① 上下水道公社の経営状況

HWCC 傘下の上下水道公社の経営状況は表 2.2-1 に示すとおりである。同表にみられるように、データを入手した 2006 年以降、公社の経営状況は徐々に改善されつつあるが、水道事業収入により減価償却を含む運転維持管理費を回収できている公社は少なく、2011 年 6 月期は 6 公社であった。2011 年に民主化革命が起こり、現在、この数は 2 公社に減少していることである。なお、本調査時点において、黒字化している 2 公社は、Cairo 県上水公社および Alexandria 県上水公社であるが、両県においては、他の県と異なり、水道公社と下水道公社を別々に運営しているため、2 水道公社に限っては、収益性の悪い下水

道事業の影響を受けていないためである。

平均漏水率は徐々に減少しつつあり、2011年には23%であった。料金徴収率は比較的高く、2011年には94%に達している。平均給水原価は2011年において1.09 LE/m<sup>3</sup>であった。

表 2.2-1 県レベルの上下水道公社の経営状況

		2006年6月期	2007年6月期	2008年6月期	2009年6月期	2010年6月期	2011年6月期
収支	HCWW傘下の上下水道公社数	14	14	16	19	23	24
	運転維持管理費(施設減価償却費を除く)を回収できた公社数	3	3	4	8	11	12
	運転維持管理費(施設減価償却費を含む)を回収できた公社数	1	1	1	1	4	6
漏水	漏水率25%を超える公社数	11	11	11	11	9	7
	平均漏水率	30%	29%	28%	27%	24%	23%
その他	平均料金徴収率	80%	84%	87%	90%	93%	94%
	平均給水原価 [EGP/m <sup>3</sup> ]	0.87	0.98	1.03	1.07	1.08	1.09

(出所) HCWW

生活水の供給に関して、海水淡水化を導入している3つの公社(Matrouh、Red Sea、Sinai 上下水道公社)の漏水率を表 2.2-2 に示すが、3公社ともに漏水率は、HCWW傘下の全公社平均より高い値を示している。

表 2.2-2 海水淡水化を導入している3公社の漏水率

給水状況	Matrouh上下水道公社		Red Sea上下水道公社 (Hurghada含む)		Sinai上下水道公社 (Sharm El Sheikh含む)	
	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期
(1) 浄水生産量 [百万m <sup>3</sup> /年]	89.879	92.577	35.959	44.807	94.578	128.160
(2) 浄水供給量 [百万m <sup>3</sup> /年]	45.593	59.051	27.511	32.688	61.816	74.158
(3) 漏水量 =(1)-(2) [百万m <sup>3</sup> /年]	44.286	33.526	8.448	12.119	32.763	54.002
(4) 漏水率 =(3)/(1) [%]	49.3%	36.2%	23.5%	27.0%	34.6%	42.1%

(出所) HCWW

## ② Matrouh、Red Sea、Sinai 各上下水道公社の財務状況

海水淡水化を導入している3公社(Matrouh 上下水道公社、Red Sea 上下水道公社、Sinai 上下水道公社)の損益計算書(P/L)、貸借対照表(B/S)、キャッシュフロー計算書(C/F)をそれぞれ表 2.2-3、表 2.2-4、表 2.2-5 に示す。

表 2.2-3 の損益計算書(P/L)にみられるとおり、3公社の税引前利益はいずれもマイナス(赤字)であり、また EBITDA (Earning Before Income Tax, Depreciation and Amortization) もマイナスである。運営費用の一部は「エ」国政府より補助金の形で補てんを受けている。

表 2.2-3 海水淡水化を導入している3公社の損益計算書 (P/L)

損益計算書(PL)	Matrouh上下水道公社		Red Sea上下水道公社 (Hurghada含む)		Sinai上下水道公社 (Sharm El Sheikh含む)	
	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期
売上						
(1) 水道料金	43.196	37.487	83.492	76.451	83.613	40.202
(2) 水道接続料	43.656	58.650	1.756	1.774	1.361	0.990
(3) 下水使用量	11.180	6.244	1.507	6.204	6.795	8.231
(4) その他売上	0.934	2.563	7.034	0.000	0.492	0.321
(5) 営業活動売上=(1)+(2)+(3)+(4)	98.966	104.945	93.789	84.430	92.260	49.743
(6) 財務活動利益(株式配当、譲渡益)	0.000	0.000	0.000	29.643	0.000	0.000
(7) 財務活動利益(銀行利子)	0.983	0.432	5.887	3.732	0.762	0.531
(8) 前年度からの繰り越し収益	13.508	12.072	25.104	2.173	59.948	1.853
(9) 売上合計=(5)+(6)+(7)+(8)	113.457	117.449	124.780	119.978	152.971	52.128
補助金等	24.141	57.000	0.000	29.643	0.187	96.501
費用						
(10) 原材料費	2.421	2.555	1.707	0.644	2.518	2.050
(11) 動力費	18.321	17.551	26.294	33.799	32.158	46.100
(12) 消耗品交換部品費	6.463	6.075	22.339	11.089	11.453	12.038
(13) 原材料、燃料・消耗品計=(10)+(11)+(12)	27.205	26.180	50.340	45.532	46.130	60.187
(14) 賃金	41.540	32.707	30.133	24.012	43.117	34.935
(15) 交通費、外部委託費他	10.579	16.433	11.325	40.107	46.714	63.778
(16) 減価償却費	51.705	48.596	57.582	78.442	78.600	107.228
(17) その他費用	0.387	0.413	0.728	0.708	0.436	0.387
(18) (6)~(8)費用小計	62.671	65.442	69.635	119.258	125.750	171.393
(19) 水道メーター費用	47.021	57.017	1.527	5.224	2.075	1.819
(20) 前年度からの繰り越し費用	11.157	49.645	25.809	4.394	14.379	2.917
(21) 費用合計=(4)+(5)+(9)+(10)+(11)	189.594	230.992	177.446	198.420	231.450	271.251
<b>税引前利益</b>	<b>-51.996</b>	<b>-56.542</b>	<b>-52.665</b>	<b>-48.799</b>	<b>-78.293</b>	<b>-122.623</b>
<b>EBITDA</b>	<b>-52.979</b>	<b>-56.975</b>	<b>-58.552</b>	<b>-82.174</b>	<b>-79.056</b>	<b>-123.154</b>
税引前利益(補助金を除外した場合)	-76.137	-113.542	-52.665	-78.442	-78.480	-219.124
EBITDA(補助金を除外した場合)	-77.121	-113.975	-58.552	-111.817	-79.242	-219.655

(注) HCWW からの情報をもとに、調査団が作成。

表 2.2-4 海水淡水化を導入している3公社の貸借対照表 (B/S)

貸借対照表	Matrouh上下水道公社		Red Sea上下水道公社 (Hurghada含む)		Sinai上下水道公社 (Sharm El Sheikh含む)	
	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期
<b>資産の部</b>						
(1) 流動資産	159.008	138.142	181.384	122.070	130.599	86.532
(2) 固定資産	1,060.707	1,083.895	1,018.534	972.314	1,455.008	1,473.688
(4) <b>資産合計=(1)+(2)+(3)</b>	<b>1,219.714</b>	<b>1,222.036</b>	<b>1,199.918</b>	<b>1,094.384</b>	<b>1,585.607</b>	<b>1,560.220</b>
<b>負債・純資産の部</b>						
(1) 流動負債	135.686	102.699	141.261	79.946	134.525	66.365
(2) 長期負債	19.245	226.432	8.703	118.842	5.965	179.742
(3) 負債計=(1)+(2)	154.930	329.131	149.964	198.788	140.490	246.108
(4) 自己資本株式	1,187.002	963.128	1,181.062	974.038	1,646.030	1,436.731
(5) 利益準備金	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.003
(6) その他剰余金(前期末未処分損失)	-70.222	-13.680	-78.442	0.000	-122.623	0.000
(7) 当期利益(損失)	-51.996	-56.542	-52.665	-78.442	-78.293	-122.623
(8) 純資産計=(4)+(5)+(6)+(7)	1,064.784	892.905	1,049.955	895.596	1,445.117	1,314.112
(4) <b>負債純資産合計=(3)+(7)</b>	<b>1,219.714</b>	<b>1,222.036</b>	<b>1,199.918</b>	<b>1,094.384</b>	<b>1,585.607</b>	<b>1,560.220</b>

(注) HCWW からの情報をもとに、調査団が作成。

表 2.2-5 海水淡水化を導入している3公社のキャッシュフロー (C/F)

キャッシュフロー計算書	Matrouh上下水道公社		Red Sea上下水道公社 (Hurghada含む)		Sinai上下水道公社 (Sharm El Sheikh含む)	
	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期
(1) 営業活動によるキャッシュフロー	26.150	-248.690	9.912	63.573	-73.519	-107.514
(2) 投資活動によるキャッシュフロー	-20.988	9.223	-4.984	-5.754	-152.074	-540.171
(3) 財務活動によるキャッシュフロー	0.000	231.837	0.000	10.000	209.298	676.885
(4) 当期のキャッシュフロー =(1)+(2)+(3)	5.162	-7.630	4.928	67.819	-16.295	29.201
(5) 期初のキャッシュフロー	12.915	20.545	67.819	0.000	29.201	0.000
(6) 期末のキャッシュフロー =(4)+(5)	18.077	12.915	72.747	67.819	12.906	29.201

(注) HCWW からの情報をもとに、調査団が作成。

### ③ 水道料金

世界各国の状況と同じく、湾岸諸国においても電力、ガス、通信サービスには料金が請求されるのが当然とみなされていたのに対し、水は政府によって最小コストで供給される資源とみなされていた（社団法人日本原子力産業協会、2006年）。「エ」国も例外ではなく、水道水の供給コストが4~5 LE/m<sup>3</sup>であるのに対して、水道料金は、例えば Cairo およびその周辺では0.4~0.5 LE/m<sup>3</sup>に抑えられている<sup>10</sup>。この低価格帯の設定が主因となって、HCWWの各県支社の経営は国からの補助金に頼る状況が続いているものと判断される<sup>11</sup>。

3公社の給水原価とその費用構成を表2.2-6に示す。給水原価は、いずれも全公社平均の1.08 LE/m<sup>3</sup>（2010年）、1.09 LE/m<sup>3</sup>（2011年）を大きく上回っている。今後経営状況を改善させるためには、水道料金の値上げとともに給水原価を低減させることが必要である<sup>12</sup>。3公社においては、現状不足している水供給量に関して、今後、海水淡水化施設を

<sup>10</sup> 水道料金は県ごとに体系が異なる。例えば Red Sea 県での一般水道料金は、約4LE/m<sup>3</sup>である。また、月間使用量や工場の規模によっても異なる。参考までに2006年1月時の Cairo 市水道料金を下表に示す。（単位は LE/m<sup>3</sup>）

一般用（月間使用量：単価）	業務用（工場規模：単価）
1 m <sup>3</sup> 以上 10 m <sup>3</sup> 未満 : 0.18	大規模工場 : 0.80
10 m <sup>3</sup> 以上 30 m <sup>3</sup> 未満 : 0.19	小規模工場 : 0.70
30 m <sup>3</sup> 以上 : 0.25	

（出所）財団法人中東協力センター『エジプト・アラブ共和国の産業基盤』11頁、2007.2

<sup>11</sup> 「アラブの春」前は、11の県公社で水道料金の収入によってO&Mコストが賄われていたが、前述のとおり、同革命後にこれをカバーできているのは、CAPWO傘下のCairo県上水公社およびAlexandria県上水公社の2社のみである。ただし、これら2社も事業投資資金の回収までには至っていない。また、当該2社は上水事業のみ担当する公社であり、よりコストがかかる下水事業も管轄するHCWW各支社にとって、現行料金体系においてはO&Mコストのカバーすら困難な状況にある。

<sup>12</sup> 「エ」国政府関係者は、水道料金の値上げは必須という意見でほぼ一致している。Khalifa・MWWU大臣は、水道料金は5~6 LE/m<sup>3</sup>に設定されるべきであり、これによって、O&M、部品交換や既存施設の更新、新規投資などのコストが賄われ、各県の上下水道公社が財政的に独立すべきであると考えている。HCWWは、政府補助金に頼る「エ」国の体質や本調



新設して対応する計画としているが、給水原価を低減するには、政府補助金や ODA による海水淡水化施設建設資金の援助、あるいは PPP スキームによって海水淡水化施設の建設および運転維持管理を BOT (Build-Operate-Transfer) 契約で実施することなどが想定される。

表 2.2-6 海水淡水化を導入している 3 公社の給水原価

給水原価	Matrouh 上下水道公社		Red Sea 上下水道公社 (Hurghada 含む)		Sinai 上下水道公社 (Sharm El Sheikh 含む)	
	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期	2011年6月期	2010年6月期
(1) 原材料費	0.053	0.043	0.062	0.020	0.041	0.028
(2) 動力費	0.402	0.297	0.956	1.034	0.520	0.622
(3) 消耗品交換部品費	0.142	0.103	0.812	0.339	0.185	0.162
(4) 原材料、燃料・消耗品計=(1)+(2)+(3)	0.597	0.443	1.830	1.393	0.746	0.812
(5) 賃金	0.911	0.554	1.095	0.735	0.698	0.471
(6) 交通費、外部委託費他	0.232	0.278	0.412	1.227	0.756	0.860
(7) 減価償却費	1.134	0.823	2.093	2.400	1.272	1.446
(8) その他費用	0.008	0.007	0.026	0.022	0.007	0.005
(9) (6)~(8)費用小計	1.375	1.108	2.531	3.648	2.034	2.311
(10) 水道メーター費用	1.031	0.966	0.056	0.160	0.034	0.025
(11) 繰り延べ費用	0.245	0.841	0.938	0.134	0.233	0.039
(12) 費用合計=(4)+(5)+(9)+(10)+(11)	4.158	3.912	6.450	6.070	3.744	3.658

(出所) HCWW

## (2) 経済情勢

「エ」国経済は、革命後の財政赤字が深刻な状況をもたらし、観光産業および海外直接投資の落ち込みが主因となり、大幅な貿易赤字を四大外貨収入源（観光、運河通航量、出稼ぎ外貨送金、石油輸出）で補填する従来の構造が崩れ、国際収支を悪化させた。特に、外貨準備高は半減し、社会不安を増長させている。MWWU は、今後 10 年間で上下水道セクターに 150 億 LE (約 25 億米ドル) の資金が必要であるとしているが、政府に十分な予算がないため、小規模のコミュニティ事業は NGO による実施を推奨し、各県上下水道公社については補助金ではなく融資を受けて事業を実施することが求められるという認識に立つ。さらに、PPP の活用も中心的なスキームの 1 つとしており、海水淡水化事業もその対象とされる。

## (3) 官民パートナーシップ (PPP)

PPP 制度の概要は、前述のとおりである。各省庁から PPP 中央ユニットに事業提案がな

査前後の同国政情不安を挙げ、この問題の中長期的な取組みを検討している。それは、3 つのマイルストーンを設定し、各県上下水道公社が 2020 年までにこれらを段階的にクリアしていくというものである。3 つのマイルストーンは、①水道料金収入で O&M コストを賄うこと、②収入を増やし経費を節減すること、③O&M コストに加え、水道料金収入で投資コストも賄うことである。本調査時点では Cairo 県および Alexandria 県上水公社の 2 社のみ①をクリアしているが、HCWW 傘下の各県上下水道公社は、いずれのマイルストーンもクリアしていない。

されるところから PPP 案件化の手続きが開始される。水セクターにおいて、本報告時までには PPP 案件として決定した事業、ならびに、PPP 案件化のための手続きが開始された事業は、表 2.2-7 のとおりである。

表 2.2-7 上下水道セクターにおける PPP 案件リスト

プロジェクト名	処理能力	状況
New Cairo Wastewater Treatment Plant	250,000 m <sup>3</sup> /d	契約済
Abu Rawash Wastewater Treatment Plant	1,600,000 m <sup>3</sup> /d	入札手続き中
Hurghada Sea Desalination Plant	40,000 m <sup>3</sup> /d (第1フェーズと第2フェーズに分 け、それぞれ 20,000m <sup>3</sup> /d ずつ実施予定。)	プレ・フィージビリティ スタディ実施中
Sharm El Sheikh Sea Desalination Plant	20,000 m <sup>3</sup> /d	プレ・フィージビリティ スタディ実施中

(出所) Ministry of Finance, PPP Central Unit ホームページ(<http://www.pppcentralunit.mof.gov.eg/Content/Projects/Pages/AllProjectsEn.aspx?mode=1>)(2013年3月10日アクセス)

(注) なお、Hurghada および Sharm El Sheikh の両海水淡水化事業案件は、上記ホームページの一部にて、欧州開発銀行との間でプレ・フィージビリティにかかる経費の融資について交渉中とある。

上記案件のうち、Hurghada 海水淡水化事業 (40,000m<sup>3</sup>/d) および Sharm El Sheikh 海水淡水化事業 (20,000m<sup>3</sup>/d) に関して現在実施中のプレ・フィージビリティスタディは、技術面と経済性の面から行われるものである。経済性に関しては、提案された事業を公共部門が所有して実施する場合と民間部門が実施する場合とで比較し、想定されるリスクもコスト化され、経済性に反映される。民間部門が実施するほうが経済性に優れるという結果となれば、PPP 案件として実施されることになる。本調査時における PPP 中央ユニットの説明では、同2案件のスタディは、以後4週間ほどでコンサルタントが決まり、その後7~8週間をかけプレ・フィージビリティスタディが行われるとのことであった。したがって、2013年6月頃には同スタディの結果がでる見込みである。

