

セネガル共和国  
ダカール都市給水  
情報収集・確認調査

ファイナルレポート

平成 26 年 3 月

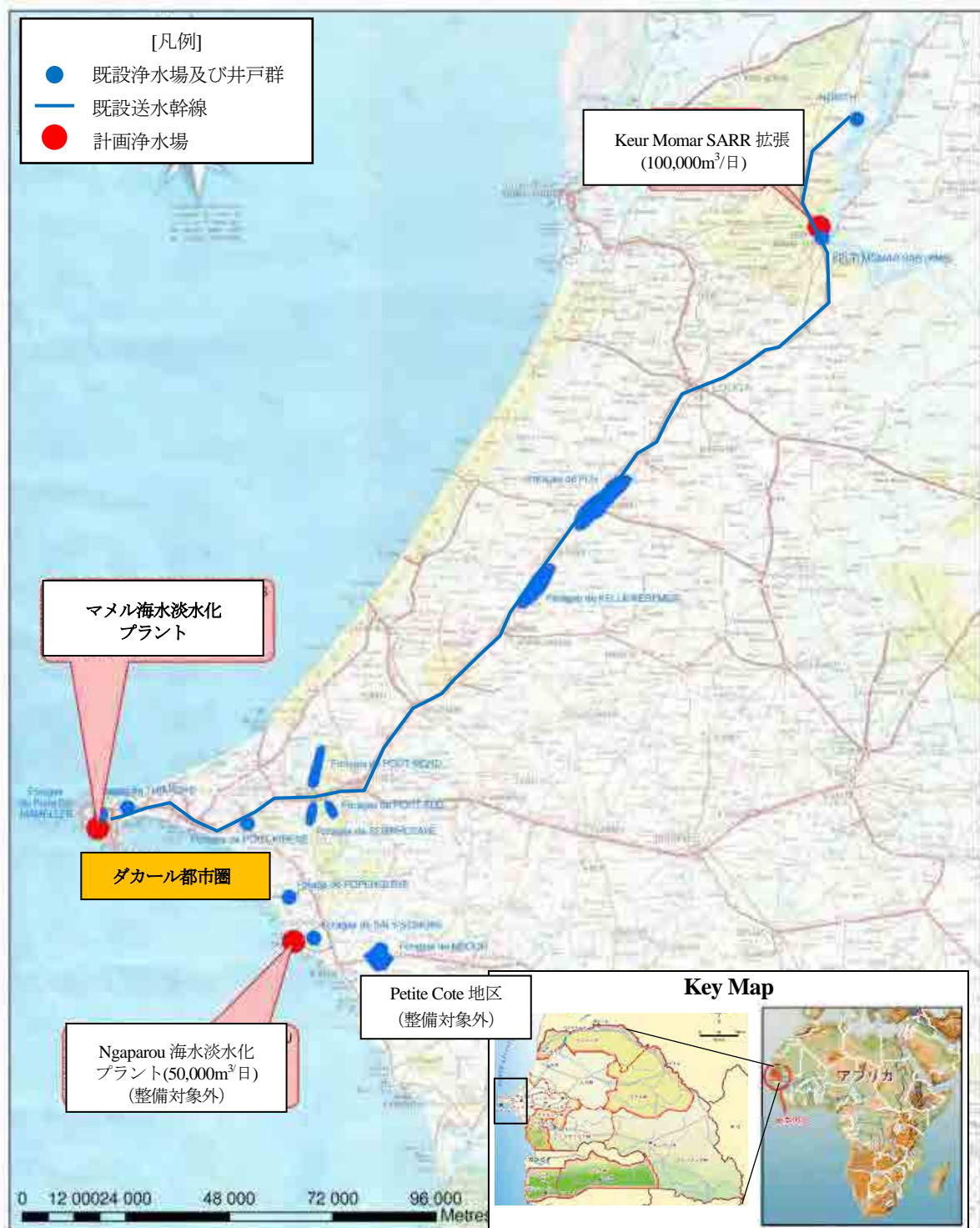
(2014 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

アフ
JR
14-007



調査対象位置図

セネガル共和国  
ダカール都市給水情報収集・確認調査  
ファイナルレポート

目次

第1章 序論

1.1	調査背景.....	1-1
1.2	調査目的および対象地域.....	1-2
1.2.1	目的.....	1-2
1.2.2	対象地域.....	1-2
1.3	面談先リスト.....	1-3

第2章 対象地域における水道セクターの現状

2.1	水道セクターの概要.....	2-1
2.1.1	上水道セクターの官民連携.....	2-1
2.1.2	水道セクター事業主体の組織体制.....	2-2
2.1.3	水道サービスの現況.....	2-5
2.2	ダカール州における既存水道施設.....	2-7
2.2.1	浄水および送水施設.....	2-7
2.2.2	配水管網.....	2-9
2.2.3	浄水量の推移の浄水場の運転状況.....	2-10
2.2.4	井戸の運転状況.....	2-11
2.2.5	水質.....	2-14
2.2.6	水圧.....	2-16
2.2.7	無収水および管路の破損.....	2-17
2.3	水道施設の将来計画.....	2-19
2.3.1	都市給水マスタープラン.....	2-19
2.3.2	新規井戸の建設事業.....	2-20
2.3.3	5か年投資計画.....	2-20
2.4	水道システムの課題.....	2-22

第3章 水資源マスタープランのレビュー

3.1	水需要予測と需要ギャップのレビュー.....	3-1
3.1.1	水需要予測に必要な各項目値のレビュー.....	3-1
3.1.2	将来の水需要予測.....	3-4
3.1.3	本調査と水資源マスタープランにおける水需要予測の比較.....	3-4
3.1.4	将来の水需要予測に関する課題.....	3-5

3.1.5	将来の水供給能力と需給ギャップ.....	3-5
3.2	水資源マスタープランにおける水資源開発シナリオの比較検討.....	3-7
3.2.1	水資源開発シナリオ案.....	3-7
3.2.2	水資源開発シナリオの比較検討.....	3-9
3.3	水資源開発シナリオの比較検討のレビュー.....	3-10
3.3.1	レビューの方法.....	3-10
3.3.2	新たなシナリオの検討.....	3-10
3.3.3	マメル海水淡水化プラント建設の妥当性検証.....	3-13
3.3.4	水資源開発シナリオの提案とマメル海水淡水化プラントの規模.....	3-16
<b>第4章 マメル海水淡水化プラント事業計画の検証</b>		
4.1	マメル淡水化プラント事業の現計画.....	4-1
4.2	技術面の検証.....	4-4
4.2.1	建設位置、水処理方法、用地面積.....	4-4
4.2.2	取水・導水・排水施設の計画.....	4-5
4.2.3	送配水施設の計画.....	4-8
4.2.4	事業費.....	4-9
4.2.5	電力供給の確保.....	4-13
4.2.6	考え得る付帯事業.....	4-14
4.3	環境社会配慮面の検証.....	4-14
4.3.1	事業実施に向けて必要な手続き.....	4-14
4.3.2	環境影響調査.....	4-16
4.3.3	用地取得.....	4-16
4.4	財政面の検証.....	4-17
4.4.1	水道料金の現状とこれまでの推移.....	4-17
4.4.2	本事業による水道料金への影響程度と値上げに対する社会受容性.....	4-19
4.4.3	SONES の財務状況.....	4-21
4.5	事業の実施体制とスケジュール.....	4-24
4.5.1	実施体制.....	4-24
4.5.2	他ドナーまたは民間資金による実施の可能性.....	4-24
4.5.3	海水淡水化プラントの運転維持管理体制.....	4-25
4.5.4	実施スケジュール.....	4-25
<b>第5章 結論および提言</b>		
5.1	結論.....	5-1
5.2	提言.....	5-2
5.2.1	事業に関わるリスクと緩和策.....	5-2
5.2.2	他ドナーとの協調について.....	5-2

5.2.3	我が国技術の活用の可能性.....	5-3
5.2.4	協力準備調査の TOR 案.....	5-4

添付資料集

面談録集

## 図表リスト

### 図

図 2.1.1 「セ」国水道セクターの実施体制.....	1-2
図 2.1.2 水利・衛生省の組織体制.....	2-3
図 2.1.3 SONES の組織体制（2013 年 7 月時点.....	2-4
図 2.1.4 SDE の組織体制.....	2-5
図 2.2.1 ダカール州への送水系統図.....	2-8
図 2.2.2 配水管網の管種別割合.....	2-9
図 2.2.3 配水管の施工後経過年数別延長.....	2-10
図 2.2.4 ダカール州へ給水している水源の年間浄水量の推移.....	2-11
図 2.2.5 2012 年のダカール州月別微生物学的試験結果.....	2-16
図 2.2.6 ダカール州の無収水率および無収水量の推移.....	2-17
図 2.3.1 都市給水マスタープランが提示した水資源開発計画.....	2-20
図 3.1.1 本調査と水資源マスタープランの水需要予測の比較.....	3-5
図 3.1.2 既存施設の将来供給能力と水需要・供給ギャップの予測.....	3-7
図 3.2.1 水資源マスタープランで提案された開発事業案.....	3-8
図 3.3.1 逆浸透法と蒸発法の一般的なコスト比較.....	3-12
図 3.3.2 既存下水処理場の位置と処理容量.....	3-13
図 3.3.3 水資源開発事業の段階的实施（シナリオ 2 A）.....	3-17
図 3.3.4 水資源開発事業の段階的实施（シナリオ 2 B）.....	3-18
図 4.1.1 マメル海水淡水化プラント施設配置案（マスタープラン案）.....	4-2
図 4.1.2 マメル海水淡水化プラントの建設予定地（最新）.....	4-3
図 4.2.1 マメル海水淡水化プラントの概略施設配置案（処理水量 10 万 m <sup>3</sup> /日の場合） .....	4-5
図 4.2.2 取水・導水・排水施設の配置.....	4-7
図 4.2.3 取水・導水施設縦断.....	4-7
図 4.2.4 導水ポンプ所周辺の様子と同ポンプ所・取水・排水管路のイメージ.....	4-9
図 4.2.5 海水淡水化プラントの建設費曲線.....	4-11
図 4.4.1 「セ」国の平均水道料金の推移（一般家庭、政府関連機関、全消費者）.....	4-18

図 4.4.2 「セ」国の平均水道料金の推移（名目および実質）（一般家庭、全消費者）	...4-18
図 5.2.1 下水処理水の活用により電力消費量を削減した海水淡水化システム (Remix Water)	.....5-4

表

表 1.3.1 面談先リスト	.....1-3
表 2.1.1 水道セクターにおける役割分担	.....2-2
表 2.1.2 「セ」国およびダカール州における水道サービスの概況	.....2-6
表 2.1.3 「セ」国の水道サービスに係る各種指標値	.....2-6
表 2.2.1 ダカール州へ供給している浄水施設・送水施設の概要	.....2-7
表 2.2.2 配水管の管種別延長	.....2-9
表 2.2.3 ダカール州における管路・各戸接続の破損件数	.....2-18
表 2.3.1 水資源マスタープランで選定された水資源開発シナリオ（「シナリオ2」）	.....2-19
表 2.3.2 水資源マスタープランが提示した水資源開発計画（「シナリオ2」の修正版）	.....2-19
表 2.3.3 SONES 5 年投資計画におけるダカール州関連事業	.....2-21
表 3.1.1 2008 年から 2011 年におけるダカール州の人口推移	.....3-1
表 3.1.2 2008 年から 2035 年までのダカール州における人口増加率	.....3-2
表 3.1.3 2035 年までのダカール州における予測人口の推移	.....3-2
表 3.1.4 ダカール州における接続別の一人一日当たりの使用水量の推移	.....3-2
表 3.1.5 2035 年までの各地域における一人一日当たりの使用水量	.....3-3
表 3.1.6 2006 年から 2012 年までのダカール州における漏水率	.....3-3
表 3.1.7 2012 年から 2035 年までのダカール州における水需要予測	.....3-4
表 3.1.8 既存井戸からの将来の揚水量	.....3-7
表 3.1.9 既存施設の将来供給能力と水需要・供給ギャップの予測	.....3-7
表 3.2.1 水資源マスタープランで抽出されたシナリオ案	.....3-8
表 3.2.1 水資源マスタープランにおけるシナリオの比較検討結果	.....3-9
表 3.3.1 逆浸透法と蒸発法の比較	.....3-12
表 3.3.2 シナリオのコスト比較	.....3-14
表 3.3.3 シナリオの水源多様性比較	.....3-15
表 3.3.4 シナリオの実施に向けた課題および環境影響に係る比較	.....3-15

表 3.3.5	シナリオの総合評価.....	3-16
表 3.3.6	本調査で提案する新規水源開発事業の時期・規模.....	3-17
表 4.1.1	水資源マスタープランにおけるマメル海水淡水化プラントの概要.....	4-1
表 4.1.2	我が国政府への支援要請書におけるマメル海水淡水化プラントの 概要と支援内容.....	4-3
表 4.2.1	マスタープランにおけるマメル海水淡水化プラントの建設費.....	4-10
表 4.2.2	本調査で概算したマメル海水淡水化プラントの建設費.....	4-11
表 4.2.3	マメル海水淡水化プラント第一期事業の概算事業費.....	4-12
表 4.2.4	マメル淡水化プラントの概算消費電力.....	4-12
表 4.2.5	マメル淡水化プラントの造水コスト概算.....	4-13
表 4.2.6	SENELEC が実施中または計画している新規電源開発事業.....	4-13
表 4.2.7	マメル海水淡水化プラントの付帯事業（配水網改善事業）.....	4-14
表 4.3.1	特定施設リスト抜粋（取水、浄水、配水施設）.....	4-15
表 4.4.1	「セ」国の水道料金体系.....	4-17
表 4.4.2	マメル海水淡水化プラント事業の水道料金への影響概算.....	4-20
表 4.4.3	世銀が実施した支払い意志額に係る調査結果.....	4-20
表 4.4.4	SONES の財務状況（損益計算書）.....	4-21
表 4.4.5	SONES の財務状況（貸借対照表：資産の部）.....	4-22
表 4.4.6	SONES の財務状況（貸借対照表：負債の部）.....	4-23
表 4.5.1	マメル海水淡水化事業の実施スケジュール（案）.....	4-24
表 4.5.2	マメル海水淡水化事業の実施スケジュール（案）.....	4-26
表 5.2.1	マメル海水淡水化プラント事業に係るリスクと緩和策.....	5-2



## 略語集

略語	日本語	英語
AFD	フランス開発庁	Agence Francaise Developpement
ANSD	統計局	Agence Nationale de la Statistique de la Demographie
BEI	欧州投資銀行	European Investment Bank
BOAD	西アフリカ開発銀行	BANQUE OUEST AFRICAINE DE DEVELOPPEMENT
DEEC	環境・特定施設局	Direction de l'Environnement et des Etablissements Classees
DH	水利・衛生省 水道局	Direction de l'Hydraulique
EIA	環境影響評価	Environmental Impact Assessment
EPC	設計-調達-施工	Engineering-Procurement-Construction
EU	欧州連合	European Union
IDA	国際開発協会	International Development Association
IMF	国際通貨基金	International Monetary Fund
KMS	—	Keur Momar Sarr
MHA	水利・衛生省	Ministère de l'Hydraulique et l' Assainissement
MSF	多段フラッシュ法	Multi-Stage Flash
SDE	セネガル水道会社	SENEGALISE DES EAU
SENELEC	ミレニアム開発計画プロジェクト	Societe Nationale d'Electricite du Senegal
SONES	セネガル国営水道公社	SOCIETE NATIONALE DES EAUX DU SENEGAL
PEPAM	セネガル電力公社	Programme d'eau potable et d'assainissement du Millénaire
PPP	官民連携方式	Public-Private Partnership
RO	逆浸透法	Reverse Osmosis
WHO	世界保健機関	World Health Organization
WTP	浄水場	Water Treatment Plant

写真集

Keur Momar SARR (KMS) 浄水場



取水源（ゲール湖）



監視制御室



着水井(1)



着水井(2)



沈殿池



送水ポンプ



サージタンク



水質分析室

ALG 1&2



ALG1 及び 2 のバルブ室(1)



ALG1 及び 2 のバルブ室(2)



井戸(1)



井戸(2)



Mamelles 海水淡水化プラント



海水淡水化プラント建設予定地



ポンプ施設建設予定地

貯水池 (Point B)



貯水池



送水ポンプ 1



送水ポンプ 2



機材修理場

## 第1章 序論

### 1.1 調査背景

ダカール州はセネガル国（「セ」国）の首都ダカールを中心とした人口約260万人（統計局、2011年）の大都市圏である。「セ」国の水道セクターでは、1996年に官民連携による事業実施体制が導入され、それまで国営水道公社（SOCIETE NATIONALE DES EAUX DU SENEGAL : SONES）が行って来た「セ」国全土の水道施設の運転・維持管理業務が民間オペレーター（SENEGALISE DES EAU : SDE社）に委託されている。以降、国内の水道サービスは改善されており、ダカール州における給水率は100%（各戸接続94%、共同水栓6%）に達し、全住民が安全な水にアクセスできる環境となっている。しかし、その水源は同州から250km離れたゲール湖の表流水及び送水管路沿線の井戸から汲み上げる地下水に依存しており、増加している水需要量が既存水源量に達しつつあることから、将来の水不足が2000年代後半より懸念されていた。

そのため、SONESは2010年に将来の水需要に対応するために水資源開発を柱とする ETUDE DE SCHEMA DIRECTEUR DE MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAU DE LA REGION DE DAKAR ET DE LA ZONE DE LA PETITE COTE（水資源マスタープラン）を作成した。同マスタープランでは2025年までの水需要と供給量のギャップを予測し、それを解消するための水資源開発シナリオの検討を行っているが、その結果、2025年までに以下の3施設を段階的に整備することが提案されている。

1. Keur Momar Sarr (KMS) 浄水場の拡張（75,000m<sup>3</sup>/日）：ダカール州へ送水
2. Mamelles（マメル）海水淡水化プラントの新設（75,000m<sup>3</sup>/日）：ダカール州へ送水
3. Ngaparou海水淡水化プラントの新設（50,000m<sup>3</sup>/日） Petit Cote地区へ送水

現在、既存の浄水場、井戸は日平均の水需要を満足しているものの日最大需要は満足しておらず、既にピーク時には水が不足している状況にある。また、2013年9月に発生した送水管の破裂により生じた断水では住民生活に大きな被害が及び、新たな水資源開発を行い水源の多様化を図る必要性も認識された。

「セ」国政府は水資源マスタープランに基づき、計画時期より遅れているが水資源確保事業として、同マスタープランで提案されたマメル海水淡水化プラントの建設（当面25,000m<sup>3</sup>/日、2022年から2025年にかけて75,000m<sup>3</sup>/日に拡張）と、同マスタープランとは別に水需要に対する緊急的な措置として、2013年から2014年までの間に井戸10ヶ所（最大34,500m<sup>3</sup>/日）の建設を計画している。

そのうち、「セ」国政府は日本国政府にマメル海水淡水化プラントの建設（5MWの付属発電設備建設、送電設備、取水・排水施設を含む）に対する有償資金協力の要請を2013年7月に申請した。

## 1.2 調査目的および対象地域

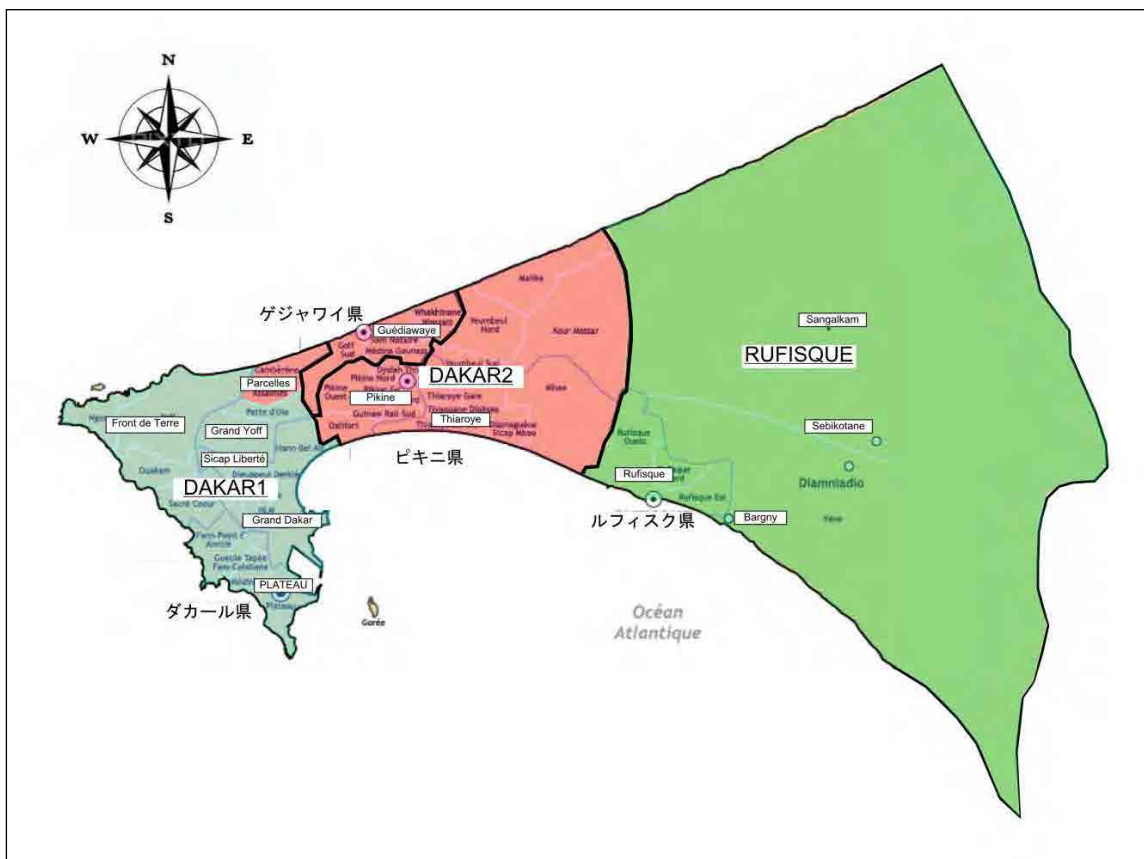
### 1.2.1 目的

本調査の目的は、「セ」国におけるマメル海水淡水化プラント建設の円借款事業形成に向け、都市給水セクター等に係る情報を収集し、既存の水資源マスタープランおよびマメル海水淡水化プラント建設の妥当性を検証するものである。

### 1.2.2 対象地域

本調査はダカール州を対象地域とする。ダカール州はダカール県、ケジャワイ県、ピキニ県、ルフィスク県からなり、SONES は同州を DAKAR1 (ダカール県のほぼ全域)、DAKAR2 (ピキニ県及びケジャワイ県の全域とダカール県の一部)、RUFISQUE (ルフィスク県の全域) の3つの管理地区に区分して水道事業を実施している。

図 1.2.1 および表 1.2.1 に、本調査の対象地域と DAKAR1, DAKAR2, RUFISQUE の構成地区を示す。



出典：統計局、JICA調査団

図 1.2.1 調査対象地域

表 1.2.1 DAKAR1、DAKAR2、RUFISQUE を構成する地域

Dakar1	Dakar2	Rufisque
Grand Dakar	Guédiawaye 1	Sangalkam
Sicap Liberté	Guédiawaye 2	Bargny
Front de Terre	Pikine	Rufisque
Grond Yoff	Parcelles	Sebikotane
Plateau	Thiaroye	

出典：水資源マスタープラン

### 1.3 面談先リスト

本調査で面談を行った機関・部署を示す。

表 1.3.1 面談先リスト

給水セクター	
機関	部署(職位)
SONES	Direction Generale
SONES	Direction des Etudes et de la Plannification
SONES	Direction de Control et de l'Exploitation
SONES	Direction Financier et Comptables
SONES	Direction des Travaux
SDE	Direction de l'Exploitation
SDE	Direction Technique et du Developpement
SDE	Direction Commercial et Marketing
Programme d'eau potable et d'assainissement du Millénaire (PEPAM)	General Coordinator
Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement	Direction de Hydraul Urbane
Agence Francaise Developpement(AFD)	
環境セクター	
Ministère de l'Environnement et du Développement Durable	Direction de l'environnement et des etablissements alasses
電力セクター	
Societe Nationale d'Electricite du Senegal (SENELEC)	Direction des etudes Generales

出典：JICA 調査団

## 第2章 対象地域における水道セクターの現状

### 2.1 水道セクターの概要

#### 2.1.1 上水道セクターの官民連携

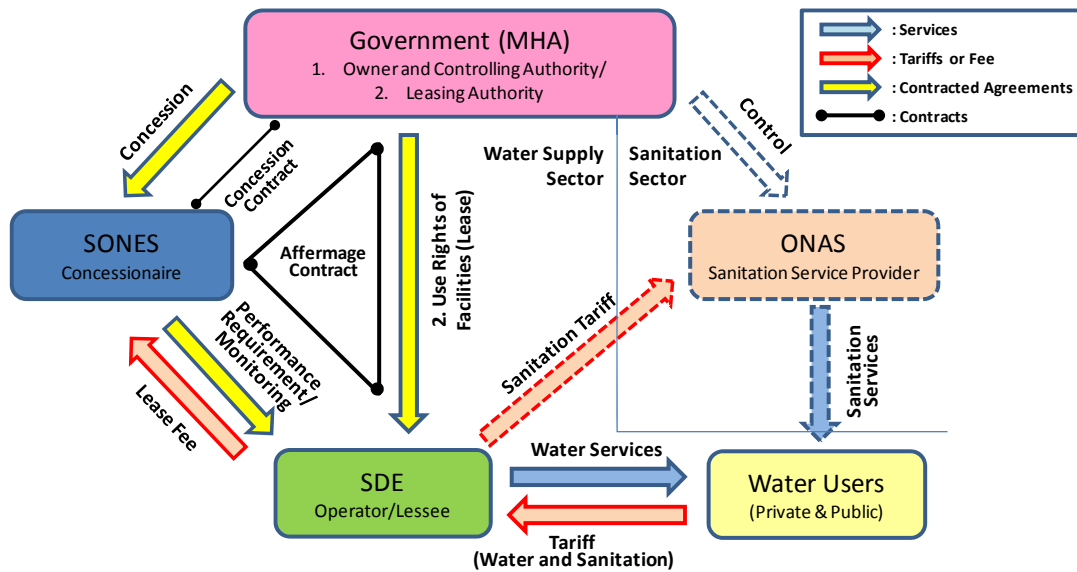
ダカール州を含む「セ」国全体の水道事業は水利・衛生省（Ministère de l'Hydraulique et l'Assainissement : MHA）、「セ」国営水道公社（La Société Nationale des Eaux du Sénégal : SONES）、およびセネガル水道会社（Senegalaise Des Eaux : SDE）の三者により実施されている。この三者による実施体制は、1996年にMHAがSONES、SDEと結んだ以下の二つの契約により構築された官民連携方式（Public-Private Partnership : PPP）である。

- アフェルマージュ契約（*Contract d'Affermage du Service Public de la Production et de la Distribution d'eau Potable*）：1996年1月9日にMHA、SONES、SDEの三者間で結ばれたもので、1996年4月23日に発効された。
- コンセッション契約（*Contrat de Concission de Travaux Publics et de Gestion du Patrimoine de l'Hydraulique Urbaine*）：1996年4月26日にMHAとSONESの間で結ばれたもの。

上の二つの契約により、それまで「セ」国内の水道事業を運営していたSONESは施設の運転・維持管理業務をSDEに引き継ぐことになり、それ以降は図2.1.1および表2.1.2に示す体制・役割分担により水道事業が実施されている。すなわち、MHAは水道セクターの管理者として政策立案と事業承認を中心とした業務を行い、SONESは水道事業の経営者として事業計画立案と投資を担い、SDEは水道サービスの提供者として施設の運転・維持管理業務を行う体制である。

なお、上のアフェルマージュ契約は2013年11月15日に第7回改定版が締結され、SDEの運転・維持管理業務は2018年12月31日までに契約延長された。





出典：JICA 調査団

図 2.1.1 セネガル国水道セクターの実施体制

表 2.1.1 水道セクターにおける役割分担

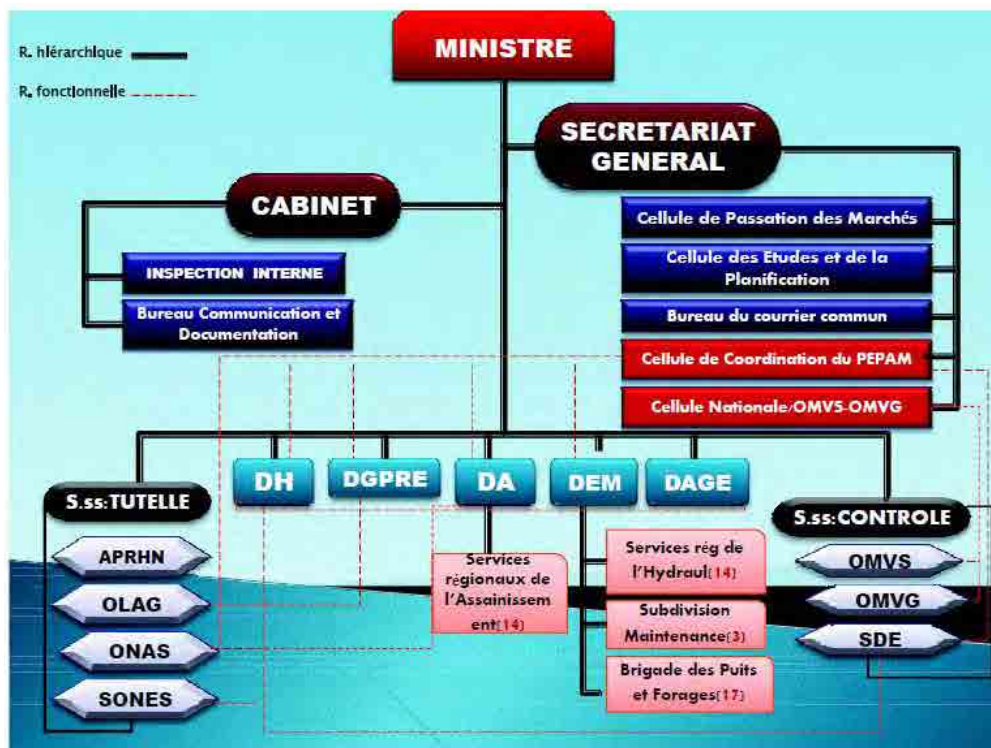
業務	MHA	SONES	SDE	備考
政策の立案	✓			
投資計画の承認	✓			
投資計画の立案		✓		5 年投資計画
事業の計画		✓		マメル海水淡水化プラント事業も含む
新規施設の建設事業	投資	✓		同上
	工事	✓		同上
電機設備の更新事業	投資	✓	✓	【2014 年の場合】 3 千万 F. CFA までは SDE、それを超過する分は SONES が投資する。
	工事		✓	
管路の更新事業	更新計画の立案		✓	毎年 SDE が作成
	投資	✓	✓	63mm≤口径<300mm : SDE 300mm≤口径 : SONES
	工事		✓	
施設運転			✓	
維持管理			✓	
料金徴収			✓	

出典：アフェルマージュ契約第7回改定版をもとに JICA 調査団作成

## 2.1.2 水道セクター事業主体の組織体制

### (1) 水利・衛生省 (MHA)

MHAの組織体制を図2.1.2に示す。同省・水道局 (Direction de l'Hydraulique: DH) が水道セクターを担当しており、SONESおよびSDEはその管轄下にある。



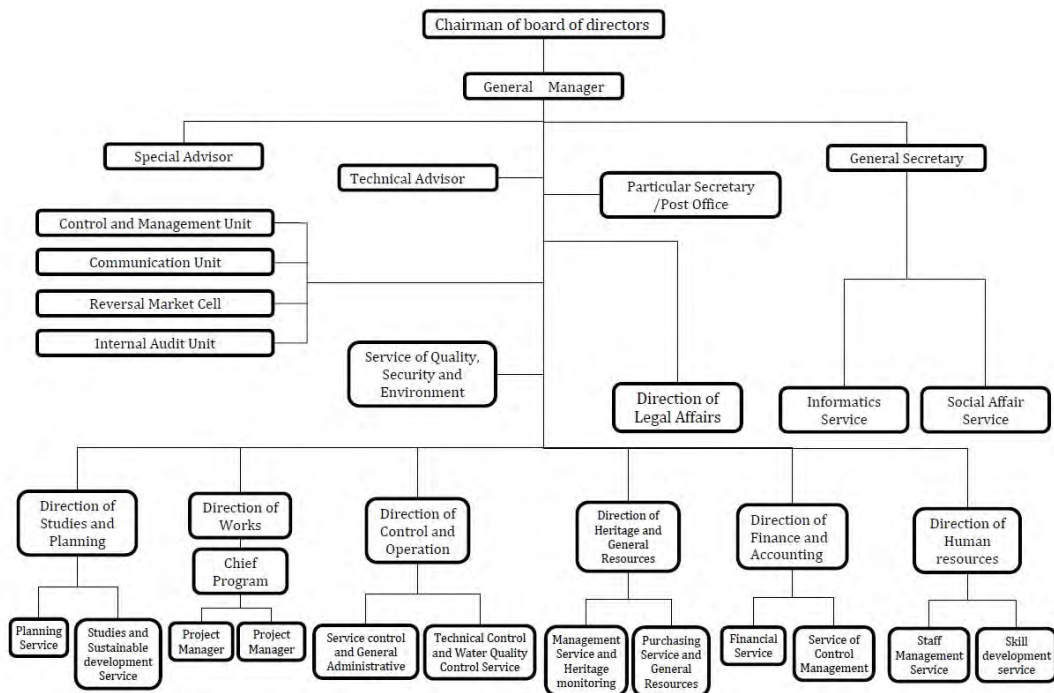
出典：MHA

図 2.1.2 水利・衛生省の組織体制

(2) SONES

図2.1.3にSONESの組織体制を示す。2013年7月時点での職員数は103名で、2008年の88名より15名増員されている。

SONES内の各組織のうち、マメル海水淡水化プラント事業を含め新規事業の計画は”Direction of Studies and Planning”（調査・計画部）が担当しており、JICAによる協力準備調査が実施される場合は同部が窓口となる。また、ドナーとの協議を含めた資金調達に関わる事柄は、Chairman（会長）およびDirector General（総裁）の指揮のもと”Direction of Finance and Accounting”（財務・会計部）が執り行う。さらに、建設工事や資機材の調達については、”Direction of Works”が行うことになっている。