これら海水淡水化2案件を含め、PPP 中央ユニットでは、全セクターで14~15件の新規プロジェクトを検討しており、今後1年以内に8~10件を入札PQステージに進めたいとしている。参考情報として、唯一契約締結まで進んでいる New Cairo 下水処理プラント事業の入札結果等の詳細を表 2.2-8 にまとめる。

なお、日本企業の PPP に対する関心について、日本および現地にて関係者から聞き取りを行ったところ<sup>13</sup>、共通する意見として、ファイナンスにかかるリスクの大きさが挙げられ

<sup>13</sup> 大日本土木株式会社、水道機工株式会社、住友商事株式会社、双日株式会社、東レ株式会社、豊田通商株式会社、三井物産株式会社、八千代エンジニアリング株式会社の8社から、聞き取りを行った。

た。現状では、電力セクターおよび再生可能エネルギー分野の風力を除いて現地通貨建てでの資金回収となっており、この点だけでも投資をするという判断を下すことは難しいとみる企業幹部が複数いた。実際上の問題として、その他にも含めたリスクファクターを定量化すれば、社内決済を得ることすら困難と思われる水準までコストが上昇することを指摘する関係者もいた。さらに、仮に入札に参加できたとしても、リスク分を低く抑えることができるような外国企業とは勝負にならないという意見もあった。また、PPP 案件を獲得した場合であっても、低価格に抑えられている水道料金は、それ自体が短期もしくは中期的な解決の見込めない深刻な問題であり、サービス料に関して「エ」政府の保証が付与されるとしても不十分とみる向きも複数あった。そのなかには、世界銀行グループの MIGA (Multilateral Investment Guarantee Agency) などからの担保の必要性を挙げる企業もあった。

表 2.2-8 New Cairo 下水処理プラント事業の PPP 入札結果

Project Owner	New Urban Community Authority (NUCA)
Design Capacity [m <sup>3</sup> /d]	250,000 m <sup>3</sup> /day
Scheme	Design- Build-Operation-Transfer (DBOT) 建設2年、オペレーション18年
Date of EPC Tender Announcement	2009年2月：入札公示 2009年6月：契約 2010年2月：ファイナンス・クローズ
<b>PQ</b> List of Criteria	技術、財務、法律面からの審査(具体的項目はWebサイトに掲載予定) 7コンソーシアムがPQ通過
<b>Technical Proposal</b> List of Criteria for Selection (with weight%, or Point)	・ポイントシステムによりバス・オア・フェイル方式の選定 ・5コンソーシアムが通過： (1) Orascom Construction Industries (Egypt) - Aqualia (Spain) - Aqualia Infrastructures (Spain) (2) Mohamed Abdulmohsin Al Kharafi & Sons Company (Kuwait) (3) Samcrete (Egypt) - BefesaCTA (Spain) - Emasesa (Spain) - BDDC (Bahrain) (4) AAW Utilities (Egypt) - Veolia Water AMI (France) - INTECH (International Environmental Technologies) (Egypt) (5) Metito Berlin Wasser (Germany - U.A.E) - Metito Projects (UAE) - ECG (Egypt) - Hassan Allam sons (Egypt)
<b>Financial Proposal</b> Bidding	CAPEX及び18年のOPEX(固定費)、OPEX(変動費)を現在価値に割引す 最低価格入札者が受注
<b>Winner's Name</b> (with its Home Country)	Orascom Construction Industries(Egypt)-Aqualia(Spain)- Aqualia Infrastructures(Spain)
<b>Winning Price</b>	総額260億エジプトポンド(うちCAPEXは786百万エジプトポンド(要確認))
<b>現状</b>	建設はほぼ完成し、2013年より運転開始見込み

(注) 「エ」国財務省 PPP 中央ユニットからの聞き取りおよび同ユニットホームページをもとに、調査団が作成。

### 2.2.2 事業展開計画

前述のとおり、HCWW が取りまとめた SMP が示すところでは、「エ」国西部地中海沿岸の Matrouh、Red Sea 沿岸の Hurghada、Sinai 半島の Norh Sinai および South Sinai の 4 県での新規海水淡水化プラント建設によって、2037 年までに 93 万 m<sup>3</sup>/d の造水量の増加を計画している<sup>14</sup>。これら 4 県は、いずれもナイル川流域から大きく離れている<sup>15</sup>。(次頁図 2.2-1 参

<sup>14</sup> これには 2007 年から 2012 年の未完事業も含まれる。

<sup>15</sup> 地域間の優先度に大差はないが、Red Sea 側は山間地が迫っており後背地が狭い状況に対

照)



図 2.2-1 2007 年から 2037 年までの海水淡水化プラント事業予定地

(注) HCWW より入手した資料をもとに調査団が作成。

2007 年から 2037 年までの事業展開計画は表 2.2-9 のとおり。この間の総造水量は 935,620  $\text{m}^3/\text{d}$  で、県ごとの内訳は、Matrouh 県が 89,500  $\text{m}^3/\text{d}$ 、Red Sea 県が 443,520  $\text{m}^3/\text{d}$ 、North Sinai 県が 140,600  $\text{m}^3/\text{d}$ 、South Sinai 県が 262,000  $\text{m}^3/\text{d}$  となっている。

HCWW は、2037 年までを 5 年ごとに区切って計画を立てており、ここで 2007 年から 2012 年までを第 1 期とし、以後、第 2 期 (2012 年～2017 年)、第 3 期 (2017 年～2022 年) などとすれば、昨年より続く第 2 期の造水量が最も大きく 29 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、これに第 4 期の 23 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、第 5 期の 21 万  $\text{m}^3/\text{d}$  と続く。

各期の県ごとの造水量をみると、Red Sea 県の第 2 期、第 4 期がそれぞれ約 17 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、約 16 万  $\text{m}^3/\text{d}$  と突出して大きい計画となっている。一方、Matrouh 県では、第 1 期の 66,000  $\text{m}^3/\text{d}$  を最高に、第 3 期は 19,000  $\text{m}^3/\text{d}$ 、それ以降は 1 件 2,000  $\text{m}^3/\text{d}$  のみと他の 3 県と比較して件数が極端に少ないことから、同県の第 4 期以降の計画は作成されていないとみるのが妥当と思われる。North Sinai 県と South Sinai 県は、造水量の増減幅が小さい計画となっており、両県を合わせた最大の造水量でも 11 万  $\text{m}^3/\text{d}$  (第 5 期) である。両県の計画では、1 つのプラントの工事を 3 期や 4 期に渡って実施するものが比較的多くみられる。

し、Matrouh 県は後背地が広く開発が急がれるため、地中海側が優先するとみる HCWW 高官もいるが、表 2.2-9 のとおり、SMP で最も造水量が多く計画されているのは Red Sea 県である。

表 2.2-9 HCWW の海水淡水化事業展開計画

Year		2007-2012	2012-2017	2017-2022	2022-2027	2027-2032	2032-2037
<b>Matrouh Governorate</b>	Subtotal <b>89,500</b>	<b>2,500</b>	<b>66,000</b>	<b>19,000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2,000</b>
Const. of Seedy Abdel Rahman Plant			>12,000				
Expansion of Al Dabaa Plant				>10,000			
Construction of Al Negaila		>1,000					
Al Barany Plant			>2,000	>5,000			
Construction of Bagoush			>24,000				
Expansion of Bagoush			>24,000				
Al Saloom		>1,000	>4,000				>2,000
Expansion of Saloom				>4,000			
Cleopatra		>500					
<b>Red Sea Governorate</b>	Subtotal <b>443,520</b>	<b>3,000</b>	<b>173,770</b>	<b>5,250</b>	<b>161,500</b>	<b>100,000</b>	<b>0</b>
Al Yosr Hurghada (Ongoing)			>20,000				
Expansion of Al Yosr Hurghada			>20,000				
South Hurghada			>70,000		>70,000	>100,000	
Safaga Plant (Under construction 6,000 m3/d)			>9,000				
New desalination plant in Safaga				>3,000	>30,000		
Al Qusair Plant		>3,000					
Expansion of Al Qusair			>2,000				
New desalination plant in Al Qusair			>14,000		>21,000		
Expansion of new plant in Marsa Allam			>8,000		>19,000		
Const. of Marsa Allam Central Des. Plant			>24,000		>14,000		
Expansion of Shalateen Des. Plant			>3,500	>2,000	>7,500		
Expansion of Hamata			>250	>150			
Expansion of Marsa Hameera-Shalateen			>270	>100			
Expansion of Abo Ramad-Shalateen			>1,750				
Expansion of Halayeb			>1,000				
<b>North Sinai Governorate</b>	Subtotal <b>140,600</b>	<b>600</b>	<b>20,000</b>	<b>30,000</b>	<b>30,000</b>	<b>30,000</b>	<b>30,000</b>
Expansion of Nekhel Plant		>150					
Al Hasana Const. of 3 des. plants		>450					
Al Arish Plant (Under const.)			>5,000				
Const. of two plants in Al Arish (Under const.)			>5,000				
New plant 1 in Rafah (Under const.)			>5,000				
Al Sheikh Zewayed			>5,000				
Expansion of Al Areesh 1				>10,000			
Expansion of Al Areesh 2				>10,000			
Expansion of Rafah Plant				>5,000			
Expansion of Al Sheikh Zewayed				>5,000			
Construction of Al Arish 3					>10,000	>10,000	>10,000
Construction of Al Arish 4					>10,000	>10,000	>10,000
Construction of Rafah 2					>5,000	>5,000	>5,000
New Plant 2 in Sheikh Zewayed					>5,000	>5,000	>5,000
<b>South Sinai Governorate</b>	Subtotal <b>262,000</b>	<b>0</b>	<b>31,000</b>	<b>61,000</b>	<b>40,000</b>	<b>80,000</b>	<b>50,000</b>
Expansion of Dahab Plant				>5,000			
Expansion of Newaibaa Plant				>5,000			
Expansion of Old Sharm El Sheikh Plant				>5,000			
Expansion of Maqar El Reasa Plant (Under const.)			>5,000				
Sharm El Sheikh				>10,000	>10,000	>50,000	>20,000
New Newaibaa					>10,000	>20,000	>30,000
Al Nabq Plant 12,000 (Under construction)			>6,000	>6,000			
Construction of Abo Redeas Plant			>5,000	>10,000	>10,000	>5,000	
Construction of Abo Znema Plant			>5,000	>10,000	>10,000	>5,000	
Construction of Altor Plant			>10,000				
<b>Total Capacity To Be Increased</b>		<b>935,620</b>	<b>6,100</b>	<b>290,770</b>	<b>115,250</b>	<b>231,500</b>	<b>82,000</b>

(注) HCWW より入手した資料をもとに調査団が作成。

## 2.3 過去の入札状況

### 2.3.1 NOPWASD リスト記載事業の入札状況

前述のとおり、調査団がNOPWASD より入手した情報では、Matrouh、Red Sea、North Sinai、South Sinai の各県において、これまでに 33 基の海水淡水化プラント建設が完了している。

また、本報告時点で建設中のプラントは8基あり、これらの合計は41基に上る。既存および建設中のプラントは、以下のとおりである。

表 2.3-1 上下水道省が管轄する既存の海水淡水化施設

Project	Capacity (m <sup>3</sup> /day)
<b>Matrouh Governorate</b>	<b>5,691</b>
Desalination plant of Cleopatra	2,000
Desalination plant of El-Salom	2,000
Desalination plant of Sedi Barani	1,000
Desalination plant of El-Maraky	319
Desalination plant of Am El-Sagher	159
Desalination plant of Bhi El-Dein	213
<b>Red Sea Governorate</b>	<b>13,800</b>
17 desalination plants	12,000
Desalination plant of Shalaten	1,500
Desalination plant of Qwser	300
<b>North Sinai Governorate</b>	<b>600</b>
Desalination plant of Nakhl	150
Desalination plant of Hasna	300
Desalination plant of Abo Ogelah	150
<b>South Sinai Governorate</b>	<b>40,000</b>
Desalination plant of Sharm El-Sheikh and its extension (i)	10,000
Desalination plant of El-Shabab	3,000
Desalination plant of Dahab and its extension (ii)	12,000
Desalination plant of Noabea and its extension ①	10,000
Desalination plant of Taba (iii)	5,000
<b>Total Capacity</b>	<b>60,091</b>

(出所) NOPWASD

(注 1) Red Sea 県における Shalaten、Qwser 以外の 17 施設の事業の内訳は不明。

(注 2) プロジェクト名の英字表記は NOPWASD から入手した資料のものを使用したが、South Sinai 県の“Noabea”については、“Nuweiba”がより適切と思われるため、本報告ではこれを使用する。

(注 3) プロジェクト名の後に番号を付記したものは DesalData.com のデータと照合ができたもの。数字は便宜上のもの。(後述参照)

表 2.3-2 上下水道省が管轄する建設中の海水淡水化プラント

Project	Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Cost (million LE)	Served population	Served regions	Remarks
<b>Matrouh Governorate</b>	<b>36,000</b>	<b>400</b>	<b>60,000</b>		
Desalination Plant of Marsa Matroh ②	24,000	280	30,000	Marsa Matroh City	
Desalination Plant of Sidi Abd Rahman	12,000	120	30,000	Sidi Abd El Rahman region	Design-build project by Austrian tide loan. JV of UNIHA and Orascom.
<b>Red Sea Governorate</b>	<b>46,000</b>	<b>450</b>	<b>78,000</b>		
Desalination plant of El Yosr	40,000	400	41,000	Hurghada City	
Desalination plant of Safaga	6,000	50	37,000	Safaga City	
<b>North Sinai Governorate</b>	<b>20,000</b>	<b>330</b>	<b>164,000</b>		
Three desalination plants (Aresh, Rafah, Sheikh Zuwaid) ③	15,000	250	110,000	Cities of Aresh, Rafah, Sheikh Zuwaid	
Desalination plant of Arefa	5,000	80	54,000	Aresh City	By Austrian loan
<b>South Sinai Governorate</b>	<b>17,000</b>	<b>175</b>	<b>80,000</b>		
Desalination plant of Nabba ④	12,000	140	40,000	Sharm El-Sheikh	
Extension desali. plant of El-Shabab	5,000	35	40,000	Sharm El-Sheikh	Capacity increase from 3,000 to 8,000 m <sup>3</sup> /d
<b>Total</b>	<b>119,000</b>	<b>1,355</b>	<b>382,000</b>		

- (注1) NOPWASD より入手した資料に一部情報を追加し、調査団が作成。  
 (注2) プロジェクト名の英字表記は NOPWASD から入手した資料のものを使用したが、South Sinai 県の“Nabba”については、“Nabaq”もしくは“Nabq”が適切と思われ、本報告では“Nabq”を使用する。  
 (注3) プロジェクト名の後に番号を付記したものは DesalData.com のデータと照合ができたもの。数字は便宜上のもの。(後述参照)

本調査で NOPWASD から入手した上記情報を、世界各地の海水淡水化事業の情報提供サービスを行っている DesalData.com のデータと照合した。その結果、表中の①～④に関して一致し、(i)～(iii)に関しては類似するプロジェクトを同データベースから抽出した。抽出された追加の情報とともに、それぞれの詳細を以下にまとめる。

① Nuweiba

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
Scope type	Greenfield	RO (Reverse osmosis)		Doosan Hydro Technology, Inc EPC contractor	
Plant type	Stand-alone	Output water	10,000 m <sup>3</sup> /d		
User category	Municipalities as drinking water	Plant status	Online	Plant configuration	Standard
		Est. EPC cost	USD 19,690,000	Award	2000
				Online	2002

② Marsa Matrouh

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
User category	Military	RO (Reverse osmosis)		Desalia EPC contractor	
Plant status	Construction	Output water	24,000 m <sup>3</sup> /d	Energy Recovery, Inc. Equipment supplier (Energy Recovery Device)	
Award	2011			Sulzer Pumps Equipment supplier (Pumps)	
Online	2013			Fluytec S.A. Equipment supplier (Valves)	
				TAM Environmental O&M contractor	
				Egyptian Minister of Defense Owner - Client	

③ North Sinai

(Al Arish)

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
User category	Municipalities as drinking water	RO (Reverse osmosis)		Egyptian Group for Engineering & Commence Consultant	
Plant status	Construction	Output water	5,000 m <sup>3</sup> /d	Christ Water Technology Group EPC contractor	
Award	2010	No. of units	3	H. BUTTING GmbH & Co. KG Equipment supplier (Pipes)	
Online	2012	1st-pass RO system:		Dow Filmtec Equipment supplier (Membranes)	
		Membrane type	SW Membrane	NOPWASD Owner - Client	

(Rafah)

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
<b>User category</b>	Municipalities as drinking water	<b>RO (Reverse osmosis)</b>		<b>Egyptian Group for Engineering &amp; Commence</b>	Consultant
<b>Plant status</b>	Construction	<b>Output water</b>	5,000 m <sup>3</sup> /d	<b>Christ Water Technology Group</b>	EPC contractor
<b>Award</b>	2009	<b>No. of units</b>	3	<b>Ebro Armaturen Gebr. Broer GmbH</b>	Equipment supplier (Valves)
<b>Online</b>	2011	1st-pass RO system:		<b>Dow Filmtec</b>	Equipment supplier (Membranes)
		<b>Membrane type</b>	SW Membrane	<b>NOPWASD</b>	Owner - Client