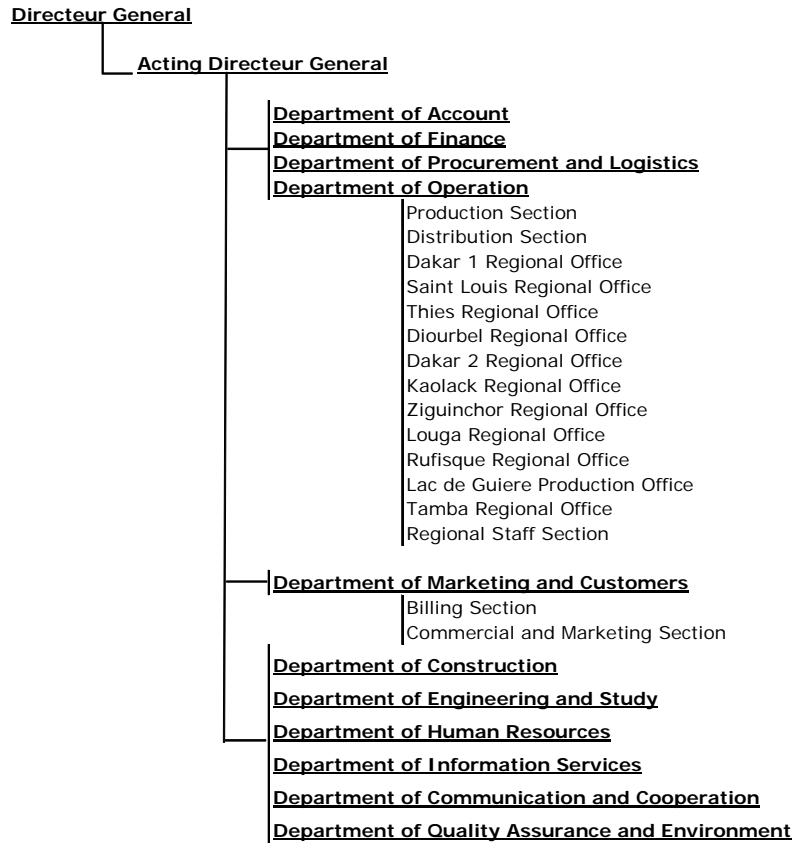


出典：SONES

図 2.1.3 SONES の組織体制（2013年7月時点）

### (3) SDE

図2.1.4にSDEの組織体制を示す。2014年2月の時点で社員数は1,171名である。同社の中心業務である水道施設の運転・維持管理は主に” Directeur de l’Exploitation”（施設運転部）が行っており、同部は全国に分散する施設を地域事務所で分割して管理している。このうち、既存の主幹施設であるKeur Momar Sarr（KMS）浄水場およびNgnith浄水場を管理しているのは” Directeur de l’Exploitation”に所属する”Directeur Regional Production Lac de Guires”（ゲール湖浄水事務所）である。また、全国に点在している井戸は、各井戸が位置している地域事務所が管理している。マメル海水淡水化プラントが計画されているダカール州では、”Directeur Regional Dakar 1”（ダカール1地域事務所）、”Directeur Regional Dakar 2”（ダカール2地域事務所）、および”Directeur Regional Rufisque”（ルフィスク事務所）が井戸・配水網の運転・維持管理を担当している。



出典：SDE

図 2.1.4 SDE の組織体制

### 2.1.3 水道サービスの現況

表2.1.2および2.1.3に「セ」国全体とダカール州それぞれの水道サービスの概要と主な指標値を示す。表2.1.3の指標はSONESがSDEの業務を評価する（場合によってはペナルティを課す）ために用いられており、アフエルマージュ契約で定められているものである。ただし、同表の指標値はセネガル州内に限ったものではなく全国値であるため注意が必要である。

表から分かるように、「セ」国全体およびダカール州の水道サービスはPPPによる体制が導入された当時に比べ、特に水道サービスへのアクセスにおいて大きく改善し、また、水質においても目標とするレベルを満足している。しかし、有収水率や配水管単位延長あたりの漏水件数では目標値を満足しておらず（有収水率は目標値そのものが非常に高い）、また、SDEからSONESに支払われるべき「リース代金」も速やかに支払われていない状況も伺われる。

表 2.1.2 「セ」国およびダカール州における水道サービスの概況

項目	単位	国全体		ダカール州
		1996	2013	2013
水道へのアクセス率	%	80	98.7	100
各戸接続によるアクセス率	%	58	88.5	96
共同水栓によるアクセス率	%	22	10.2	4
浄水量	百万m <sup>3</sup> /年	96.3	154.8	109.9
有収水量	百万m <sup>3</sup> /年	65.2	124.15	78.1
無収水率(NRW率)	%	31.8	19.8	20.8* <sup>1</sup>
生物学的水質指標の満足率	%	92	99.11	-
料金回収率	%	91	93.75	-
接続数	nos	241,167	616,718	255,779* <sup>2</sup>
1,000接続あたりの職員数	人/1,000接続	6.1	1.89	-

\*<sup>1</sup>:2012年データ \*<sup>2</sup>: 共同水栓数1,284を含む

出典：SONES の資料をもとに JICA 調査団作成

表 2.1.3 「セ」国の水道サービスに係る各種指標値

コード	指標	単位	「セ」国全体	
			基準値	2012年値
<b>A</b>	<b>技術的指標</b>			
A.1	浄水場における有効水率	%	95	96.40
A.2	配水管網における有効率(=有収水率)	%	85	80.10
A.3	配水管単位延長あたりににおける損失水量	m <sup>3</sup> /km/日	14.3	9.41
A.4	配水管網における漏水件数	件/年	4,040	7,160
A.5	各戸接続における漏水件数	件/年	29,620	29,480
	漏水件数計	件/年	33,660	36,640
A.6	100接続あたりの漏水件数	件/年	11.88	5.59
<b>B</b>	<b>水質に係る指標</b>			
B.1	微生物学的指標の満足率(サンプル試験による)	%	96	99.30
B.2	上記のためのサンプル採取数	本/年	8010	8,899
B.3	物理的・化学的指標の満足率(サンプリング試験による)	%	95	99.98
B.4	上記のためのサンプル採取数	本/年	2,316	2,405
<b>C</b>	<b>サービスに係る指標</b>			
C.1	所定時間内の漏水補修率	%	100	<b>91</b>
C.2	サービス復旧所要時間の目標達成率	%	100	<b>93.74</b>
C.3	全浄水量に対するメーターなし接続による消費水量の割合	%	98	<b>98.7</b>
C.4	苦情件数に対する24時間内対応件数の割合	%	100	<b>94</b>
<b>D</b>	<b>既存施設の更新</b>			
D.1	投資額の目標達成率(口径100mmの配水管更新コストで更新延長に換算)	m	283,373	<b>280,640</b>
D.2	更新された各戸接続数	件/年	100,125	<b>98,393</b>
D.3	更新されたメーター数	件/年	247,625	<b>242,950</b>
<b>E</b>	<b>財務的指標</b>			
E.1	SONESへのリース代支払い率	%	100	<b>75</b>
	各戸接続からの料金回収率	%	97	<b>98.36</b>
E.2	各戸接続・共同水栓を含めた料金回収率	%	97	<b>98.46</b>

出典：SONES の資料をもとに JICA 調査団作成

## 2.2 ダカール州における既存水道施設

### 2.2.1 浄水および送水施設

図2.2.1に、ダカール州に給水している浄水場ならびに送水施設の模式図を示す。また、主要施設の一覧を建設年次、規模とともに表2.2.1に示す。

Ngnith浄水場およびKMS浄水場はダカールから約250km北東に離れたゲール湖（Lac de Guiere）を水源としており、処理水はそれぞれALG1、ALG2と呼ばれる送水系統を通じてダカール州に供給される。これらの2系統は途中3か所で連結されており、また、ダカール州に到達するまでに加圧ポンプ施設、ポンプ場、貯水池、配水池が設置されている。さらに、送水管沿線に点在する井戸群から同送水系統に地下水が送られ、ダカール州にはゲール湖で取水された表流水と井戸からの地下水が混合された水が供給されている。また、ゲール湖周辺地域とダカール州の間にはいくつかの市や村落があるが、これらの地域も生活用水または農業用水としてALG1またはALG2からの給水を受けている。

表 2.2.1 ダカール州へ供給している浄水施設・送水施設の概要

浄水場	系統図中の表記*	供用開始年	拡張年・拡張能力	現在能力 (m <sup>3</sup> /日)	現在能力 (m <sup>3</sup> /時間)
NGNITH浄水場	NGNITH	1971	2000	45,000	1,875
KEUR MOMAR SARR浄水場	KMS	2004	2008に65,000m <sup>3</sup> /日から95,000m <sup>3</sup> /日に拡張 2011年に95,000m <sup>3</sup> /日から130,000m <sup>3</sup> /日に拡張	130,000	5,417

井戸	系統図中の表記*	井戸数	供用開始年	拡張年・拡張能力	現在能力 (m <sup>3</sup> /日)	現在能力 (m <sup>3</sup> /時間)
LITTORAL NORD	FLN	8	1999	-	32,400	1,409
KELLE/KEBEMER/GUEOUL	Kelle	7	1970	-	24,600	1,070
FORAGES POUT NORD	PN	12	1978	-	40,000	1,739
FORAGES POUT SUD	PS	7	1979	-	21,000	913
F. POUT KIRENE (y compris KSW)	PK	2	1993	-	5,000	217
FORAGES DE SEBIKOTANE	SEBI	1	1957	-	8,000	348
FORAGES DE THIAROYE	-	2	1951	-	1,800	78
FORAGES DE PTB/MAM/PTG	-	8	1966	-	17,700	770

ブースター・ポンプ	系統図中の表記*	供用開始年	拡張年・拡張能力	現在能力 (m <sup>3</sup> /日)	現在能力 (m <sup>3</sup> /時間)
MEKHEブースター・ポンプ	Accelérateur de Mekhe	2006	-	217,808	9,470
CARMELブースター・ポンプ	Camel	2013	-	241,708	10,509

ポンプ場	系統図中の表記*	供用開始年	拡張年・拡張能力	現在能力 (m <sup>3</sup> /日)	現在能力 (m <sup>3</sup> /時間)
THIAROYEポンプ場	-	1951	-	29,900	1,300
POINT Bポンプ場 POMPAGE MADELEINE系	Point B	1966	-	20,700	900
POINT Bポンプ場 POMPAGE MAMELLES系	Point B	2006	-	64,400	2,800
POINT Bポンプ場 POMPAGE POINT G系統	Point B	1966	-	7,000	700

送水管	系統図中の表記*	供用開始年	仕様
ALG1 (Ngnith浄水場からの送水管)	-	1971	DN 1000 鋼管
ALG2 (KMS浄水場からの送水管)	-	2004	DN 1200 鋳鉄管
800 SEBI	-	-	DN 800 鋳鉄管
600 refoulement Thiaroye	-	1951 - 1994	DN 600 鋳鉄管
700 sortie réservoirs PTY	-	1951	DN 700
800 refoulement Mamelles	-	1993	-
600 refoulement Pout sud	-	-	DN 600 鋼管

配水池	系統図中の表記*	供用開始年	容量
THIES貯水池	Thies	1971 (R1,R2); 2005 (R3,R4)	25,000 m <sup>3</sup>
POINT Y配水池	-	1951	10,000 m <sup>3</sup>
MADELEINES HAUT SERVICE配水池	Madeleines HS	1966	1,200 m <sup>3</sup>
MADELEINES BAS SERVICE配水池	Madeleines BS	1966	6,000 m <sup>3</sup>
MAMELLES配水池	Mamelles	2003	35,000 m <sup>3</sup>
POINT G配水池	Point G	1966	5,000 m <sup>3</sup>

\*: 図 2.2.1 参照

出典：SDE の資料をもとに JICA 調査団作成



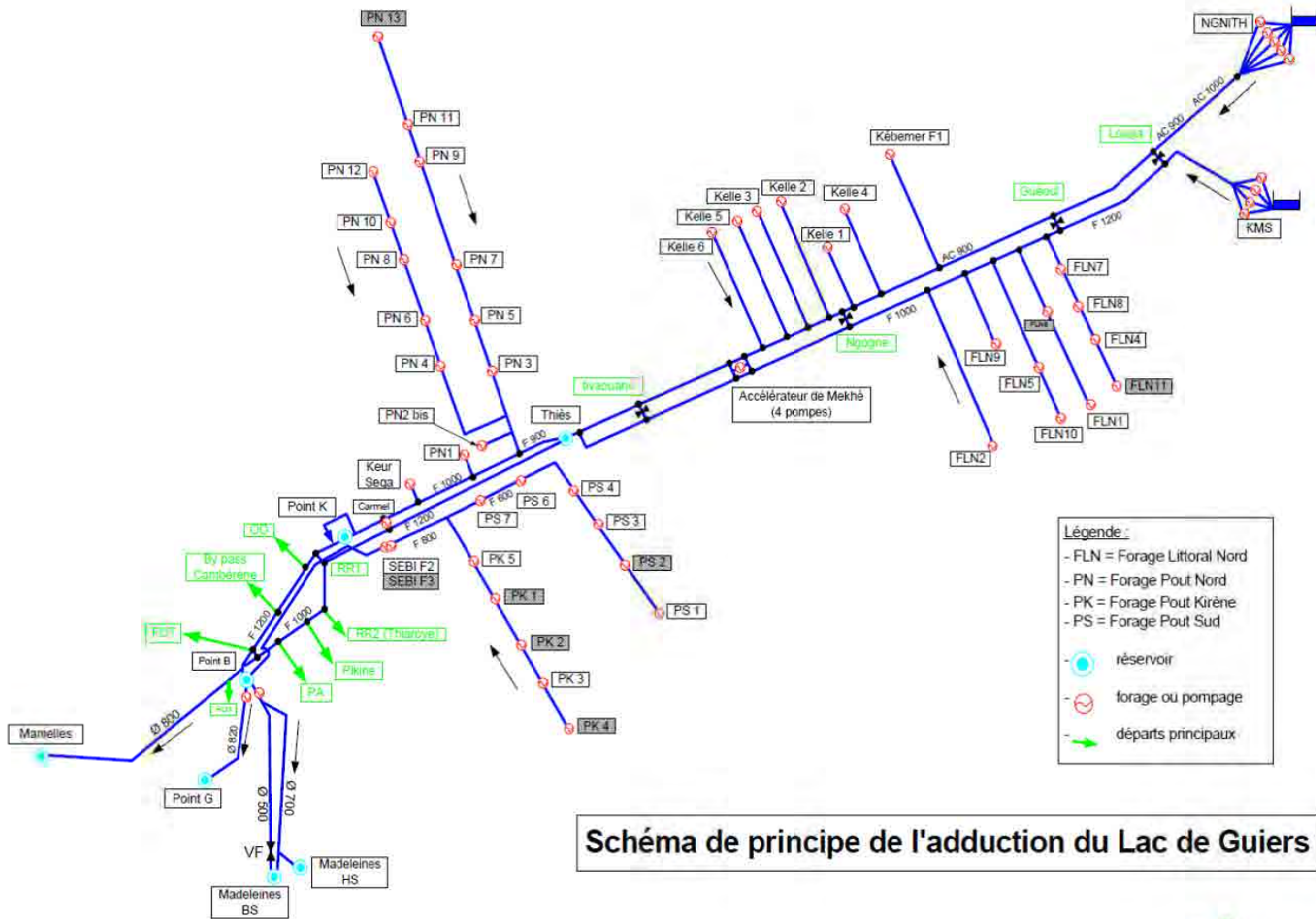


Schéma de principe de l'adduction du Lac de Guiers



出典：SONES

図 2.2.1 ダカール州への送水系統図

### 2.2.2 配水管網

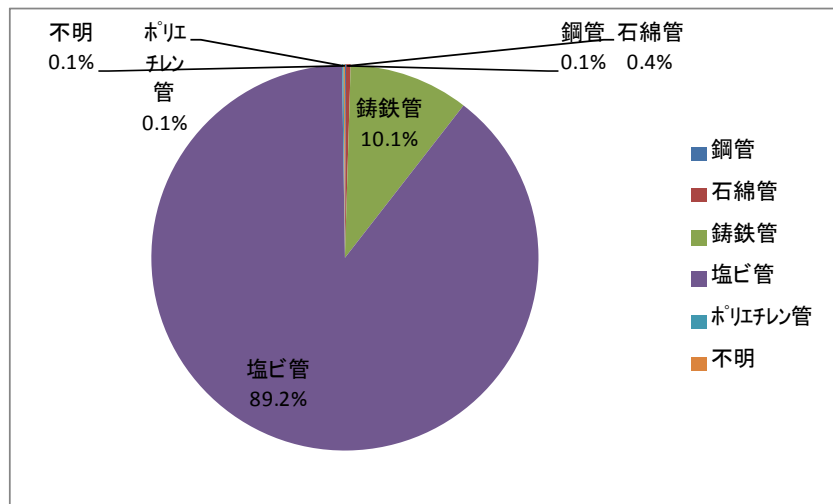
ALG1およびALG2より受水する配水池からは、ダカール州内の給水対象地域に向けて配水管網が広がっている。SDEが管理している施設台帳によると、配水管路には数種類の管材が使用されているが、表2.2.2および図2.2.2に示すように合計6,145kmのうち約90%は硬質塩化ビニル（塩ビ）管である。また、残り10%のほとんどは「鑄鉄管」であるが、この分類には年代の古い普通鑄鉄管と新しいダクタイル鑄鉄管が混在している。なお、施設台帳上はこの「鑄鉄管」も細分類されているが、データの不整合などもあり本調査では普通鑄鉄管とダクタイル鑄鉄管の延長を個別に集計することは断念した。

また、同じくSDEの施設台帳によると、ダカール州の管路は全体的に老朽化していることが分かる。図2.2.3は管路延長を建設後の経過年数別に集計したものであるが、650kmもの管路が建設後50年以上を経過しており、一般に耐用年数とされる40年を経過した管路は合計806kmにも及ぶ。さらに、10年後には新たに759km（合計1,565km）の管路が「老朽管」となる状況にある。

表 2.2.2 配水管の管種別延長

	鋼管	石綿管	鑄鉄管	塩ビ管	ポリエチレン管	不明	計
布設延長(m)	5,437	23,423	618,210	5,483,125	7,873	6,580	<b>6,144,648</b>
占有率(%)	0.09	0.38	10.06	89.23	0.13	0.11	<b>100.00</b>

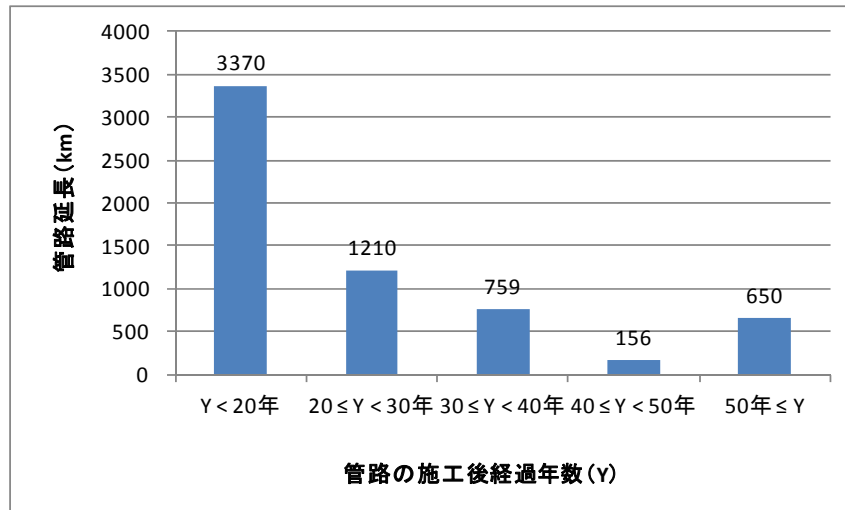
出典：SDE の資料をもとに JICA 調査団作成



出典：SDE の資料をもとに JICA 調査団作成

図 2.2.2 配水管網の管種別割合





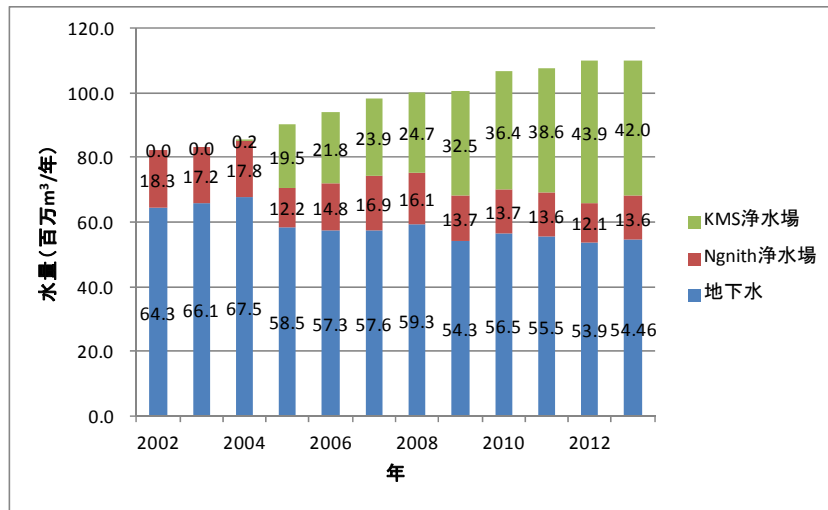
出典：SDE の資料をもとに JICA 調査団作成

図 2.2.3 配水管の施工後経過年数別延長

### 2.2.3 浄水量の推移の浄水場の運転状況

図2.2.4にNgnith浄水場、KMS浄水場、ならびに送水管沿線の井戸群からの浄水量を水源別に示す。2004年にKMS浄水場が稼働（その後、2008年および2010年に段階的に拡張）されて以降、同浄水場の浄水量は水使用量の増加とともに年々増加して来た一方で、Ngnith浄水場および井戸からの水量はともに減少の傾向を示している。これは、施設の新しいKMS浄水場の運転を優先してきたことと、設備の老朽化、地下水位低下、地下水の塩水化などの理由で一部の井戸が稼働できない状況に置かれているためである。なお、2013年はKMS浄水場の浄水量が横這いになりNgnith浄水場の浄水量が増加している。これは、2013年9月にKMS浄水場内で生じた送水管路の破損によりKMS浄水場が3週間の運転停止を余儀なくされたためである。

KMS浄水場の浄水量は2012年に43.9百万 $m^3$ /日であったが、これは日平均配水量で120,000  $m^3$ /日の水量に相当する。同浄水場の設計施設容量130,000  $m^3$ /日に対して多少の余裕があるが、実際にはピーク需要に対応するため過負荷運転を行う状況が生じている。実際、調査団が2014年2月15日に調査団が現場を訪れた際の浄水量は5,500  $m^3$ /時(132,000  $m^3$ /日に相当)であった。



出典：JICA 調査団

図 2.2.4 ダカール州へ給水している水源の年間浄水量の推移

KMS浄水場は現在、主要な機器のトラブルもなく正常に稼働しており、処理水の濁度は概ね水質基準の5NTU以下を満足している。しかし、水質データは生データのまま整理されておらず、また、監視制御室でモニタリングする濁度の継続監視システムも故障したまま放置されているなどSDEの水質管理への意識は高くない。また、調査団が現地を視察した際は凝集沈殿がうまく行われておらず、ろ過池において濁質の巻き上がりや「キャリーオーバー」が認められた。通常は最終的な処理水が所定の水質を満足しているため深刻な問題ではないが、水質向上に向けた運転管理の改善余地は大いにある。

#### 2.2.4 井戸の運転状況

地下水はダカール州における重要な水道水源であり、9つの井戸群の井戸から取水されALG管路や貯水池、配水池へ注入されている。注入された地下水はゲール湖からの表流水と混合して配水されている。井戸群はダカール市内、ダカール市からTHEIS貯水池の間、MECKEポンプ場からLOUGAの間の3地域に分布している。これらの井戸は古くは1950年代に掘削されており新しい井戸群は1998年に掘削されている。一部の井戸は更新されており、最新の井戸は2011年に掘削されたものである。2012年1月現在、60本の井戸が施設台帳に登録されており、そのうち51本の井戸が稼働可能である(添付資料2.1 井戸群要約参照)。現在の合計平均揚水量は約7,758m<sup>3</sup>/hであり、井戸完成時の合計揚水量の68%である

##### (1) DAKAR1 (市内の井戸群)

この地域には POINT B (2本)、MAMELLES (5本)、THIAROYE (4本) の3井戸群で合計11本の井戸が稼働しており、大部分の井戸が1950年代から1970年代に掘削された古い井戸である。これらの井戸の帯水層は下部玄武岩に被圧された第四紀の海生砂層(Infrabasaltique帯水層)とTHIAROYE帯水層と呼ばれる第四紀不圧砂層(Quaternarie帯水層)である。いずれも地下水の過剰汲み上げと降水量の減少で塩水化が進行している。これらの井戸群の2012年現在の揚水量は良好な物で完成時の約80%、不良な物は48%である(添

付資料 2.2 水源井戸一覧 (1/3)参照)。これらの井戸の水位降下量は 5.85m から 25.66 m と井戸により差がある。井戸の能力を表す比湧水量は  $3.57 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  から  $8.51 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  と大きな差はない。電気伝導度は  $507 \mu\text{S}/\text{cm}$  から  $2,830 \mu\text{S}/\text{cm}$  と幅があり塩分が WHO の飲料水ガイドライン( $250\text{mg}/\text{l}$ )を超える井戸もある。

**POINT B井戸群**：この井戸群の帯水層はInfrabasaltique帯水層で井戸深度は54.3mから90.63 m、静水位は15.30mから21.50mである。また、水位降下は0.20mから1.90m、比湧水量は  $4.29 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  から  $5.91 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  である。現在の井戸群の揚水量は合計  $179 \text{ m}^3/\text{h}$  で完成時の揚水量  $366 \text{ m}^3/\text{h}$  の約49%である。電気伝導度は  $757 \mu\text{S}/\text{cm}$  から  $2,870 \mu\text{S}/\text{cm}$  である。現在稼働している Point N terの電気伝導度は  $884 \mu\text{S}/\text{cm}$  である。

**MAMELLES井戸群**：この井戸群の帯水層はInfrabasaltique帯水層で深度は85mから91.75m である、静水位は23.00mから31.30mである。また、水位降下量は16.00mから21.55m、比湧水量は  $3.57 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  から  $8.57 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  である。現在の井戸群の揚水量は合計  $439 \text{ m}^3/\text{h}$  で完成時の揚水量  $550 \text{ m}^3/\text{h}$  の約80%である。井戸の能力が大きく減少していないのは各井戸を2004年から2005年に改修、新設しているためである。電気伝導度は  $507 \mu\text{S}/\text{cm}$  から  $980 \mu\text{S}/\text{cm}$  である。本井戸群の地下水は各井戸からMAMELLES配水池に送水されている。

**THIAROYE 井戸群**：この井戸群の帯水層は Quaternarie 帯水層で南部海岸地域は塩水化が進んでいる。井戸深度は 36.83m から 53.00m、静水位は 4.45m から 10.10m である。また、水位降下量は 5.85m から 15.60m、比湧水量は  $4.22 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  から  $11.97 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  である。現在の井戸群の揚水量は合計  $235 \text{ m}^3/\text{h}$  で完成時の揚水量  $490 \text{ m}^3/\text{h}$  の 48%である。現在稼働している井戸の電気伝導度は  $2,080 \mu\text{S}/\text{cm}$  と  $2,430 \mu\text{S}/\text{cm}$  で高い数字となっている。この井戸群の塩水化は最も進んでいる。本井戸群の地下水は各井戸から THIAROYE 配水池に送水されている。

## (2) DAKAR2 (ダカール市から Thies 貯水池の間)

この地域には SEBIKOTANE(3 本)、POUT SUD(7 本)、POUT KIRENE (3 本)、POUT NORD (12 本)の 4 井戸群で 25 本の井戸が稼働している。これらの井戸の帯水層は新生代旧成期の石灰礫岩層 (Paleocene 帯水層) あるいは中生代白亜紀マーストリヒチアン期の砂岩層 (Maestrichtien 帯水層) である。現在の平均揚水量は  $77 \text{ m}^3/\text{h}$  から  $322 \text{ m}^3/\text{h}$  である。これら井戸群の 2012 年 1 月現在における揚水量は良好な物は完成時の 86%、不良な物は 36%である(添付資料 2.3 水源井戸一覧 (2/3)参照)。水位降下量は 0.20m から 42.72m と井戸により大きな差がある。電気伝導度は  $531 \mu\text{S}/\text{cm}$  から  $3,810 \mu\text{S}/\text{cm}$  と井戸群により異なる。

**SEBIKOTANE井戸群**：この井戸群の深度は58mから83mで帯水層はPaleocene 帯水層である。静水位は12.50mから18.00mと浅く、水位降下量は0.20mから1.90mである。また、比湧水量は  $134 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  から  $1,250 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  であり、現在稼働している井戸の揚水量は  $818 \text{ m}^3/\text{h}$  で完成時の揚水量  $1,387 \text{ m}^3/\text{h}$  の59%である。F2井戸の水はSANDUCK配水池からの配水管に直接注入されている。また、F4井戸は塩水化で廃用となっている。

**POUT SUD井戸群**：この井戸群の深度は81.25mから325.90mで帯水層はPaleocene 帯水層と Maestrichtien帯水層である。静水位は16.21mから83.63m、水位降下量は10.00mから42.72mで

Paleocene帯水層の方が少ない。比湧水量は $5.85\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ から $22.25\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。また、現在の井戸群の揚水量は合計 $1,138\text{m}^3/\text{h}$ で完成時の揚水量 $1,324\text{m}^3/\text{h}$ の86%である。POUT SUD井戸群の水はSANDUCK配水池へ送水されている。電気伝導度は $560\mu\text{S}/\text{cm}$ から $777\mu\text{S}/\text{cm}$ 、鉄分は全井戸でWHO飲料水ガイドライン基準値( $0.3\text{mg}/\text{l}$ )を超えている。

POUT KIRENE井戸群：この井戸群の深度は $201.00\text{m}$ から $316.63\text{m}$ で帯水層はMaestrichtien帯水層である。静水位は $38.20\text{m}$ から $88.89\text{m}$ で、水位降下量は $7.67\text{m}$ から $36.45\text{m}$ である。また、比湧水量は $4.91\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ から $38.85\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。現在の井戸群の揚水量は合計 $465\text{m}^3/\text{h}$ で完成時の揚水量 $1,324\text{m}^3/\text{h}$ の35%である。POUT KIRENE井戸群の水はSANDUCK配水池へ送水されている。電気伝導度は $531\mu\text{S}/\text{cm}$ から $607\mu\text{S}/\text{cm}$ で、鉄分は全井戸でWHO飲料水ガイドライン基準値( $0.3\text{mg}/\text{l}$ )を超えている。

POUT NORD井戸群：この井戸群の深度は $305.00\text{m}$ から $377.69\text{m}$ で帯水層はPaleocene 帯水層とMaestrichtien帯水層である。両帯水層の揚水量に差はないが静水位はMaestrichtien帯水層の平均地下水位は約 $59\text{m}$ と深く、一方Paleocene 帯水層の平均地下水位は約 $44\text{m}$ である。水位降下量は $5.52\text{m}$ から $44.00\text{m}$ である。比湧水量は $2.84\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ から $63.41\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である。現在の井戸群の揚水量は合計 $1,857\text{m}^3/\text{h}$ で完成時の揚水量 $2,435\text{m}^3/\text{h}$ の76%である。井戸PN13は砂流出のため運転停止している。POUT NORD井戸群の水はTHIES貯水池からのALG送水管へ注入されている。電気伝導度は $676\mu\text{S}/\text{cm}$ から $727\mu\text{S}/\text{cm}$ で、全井戸の鉄分がWHO飲料水ガイドライン基準値( $0.3\text{mg}/\text{l}$ )を超えている。

### (3) DAKAR2 (MEKHE ポンプ場から Louga の間の井戸群)

この地域にはKELLE・KEBEMER(7本)、LITTORAL NORD(8本)の2井戸群で15本の井戸がALG管路に沿って稼働している。これらの井戸水は全てALG1に直接注入しており、帯水層はカルスト質始新世ルテシア期石灰岩(Calcaries Lutétiens 帯水層)で透水性、水質ともに良好である。現在の揚水量はFLN10( $35\text{m}^3/\text{h}$ )を除いて $100\text{m}^3/\text{h}$ から $306\text{m}^3/\text{h}$ である(添付資料 2.4 水源井戸一覧 (3/3)参照)。現在の揚水量の完成時の揚水量に対する割合は71~78%とこの地域が一番高い割合を示している。これらの井戸の水位降下量は小さく井戸効率がよい。平均地下水位は $35\text{m}$ と深く揚水量も減少しているので海水の浸入には十分注意する必要がある。水質は電気伝導度も低く( $224\mu\text{S}/\text{cm}$  から  $516\mu\text{S}/\text{cm}$ ) 飲用不適な項目はない。

KELLE・KEBEMER井戸群：この井戸群の深度は $74\text{m}$ から $122.5\text{m}$ である。静水位は $31.75\text{m}$ から $35.50\text{m}$ 。水位降下量は $0.15\text{m}$ から $7.60\text{m}$ である。比湧水量は $22.09\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ から $1,666\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ と非常に大きい。現在の井戸群の揚水量は合計 $1,555\text{m}^3/\text{day}$ で完成時の揚水量 $2,000\text{m}^3/\text{day}$ の78%である。

LITTORAL NORD井戸群：この井戸群の深度は $106.8\text{m}$ から $123.4\text{m}$ である。静水位は $33.72\text{m}$ から $39.72\text{m}$ 、水位降下量は $1.30\text{m}$ から $37.00\text{m}$ である。比湧水量は $2.70\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ から $138.46\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ である、現在の井戸群の揚水量は合計 $1,072\text{m}^3/\text{h}$ で完成時の揚水量 $1,510\text{m}^3/\text{h}$ の71%である。

## 2.2.5 水質

ダカール州の水道水源は表流水と地下水を混合した水である。表流水はゲール湖 (Lac de Guiers) を水源とする Ngnith 浄水場と KMS 浄水場で取水、濾過される。浄化された水は送水管 (ALG1 と ALG2) でダカール州へ送水される。地下水は最初に浄水場と MEKEH ポンプ場の間で LITTORAL NORD などの井戸群から ALG1 に注入される。その他の井戸群は THIES 貯水池から POINT B 配水池の間とダカール市内の配水池に注入される。SDE は安全な飲料水確保のため各水源、浄水場、配水池、配水管網で水質分析を行っている。以下に水源、施設別に水質について記述する。

### (1) Ngnith 浄水場

Ngnith 浄水場の原水は2013年3月21日のデータによれば水温22.6度、PH8.27、電気伝導度 205 $\mu$ S/cmで飲料水として適正な範囲にある (添付資料2.5 NGNITH浄水場化学的水質分析表参照)。濁度と鉄分はWHOのガイドライン基準値(それぞれ5NTU、0.3 mg/l)を超えており、また有機物もSDEの基準値(5.0 mg/l)を超えているが、処理水はガイドライン基準値以下となっており問題ない。なお、2012年と2013年の月平均の原水濁度は17NTUから31.8 NTU、有機物は過マンガン酸カリウム消費量で6.69mg/lから9.29 mg/lであった。また、同期間における原水の鉄分は0.14ng/lから0.76 mg/lの範囲であった。水質の測定頻度は、濁度と有機物は毎日、鉄など化学的水質は半年に一回である。

### (2) KMS 浄水場

KMS 浄水場の原水は2013年3月20日のデータによれば水温23.3度、PH7.6、電気伝導度 330 $\mu$ S/cmと飲料水として適正な範囲にある (添付資料2.6 KMS浄水場化学的水質分析表参照)。濁度はWHOのガイドライン基準値(5NTU)を超えているほか有機物もSDEの基準値(5.0 mg/l)を超えているが、処理水はガイドライン基準値以下となっているので問題ない。なお、2012年と2013年の原水濁度と有機物の値は5.7NTUから27.2 NTUと過マンガン酸カリウム消費量で4.7mg/lから7.31 mg/lであった。また、同期間における原水の鉄分0.2mg/lから0.9 mg/lの範囲であった。水質の測定頻度は、濁度と有機物は毎日、鉄など化学的水質は半年に一回である。

### (3) 井戸

SDE は井戸の化学的水質を年2回測定している。本調査で使用したデータは原則として2012年6月のデータである。井戸の水質データは合計51カ所収集した。これらの井戸は9の井戸群に区分されている。井戸群ごとに近くの送水管、貯水池あるいは配水池へ注入されている。以下に井戸群別に水質の概略を記述する。

DAKAR 1には POINT B、MAMELLES、THIAROYE の井戸群がある (添付資料 2.7 DAKAR 1 水源井戸水質分析一覧参照)。POINT B の POINT Nbis 井戸は Cl が 852mg/l、NO<sub>3</sub> が 78mg/l と飲料不適となっている。MAMELLES の井戸群の電気伝導度は 423 から 980 $\mu$ S/cm で全て飲料適である。THIAROYE の2本の井戸は Cl が 344mg/l と 379.85mg/l、NO<sub>3</sub> が 418mg/l と 621mg/l さらに Mn が 2.85mg/l と 1.83mg/l と WHO ガイドライン基準値以上となっている。

THIAROYE では塩水のため4本の井戸が廃棄されている。

DAKAR 2の THIES 貯水池よりダカールよりに SEBKOTANE, POUT SUD, POUT KIRENE, POUT NORD の井戸群がある (添付資料 2.8 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(1/4)及び 2.9 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(2/4)参照)。SEBKOTANE の F2 井戸 F3 井戸では Cl が 1,058.8mg/l と 423.1mg/l と WHO ガイドライン基準値以上となっている。POUT SUD では pH は 6.73 から 7.83 で、電気伝導度は 516 $\mu$ S/cm から 777 $\mu$ S/cm である。PS3 井戸を除いた全ての井戸で鉄分が WHO ガイドライン基準値以上となっている。その範囲は 0.73mg/l から 1.55mg/l である。POUT KIRENE では電気伝導度は 531 $\mu$ S/cm から 607 $\mu$ S/cm で全ての井戸で鉄分が WHO ガイドライン基準値以上となっている。POUT NORD では pH は 6.99 から 7.27 で電気伝導度は 531 $\mu$ S/cm から 607 $\mu$ S/cm である。PS6、PS8、PS10 井戸を除いて全ての井戸で鉄分が WHO ガイドライン基準値以上となっている。その範囲は 0.78mg/l から 2.44mg/l である。

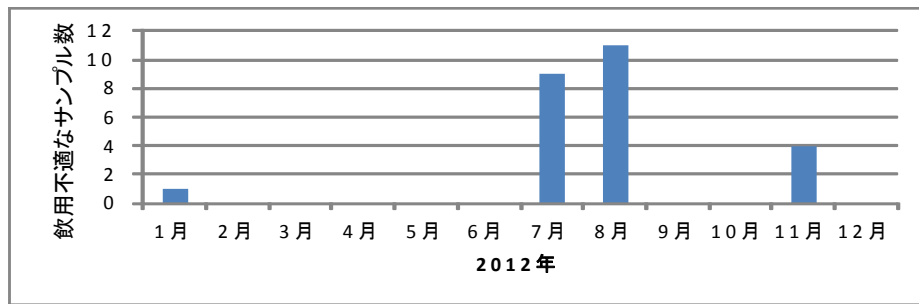
DAKAR 2の MEKHE ポンプ場と KMS 浄水場の間の ALG 送水管沿線に KELLE・、KEBEMER)と LITTORAL NORD の井戸群がある。添付資料 2.10 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(3/4)及び 2.11 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(4/4)参照)。これら2つの井戸群の水質は全て WHO ガイドライン基準値以内である。KELLE・KEBEMER の pH は 7.29 から 7.73 で電気伝導度は 228 $\mu$ S/cm から 246 $\mu$ S/cm である。LITTORAL NORD の pH は 7.29 から 7.49 で電気伝導度は 224 $\mu$ S/cm から 516 $\mu$ S/cm である。電気伝導度から見てこれらの井戸群の水質は良好である。

#### (4) 配水池

配水池の水は複数の水源から送水されている。ダカール州内の配水池の水の化学的水質は定期的に測定されている。2013年11月の測定結果によれば鉄分(Fe)が全ての貯水池で WHO のガイドライン基準値(0.3 mg/l)を超えている (添付資料 2.12 貯水池水質分析表参照)。最も高い鉄分はマメル配水池の 1.18mg/l であった。鉄分は水に着色する原因となる。

#### (5) 微生物学的試験

SDE は SONES との契約により全国の配水管網において大腸菌試験を行っているが、微生物学的試験は配水管網での試験とその他の試験に区分される。SONES の微生物学的年間報告書によるとダカール州内の配水管で2012年に合計4,369サンプルの検査を行っている。そのうち 25 カ所において飲用不適の結果となった (飲用適合率は 99.4%)。不適となった要因の多くは大腸菌群である。25 カ所の内 20 カ所は7月と8月に集中している(図 2.2.5 参照)。7月と8月は雨期であり洪水も発生する。このため配水管の継手や破損箇所から汚染されたものと推測される。



出典：SONES (RAPPORT ANNUEL 2012 SUIVI DE LA QUALITE BACTERIOLOGIQUE DE L'EAU DISTRIBUE)

図 2.2.5 2012年のダカール州月別微生物学的試験結果

表流水の原水に対しては1週間に1回の割合で微生物学的試験を行っている。KMS浄水場における2011年から2012年の試験結果では取水原水で大腸菌群が20群以上検出されているが、同浄水場の処理水では大腸菌群は検出されず全て飲用適合となっている。一方、井戸水は微生物学的試験を行っていないが、配水池において、表流水からの浄水と井戸水が混合された水をサンプルとして1週間に1回の割合で微生物学的試験が行われている。ただし、配水池での試験結果は本調査において入手できなかった。

## 2.2.6 水圧

SDEは送水管路および配水管路の数地点で管内水圧を計測している。調査団はそのうち6箇所の水圧データを入手した（添付資料 2.13 送水管路および配水管路内における水圧参照）が、そのデータより以下のことが分かった。

- KMS浄水場で事故が発生した2013年9月は著しい水圧低下が認められ、給水サービスが断続的に停止していたことが確認できる。
- 2013年11月にも著しく水圧が低下した期間が認められ、この間も給水サービスが断続的に停止していたと推察される。
- 水圧が0barから5bar（水道で0mから50m）の間を激しく変動している地点が複数ある。このような地点の周辺では頻繁に給水停止が生じていたことが推定されるほか、高水圧時には管路・付帯設備・給水管の破損や漏水が生じていた可能性がある。
- 平常時は2barから3bar（水頭で20mから30m）で比較的安定している地点においても時折4barを超える高水圧や1bar以下の低水圧が確認される。
- 全体的に水圧が不安定であり、明らかな過剰水圧と水圧不足が頻繁に確認できる。

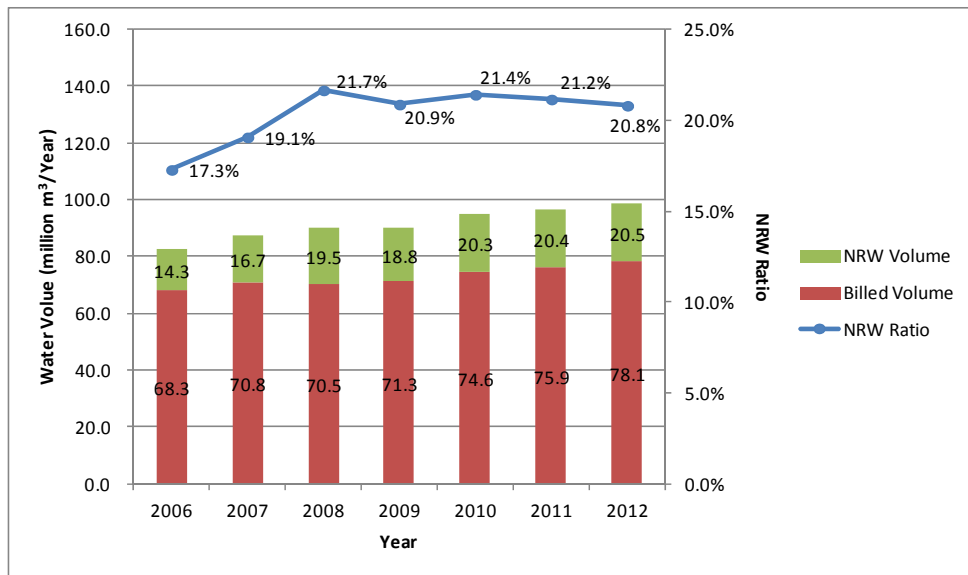
すなわち、ダカール州の配水ネットワークは水圧管理が十分に行われておらず、水圧不足による給水停止が頻繁に発生していることが推察される。これはピーク需要に対して配水管路の能力が不足していること、配水池の運転水位やポンプの運転方法に改善すべき点があることを示唆している。また、必要に応じて減圧弁などの設置も検討すべきである。

## 2.2.7 無収水および管路の破損

- (1) 無収水の推移

図 2.2.6 にダカール州の無収水率および無収水量の推移を示す。無収水率は過去 5 年間 20%前後で一定しており、これは一般的に優秀とされる水準である。しかし、無収水量で見ると 2006 年の 14.3 百万 m<sup>3</sup>/年から 2012 年の 20.5 百万 m<sup>3</sup>/日まで約 40%も増加している。これは本章第 2.2.2 項で示したように配水管路の老朽化が進行していることを示唆しており、今後も注意が必要である。すなわち、無収水率が安定しているのは漏水量と水消費量の増加が均衡した結果であり、管路の健全性が保たれている結果ではない。

なお、建設後経過年や後述する漏水件数から考えると、現在の無収水率は低すぎるとも感じられるが、その理由としては①（特にルフィスク地区など）未舗装道路が残っているため漏水が早期に発見されやすいこと、②乾燥地帯であることから漏水が早期に発見されやすいこと、③全体的に水圧が低い地域が多いため漏水量が少ないこと、が挙げられる。



出典：JICA調査団

図 2.2.6 ダカール州の無収水率および無収水量の推移



(2) 無収水削減に向けた SDE の活動

アフエルマージュ契約では、SDEは毎年配水管更新計画を策定することになっている。これに基づいて配水管と各戸接続が更新され、目標値は配水管60km、各戸接続100,000箇所である。この目標は全国値であるが、実際に行われている更新事業の対象はダカール州である。

SDEによると、同社は2009年頃より漏水削減に向けた活動を始め、配水管網のブロック化にも着手しているとのことである。2009年はダカール2地区の漏水調査と補修に着手し、2013年までに計270kmの配水管が更新された。2014年からはダカール1地区に対象を移しており、年間で250kmの管路で漏水調査を行う予定である。

(3) 管路破損の実績

表2.2.3は、ダカール州において発生した配水管路および各戸接続での漏水件数の実績値である。これらの値は、漏水調査により判明したものと市民からの通報等で判明したものの合計である。表から分かるように、配水管路、各戸接続ともに漏水件数は増加傾向を示しており、2004年と2013年を比較するとどちらも約25%（配水管路：2,221件から2,813件、各戸接続：11,541件から14,279件）の増加となっている。この傾向は、前述した無収水量の増加傾向とも符合しており、やはり配水管路等の老朽化が進行していることを示している。

表 2.2.3 ダカール州における管路・各戸接続の破損件数

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>配水管路(件)</b>										
Dakar1	844	904	1,257	1,286	899	714	887	831	810	834
Dakar2	832	877	856	1,046	883	808	1,050	1,009	1,058	1,050
Rufisque	545	632	711	798	573	523	611	620	1,030	929
<b>Dakar 計</b>	<b>2,221</b>	<b>2,413</b>	<b>2,824</b>	<b>3,130</b>	<b>2,355</b>	<b>2,362</b>	<b>2,548</b>	<b>2,460</b>	<b>2,898</b>	<b>2,813</b>
<b>各戸接続(件)</b>										
Dakar1	4,562	5,422	5,457	5,635	4,770	3,410	4,889	5,368	5,710	4,314
Dakar2	4,942	5,111	5,540	5,733	6,340	4,641	7,021	6,070	6,649	5,980
Rufisque	2,037	2,525	3,255	3,110	2,908	2,184	3,052	2,604	3,712	3,985
<b>Dakar 計</b>	<b>11,541</b>	<b>13,058</b>	<b>14,252</b>	<b>14,478</b>	<b>14,018</b>	<b>10,235</b>	<b>14,962</b>	<b>14,042</b>	<b>16,071</b>	<b>14,279</b>

出典：SDE

なお、2013年9月にKMS浄水場で発生した事故は3週間にもわたる断続的な給水停止をもたらしたが、その原因は送水管の腐食である。発生したのは浄水場内の送水ポンプ場から約50m離れた地点で、がサージタンクに繋がる管路との分岐部で1,200mmの鋼管が大破した。KMS浄水場では、遠方に送水する都合上残留塩素を多めに注入しているが、構造上の弱点となっていた分岐部が高濃度の残留塩素により腐食したことが原因とされている。

大破した管路は新しい鋼管に取り換えられたが、SONESによると仮復旧であり、同様の事故が再発しないよう抜本的な対策を今後検討するとのことである。

## 2.3 水道施設の将来計画

### 2.3.1 水資源マスタープラン

2010年にSONESが作成した水資源マスタープランの目的は、水需要が供給能力に達しつつあるダカール州およびPetit Cote地区を対象に、目標年次を2025年とした水資源開発戦略を策定することであった。

同マスタープランでは、抽出した7つの水資源開発シナリオ（「シナリオ1」から「シナリオ7」）を比較検討し、その中から「シナリオ2」を選定した。「シナリオ2」は、表2.3.1に示すようにKMS浄水場第3期（以下、KMS 3浄水場）とマメル海水淡水化プラントをダカール州への給水のために建設し、Petit Cote地区にはNgaparou海水淡水化プラントを建設する案である。その後マスタープランは、最適案として選定された「シナリオ2」に修正を行い、最終的に表3.1.2および図3.1.1に示す計画を水資源開発計画案として提示している。

表 2.3.1 水資源マスタープランで選定された水資源開発シナリオ（「シナリオ2」）

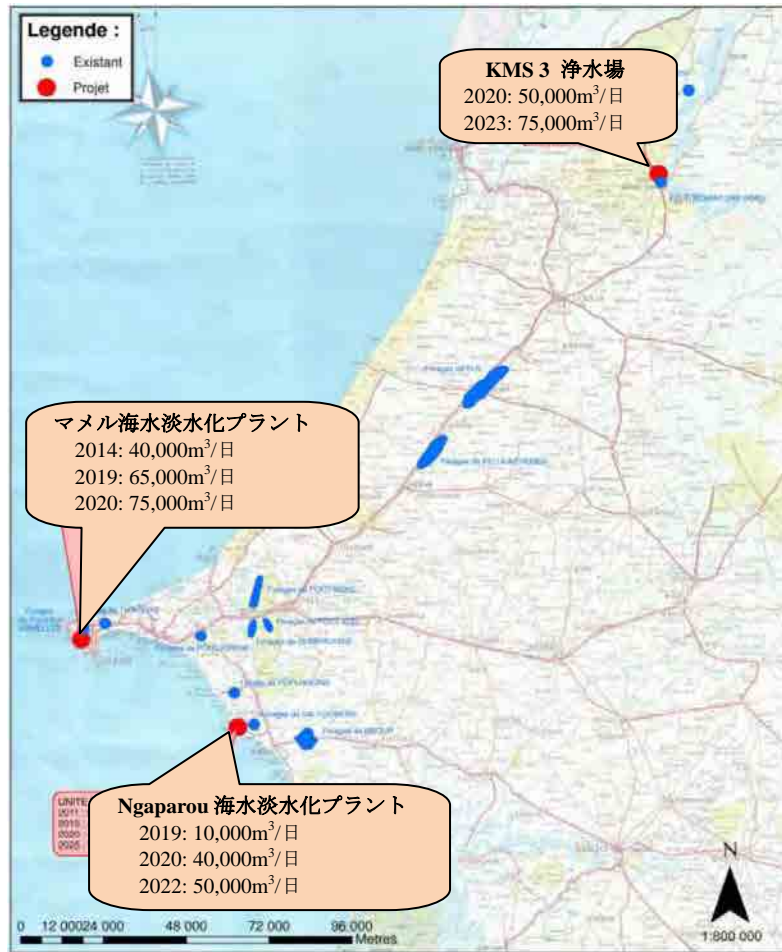
新規施設	2014	2017	2019	2020	2022	2023
<b>ダカール州用</b>						
マメル海水淡水化プラント	0	0	0	50,000	50,000	75,000
KMS 3 浄水場 <sup>d</sup>	40,000	65,000	65,000	75,000	75,000	75,000
<b>ダカール州計</b>	40,000	65,000	65,000	125,000	125,000	150,000
<b>Petit Cote 地区用</b>						
Ngaparou 海水淡水化プラント	0	0	10,000	40,000	50,000	50,000

出典：水資源マスタープラン

表 2.3.2 水資源マスタープランが提示した水資源開発計画  
（「シナリオ2」の修正版）

新規施設	2014	2017	2019	2020	2022	2023
<b>ダカール州用</b>						
マメル海水淡水化プラント	40,000	65,000	65,000	75,000	75,000	75,000
KMS 3 浄水場	0	0	0	50,000	50,000	75,000
<b>ダカール州計</b>	40,000	65,000	65,000	125,000	125,000	150,000
<b>Petit Cote 地区用</b>						
Ngaparou 海水淡水化プラント	0	0	10,000	40,000	50,000	50,000

出典：水資源マスタープラン



出典：水資源マスタープラン

図 2.3.1 水資源マスタープランにおける水資源開発計画

### 2.3.2 新規井戸の建設事業

水資源マスタープランは、前述のように2014年にマメル海水淡水化プラントを稼働させることを計画したが、同プラントは計画通りに実施されないまま水需要は既存施設の能力に達しつつある。そのため、「セ」国政府は当面の水不足を解消するべく10本の井戸を緊急的に掘削し、新たに34,500m<sup>3</sup>/日の地下水を確保する計画である。

同事業には21億F.CFA（約4億円）の予算が立てられており2014年中に完成する計画であるが、未だに工事は着手されていない。SONESの担当者によると、10本の井戸はまとまった地域に集中して建設するのではなく既存井戸群に1本または数本ずつ追加して建設するとのことである。しかし、井戸の位置が選定された形跡はなく、本調査では今後の進展を図ることはできなかった。

### 2.3.3 5か年投資計画

SONESは2014年から2018年を対象とした「5か年投資計画」を策定している（添付資料2.14「セ」国における5か年投資計画参照）。この投資計画は「セ」国全体を網羅するもので、

計画されている事業ごとに事業内容、事業費、資金源、年ごとの支出予定額が示されている。このうち、ダカール州への給水に関わる事業を表2.3.3に示す。

表 2.3.3 SONES 5 年投資計画におけるダカール州関連事業

事業	事業費 (百万 F.CFA)	資金源	実施期間 (支出期間)
ダカール州緊急事業			
井戸（10本）の整備	2,100	SONES	2013-2014
Point K 除鉄プラント整備事業			
40,000 m <sup>3</sup> /日の地下水から除鉄する処理施設および 5,000 m <sup>3</sup> の配水池の建設	4,530	BOAD <sup>*1</sup> (予定)	2014-2016
海水淡水化プラント事業			
25,000 m <sup>3</sup> /日の海水淡水化プラントの建設	40,000	JICA (予定)	2016-2018
水と衛生のミレニアムプログラム（PEPAM）優先事業：ダカール州			
配水池の新設・補修、配水管の新設、除鉄プラントの更新、既存配水網の改善	4,089	AFD <sup>*2</sup> /BEI <sup>*2</sup> / EU <sup>*2</sup> /SONES	2013-2014
Ngñith 浄水場改善事業			
既存施設の補修・更新	2,430	AFD	2014-2015
KMS 浄水場改善事業			
既存施設の補修・更新等	2,785	AFD	2014-2015
Mekhe ポンプ場改善事業			
新規変電設備、電磁流量計の設置	700	AFD	2014
ALG1 および 2 補修事業	635	AFD	2014-2015
Point B 管路更新事業	2,000	SONES	2015-2016
その他 <sup>*3</sup>			
配水管付帯設備の更新、ブロック化、配水管の再構築等	900	SONES	2014-2018
<b>合計</b>	<b>60,269</b>	<b>-</b>	<b>2013-2018</b>

\*1: BOAD（西アフリカ開発銀行）

\*2: AFD（フランス開発庁）、BEI（欧州投資銀行）、EU（欧州連合）

\*3: 対象地は全国

出典：SONES による 5 年投資計画

## 2.4 水道システムの問題点

以上の情報収集および分析結果より、ダカール州の水道システムに係る問題点を整理する。

- 既存浄水場および井戸はほぼ全量運転しており、水需要が供給能力に達しつつある。新規の水源開発が必要である。
- 井戸水では硝酸または鉄がWHOガイドラインの基準値を超過することがある。硝酸態窒素からは生活排水による汚染が疑われる。
- 配水池では大腸菌群が検出されることがある。やはり生活排水による井戸水の汚染が疑われる。
- 配水管および各戸接続の老朽化が進んでおり徐々に漏水量が増加している。
- 水圧管理が十分でなく水圧不足による給水停止が生じている。管路の能力不足、配水池やポンプの運転方法の問題等が考えられる。

## 第3章 水資源マスタープランのレビュー

### 3.1 水需要予測と需給ギャップのレビュー

#### 3.1.1 水需要予測に必要な各項目値のレビュー

本調査では、水資源マスタープランにおける水需要予測の分析・見直しを行い、各項目値を再設定し、水需要予測を行った。

##### (1) 飲料用水

###### a) 人口

「セ」国では2002年に統計局(Agence Nationale de la Statistique de la Demographie)による第3回国勢調査が実施され、2002年のダカール州における人口は2,168,314人と発表された。その後、新たな調査結果は公表されていない(2014年に第4回国勢調査結果の公表が予定されている)。

水資源マスタープランでは、統計局が公表している人口増加率を用いて将来の人口予測を行っているが、人口予測の基準年である2008年の人口が統計局発表(Situation Economique et Sociale du Sénégal)の2008年人口と異なっている。

水資源マスタープランと統計局による2008年におけるダカール州の人口は2,747,857人と2,482,294人であるが、2002年の国勢調査結果と比較すると、人口増加率はそれぞれ4%と2.3%となる。既に都市化が進んだダカール州で4%の増加率は現実的でなく、2.3%の成長率となる統計局の人口の方が現実的と考えられる。そのため、本調査では統計局発表の人口を使用した(統計局発表の2008年以降の人口は表3.1.1参照)。また、2011年以降の人口については、水資源マスタープランと同様に統計局による人口増加率を使用して予測した。

表3.1.1 2008年から2011年におけるダカール州の人口推移

	2008	2009	2010	2011
人口	2,482,294	2,536,959	2,592,191	2,647,751

出典:統計局(Situation Economique et Sociale du Sénégal 2008,2009,2010,2011)

2011年以降の人口予測に関しては、同マスタープランでは2009年に統計局に公表された人口増加率を使用しており、本調査においても同値を選択した。

2025年から2035年までの成長率は公表されていない。しかしながら、ダカール州における2015年以降10年間の人口成長率は1.64%と一定となっており、今後も急速な人口増加は見込まれないため、2025年から2035年までの成長率は、2015年から2025年までの人口増加率と同値の1.64%と設定した。

表3.1.2 2008年から2035年までのダカール州における人口成長率

Growth Rate (%)	2008/2010	2010/2015	2015/2020	2020/2025	2025/2035
Dakar1&2 + Rufisque	2.21	2.05	1.64	1.64	1.64

出典 :水資源マスタープラン

以上により、2035年までのダカールにおける人口を予測した。結果を表3.1.3に示す。

表3.1.3 2035年までのダカール州における予測人口の推移

	2015	2020	2025	2030	2035
人口	2,536,959	2,592,191	2,647,751	3,665,211	3,975,780

出典 :JICA 調査団

b) 一人一日当たりの使用水量

水資源マスタープランでは、各戸接続に関して一人当たり水使用量が記載されていないが、共同水栓については22L/日とされている。

本調査では、アフェルマージュ契約の第7改定版で明記されている1接続あたりの使用人数(各戸接続:10人、共同水栓:137人)とSDEから入手した地域別・使用用途別の接続数、使用水量より、一人一日当たりの使用水量を推測した。(表3.1.4)

表3.1.4 ダカール州における接続別の一人一日当たりの使用水量の推移

Area	2010			2011			2012		
	各戸	共同	平均	各戸	共同	平均	各戸	共同	平均
DAKAR 1	71.6	27.9	69.8	69.6	27.0	67.9	68.3	24.5	66.7
DAKAR 2	53.5	19.3	51.3	51.7	19.3	49.6	51.2	17.6	49.1
RUFISQUE	47.6	27.5	45.0	45.8	29.4	43.8	45.0	26.9	42.9

出典 :SDE,JICA 調査団

表3.1.4と今後予測される都市化の状況より、本調査で適用する2013年以降の各地域の一日一人当たり使用量を以下のように設定する。

DAKAR1: セ「国」で既に都市化が進んでいる地域であり、2010年から2012年の3年間ににおける使用水量は約70L/日である。2005年のDAKAR1とDAKAR 2における個別接続の一日一人当たり平均水使用量は47.4L/日(SONES)であり、2005年以降に水使用量が増加し、2010年から2012年には水不足が発生していないにも関わらず(水資源マスタープラン)概ね一定の値となっているため、今後も大幅な使用量の増加は見込まれない。また、SONESは一日一人当たり水使用量の将来目標値を設定していないため、本調査では多少の増加を考慮し、DAKAR1の2035年における一日一人当たり水使用量を80L/日と予測した。なお、80L/日は西アフリカにおける個別接続による一日一人当たり水使用量で最も大きい値である。(添付資料 3.4 参照)



DAKAR2: 一日一人当たり使用水量はDAKAR 1と比較して少ないが、今後の都市化による大幅な水需要の増加が見込まれるため、2035年には75L/dayに達すると予測した。これはDAKAR1の2020年の水準である。

RUFISQUE: 3地域の中で最も都市化が遅れている地域であり、使用水量も最も少ない。今後も迅速な経済成長は見込まれないため、2035年の一人当たり水使用水量65L/dayと予測した。これは現在のDAKAR1の水準の水準である。

表3.1.5に予測結果を示す。

表3.1.5 2035年までの各地域における一人一日当たりの使用水量

Area	2012	2015	2020	2025	2035
DAKAR1	66.7	70	75	80	80
DAKAR2	49.1	55	60	65	75
RUFISQUE	42.9	45	50	55	65

出典: SDE、JICA 調査団

#### c) 無収水率

水資源マスタープランでは、ダカール州における無収水率を15%としている。しかしながら、SDEのデータによると2006年から2012年にかけて、給水量の増加に関わらず無収水率は約20%と一定となっている。

SDEは無収水率削減のため、毎年3万件以上の住民の漏水報告に対応しているだけでなく、漏水調査も行っており、2009年から2013年にかけてダカール州において年間約100~250件の漏水を検出・補修を行っている。またSONES、SDEは年間計60kmの配水管を更新している。

SDEによる漏水調査は今後も継続的に実施される計画であるが、ダカール州全域を同時に調査できるだけの人員・調査機器は備えていない。管路更新は行われているものの、近年の無収水率の傾向から、本調査では2035年までの無収水率を一定の20%と設定した。

表3.1.6 2006年から2012年までのダカール州における無収水率

無収水率 (%)	Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	DAKAR 1	16.1	25.7	25.1	21.0	20.0	20.2	26.6
DAKAR 2	17.8	6.1	10.6	17.3	22.3	23.7	8.6	
RUFISQUE	19.9	19.1	29.0	27.3	24.0	18.8	22.2	
Ave.	17.3	19.1	21.7	20.9	21.4	21.2	20.8	

出典: SDE、JICA 調査団

#### (2) 工業・商業用水

水資源マスタープランでは、大規模な都市化プロジェクト(KEUR MASSAR, NDIASS 空港, Petite Cote)による水使用量の増加を考慮しているが、具体的な水使用量に関する根拠がなく、また多くは本調査範囲外のプロジェクトある。そのため、本調査では、人口増加と同じの



増加率で工業・商業用水量も増加すると予測して、各年の人口増加率を工業・商業用の水使用量増加率に適用し、水需要予測を行った。

### (3) 農業用水

水資源マスタープランでは、農業用水の水需要に関する記述が見られない。本調査では、ダカール州は都市化が進む都市であり今後の農業用水の増加は見込まれないと予測し、将来の農業用水の水使用量は、2012年における水使用量と同値を適用した。

#### 3.1.2 将来の水需要予測

水需要予測は2012年の用途別使用水量、一人一日当たり水使用量をベースに行った(添付資料 3.4 2035年までの水需要予測参照)。本調査による2035年までの将来水需要予測を表 3.1.7 に示す。

表3.1.7 2012年から2035年までのダカール州における水需要予測

	Year		2012	2015	2020	2025	2030	2035
	水需要 (m <sup>3</sup> /日)	DAKAR 1	一日平均	149,516	149,671	168,907	190,438	205,285
一日最大			164,467	164,638	185,798	209,481	225,814	243,530
DAKAR 2		一日平均	75,682	96,709	112,975	131,506	152,392	175,899
		一日最大	83,250	106,380	124,272	144,656	167,631	193,489
RUFISQUE		一日平均	45,017	47,764	53,980	61,256	69,775	79,754
		一日最大	49,519	52,540	59,378	67,381	76,752	87,729
ダカール州		一日平均	302,215	326,144	367,861	415,199	459,452	509,044
		一日最大	328,237	354,558	400,447	452,519	501,197	555,748

出典:JICA 調査団

#### 3.1.3 本調査と水資源マスタープランにおける水需要予測の比較

本調査と水資源マスタープランによる水需要予測を図3.1.1に示す。なお、本調査では無収水率を20%としているが、SONESおよびSDEは無収水率15%を目標としているため、無収水率を15%とした本調査結果も比較のため示した。

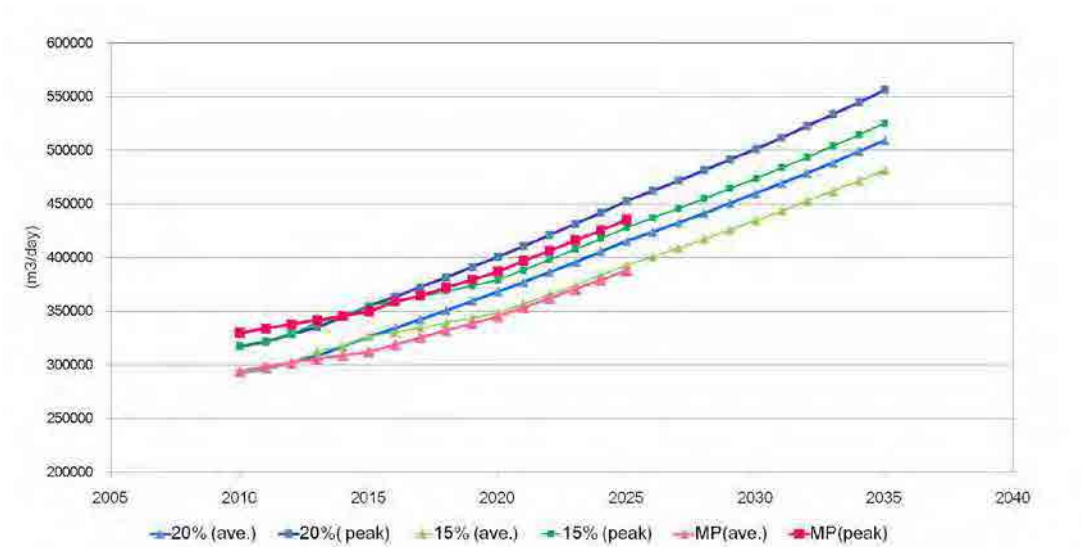


図3.1.1 本調査と水資源マスタープランの水需要予測の比較

図3.1.1より2015年から2025年にかけて、本調査（無収水率20%）における水需要は水資源マスタープランの予測値より大きくなる。なお、無収水率を15%としたケースでは同マスタープランと同等の需要予測値となっているが、20%のケースとは日最大需要で約30,000m<sup>3</sup>/日の差が生じており、無収水率の削減が水需要量に大きな影響を与えることが分かる。

#### 3.1.4 将来の水需要予測に関する課題

今後の水需要予測に関する課題を以下に示す。

- a) 適切な一人一日当たりの使用水量の設定
- b) 大規模な都市開発・工業開発の使用水量の把握
- c) 水資源マスタープランで推測された水需要予測の根拠の把握

#### 3.1.5 将来の水供給能力と需給ギャップ

##### (1) 既存浄水場の供給能力

ダカール州への給水はゲール湖を水源とするNgnith、KMSの2浄水場と、送水管路沿いに点在する井戸群より行われている。Ngnith、KMS浄水場の設計容量はそれぞれ45,000m<sup>3</sup>/日および130,000m<sup>3</sup>/日である。

両浄水場の運転記録、SONESとの面談、および調査団が実施したKMS浄水場の現地踏査より、両浄水場はそれぞれ経年による劣化は生じているものの設計時の処理能力を維持している。また、設備の更新を含めた維持管理事業も5か年計画にて予定されていることから、本調査では、両浄水場が今後も設計容量に見合った処理能力を維持する前提で需給ギャップの検討を行う。

水資源マスタープランは、浄水場の将来能力を合計174,167m<sup>3</sup>/日としている。両者の設計容量の合計である175,000m<sup>3</sup>/日より少ない設定としている根拠は不明だが、本調査では安全側の評価となるよう水資源マスタープランの値を準用する。

(2) 既存井戸の供給能力

第2章2.2.4項で述べたように、ダカール州へ給水している井戸は完成時に比べて揚水量が減少しており、2012年時の平均揚水量は完成時の68%となる7,758m<sup>3</sup>/時 (=186,000m<sup>3</sup>/日) である。SONESは老朽化した井戸の更新を全ては行っていないが、その理由はダカール州で進行している地下水の塩水化と水位低下を緩和するためである。

水資源マスタープランは、既往の解析結果から将来の揚水量を2015年と2020年に削減することを前提としている。本調査においても同様に揚水量を削減することを前提とするが、水資源が不足する状況においては現在の地下水利用量を許容するとし、表3.1.8に示すように2015年の地下水利用の削減は考慮しない。

表3.1.8 既存井戸からの将来の揚水量 (m<sup>3</sup>/日)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
水資源 マスタープラン	155,648	155,648	143,584	143,584	143,584	143,584	143,584	110,489
本調査	155,648	155,648	155,648	155,648	155,648	155,648	155,648	110,489

出典：JICA 調査団

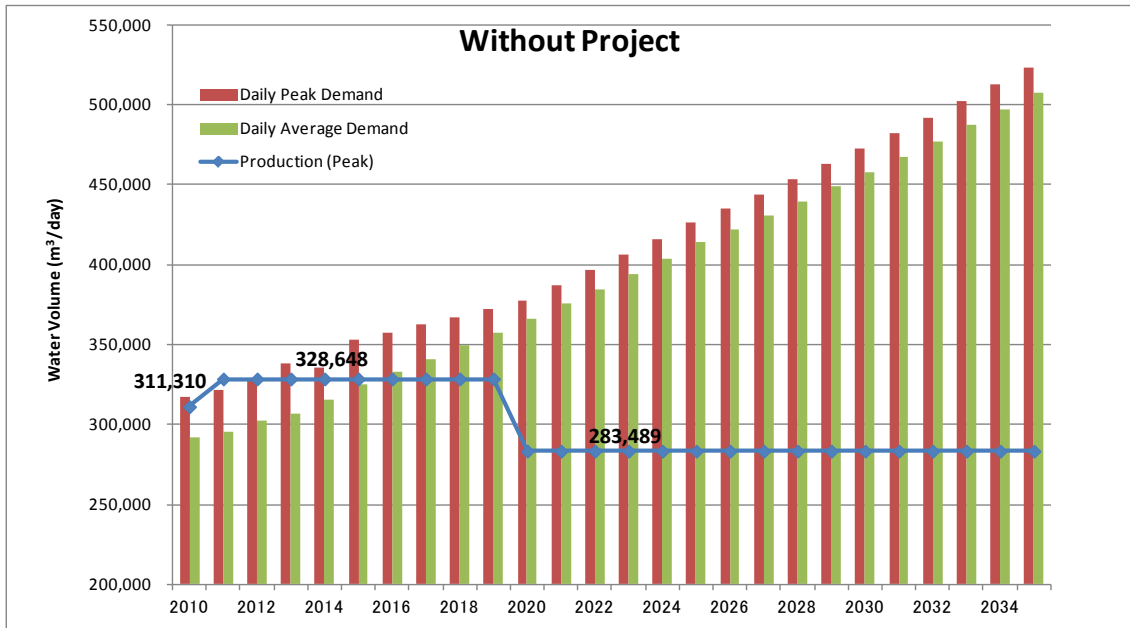
(3) 将来の需給ギャップ

以上より、既存浄水場および井戸の将来供給能力と需給ギャップ表3.1.9および図3.1.2に示す。ここで示した水需要は本章第3.1.1項でレビューした後の水需要であり、20%の無収水率が維持されることを前提としている。