(Sheikh Zuwaid)

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
<b>User category</b>	Municipalities as drinking water	<b>RO (Reverse osmosis)</b>		<b>Egyptian Group for Engineering &amp; Commence</b>	Consultant
<b>Plant status</b>	Construction	<b>Output water</b>	5,000 m <sup>3</sup> /d	<b>Christ Water Technology Group</b>	EPC contractor
<b>Award</b>	2009	<b>No. of units</b>	3	<b>Ebro Armaturen Gebr. Broer GmbH</b>	Equipment supplier (Valves)
<b>Online</b>	2011	1st-pass RO system:		<b>TECVAL, S.L.</b>	Equipment supplier (Valves)
		<b>Membrane type</b>	SW Membrane	<b>Dow Filmtec</b>	Equipment supplier (Membranes)
				<b>NOPWASD</b>	Owner - Client

④ Nabq

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
<b>User category</b>	Municipalities as drinking water	<b>RO (Reverse osmosis)</b>		<b>Intech</b>	EPC contractor
<b>Plant status</b>	Construction	<b>Output water</b>	12,000 m <sup>3</sup> /d		
<b>Award</b>	2009	<b>No. of units</b>	4		
<b>Online</b>	2011				

(i) Sharm El Sheikh (2件)

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
<b>Scope type</b>	Greenfield	<b>RO (Reverse osmosis)</b>		<b>Dow Water Solutions</b>	-
<b>Plant type</b>	Stand-alone	<b>Output water</b>	7,000 m <sup>3</sup> /d	<b>GAWA</b>	EPC contractor
<b>User category</b>	Municipalities as drinking water	<b>No. of units</b>	2	<b>Dow Filmtec</b>	Equipment supplier (Membranes)
<b>Plant status</b>	Online	<b>System</b>	Single Pass	<b>Sinai Electric &amp; Water Company</b>	Owner - Client
<b>Est. EPC cost</b>	USD 16,750,000	<b>Configuration</b>	Brine Staging	<b>Energy recovery</b>	ERI
<b>Plant configuration</b>	Standard	<b>Feed pump drive</b>	Electric Motor	2nd-pass RO system:	
<b>Award</b>	1995	<b>Control type</b>	Feed Control	<b>Membrane type</b>	SW Membrane
<b>Online</b>	1997	1st-pass RO system:		<b>Passivation</b>	Lime water
		<b>Membrane type</b>	SW Membrane	<b>Disinfection</b>	Chlorination



Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
Scope type	Greenfield	RO (Reverse osmosis)		<b>Dow Water Solutions</b>	-
Plant type	Stand-alone	Output water	14,000 m <sup>3</sup> /d	<b>Waterlink</b>	EPC contractor
User category	Tourist facilities as drinking water	No. of units	2	<b>Dow Filmtec</b>	Equipment supplier (Membranes)
Plant status	Online	System	Single Pass	1st-pass RO system:	
Est. EPC cost	USD 37,020,000	Feed pump drive	Electric Motor	<b>Membrane type</b> HF Membrane	
Plant configuration	Standard	Award	2000		
		Online	2001		

(ii) Dahab (2件)

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
Scope type	Greenfield	RO (Reverse osmosis)		<b>GE INFRASTRUCTURE</b>	-
Plant type	Stand-alone	Output water	7,000 m <sup>3</sup> /d	<b>GE Zenon</b>	EPC contractor
User category	Municipalities as drinking water	Award	2004	<b>Canadian Environmental Alternatives Ltd.</b>	Technical advisor
Plant status	Online	Online	2005		

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
User category	Municipalities as drinking water	RO (Reverse osmosis)		<b>GE INFRASTRUCTURE</b>	EPC contractor
Plant status	Online	Output water	10,000 m <sup>3</sup> /d	<b>Canadian Environmental Alternatives Ltd.</b>	Equipment supplier (Energy Recovery Device)
Award	2008	No. of units	2	<b>Koch Membrane Systems</b>	Equipment supplier (Membranes for RO)
Online	2009	System	1st-pass RO system:		
		Membrane type	SW Membrane		

(注) 既存プラントの拡張。

(iii) Taba

Basic Information		Technical specifications		Contracted companies (Name / Role)	
Scope type	Greenfield	RO (Reverse osmosis)		<b>American Engineering Service</b>	EPC contractor
Plant type	Stand-alone	Output water	10,000 m <sup>3</sup> /d	<b>Doosan Hydro Technology, Inc</b>	EPC contractor
User category	Municipalities as drinking water	No. of units	4	<b>Express Trading</b>	Owner - Client
Plant status	Online	System	Single Pass		
Est. EPC cost	USD 19,690,000	Feed pump drive	Electric Motor		
Plant configuration	Standard	System	1st-pass RO system:		
Award	2000	Membrane type	SW Membrane		
Online	2002				

2.3.2 過去の事例からみる入札参加要件と評価のポイント

入札は一般競争入札と指名競争入札が行われており、一般競争入札では事前資格審査 (PQ: Prequalification) を経るものと経ないものがある。海水淡水化事業の入札で多いのは、PQのない一般競争入札であり、これは、海水淡水化技術を有するメーカーが限られている

ことによる。入札時の技術審査の基準は、施設の仕様によって異なるものの、一般設計基準が設けられている。財務審査は、技術審査を通過したプロポーザルが対象で、価格審査のみとなっている。

昨秋に実施されたとされるある入札は、まれなケースにあたる PQ のある一般競争入札であった。当該事前資格審査では、建設業連合会員証や売上税に関する登録証、税金カード、登録データ（商業登記、産業登録、輸入登録など）、組織図および人材や等級などの主要な情報を盛り込んだ管理体制、建造物、事務所、コンピューターなどの調達可能性と調達方法などの情報提供が求められている。また、「エ」国企業が共同企業体の幹事企業であること、さらに出資比率や共同企業体の種別（連合体か共同体かの別）、「エ」国企業と外国企業の各機能・役割、共同企業体の代表者の氏名と役職などの情報提供も求められている。その他、過去3年間の事業予算や過去10年間に実施した大規模海水淡水化施設事業費、財務諸表などの提出も求められている。当該案件の事前資格審査の項目とスコアの配分は以下のとおりであった。

表 2.3-3 海水淡水化プラント事業資格審査の項目とスコア配分（事例）

評価項目	スコア
1. 異なるシステムでの海水淡水化プラントの設計・建設・O&M実績	10
2. 過去10年間に於ける異なるシステムでの海水淡水化プラントの設計・建設・O&M実績(件数、事業費)	30
(1) プロジェクト件数	① 10件以上…10点(*) (*注:15点の誤りと思われる) ② 5~9件…10点 ③ 5件未満…5点
(2) 事業費(インポント)	① 3億LE以上…15点 ② 2億LE以上3億LE未満…10点 ③ 2億LE以下…5点
3. 過去10年間に於けるROシステムによる処理能力20,000m <sup>3</sup> /d以上の海水淡水化プラントの設計・建設・運営実績(件数、事業費)	30
(1) プロジェクト件数	① 10以上 ② 5未満
(2) 事業費(インポント)	① 5億以上 ② 5億未満
4. 省エネルギー及び低化学物質を達成する標準かつ技術的な基礎に応じた海水淡水化プラント設計能力	20
(1) 省エネルギーを達成する標準かつ技術的な基礎に応じた海水淡水化プラント設計能力…15点	
(2) 低化学物質を達成する標準かつ技術的な基礎に応じた海水淡水化プラント設計能力…5点	
5. 企業又は共同企業体の組織図、技術及び財務能力、装備	5
6. 必要な書類やデータを提供した度合	5
合計	100

(注) NOPWASD からの情報をもとに、調査団が作成。

次に、PQ がなかったと思われる入札に関して入手した情報をまとめる。この事業は、1基あたりの造水量が3,000 m<sup>3</sup>/dの海水淡水化プラント2基をRed Sea沿岸に建設するもので、淡水化後の水質はWHO基準を満たし、TDSが500 ppm未満であることが前提となっている。入札者には、以下の提出が求められている。

(1) 下記を含むがこれらに限定されるものではない全ての技術データ、製造者に関する情報:

- ① 材料仕様書、技術注記、設計計算
- ② プラントの一般配置図、サービスコネクション、電力定格

- ③ 流れ、容量、計装制御を示す工程図
  - ④ 型、製造者、原産国を表示した設備品目の一覧表
  - ⑤ 土台、その他建造物、土木工事の一般配置図
- (2) 設計、製品の配送、プラント部品の据え付け、試運転と検査、エンジニアの承認日を含む手順に関する覚書。
- (3) 3年および1年運転に推奨されるスペアパーツのリスト。
- (4) 据え付け、検査および試運転期間中に現場にて実技ならびに理論トレーニングを実施するためのトレーニングプログラム案の詳細。
- (5) 5件以上の海水 RO プラントの設計および設置にかかる実績。
- (6) 対象案件以外に関する次の情報：
- ① 過去の水処理プラント建設数、建設地、各プラントの型およびサイズ、設置日、建設完了日。
  - ② 主要な人員、アフターサービスに関する記述。
  - ③ 測定用の可動式ラボラトリーおよび水質コントロール用の分析室

当該案件の技術審査の項目とスコア配分は以下のとおりであった。

表 2.3-4 海水淡水化プラント事業の入札における技術審査項目とスコア配分（事例）

評価項目	スコア
1. 会社情報 類似事業の実績	10
2. 設計内容	20
3. プラント敷地の最適活用度	15
4. 電子機械設備・供給品	
濾過水ポンプ・機械	5
原水ポンプ・機械	5
濾過排水ポンプ・機械	3
電気設備	4
機械設備	4
化学設備	3
主要ユニットの減価償却率	6
5. 土木工事供給品	10
6. プロジェクト履行方法及びスケジュール	5
7. 電気消費量	5
8. 年間化学品コスト	5
合計	100

(注 1) NOPWASD からの情報をもとに、調査団が作成。

(注 2) スコアが 75 以上であれば技術審査に合格したとみなされ、財務審査に進む。

### 2.3.3 NOPWASD 側コンサルタントの概要

NOPWASD は、海水淡水化プラント建設事業の実施に際して、設計の審査と事業実施中の管理にあたるコンサルタントを指名入札により調達している。2010 年に行われた North Sinai 県における造水量 5,000 m<sup>3</sup>/d 規模の海水淡水化プラント事業のコンサルタント契約の入札には、4 社が参加している<sup>16</sup>。技術審査では、企業およびコンサルタントチーム要員の実績ならびに業務実施の方法が評価される。チームは、下記ポジションとそれぞれの最低経験年数を満たす 6 名から構成することとされている。入札結果は表 2.3-5 のとおりであった。

1. Project Manager (Mechanical Engineer)	20 年
2. Deputy Project Manager (Civil Engineer)	15 年
3. Executive Civil Engineer	10 年
4. Executive Mechanical Engineer	10 年
5. Executive Electrical Engineer	10 年
6. Electrical Engineer (Equipment and control systems)	10 年

表 2.3-5 海水淡水化プラント事業のコンサルタント契約入札の結果（事例）

各スコアと順位	業者①	業者②	業者④
1. 財務スコア (財務スコアの順位)	1,230,000 (3)	1,122,000 (2)	990,000 (1)
2. 技術スコアの換算係数	0.97	0.75	0.84
3. 入札得点(「1」を「3」で割った値) (順位)	1,268,041 (2)	1,496,000 (3)	1,178,571 (1)

(注) NOPWASD からの情報をもとに、調査団が作成。

この入札を落札した EGEC の入札価格は、設計審査に 140,000 LE、実施管理に 850,000 LE という内訳だった。実施管理費の明細は下表のとおりであった。

表 2.3-6 海水淡水化プラント事業のコンサルタント契約落札額の一部明細（事例）

Personnel	Number (persons)	Execution Period (months)	Fee (LE per month)	Total Fee (LE)
Project Manager (Mechanical Engineer)	1	10	22,000	220,000
Deputy project manager (Civil Engineer)	1	10	18,000	180,000
Executive Civil Engineer	1	8	15,000	120,000
Executive Mechanical Engineer	1	8	15,000	120,000
Executive Electric Engineer	1	8	15,000	120,000
Electric Engineer (Instrumentation and Control)	1	6	15,000	90,000
				850,000

(注) NOPWASD からの情報をもとに、調査団が作成。

<sup>16</sup> ①Engineering Consultations & Designs、②Arab Consultant Engineers、③Engineering Consultant Group、④Egyptian Group of Engineering Consultations (EGEC) の 4 社で、「④」が落札した。「③」は技術審査で失格している。

## 2.4 今後の方向性

「2.1 海水淡水化事業に関する政策・制度」で述べたように、HCWW の取りまとめによって作成された SMP を受けて、NOPWASD は各施設の事業計画の立案に着手する。前述のとおり、今後、建設の着工が予定されているプラントは 24 基あり、PPP 案件の対象となった 2 期を除き、予算が確保されたうえで、順次、入札の準備が行われるものと考えられる。(表 2.4-1 参照)

SMP の計画 (表 2.2-9) を建設中の事業 (表 2.3-2) と建設着工予定の事業 (表 2.4-1) と照合すれば、4 県いずれにおいても SMP で掲げられた目標造水量に及んでいないことがわかる。特に、Red Sea 県と South Sinai 県に関しては、SMP での計画造水量がそれぞれ 443,520 m<sup>3</sup>/d、262,000 m<sup>3</sup>/d であるのに対して、NOPWASD で決定している目標造水量 (建設中および建設着工予定の造水量の和) はそれぞれ 153,000 m<sup>3</sup>/d、55,000 m<sup>3</sup>/d と差が大きい。したがって、SMP に大きな修正がなされない限り、今後これらの差を埋めるべく、NOPWASD にて、当該 2 県における施設計画の策定と入札の手続きが比較的優先されるものと考えられることもできる。<sup>17</sup>

表 2.4-1 NOPWASD による今後の海水淡水化プラント計画

Project	Capacity (m <sup>3</sup> /day)	Cost (million LE)	Served population	Served regions	Remarks
<b>Matrouh Governorate</b>	<b>38,000</b>	<b>480</b>	<b>155,000</b>		
Extension desalination plant of Cleopatra	3,000	50	25,000	Cleopatra City	Increase from 2000 m <sup>3</sup> /d to 5000 m <sup>3</sup> /d
Desalination plant of Mena Hashesh	10,000	150	50,000	Mena Hashesh region	
Extension desalination plant of El-Salom	2,000	30	30,000	El-Salom City	Increase from 2000 m <sup>3</sup> /d to 4000 m <sup>3</sup> /d
Extension desalination plant of Sedi Barani	3,000	50	20,000	Sedi Barani City	Increase from 1000 m <sup>3</sup> /d to 4000 m <sup>3</sup> /d
Desalination plant of El Ramlya	10,000	100	10,000	El Ramlya	Master Plan 2014/2015
Desalination plant of El Dabaa	10,000	100	20,000	El Dabaa City	Master Plan 2015/2016
<b>Red Sea Governorate</b>	<b>107,000</b>	<b>1,065</b>	<b>126,000</b>		
Extension desalination plant of Shalaten	1,500	10	4,000	Shalaten City	
Extension desalination plant of Halaib	1,500	15	4,000	Halaib City	
Desalination plant of South Hurghada (1)	40,000	400	35,000	South part of Hurghada	Master Plan 2014-2015 2013年2月中にEPC入札を公示予定
Desalination plant of South Hurghada (2)	30,000	300	35,000	South part of Hurghada	Master Plan 2019-2020 “フェース1より優先度低”(NOPWASD)→PPPに
Desalination plant of tourist villages	24,000	240	41,000	Tourist villages	Master Plan 2015-2016
Extension desalination plant of Marsa Alam	10,000	100	7,000	Marsa Alam City	Master Plan 2014-2015
<b>North Sinai Governorate</b>	<b>45,000</b>	<b>450</b>	<b>193,000</b>		
Desalination plant of North Sinai	20,000	200	45,000	Bir Al-Abed City	
Extension desalination plant of Aresh (1)	10,000	100	46,000	Aresh City	Master Plan 2017-2018
Extension desalination plant of Aresh (2)	5,000	50	46,000	Aresh City	Master Plan 2017-2018
Extension desalination plant of Rafah	5,000	50	35,000	Rafah City	Master Plan 2017-2018
Extension desalination plant of Sheikh Zuwaid	5,000	50	21,000	Sheikh Zuwaid City	Master Plan 2017-2018
<b>South Sinai Governorate</b>	<b>38,000</b>	<b>420</b>	<b>240,000</b>		
Extension desalination plant of Dahab	5,000	60	40,000	Dahab City	From 10000 m <sup>3</sup> /d to 15000 m <sup>3</sup> /d
Extension desalination plant of Noabea	5,000	60	40,000	Noabea City	From 10000 m <sup>3</sup> /d to 15000 m <sup>3</sup> /d
Desalination plant of Abou Zenema	4,000	50	20,000	Abou Zenema City	
Desalination plant of Abou Redes	4,000	50	20,000	Abou Redes City	
Extension desalination plant of Sharm El-Sheikh	5,000	50	40,000	Sharm El-Sheikh City	Master Plan 2017-2018
Extension desalination plant of El Reasa	5,000	50	40,000	Inside Sharm El-Sheikh City	Master Plan 2017-2018
New desalination plant of Sharm El-Sheikh	10,000	100	40,000	Sharm El-Sheikh City	Master Plan 2017-2018→PPPに(20000m <sup>3</sup> /d) NOPWASDが実施する場合は2フェースに分けること検討した(10000 m <sup>3</sup> /d × 2回)
<b>Total</b>	<b>228,000</b>	<b>2,415</b>	<b>714,000</b>		