表3.1.9 存施設の将来供給能力と水需要・供給ギャップの予測 (m<sup>3</sup>/日)

		2,010	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,025	2,030	2,035
水需要	日最大	316,943	353,183	357,695	362,474	367,354	372,335	377,421	426,430	472,245	523,586
	日平均	291,948	324,894	332,708	340,874	349,243	357,820	366,611	413,949	458,202	507,794
供給能力		311,310	328,648	328,648	328,648	328,648	328,648	283,489	283,489	283,489	283,489
需給ギャップ	日最大	(5,633)	(24,535)	(29,047)	(33,826)	(38,706)	(43,687)	(93,932)	(142,941)	(188,756)	(240,097)
	日平均	19,362	3,754	(4,060)	(12,226)	(20,595)	(29,172)	(83,122)	(130,460)	(174,713)	(224,305)

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図3.1.2 既存施設の将来供給能力と水需要・供給ギャップの予測

### 3.2 水資源マスタープランにおける開発シナリオの比較検討

#### 3.2.1 水資源開発シナリオ案

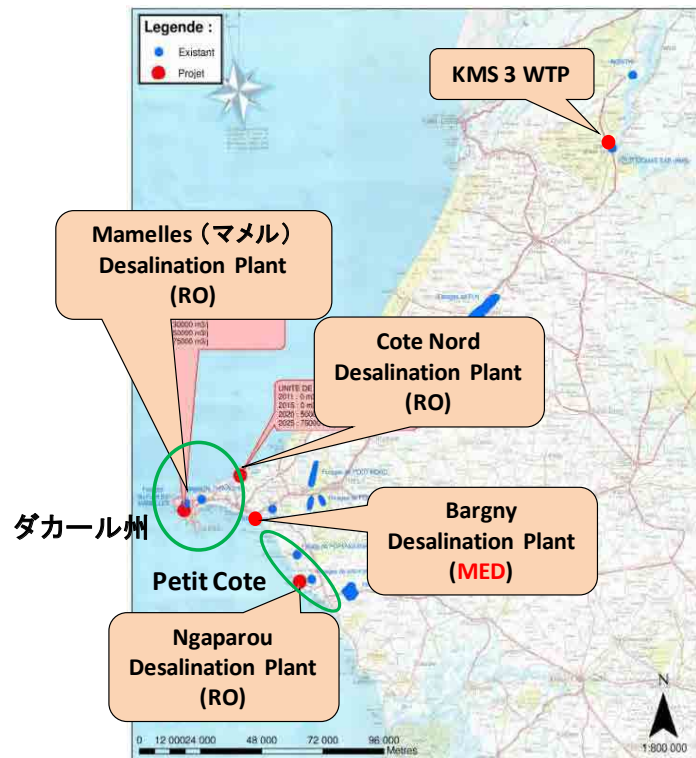
水資源マスタープランで検討された水資源開発シナリオ案を表3.2.1に示す。シナリオ案は、図3.2.1に示す新規水資源開発事業候補からどの事業を組み合わせるかによって7つのパターンが提案されている。

同マスタープランでは、これらのシナリオに対して①コスト、②確保できる水量の安定性（水資源の多様性）、③事業実施の容易さ（実施面の課題やフェーズ分けの容易さ等）、④環境社会影響、の4つの項目の評価を行い、これらの総合評価をもって最適案を選定している。選定されたのは「シナリオ2」である。

表3.2.1 水資源マスタープランで抽出されたシナリオ案

	水源	Years							
		2014	2017	2019	2020	2022	2023	2024	2025
<b>シナリオ 1:</b>									
KMS 3浄水場	表流水	40000	65000	65000	75000	75000	75000	75000	75000
Cote Nord淡水化	海水	0	0	0	50000	50000	75000	75000	75000
Ngaparou淡水化	海水	0	0	10000	40000	50000	50000	50000	50000
<b>シナリオ 2:</b>									
KMS 3浄水場	表流水	40000	65000	65000	75000	75000	75000	75000	75000
マメル淡水化	海水	0	0	0	50000	50000	75000	75000	75000
Ngaparou淡水化	海水	0	0	10000	40000	50000	50000	50000	50000
<b>シナリオ 3:</b>									
Cote Nord	海水	40000	65000	65000	75000	75000	75000	75000	75000
マメル淡水化	海水	0	0	0	50000	50000	75000	75000	75000
Ngaparou淡水化	海水	0	0	10000	40000	50000	50000	50000	50000
<b>シナリオ 4:</b>									
Cote Nord淡水化	海水	40000	65000	75000	165000	175000	200000	200000	200000
<b>シナリオ 5:</b>									
Bargny Med淡水化*	海水	40000	65000	65000	125000	125000	150000	150000	150000
Ngaparou淡水化	海水	0	0	10000	40000	50000	50000	50000	50000
<b>シナリオ 6:</b>									
KMS 3浄水場	表流水	40000	65000	75000	165000	175000	200000	200000	200000
<b>シナリオ 6 bis:</b>									
KMS 3浄水場	表流水	40000	65000	65000	125000	125000	150000	150000	150000
Ngaparou淡水化	海水	0	0	10000	40000	50000	50000	50000	50000

\*淡水化プラントのうち、Bargnyプラントのみ蒸発法（Multi-Effect Distillation : MED）、その他は逆浸透法  
 出典：水資源マスタープランをもとに JICA 調査団作成



出典：水資源マスタープラン

図3.2.1 水資源マスタープランで提案された開発事業案

### 3.2.2 水資源開発シナリオの比較検討

表3.2.2に、水資源マスタープランで行われたシナリオの比較検討結果の概要を示す。同マスタープランでは、各評価項目に対して点数を与え、それに重みづけ係数を乗じて算出した総合点で最適シナリオを選定している。マスタープランは「シナリオ2」を選定しているが、その選定過程には以下の問題点がある。

- 「シナリオ2」は総合評価点で「シナリオ3」に劣っており、詳細な点数評価を行っているにもかかわらず総合評価の根拠が不明確である。
- 「社会環境影響」を評価したと言いながら、用地取得の可能性は評価の対象外（つまり、いずれの施設も用地は取得可能という前提）となっている。
- 「事業実施にあたっての問題点とフェーズ分けの容易さ」と「社会環境影響」に対する重みづけ係数が極端に小さい（そもそも、主観的な要因の入りこむ重みづけ係数は設定が難しい）。

表3.2.1 水資源マスタープランにおけるシナリオの比較検討結果

シナリオ	評価項目								総合評価		備考
	①		②		③		④		単純集計	傾斜集計	
	コメント	点数	コメント	点数	コメント	点数	コメント	点数			
1	初期投資大	3.96	KMSは安定性に難がある	2.88	時間を要する可能性がある	3.0	ギエール湖からの取水増に対する水文調査が必要	3.07	3.22	3.28	
2	経済的	4.18	淡水化は安定度が高い	3.88	早い実施が期待できる	3.3	濃縮塩水の排水がある	3.14	3.61	3.87	選定
3	運転費用大	4.08	淡水化は安定度が高い	3.95	早い実施が期待できる	3.5	濃縮塩水の排水がある	3.10	3.66	3.89	
4	経済的	4.29	安定度は高いが一施設に集中している	3.45	最も早い実施が期待できる	4.0	消費電力、濃縮塩水の排水ともに最大	2.63	3.59	3.76	
5	最も経済的	5.00	海洋汚染に比較的敏感	3.20	実施に時間を要する	0.0	消費エネルギーが多い	2.81	2.75	3.44	
6	運転費最小	4.12	安定性に難のあるKMSに極集中	0.90	時間を要する可能性がある	2.5	消費電力、濃縮塩水の排水ともに最小	3.50	2.76	2.38	
6 bis	初期投資大	4.14	KMSへの依存度が高い	1.75	送水管路の7E-7'分けが困難	3.0	消費電力、濃縮塩水の排水ともに少ない	3.32	3.05	2.83	
比重	3.0		4.0		1.0		0.5		-	-	

① コスト

② 確保できる水量の安定性

③ 事業実施にあたっての問題点とフェーズ分けの容易さ

④ 環境社会影響

出典：水資源マスタープランをもとに JICA 調査団作成

### 3.3 水資源開発シナリオの比較検討のレビュー

#### 3.3.1 レビューの方法

本調査では、水資源マスタープランで実施されたシナリオの比較検討をレビューし、今後の水資源開発シナリオの提案とマメル海水淡水化プラント建設の妥当性を検証する。

新たなシナリオの模索：水資源マスタープランで提案されていた7つのシナリオは、図3.2.1で示した5つの水資源開発事業を組み合わせたものである。本調査では、まず、5つの事業以外に有効な水資源開発事業の有無を検討する。そのうえで、マスタープランで提案されていない水資源開発シナリオの有無を検討する。

水資源開発シナリオの比較検討とマメル海水淡水化プラント建設の妥当性検証：考え得るシナリオ案（新規事業の組み合わせ）について①コスト、②水源の多様性、③事業実現の可能性（用地取得も含む）、④環境影響、の4つの面から評価し、それらの結果から総合評価を行う。総合評価の結果、マメル海水淡水化プラント事業を含む組み合わせが最適案となることをもって、同プラント建設の妥当性を検証する。

水資源開発計画の提案：上で算定された最適な新規事業の組み合わせをもとに、各事業の段階的実施計画を立案する。これによりマメル海水淡水化プラントの事業規模を提案する。

#### 3.3.2 新たな水資源開発シナリオの検討

以下に、水資源マスタープランで提案されていた5つの新規事業の他に有効な水資源開発事業があるかを水源の種別ごとに検討する。

##### (1) 表流水

既に250 kmも離れたゲール湖から導水していることから分かるように、ダカール州の周辺には水道水源として利用可能な表流水源はない。

##### (2) 地下水

第2章2.2.3項で示したように、近年、ダカール州は地下水への依存度合いを引き下げて来た。これは、同じく第2章の2.2.4項で述べたように既存井戸の塩水化や水位低下によって、既存井戸の稼働率は設計能力の70%以下である。「セ」国は短期的な水不足を回避するために緊急的な井戸建設事業（10本で34,500m<sup>3</sup>/日）を実施予定であるが、これ以上の地下水利用を前提とすることは水質面、環境影響の両面から適切ではない。

##### (3) 海水

海水は水量が無限で安定した給水を可能とする。水資源マスタープランは4箇所の海水淡水化プラントを提案しているが、Bargny海水淡水化プラントのみ蒸発法の一つである多重効用法（Multi-Effect Distillation : MED）であり、その他は逆浸透法（Reverse Osmosis : RO）である。ダカール州およびその周辺には適切な用地が少なく、本調査で新たなプラントを



提案することは困難である。したがって、ここでは水処理方法に着目し、4箇所の海水淡水化プラントで提案とは異なる淡水化方式が採用可能であるかを検討する。

近年、海水淡水化プラントでは逆浸透法が最も一般的であるが、これとは別に蒸発法も比較的適用事例が多く、特に多段フラッシュ法（Multi-Stage Flash法：MSF）やMEDは蒸発法でも多く採用されている。

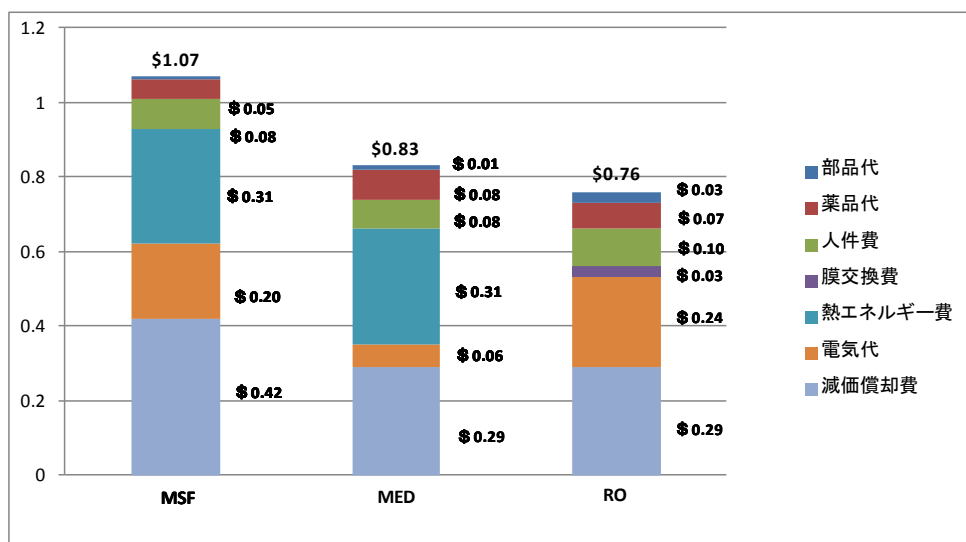
表3.3.1は逆浸透法と蒸発法の比較と本事業への適用性を検討したものである。また、図3.3.1は一般的な造水コスト（減価償却費と運転コストの合計）を水処理方式別に比較したものである。比較検討の結果として、ダカール州において採用する処理方式について以下のように整理する。

- 一般的に逆浸透法が最も造水コストが安価である。（ただし、後述のように、水資源マスタープランでのコスト試算によると電気料金の高い「セ」国においては両者のコスト差はない。）
- 蒸発法は、電力消費は少ないもののエネルギー消費は多い。したがって資源の豊富な中東地域では主流であるものの、世界的にみると日量1万m<sup>3</sup>/日を超える中規模以上のプラントのほとんどは逆浸透法である。
- 水資源マスタープランでMEDが提案されているBargnyは、SENELECの発電所よりエネルギー（復水など）の供給を受けやすい位置（発電所近傍）として選定されている。逆に、この地点は入江になっており、原水水質悪化に敏感な逆浸透法には適していない。
- MEDはSENELECからのエネルギー供給が必要であるが、それに向けた協議にはコスト負担など困難な調整が含まれ、事業の早期実現が危ぶまれる。
- 以上より、水資源マスタープランが提示しているように、BargnyにおいてはMEDの採用を前提とするが、マメルを含む他の海水淡水化プラントでは逆浸透法を前提に水資源開発シナリオの検討を行う。

表3.3.1 逆浸透法と蒸発法の比較

項目	逆浸透法 (Reverse Osmosis: RO)	蒸発法	
		多重効用法 (Multi-Effect Distillation: MED)	多段フラッシュ法 (Multi-Stage Flash: MSF)
マスタープランで提案されている浄水場	マメル、Cote Nord、Ngararou	Bargny	-
造水コスト (図3.1.1参照)	0.76 \$/m <sup>3</sup>	0.83 \$/m <sup>3</sup>	1.07 \$/m <sup>3</sup>
	ただし、電気料金の高い「セ」国ではMEDと同程度。 ○	ただし、電気料金の高い「セ」国ではROと同程度。 ○	
実績	中規模以上のプラントの多くがROである。 ○	中東では主流だが他の地域では採用例が少ない。 △	
建設位置の制限	入江は望ましくないが、外洋に面していれば特に制限はない。 ○	エネルギー源となる発電所が近傍にあることが望ましいが、水質悪化に耐性があるので入江でも稼働が可能。 ○	
環境影響	濃縮塩水が排出されるため、排水施設の設計では環境影響への配慮が必要である。 ○	濃縮塩水の排出についてはROと同様。またエネルギー消費量が多い。 △	
実施における課題	用地取得がと環境影響評価が重要な手続きである。 ○	用地取得と環境影響評価に加えて、エネルギー供給源とな発電所との協議が必要である。特に費用分担などの調整で時間を要する可能性がある。 △	
評価	より一般でありマメル、Cote Nord、Ngararouでは適切である。 ○	実施手続きの面で困難がある。Bargnyでは妥当であるが他の地点では適切でない。 △	

出典：JICA 調査団



出典：GWI DesalData

図3.3.1 逆浸透法と蒸発法の一般的なコスト比較

#### (4) 再生水

利用可能な水源が不足している国や地域では、下水処理水を再利用されており、ダカール州においても再生水利用は高価な新規水源への投資を削減する効果が期待される。しかし、図3.3.2に示すように同地では下水処理が普及しておらず、再生水の水源として効果期待できる規模の施設はCamberebe下水処理場（19,200 m<sup>3</sup>/日）のみである。

SONESによると、同処理場の処理水については将来的に農業用水として活用することも検討されているようである。また、現在においても処理水の一部は建設工事に利用されているという情報もある。しかし、いずれにしても既存施設の規模は小さく、再生水利用が実現しても水資源開発計画に与える影響は小さいことから、本調査では再生水を水源として考慮しない。

以上、ダカール州で利用可能な水源と海水淡水化の処理方法について検討したが、都市水資源マスタープランで提案されている以外の水源・処理方法はない。したがって次項では、同マスタープランが提案したシナリオに対して分析を行う。



出典：ONAS マスタープラン 2013

図 3.3.2 既存下水処理場の位置と処理容量

#### 3.3.3 マメル海水淡水化プラント建設の妥当性検証

以下に、水資源マスタープランで提示されていた7つのシナリオに対し①コスト、②水源の多様性、③実施における課題、④環境影響の側面から評価を行う。

##### (1) コスト面の比較

表3.3.2に、水資源マスタープランで算出されたシナリオ毎のコストを示す。この結果から、水資源開発の経済性について以下のように分析できる。

- 蒸発法のBargny海水淡水化プラントを建設するシナリオ5が最も経済的である。
- Cote Nordに集中的な海水淡水化プラントを建設するシナリオ4は、初期投資額は最小であるが配水に係る運転コストが高くシナリオ5に劣る。
- KMS 3浄水場を開発するシナリオ（シナリオ1、2、6、6 bis）はいずれも経済性で他案に劣る結果となった。同浄水場の莫大な初期投資額が要因である。
- したがって、KMS 3浄水場よりも海水淡水化プラントの建設を優先的に進める方が経済的に優位となる。
- また、浄水場を1か所に集めるよりも、配水先に応じて複数の浄水場を建設する方が総合的に優位となる。

表 3.3.2 シナリオのコスト比較

	新規施設 (処理能力:m <sup>3</sup> /日)					初期投資 (百万€)	割引後初期投資 (百万€)	割引後運転コスト (百万€)*	コスト計 (百万€)*	順位
	KMS 3	マメル	Cote Nord	Bargny	Ngaparou					
シナリオ 1:	75000		75000		50000	427.8	367.9	352.6	720.5	7
シナリオ 2:	75000	75000			50000	409.1	352.6	330.2	682.8	3
シナリオ 3:		75000	75000		50000	300.3	251.1	438.7	689.8	4
シナリオ 4:			200000			255.6	216.5	438.1	654.6	2
シナリオ 5:				150000	50000	270.4	226.6	339.4	566.0	1
シナリオ 6:	200000					527.6	448.6	250.2	698.8	6
シナリオ 6 bis:	150000				50000	428.0	372.8	318.7	691.5	5

\*: 2011年から2030年

出典：水資源マスタープラン算出のコストをもとに JICA 調査団作成

## (2) 水源の多様性の比較

2013年9月に発生した送水管事故とその後の3週間にわたる断水を例に出すまでもなく、安定給水の実現には水源の多様性が不可欠である。

表3.3.3に、各シナリオにおける水資源の多様性の比較結果を示す。ここでは、海水淡水化プラントには1ポイントを与えるが、水源を同じくするNgnith浄水場、KMS浄水場については水源に係るリスクを共有していることから0.5ポイントとして多様性を点数化した。この結果より、水源の多様性を確保について以下のように分析できる。

- 海水淡水化プラントを多く建設する案ほど多様性の面で優れている。
- 単一の水源（ゲール湖）に依存するシナリオ6は水源の多様性の面で明らかな問題がある。
- Petit Coteには、同地区専用の浄水場（Ngaparou海水淡水化プラント）を建設するべきである。
- 多様な水源を確保するためには、海水淡水化プラントを（Ngaparouも含め）2箇所以上建設することが望ましい。

表3.3.3 シナリオの水源地多様性比較

	既存施設			新規施設				点数	順位
	ゲール湖			海水					
	Ngnith	KMS 1&2	KMS 3	マメル	Cote Nord	Bargny	Ngaparou		
シナリオ 1:	0.5	0.5	0.5		1		1	3.5	2
シナリオ 2:	0.5	0.5	0.5	1			1	3.5	2
シナリオ 3:	0.5	0.5		1	1		1	4.0	1
シナリオ 4:	0.5	0.5			1			2.0	6
シナリオ 5:	0.5	0.5				1	1	3.0	4
シナリオ 6:	0.5	0.5	0.5					1.5	7
シナリオ 6 bis:	0.5	0.5	0.5				1	2.5	5

出典：JICA 調査団

(3) 実施に向けた課題および環境影響の比較

表3.3.4に、各シナリオにおける事業実施に向けた課題と環境影響に係る比較結果を示す。実施に向けた課題については、用地取得の問題と実施に向けた他機関との調整に着目し、環境影響については水資源マスタープランでの評価結果（表3.2.1参照）を妥当と考え準用した。この結果より、水源の多様性を確保について以下のように分析できる。

- KMS 3浄水場は既に用地が確保されているため事業実施の手続きは容易であると想定される。
- マメル海水淡水化は建設予定地が国有地であり、用地取得は比較的容易である。
- Cote Nordは建設予定地が特定されていないが、一帯には空き地は少なく、住居または農地の移転が必要である。
- Bargny海水淡水化プラントはSENELECとの協議が必要で、早期の実施は期待し難い。
- 事業実施と環境影響の側面ではKMS 3浄水場を拡張するシナリオが高い評価となるが、次いでマメル海水淡水化プラントを建設するシナリオが高い。

表3.3.4 シナリオの実施に向けた課題および環境影響に係る比較

	新規施設 (処理能力: m <sup>3</sup> /日)					実施に向けた課題	環境影響
	KMS 3	マメル	Cote Nord	Bargny	Ngaparou	順位	順位
シナリオ 1:	75000		75000		50000	5	5
シナリオ 2:	75000	75000			50000	3	3
シナリオ 3:		75000	75000		50000	4	4
シナリオ 4:			200000			6	7
シナリオ 5:				150000	50000	7	6
シナリオ 6:	200000					1	1
シナリオ 6 bis:	150000				50000	1	2
コメント	用地確保済	国有地に計画	要移転	SENELECとの協議必要			

出典：JICA 調査団

(4) 総合評価とマメル海水淡水化プラント建設の妥当性

これまでに検討した項目別評価に基づいたシナリオの総合評価結果を表3.3.4に示す。表から分かるように、本調査では水資源マスタープランと同様に「シナリオ 2」が最適である。

ると判断する。その理由は以下のとおりである。

- 高い多様性をもつシナリオ（シナリオ1、2、3）の中で最も経済性に優れる。
- 事業実施に向けて用地取得や外部との調整が不要である。
- 環境への悪影響も設計上の配慮で回避可能である。

表3.3.5 シナリオの総合評価

	新規施設(処理能力:m <sup>3</sup> /日)					順位				総合評価
	KMS 3	マメル	Cote Nord	Bargny	Ngaparou	コスト	多様性	事業実施	環境影響	
シナリオ 1:	75000		75000		50000	7	2	5	5	
シナリオ 2:	75000	75000			50000	3	2	3	3	最適
シナリオ 3:		75000	75000		50000	4	1	4	4	次点
シナリオ 4:			200000			2	6	6	7	
シナリオ 5:				150000	50000	1	4	7	6	
シナリオ 6:	200000					6	7	1	1	
シナリオ 6 bis:	150000				50000	5	5	1	2	

出典：JICA 調査団

以上、ダカール州（およびPetit Cote）の水資源開発シナリオについて総合的な比較検討を行ったが、この結果から、最適案（シナリオ2）に含まれるマメル海水淡水化プラントの必要性を確認することができる。また、同プラントは次点となったシナリオ3においても計画されており、事業の必要性は明らかである。

### 3.3.4 水資源開発シナリオの提案とマメル海水淡水化プラントの規模

#### (1) 段階的整備計画の検討

前項で妥当性が確認されたシナリオ2について、計画されているKMS 3浄水場およびマメル海水淡水化プラントの建設年次と規模のシミュレーションを以下に行う。なお、同じくシナリオ2に含まれるNgaparou海水淡水化プラントはダカール州とは切り離された施設となるため、ここでの検討には含まない。

以下に、シナリオ策定にあたっての前提条件を列記する。

- 本調査でレビューした水需要予測（日最大水量、無収水率20%）に対して十分な水量を確保できるよう事業の実施時期と規模を設定する。
- 目標年次は2035年とする。
- 政府が計画している新規井戸事業（34,500m<sup>3</sup>/日）の実施を前提とする。また、これらの井戸は2035年までは使用可能と想定する。
- マメル海水淡水化プラントの稼働開始は2020年とする。
- KMS 3浄水場の実施時期は早くして2020年とする。事実、同事業はSONESの五カ年計画（=2018年）に含まれておらず、資金援助を検討しているAFDも調査には兆時間を要するとしている。

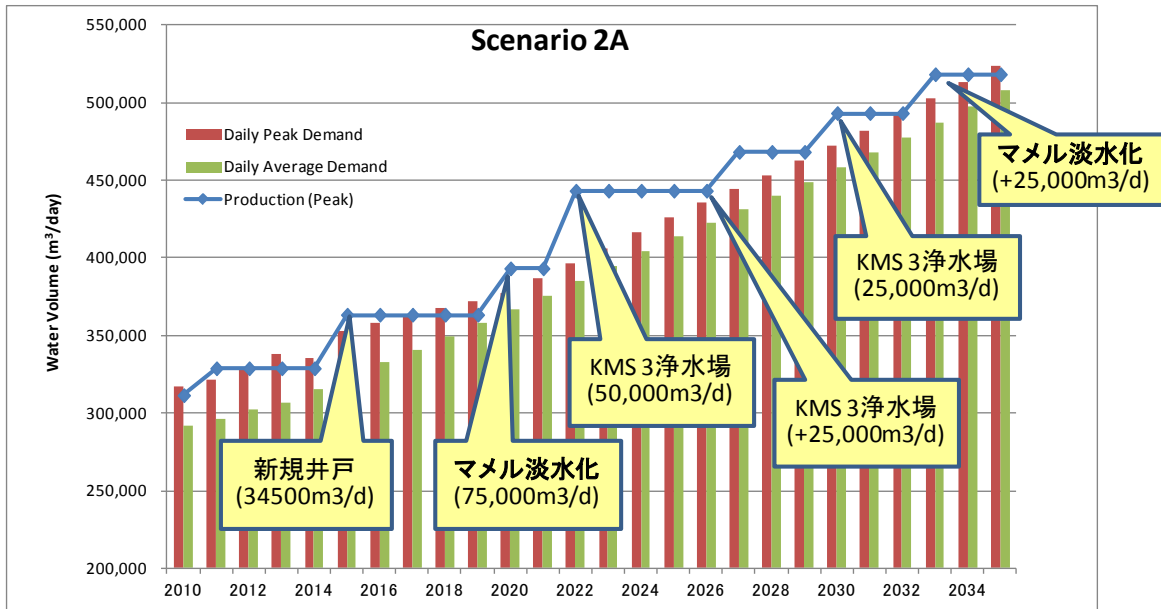
- 2020年にマメル海水淡水化のみを稼働させる案をシナリオ2Aとする。また、同年にKMS3浄水場も稼働させる案をシナリオ2Bとする。

表3.3.5に本調査で提案する新規水源開発事業の実施時期と施設規模（シナリオ2Aおよび2B）を示す。また、図3.3.3および3.3.4に将来の水需要に応じた段階的水資源開発計画を図示する。

表3.3.6 本調査で提案する新規水源開発事業の時期・規模

シナリオ	年						
	2015	2020	2022	2025	2027	2030	2033
事業実施前の不足水量	24,535	93,932	112,819	142,941	160,643	188,756	218,856
2A	新規井戸	34,500	34,500	34,500	34,500	34,500	34,500
	マメル海水淡水化	0	75,000	75,000	75,000	75,000	100,000
	KMS3	0	0	50,000	50,000	75,000	75,000
	事業実施後の余裕水量	9,965	15,568	46,681	16,559	23,857	20,744
2B	新規井戸	34,500	34,500	34,500	34,500	34,500	34,500
	マメル海水淡水化	0	50,000	50,000	50,000	75,000	75,000
	KMS3	0	50,000	50,000	75,000	75,000	100,000
	事業実施後の余裕水量	9,965	40,568	21,681	16,559	23,857	15,644

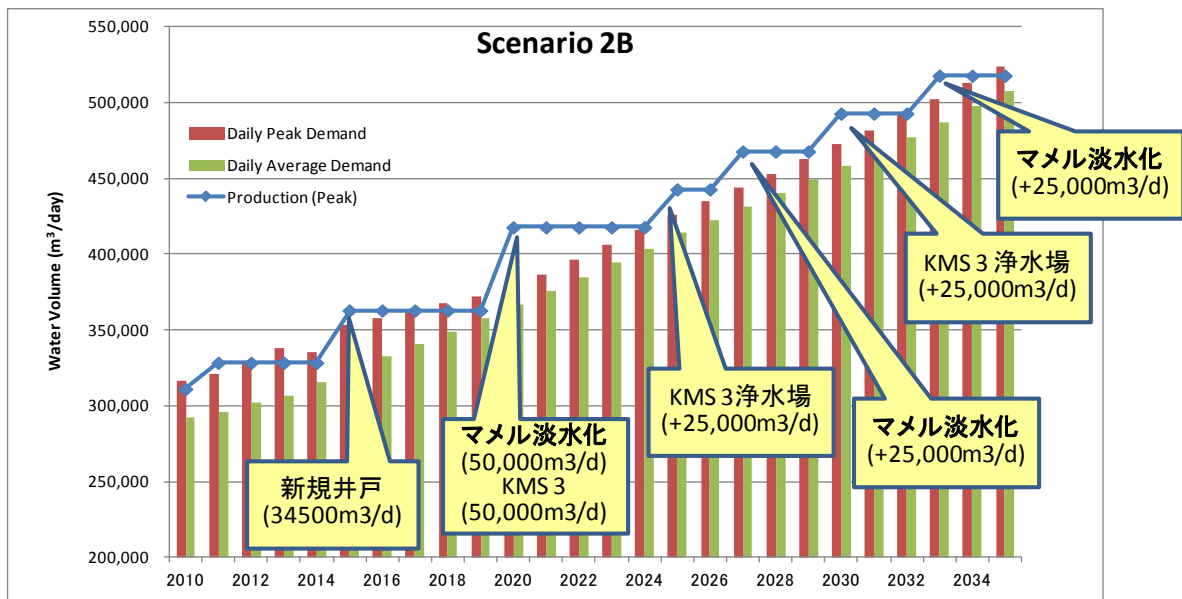
出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図3.3.3 水資源開発事業の段階的实施（シナリオ2A）





出典：JICA 調査団

図3.3.4 水資源開発事業の段階的实施（シナリオ2B）

(2) 水資源開発シナリオに係る検討結果とマメル海水淡水化プラントの規模

これまでの検討より、水資源開発計画とマメル海水淡水化プラントについて以下のように提言する。

- 「マメル淡水化プラント+KMS 3 浄水場」の組み合わせは総合的にベストの水資源開発計画である。
- マメル淡水化プラントおよびKMS 3 浄水場の最終的な水量はそれぞれ  $100,000 \text{ m}^3/\text{日}$ （計画年次 2035 年）。
- マメル淡水化プラント第1期の規模は  $50,000 \text{ m}^3/\text{日}$  または  $75,000 \text{ m}^3/\text{日}$  が適当である。特に、不確定要素はあるものの、水資源マスタープランの計画通りにKMS 3 浄水場が2020年に稼働することを前提とすると、「セ」国からの支援要請と同じく  $50,000 \text{ m}^3/\text{日}$  が妥当である。
- 水資源開発への投資額を抑制するため、新規に開発する井戸は長期にわたって使用できる場所を選定する必要がある。
- 使用可能な確保できれば、KMS 3 浄水場ではなく Cote Nord 淡水化プラントを建設する（水資源マスタープランのシナリオ3に該当）ことも有効な策である。
- 今後の調査では、最新の人口統計・予測結果をもとに水需要予測を見直し、それに応じた水資源開発計画（実施規模、実施時期）を決定する必要がある。

## 第4章 マメル海水淡水化プラント事業計画の検証

### 4.1 マメル淡水化プラント事業の現計画

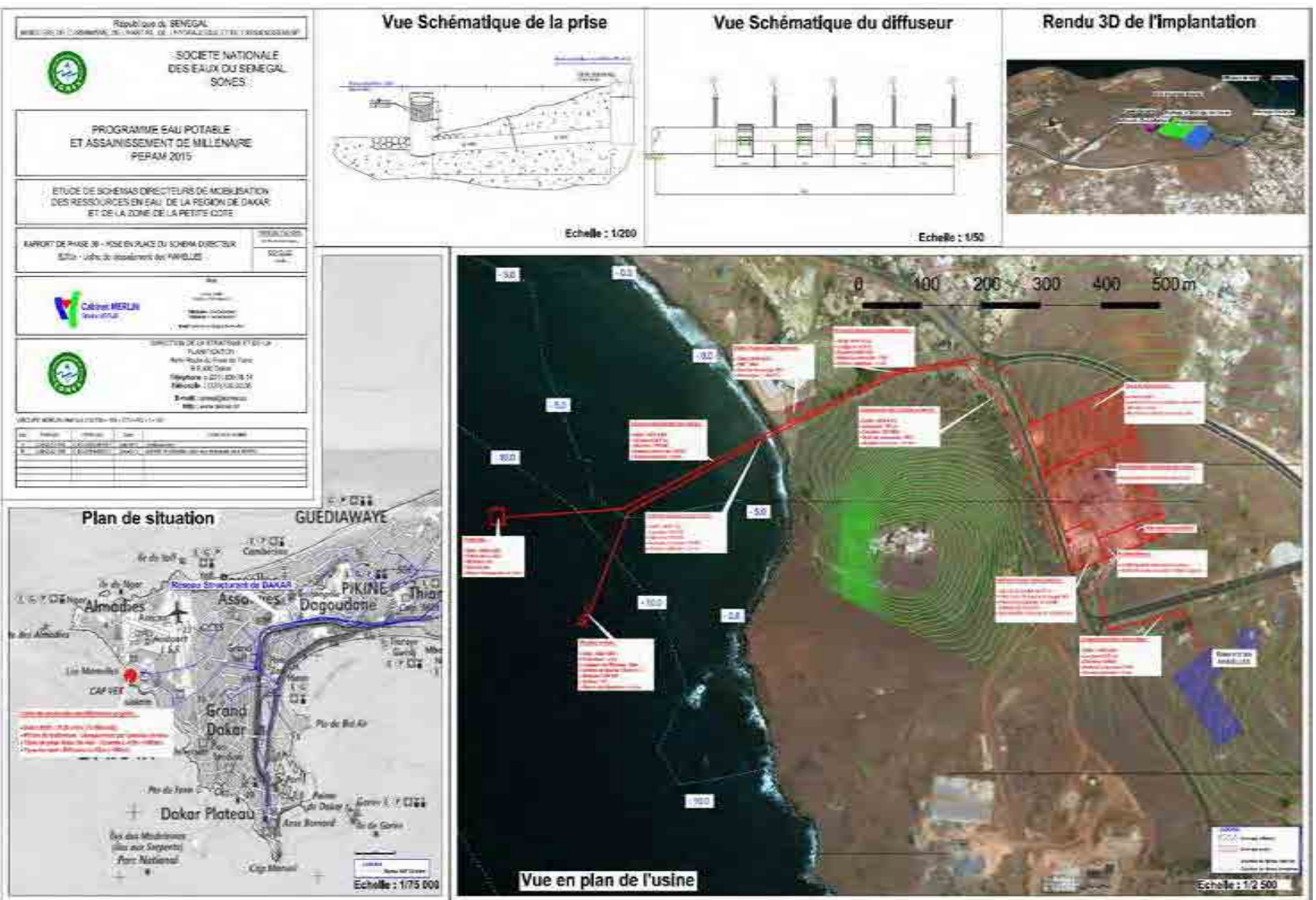
#### (1) 水資源マスタープランでの計画

マメル海水淡水化プラントの概要を表4.1.1に示す。また、同プラントの建設位置と取水・導水・排水施設の配置を図4.1.1に示す。ただし、SONESは水資源マスタープラン後に建設位置、施設規模、コストを見直しているためこれらの情報は最新ではなく注意が必要である。