(注) NOPWASD より入手した資料に一部情報を追加し、調査団が作成。

<sup>17</sup> ただし、HCWW のなかには、Matrouh 県上下水道公社のマネジメント能力は Red Sea 県上下水道公社および Sinai 上下水道公社との比較で低いとみる者もあり、同県における今後の計画立案等の進捗に遅れがでる可能性も否めない。

## 2.5 他ドナーの支援状況

海水淡水化事業に特化したドナー国からの支援は多くない。MWWU の Khalifa 大臣はじめ、HCWW や NOPWASD からの聞き取りにおいても、本分野における外国からの支援は非常に限られていることが報告されている。

そのなかでも、「エ」国との関係が深い欧州勢の動向に注目したいところだが、具体的に確認できるのは、オーストリアの取り組みである。同国は、「エ」国政府との間の借款契約にもとづき、Matrouh の Sidi Abd El Rahman プラント建設および North Sinai の Aresh プラント建設事業（それぞれ 12,000 m<sup>3</sup>/d、5,000 m<sup>3</sup>/d）を支援している。これは、2007 年 10 月に両政府間で締結された枠組協定によるものと思われる。当該協定では、「エ」国での開発事業に、オーストリア政府が総額 5,000 万ユーロのソフトローンを供与するとされている<sup>18</sup>。NOPWASD からの情報によると、前述の 2 事業はタイド案件のものと思われ、特に Sidi Abd El Rahman プラントは、オーストリア企業の UNIHA が「エ」国企業の Orascom と共同企業体を結成して実施する設計・建設（Design-Build）事業である。なお、同じ欧州のアクターとして、欧州開発銀行の動きにも言及しておく。現在、プレ・フィージビリティスタディが実施中とされている Hurghada および Sharm El Sheikh の両 PPP 案件に対して、「エ」国政府は、スタディにかかる経費の融資を同行に要請している模様である。

その他、海水淡水化に関連するところとして、以下簡単に記しておく。海水淡水化事業を手掛ける Aqualia や Veolia などを擁するスペインおよびフランスの「エ」国に対する財政支援は、スペインが 2008 年に再生可能エネルギーや鉄道、保健分野等のインフラ整備に 370 百万ユーロの融資協定を締結し、その未達成額である 120 百万ユーロと合わせて新たな協定のもとに支援が継続しているのに対し、フランスは 1947 年に締結した開発、社会事業における借款協定を 2000 年まで継続した後、現在は、事業ごとの借款契約に切り替えて支援を行っている。中国は、海水淡水化事業分野への取り組みは確認されていないものの、「エ」国政府との間で 2006 年に優先的融資に関する枠組協定を締結している<sup>19</sup>。オランダは、「エ」国に対し年間約 75 百万ユーロの支援を行っており、貧困削減、環境保護、保健改善、女性の機会均等、人権改善と民主主義の確立に並んで、水資源管理を主な支援分野の 1 つとしている<sup>20</sup>。USAID は、1979 年以降 40 億ドルを「エ」国に投資し、約 2,200 万人が裨益する上下水道セクター施設の新規、改修事業を行ってきた。近年は、大都市圏における大規模投資事業から地方の広範囲に渡る水事情の改善および小規模投資事業にシフトさせている<sup>21</sup>。

<sup>18</sup> <http://www.mfa.gov.eg/English/EgyptianForeignPolicy/EgyptianEuropeanRelation/BilateralRelations/Austria/Pages/Contractualframework.aspx>（2013 年 3 月 6 日アクセス）

<sup>19</sup> 他のアジア勢については、本調査期間中に韓国に関する情報も得た。HCWW および NOPWASD からの情報によると、調査団が「エ」国にはいる 2 週間ほど前に、韓国の調査団が来訪したというものであり、海水淡水化プラント建設に対して韓国政府の借款スキームの活用可能性に言及したとのことである。当該調査団の詳細は不明だが、少人数で、かつ政府調査団ではなかった可能性が小さくない。

<sup>20</sup> これらは、いずれも「エ」国外務省情報(<http://www.mfa.gov.eg/English/EgyptianForeignPolicy/>（2013 年 3 月 6 日アクセス））

<sup>21</sup> <http://egypt.usaid.gov/en/programs/Pages/potablewaterandsanitation.aspx>（2013 年 2 月 19 日ア

## 2.6 環境社会配慮

「エ」国における環境法は1994年法律第4号によって制定されており、環境省もこのときに設立された。同法によって、環境関係の当局を新設された環境局（EEAA：Egyptian Environmental Affairs Agency）に統一した。また、既存の環境立法に優先する包括的な規制を導入している。なお同法は、2009年法律第9号によって改正されている<sup>22</sup>。

環境法では、海洋環境への排出物質の基準が次頁の表2.6-1のように定められている<sup>23</sup>。いずれのケースも、海岸線から500メートル以上離れたところに排出することが求められている。ただし、漁場、浴場、自然保護区における排出は認められない。汚染者に対して、環境局が、罰金および極端な場合には懲役刑などの処分を執行する権限を有する<sup>24</sup>。

全てのプロジェクトは、事前に環境省へ環境影響評価（EIA）の実施を申し出なければならない。同省はコンサルタントを雇用し、調査の実務は委託を受けたコンサルティング会社が担当する。環境省は調査結果のレビューを行う。EIAにかかる期間は申し出から調査完了まで約1カ月、EIAにかかる費用はプロジェクトコストとして計上される。

EIAの調査項目としては、例えば飲料水であれば、生物、物理、化学分野の各種パラメーターがあり、これらの基準監督は、保健省の所掌である。海水淡水化事業にかかる濃縮水濃度（TDS）に関しては、地中海の海水が35,000 ppm、Red Seaの海水が45,000 ppmであるのに対して、その5%増の濃度まで認められている。EEAAからの聞き取りでは、沿岸地域での濃縮水放水は、パイプラインを使って海岸線から200メートル離すこと、ディフューザーを使用することなどが規則によって定められているとのことであった。また、工場建設にあたっては、近隣住民の生活や農業などに影響がないことが求められるなど、社会配慮の要素についても規定が設けられている。

現行基準では、プロジェクトは「A」「B」「C」の3つのカテゴリーに分けられる。「A」は環境への影響が小さいと判断されるもの、「B」はそれがやや大きいとみなされるもの、「C」は甚大な影響があるとみなされるものである。海水淡水化事業は「B」に分類され、EEAAによると、これまでの全ての海水淡水化事業でEIAをパスできなかったものはなかったとのことである。

---

クセス)

<sup>22</sup> 改正後の運営規則は、アラビア語版のみ公開されている。

<sup>23</sup> ただし、現在、淡水化事業に特化した環境規約がHCWWやEEAAをはじめ、水資源灌漑省や保健省など、関係省庁・機関で作成されている模様であり、水質基準や濃縮放流水、取水口や排出口などにかかる基準が設けられる見込みである（「3.2 海水淡水化諸技術に係る基準」参照）。

<sup>24</sup> 一方、環境法は、法連順守を奨励するために、環境に配慮した方法で事業を行う企業にインセンティブを与えている。

表 2.6-1 海洋環境への排出物質に関する基準

Item	Maximum limits of Criteria and Specifications (mg/Ltr-unless otherwise indicated)
Temperature	Not to exceed 10 degrees over the prevailing rate.
PH	6-9
Colour	Free of colouring materials
Biochemical Oxygen Demand ( BOD)	60
Chemical Oxygen Demand (COD)	100
Total Dissolved Solids	2000
Volatile Solids	1800
Suspended materials	60
Turbidity	NTU 50
Sulphides	1
Oil and Greases	15
Hydrocarbons of oil origin	0.5
Phosphates	5
Nitrates	40
Phenolates	1
Fluoride	1
Aluminium	3
Ammonia (nitrogen)	3
Mercury	0.005
Lead	0.5
Cadmium	0.05
Arsenic	0.05
Chromium	1
Copper	1.5
Nickel	0.1
Iron	1.5
Manganese	1
Zinc	5
Silver	0.1
Barium	2
Cobalt	2
Pesticides	0.2
Cyanide	0.1
Estimated Fecal Coliform Count in 100 cm <sup>3</sup>	5000

(出所) ‘Annex (1): Criteria and specifications for certain substances when discharged into the marine environment’, Executive Regulation of Law Number 4 of 1994 Egypt, pp47-48



## 第3章 「エ」国における海水淡水化技術の現状およびニーズ

### 3.1 海水淡水化技術の現状

#### 3.1.1 既存海水淡水化施設の現状および技術的仕様

上下水道省(MWWU)傘下で施設の運営維持管理を担当する上下水道合資会社 (HCWW) が管轄する「地方上下水道公社」のなかで、海水淡水化施設を運営維持管理するのは、「Red Sea 上下水道公社」、「Sinai 上下水道公社」、「Matrouh 上下水道公社」の3公社である。これら3公社に所属している淡水化施設の現状について各公社から得られた内容は以下のとおりである。

また、今次調査期間に Nahda (Alexandria) 工業団地内の国営石油化学会社 SIDPEC 工業用水製造施設、および Cairo の「Giza 浄水場」、「Matrouh 上下水道公社」所管の「South El Alamein 浄水場」も訪問できたのでこれらの施設についてもあわせて紹介する。

なお、下記に記載のコスト等の数値については、面談者の記憶に準拠したものもあるので、一部には第2章に記載の内容と違いが生じている点もあるが、大差はなく淡水化を概観するうえでの支障はないとみてよい。

#### 3.1.1.1 「Red Sea 上下水道公社」関連地区の現状

##### (1) 需給状況

同社は北部の Suez から南部の Halaib までの 1,080km の海岸部に点在している居住地域に生活用水を供給している。

この地域での現状の給水量は計 116,200 m<sup>3</sup>/日であり、水源別では以下のとおりである。この給水量は需要をカバーできておらず、1 時間/回 x 2 回/週のような不連続給水の地区も多い。 図 3.1-1 参照。

① ナイル川から送水	:100,000m <sup>3</sup> /日
El Korimat	: 85,000m <sup>3</sup> /日、 420km パイプラインで輸送
Qena	: 15,000m <sup>3</sup> /日、 320km パイプラインで輸送
② 海水淡水化により造水 (RO 膜方式) :	16,200m <sup>3</sup> /日
Hurghada	: 2,500 m <sup>3</sup> /日
El Qusair	: 7,500 m <sup>3</sup> /日
Maras alm	: 1,100 m <sup>3</sup> /日
Hamata	: 100 m <sup>3</sup> /日
Hemara	: 100 m <sup>3</sup> /日
El Shalaten	: 3,600 m <sup>3</sup> /日
Abo ramad	: 600 m <sup>3</sup> /日
Halaib	: 600 m <sup>3</sup> /日

将来は、さらに図 3.1-1 のように下記の地域に海水淡水化施設を建設し、計 110,000 m<sup>3</sup>/日の増量を計画している。なお、MWWU 傘下の全国上下水開発公社（NOPWASD）では、これらの要請を受けて採否を検討しているが、施設名や造水量は若干減量されて、合計 107,000m<sup>3</sup>/日が計画されている。

Al yosr Hurghada	:	40,000 m <sup>3</sup> /日
North Hurghada	:	20,000 m <sup>3</sup> /日
South Hurghada	:	20,000 m <sup>3</sup> /日
SAFAGA	:	10,000 m <sup>3</sup> /日
El Qusair	:	5,000 m <sup>3</sup> /日
Maras alm	:	10,000 m <sup>3</sup> /日
Hamata	:	500 m <sup>3</sup> /日
Hemara	:	500 m <sup>3</sup> /日
El Shalaten	:	1,500 m <sup>3</sup> /日
Abo ramad	:	1,000 m <sup>3</sup> /日
Halaib	:	1,500 m <sup>3</sup> /日

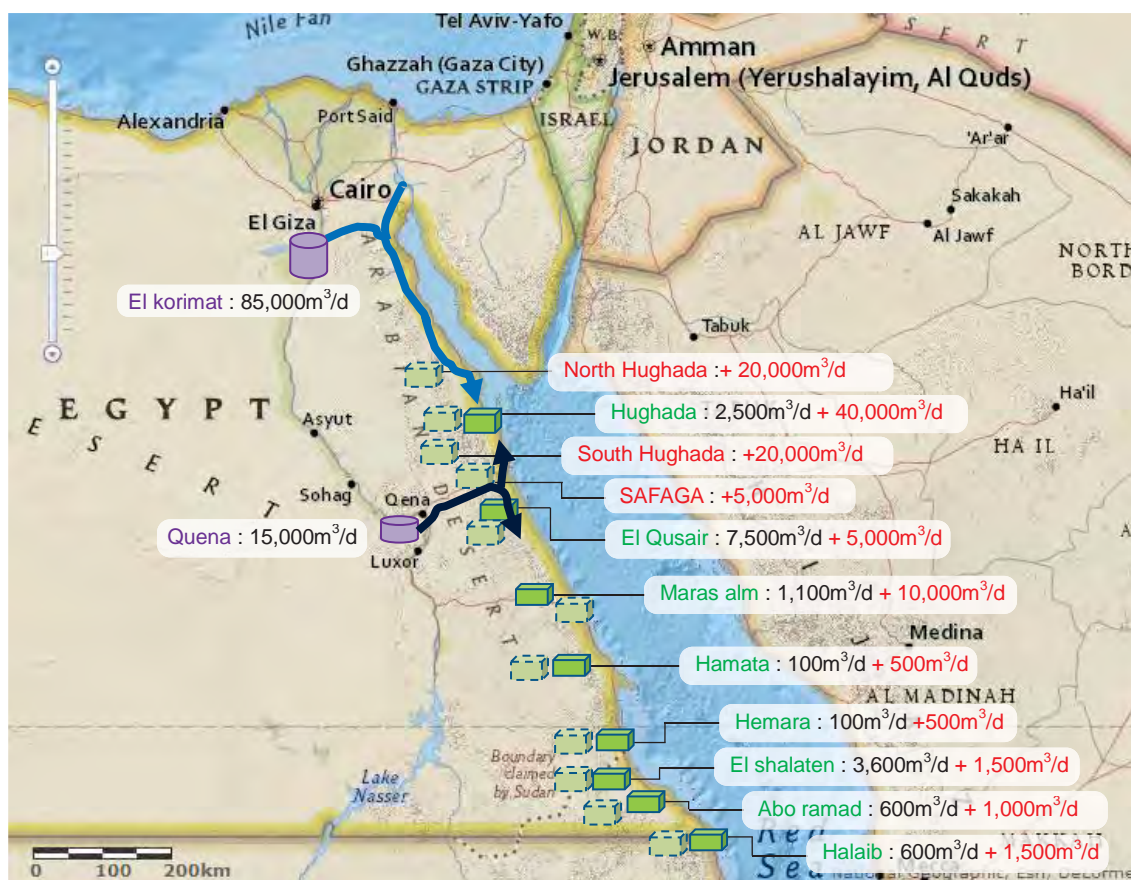


図 3.1-1 「Red Sea 上下水道公社」水供給図 (出所：同社情報をもとに調査団作成)

注：黒字は既設。赤字は将来の増設計画

## (2) Hurghada プラント

本プラントは、Hurghada 市内の海岸から 1.6km 内陸に入った場所に設置されている。本プラントは、「エ」国出身者がカナダで起業したプラントメーカーの ISEL 社が 1988 年から施設を建設を始め、1990 年 3 月に運転が開始された。取水は、当初実験をやる目的で設置された簡易設備をそのまま流用しているため、造船所近傍の海岸部の海水を利用している。このため、海水の濁度は高く、かつ前処理の砂ろ過装置も適切に運転されていないようで、結果として RO 膜も目詰まりを起こすほどの汚れが生じている（詳細な運転データ入手まではできていない）。添付写真集参照。

- ・造水量：4,000m<sup>3</sup>/日 （=1,000m<sup>3</sup>/日/系列 x 4 系列）
- ・フロー
  - 取水：オープン取水
  - 前処理：砂ろ過（12 基）+カートリッジフィルター（18 基）
  - 高圧ポンプ：高圧ポンプ+タービン式エネルギー回収装置付き
  - RO ユニット（1 系列あたりの数量）（全部で 4 系列ある）
    - 1<sup>st</sup> 120 本（= 圧力容器(以下 PV) x 20 本（膜エレメント(以下 Elt) 6 本入り）
    - 2<sup>nd</sup> 36 本（= 圧力容器(以下 PV) x 6 本（膜エレメント(以下 Elt) 6 本入り）
  - RO 膜：米国 UOP 社品→米国 Hydranautics 社品→東レ品に変更。
- ・海岸線近傍の濁質多い海水利用のため膜汚れ発生。交換された膜は、相当汚れている。高圧ポンプの運転圧力や差圧が上昇しているとの紹介があった。

### 3.1.1.2 「Sinai 上下水道公社」 South Sinai 支社関連地区の現状

#### (1) 需給状況

同社は Sinai 地区全域をカバーしており、El Arush 地域主体の北部支社と、Sharm El Sheikh 等の南部をカバーしている南部支社に別れている。

南部支社の主要供給地域は以下のようになっている。

- ・ Sharm El Sheikh （Sinai 半島東岸）
- ・ Dahab （Sinai 半島東岸）
- ・ Nuweiba （Sinai 半島東岸）
- ・ Taba （Sinai 半島東岸）
- ・ Aburides （Sinai 半島西岸）
- ・ El Tour （州都、Sinai 半島西岸）
- ・ 半島地域に点在している約 150 のベドウィンの生活拠点

同社が所管している South Sinai の定住人口は約 600,000 人で、これ以外に出張者や観光客のような非定住者が 400,000 人ほど生活している。同地区には郊外にベドウィン（遊牧民）の生活拠点が 150 か所（平均人口約 1,000 人/箇所）あり、ホテル 300 施設、大型リゾート施設 10 か所向けとあわせて同社が水を供給している。

ベドウィンには、水道配管による供給ではなく、タンクローリー車主体の水供給を行なっている。販売単価には、水そのものに加え、ローリー車での輸送コストも別途上乗せする方式を採用している。

ホテルは大手の場合は自前の淡水化施設を保有しているところもあるが、中小ホテルは同社からの供給に頼っている。

この地域での現状の給水量は計 93,000 m<sup>3</sup>/日であり、水源別では以下のとおりである。図 3.1-2 参照。ここでも給水量は不足しており、1 時間/回 x 2 回/週のような不連続給水の地区も多い。

- ・ ナイル川 から Aburides/Corin に配管で送水 : 35,000m<sup>3</sup>/日
  - ・ 地下水 (El Tour 市) : 16,000m<sup>3</sup>/日
  - ・ 淡水化により造水 : 42,000m<sup>3</sup>/日
- (内訳) (\*)は、停機中。
- ・ Sharm el Sheikh : 6,000m<sup>3</sup>/日 + 4,000m<sup>3</sup>/日 (\*) + 3,000m<sup>3</sup>/日
  - ・ Dahab city : 10,000m<sup>3</sup>/日 + 2,000m<sup>3</sup>/日 (\*)
  - ・ Nuweiha city : 10,000m<sup>3</sup>/日
  - ・ Taba city : 5,000m<sup>3</sup>/日 + 2,000m<sup>3</sup>/日 (\*)

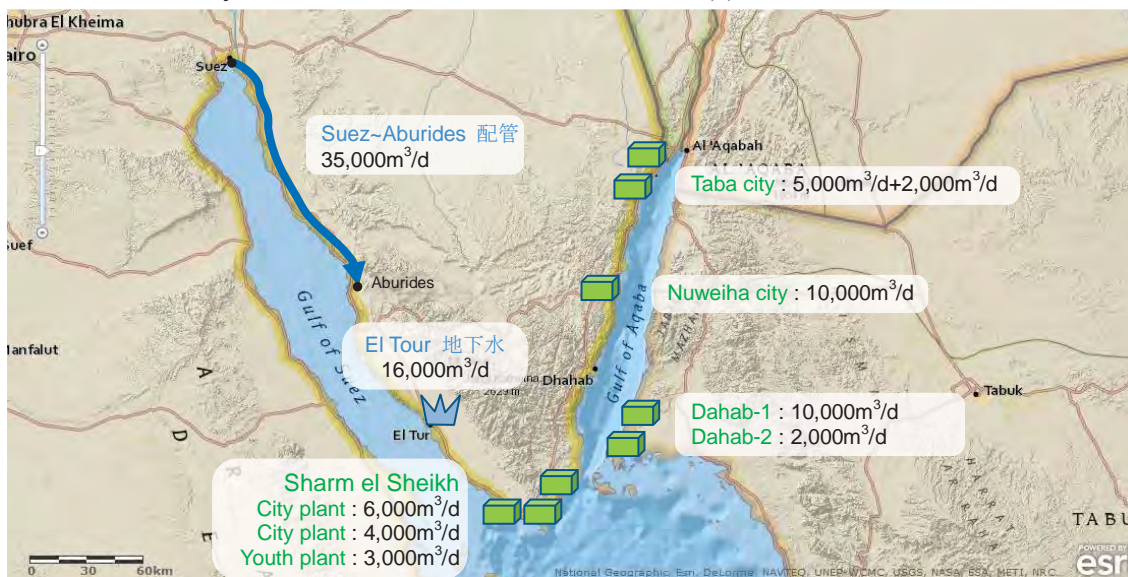


図 3.1-2 「Sinai 上下水道公社」 水供給図 (出所: 同社情報をもとに調査団作成)

## (2) Dahab-1 プラント

本プラントで製造した淡水は、Dahab 地区の定住者 20,000 人、および出張者や出稼ぎ労働者のような非定住者 60,000 人に加え、ベドウィン 4 か所 (計約 4,000 人)、ホテルやリゾート施設に供給されている。販売価格は 0.23LE/m<sup>3</sup> (コスト: 6~6.5LE/m<sup>3</sup>) であり、他所より安い価格が設定されている。添付写真集参照。

- ① 造水量：10,000m<sup>3</sup>/日 (= 2,000m<sup>3</sup>/日/系列 x 2 系列 (2003 年スタート)  
+ 3,000m<sup>3</sup>/日/系列 x 2 系列 (2009 年スタート) )
- ② 設備建設者：軍
- ③ 設備フロー
  - 1) 取水：アカバ湾ビーチウエル (平均深さ 36m)  
夏季：38,000 mg/l、冬季：44,000 mg/l、  
(ただし後刻 Sharm El Sheikh で入手した資料によれば通年で 36,000~38,500 mg/l)
  - 2) 前処理：砂ろ過器+硫酸注入+カートリッジフィルター
  - 3) RO：回収率：33%
    - #1 30PV (6Elt/PV) /系列 (2,000m<sup>3</sup>/日)
    - #2 30PV (6Elt/PV) /系列 (2,000m<sup>3</sup>/日)
    - #3 48PV (6Elt/PV) /系列 (3,000m<sup>3</sup>/日)
    - #4 48PV (6Elt/PV) /系列 (3,000m<sup>3</sup>/日)
 膜：DOW (米) SW30HR-380
  - 4) 2 段目 RO：7PV (6Elt/PV) /系列 (500m<sup>3</sup>/日) x 4 系列  
これは、#1 と#2 系列の水質が 1 段目で確保できなくなったため、1 段目の生産水をさらに脱塩するために追加で設置した模様。
- ④ 消費電力
  - #1 および #2：7.3kWh/m<sup>3</sup> (エネルギー回収装置：タービン方式)
  - #3 および #4：3.5kWh/m<sup>3</sup> (エネルギー回収装置：直接変換方式)
- ⑤ 生産水質  
詳細データ不明であるが、水質は概ね 400 mg/l 以下を確保できている模様。

### (3) Dahab-2 プラント

- ① 造水量：2,000m<sup>3</sup>/日 (= 500m<sup>3</sup>/日 x 4 ) (7PV (6Elt/PV/系列))
- ② 1993 年スタート
- ③ METITO 社 (米国) 建設
- ④ エネルギー回収方式は、タービン式

### (4) Sharm El Sheikh

- ① City Plant
  - 1) 6,000m<sup>3</sup>/日 2009 年 3 月スタート、「エ」国 INTECH 社が装置建設
    - ・ 3,000m<sup>3</sup>/日/系列 (PV48 x 6elt/pv) x 2 系列
    - ・ 生産水質：420 mg/l (プラントスタート時は 165 mg/l)
    - ・ 回収率：33%
  - 2) 4,000m<sup>3</sup>/d 1998 年スタート、「エ」国 INTECH 社が装置建設

- 1,000m<sup>3</sup>/日/系列 (PV20 x 6elt/pv) x 4 系列
- 運転圧力 : Feed: 64~65bar (Brine : 60~62bar)
- 回収率 : 33%

3) 取水

両プラント用の原海水はオープン取水 (800m沖合 (100m 深さ)。集水管を通過して地上のポンプステーション内のピットまで自然流入。ピットから 700m<sup>3</sup>/h x 3 基のポンプで約 500m 離れた淡水化プラントまで送水。

4) 濃縮水

取水に影響しない海域に放流。

② Youth Plant

3,000m<sup>3</sup>/日

③ RO 膜 : 全て DOW SW30HR-380 (米)

④ 運転状況

特に City Plant (4,000m<sup>3</sup>/日)についての質疑があった。

当該装置は、運転当初は消費電力が 3-3.5kWh/m<sup>3</sup> だったが、現在は 6-6.5kWh/m<sup>3</sup> とのこと。また、運転圧力も当初 58bar から現在は 64bar まで上昇していた。

濁度を表す指標の SDI (Silt Density Index : 濁度の指標) は 2.3~2.7 といっていたが、一時前処理が完全でない水が RO 膜部分に供給された可能性があり、これに起因する膜面ファウリングが発生しているかの可能性のあることを指摘しておいた。また、そのようなトラブルを防ぐ運転管理の方法についても簡単に紹介したところ、多大な関心が寄せられた。このような運転技術についての情報提供も有用な ODA になる可能性がある。

添付写真集参照。

⑤ 販売価格 : 0.23~0.5LE/m<sup>3</sup> といっていたが、他所で聞いた価格 (0.1\$/m<sup>3</sup>=0.6LE/m<sup>3</sup>) より安い。

⑥ コスト

同社は、維持管理業務を外注 (電気代は除く) し、3.5LE/m<sup>3</sup> 支払っている。これ以外に電気代として 2~3LE/m<sup>3</sup> 負担している。したがって合計維持管理コストは 5.5~6.5LE/m<sup>3</sup> となる。

### 3.1.1.3 「Matrouh 上下水道公社」関連地区の現状

#### (1) 需給状況

Matrouh 県は、都市部 8 か所、村落 56 か所から構成されている。図 3.1-3 参照。

冬場は定住人口の約 400,000 人であるが、夏には観光客等の流入により倍増の約 950,000 人に増加する。

これに必要な水量は 2012 年時点で 240,000m<sup>3</sup>/日とみられているが、供給能力は以下の各水源から計 161,000m<sup>3</sup>/日であり約 80,000m<sup>3</sup>/日 (2017 年には 120,000m<sup>3</sup>/日に拡大すると予測

されている) が不足している。

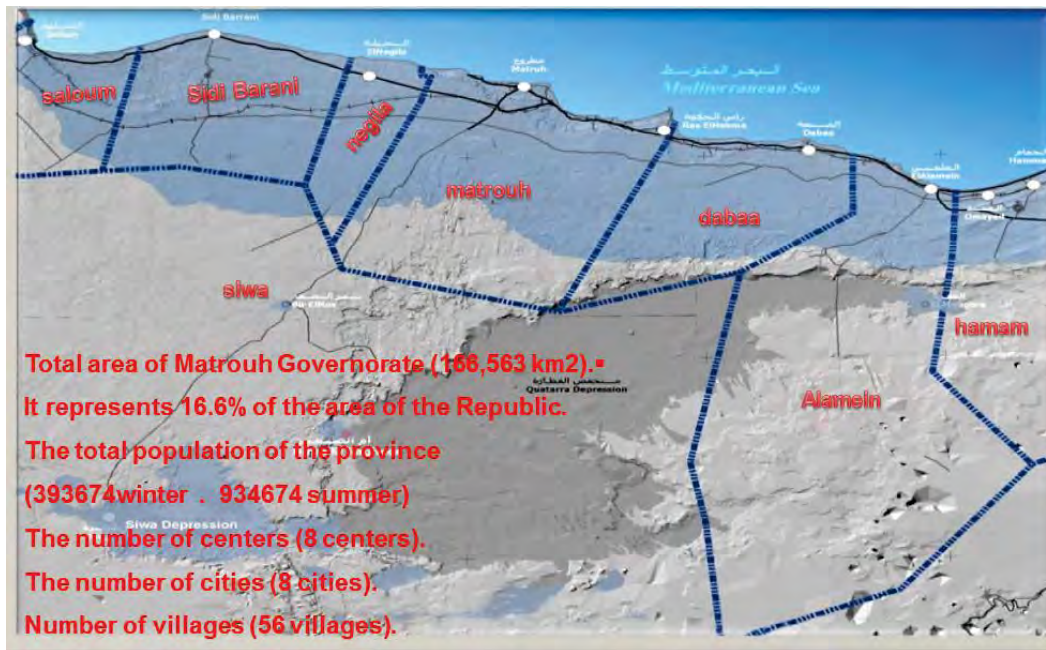


図 3.1-3 Matrouh 県行政図 (出所: Matrouh Company for Water & Waste water)

これに対して、現状は以下のように供給体制ができていないものの、特に夏季に給水量が不足することになるので、Alexandria 上下水道公社からの給水を受け不足分をカバーしている。

- South El Alamein 浄水場 (3.1.1.5(2)項参照) から : 150,000m<sup>3</sup>/日
  - 地元の海水淡水化施設から : 6,000m<sup>3</sup>/日
  - Siwa オアシスから : 5,000m<sup>3</sup>/日
- 計 : 161,000m<sup>3</sup>/日

なお、現在、Abd El Rahman に 1,200m<sup>3</sup>/日、Bagush に 24,000m<sup>3</sup>/日 (軍の予算で建設中) の施設を建設中。図 3.1-4 参照。



図 3.1-4 「Matrouh 上下水道公社」水供給図 (出所: 同社情報をもとに調査団作成)

注: 黒字は既設。赤字は将来の増設計画

(2) Kelopatra プラント

- ・ 2001 年スタート
  - ・ ビーチウエル (60m 深) x 4 本。TDS=39,000 mg/l
  - ・ 前処理：砂ろ過 9 基 + 5 $\mu$  カートリッジフィルター 3 基
  - ・ Calder 社ペルトン式エネルギー回収付き。6.5kWh/m<sup>3</sup> の電力費。
  - ・ RO 1<sup>st</sup> RO：10PV (6El/PV) /系列 (667m<sup>3</sup>/日) x 3 系列  
2<sup>nd</sup> RO：6PV (6El/PV) /系列 (500m<sup>3</sup>/日) x 1 系列
  - ・ コスト：6.5LE/m<sup>3</sup> (=約 1US\$/m<sup>3</sup>)
- 添付写真集参照。

(3) その他

- ・ Am Raghem (Matrouh の西 27 km) :  
EDR(200m<sup>3</sup>/d)が存在していたが現在は使用していない。  
将来 4,000m<sup>3</sup>/日の施設建設の計画をしている。土地は確保済み。
- ・ Kelopatra (Matrouh 市) :  
2,000m<sup>3</sup>/日稼働中。将来 20,000m<sup>3</sup>/日の増設を計画。
- ・ Remela (Matrouh の東 10km) :  
将来 20,000m<sup>3</sup>/日の施設建設の計画をしている。候補地①は 200x300m。以前太陽光発電設備の建設も検討されていた。候補地②は、100mx200m の土地が確保されている。
- ・ Bagush (Matrouh の東 45km) :  
24,000m<sup>3</sup>/日軍により建設中。オープン取水。現場への接近は許可されず。  
将来 24,000m<sup>3</sup>/日の増設の計画をしている。(NOPWASD 担当)

3.1.1.4 工業用水 (「エ」国国営石油化学会社 SIDPEC の例)

(1) 既存設備概要 添付写真集参照。

- ① SIDPEC は、1997 年に設立されて国営石油化学会社。エチレン年産 300 千トン、ポリエチレン 225 千トン、ブタン 10 千トン、LPG50 千トン等を生産している。エチレンプラントは、TEC (東洋エンジニアリング) が建設した。
- ② SIDPEC は、Alexandria Nahda 工業団地の中核企業で、2000 年から稼働している。
- ③ 工場ボイラー用の水は、ナイル川起源の河川水を引き込み、それを凝集沈殿->砂ろ過->濾過タンク (12,000m<sup>3</sup> x 2 基 (=約 3 日分の消費量)) ->RO->イオン交換->ボイラー用水として使用している。設備は「エ」国の企業が建設。
- ④ 排水は、工場内の排水処理設備で放流基準以下に処理後、排水 Canal に流している。団地内の各工場も概ね同じ処理をしている。放流基準値例を、表 3.1-1 に示す。なお、本表は工業団地からの放流基準であり、第 2 章に記載の海洋投棄の基準とは異なる。



- ⑤ 同団地に立地している各企業は、全て同じ条件での契約になっている。工業用水にまとめて1次処理して各工場に配水したり、ある程度の排水処理をした後にまとめて総合処理するシステムにはなっていない。
- ⑥ 以前団地内の企業から、規制値をオーバーする排水が放流されたことがあった。また、各物質の規制値が厳しくなる傾向にあり、例えばフェノールの濃度は0.005mg/l から 0.001mg/l へと厳しくなった。これらの規制強化についていけない企業も出てくるのが予想される。
- ⑦ 純水製造ラインの RO 膜としては東レ品が使われている。

表 3.1-1 ナイル川運河 (Canal) 向け放流基準

出所：SIDPEC より入手

Decree No. 402 / 2009 Article: 61

The standard measures for the licence to discharge treated industrial fluid wastes into the River Nile and its two branches, and underground water reservoirs.