表 4.1.1 水資源マスタープランにおけるマメル海水淡水化プラントの概要

項目	仕様	備考
処理水量	75,000 m <sup>3</sup> /日	
建設計画	第1期2014年: 40,000 m <sup>3</sup> /日 第2期2017年: 65,000 m <sup>3</sup> /日 第3期2020年: 75,000 m <sup>3</sup> /日	値は拡張後の総処理水量
水処理方法	逆浸透膜法	-
取水施設	取水枡：口径4m	-
排水施設	デフューザー：吹出口5か所	-
導水管	海中区間：口径1,600mm、延長500m 地上区間：口径1,200mm、延長490m	-
排水管	海中区間：口径1,000mm、延長486m 地上区間：口径1,000mm、延長716m	-
導水ポンプ所	4,630 m <sup>3</sup> /h、揚程50 m	-
前処理施設	前塩素、沈殿又は加圧浮上、メディアろ過、カートリッジろ過	-
汚泥処理施設	機械脱水	-
逆浸透ユニット	49-51 バール、回収率45%	-
後処理	ミネラル添加、塩素消毒	-
送水施設	送水管：口径900mm、延長270m	マメル貯水池へ送水
電気容量	14.94 MW	第3期完成後
消費電力	4.8 kWh/ m <sup>3</sup>	第3期完成後のフル稼働時。
建設費	71,150,000 €	第1期から第3期までの合計
運転費	0.68 €/ m <sup>3</sup>	第3期完成後のフル稼働時。 減価償却費除く

出典：水資源マスタープラン



出典：水資源マスタープラン

図 4.1.1 ヲル海水淡水化プラント施設配置案 (マスタープラン案)

(2) 水資源マスタープラン後の計画変更と日本国政府への支援要請における計画

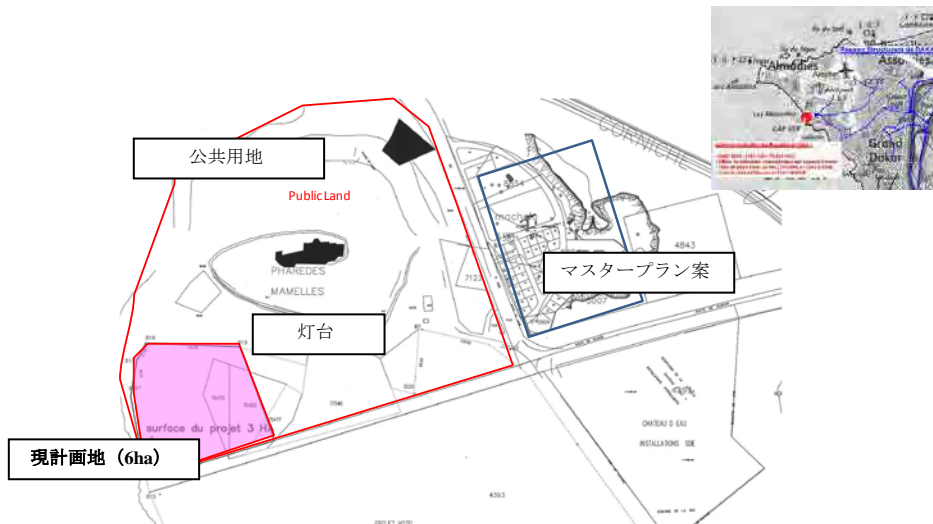
2013年7月、「セ」国政府は日本国政府へマメル海水淡水化プラント建設事業への資金援助を要請した。その要請書では本事業の概要について表4.1.2のように示されている。すなわち、最終的な処理水量や段階整備の時期と規模がマスタープランとは異なり、それに応じて建設コストも変更されている。また、発電施設の設置が強調されているが、SONESによるとこれは非常用自家発電であり、常用電源はSENELECからの供給電力である。なお、水資源マスタープランで算出されている建設費には自家発電設備は含まれていない。

表 4.1.2 日本国政府への支援要請書におけるマメル海水淡水化プラントの概要と支援内容

項目	仕様	金額
処理水量	50,000 m <sup>3</sup> /日	
建設計画	2017: 25,000 m <sup>3</sup> /日 2025: 50,000 m <sup>3</sup> /日 (計25,000 m <sup>3</sup> /日)	
支援対象施設・項目	逆浸透膜による海水淡水化設備 (将来の拡張を前提とした25,000 m <sup>3</sup> /日分)	15,903 百万F.CFA
	取水・導水施設	6,370 百万F.CFA
	排水施設	3,477 百万F.CFA
	送電線 (90kV)	2,200 百万F.CFA
	自家発電施設 (将来の10MWへの拡張を前提とした5MW分)	8,000 百万F.CFA
	コンサルタント・サービス	4,000 百万F.CFA
	計	39,950 百万F.CFA (= 57百万€)

出典：Letter, “Requete de financement pour la realisation d’une unite de dessalement de l’eau de mer a Dakar, Ministere de l’Economie et des Finances, 29 July, 2013

また、SONESは、淡水化プラントの建設位置を水資源マスタープランで提案されていた用地から近傍の公共用地（6 ha）に変更している（図4.1.2参照）。マスタープラン提案の用地は既に住宅等が密集し住民移転が必要であったのに対し、変更後の用地は空き地であり、事業の実現に向けて望ましい変更であることは明らかである。



出典：SONES

図 4.1.2 マメル海水淡水化プラントの建設予定地（最新）

## 4.2 技術面の検証

### 4.2.1 建設位置、水処理方法、用地面積

#### (1) 建設位置

SONESはマメル海水淡水化プラントの建設位置を水資源マスタープランから変更し、空き地となっている公有地に建設する予定である。この場所は用地取得の面では優位であるが、技術的な面では必ずしも最適な場所とは言えない。以下に、建設位置の技術的な評価を挙げる。

- (有利) 水需要が多いダカール中心部に近い。そのためKMS浄水場のように送水系統の事故による給水事故が生じにくい。
- (有利) ダカール中心部の標高が海拔10m~40mの間で建設位置は海拔約50mの高台であるため、配水にかかるコストは安価となる。
- (有利) ダカールで最大規模の貯水量を誇るマメル貯水池が近傍（約800mの距離）にあるため、同プラント内で大きな配水池を整備する必要がない。
- (不利) 海水淡水化プラントは水回収率が低い（一般に50%以下。本事業では45%と想定。）ため原水導水量と処理水配水量に大きな差がある。したがって、マメル海水淡水化プラントのように導水時に高地まで揚水することは、最終的に海へ排出する水をいったん揚水していることになりエネルギー的に非効率である。つまり、海に面した低地に海水淡水化プラントを設け、処理した淡水のみを高地の配水池等に送水するのが理想的である。

しかし、ダカール中心部およびその郊外には数haもの施設を建設できる土地は少なく、特に、水需要の多い中心地に限るとそのような土地はマメル地区にしかない。そのため、システムとしてのエネルギー効率の問題はあるものの、中心地により確実に給水できる点と用地取得が容易な公用地である点から、現在の建設位置は妥当であると考えられる。

#### (2) 水処理方法

水資源マスタープランでは、マメル海水淡水化プラントの水処理方法を逆浸透法(Reverse Osmosis : RO)とし、前処理には前塩素処理→凝集沈殿または加圧浮上処理→メディアフィルター処理→カートリッジフィルター処理が提案されている。

逆浸透法とは別に、適用事例の多い海水淡水化技術として蒸発法がある。特に、他段フラッシュ法(Multi-Stage Flash法 : MSF)や多重効用法(Multi-Effect Distillation : MED)蒸発法でも多くの適用事例がある。第3章のシナリオ分析においてBargnyで提案されていたMEDによる海水淡水化プラントについて「熱源となる発電所との調整が困難」と述べたが、マメル海水淡水化プラントの場合は近傍に発電所がなく、明らかにMEDには不向きである。したがって、海水淡水化に逆浸透法を適用することが妥当である。

また、前処理については、水資源マスタープランが提案している方式はごく一般的なもの

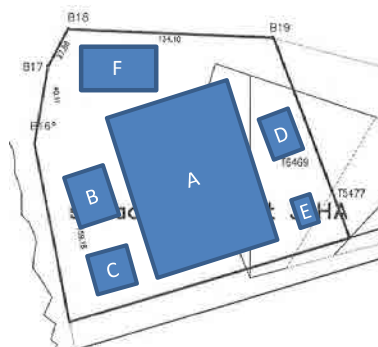


のである。水質データが得られていない現状での断言は困難だが、対象の海域で深刻な海洋汚染が進んでいるとは考えにくく、現時点では妥当な提案と言える。ただし、今後の調査においては水質データをもとにした検討が必要である。

### (3) 用地面積

SONESはマメル海水淡水化プラント用地として6haの土地を収用する計画である。淡水化ユニット等が収められるメイン建屋（前処理、RO、電気制御室、管理室などを含む）の面積は、他事業の事例より処理水量50,000m<sup>3</sup>/日の場合で10,000 m<sup>2</sup>程度（例えば80m x 125mの形状）が想定される。最終的に処理水量100,000m<sup>3</sup>/日まで拡張すると考えた場合、メイン建屋は15,000 m<sup>2</sup>から20,000 m<sup>2</sup>程度（例えば120m x 150m）となり、その他に必要な浄水池、ポンプ設備、汚泥処理設備、受変電設備、発電設備、場内道路・緑化帯を含めても6haの用地に収まると考えられる（図4.1.3参照）。

なお、100,000m<sup>3</sup>/日を超えて拡張する必要がある場合は追加の用地取得が必要である。しかし、プラント用地を含む公用地は近傍の灯台を管理するために確保されている土地であることから他の用途で占用される可能性は低く、6ha以上の用地を現時点で確保しておく必要はないと考えられる。



記号	施設	形状	備考
A	メイン建屋	120 m x 150 m	水処理施設一式、管理室、電気室
B	浄水池	30 m x 50 m	有効容量6,000m <sup>3</sup>
C	送水ポンプ所	30 m x 25 m	
D	汚泥処理棟	20 m x 30 m	機械処理
E	受変電棟	20 m x 20 m	20MW
F	発電設備棟	45m x 70 m	20MW

出典：JICA 調査団

## 図 4.2.1 マメル海水淡水化プラントの概略施設配置案（処理水量 10 万m<sup>3</sup>/日の場合）

### 4.2.2 取水・導水・排水施設の計画

#### (1) 取水方法と取水・排水位置

水資源マスタープランでは、図4.2.4および図4.2.5で示すように取水枡を沖合約500mの位置に設置し、導水管と導水ポンプにより淡水化プラントまで導水する計画であった。同マスタープランではその理由を以下のように説明している。

- 海岸沿いに井戸（一定以上の間隔で複数本必要）を建設して取水する方式は、透水性の高い土質のため砂分を多く含んだ海水を取水することになる。そのため前処理施設の負荷が高くなり不適切である。
- 海岸は幅200mの砂浜であり、取水井戸を設けることで海水浴場としての価値が下がる可能性がある。

調査団が現場を視察したところ、マメルの丘は火山活動により形成された玄武岩で成っており、現場の砂浜の下にも玄武岩が存在していることが容易に伺われた。しかし、マスタープランで指摘されているように、井戸で取水すると砂分を多く含んだ原水となってしまうとは断言できず、それだけでは井戸による取水の可能性は否定できない。

しかしその一方で、当該砂浜は多くの人々が運動などの余暇に利用していることが確認された。また、傍らには砂浜の景色を活用したホテルも営業しており、砂浜の景観やレジャーの場としての価値を損なう構造物の建設は避けるべきと認識された。したがって、マスタープランで提案されている沖合での取水は妥当であると考えられる。

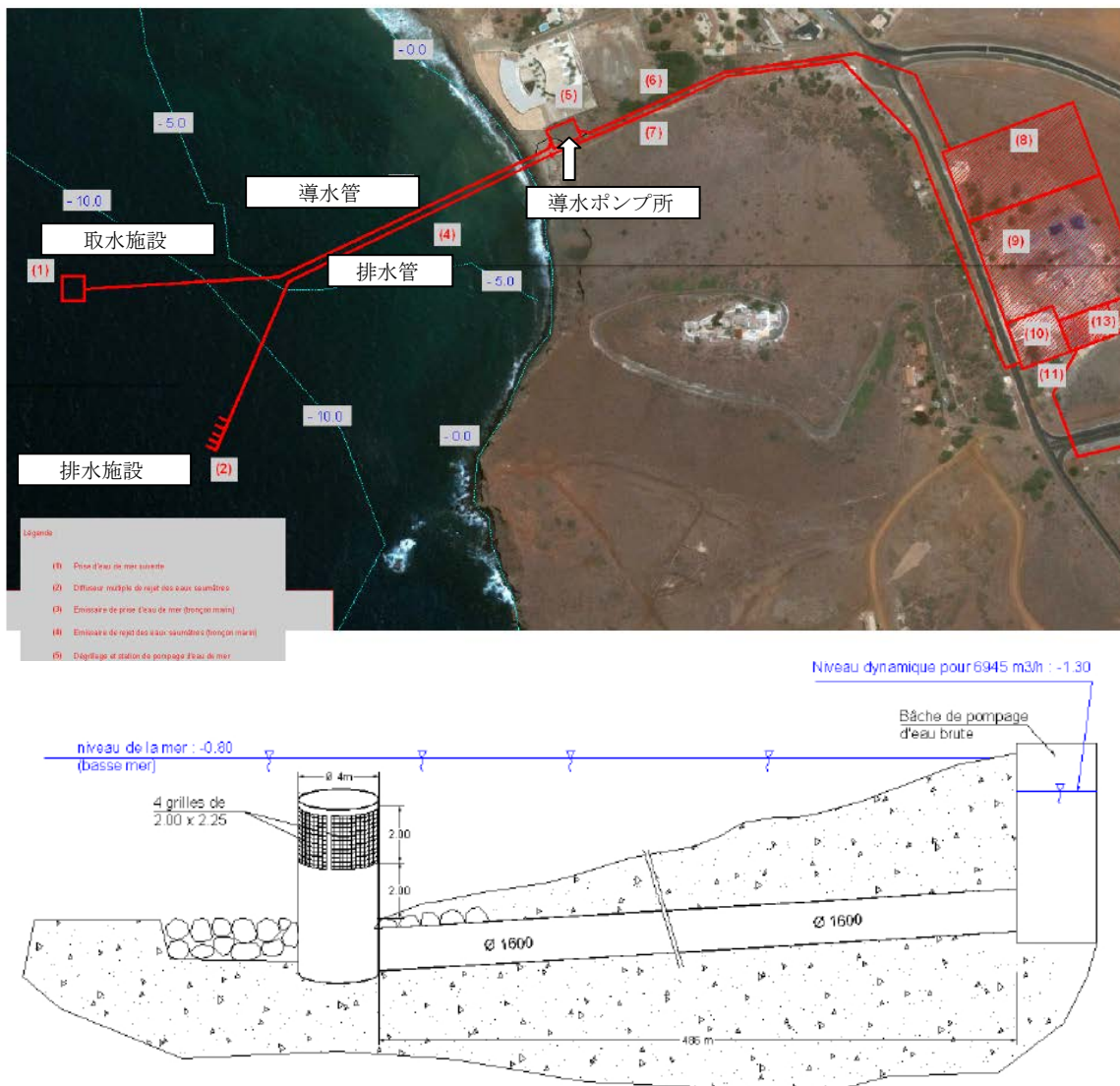
取水位置については、水資源マスタープランは取水施設の底部が海拔-10mとなる位置まで導水管を延ばすこととし、海図より沖合500mを提案している。この「10m」の根拠についてマスタープランは説明していないが、取水枡が所定量を取水するのに十分な有効高を確保し、かつ海底の砂が撒き上がって原水に混入すること避けられるであろう深さとして設定されたものと推測される。

また、マスタープランは排水口の位置について、取水施設周辺の水質に影響を与えず、かつ排水口周辺の生態にも影響を与えない地点を設定すべきとし、取水位置から下流側に500m離れた位置に排水施設を仮設定している。

これに対し、SONESは漁場や船の航行に配慮し、取水位置・排水位置を砂浜から最大1kmまで延伸する計画としている。しかし、1kmとする具体的な根拠は有しておらず、また、「最大1kmまで延伸」と説明する前に「導水管の延長は20km」と暫く説明していた経緯もあり、SONESが本施設の計画について議論・検討を行ってきたとは考えられない。

いずれにせよ、取水位置と排水位置は環境調査の結果を待ち、生態系や水質への影響を検討・分析したのちに決定される。環境調査が未実施な現在、本調査では、マスタープランが提案している「沖合500mでの取水枡による取水」との仮定を妥当なものとする。





出典：水資源マスタープラン

図 4.2.3 取水・導水施設縦断

## (2) 導水ポンプ

導水ポンプは図4.1.1に示したように砂浜から斜面に上がる位置に計画されている。海拔50mの高さにあるマメルの丘へ原水を送水するには導水ポンプの設置は避けられず、ポンプ所が設置可能な場所は砂浜周辺に限られていることから、現在の計画位置は妥当である。しかし、この地点は余暇を楽しむ人の多い砂浜に近く、既存のホテルにも隣接している（図4.2.6参照ことから）、景観保全、振動・騒音対策が必要である。



出典：JICA 調査団

図 4.2.4 導水ポンプ所周辺の様子と同ポンプ所・取水・排水管路のイメージ

#### 4.2.3 送配水施設の計画

##### (1) 送水施設

水資源マスタープランはマメル海水淡水化プラントで淡水化された水を近傍のマメル貯水池へ送水するために、口径900mm・延長280mの送水管を計画していた。しかし、マメル貯水池の水位・海拔約50mに対し当時の建設用地の地盤高さは海拔40～50m程度であるにも関わらず、マスタープランではマメル海水淡水化プラントに併設されるべき送水ポンプが計画されていない。また、マメル貯水池が近傍にあるとはいえ、水需要の変動や送水系統での事故に備え、プラントは敷地内に最低限容量の浄水池を設けることが望ましい。

したがって、現在予定されている土地で将来100,000m<sup>3</sup>/日まで拡張するとした場合、マメル淡水化プラントは以下の送水施設が必要と考えられる。

- 浄水池：容量6000 m<sup>3</sup>（日処理水量の約1.5時間分）
- 送水ポンプ：総吐出量4,167 m<sup>3</sup>/日、全揚程20m（日処理水量を平均的に送水）
- 送水管：ダクタイル鋳鉄管、口径900mm、延長800m（マメル海水淡水化プラントからマメル貯水池まで。建設位置が変更となったため延長は大きくなる。）

なお、SONESによると、マメル海水淡水化プラントで造水された水はマメル貯水池以外の貯水池にも送水される計画であるとのことである。本調査では、具体的な送水ルートや

送水ポンプの計画などに関する情報は得られなかったが、今後の調査においては、SONESの送水計画を把握し、マメル海水淡水化プラントに付帯する送水施設の設計が必要である。

## (2) 配水施設

配水管、配水池、配水ポンプにより構成される配水ネットワークは、各戸接続へのアクセス改善のために拡張が必要なほか、増加する水需要に対応すべく能力の増強が必要である。SONESの5か年投資計画によると、PEPAMではダカール州には約40億CFCAの投資で配水池の新設・改築と配水管の延長が行われる予定である。SONESの調査・計画部によると、これらの事業が完成すれば、配水管網はマメル淡水化プラントからの水（当面の50,000 m<sup>3</sup>/日）を配ることが十分に可能であるとのことである。

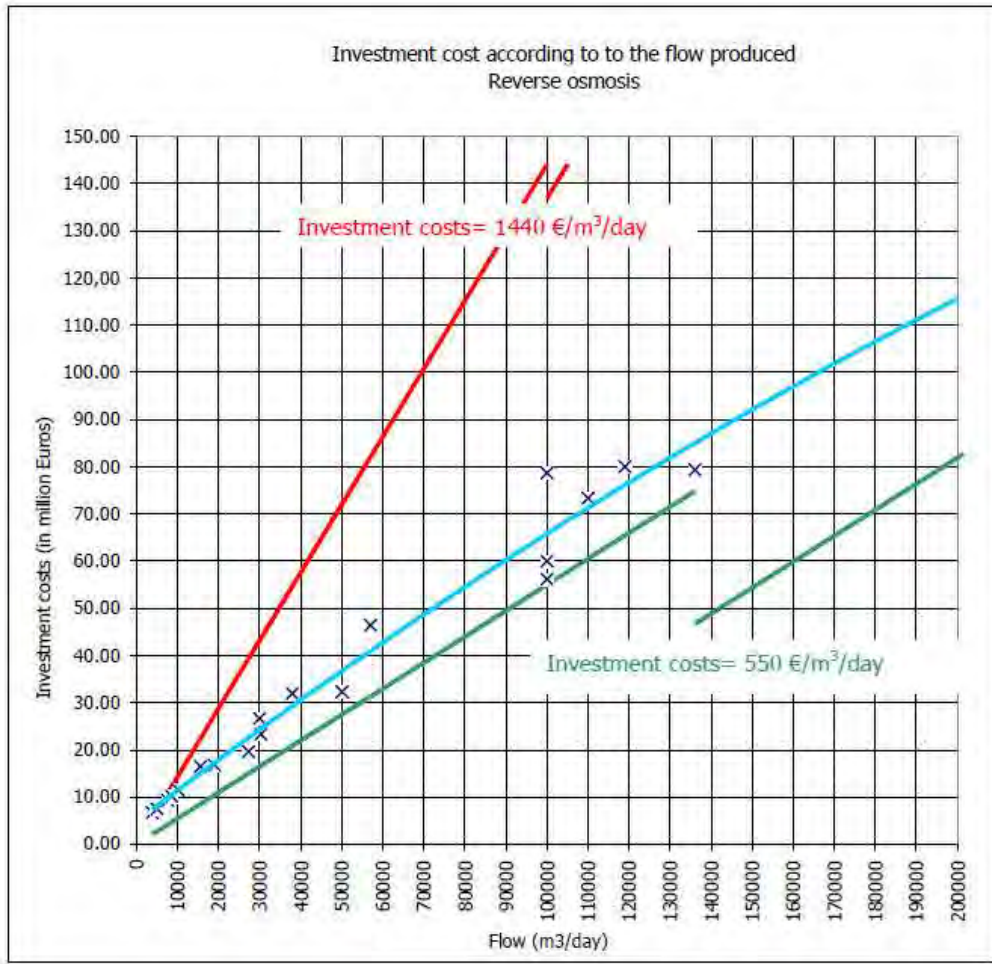
しかし、調査団が市民やローカルコンサルタントから聞くところでは、ダカール州では日中の需要ピーク時に水圧不足のための出水不良が頻発する地域があり、約40億C.FCAの投資で配水管網が中長期的な将来需要にも対応できるようになるとは考えづらい。今後の調査においては運転データの解析と水利解析により必要な配水管網の改善策を検討することが推奨される。

### 4.2.4 事業費

#### (1) 建設費

水資源マスタープランは、調査が行われた当時（2009年から2010年）までの海水淡水化プラントに係る実際のEPC（Engineering-Procurement-Construction）契約額を整理し、図4.2.7に示す建設コスト曲線を作成している。その結果として、マスタープランは海水淡水化プラントの建設費を53,960,000 €（75,000 m<sup>3</sup>/日）（=処理能力1m<sup>3</sup>/日あたり720 €）と見積り、さらには当時までに行われていた「セ」国内の水道施設工事のコスト実績をもとに導水管、排水管、導水ポンプ、送水管の建設費を算出して合計建設費を71,150 €と算出している。

図4.2.7に、水資源マスタープランが作成した海水淡水化プラントの建設費曲線（取水・排水施設や送水管を除いた水処理施設の建設費）を示す。また、表4.2.1に同マスタープランが算出した概算建設費を示す。



出典：水資源マスタープラン

図 4.2.5 海水淡水化プラントの建設費曲線

表 4.2.1 水資源マスタープランにおけるマメル海水淡水化プラントの建設費

施工予定年	施設	建設費 (€)	備考
2014	取水施設・導水管・ 導水ポンプ所	10,700,000	水処理施設計：53,960,000 € 1 m <sup>3</sup> /日あたり720 €
	排水施設・排水管	6,500,000	
	水処理施設	28,775,000	
2017	水処理施設	17,985,000	
2020	水処理施設	7,200,000	
計		<b>71,150,000</b>	

出典：水資源マスタープラン

これに対し、本調査では建設費を表4.2.2に示すように120,836,000€ (80,557,000,000 F.CFA、



約170億円)と概算した。第1期工事は50,000 m<sup>3</sup>/日で72,836,000€ (48,557,000,000 F.CFA、約100億円)である。以下に、この概算の根拠と適用した条件等を述べる。

1) 水処理施設

水資源マスタープランが概算した単価 (1m<sup>3</sup>/日あたり720 €) は、最近でも一般に言われている1m<sup>3</sup>/日あたり1,000\$と符合している。したがって、本調査では水資源マスタープランと同一の単価から工事費を算出した。

2) 取水・排水施設

水資源マスタープランで概算された工事に対し、IMF発表の消費者物価指数 (2009年から2013年のあいだに7.4%上昇) を乗じて工事費を算出した。

3) 発電設備

2008年に起工したJICAの無償案件「フリータウン電力供給システム緊急改善計画 第2期」シェラレオネ・キングトム発電所」(ディーゼルエンジン、5MW x 2 = 10MW、総事業費16.5億円)より、10MWの発電設備のコストを16億円として建設費を算出した。

4) 送水施設

水資源マスタープランが過去の同種工事をもとに算出したポンプ施設、管路の単価を準用し、2009年以降の物価上昇率7.4%を加えて算出した。

表 4.2.2 本調査で概算したマメル海水淡水化プラントの建設費

フェーズ・施設	仕様	建設費		
		€	F. CFA	JPY
<b>第1期: 50,000 m<sup>3</sup>/日</b>				
建設費	導水管: D=1,400, L=900m 導水ポンプ: Q=7,500m <sup>3</sup> /h, H=75m	11,492,000	7,661,000,000	1,649,000,000
排水施設	D=960m, L=1,000m	6,981,000	4,654,000,000	1,002,000,000
水処理施設	50,000m <sup>3</sup> /日	36,000,000	24,000,000,000	5,166,000,000
送電施設	90KVケーブル+専用変電所	3,300,000	2,200,000,000	474,000,000
発電設備	10MW	12,000,000	8,000,000,000	1,722,000,000
浄水池	6,000 m <sup>3</sup>	2,166,000	1,444,000,000	311,000,000
送水ポンプ	Q=4,167m <sup>3</sup> /h, H=20m	553,000	369,000,000	79,000,000
送水管	D=800mm, L=800m	344,000	229,000,000	49,000,000
<b>計</b>		<b>72,836,000</b>	<b>48,557,000,000</b>	<b>10,452,000,000</b>
<b>第2期: 25,000 m<sup>3</sup>/日</b>				
水処理施設	25,000 m <sup>3</sup> /日	18,000,000	12,000,000,000	2,583,000,000
発電設備	5MW	6,000,000	4,000,000,000	861,000,000
<b>計</b>		<b>24,000,000</b>	<b>16,000,000,000</b>	<b>3,444,000,000</b>
<b>第3期: 25,000 m<sup>3</sup>/日</b>				
水処理施設	25,000 m <sup>3</sup> /日	18,000,000	12,000,000,000	2,583,000,000
発電設備	5MW	6,000,000	4,000,000,000	861,000,000
<b>計</b>		<b>24,000,000</b>	<b>16,000,000,000</b>	<b>3,444,000,000</b>
<b>合計</b>		<b>120,836,000</b>	<b>80,557,000,000</b>	<b>17,340,000,000</b>

\*: 1 F.CFA = 0.0015 €, 1 JPY = 0.21515 F.CFA

出典: JICA 調査団

(2) 事業費

上で算出した建設費をもとに、マメル海水淡水化プラント事業の事業費を表4.2.3に示すとおり算出した。土地取得は国有地であるため不要と想定し、税金、金利、物価上昇は含まず総事業費は138.17億円であり、税金、金利、物価上昇を含めると150億円から200億円になると想定される。また、「セ」国は後発開発途上国（Least Developed Country : LDC）であるため融資比率は100%と想定され、借款額も事業費と同じく150億円から200億円である。

表 4.2.3 マメル海水淡水化プラント第一期事業の概算事業費

項目	算定方法	金額	
		百万 F. CFA	百万 JPY
1) 建設費	第一期の概算建設費より	48,557	10,452
2) エンジニアリング費	1)の 8%と想定	3,885	836
3) 管理費	1) + 2)の 2%と想定	1,049	226
4) 予備費	1) + 2) + 3)の 20%と想定	10,698	2,303
<b>計</b>		<b>64,189</b>	<b>13,817</b>

\*: 1 JPY = 0.21515 F.CFA

出典：JICA 調査団

(3) 消費電力

水資源マスタープランでは、処理水量75,000m<sup>3</sup>/日の場合のマメル淡水化プラントの設備容量を14.94MW、単位消費電力を4.8kWh/m<sup>3</sup>と算定している。一般的に、逆浸透法による海水淡水化プラントの単位消費電力は3.5～4.0kWh/m<sup>3</sup>とされているのに対してややエネルギー効率が悪いが、原水を高所まで揚水する施設計画であることを考えると著しく高い単位消費電力とは言えず、妥当な範囲にあると考えられる。表4.2.4に、処理水量ごとの電力量と消費電力を示す。

表 4.2.4 マメル淡水化プラントの概算消費電力

処理水量	消費電力量 (設備容量)	消費電力
50,000 m <sup>3</sup> /日	10MW	4.8 kWh
75,000 m <sup>3</sup> /日	15MW	
100,000 m <sup>3</sup> /日	20MW	

出典：水資源マスタープランより JICA 調査団推定

(4) 運転コスト

逆浸透法による海水淡水化プラントの造水コストはその大部分が減価償却費、動力費、薬品費、人件費である。また、減価償却費を除く日々の運転コストでは動力費、薬品費、人件費が全運転コストの90%弱を占める。マスタープランでは処理水量75,000m<sup>3</sup>/日の条件で薬品費 (0.0891€/m<sup>3</sup>)、人件費 (0.005€/m<sup>3</sup>)、動力費 (0.48€/m<sup>3</sup>) を算出し、その合計 (0.5741 €/m<sup>3</sup>) に他のコストを約15%上乗せして0.68€/m<sup>3</sup>の運転コストを見積もっている。これは Global Water Intelligence (GWI) データベースにある一般的な逆浸透法プラントの運転コスト0.47\$/m<sup>3</sup> (=0.34€/m<sup>3</sup>) に比べて大きい、消費電力が大きいシステムとなっていること及び当地の電気単価が高い (62.27 F.CFA/kWh = 12.5円/kWh : 参考：九州電力の平均単価が約20円/kWh) ことを考えると現実性のある値である。これに、同じくGWIのデータベース

より一般的な減価償却費 (0.21€/m<sup>3</sup>) を加味すると、表4.2.5に示すように、マメル海水淡水化プラントの造水コストは概ね0.89€/m<sup>3</sup>となる。

表 4.2.5 マメル淡水化プラントの造水コスト概算

項目	コスト	一般的な逆浸透法プラント (GWI DesalData)
薬品費	0.009 €/m <sup>3</sup>	0.07 \$/m <sup>3</sup> (= 0.05 €/m <sup>3</sup> )
人件費	0.005 €/m <sup>3</sup>	0.10 \$/m <sup>3</sup> (= 0.07 €/m <sup>3</sup> )
動力費	0.480 €/m <sup>3</sup>	0.24 \$/m <sup>3</sup> (= 0.17 €/m <sup>3</sup> )
その他の運転費 (スペア、膜交換費)	0.186 €/m <sup>3</sup>	0.06 \$/m <sup>3</sup> (= 0.04 €/m <sup>3</sup> )
運転費小計	0.68 €/m <sup>3</sup>	0.47 \$/m <sup>3</sup> (= 0.34 €/m <sup>3</sup> )
減価償却費	0.21 €/m <sup>3</sup>	0.29 \$/m <sup>3</sup> (= 0.21 €/m <sup>3</sup> )
合計 (造水コスト)	<b>0.89 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0.76 \$/m<sup>3</sup> (= 0.54 €/m<sup>3</sup>)</b>

出典：JICA 調査団

#### 4.2.5 電力供給の確保

##### (1) SENELEC からの受電の可能性 (SENELEC との面談結果)

調査団が電力供給公社 (SENELEC) と行った面談によると、SENELECは将来の電力需要予測を毎月更新しているが水資源マスタープランで計画されている新規水道施設 (マメル海水淡水化プラントを含む複数の淡水化プラントおよびKMS3浄水場) の電力需要はまだ需要予測には取り込まれていない。

しかしながら、面談では、現時点でも10MW程度であればAeroport変電所 (マメル淡水化プラントから約2kmの距離) からマメル海水淡水化プラントまで送電可能とのことであった。また、中期的にもSENELECは電源開発マスタープラン (目標年次は2018年) に基づき表4.2.3のように供給能力を合計545MW増強する予定とのことである。したがって、SONESが適切な時期に必要な電力量を正式に申し込むことを前提に、20MW (マメル淡水化プラントが100,000m<sup>3</sup>/日まで拡張された場合) の消費電力量でも中期的には十分供給可能なようである。

表4.2.5に、SENELECとの面談で具体的に示された実施中または計画中の新規電源開発事業を列記する。Sendu火力発電所およびTobene Dual発電所は既に建設が進められており事業の実現はほぼ間違いないが、SPEG-M発電所からの買電計画については、「セ」国—モーリタニア国の政府間で売買に係る協定が締結済であるものの価格交渉は未了である。したがって、今後も交渉の行方を見守る必要がある。