All standard measures are in milligram/litre unless otherwise is mentioned

Description	Maximum limit for the standard measures of the treated industrial fluid wastes discharged into	
	The river Nile from the high dam to delta barrages	The river Nile branches Damietta - Rosetta
Temperature	Not more than 3 degrees over the normal	Not more than 3 degrees over the normal
- Hydrogen Exponent	6 - 9	6 - 9
- Absorbent activated Oxygen	30	20
- Chemically consumed Oxygen (Dichromate)	40	20
- Total dissolved solid materials (TDS)	1200	800
- Suspended materials	30	30
- Sulphide (as H2S)	1	1
- Oils, greases and resins	5	5
- Phosphate	1	1
- Nitrate (as No3)	30	30
- Phenol	0.002	0.001
- Fluorides	0.5	0.5
- The remaining chlorine	1	1
- Mercury	0.001	0.001
- Lead	0.001	0.001
- Cadmium	0.003	0.003
- Arsenic	0.01	0.01
- Chrome	0.01	0.01
- Copper	1	1
- Nickel	0.02	0.02
- Iron	1	1
- Manganese	0.5	0.5
- Zinc	1	1
- Silver	0.05	0.05
- Probable enumeration for the colonic group in 100 cm3	1000	1000
- All kinds of insecticides	Nil	Nil

(2) 排水再利用システム検討

訪問時に工場排水の再利用等の照会をした。SIDPEC も既に検討していたが、さらに詳細に検討したいとの希望もあったので、引き続きフォローすることにした。検討のために必要な資料等は、本調査終了後でも、提供してもらう。同社の構想は以下のとおりである。

- ① 将来各工場の生産量が増加すれば、必要な工業用水も増加し、ナイル川からの取水可能量を超過する可能性がでてくると予想している。
- ② 最終的には、隣接する各社の工場から廃水を集めて一括処理する計画を立案しており、各社からは処理にかかるコストの負担と再利用水の料金を支払ってもらうことで採算性のある事業にすることを検討している。
- ③ 現状でも 2,000m3/hr 程度の規模になり、将来はもっと増えることが予測される。国営企業として（資本は HCPC が一部を保有）環境問題にも対応する姿勢をみせたい。総合排水処理場は SIDPEC 工場内の土地を提供できる。

## 3.1.1.5 一般浄水場

## (1) Giza 浄水場

本浄水場は、Cairo 都市圏への水道水製造基地として設置されている 13 浄水場（ナイル川東岸 10 か所、西岸 3 か所）の一つで、ナイル川西岸に位置している。

本浄水場には、浄水化施設が全部で 4 系列ある。 添付写真集参照。

① 第 1 系列：180,000m<sup>3</sup>/日

- ・ 1973 年に、チェコ支援で建設。
- ・ 敷地最北部の約 300m x 500m で稼働中。
- ・ プロセス  
     (凝集?) 沈殿 3 時間⇒砂ろ過 3~3.5 時間⇒濾過水  
     砂ろ過 40 基
- ・ 洗浄 7-9 時間/日

同浄水場の責任者は、施設が老朽化しているのでできれば最近の新技术である濾過膜利用のプラントに更新したいと考えており、同じ敷地で 3 倍の濾過能力を期待している。このため、膜技術情報に加え、所要電力、消費薬品、設備償却費等のコストに係る情報を希望。

② 第 2 系列：35,000m<sup>3</sup>/日

- ・ 1997 年に、日本政府の無償資金協力により建設。
- ・ コンサル：八千代エンジニアリング、元請：大日本土木、浄水課設備部分：水道機工が受託し、建設/納入。発注者：Giza 州 (Giza Governorate)
- ・ 第 1 系列の南側に位置している。順調に稼働中。Monib 地域向けに給水。
- ・ プロセス  
     ナイル川⇒(取水ポンプ)⇒着水井⇒凝集剤(硫酸アルミニウム) /28RPM ミキサー⇒Flocculation 形成池 3 分⇒沈殿/傾斜版 30 分⇒急速ろ過 1.1 時間⇒濾過水

③ 第 3 系列：200,000m<sup>3</sup>/日

- ・ フランスの支援で建設。Degremont 社納入

④ 第 4 系列：150,000m<sup>3</sup>/日

- ・ 米国の支援で建設。「エ」国の会社が納入。

## (2) South El Alamein 浄水場 添付写真集参照。

① 「Matrouh 上下水道公社」管轄の一般浄水場。El Alamein 市中心部から南へ約 12km の場所に立地。Matrouh 県各地に給水。

## ② 主要仕様

- ・ 設計処理水量 165,000m<sup>3</sup>/日、実処理水量 150,000m<sup>3</sup>/日
- ・ 原水はナイル川（デルタ地区）から取水。

- ・凝集沈殿⇒急速濾過（砂+アンスラ（活性炭））で濾過。
- ③ 全4系列分の敷地で2系列が稼働中。残り2系列用は、現在空きスペースになっている。ここに、膜式の浄化施設を導入の可能性を検討したいとの意見が同浄水場責任者より寄せられた。

### 3.1.2 施設運営技術の状況・評価

#### (1) 対象水道会社

海水淡水化装置を保有する「Red Sea 上下水道公社」、「Sinai 上下水道公社」、「Matrough 上下水道公社」を対象に評価する。

#### (2) 運営状況・評価

本調査では、各施設の詳細な運転データや運転方法の説明を聞くのには十分な時間がなかったため、表面的なヒアリングしかできなかった。地方水道会社や HCWW 担当者の説明からの以下が推定される。

- ① ほとんどの施設が、地元の水道会社職員により運営・維持管理されている。職員には施設を建設した企業と軍関係技術者の両面から指導を受けていることが多いとみられる。
- ② 今次調査期間中に訪問した施設をみるかぎり、膜利用設備に必須な前処理の管理が十分でないように見受けられた。
- ③ ほとんどの施設でスタート時に比較し、RO 膜運転圧力が上昇した、差圧（RO 膜の入口と出口の圧力差）の上昇、エネルギー回収効率の悪化等が紹介されていた。実際に交換された膜の表面にも濁質が多く付着している施設もあった。
- ④ そのような膜汚れ状況を早期に発見し、適切な洗浄をすれば膜の寿命も延びることになるが、そのようなシステムティックな運転データ管理が行われていないように思われた。
- ⑤ 交換部品の調達は、RO 膜も含めて、概ね「エ」国国内で可能になっている。

### 3.1.3 訪問先以外の淡水化施設設置状況

「エ」国では、3.1.1 項に紹介の海水淡水化施設以外に、RO 膜を利用したかん水淡水化施設や工業用水製造設備等は、多くの地域・ユーザーで使用されている。

表 3.1-2 は、2012 年末における GWI (Global Water Intelligence)社がまとめた「エ」国における海水淡水化以外の用途も含めた RO プラントのリストである。便宜上 5,000m<sup>3</sup>/日以上施設のみを掲載した。このデータからも「エ」国各ではすでに RO 膜による淡水化設備が導入されていることがわかる。

なお、本表に記載されていない 5000m<sup>3</sup>/日未満の施設も加えた造水量の累積量は約 1,000,000m<sup>3</sup>/日に上っている。ただし、本統計は建設された施設（含む計画中の案件）が計上されているものであり、既に廃棄された施設も含まれている可能性もあるため実際の造水

量はこれより少なくなる。第2章で紹介されているように「エ」国の水源としては淡水化に依存する水量が500,000m<sup>3</sup>/日とも推定されているので、概ねこの規模感と本表の整合性は取れているといえる。

表 3.1-2 2012 年における「エ」国淡水化一覧 (RO 方式、5,000m<sup>3</sup>/日以上を掲載)

Location	Output water (m <sup>3</sup> /d)	Size	Technology	RO energy recovery	Raw water type	Award date	Online date	Plant suppliers	Holding company	User category
Suez	70,000	XL	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)					
Sinai	35,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)					
Red Sea Coast	27,252	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2007	2008	ITT Fluid Technology	ITT Fluid Technology	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Marsa Alam	27,048	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2011	2014			Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	25,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)					
Marsa Matrouh	24,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)			2012 Desalia	Desalia	Military
Marsa Alam	24,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2011	2011	International Hydro Systems	International Hydro Systems	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Marsa Matrouh	24,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2011	2013			Military
Egypt	23,966	L	RO (Reverse osmosis)		River water or low concentrated saline water (TDS 500ppm - <3000ppm)	2010	2011	GE Water & Process Technologies	GE Water & Process Technologies	Industry (TDS <10ppm)
Montazah	18,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2009	2011	TAM Environmental	TAM Environmental	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	17,500	L	RO (Reverse osmosis)	ERI	Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2006	2006	Intech	Intech	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	15,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2011	2014			Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	14,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2000	2001	Waterlink	Waterlink	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	12,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2009	2011	Intech	Intech	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sadat City	10,680	L	RO (Reverse osmosis)		River water or low concentrated saline water (TDS 500ppm - <3000ppm)	2008	2009	GE Water & Process Technologies	GE Water & Process Technologies	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Nuweiba	10,500	L	RO (Reverse osmosis)	ERI	Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2006	2007	Horse Engineering Works Alex S.A	Horse Engineering Works Alex S.A	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Nuweiba	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2000	2002	Doosan Hydro Technology, Inc.	Doosan Hydro Technology, Inc.	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Taba	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2000	2002	Doosan Hydro Technology, Inc. / American Engineering Services	Consortium	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2008	2009	AES Arabia Ltd.	AES Arabia Ltd.	Industry (TDS <10ppm)
Dahab	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2008	2009	GE INFRASTRUCTURE	GE INFRASTRUCTURE	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Brackish water or inland water (TDS 3000ppm - <20000ppm)	2009	2010	TBD	TBD	Demonstration
Egypt	10,000	L	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2010	2011	Canadian Crystalline Water India Ltd.	Canadian Crystalline Water India Ltd.	Industry (TDS <10ppm)
Port Said	8,330	M	RO (Reverse osmosis)		Waste Water	2009	2010	Aquatech International Corp.	Aquatech International Corp.	Industry (TDS <10ppm)
Nuweiba	8,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2007	2007	Horse Engineering Works Alex S.A	Horse Engineering Works Alex S.A	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	8,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2010	2011	TAM Environmental	TAM Environmental	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Dahab	7,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1996	1997			Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	7,000	M	RO (Reverse osmosis)	ERI	Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1995	1997	GAWA	GAWA	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Dahab	7,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2004	2005	GE Zenon	GE Zenon	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	6,500	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2003	2003	EBD Water	EBD Water	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	6,057	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1996	1997	American Engineering Services	American Engineering Services	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	6,000	M	RO (Reverse osmosis)	ERI	Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2003	2003	Severn Trent Services	Severn Trent Services	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	6,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2009	2010	Desalia	Desalia	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	6,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2008	2009			Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
El Quseir	6,000	M	RO (Reverse osmosis)		Brackish water or inland water (TDS 3000ppm - <20000ppm)	2007	2009	International Hydro Systems	International Hydro Systems	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	6,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2008	2009	Desalia	Desalia	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	6,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2008	2009	Desalia	Desalia	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	5,450	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2007	2008			Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	5,000	M	RO (Reverse osmosis)	ERI	Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1992	1994	American Engineering Services	American Engineering Services	Tourist facilities drinking water in (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1990	1990			Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Hurghada	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Pure water or tap water (TDS <500ppm)	1989	1991			Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Egypt	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	1998	1998	H2O Innovation	H2O Innovation	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2010	2012	Christ Water Technology Group	Christ Water Technology Group	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2009	2011	Christ Water Technology Group	Christ Water Technology Group	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sinai	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2009	2011	Christ Water Technology Group	Christ Water Technology Group	Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)
Sharm El Sheikh	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Waste Water	2011	2012	TAM Environmental	TAM Environmental	Irrigation (TDS <1000ppm)
Sinai	5,000	M	RO (Reverse osmosis)		Seawater (TDS 20000ppm - 50000ppm)	2011	2011			Municipalities as drinking water (TDS 10ppm - <1000ppm)

出所: GWI

## 3.2 海水淡水化技術に係る諸基準

### 3.2.1 基準の整備状況

#### (1) 軍部インフラ整備部署の関与

「エ」国のインフラ設備の建設にあたっては軍部の関与するところが大きく、水関連施設も例外ではない。軍は、建設費の負担や、施設の仕様検討、建設中の工程・施工管理、検収業務等にも深く関与している様子である。また、施設完工後の運転技術指導や保守管理等の指導も施設オペレータに対して行なっている。いわゆる、国のインフラ施設の実施コンサルタント的な役割も果たしている模様である。

#### (2) 施設建設コントラクターの関与

一方、施設の運転技術指導や保守管理マニュアル等は、実際には建設コントラクターが準備し、完工後には実際の技術指導を行うところまで義務付けられていることが多いが、これらの運転指導とあわせて、軍部の技術指導が行われている模様である。

#### (3) 基準策定委員会の状況

現在は、淡水化施設に係る、設計基準、環境評価基準、水質基準、濃縮水放流基準、維持管理運営基準、交換部品調達基準等さまざまな基準類の策定作業を、上下水道省 MWWU 傘下の NOPWASD、HCWW や関係省庁の専門家が集まって行なっているところである。まだ1年ほど要する見込みとのことであるが、それが完成する2014年度半ば以降には、より体系だった運営技術が構築され、また体系だった教育も期待される。

### 3.2.2 水質基準

上記のよう「エ」国で独自に定める「海水（かん水）淡水化施設」からの生産水質基準ができるまでは、暫定的に既存の「ろ過式浄水場」で適用されている水質基準や軍部が決めた基準に準拠していると思われるが詳細は不明である。今次調査では飲料水を管理している健康・保健省からのヒアリングができなかったので確認はできていない。

一般的には世界保健機構（WHO）の飲料水基準や、EUの基準に準拠して決めることが多い。世界で使用されている飲料水基準の一部を表3.2-1に示す。矢印に示すように、TDS（Total Dissolved Solid：全溶解性物質）は、概ね500～1,000mg/lとなっている。

### 3.2.3 設計・運転・維持

上記3.2.1のように、現在基準を策定中であり、今次調査では明らかにされなかった。メーカーマニュアル、軍のマニュアルにしたがっていると予測される。

表 3.2-1 国際的飲料水基準と日本の基準

Item	WHO	USA	EU	Japan
1. Inorganics				
Aluminum	0.2	0.05 ~ 0.2	0.2	0.2
Ammonia	1.5		0.5	
Antimony	0.005	0.006	0.005	0.002
Arsenic	0.01	0.05	0.01	0.01
Asbestos	U	7 (Mil./L)		
Barium	0.7	2		
Beryllium	NAD	0.004		
Boron	0.5		1	1
Cadmium	0.003	0.005	0.005	0.01
Chloride	250	250	250	200
pH	—	6.5 ~ 8.5	6.5 ~ 9.5	5.8 ~ 8.6
Selenium	0.01	0.05	0.01	0.01
Silver	U	0.01		
Sodium	200		200	200
Sulfate	250	250	250	
Tin	U			
Total Dissolved Solids	1000	500		500 ~ 200
Uranium	0.002	0.03		0.002
Zinc	3	5		1
Thallium		0.002		
2. Organics				
Carbon tetrachloride	0.002	0.005		0.002

(注 1) 単位： 特記外 mg/l.

(注 2) WHO のホウ素 0.5 mg/l は暫定基準。2011 年発行の第 4 次改訂版で 2.4mg/l に改定された。

(注 3) EU 基準では TDS は明記されていない。しかし電気伝導度基準で 2,500  $\mu$  S/cm 於 20 度 C が規定されている。

出所：日本国厚生労働省 HP, :[www.mhlw.go.jp/shingi/2002/11/s1108-5g.html](http://www.mhlw.go.jp/shingi/2002/11/s1108-5g.html)

### 3.3 水供給における海水淡水化の位置づけ

#### 3.3.1 水供給の現状

各訪問先の主要面談者発言では、ナイル川の水量は現行の 555 億 m<sup>3</sup>/年以上には増加できない。周辺地域の人口増加および産業拡大により、一人あたりの消費可能量が減少している事実がある。

このためナイル川から離れた地域 (Hurghada、North Sinai、South Sinai、Matrouh 等) は、今後は雨水や地下水、ナイル川からの導水に依存できない (\*) ため、海水淡水化等により自前で生活水の確保をせざるを得ない状況になってきている。

(\*) 同地域へは、ナイル川からの輸送も一部利用されているが、この方式はコストがかかること、ナイルの水量に余裕がないことから、今後は減少する見込み。

#### 3.3.2 海水淡水化の位置づけ

上記のように、ナイル川から離れた地域において、農業・工業・観光業のような産業開発をすすめるにあたって必要になる農業用水・工業用水・生活用水等を確保するためのナイル川からの導水ができなくなっている状況から、海水淡水化施設への期待は高まっている。

現在同国で準備されているマスタープランの入手はできていないものの、消費地に近い所に淡水化施設を建設することが各州で計画されている。

### 3.4 海水淡水化技術導入の課題

#### 3.4.1 各方式の適用可能性

「エ」国で採用されている海水淡水化技術は、蒸発法や電気透析、イオン交換樹脂法等ではなく、ほとんどが RO 膜式になっている。これは、燃料としての石油やガスの代金の高い国では熱を使う蒸発法や、電気使用量の多い電気透析法は適していないためである。またイオン交換法は海水のような高濃度塩水の脱塩には向かず、これらの要求を満たすことのできる RO 膜式が広く採用されている所以である。

結果として、RO 膜施設の運転にも習熟した技術者が増えてきており、この点からも RO 膜方式での淡水化施設の建設が基本方針になっている。

#### 3.4.2 RO 膜式海水・かん水淡水化技術の課題

海水・かん水淡水化には、前述のように蒸発法、RO 膜法、電気透析法、イオン交換樹脂法等があるが、ここでは、技術上の導入課題を確認するために、特に RO 膜法の脱塩プロセスについて概観し、「エ」国における課題を推定してみる。

##### 3.4.2.1 原水濃度の浸透圧の関係

RO 膜式脱塩は、原水の浸透圧以上の圧力を付加して原水中の  $\text{Na}^+$  や  $\text{Cl}^-$  のようなイオンを除去する技術であるが、もっともエネルギーの必要となる原水供給ポンプ操作圧は、原水の浸透圧以上の圧力を負荷する必要がある、参考までに、水中の塩分（食塩）濃度と浸透圧との関係は、図 3.4-1 のようになっている。したがって海水の場合は、操作圧が 5MPa～7MPa になる。

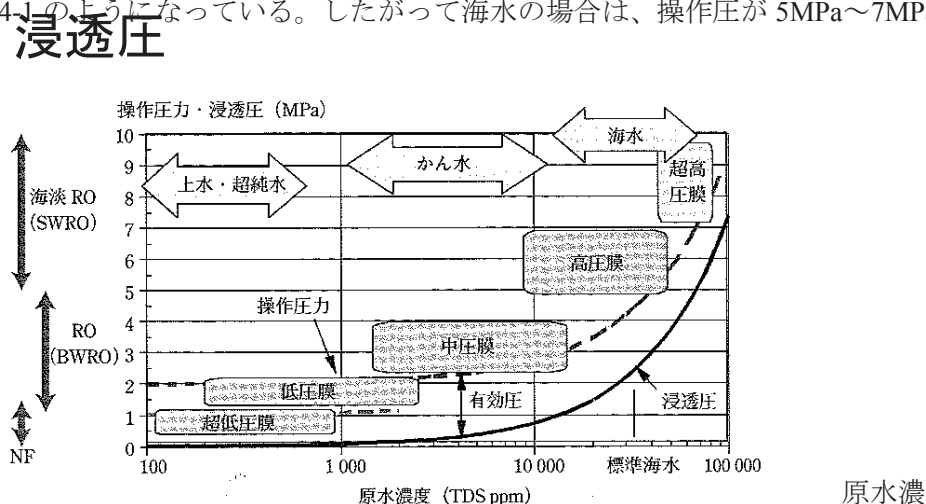


図 3.4-1

度と浸透圧の関係 (出所：膜分離技術振興協会編「浄水膜」)

##### 3.4.2.2 RO 膜法特徴

RO 膜法の特徴を下記に列挙する。なお、下記は他の脱塩プロセス（蒸発法、イオン交換法、電気透析等）間の比較であり、「取水」や「前処理設備」ユニット等が必要でない場合



の水処理施設との比較ではない。

(1) 溶解塩類を除去

水中の溶解塩類をはじめ、溶解有機物（トリハロメタン、その前駆体、農薬等）、微細粒子（生菌類、死菌類、その他さまざまな微粒子）を安定的かつ効率的に除去できるので、海水淡水化から超純水製造まで幅広く適用できる。

(2) エネルギー型分離法

水を蒸発させないプロセスゆえ、エネルギー消費の少ない省エネルギー型分離方法である。東レ HP には、蒸発法との比較が図 3.4-2、図 3.4-3 のように紹介されている。

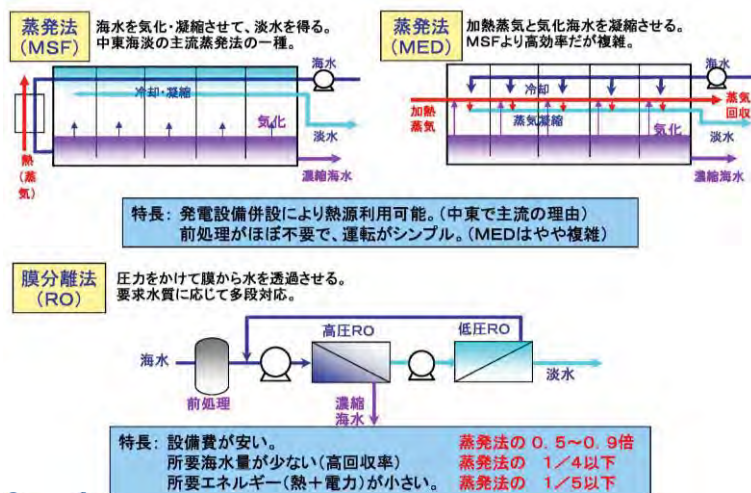


図 3.4-2 蒸発法と膜処理法の特長 (出所：東レ HP)

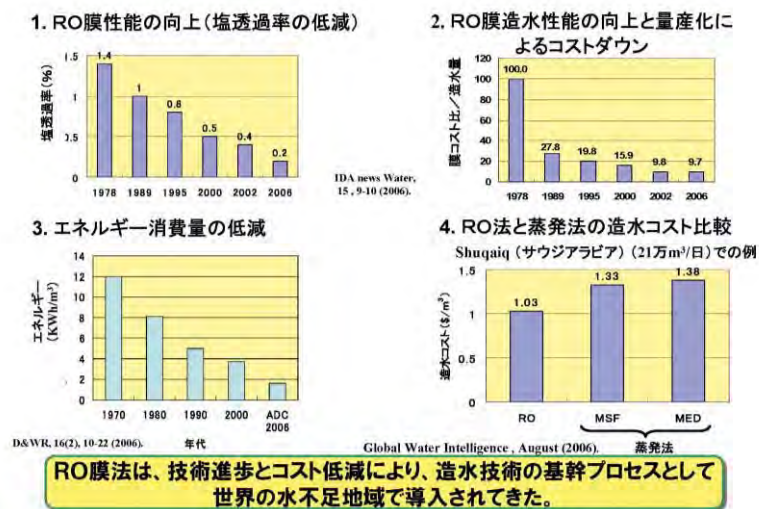


図 3.4-3 海水淡水化 RO 膜の技術進歩と蒸発法とのコスト比較 (出所：東レ HP)

(3) 有価物の濃縮回収が可能

熱を加えないプロセスのため、溶液中の有価物を熱によって変質(注)させることなく濃縮回収できる。

(注) 特に食品産業の場合、熱を加えると溶液中の成分が変化し、常温下での味覚成分等が変化してしまうことがある。膜法の場合は、機械的に圧力をかけて濃縮する技術ゆえ、これらの懸念がなくなる。

#### (4) 装置がコンパクト

容積効率に優れたモジュールを立体的に構成することができるので、装置の設置面積が少なくできる。

また、モジュールユニット化できるため、一定のユニットを設計・製作しておけば、その組み合わせ方で小型～大型まで各種の造水量の設備が簡単に作ることができる。

#### (5) 運転管理が容易

装置がシンプルなため、運転管理が容易で保守にも手間がかからない。

また、温度変化を伴わないので蒸発方式や冷凍法式の設備にくらべ、設備の起動・停止操作が容易である。

イオン交換法に比べた場合、樹脂の再生操作が不要。

### 3.4.2.3 システムの構成

#### (1) 全体構成

電源の受電設備、建物関連、資材保管倉庫、事務所関連等を除いた膜システムは、図 3.4-4 のように 4 種類の設備ユニットから構成される。各設備ユニットの概要については、(2)項で説明する。

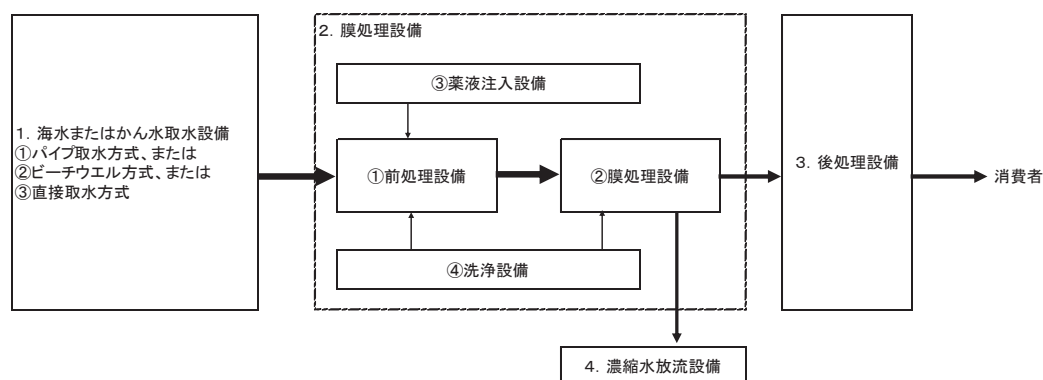


図 3.4-4 膜システム構成設備 (出所：調査団作成)

#### (2) 各設備概要

##### ① 取水設備

これは、処理すべき海水またはかん水を導入するための設備である。方式としては、以下の 3 方式がある。

1) パイプ取水

オープンインテークの一種で、大型設備等で用いられる。取水点から陸上設備まで、配管で海水を導入する。大型の場合は、取水ポイントで電気分解等で製造した塩素を注入し、管路内での貝殻や海草の育成を防ぐ。

小型の場合は、簡略化のために塩素注入は行わず、導入管を取り替える方法もある。

2) ビーチウエル

海岸線に井戸を掘り、そこへ浸入してきた海水を取水する方式である。この方式は、海水の濁質がこの段階で除去されるので、膜設備の汚れ防止に有用である。しかし、井戸が枯渇した場合は、新しい井戸を掘る必要があることと、地質や地下水の影響により井戸中の海水に溶存している成分が突然変化する場合があるので、事前の十分な調査が肝要である。

3) その他

発電所や既存工場に併設して、淡水化施設を設置するような場合、発電所や既存工場の冷却用水海水取水設備から分岐して海水を取り入れる場合、海水中に塩素注入がされていることがある。このようなときは、膜保護の観点から、塩素除去をしなければならない。簡素化のために、活性炭ろ過装置を活用するケースがある。

② 膜処理設備

**Flow Diagram of Conventional Reverse Osmosis**

される。図 3.4-5 参照。

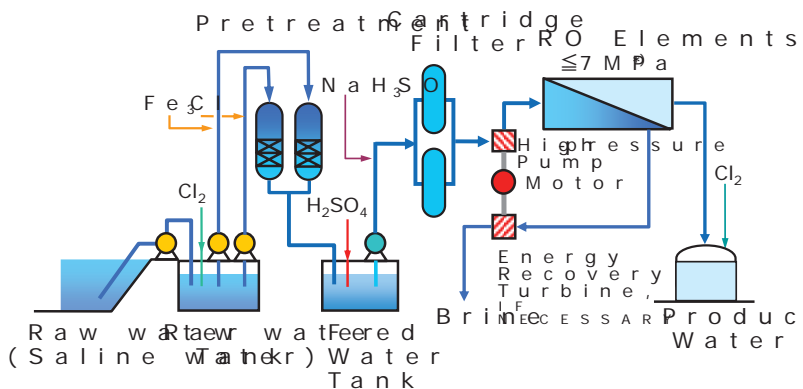


図 3.4-5 膜処理設備フロー (出所：東レHP)

1) 前処理設備 (Pretreatment)

RO 膜に通水する前に、原水中に含まれている濁質を除去したり、膜の許容範囲内の pH、水温等にするために前処理をおこなう。濁質の除去のために、一般的には砂ろ過が用いられるが、さらにろ過精度をあげるために MF 膜や UF 膜を使用する場合もある。膜の許容条件に合致するように下記③項に記載のように必要な薬品を注入する。この後、5~20 ミクロンの微粒子除去用のカートリッジフィルターを通した後、②項の膜処理設備に通水する。

## 2) 膜処理設備 (RO element)

膜が必要本数設置される。高圧ポンプもこの設備に含めて呼ばれる場合が多い。この高圧ポンプには、エネルギー回収装置が付いているケースも多い。

3) 薬液注入設備( $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Fe}_2\text{Cl}_3$ 、 $\text{NaHSO}_3$ 等)

系統全体にわたり、系内での微生物の繁殖を防ぐために、殺菌剤を添加する。一般的には次亜塩素酸ソーダの形式で塩素 ( $\text{Cl}_2$ ) を使用する。

また、砂ろ過での凝集を促進させるために凝集剤を添加する。凝集剤としては、塩化第二鉄、硫酸アルミニウム (硫酸バンド) ポリ塩化アルミニウム (PAC) 等が使用される。

pH 調整は、膜保護だけではなく、膜面でのスケール (析出) 防止の観点からおこなわれる。薬品としては、硫酸や塩酸等を利用することが多い。

なお、現在市場でシェアの高いポリアミド系の合成複合膜は、塩素への耐久性が小さい。このため、膜に接触する部分には還元剤を注入して酸化性薬品である塩素を中和する。還元剤としては、重亜硫酸ソーダ ( $\text{NaHSO}_3$ ) が一般的に使用される。膜が、酢酸セルロース系の場合は、逆に微生物への耐久性がないため、殺菌剤を添加しておく必要がある。このためこの還元剤添加はおこなわない。

## 4) 洗浄設備

図 3.4-5 には記載していないが、前処理設備、特に砂ろ過部分で捕捉された粒子等を系外に取り出すための洗浄作業がおこなわれる。このための設備が必要である。

膜部分も、1年に数度、定期的に洗浄をおこなうことが望ましい。このための洗浄薬品調合設備が設けられることが多い。

## ③ 後処理設備

飲料水にするために、カルシウム等の硬度成分添加や pH 調整を行い、飲料水基準に生産水質を調整する。また、保管・輸送中に菌類の発生を防ぐために、塩素等の殺菌剤注入を行う。

## ④ 濃縮水放流設備

膜処理を行なうと、清澄な処理水を得た後に、原水が濃縮された濃縮排水が発生する。この濃縮水は、海水淡水化の場合は海に戻す。かん水の場合は、原水の取水点への混入を防ぐ場所で、環境面で問題のない地点で地下浸透/蒸発乾固させるケースが多い。

## 3.4.2.4 RO 膜式海水淡水化施設導入にあたっての課題

## (1) 必要電源の確保

前項で説明のように RO プロセスでは、浸透圧以上の圧力を負荷する必要があるため海水淡水化では 7MPa 程度の高圧ポンプが必要になってくる。このため十分な電源の供給体制が必要である。

また、造水コスト低減のためには、建設費の低減だけでなく、運転コストの中で大きな割

合を占める電気代金を如何に安い料金で確保できるかが課題になる。使用電力量を減少させるための「エネルギー回収装置」は、既存淡水化施設には既に採用されているので「エ」国にとっては馴染みのある技術になっている。

#### (2) 濃縮排水の処理

また、淡水化施設からは、図 3.4-5 のように濃縮排水が発生する。海水淡水化の場合、回収率（生産水量の原海水量に対する割合）は通常 40%(\*)であるので、濃縮水は 60%となる。すなわち、生産水の 1.5 倍（ $=60\% \div 40\%$ ）の濃縮海水が環境に放流される。

この濃度は、原海水濃度の約 1.67 倍（ $=100\% \div 60\%$ ）に達している。この放流基準は前述のように現在「基準作成委員会」で検討中であるが、環境省によると 5%増程度までしか許容しないとのことゆえ、海洋放出前に、濃度を低下させる原海水との混合層等の設備が必要になる。(\*)原海水濃度で違ってくる。「エ」国では 30~40%が採用されている。

#### (3) 消耗品の調達・廃棄

その他、RO 膜を含めて、消耗品や水処理薬品のほとんどが「エ」国国内で入手できる状況にある。このため大きな障害はない。また、使用済み RO 膜やカートリッジフィルター類は、通常は埋め立て処分されるが「エ」国でもそのような処分地は充分あると予想されるので、この点からの障害もない。

#### (4) 水料金

HCWW としては、住民に対して、「ナイル川の水が使用できない地域は高コストの海水淡水化水を使用せざるを得ないので、高コストな水になる」ことの事情説明や、その負担をその地域だけの住民で負担させるのではなく、社会全体として適正なコスト負担をおこなうような制度立案や工夫をすることが必要。

#### (5) 取水地の選定

清澄な海水を取水できるかどうかは、海水淡水化施設の運転の難易度に関連してくる。今次候補 3 社の所管している海岸には多くの良質のビーチがあるので、適切な場所を取水対象地にすれば、ビーチウェル方式の取水法を採用できるので、この点の懸念はない。

#### (6) 漏水率の低減

海水淡水化施設の建設で造水量を増やす一方で、給水系統での漏水率の向上も重要になってくるが、本項は「海水淡水化装置導入時の課題検討」ゆえ、この観点の議論は省略する。

### 3.4.3 ニーズ

(1) ナイル川の水が使用できない地域では、雨水、地下水に頼れないし、同川からの導水も

できなくなるので、淡水化は必須である。

(2) 将来的には、工場や都市部からの排水も水源としてリサイクルする技術の確立も重要な水資源確保になってくる。したがって、単に海水淡水化ではなく、「かん水脱塩」や「排水のリサイクル」等のニーズも増えてくることが予測される。

#### 3.4.4 我が国技術に対する関心度

「エ」国では、日本製の技術・品質レベルが高いことは認知されており、本邦技術への関心度は高い。

ただ一般的には、「エ」国は環地中海諸国としてのスペイン企業の実績が多い。したがって、高品質の日本品に関心をもっているものの、実際に購入する場合には欧州製品が選ばれるか、日本企業の場合は欧州企業と競合できる価格での契約を強いられるとみられる。