表 4.2.6 SENELEC が実施中または計画している新規電源開発事業

事業名	容量	完成時期	備考
Sendu火力発電所	125 MW	2015年10月	石炭火力、施工中
Tobene Dual発電所	70 MW	2015年7月	重油・ガス、施工中
SPEG-M発電所 (モーリタニア) からの買電	20 MW	2014年10月	重油、モーリタニア政府資金にて施工中、売買協定は締結済みだが単価については交渉中。
	80 MW	2015年3月	重油、契約交渉中
民間資金による石炭火力発電所	250 MW	2017年	石炭火力、「セ」国Africa Energy社、計画段階
合計	545 MW	-	-

出典：JICA 調査団 (SENELEC との面談より)



### (3) 自家発電設備の必要性

現在のSONESの計画では、マメル海水淡水化プラントは平常時はSENELECからの買電で運転され、停電時には自家発電設備により浄水機能が維持される予定である。しかし、バックアップ用設備にこのような莫大な投資（我が国への支援要請書では25,000 m<sup>3</sup>/日に対して5MW、投資額は8 billion C.FCA）を行うことの合理性には疑問が残る。事実、海水淡水化プラントに限らず、世界の重要インフラへの給電は2つの独立した系統から受電し（2系統受電）コストと維持管理の手間を要する自家発電設備は可能な限り最小化するのが最初の選択肢である。

安定した電力供給の見込みがない地域では自家発電設備への投資は避けられないが、前述のように、SENELECはマメル海水淡水化プラントに十分量の電力を供給できると調査団に語っている。したがって、本調査ではSONESに対し、早期にSENELECと協議を開始し2系統受電による安定給電の確保を模索することを提案する。なお、この問題は2月27日の調査団・SONES間の協議において調査団から提起され、SONESはSENELECとの協議の必要性を認識したようである。

#### 4.2.6 考え得る付帯事業

本調査では、考え得るマメル淡水化プラントの付帯事業として表4.2.6に示す配水管網改善事業を挙げる。これは、マメル海水淡水化プラントで製造される水を確実かつ少ない損失で各家庭に供給することを目的とし、これにより同プラントの整備効果が最大限に発揮されるところと考えるものである。

表 4.2.6 マメル海水淡水化プラントの付帯事業（配水管網改善事業）

対象施設	想定される事業内容	備考
配水池・ホップ場	配水圧最適化のために必要な施設を整備	配水網の水利解析により必要な施設を決定
配水管	配水網のブロック化、100kmから300kmの配水管更新	老朽管の更新
給水設備	配水管更新区間の給水設備更新	老朽設備の更新

出典：JICA 調査団

### 4.3 環境社会配慮面の検証

#### 4.3.1 事業実施に向けて必要な手続き

セネガル国では2001年に制定された環境法(Loi No.2001-01 du 15 Janvier 2001 portant code de l'Environnement) とその実施適用に係る大統領令 (Decret No.2001-282 du 12 avril 2001 portant application du code de l'environnement)において環境に影響のある事業についての環境影響評価が規定されている。

環境影響評価の管轄機関は 環境・持続開発省 (Ministère de l'Environnement et du Développement Durable)、環境・特定施設局 (DEEC: Direction de l'Environnement et des Etablissements Classees)である。担当部は環境影響評価部 (Division des Evaluation d'Impact

sur l'Environnement)で部員 10 名である。

環境影響評価の手続きは環境保護のための特定施設（環境法第 2 編第 1 章、大統領令第 1 編）カテゴリー1 とカテゴリー2 に分類される。カテゴリー1 は環境に重大な影響を及ぼす可能性を持つ事業。カテゴリー2 は環境に限られた影響を及ぼす事業。分類基準は「特定施設リスト」(Nomenclature des Installations Classees)に記載されている。カテゴリー1 は環境影響評価(EIA)を行う。カテゴリー2 は環境影響評価の対象ではない。マメル塩水淡水化プラントは特定施設の A2102 の A（カテゴリー1）に相当する(表 4.3.1 参照)。

表 4.3.1 特定施設リスト抜粋（取水、浄水、配水施設）

番号	施設と活動の種類	区分	調査種類
A2100	取水、浄水、水と衛生	-	-
A2102	取水、浄水、配水施設	-	-
	取水/浄水施設 容量 2,000 <sup>3</sup> /日以上	A (カテゴリー1)	EIA
	取水/浄水施設 容量 200 <sup>3</sup> -2,000 <sup>3</sup> /日	D (カテゴリー2)	-

出典：Nomenclature des Installations Classees

環境影響評価の手続きは以下の 5 つの省令に記載されている。

- 1) Arrêté 9468（環境影響調査への住民参加規則に関する省令）。
- 2) Arrêté 9469（技術委員会の組織と機能に関する省令）
- 3) Arrêté 9470（環境影響調査に関する実務の承認交付条件を定める省令）。
- 4) Arrêté 9471（環境影響調査の TOR に関する省令）
- 5) Arrêté 9472（環境影響調査報告書に関する省令）

以下に、各手続きの概要を述べる。

- 住民参加（省令 Arrêté 9468）：カテゴリー1 の場合、公衆・住民参加はEIA調査において非常に重要である。公衆・住民は全ての段階で事業に参加する。公衆・住民参加手続きは事業者にと委託されたコンサルタントによって行われる。事業者は結果を公衆へ報告、公開会議 (audience publique)を行い、結果を地元住民に報告、質疑応答を行う。公開会議のコメントを勘案して、報告書の修正を行う。
- 技術委員会によるコメントと修正（省令 Arrêté 9469、Arrêté 9470）：EIAの承認は技術委員会（環境局長と大統領の選定した 3 人の委員より構成）によって行われる。最終報告書を技術委員会に提出後環境局長による認定が行われる。環境大臣から正式選定後 2 年以内に事業が実施されない場合は再度新規に申請を行う必要がある。
- EIAの実施方法（省令 Arrêté 9471）：事業者によって選定された認定環境コンサルタントがTORに従って行う。
- EIAの報告書（省令 Arrêté 9472）：認定環境コンサルタントは省令 Arrêté 9472 に示された目次に従いEIA報告書を作成する。内容項目はJICAの要件と一致している。

#### 4.3.2 環境影響調査

SONES は環境法に基づき環境省の DEEC へマメルと Ngaparou の海水淡水化プラントの環境影響調査の伺い書を提出した(2013年7月17日)。これに対して環境省 DEEC より確認の公式レターが発信された(2013年9月13日)。レターには環境影響調査(EIA)の TOR や目次が添付されている。セネガルの EIA は制度的に JICA 環境社会配慮ガイドラインと整合している。SONES はこの環境法の TOR に基づいて民間の環境コンサルタントを入札で選定して環境調査を行う。

現時点(2014年2月)において SONES は環境影響調査の入札書類準備中である。SONES の社内の PSM (Public Procurement Unit)で書類を審査中である。このあと社外の Central Market Division で審査の手続きが必要である。SONES の工程表によれば環境影響調査の契約予定日は2014年4月30日。調査完了予定は2015年6月26日である。

コンサルタントは TOR に従って事業実施に伴う環境影響評価の解析を行う。TOR によればコンサルタントは人間と自然環境に関する事業活動の影響(可逆的および不可逆的、直接・間接的な影響、正と負、短期的と長期的)、すべての影響を分析する。環境影響判断は準備、設置、建設、試運転の段階に分けて実施しなければならない。

特に海洋部分で重要な調査は海底調査である。サイトの地形、地質と水深的特徴は既存データ(海図、地質図、既往調査報告書)と現地調査(地形調査、測水調査、海底地質)で確認する。

海洋環境に対するプロジェクトの負の影響としては以下のような項目に注意する必要がある。堆積物や海草などの蓄積や移動。海洋の動物相と植物相の破壊や変化。海水汚染。潮流の変化。このために測深調査に加えて風、潮位、潮流、海水位、海水温度、海水の水質、波のうねりなどを調査する。

#### 4.3.3 用地取得

マスタープランではマメル海水淡水化プラントの位置は住民の移転が必要な場所に設定されていた。このため SONES は土地収用に問題のない場所を新たに選定し測量を実施した。対象地域は全て国有地で面積は約6haある。SONES は国有地収用の依頼レターを財務省に提出済であるがまだ回答はない。

取水施設、導水管、排水管の占用位置は海、砂浜、道路などを含む国有地であり、施工時の使用許可を得る必要があるものの用地取得は不要である。ただし、SONES が財務省に提出した用地取得申請には沿岸部に設けられる導水ポンプ所用地(20m x 30m程度と想定される)が含まれていない。この地点は余暇を楽しむ人の多い砂浜に近く、既存のホテルにも隣接していることから、用地取得に向けた手続きを早期に開始する必要がある。

## 4.4 財務面の検証

### 4.4.1 水道料金の現状とこれまでの推移

#### (1) 現在の料金体系と料金改定の手続き

「セ」国では全国で共通の料金体系が適用されている。料金の改定は毎年SONESが政府に提案し、協議・調整の結果、最終的に政府の承認をもって決定される。料金は表4.4.1に示すように16の消費者分類ごとに定められており、「セ」国政府関連機関に課される水道料金が著しく高くなっている。一方で、水消費量の少ない一般家庭は低い料金に抑えられており、市民、特に貧困家庭の家計への配慮がなされている。

なお、SONESによると、次期の水道料金体系案は既に政府に提出され概ねの議論はなされてきたようである。政府がSONESの最終案を承認すれば、一般家庭も含めた全ての分類を対象とする値上げ（全体で4%程度）となる見込みである。今回もし一般家庭の料金も値上げになれば、それは2003年以降で初めての値上げとなる（次頁参照）。

表 4.4.1 「セ」国の水道料金体系

コード*	大分類	小分類	税抜 (F.CFA/m <sup>3</sup> )	税込 (F.CFA/m <sup>3</sup> )
A	住宅(メーター口径15mm)	60日間の消費量:0 - 20 m <sup>3</sup>	189.37	<b>191.32</b>
		同上:21 から 40 m <sup>3</sup>	624.68	<b>629.88</b>
		同上:41 から 100 m <sup>3</sup>	663.96	<b>788.67</b>
		同上:100 m <sup>3</sup> 超	663.96	<b>788.67</b>
L	住宅(メーター口径15mm超)	-	663.96	<b>788.67</b>
D	自治体			
R	公立学校			
B	商工会議所			
C	セネガル政府関連機関		1868.88	<b>2558.58</b>
N	外国政府関連機関	-	663.96	<b>788.67</b>
P	公的機関			
M	宗教法人			
E	公共水栓	-	268.74	<b>322.31</b>
F	公衆トイレ			
G	公共市場			
I	非営利団体			
U	小規模農家	0 to 3,000 m <sup>3</sup> in 60 days	94.42	<b>113.37</b>
K	大規模農家	3,000 to 20 000 m <sup>3</sup> in 60 days	428.72	<b>507.84</b>
W	公園等	Over 20,000 m <sup>3</sup> in 60 days	663.96	<b>788.67</b>

出典：SONES

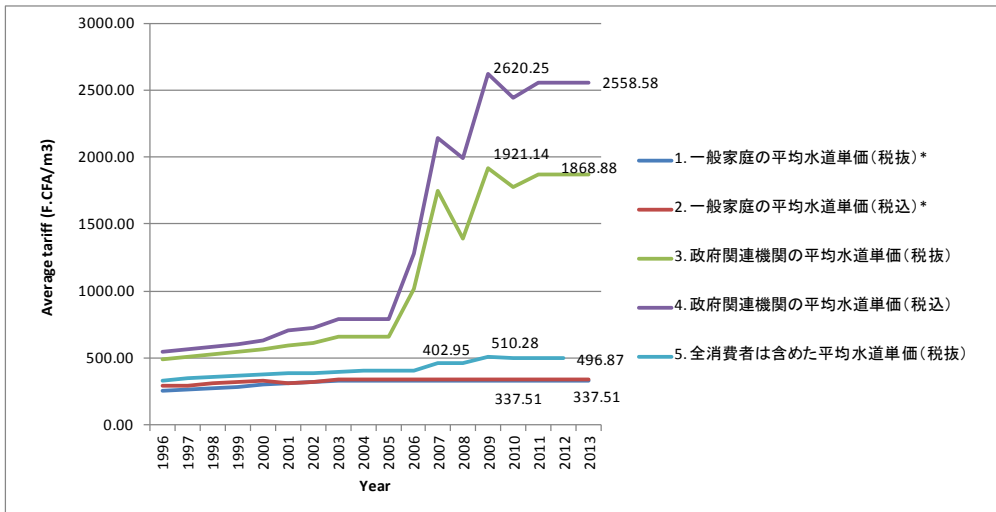
#### (2) これまでの料金の推移

「セ」国の平均水道料金は図4.4.1に示すように2006年から2010年にかけて402.95 F.CFA/m<sup>3</sup>から510.28 F.CFA/m<sup>3</sup>まで上昇した。これは、2005年にSONESが翌年からの大幅値上げを提案した際、政府関連機関の水道料金のみを大幅に値上げする判断を行ったため、以降、一般家庭の料金は2003年と同じ単価が維持されている。

この2006年の値上げには、2004年に稼働したKMS浄水場（2008年、2011年に段階的に拡張）への多額の投資が影響している。これらの事業は国際開発協会（IDA）、ドイツ復興金融公庫（KfW）などの協調融資（借款額700億 F.CFA ≒ 1.05億€）で整備されたが返済条件

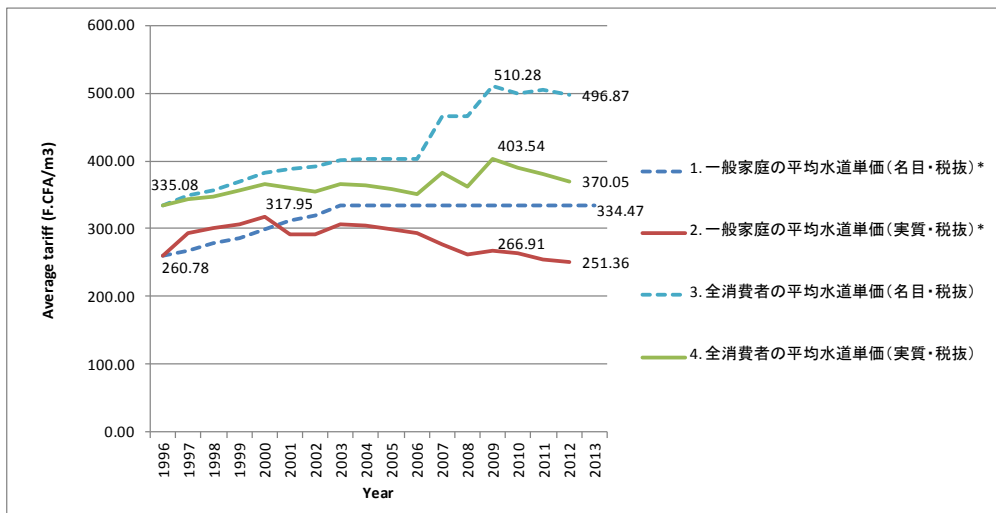
は利率5%、返済期間10年から20年（ドナーによって異なる）、返済猶予期間5年の条件であり、SONESは元本返済のために急激な値上げを行う必要に迫られた。

しかし、緩やかなインフレ傾向にある「セ」国において、一般家庭に適用されている一定の水道料金は実質的な値下げと同義である。IMFが公表している消費者物価指数から1996年の料金を基準に実質水道単価を算出すると、図4.4.2に示すように2000年をピークに値下げ傾向にあり、現在の一般家庭の実質平均単価は2000年当時の約80%程度である。また、全消費者の実質平均単価も2009年をピークに下降しており、現在は2009年当時の約92%の水準にある。



\*: 60日間で30m<sup>3</sup>を消費したメーター口径15mmの一般家庭の場合  
出典：SONES資料をもとにJICA調査団作成

図 4.4.1 「セ」国の平均水道料金の推移（一般家庭、政府関連機関、全消費者）



\*: 60日間で30m<sup>3</sup>を消費したメーター口径15mmの一般家庭の場合  
出典：SONES資料をもとにJICA調査団作成

図 4.4.2 「セ」国の平均水道料金の推移（名目および実質）（一般家庭、全消費者）

#### 4.4.2 本事業による水道料金への影響程度と値上げに対する社会受容性

##### (1) 「セ」国の水道料金水準

実質的に下降傾向にあるとは言え平均約500 F.CFA/m<sup>3</sup> (約100円/m<sup>3</sup>) もの水道単価は世界的に見て高い水準である。

例えば、「セ」国と同様に民間事業者が水道事業を行っているフィリピン共和国のマニラ首都圏ではVAT抜きで約40ペソ/m<sup>3</sup> (約90円/m<sup>3</sup>) と「セ」国に近い水準にあるが、フィリピン共和国の1人当たりGDPは「セ」国の約2倍である。さらに、マニラ首都圏の水道単価には同じ民間事業者が実施している下水道事業への内部補助が含まれている (つまり、水道料金の名目で下水道料金の一部を回収している) ため、「セ」国の水道単価は (市民から高いと批判を受けている) マニラ首都圏よりもかなり高い水準と言える。さらに、1人当たりGDPが「セ」国の約40倍もある我が国の水道単価が東京都23区内で160円/m<sup>3</sup>程度に過ぎないことから、「セ」国の水道単価の高さが確認できる。

この水道料金の高さは、電気料金が高い (マスタープランによると平均で約60 C.FCA/kWh=約12円/kWh) ことに加え、中心地から250キロも離れた湖を主な水源としている事に起因する高コスト構造が原因であると考えられる。

調査団がSONESより入手した運転・維持管理コスト資料では、2003年までの実績値をもとに2020年までの運転・維持管理コストを予測している。これによると、「セ」国全体の2009年の年間電気料金は11,351百万F.CFAであり、減価償却費を除いた運転・維持管理コスト (41,752百万F.CFA) の約27%である。これは単位水量あたりに換算すると同年の浄水量予測値 (298,345 m<sup>3</sup>/日) より104.2 F.CFA/m<sup>3</sup> (=22 円/m<sup>3</sup>) である。これは、上述のマニラ首都圏における2011年の電気単価1.5 円/m<sup>3</sup> (運転・維持管理コストの約15%) 比べ明らかに高く、高コストの要因が電気料金であることが分かる。

##### (2) 本事業による水道料金への影響

本章4.2.4節で概算したように、マメル海水淡水化プラントによる造水コストは0.89€/m<sup>3</sup> (約593.3 C.FCA/m<sup>3</sup>) である。造水コストは運転コストと減価償却費をもとに算出しているが、海水淡水化プラントの減価償却期間 (土木: 30年、電機設備: 20年) とJICAの返済期間 (30年) がほぼ一致することから、この造水コストは同プラントの運転コストと返済額の合計額と大きく違わないはずである。このことから、同プラントの運転と返済に係るコストが現在の平均コスト (現在の平均料金496.9 F.CFA/m<sup>3</sup>と同等と想定) にどのような影響を与えるかを表4.4.2で概算した。

表から分かるように、同プラントの造水コストは現在のコストに比べて約8%高いが、今すぐにマメル海水淡水化プラントを100,000m<sup>3</sup>/日で稼働させたとしても水道単価への影響は4%程度である。これは名目値で2009年の料金レベルに相当し、実質値では2011年の料金レベルにも満たない。

表 4.4.2 マメル海水淡水化プラント事業の水道料金への影響概算

	造水量* (m <sup>3</sup> /日)	平均造水単価 (F.CFA/m <sup>3</sup> )	造水コスト (F.CFA/日)
既存施設(Ngnith・KMS 浄水場、井戸等)	421,344	496.9	209,353,193
マメル海水淡水化プラント	100,000	593.3	59,330,000
計	521,344	515.4	268,683,193

\*: 既存施設の造水量 (421,344 m<sup>3</sup>/日) は 2013 年の実績値

出典: JICA 調査団

### (3) 支払い意志額に係る既往調査

世界銀行が2009年12月に報告書が作成された調査”Etude de la Volonte de Payer les Services d’Eau Potable et d’Assainissement et Prevision de la Demande en Eau Potable et en Services d’Assainissement sur le Perimetre de l’Hydraulique Urbaine” (以下、「支払い意志額調査」) では、2,729世帯を対象にアンケート調査を行っているが、そのうち各戸接続による給水を受けていたのは1,476世帯であった。これらの世帯はアンケートにおいて受け入れられる水道料金の上限を当時の水道料金からの値上げ率で回答しているが、その結果を表4.4.3に示す。

アンケートでは、当時の消費者を「従来からの消費者」と新たに接続した「最近新規に接続した消費者」(2006年以降に新規契約した消費者)に分類しているが、新規に接続した消費者は比較的裕福な若い世代が多く、表から分かるように29.4%もの値上げでも受け入れ可能との回答であった。ただし、それぞれのタイプが「セ」国でどれほどの割合を占めているかが不明なため全体平均で何%までの値上げが許容されるかは調査結果から推定できなかった。

しかし、水道料金は2009年以降実質的に低下していることを考えると、いずれのタイプの消費者も値上げを受け入れ可能としていることから、本調査で試算したマメル海水淡水化プラント事業の影響による数%の料金値上げは社会的に受け入れ可能ではないかと考えられる。

表 4.4.3 世銀が実施した支払い意志額に係る調査結果

	サンプル数 (世帯数)	許容できる値上げ率
従来からの消費者	1,047	1.1%
最近新規に接続した消費者	429	29.4%

出典: 「支払い意志額調査」(2009年、世界銀行セネガル)



#### 4.4.3 SONESの財務状況

SONESの2009年から2012年の損益計算書、貸借対照表を表4.4.4から表4.4.6に示す。

表 4.4.4 SONES の財務状況（損益計算書）

PRODUCTS	2009	2010	2011	2012
<b>OPERATING ACTIVITIES</b>				
Works, services sold	17,190	17,800	18,001	16,842
Accessory products	140	121	145	146
Operating subsidies				
Other products	100	88	72	120
Reversals of provisions	295	337	370	1,564
Charge transfer	3	2	3	3
<b>Turnover</b>	<b>17,331</b>	<b>17,920</b>	<b>18,147</b>	<b>16,988</b>
<b>Total operating revenue</b>	<b>17,729</b>	<b>18,348</b>	<b>18,592</b>	<b>18,674</b>
<b>FINANCIAL ACTIVITY</b>				
financial income	348	200	252	335
Exchange gains				
Reversals of provisions				
Charge transfer				
<b>Total financial product</b>	<b>348</b>	<b>200</b>	<b>252</b>	<b>335</b>
<b>Total of ordinary activities products</b>	<b>18,077</b>	<b>18,547</b>	<b>18,844</b>	<b>19,009</b>
<b>NON ORDINARY ACTIVITIES</b>				
Proceeds from disposals of fixed assets	11	15	19	17
HAO Products				
HAO Reversal	735	1,080	883	897
Charge transfer				
<b>Total of HAO activities products</b>	<b>746</b>	<b>1,095</b>	<b>902</b>	<b>914</b>
<b>TOTAL PRODUCT</b>	<b>18,823</b>	<b>19,642</b>	<b>19,746</b>	<b>19,923</b>
<b>CHARGES</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2009</b>
<b>OPERATING ACTIVITIES</b>				
Other purchases	210	246	311	288
Transport	28	22	27	31
External Services	806	893	923	1,088
Taxes	216	156	195	1,744
Other charges	101	195	138	150
Personel Charges	1,161	1,276	1,435	1,634
Depreciations	10,665	10,262	10,075	9,927
Supplies	374	1,221	964	419
<b>Total operating expenses</b>	<b>13,559</b>	<b>14,271</b>	<b>14,069</b>	<b>15,282</b>
<b>FINANCIAL ACTIVITY</b>				
Financial expenses	3,420	2,953	2,684	2,334
Losses				
Depreciations and supplies				
<b>Total financial costs</b>	<b>3,420</b>	<b>2,953</b>	<b>2,684</b>	<b>2,334</b>
<b>Total ordinary activities expenses</b>	<b>16,979</b>	<b>17,224</b>	<b>16,753</b>	<b>17,616</b>
<b>H.A.O</b>				
Book value of the disposals of fixed assets			1	
H.A.O.charges			0	
H.A.O Dotations	0	500	700	0
<b>Total expenses of HAO activities</b>	<b>0</b>	<b>500</b>	<b>701</b>	<b>0</b>
Income Taxes	1	438	775	602
<b>Total equity and taxes</b>	<b>1</b>	<b>438</b>	<b>775</b>	<b>602</b>
<b>TOTAL EXPENSES</b>	<b>16,980</b>	<b>18,161</b>	<b>18,230</b>	<b>18,218</b>
<b>AO RESULT</b>	<b>1,098</b>	<b>1,324</b>	<b>2,091</b>	<b>1,393</b>
<b>HAO RESULTS</b>	<b>746</b>	<b>595</b>	<b>200</b>	<b>914</b>
<b>NET RESULTS</b>	<b>1,843</b>	<b>1,481</b>	<b>1,516</b>	<b>1,705</b>

出典：SONES

表 4.4.5 SONES の財務状況（貸借対照表：資産の部）

ASSETS		2009	2010	2011	2012
<b>IMMOBILISED CHARGES</b>					
Facility Fees and Deferred Charges		263	188	141	68
<b>INTANGIBLE ASSETS</b>					
	<b>Gross</b>	<b>176</b>	<b>185</b>	<b>185</b>	<b>188</b>
	<b>amort/prov</b>	<b>164</b>	<b>173</b>	<b>180</b>	<b>185</b>
	<b>net</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
Patents, licenses, software					
	Gross	176	185	185	188
	amort/prov	164	173	180	185
	net	12	12	5	4
<b>TANGIBLE ASSETS</b>					
	<b>brut</b>	<b>310,976</b>	<b>316,636</b>	<b>326,391</b>	<b>334,861</b>
	<b>amort/prov</b>	<b>105,237</b>	<b>115,414</b>	<b>125,239</b>	<b>134,940</b>
	<b>net</b>	<b>205,740</b>	<b>201,222</b>	<b>200,971</b>	<b>199,922</b>
<b>ADVANCE PAYMENTS / ASSETS</b>		<b>933</b>	<b>1,508</b>	<b>2,075</b>	<b>1,529</b>
<b>FINANCIAL ASSETS</b>					
Equity	brut	340	340	340	340
	amort/prov	87	88	88	88
	net	253	251	251	251
Other financial assets	Gross	1,625	1,610	1,615	1,616
	amort/prov	0	242	242	242
	net	1,625	1,368	1,373	1,374
(1) DONT HAO:GROS/NET					
<b>TOTAL ASSETS (I)</b>	<b>gross</b>	<b>314,314</b>	<b>320,467</b>	<b>330,750</b>	<b>338,606</b>
	<b>amort/prov</b>	<b>105,487</b>	<b>115,917</b>	<b>125,754</b>	<b>135,459</b>
	<b>net</b>	<b>208,826</b>	<b>204,550</b>	<b>204,996</b>	<b>203,148</b>
H.A.O.Current assets		4	4	4	8
<b>Receivables and related jobs</b>					
Suppliers, advances	gross	9	174	72	6
	amc 1%	2	2	2	2
	net	6	171	70	3
Clients	gross	19,037	28,313	16,502	26,073
	amort/prov	0	54	54	54
	net	19,037	28,259	16,448	26,019
other receivables	gross	4,533	3,498	3,775	6,198
	amort/prov	261	299	299	299
	net	4,272	3,199	3,476	5,899
<b>TOTAL CURRENT ASSETS (II)</b>	<b>brut</b>	<b>23,583</b>	<b>31,989</b>	<b>20,353</b>	<b>32,284</b>
	<b>amort/prov</b>	<b>263</b>	<b>356</b>	<b>356</b>	<b>356</b>
	<b>net</b>	<b>23,320</b>	<b>31,633</b>	<b>19,998</b>	<b>31,929</b>
<b>CASH-ASSET</b>					
Securities		0	47	0	0
Cash values		0	0	0	0
Banks, postal checks, cash		4,221	2,629	10,915	9,726
<b>TOTAL CASH-ASSET (III)</b>		<b>4,221</b>	<b>2,676</b>	<b>10,915</b>	<b>9,726</b>
conversion loss (IV)		0	0	0	0
<b>TOTAL ASSET</b>		<b>236,367</b>	<b>238,859</b>	<b>235,909</b>	<b>244,802</b>

出典：SONES

表 4.4.6 SONES の財務状況（貸借対照表：負債の部）

LIABILITIES		2009	2010	2011	2012
<b>CAP PPRES ET RES ASSIMILEES</b>					
<b>Capital + Government Contribution)</b>		<b>104,526</b>	<b>104,526</b>	<b>104,526</b>	<b>104,526</b>
Shareholders uncalled capital					
<b>Premiums and Reserves</b>		<b>-6,056</b>	<b>-4,213</b>	<b>-2,732</b>	<b>-1,216</b>
free reserves					
Retained earnings + or-		-6,056	-4,213	-2,732	-1,216
<b>Net income for Fiscal Year + ou -</b>		<b>1,843</b>	<b>1,481</b>	<b>1,516</b>	<b>1,705</b>
<b>Other equities</b>		<b>47,435</b>	<b>49,056</b>	<b>51,371</b>	<b>53,168</b>
Investment subsidies		46,175	47,167	49,182	50,980
Regulated provisions and similar funds		1,260	1,488	2,188	2,188
<b>TOTAL EQUITY ( I)</b>		<b>147,749</b>	<b>150,450</b>	<b>154,681</b>	<b>158,183</b>
<b>DETTES FIN ET RCES ASSIMILEES (1)</b>					
Borrowings		79,777	79,071	65,260	68,048
Leasing Debts and Similar Contracts		0	0	0	0
Various Financial Liabilities		2,672	2,726	2,644	2,647
Financial supplies for risks and charges		401	1,042	1,635	490
<b>(1) DONT HAO</b>					
<b>TOTAL FINANCIAL LIABILITIES (II)</b>		<b>82,851</b>	<b>82,838</b>	<b>69,540</b>	<b>71,186</b>
<b>CURRENT LIABILITIES</b>					
Current liabilities and similar HAO resources	134.5%	1,738	1,946	3,314	3,223
Customers, received advances		11	6	3,068	3,068
Operating Providers	2.5%	341	540	622	590
Tax liabilities	10.0%	2,791	1,554	1,818	4,998
Social debts	14.2%	160	164	243	220
Other liabilities	1.3%	74	562	2,101	2,793
Provisioned Risks		0	0	0	0
<b>TOTAL CURRENT LIABILITIES (III)</b>		<b>5,115</b>	<b>4,772</b>	<b>11,167</b>	<b>14,893</b>
<b>Liability Cash</b>					
Banks, discount credit					
Banks, cash loans			280		
Banks, overdrafts		0	14	3	2
<b>TOTAL CASH - LIABILITIES ( IV)</b>		<b>0</b>	<b>294</b>	<b>3</b>	<b>0</b>
Conversion gains		652	504	519	538
<b>TOTAL ( I + II + III + IV)</b>		<b>236,367</b>	<b>238,859</b>	<b>235,909</b>	<b>244,802</b>

出典：SONES

## 4.5 事業の実施体制とスケジュール

### 4.5.1 実施体制

本事業の実施機関は、政府より水道事業全般の事業権を与えられているSONESとなること自然である。また、ローンについても、SONESは財務省からの転貸となった場合に財務省から課されるプレミアムを懸念しSONES自らが借り手となることを希望している。

しかし、SONESはAFDなど他ドナーからの資金を直接借り入れてきた実績（表4.5.1参照）があるものの、Secretary Generalとの面談では、400億F.CFA程度であれば現在の料金レベルにおいても十分に返済可能だがそれ以上の借款額になると料金の値上げが必要との認識が示された。その場合、返済額に応じて料金を値上げするか国庫からの補助が必要となるが、SONESは独立採算が求められているため直接的な国庫補助は現実的でなく、（政府機関のみが対象になるとしても）料金の値上げが可能であることが前提である。ただし、前節で概算したように本事業による料金値上げは僅かであり、実現可能ではないかと考えられる。

なお、前述のSecretary Generalは調査団との面談において、400億F.CFAまでをSONESが借り受け、それを超過する分は政府が借り受ける案に言及した。しかし、この案は政府がSONESに直接的な補助を注入することに近い構造であり、前述の料金値上げで対応することがより実現性の高い方法である。

表 4.5.1 SONES 借款事業実績

事業名	対象地域	事業実施期間	主な対象施設	資金源	金額		金利	支払済予期間	返済期間	備考
					百万F.CFA	億円				
SECTORIAL WATER PROJECT (PSE)	Dakar ; Interior Regions ( others regions)	1999-2004	60,000 m <sup>3</sup> /日の水源開発	IDA-AFD-BEI-BOAD-KFW-BADEA	115,000	241.5	3.5 - 7.0%	5-10年	10-15年	Ngnith浄水場
Water Supply for 8 Centers	Kelle, Ndande, Pire, Kébémer, Guéoul, Tivaounane, Dahra	1995-1998	ALG	JICA	3,200	6.7	政府が返済			
Water Supply for 6 River Centers	Richard Toll/Rosso, Dagana, Podor, Matam, Bakel Ké dougou	1996-2000	9,810 m <sup>3</sup> /日の水源開発	KFW	10,560	22.2	36.5%は政府が返済、残りの金利は5%	12年	15年	
Water Supply PETITE COTE	Mbour, Saly, Somone, Ngaparou, Joal/Fadhiout	1996 - 2000	19,300 m <sup>3</sup> /日の水源開発	AFD	9,500	20.0	5%	8年	15年	
Long Term Water Projet (PLT)	Dakar ; Interior Regions ( Others Regions)	2002-2008	130,000 m <sup>3</sup> /日の水源開発	IDA-KFW-BEI-BOAD-AFD	70,000	147.0	5%	5年	10-20年	KMS浄水場
Water supply 11 REGIONAL CITIES	Thiadiaye, Khombole, Gossas, Guinguinéo, Sokone, Kaffrine, Nioro, Ndoffane, Vélingara, Bignona et Oussouye	2000 - 2004	7,300 m <sup>3</sup> /日の水源開発	KFW	11,900	25.0	3%	6年	20年	

出典：SONES

### 4.5.2 他ドナーまたは民間資金による実施の可能性

既存のKMS浄水場を始め「セ」国の水道施設へ大きく貢献してきたAFDは、本調査団に対し、SONESが実施する新規水道事業への援助について以下のように回答した。

- マメル海水淡水化プラント事業への支援要請はフランス政府も受けている。しかし同プラントに対しては既に日本政府が援助に向けた動きを開始しており、フランス政府としては関与する予定はない。

政府としては関与する予定はない。

- KMS 3浄水場への支援は検討している。ただし同事業の実現には（2年を要する）F/S など長い期間がかかる。

すなわち、AFDがマメル海水淡水化を支援する見込みはなく、他のドナーが新たに関心を示す可能性は極めて低いものと考えられる。

民間による実施に関連し、前述のSecretary Generalは調査団との面談において長期・低金利・長猶予期間である円借款への期待を示し、予定額（今のところ400億 FCFA）を超える額となっても我が国政府へ支援を要請したいと明言した。しかしその一方で、2014年2月24日にパリで行われたCG会合において「セ」国政府はマメル海水淡水化プラントに民間資金を募っていることを公表しており、SONESが民間による実施に舵を切る可能性はまだ残されている。

#### 4.5.3 海水淡水化プラントの運転維持管理体制

「セ」国では海水淡水化プラントの実績がないため、マメル海水淡水化プラント事業の成功には運転維持管理技術の現地移転が不可欠である。そのため、本事業にはプラント竣工後にメーカーが一定期間現場に留まり技能の移転を図ることが推奨される。しかし、我が国政府の資金で民間企業（SDE）への技術移転が可能かどうかの課題があり、これについてSONES技術移転への規定を示しながら、調査団に対し以下の見解を伝えている。

- これまで、SONESが建設した新規施設は完成後速やかにSDEに引き渡されているが、アフエルマージュ契約上、SONESが運転を行うことも可能である。
- 現在のSDEとの契約は2018年末に期限を迎える。2019年以降の水道事業実施体制は今の体制から「リフォーム」される予定で、同プラントの運転維持管理を官側が実施することを明らかにすることも可能である。

即ち、プラント建設後の運転維持管理体制は今のところ白紙であり、我が国が協力可能で「セ」国側が確実にプラントを運転維持管理していける体制を協議・検討することが必要であると考ええる。

なお、この運転維持管理技術の移転には少なくとも1年、可能であれば2年が必要であると考えられる。これは、原水の水温・水質や潮流など自然環境の変化への対応に少なくとも1年間のトレーニングが必要なためである。

#### 4.5.4 実施スケジュール

「セ」国は我が国への支援要請書においてマメル海水淡水化プラント建設事業が2016年に完成することを期待している。これは2017年に実施される次期大統領選に向けた戦略にも繋がっており、現在の「セ」国政府にとっては「譲れない線」となっていることが調査中にも伺われた。

しかし、本事業の実現に向けた今後の調査や手続きを勘案すると、マメル海水淡水化を

稼働できるのは表4.5.2に示すように2020年になると考えられる。これは「セ」国側にとって容易に受け入れられるスケジュールではないが、「セ」国が実施する環境調査と政府による承認が終わった時点で早くとも2015年後半になる見込みであり、たとえ民間資金により実施しても設計（1年）・施工（2年）が完了するのは2018年中であろう。

表 4.5.2 マメル海水淡水化事業の実施スケジュール（案）

	Duration (months)	Year																															
		1st				2nd				3rd				4th				5th				6th				7th				8th			
		2014				2015				2016				2017				2018				2019				2020				2021			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. This Survey	2	■																															
2. Arrangement for Preparatory Survey (F/S)	4	■	■	■	■																												
3. Preparatory Survey (F/S)	12		■	■	■	■	■	■	■																								
4. Signing of Loan Agreement	6									■	■	■	■	■																			
5. Procurement of Consultant	8									■	■	■	■	■	■																		
6. Land Acquisition	8	■	■	■	■																												
7. Environmental Survey	14+3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																		
8. Project Implementation	63																																
Tender Documentation	3													■																			
Procurement of Contractor	9													■	■	■	■	■	■														
Contractor's Detailed Design	12														■	■	■	■	■	■													
Construction	18																																
Commissioning	6																																
O&M Skills Transfer	21																																

出典：JICA 調査団



## 第5章 結論および提言

### 5.1 結論

以下に、本調査で確認・検討した結果を結論として述べる。

1. 既存の浄水場および井戸は現在の日最大需要を満足していない。また、2016年には平均需要も満足しなくなる見通しである。
2. 「マメル海水淡水化プラント+KMS 3 浄水場」の組み合わせが最適な水資源開発計画である。両者の最大水量は、2035年を目標年次として各々100,000m<sup>3</sup>/日である。
3. マメル海水淡水化プラントの稼働開始は2020年の見通しである。
4. マメル海水淡水化プラント第一期（2020年）の開発水量は、KMS 3 浄水場が水資源マスタープランの計画どおり2020年に建設されることを前提とすると、50,000 m<sup>3</sup>/日が妥当である。
5. マメル淡水化プラントはコスト面での優位性により、KMS 3 浄水場よりも優先度が高い。KMS 3 浄水場はコストが大きいため、他の海水淡水化プラント（Cote Nord）の用地取得が可能な場合は、KMS 3 浄水場と海水淡水化プラントのどちらが適切か再度検討を行うことが推奨される。
6. 逼迫する水資源不足を緩和するための中長期的な方策として再生水の活用が考えられる。それを可能とするため、わずかに留まっている汚水処理の普及が期待される。
7. マメル海水淡水化プラントの建設用地は国有地であり、既に取得手続きが開始されている。しかし、砂浜付近に建設される導水ポンプ所については未着手であり、早期の開始が必要である。
8. 発電機の必要性については外部電力の信頼性確保とあわせて再考する必要がある。
9. 開発水量を50,000 m<sup>3</sup>/日とした場合、マメル海水淡水化プラント第1期の建設費は48.6 billion F.CFAである（発電機込）。また、100,000 m<sup>3</sup>/日までの建設費は80.6 billion F.CFAである。
10. 配水管網改善事業への資金援助についても検討の余地がある。
11. 本事業による水道料金への影響は大きくない（4%程度）ものと考えられる。

## 5.2 提言

### 5.2.1 事業に関わるリスクと緩和策

表5.2.1に、本事業に関わるリスクと緩和策について提言する。

表 5.2.1 マメル海水淡水化プラント事業に係るリスクと緩和策

リスクの分類	リスク内容	緩和策等
用地取得に係るリスク	用地が取得できず事業の実現が困難となるリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 用地は国有地であり取得できる見通しは高い。</li> <li>- 今後の協力準備調査において用地の取得状況を確認する。あるいは、用地取得の進捗を確認したのちに協力準備調査を開始する。</li> </ul>
電力確保に係るリスク	海水淡水化プラントの電力供給が不足または不安定でプラントが所定の機能を発揮できないリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 同プラントに十分な電力が供給されるよう、SONESが早期にSENELECに必要な時期と電力を伝える。</li> <li>- 停電によりプラントが稼働停止することを回避するため2系統受電をSENELECに申し入れる。</li> <li>- 2系統受電が不可能な場合、同プラント内に自家発電設備を設置する。</li> </ul>
送配水施設の不備によるリスク	送配水施設の能力が不足し、プラントで生産された水がユーザーまで届かないリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 協力準備調査において、同プラント建設後の水理解析を実施する。</li> <li>- 必要に応じ送配水施設の増強を同プラントの付帯事業として支援対象に含める。</li> </ul>
料金値上げに対する社会受容性に係るリスク	事業実施により市民が許容できない水準まで料金が上がり、水道事業の持続性が保たれなくなるリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 協力準備調査において、水道事業の長期投資を勘案した将来の水道料金と、その中の本事業による影響分を分析する。</li> <li>- 世界銀行が実施した（2013年にアンケートを行い今年報告書が作成される）支払い意志額に係る調査結果をレビューする。</li> <li>- 将来の水道料金に関する在り方を提言する。</li> <li>- 料金体系の見直し、政府機関の負担または国庫補助の投入により市民の料金負担を抑える。</li> </ul>
事業による環境負荷増大のリスク	事業実施により環境負荷が増大し環境問題を引き起こすリスク	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2014年4月から2015年6月まで「セ」国側が環境調査を実施予定。</li> <li>- 協力準備調査において、調査団は「セ」国の環境調査の進捗をモニタリングするとともに結果をレビューする。また、必要に応じて調査内容の変更や追加を提案する。</li> <li>- 協力準備調査および詳細設計において、特に取水施設や排水施設による環境影響が生じないように細心の注意を払う。</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 5.2.2 他ドナーとの協調について

調査団は、「セ」国の水道セクターに積極的な支援を行っているフランス開発庁（AFD）と面談した。面談によると、AFDは我が国が既に支援の意志を見せていることから、マメル海水淡水化プラント事業に関与する予定はなく、我が国からの要請があれば協調融資も

検討するという姿勢であった。一方、同プラントと平行して計画されているKMS 3浄水場については時間を要するとしながらも支援の方針である。

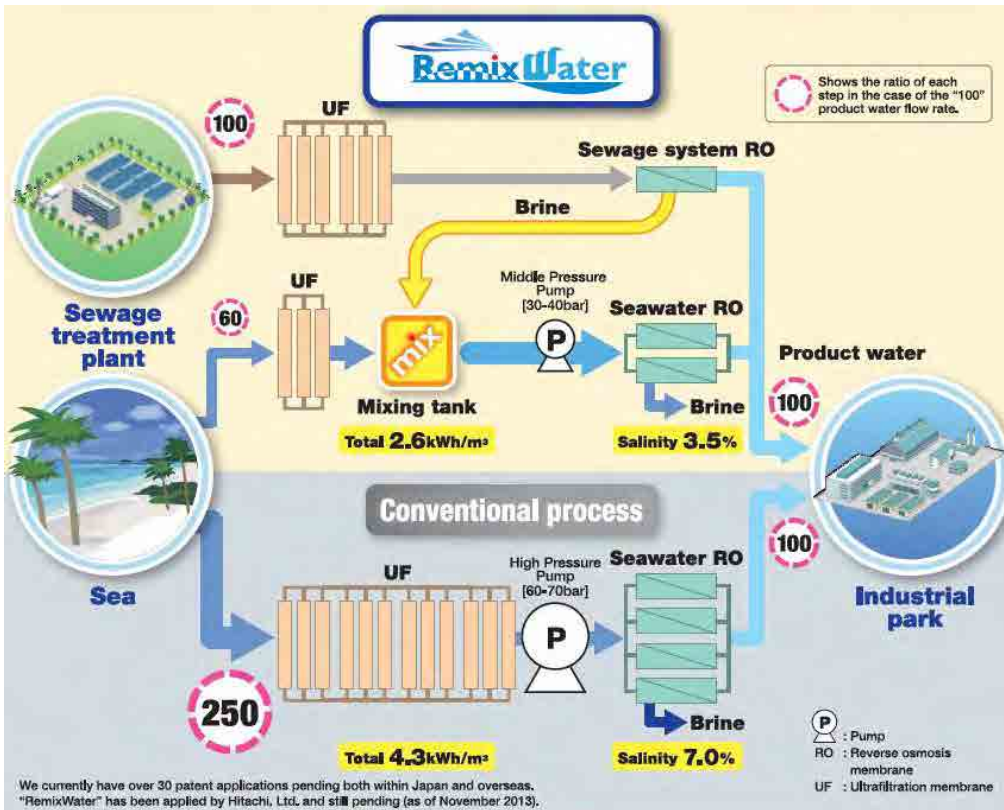
我が国が「セ」国側に供与できる借款額は不明であるが、調査団は、可能な限り我が国単独での融資が望ましいと考える。これは、水不足の到来が目前に迫っている中、調整に時間を要する協調融資は「セ」国の政府関係者ならびに市民の望むところではないためである。

### 5.2.3 我が国技術の活用の可能性

我が国は海水淡水化用逆浸透膜の製造において世界トップの技術を有し、日東電工、東レ、東洋紡などが世界で約60%のシェアを誇っているとされる。特に、東レなどが高い透過性により電力消費を削減できる膜を開発しており、電気代の高い「セ」国で我が国の逆浸透膜が活用される可能性は高い。

しかし一方、我が国企業はEPC（Engineering、Procurement and Construction）の分野では欧州メジャーのヴェオリア、米国のGE、シンガポールのハイフラックスなど海外企業を相手に苦戦を強いられており、逆浸透法による海水淡水化プラントの実績は少ない。特筆すべき我が国の技術としては、日立プラントが開発したRemix Water（下水処理水で濃縮塩水を希釈することでエネルギー消費を抑えるシステム：図5.2.1参照）があるが、本事業では下水処理場が近傍になく適用することはできない。

円借款（ステップ）により実施されるカーボヴェルデ・サンティアゴ島の海水淡水化プラントなどで我が国企業が実績を重ね、本件の入札ではその高い技術を発揮できることが期待される。



出典：日立製作所

図 5.2.1 下水処理水の活用により電力消費量を削減した海水淡水化システム (Remix Water)

#### 5.2.4 協力準備調査のTOR案

以下に、本事業に対する協力準備調査が行われる場合の TOR 案を提案する。

##### A. 準備調査の目的

「セ」国政府は日本国政府にマメル海水淡水化施設（第 1 期：50,000<sup>3</sup>/日）の建設（10MW の附属発電設備建設、送電設備、取水・排水施設を含む）に対する有償資金協力の要請を申請している。

当該事業の目的、概要、概略設計、事業費、実施スケジュール、実施(調達、施工)方法、事業実施体制、運営・維持管理体制、環境社会配慮など、我が国有償資金協力事業として実施するための審査に必要な調査を行う。

##### B. 調査内容（案）

1. 既存資料のレビューを通じた背景の調査・確認
2. インセプション・レポート(IC/R)の作成・提出
3. IC/R の説明・協議

#### 4. 既存情報のレビュー

協力準備調査の基本的情報として、以下の作業を行う。

- 「セ」国全体および事業対象地域の社会・経済状況、水セクターの概況
- 情報収集・確認調査（本調査）で提言されているリスク（用地取得、電力確保、料金値上げ、環境負荷）に係る、最新情報の確認と SONES との協議。
- 最新の人口データによる水需要予測の見直し。
- 配水管網の整備状況、運転状況（配水量、断水発生状況、水圧分布）、無収水、施設整備・更新計画の確認。
- SONES が実施する予定の EIA 調査（海水淡水化施設概略設計に必要な自然条件調査）の進捗

#### 5. プロGRESS・レポート(PG/R)の作成・協議

#### 6. 本事業の計画策定と基本条件調査

本事業の基本諸元として以下の事項を決定する。

- 海水淡水化プラントの最終的な容量と第1期の整備容量
- 本事業において整備する施設の範囲（海水淡水化プラントおよび必要な付帯事業の対象施設）
- 海水淡水化プラントの建設位置
- 海水淡水化の方式（逆浸透法または蒸発法）
- 海水取水の方法（取水柵、取水井等）と導水ポンプの建設位置
- 海水淡水化プラントの安定受電の方針（自家発電、二系統受電等）
- 概略設計に必要な現地調査（測量調査、土質・地盤調査）

#### 7. インテリム・レポート(IT/R)の作成・協議

#### 8. 本事業の概略設計

本事業の概略設計として以下の施設の設計を行う。

- 海水取水施設、導水ポンプ場、海水淡水化施設、海水濃縮水放流施設
- 浄水池、送水ポンプ、送水管
- 受電設備
- 付帯事業に係る施設

#### 9. 「セ」国側の環境影響評価調査のモニタリングと情報共有

本調査では、「セ」国が実施する環境調査の項目・進捗・結果を確認し、JICA 環境ガイドラインにも準拠した内容と結果が得られるよう必要に応じて「セ」国側に助言する。調査結果は本調査の報告書内でも情報を共有する。

#### 10. 概算事業費の算定

概略設計に基づき、円借款対象事業実施に必要な概算事業費を、内貨・外貨に区分して算定する。

#### 11. 事業実施計画の策定

以下に示す計画の策定と経済・財務分析、本事業を行うコンサルタントのTOR作成を行う。

- 事業費算出
- 発注方式の選定（デザインビルドまたは設計施工分離方式）
- 施工計画
- 事業実施に必要な許認可、手続きの確認。
- 事業実施スケジュール
- 資金調達計画
- 事業実施体制
- 運転・維持管理計画（運転・維持管理の体制および技術移転計画）

#### 12. 事業評価

本事業について、経済面（経済分析）、財務面（財務分析）、社会面、環境面、技術面の各観点からの事業評価を行う。

#### 13. 運用・効果指標の提案

本事業の運用・効果指標を提案し、指標基準値・目標値を設定する。

#### 14. 提言

事業評価に基づき本事業実施に必要な提言を行う。

#### 15. ドラフトファイナル・レポート(DF/R)の作成

#### 16. ドラフトファイナル・レポート(DF/R)の説明・協議

#### 17. ファイナル・レポート(F/R)の作成・提出

### C. 全体工程の要員構成（案）

#### (1) 全体工程

調査期間は12ヶ月を想定する。調査の工程は次のとおり。

表 5.2.2 調査工程(案)

期間(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
現地調査		■			■		■			■		
国内作業	□								□		□	
報告書	▲ IC/R			▲ PR/R			▲ IT/R			▲ DF/R		▲ F/R

注記:IC/R:インセプション・レポート、プログレス・レポート、インテリム・レポート、ドラフト・ファイナルレポート、ファイナル・レポート

(2) 要員構成

本調査は、次に示す分野の要員にて調査団を構成し、実施することが望ましい。

1. 総括/上水道計画
2. 副総括/海水淡水化施設設計
3. 送配水施設設計
4. 水資源調査
5. 機械設備設計
6. 電気設備設計
7. 自然条件調査
8. 調達計画/積算
9. 環境社会配慮
10. 経済・財務分析

D. 留意事項

1. 円借款としての案件形成

本事業の実施機関はSONESとして、円借款の案件形成を行う。借入人をSONESとする場合の課題について留意すること。

2. 施設規模の明確化

海水淡水化施設の施設容量は要請書では50,000m<sup>3</sup>/日となっているがSONESと協議して施設容量を明らかにすること。水道事業全体の需要供給バランスを検討し、他水源の供給能力や新規事業の実施計画と整合を図ったうえで海水淡水化施設の規模を設定すること。

3. 事業範囲の明確化

自家発電施設を事業に含めるか否かについて、安定受電の可能性を調査し、SONESと十分協議すること。また、送配水施設など必要な付帯事業についても検討を行いSONESと協議のうえ事業範囲を定めること。



4. 海水淡水化施設の設計

淡水化工法、海水取水方法、海水濃縮水放流についての選定は環境調査の結果も踏まえ、SONESと十分な協議を行うこと。

5. 海水淡水化施設の維持管理

SONESには海水淡水化施設なく、維持管理の経験がない。これを踏まえた維持管理計画の提言を行うこと。

6. 環境社会配慮

セネガル側が実施予定のEIA調査の結果を本事業の概略設計に反映させること。

7. 本邦技術の活用の可能性

我が国は海水淡水化用逆浸透膜の製造において世界トップの技術を有する。しかし、我が国企業はEPC (Engineering、Procurement and Construction) の分野では欧米などの海外企業を相手に苦戦を強いられている。これを踏まえて本邦技術の活用の可能性に留意すること。

# 添付資料集

添付資料 2.1 井戸群要約

(2012年1月)

地域	井戸群	稼働井戸	非稼働井戸	帯水層	深度(m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	比湧水量 (m <sup>3</sup> /h/m)	2012年1月合計平均揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	電気伝導度 (μS/cm)	WHO ガイドライン値を超過した水質
DAKAR 1 (DAKAR City)	POINT B	2	1	Infrabaltique	54.30-90.63	110-136	4.29-5.91	179	757-2,870	NO3, Cl
	MAMELLES	5	0	Infrabaltique	54.30-91.75	75-150	3.57-8.57	439	507-980	-
	THIAROYE	4	2	Quaternarie	36.83-53.00	41-120	4.22-11.97	235	2,080-2,430	Cl, NH4, NO3, Mn
	TOTAL	11	3					853		
DAKAR2 (Between DAKAR and THIES Reservoir)	SEBIKONTANE	3	1	Paleocene	58.00-83.00	255-480	134-1,250	818	568-3,810	Cl, Fe
	POUT SUD	7	0	Maestrichtien/Paleocene	81.25-325.90	180-250	5.85-22.25	1,138	560-777	Fe
	POUT KIRENE	3	3	Maestrichtien	201.00-329.90	179-298	4.91-38.85	465	531-607	Fe
	POUT NORD	12	1	Maestrichtien/Paleocene	305.00-377.69	125-350	2.84-63.41	1,857	676-727	Fe
	TOTAL	25	5					4,278		
DAKAR2 (Between MEKHE Pump Station and LOUGA)	KELLE・KEBEMER	7	0	Calcaries Lutetiens	74.00-97.00	150-410	22.09-1,666	1,555	229-246	-
	LITTORAL NORD	8	1	Calcaries Lutetiens	106.87-122.50	100-200	2.70-138.46	1,072	224-516	-
	TOTAL	15	1					2,627		
Grand TOTAL		51	9					7,758		

出典:SONES と JICA 調査団

添付資料 2.2 水源井戸一覧 (1/3)

区域	井戸群名	井戸番号	稼働井戸数	帯水層	建設年	深度 (m)	静水位 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	水位降下 (m)	ポンプチャンパー		平均揚水量 2012年1月 (m <sup>3</sup> /h)	記事
										口径 (インチ)	深度 (m)		
DAKAR 1	Point B/Mamelles	Point N ter	1	Infrabaltique	1982	54.3	15.3	120	18.29	14	34.35	58	
		Front de Terre	1	Infrabaltique	1973	83.7	21.5	136	23	13 3/8	44.89	121	
		Autoroute bis	0	Infrabaltique	1999	90.63	17.67	110	25.66	13 3/8	61	0	鉄分のスラッジのため09/08/2006に運転停止
		Total	2					366				179	
	Mamelles	Point M bis	1	Infrabaltique	1964	54.3	15.3	125	10	14	54	101	2004年に改修
		Terme Nord te	1	Infrabaltique	2004	91	28.51	80	20	13 3/8	58	55	2004年に更新: 80 m <sup>3</sup> /h
		Terme Sud bis	1	Infrabaltique	1973	91.75	23	150	17.5	14	55.8	112	新井戸14/01/2005に運転開始
		Camp Pénal bis	1	Infrabaltique	1977	91	31.3	120	21.55	13 3/8	68.76	98	
		Fort A ter	1	Infrabaltique	2004	81	28.54	75	21	13 3/8	58	73	新井戸 03/02/2005に運転開始
		Total	5					550				439	
	Thiaroye	F15	0	Quaternarie	1974	36.83	10.1	52	10.7	8	24.35	0	水量減少のため 02/01/2002より運転停止
		F17	1	Quaternarie	1977	50	4.45	120	15.6	13 3/8	22.8	79	
		F18	0	Quaternarie	1956	38.1	7.57	70	5.85	12	19	0	極端な水量低下のため 23/06/2004より運転停止
		F19 bis	1	Quaternarie	1978	52	7.55	120	14.8	13	25.5	98	
		F21 bis	1	Quaternarie	1977	45.5	7.63	41	9.7	12	23.6	36	
		F22	1	Quaternarie	1964	53	3.9	87	9.2	12	24.3	22	
		Total	4					490				235	
	Total Dakar 1		11					1406				853	

出典:SONES

添付資料 2.3 水源井戸一覧 (2/3)

区域	井戸群名	井戸番号	井戸数	帯水層	建設年	深度 (m)	静水位 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	水位降下 (m)	ポンプチャンパー		平均揚水量 2012年1月 (m <sup>3</sup> /h)	記事
										口径 (インチ)	深度 (m)		
DAKAR 2 (Between Dakar City and Thies Reservoir)	Sébikotane	F1 Sébi	1	Paléocène	1958	58	12.5	255	1.9	20	23.5	185	
		F2 Sébi	1	Paléocène	1958	72.2	14.3	402	0.4	20	49	322	
		F3 Sébi	1	Paléocène	1957	82	18	480	0.7	20	64	311	
		F4 Sébi	0	Paléocène	1958	83	14.4	250	0.2	20	66.5	0	1998年運転停止、廃棄井戸
		<b>Total</b>	<b>3</b>						<b>1387</b>				<b>818</b>
	Pout Sud	PS1	1	Maestrichtien	1984	264.19	16.21	239	32.56	13 3/8	149.9	173	
		PS2	1	Maestrichtien	1984	286.96	68.34	250	25.61	13 3/8	141.31	214	
		PS3	1	Paléocène	1984	270.6	44.35		2.29	13 3/8		105	
		PS4 bis	1	Maestrichtien	2003	325.9	52.3	180	24.7	13 3/8	148.15	198	20/12/2003より運転開始
		PS5	1	Paléocène	1979	81.25	33.15	225	10	20	31.15	171	
		PS6	1	Maestrichtien	1989	315.27	75.91	250	42.72	16	172	182	
		PS7 bis	1	Maestrichtien	2001	270	83.63	180	18.88	16	163	95	20/074/2002より運転開始
		<b>Total</b>	<b>7</b>						<b>1,324</b>				<b>1,138</b>
	Pout Kiréne	PK1	0	Maestrichtien	1987	316.63	73.4	179	36.45	13 3/8	165.9	0	1999以来運転停止、更新予定
		PK2	1	Maestrichtien	1987	308.5	78.5	237		13 3/8	142.16	128	29/10/2004以来停止、更新予定
		PK3	1	Maestrichtien	1993	261	88.15	200	20.26	16	180.61	165	
		PK4	1	Maestrichtien	1987	253	38.2	230	18.88	16	167	216	20/05/2005より砂流出のため運転停止
		PK5	1	Maestrichtien	1993	329.9	88.99	180	23	16	159.78	150	
		Keur Séga Wor	1	Maestrichtien	1997	201	75.58	298	7.67	13 3/8	93.56	150	
	<b>Total</b>	<b>5</b>						<b>1,324</b>				<b>809</b>	
	Pout Nord	PN1	1	Maestrichtien	1984	305	72.57	300	38.53	16	159.78	133	
		PN2 bis	1	Maestrichtien	1999	375	102.77	190	18.5	16	200	169	20/074/2002より運転開始
		PN3	1	Maestrichtien	1988	377.69	76.9	125	44	16	157.74	77	
		PN4	1	Maestrichtien	1988	339.84	63.3	200	17	16	153	173	
		PN5	1	Maestrichtien	1989	330.46	60.43	305	16	16	153	163	
		PN6	1	Paléocène	1978		31.6	350	5.52	16	50	143	
		PN7	1	Maestrichtien	1988	341.46	55.75	200	24.2	16	153.38	167	
		PN8	1	Paléocène	1982	359						172	
		PN9 bis	1	Maestrichtien	2011							152	20/04/2011より運転開始
		PN10	1	Paléocène	1978	361	55.75	165				132	
		PN11	1	Maestrichtien	1989	353	39.27	200	12.5	16	150.56	192	
		PN12	1	Maestrichtien	1989	345	39.35	200	19.28	16	150	184	
		PN13	0	Maestrichtien	1989	360	38.6	200	12.5	16	151.3	0	極端な水量低下のため 23/06/2004 運転停止
		<b>Total</b>	<b>12</b>						<b>2,435</b>				<b>1,857</b>
	<b>Total Dakar 2 (1)</b>	<b>27</b>						<b>6,470</b>				<b>4,622</b>	

出典:SONES

添付資料 2.4 水源井戸一覧 (3/3)

区域	井戸群名	井戸番号	井戸数	帯水層	建設年	深度 (m)	静水位 (m)	揚水量 (m <sup>3</sup> /h)	水位降下 (m)	ポンプチャンパー		平均揚水量 2012年1月 (m <sup>3</sup> /h)	記事	
										口径 (インチ)	深度 (m)			
DAKAR 2 (Between Mecke Pump Station and Longa)	Kelle-Kébémér	F1 Kébémér	1	Calcaires Lutétiens	1978	76.5	35.5	350	7.6	22	51	265		
		F1 Kelle	1	Calcaires Lutétiens	1977	86.6	35.15	250	5.16	26	28	150		
		F2 Kelle	1	Calcaires Lutétiens	1981	80	31.75	350	1.03	18	65	319		
		F3 Kelle	1	Calcaires Lutétiens	1978	74	32.3	240	3.58	18	56.5	276		
		F4 kelle	1	Calcaires Lutétiens	1979	94	34.55	410	2.33	12 3/4	79	170		
		F5 Kelle	1	Calcaires Lutétiens	1984	95	33.84	150*	6.79*	14	52.2	152		
		F6 Kelle	1	Calcaires Lutétiens	1984	97	33.93	250*	0.15*	16	65	223		
		<b>Total</b>	<b>7</b>						<b>1,600</b>				<b>1,555</b>	
	Litoral Nord	FLN 1 bis	1	Calcaires Lutétiens	1998	106.87	34.45	200	25	16	80.5	145		
		FLN 2	1	Calcaires Lutétiens	1998	123.4	39.72	100	35	16	96.5	60		
		FLN 4 bis	1	Calcaires Lutétiens	1998	110	34.41	180	3.2	16	75.3	136		
		FLN 5	1	Calcaires Lutétiens	1998	115.8	35.89	180	4.2	16	96.3	158		
		FLN 7	1	Calcaires Lutétiens	1998	122.5	36.08	190	2.82	16	94.7	164		
		FLN 8	1	Calcaires Lutétiens	1998	116.6	33.72	180	1.3	16	86.8	166		
		FLN 9	1	Calcaires Lutétiens	1998	113	38.1	100	37	16	100.5	90		
		FLN 10	1	Calcaires Lutétiens	1998	114.49	33.9	190	12.3	16	86.74	153		
		FLN 11	0	Calcaires Lutétiens	1998	113.68	36.1	190	4.6	16	86.74	0	極端な水量低下のため 19/11/2003 運転停止	
		<b>Total</b>	<b>8</b>						<b>1,510</b>				<b>1,072</b>	
		<b>Total Dakar 2 (2)</b>	<b>15</b>						<b>3,110</b>				<b>2,627</b>	
		<b>Grand Total</b>	<b>53</b>						<b>10,986</b>				<b>8,102</b>	

出典:SONES

\* 揚水量と水位降下量は1999年のリハビリのあとに測定;井戸 Kelle F5 とt F6 は1984に建設,2000より運転開始

添付資料 2.5 NGNITH 浄水場化学的水質分析表 (21/03/2013)

項目	単位	原水	沈殿池	濾過槽	浄水	ガイドライン	
						WHO	SDE
水温	° C	22.6	22.1	22.3	22.4		
電気伝導度	μ S/cm	205.2	221	258	256		
PH		8.27	6.57	7.56	7.54		6.5-9
濁度	NTU	11.3	1.28	0.89	1.04	5	
TH	° F	6	6	8	8		50
THCa	° F	4.4	4	5.6	5.2		40
THMg	° F	1.6	2	2.4	2.8		10
TA	° F	0	0	0	0		
TAC	° F	7.2	5.6	6.4	6.4		
Cl	° F	4	4	4	4	35.2	
HCO3	mg/l	87.8	68.3	78.1	78.1		
CO3	mg/l	0	0	0	0		
SO4	mg/l	8	32	35	35		250
Na	mg/l	-	-	-	-	200	
K	mg/l	-	-	-	-		20
NH4	mg/l	-	-	-	-	1.5	
NO3	mg/l	27.8	10.2	18.7	25	50	
NO2	mg/l	0.065	0.007	0.011	0.006	3	
PO4	mg/l	0.35	0.28	0.33	0.59		10
KmnO4	mg/l	7.54	3.08	2.5	2.58		5
Fe total	mg/l	0.37	0.03	0.02	0.04	0.3	
Fe+2	mg/l	-	-	-	-	0.3	
Mn	mg/l	0.093	1	0.04	0.05	0.4	0.1-0.4
F	mg/l	-	-	-	-	1.5	
Al3	mg/l	0.036	0.111	0.177	0.141	0.2	
SiO2	mg/l	-	-	-	-		20
残留塩素	mg/l	-	0.89	0.64	2.6		0.1-2.0

出典:SDE

添付資料 2.6 KMS 浄水場化学的水質分析表 (20/03/2013)

項目	単位	原水	沈殿池1	沈殿池2	濾過槽1	濾過槽2	浄水
水温	° C	23.3	22.7	22.8	23.1	23.7	23.7
電気伝導度	μ S/cm	330	337	339	335	336	355
PH		7.6	7.14	7.11	7.27	7.32	7.37
濁度	NTU	10.5	4.05	2.93	2.44	2.36	2.63
TH	° F	9.2	9.6	8.8	9.2	9.2	9.6
THCa	° F	6	5.6	5.2	5.6	5.2	6
THMg	° F	3.2	4	3.6	3.6	4	3.6
TA	° F	0	0	0	0	0	0
TAC	° F	11.2	8.8	8.8	9.2	8	9.6
Cl	° F	6	6	6	6	6	6.5
HCO3	mg/l	136.6	107.4	107.4	112.2	97.6	117.1
CO3	mg/l	0	0	0	0	0	0
SO4	mg/l	10	26	31	21	31	26
Na	mg/l	-	-	-	-	-	-
K	mg/l	-	-	-	-	-	-
NH4	mg/l	-	-	-	-	-	-
NO3	mg/l	16.4	14.1	8.1	10.6	11.4	6.9
NO2	mg/l	0.043	0.024	0.022	0.013	0.019	0.018
PO4	mg/l	0.25	0.23	0.26	0.15	0.25	0.25
KmnO4	mg/l	5.8	3.9	3.9	5	4.5	3.7
Fe total	mg/l	0.2	0.06	0.04	0.03	0.04	0.04
Fe+2	mg/l	-	-	-	-	-	-
Mn	mg/l	0.068	0.049	0.046	0.041	0.045	0.046
F	mg/l	-	-	-	-	-	-
Al3	mg/l	0.218	0.342	0.237	0.171	0.187	0.204
SiO2	mg/l	-	-	-	-	-	-
残留塩素	mg/l	-	0.88	1.01	0.37	0.37	1.74

出典:SDE

添付資料 2.7 DAKAR 1 水源井戸水質分析一覧

井戸群	POINT B			MAMELLES						THIAROYE		基準値		
	井戸	Point N bis	Autoroute	Point N	M bis	M ter	Fort A ter	Campa Penal	Terme Nord ter	Term Sud	F17bis			F19
時期	Dec-04	Dec-04	Dec-10	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Dec-10	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-10	Jun-10	WHO	SDE
月日	21-Dec	21-Dec	30-Dec	27-Jun	27-Jun	27-Jun	30-Dec	27-Jun	27-Jun	27-Jun	16-Jun	16-Jun		
T(°c)			31.9	27.3	27.2	27.3	28.4	27.4	27.3				*	
pH	6.37	6.15	7.88	6.4	6.32	6.81	7.5	6.87	6.34	5.55	5.57		*	6,5 à 9
Cond (us/cm)	2870	757	884	507	423	980	678	791	922	2080	2430		*	
TUR (NTU)	0.96	0.19	4.43	0.51	2.93	0.73	3.81	0.37	0.19	1.78	1.64		5 NTU	
TH (°F)	74	24	30	15.2	12.8	31.2	23.2	23.6	27.2	45	50		*	50
TA (°F)	0	0	0				0			0	0		*	
TAC (°F)	4	16	10	10	8	22.8	12.4	20	16	4	4		*	
Cl (°F)	120	17	23	14	13	26	21	20	25	48,5	53,5		35,2°F	
Cl (mg/l)	852	120.7	163.3	99.4	92.3	184.6	149.1	142	177.5	344	379.85		250 mg/l	
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	48.8	195.2	122.0	122.0	97.6	278.2	151.3	244.0	195.2	48.8	48.8		*	
M. Org. (mg/l)	0.7	0.5											*	5
NH <sub>4</sub> (mg/l)	0.2	0.1								6.4	6.35		1,5mg/l	
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.085	0.031	0.026	0.007	0.01	0.009	0.045	0.009	0.008	0.473	0.657		3mg/l	
NO <sub>3</sub> (mg/l)	78	8.6	54.5	23.4	13.5	25.4	22.5	13.1	29.6	418	621		50mg/l	5
F (mg/l)													1,5mg/l	
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	0.001	0.006	0.012	0.019	0.027	0.033	0.065	0.19	0.021	2.85	1.83		0,5mg/l	0,1 à 0,5
Fer mg/l	0.1	0.06	0.02	0.18	0.2	0.03	0.05	0.03	0.02	0.05	0.06		0,3mg/l	

出典: SDE

添付資料 2.8 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(1/4)