また、3.1.4.5(1)記載の Giza 浄水場に機器を供給した水道機工（株）の経験によると、近隣のサウジアラビアでの市場価格に比して、「エ」国はさらに安い市場価格となっているとのことである。したがって STEP スキームのように日本企業に有利な条件が付与されている場合を除き、単純な EPC 入札では本邦企業の落札機会は少ないとみられる。

#### 3.4.5 環境影響

RO 装置からの濃縮海水の処理については関心をもたれており、将来の設計基準や環境評価基準にも組み込まれるべく準備が「基準作成委員会」で進行中である。

一般的に、海水淡水化装置は、以下のような点から大きな環境面での課題はないといわれている。中近東における淡水化のかつての主流技術である蒸発法に比較して、使用する燃料に比較し、CO<sub>2</sub>の排出量が減少することから、「環境に優しい技術」とみられている。

- (1) 住民移転：設置場所は、影響のない場所を選べる。
- (2) 海水取水：漁民に影響のない地点の選定要。取水点から地上受け入れ基地までの海底配管敷設時点の工事方法は留意が必要。
- (3) 濃縮水放流：取水同様の留意が必要。放流基準を遵守した放流方法選定要。
- (4) 施設からの騒音：高圧ポンプ部分は、「ポンプ室」の中に密閉する形式にすればほとんどない。
- (5) 施設からの排熱：基本的には電気の使用ゆえ、排熱は出ない。
- (6) 施設からの排水：飲料水に適した薬品を使用するため、問題は起きないとみてよい。

- (7) 施設からの排気：基本的は電気の使用ゆえ、排気ガスは出ない。
  
- (8) 生産水を消費地の貯水池まで輸送する配管敷設時：ルート選定に留意し、想定ルート上の住民移転や生体系への影響を生じないように留意が必要。

## 第4章 まとめ

### 4.1 「エ」国における海水淡水化技術導入の課題

#### 4.1.1 「エ」国における導入インフラ

##### 4.1.1.1 基礎技術の有無

「エ」国内においても、淡水化の関連研究は進められている。具体的には、2010年に中東脱塩研究センターMEDRC（本部：オマーン）がCairo大学に奨学金を出して研究している「太陽光と組み合わせた淡水化技術開発」や「熱利用プロセスも含めた脱塩プロセスの最適化」等の研究例のように、Cairo大学やNational Water Research Center等の公的研究機関で脱塩技術に関連する研究が行なわれている。

また、表3.1-2のように、既に累積500,000m<sup>3</sup>/日を超える淡水化プラントが納入された実績があるので、その運転および保守に関する研究、例えば膜寿命を延ばす運転方法や膜を汚さない運転、汚れた場合の洗浄の方法等の技術は習得できているとみてよい。

##### 4.1.1.2 運転・維持管理技術

「エ」国では、上下水道を含む主要なインフラ施設建設・維持管理にあたっては軍のインフラ担当の技術チームが関与している。このため、先端的な技術を用いたRO膜式海水淡水化施設の建設・維持管理指導も、主要な施設については軍の技術者により設計・建設・初期の運転指導が行われる体制がとられている。

一方、淡水化施設の建設企業や、膜、ポンプ、制御盤等のメーカーにより運転・維持管理マニュアルが供与されたり、工事直後の試運転指導等も行われるので、これらの機会をつうじて各水道会社の職員は運転教育を受けている。

淡水化施設は増加してきており、上述のように運転維持管理指導をその都度受ける結果、運転技術を習得した技術者は増加しているとみられる。

なお、今回訪問した3社がそれぞれ運転しているプラントでは、前処理が適切に行われていなかったため膜の汚れを引き起こし、結果として膜劣化、水質悪化や運転圧力上昇を起こした兆候もあった。運転・維持管理に関し、より丁寧なオペレーター教育が行われることが望ましい。

これらのキャパビリティをODA技術協力プログラム化するニーズはある。後述4.2.2項参照。

##### 4.1.1.3 交換部品

施設建設の引き合い段階で、交換部品は「エ」国で購入できることを義務付けており、その観点からの応札者の技術審査もなされている。したがって、現時点において、この面での問題は生じていない。



#### 4.1.1.4 水道料金と海水淡水化コストのかい離

「エ」国では年間降雨量が 80mm を超える地域はほとんどないので、一般的には水の価値が理解されるはずであるが、555 億 m<sup>3</sup>/年の水が確保されているナイル川流域に全人口の 74% (MOUP 資料による) が集中しているため、全体的には「水は貴重品」という考えをもつ市民は少ない。このため、市民の水道料金に対する考え方は、水処理コストをカバーする料金を受忍する意識がなく、結果としてその差額は国庫補助金で賄われているケースが多い。淡水化や数百 km の導水コストがかかっている対象 3 県でも同様な傾向にあり、コストに見合う料金の設定ができていない。

RO 膜による海水淡水化コストは、運転費用だけで約 1US\$/m<sup>3</sup> であるが、市民向けの料金は 0.1US\$/m<sup>3</sup> 程度になっている。なお、「Red Sea 水道会社」、「Sinai 水道会社」では ナイル川から導水しているが、この場合は送水管の敷設コスト・送水ポンプ運転コスト等が上乗せされるので、コストは 0.6USD/m<sup>3</sup> 程度になっている。

HCWW は、海水淡水化が必須なこれらの地域においては①値上げ、②運転維持管理費用のコストダウン、③PPP スキームでの事業化等で傘下水道会社の赤字解消を狙おうとしている。

#### 4.1.2 電力供給状況

コストの中で最も大きな割合を占める電力の供給状況については、電力事業を所管している電力エネルギー省傘下の EEHC (Egyptian Electricity Holding Company) の 2010/2011 年次報告書によると以下のことが紹介されている。

- ① ピークロードは、10 年前に比べ約 1.8 倍の 23,470MW に増加した。
- ② 一方、供給能力は 54,000MW で、ピーク電力の 1.4 倍に相当している。
- ③ なお、顧客は 18.3 百万から 26.7 百万に増加し、人口あたりの電力消費も約 40%増の 1,850kWh になった。
- ④ 第 7 次 5 か年計画 (2012/2013～2016/2017) では、経済成長に備えて、さらに 12,400MW の発電能力の増強を計画している。

したがって全国的な視点からは、電力供給についての懸念はないといえる。しかし、淡水化装置の立地場所へ電力を供給する発電所の能力と、その発電所で電力不足が生じた場合の他の発電所からの電力融通体制の確認はしておかなければならない。

#### 4.1.3 環境基準

##### 4.1.3.1 濃縮水放流基準

基準作成委員会で検討中の濃縮水放流基準は、環境省によると、原海水の 5%増以下に押しさえることになるだろうとのことである。

したがって、この考えが採用された場合は、地中海 (海水濃度 35,000mg/l の場合) 側の

Matrouh 等では約 36,750mg/l 以下に、Red Sea (同 45,000mg/l の場合) 側の Hurghada や Sharm El Sheikh では 47,250mg/l 以下での放流が義務付けられることになる。

#### 4.1.3.2 その他の基準

その他、排気ガス、排熱等は、RO 膜利用淡水化施設の場合、ほとんど発生しない。また高圧ポンプに起因する騒音も、通常の施設ではポンプ室を遮音することにより敷地境界での騒音レベルを制限値以下に抑えることができるので、問題はない。

住民移転等の社会配慮も、施設の立地選定を注意深くおこなえば、問題は発生しない。

#### 4.1.4 資金手当

建設資金の調達は、「エ」国においては最大の課題といえる。政府として、水供給能力を上げるのに淡水化の導入方針は出しているものの、その資金は、「エ」国政府の財政状況による。傘下の「地方上下水道公社」で Cairo と Alexandria 以外は赤字といわれている HCWW / NOPWASD は、淡水化施設の導入にあたっては PPP スキームを検討している。

なお、このスキームは NOPWASD が計画している今後の 33 案件の中でも 2 件しか対象になっていないので、予定案件が全てこのスキームで実行されることは期待できない。

## 4.2 我が国技術展開の可能性施設

### 4.2.1 RO 膜利用海水淡水化案件に係る本邦企業の競争力

2.2.2 項に記載の HCWW 案では、2012～2017 年に実施予定案件で 20,000m<sup>3</sup>/日以上のもは 6 件となっている。

本邦企業の業界内の競争力の観点から概観すると、国際的に競争力のある RO 膜や高圧ポンプ単品での受注機会はあるものの、海水淡水化施設一式になると、単純な EPC (たとえ円借でも) では、本邦企業の競争力は劣る。このためアンタイトの円借では本邦企業の関心をひけず、結果として我が国技術展開が難しくなるといえる。

そこで、日本タイトにする STEP (Special Terms for Economic Partnership) 化が望まれる。前記 3.4.2.3 項のような機器から構成される RO 膜施設にあつて、設備ごとの本邦企業の国際的な競争力は以下のとおりである。

#### (1) RO 膜 (出所: 2012 年 12 月 7 日付日本経済新聞)

- ① 世界でのメーカーシェア: Dow (米) 32%、日東電工/Hydranautics 28%、東レ 28%
- ② 膜は世界的に、競争力はある。この他東洋紡も数%シェア保有。

#### (2) 高圧ポンプ (出所: メーカー情報)

- ① 世界レベルのメーカー: KSB (独)、西島、Flowserve (米)、Sulzer (スイス) が強い。
- ② この他、荏原、Grundfos (デンマーク)、Calder (英) 等が世界で競合中。

#### (3) エネルギー回収装置 (出所: GWI 社)

- ① 世界レベルのメーカー（全て米国）：ERI、Fedeco、Calder、PEI
- ② 西島はFedecoと提携して参入。荏原もペルトン式は保有。

(4) プラントメーカー（出所：IDA Year Book 2011-2012）

- ① 世界レベルのメーカー：Veolia、GE（米）、Acciona（西）、Cadagua（西）、Hyflux（シンガポール）、Aquaria（西）、三菱重工、Doosan（韓）等スペイン企業をはじめとする海外企業の実績が多い。
- ② この他、日立、東レ、水道機工、神鋼環境、水イング、栗田、オルガノ等。も技術力はある。

(5) この他、淡水化施設の「制御装置／システム」一式も大手電機／電子メーカーの多い本邦企業は品質面での競争力はある。ただし、この部分はプラントのなかに組み込まれて設備一式の形式での競争になるため、制御系部分だけの業界シェア等に関する情報はほとんど無い。

#### 4.2.2 協力案件（例）

今次の国内および現地調査で得られた知見をもとに、今後の「エ」国に対しての協力可能な案件を模索してみると、以下のような案が考えられる。

##### 4.2.2.1 案1：マスタープランの見直し支援

###### (1) 概要

現在、MWWU傘下のNOPWASD、HCWW本部および各地方水道会社が主体になって水の需要・供給予測を立案して施設の新規建設計画を2012年に（2037年まで予測）立案しているが、将来の需要予測については、人口動態や経済発展見通し等がどれほど考慮されているか不明につき、もし不十分ならばそのあたりの見直し等の協力が考えられる。

###### (2) カウンターパート（C/P）：MWWU

###### (3) 成果物：2012年のマスタープラン修正版

##### 4.2.2.2 案2：淡水化施設設計基準等の策定支援

###### (1) 概要

現在、関係者で設計基準を策定中で後1年ほどを要する、とのことである。淡水化施設の設計基準は各国でそれほど違うものではないが、環境基準等は各国で違う。そこで、国際的な基準等の情報を提供するような枠組みで、「基準策定の支援」を行なうことは「キャンペーンビルディング」にもつながるので有意義といえる。

(2) C/P：基準策定部署の幹事省庁 MWWU（または HCWW や NOPWASD）

(3) 成果物：「淡水化施設設計・維持管理基準書」

#### 4.2.2.3 案3：淡水化施設運転維持管理技術の指導

##### (1) 概要

既設淡水化施設の運転維持管理技術は軍のインフラ技術者や施設建設企業が作成した運転維持管理マニュアルにしたがって教育・指導がなされている。概ね理解はされているようではあるが、運転データの解析やそれを受けての対策等が適切になされていないケースも見受けられるので「運転技術指導」を改めて行なう。場合によれば、本邦研修も検討できる。

(2) C/P：運転維持管理担当部署の HCWW

(3) 成果物：運転維持管理マニュアル修正版。実際の運転員への OJT 教育。本邦研修。

#### 4.2.2.4 案4：具体的淡水化案件導入における F/S

##### (1) 概要

「Matroh 上下水道公社」、「Red Sea 上下水道公社」、「Sinai 上下水道公社」所管の地域が淡水化の対象に挙げられているが、「案1」の全体のマスタープラン見直しでなく、どこか1か所に焦点を当てて、水需要量予測、供給計画、資金計画、経済性、環境評価等のいわゆる事業化可能性調査 F/S を支援し、将来の円借事業等に発展させる。

(2) C/P：水関連管轄官庁の MWWU（または HCWW や NOPWASD）

(3) 成果物：STEP スキームの円借款事業を目指した F/S 報告書

#### 4.2.2.5 案5：Alexandria 工業団地排水リサイクル利用 F/S

##### (1) 概要

ナイル河川水に頼っている工業団地では、工業用水の取水制限が予測され始めている。このため工場排水を再利用し、将来の工業用水不足に取り組んでおくことを検討し始めている企業がある。そこで、3R（Reduce、Reuse、Recycle）の観点からも排水を高度処理する事業の F/S を支援する。

(2) C/P：経済産業を所轄している IDA（産業開発機構）／SIDPEC（「エ」国営石油化学会社）

(3) 成果物：SIDPEC を主体にした SPC の事業性 F/S。将来本邦企業の SPC 事業への参画可

能性や、「本邦企業製品の輸出支援」、または「民活インフラ・システム輸出」の検討用に資する。

#### 4.2.2.6 案6：浄水場へのMF/UF膜ろ過技術導入F/S

##### (1) 概要

現在、従来型の砂ろ過主体のプロセスを採用している浄水場で、MF（精密ろ過）膜やUF（限外濾過）膜を利用の浄化方法について関心が高まっている。これらの新技術を導入した浄水場のF/Sを実施する案がある。これは水不足を解消するための造水ではなく水質改良主体ゆえ上記案とは異なるが、本邦技術による協力案件になる。

*対象施設：HCWW傘下のSouth Alamein増設用（150,000m<sup>3</sup>/d）、またはGiza浄水場のチェコスロバキア支援により1973年に建設されたプラント（180,000m<sup>3</sup>/d）の更新用。*

##### (2) C/P：両者の所管官庁 MWWU(またはHCWWやNOPWASD)

(3) 成果物：一般砂ろ過式浄水場の水質向上 F/S。将来の円借款事業または本邦企業製品の輸出支援。

## ROプラント関連写真集

### 3.1.1.1 (2) 関連「Red sea 上下水道公社」/Hurghada プラント



取水点。造船所そばの海岸から取水。



ROユニット(1,000m3/日/系列)



ROまわり配管。全体的に維持状態は良くない。



使用后、時間が経過したと思われる汚れたRO膜。

### 3.1.1.2 (2) 関連「Sinai上下水道公社」南シナイ支社 /Dahabプラント



取水。ビーチウェル方式(平均36m深さ)



タービン式エネルギー回収装置付き高圧ポンプ



ROユニット(3,000m3/日x2系列 +2,000m3/日x2系列)



濃縮水放流(将来は沖合放流が義務付けられる)

### 3.1.1.2 (4) 関連 「Sinai上下水道公社」南シナイ支社 / Sharm El Sheikh プラント



取水(800m沖合、100m深さ)／濃縮水放流



陸上部取水ピット



ROユニット(3,000m<sup>3</sup>/日/系列 x 2系列)



エネルギー回収装置(圧力直接変換方式)

### 3.1.1.3 (2) 関連 「Matrouh上下水道公社」 /Kelopatra プラント



取水。ビーチウエル方式(平均60m深さ)



タービン式エネルギー回収装置付き高圧ポンプ



ROユニット(667m<sup>3</sup>/日 x 3系列)



使用済みRO膜(日本製品)

### 3.1.1.4 (1)関連 Alexandria /SIDPEC工業用水製造プラント



SIDPEC社エチレン製造プラント(30万トン/年)  
東洋エンジニアリング(株)が建設(2001年完工)



純水製造設備用前処理(砂ろ過器)



ROユニット(2,600m<sup>3</sup>/日/系列)



濾過水タンク(12,000m<sup>3</sup>/基x2基)

### 3.1.1.5 (1)関連 Giza浄水場



水源のナイル川と3号施設屋上



3号施設(35,000m<sup>3</sup>/日。1997年日本無償)取水井



「傾斜板」式沈澱池(3号施設)



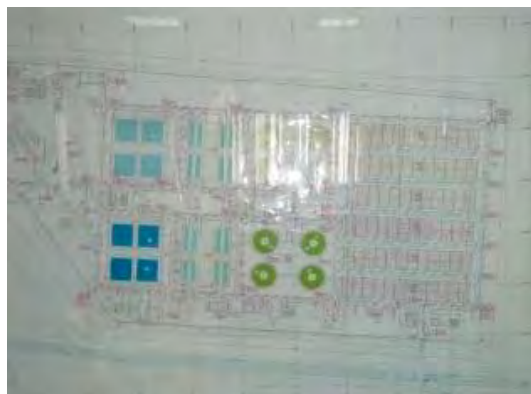
チェコが支援・納入した1号施設(180,000m<sup>3</sup>/日)



### 3.1.1.5 (2)関連 South El Alamein 浄水場



プラント全景(165,000m<sup>3</sup>/日)



プラント平面図(写真下部(南部)2系列が稼働中)