井戸群	SEBIKOTANE			POUT SUD							POUT KIRENE			基準値		
	井戸	F1	F2	F3	PS1	PS2	PS3	PS4	PS5	PS6	PS7	PK3	PK5			Keur Sega
時期	Dec-08	Jun-12	Jun-11	Jun-12	Jun-07	Jun-11	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-11	Jun-12	Dec-12	OMS	SDE
月日	16-Dec	26-Jun	7-Jun	26-Jun	7-Jun	7-Jun	26-Jun	26-Jun	26-Jun	26-Jun	26-Jun	7-Jun	26-Jun	10-Dec		
T(°c)	30		31.7			31.1						32.9		30.8	*	
pH	7.5	6.89	6.87	7.06	7.83	7.18	6.92	6.81	7.26	6.73	7.02	6.99	7.27		*	6,5 à 9
Cond (us/cm)	568	3810	1964	560	516	777	566	713	613	630	531	607	584		*	
TUR (NTU)	3.7	3.64	0.9	9.14		0.61	8.62	12	6.38	12.5	4.7	42	0.62		5 NTU	
TH (°F)	28	61.6	34.8	27.6	26	22	25.6	28.8	27.2	24.8	18	24.8	19.2		*	50
TA (°F)	0		0	0	0	0					0				*	
TAC (°F)	32	28	32	31.2	34	34	31.2	34.4	35	35	26	32.8	21.2		*	
Cl (°F)	5	148	61	3.5	4	5	3	6	3	3	3	4	6.5		35,2°F	
Cl (mg/l)	35.5	1050.8	433.1	24.85	28.4	35.5	21.3	42.6	21.3	21.3	21.3	28.4	46.15		250 mg/l	
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	390.4	341.6	390.4	380.6	414.8	414.8	380.6	419.7	427.0	427.0	317.2	400.2	258.6		*	
M. Org. (mg/l)															*	5
NH <sub>4</sub> (mg/l)					0.1											1,5mg/l
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.013	33	0.037	0.023	0	0.031	0.028	61	0.012	0.011	0.034	0.029	0.003		3mg/l	
NO <sub>3</sub> (mg/l)	20.6	3	4	8.5		6.2	4.3	14.1	1.4	1.2	8.6	1.4			50mg/l	5
F (mg/l)															1,5mg/l	
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	0.005	0.061		0.061	0.015		0.026	0.02	0.035	0.035		0.05			0,5mg/l	0,1 à 0,5
Fer mg/l	0.28	0.9	0.76	1.33	1.3	0.03	1.05	0.73	1.37	1.55	2.43	4.43	0.33		0,3mg/l	

出典: SDE

添付資料 2.9 DAKAR2 水源井戸水質分析一覽(2/4)

井戸群	POUT NORD												基準値		
	PN1	PN2	PN3	PN4	PN5	PN6	PN7	PN8	PN9	PN10	PN11	PN12			
時期	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	Jun-12	OMS	SDE
月日	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	5-Jun	*	
T(°C)														*	
pH	7.25	7.35	6.87	6.76	6.88	6.87	7	6.93	7.48	7.03	6.95	7.08	*	6,5 à 9	
Cond (us/cm)	676	686	716	704	706	836	727	806	695	729	719	707	*		
TUR (NTU)	10.5	7.09	15.9	14.8	11.2	0.92	10.1	0.75	5.28	1.12	6.98	5.11	5 NTU		
TH (°F)	22	17	24	27	26	30	25	27	19	28	23	23	*	50	
TA (°F)													*		
TAC (°F)	36	36	32	36	38	38	36	30	42	40	40	28	*		
Cl (°F)	3	4	5	4	3.5	7	5	9	5.5	9	9	7.5	35,2°F		
Cl (mg/l)	21.3	28.4	35.5	28.4	24.85	49.7	35.5	63.9	39.05	63.9	63.9	53.25	250 mg/l		
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	439.2	439.2	390.4	439.2	463.6	463.6	439.2	366.0	512.4	488.0	488.0	341.6	*		
M. Org. (mg/l)													*	5	
NH <sub>4</sub> (mg/l)	0.15	0.11	0.08	0.1	0.08	0.12	0.012	0.025	0.036	0.11	0.015	0.032	1,5mg/l		
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.015	0.052	0.008	0.005	0.009	0.01	0.021	0.012	0.014	0.012	0.07	0.065	3mg/l		
NO <sub>3</sub> (mg/l)	4.8	5.3	6.5	9.3	9.8	9.4	9.6	3.6	12	10.8	12.3	9.8	50mg/l	5	
F (mg/l)													1,5mg/l		
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)	0.05	0.01	0.008	0.021	0.013	0.005	0.05	0.01	0.02		0.03	0.02	0,5mg/l	0,1 à 0,5	
Fer mg/l	1.32	1.51	1.15	0.78	1.34	0.05	1.10	0.03	2.44	0.06	0.90	0.56	0,3mg/l		

出典: SDE

添付資料 2.10 DAKAR2 水源井戸水質分析一覽(3/4)

井戸群	KELLE						KEBEMER		基準値	
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F1			
時期	Dec-11	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	OMS	SDE
月日	13-Dec	13-Dec	13-Dec	13-Dec	13-Dec	13-Dec	13-Dec	13-Dec	*	
T(°C)	30.5	30.5	30.5	30.3	30.4	30.4	28.6		*	
pH	7.34	7.5	7.46	7.37	7.38	7.46	7.73		*	6,5 à 9
Cond (us/cm)	246	231	229	254	237	228	244		*	
TUR (NTU)	0.64	0.2	0.58	0.35	0.44	0.37	0.5		5 NTU	
TH (°F)	15.6	14.8		16.4	14.8	13.6	15.6		*	50
TA (°F)									*	
TAC (°F)	16.4	16	16.6	16.8	16	16.8	15.6		*	
Cl (°F)	6.5	6.5	5.5	6.5	6.5	5.5	6.5		35,2°F	
Cl (mg/l)	46.15	46.15	39.05	46.15	46.15	39.05	46.15		250 mg/l	
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	200.1	195.2	202.5	205.0	195.2	205.0	190.3		*	
M. Org. (mg/l)									*	5
NH <sub>4</sub> (mg/l)									1,5mg/l	
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.007	0.01	0.006	0.007	0.004	0.006	0.006		3mg/l	
NO <sub>3</sub> (mg/l)									50mg/l	5
F (mg/l)									1,5mg/l	
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)									0,5mg/l	0,1 à 0,5
Fer mg/l	0.01	0.12	0.08	0.15	0.09	0.13	0.08		0,3mg/l	

出典: SDE



添付資料 2.11 DAKAR2 水源井戸水質分析一覧(4/4)

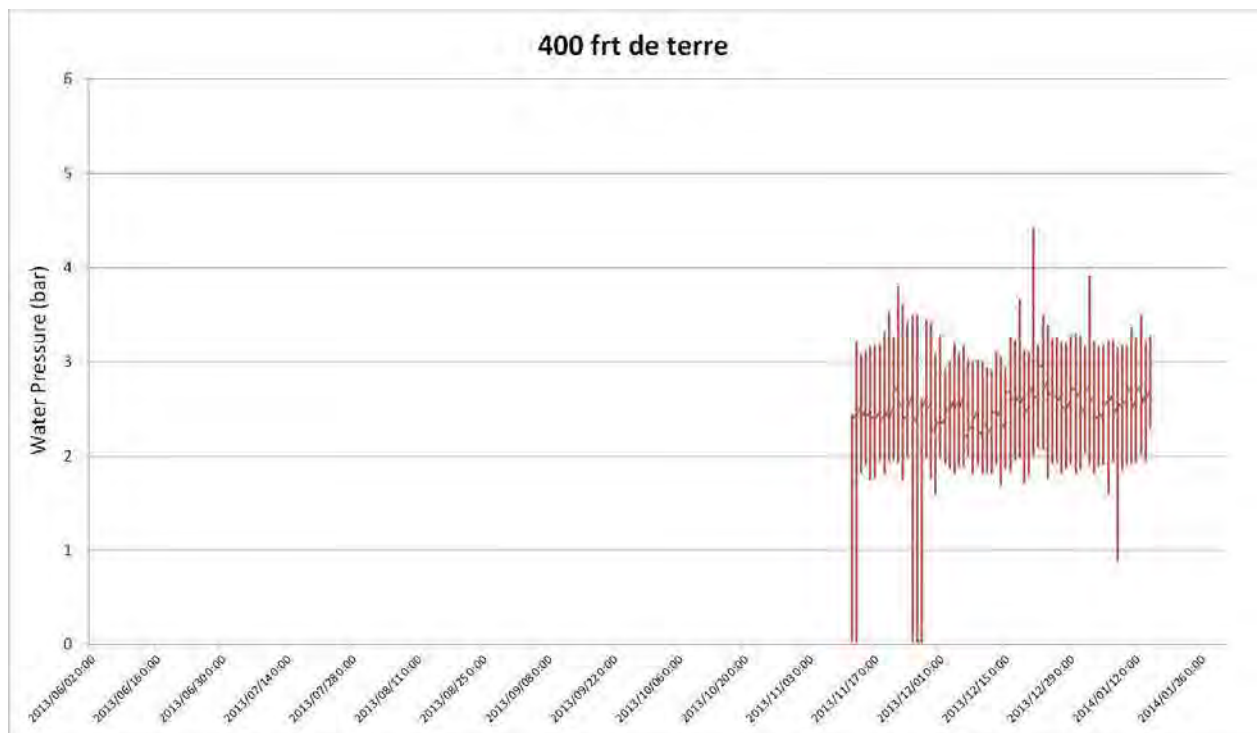
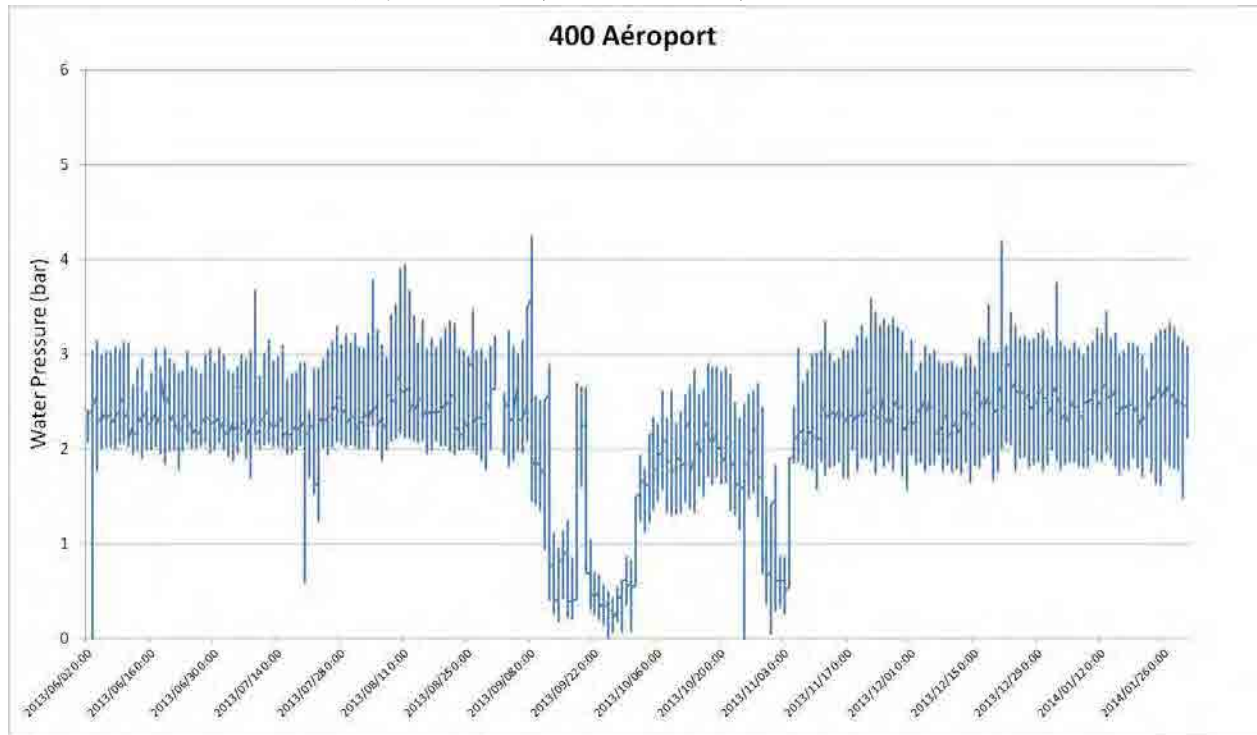
井戸群	LITTORAL NORD								基準値		
	井戸	FLN 1 bis	FLN2	FLN4 bis	FLN5	FLN7	FLN8	FLN9			FLN10
時期	Dec-12	Dec-10	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12	Dec-12		
月日	11-Dec	8-Dec	11-Dec	11-Dec	11-Dec	11-Dec	11-Dec	11-Dec	11-Dec	OMS	SDE
T(°c)	30.8	30.6	30.9	30.5	30.8	30.9	31.5	30.5		*	
pH	7.42	7.29	7.36	7.43	7.42	7.45	7.47	7.49		*	6,5 à 9
Cond (us/cm)	264	471	276	247	259	264	224	516		*	
TUR (NTU)	1.2	1.91	0.56	0.39	1.11	0.46	0.61	0.8		5 NTU	
TH (°F)	17.2	18.4	16.8	14.8	14	15.6	14	14.8		*	50
TA (°F)		0								*	
TAC (°F)	17.2	13.8	17.2	16.4	16.4	16.2	14.2	16		*	
Cl (°F)	8	10	8	7.5	8	8	6	7.5		35,2°F	
Cl (mg/l)	56.8	71	56.8	53.25	56.8	56.8	42.6	53.25		250 mg/l	
HCO <sub>3</sub> (mg/l)	209.8	168.4	209.8	200.1	200.1	197.6	173.2	195.2		*	
M. Org. (mg/l)										*	5
NH <sub>4</sub> (mg/l)		0								1,5mg/l	
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.006	0.005	0.008	0.007	0.004	0.003	0.008	0.005		3mg/l	
NO <sub>3</sub> (mg/l)		0								50mg/l	5
F (mg/l)										1,5mg/l	
Mn <sup>2+</sup> (mg/l)		0.048								0,5mg/l	0,1 à 0,5
Fer mg/l	0.12	0.00	0.03	0.13	0.02	0.05	0.12	0.04		0,3mg/l	

出典: SDE

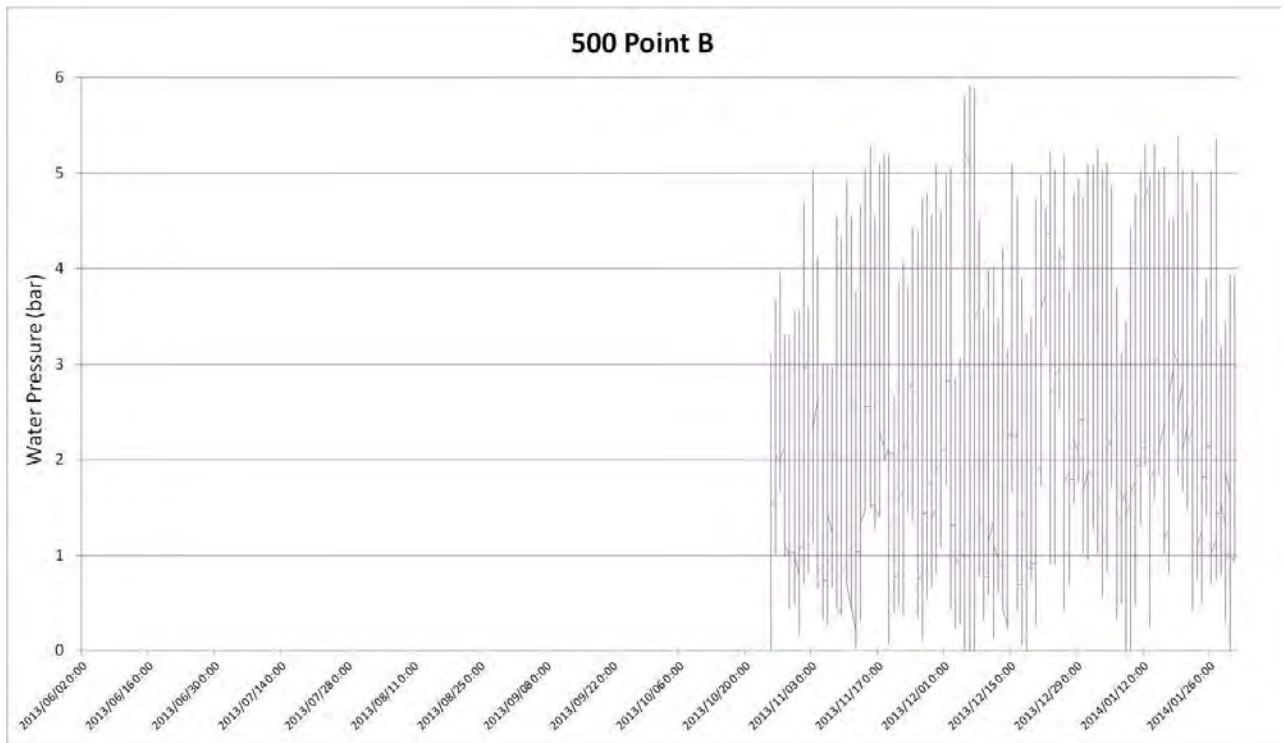
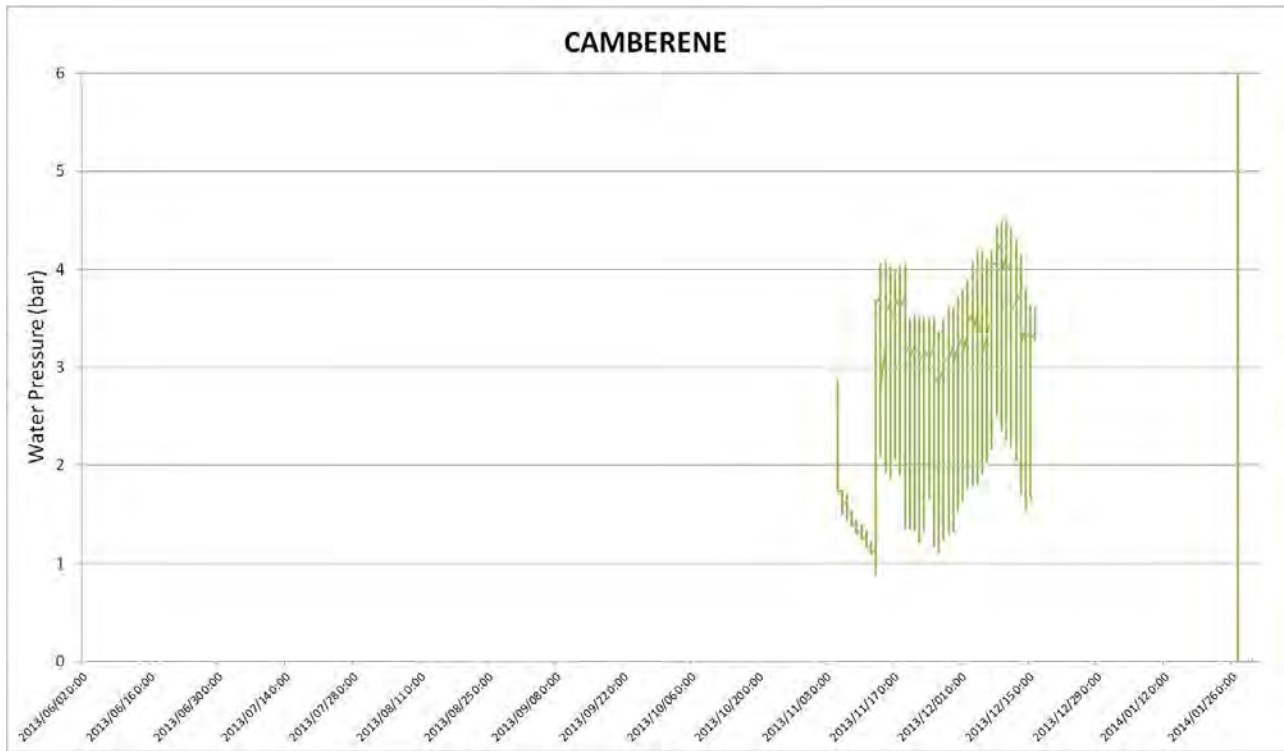
添付資料 2.12 貯水池水質分析表 (期間:2013年11月18日から21日)

採水場所	Point B送水口	Point B貯水池 A	Point B貯水池 B	貯水池 Point G	貯水池 Castel	マメル配水池 (5000 m3)	水質基準	
採水日	18-Nov	18-Nov	18-Nov	18-Nov	21-Nov	18-Nov	WHO	S.D.E.
Cl <sub>2</sub> (mg/l)	4.28	0.16	0.69	0.27	0.51	0	0,1 à 2	
PH	7.68	7.72	7.5	7.38	7.58	7.38	6,5 à 8,5	6,5 à 9
Cond (us/cm)	1108	1240	525	597	950	510	*	*
Cl <sup>-</sup> (mg/l)	201.4	238.6	68.86	87.71	182.7	65.23	250 mg/l	
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	25.76	31.67	20.2	24.55	28.5	21.50	*	250
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	274.5	274.5	183	183	231.8	164.7	*	
CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	0	28.97	0	0	0	0	*	*
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	11.6	28.97	1.41	0.77	1.23	0.50	50 mg/l	
Ca <sup>++</sup> (mg/l)	96.3	104.25	50.08	52.14	73.09	49.86	250 mg/l	
Mg <sup>++</sup> (mg/l)	14.4	12	9.67	13.28	13.92	8.59	*	*
Na <sup>+</sup> (mg/l)	114.35	145.07	50.63	52.46	103.03	42.75	200	
K <sup>+</sup> (mg/l)	5.23	5.77	3.1	4	5.05	3.23	*	20
Fer (mg/l)	0.78	0.49	0.46	0.54	0.39	1.18	0,3 mg/l	

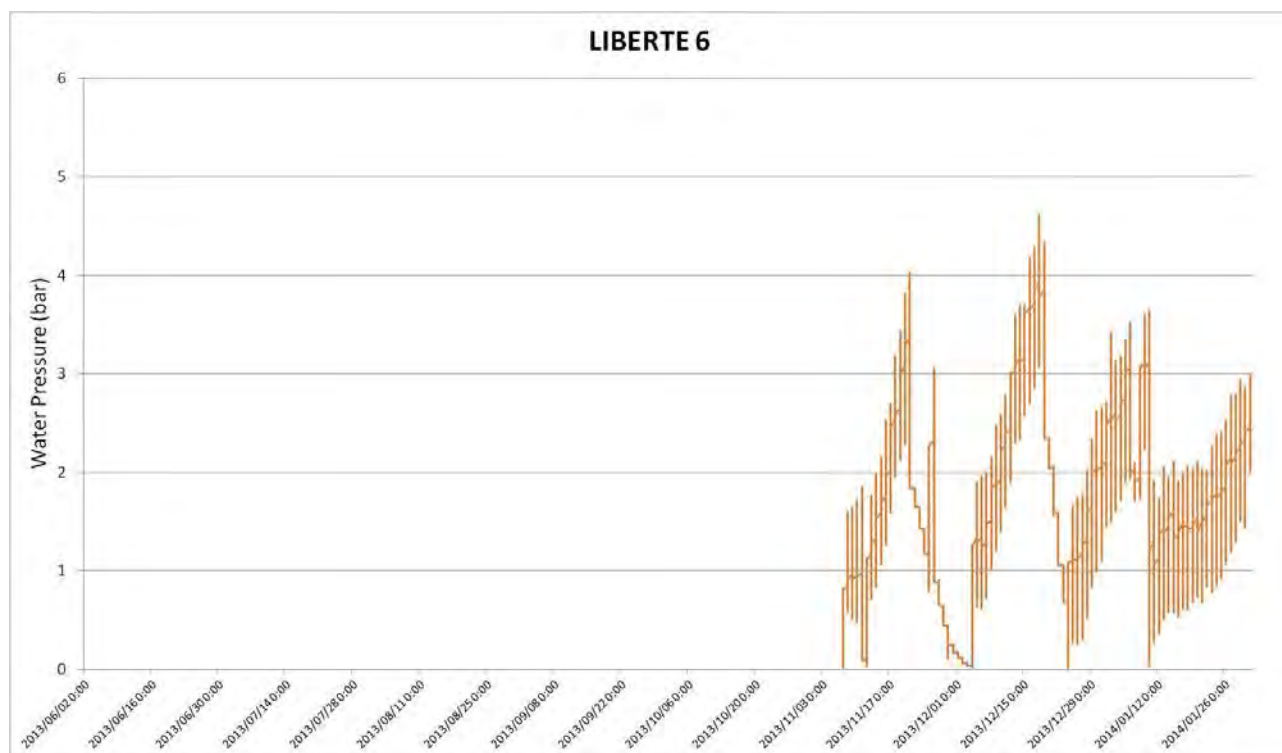
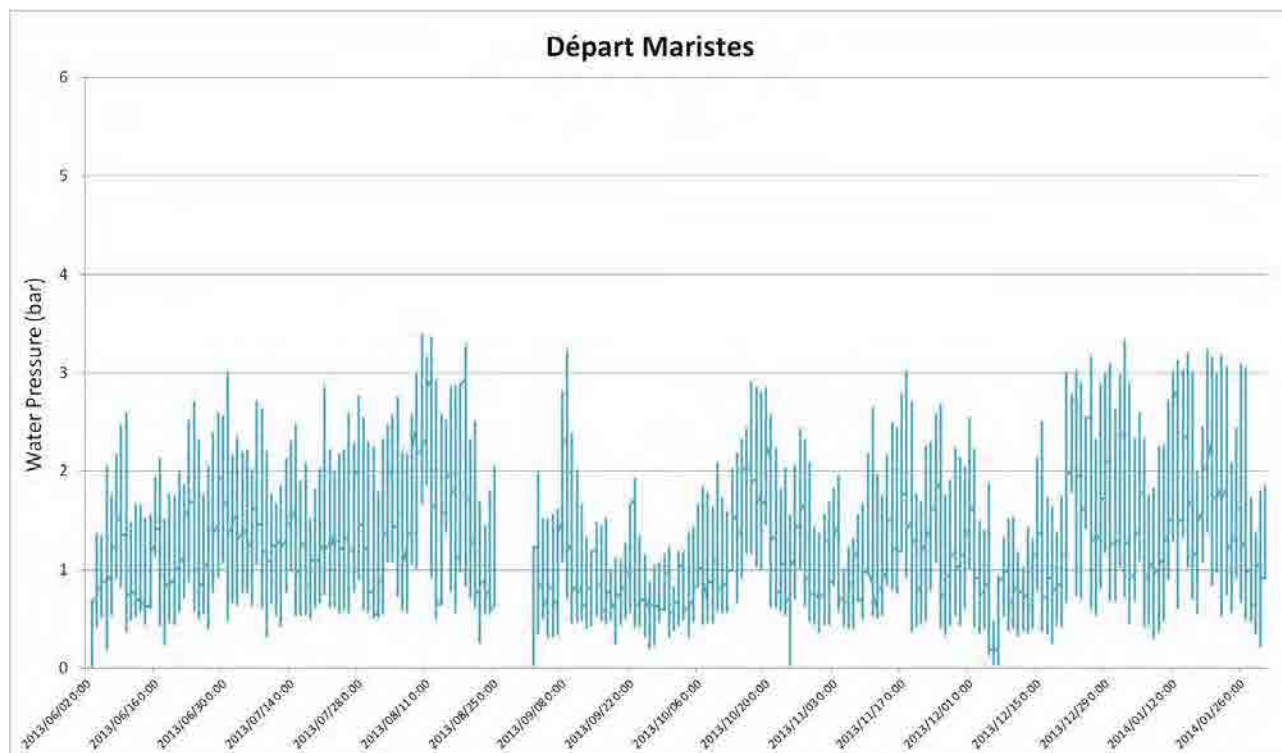
添付資料 2.13 送水管路および配水管路内における水圧



(1 bar = 10,000 Pa)



(1 bar = 10,000 Pa)



出典:SDE

(1 bar = 10,000 Pa)

添付資料 2.14 「セ」国における5か年投資計画

Annex 3 A L'AVENANT No. AU CONTRAT D'AFFERMEGE: PROGRAMME QUINQUENNAL D'INVESTISSEMENTS														
DESIGNATION DES PROJETS		COUT (Million FCFA)	SOURCE DE FINANCEMENT	GC	Equipement	Reseaux /conduites	Branchements	Etudes /contrôle	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>A. REGION DE DAKAR</b>														
<b>1.</b>	<b>PROGRAMME D'URGENCE DAKAR (2013-2017)</b>	<b>2100</b>			780	1320			840	1260				
a.	Programme de renouvellement de 10 forages a Dakar	2100	SONES											
<b>2.</b>	<b>STATION DE DEFERRISATION AU POINT K</b>	<b>4530</b>	<b>BOAD EN COURS</b>	<b>2039</b>	<b>2174</b>	<b>91</b>		<b>227</b>	<b>1359</b>	<b>2945</b>	<b>227</b>			
a.	Realisation d'une station de deferrisation de 40000 m3/j et rehabilitation d'un reservoir de 5000 m3 au point K	4530												
<b>3.</b>	<b>STATION DE DESALEMENT A DAKAR DE 2500M3/J</b>	<b>40000</b>	<b>JICA EN COURS</b>	<b>19400</b>	<b>18600</b>	<b>800</b>		<b>1200</b>				<b>20000</b>	<b>18000</b>	<b>2000</b>
<b>4.</b>	<b>PROGRAMME D'INVESTISSEMENT PRIORITAIRE DU PEPAM</b>													
<b>(1)</b>	<b>Zone 1 - Dakar</b>	<b>4089</b>												
a.	Travaux de construction d'un nouveau chateau d'eau de 2000m3 aux MADELEINES, Rehabilitation du chateau d'eau existant de 1200 m3 et Renouvellement de l'alimentation electrique de l'usine de deferrisation de THAROYE	1245	AFD/BEI/UE/SONES	1059	50	137			498	747				
b.	Travaux d'extension de reseaux et realisation de bornes fontaines a DAKAR et GUEDEWAYE	284	AFD/BEI/UE/SONES				284		114	171				
c.	Travaux d'extension de reseaux et realisation de bornes fontaines dans la zone de KEUR MASSAR AFRUFSQUE	903	AFD/BEI/UE/SONES				903		361	542				
d.	Travaux d'extension de reseaux et realisation de bornes fontaines dans la zone de RUFISQUE A SANGALKAM	715	AFD/BEI/UE/SONES				715		286	429				
e.	Travaux de renforcement de reseaux a DAKAR	347	AFD/BEI/UE/SONES				347		139	208				
f.	Supervision des travaux	595	AFD/BEI/UE/SONES					595	357	238				
<b>SOUS TOTAL REGION DE DAKAR</b>		<b>50719</b>							<b>2595</b>	<b>4954</b>	<b>2945</b>	<b>20227</b>	<b>18000</b>	<b>2000</b>
<b>B. RENFORCEMENT PRODUCTION &amp; DISTRIBUTION VILLES DE L'INTERIEUR</b>														
<b>1.</b>	<b>PROGRAMME D'INVESTISSEMENT PRIORITAIRE DU PEPAM</b>													
<b>(1)</b>	<b>Zone 2 - Nord</b>	<b>4869</b>												
a.	Travaux de realisation de deux (2) forages a LOUGA et a NDIOCK SALL	123	AFD/BEI/UE/SONES	123					123					123
b.	Travaux d'equipement de deux (2) nouveaux forages a LOUGA et a NDIOCK SALL	279	AFD/BEI/UE/SONES		279				279					279
c.	Travaux de construction d'un chateau d'eau de capacite de 1500 m3 SAINT LOUIS	484	AFD/BEI/UE/SONES	484					318	166				484
d.	Travaux de construction d'un chateau d'eau de capacite de 1100 m3 a LOUGA	435	AFD/BEI/UE/SONES	435					286	149				435
e.	Travaux de construction de deux (") chateau d'eau de capacite de 400 m3 et 500 m3 a KEBEMER et a DHARA	726	AFD/BEI/UE/SONES	726					567	158				725
f.	Travaux de renforcement, d'extension de reseaux et de bornes fontaines dans les localites de SAINT LOUIS, LOUGA, DAHRA et KEBEMER	387	AFD/BEI/UE/SONES				387		352	34				386
g.	Travaux de fourniture et pose d'une conduite de refoulement en fonte ductile DN350 a SAINT LOUIS	736	AFD/BEI/UE/SONES				736		294	441				735
h.	Travaux d'extension de l'Usine de traitement de KHOR de SAINT LOUIS, de la prise d'eau de BANGO et de construction d'une station de pompage	1164	AFD/BEI/UE/SONES	605	500	58				582	582			1164
i.	Supervision des travaux	535	AFD/BEI/UE/SONES					535	384	151				535
<b>(2)</b>	<b>Zone 3 - Contres</b>	<b>5397</b>												
a.	Travaux de realisation de trois (3) forages a THIES, DIOURBEL et MBACKE	345	AFD/BEI/UE/SONES	345					345					345
b.	Travaux de realisation de deux (2) forages a MBOUR et a SOMONE et rebouchage du forage FS de Mbour	156	AFD/BEI/UE/SONES	156					156					156
c.	Travaux d'equipements de cinq (5) nouveaux forages: F10bis de THIES, F10 de MBOUR, F2 de SOMNE, F2TER de DIOURBEL et F4 MBACKE	530	AFD/BEI/UE/SONES		530				414	116				530
d.	Travaux de construction d'une station de pompage et d'une conduite de refoulement en fonte ductile DN300 a THIES	587	AFD/BEI/UE/SONES		29	558			235	352				587
e.	Travaux de construction de deux (2) chateau d'eau de capacite 2000 m3 et 200 m3 a THIES et PIRE	764	AFD/BEI/UE/SONES	764					306	459				765
f.	Travaux de construction d'un chateau d'eau de capacite de 700 m3 et 100 m3 a SOMONE et POPENGUINE	636	AFD/BEI/UE/SONES	636					451	185				636
g.	Travaux de construction d'un chateau d'eau de capacite de 200 m3 a DIAKHAO	153	AFD/BEI/UE/SONES	153					119	33				152
h.	Travaux de renforcement, d'extension de reseaux et de bornes fontaines dans les regions de THIES	853	AFD/BEI/UE/SONES				853		543	310				853
i.	Travaux de renforcement, d'extension de reseaux et de bornes fontaines dans les regions de DIOURBEL et DAKAR (RUFISQUE)	791	AFD/BEI/UE/SONES				791		504	288				792
j.	Supervision des travaux	582	AFD/BEI/UE/SONES					582	437	146				583
<b>(3)</b>	<b>Zone 4 - Sud&amp;Est</b>	<b>4642</b>												
a.	Travaux de realisation de deux (2) forages a BAKEL et a TAMBACOUNDA	155	AFD/BEI/UE/SONES	155					155					155
b.	Travaux d'equipement de forage dans les localites de TAMBACOUNDA, BAKEL, VELINGARA, KOLDA, OUSSOUYE, BIGNONA, ZIGUNCHOR et SEDHOU	512	AFD/BEI/UE/SONES		512				512					512
c.	Travaux de construction d'un chateau d'eau d'une capacite 1300 m3 a TAMBACOUNDA	694	AFD/BEI/UE/SONES	694					243	451				694
d.	Travaux de construction d'un (1) chateau d'eau d'une capacite de 300 m3 a BAKEL	293	AFD/BEI/UE/SONES	293					293	0				293
e.	Travaux de renforcement et d'extension de reseaux, dans les Regions de TAMBACOUNDA, BAKEL et KEDOUGHOU	703	AFD/BEI/UE/SONES				703		502	201				703
f.	Travaux de renforcement et d'extension de reseaux, dans les Regions de VELINGARA, KOLDA, SEDHOU, OUSSOUYE et BIGNONGA	453	AFD/BEI/UE/SONES				453		387	66				453
g.	Travaux de rehabilitation et d'extension de l'usine de traitement de ZIGUNCHOR	1339	AFD/BEI/UE/SONES	696	576	67			536	536	268			1340
h.	Spervision des travaux	493	AFD/BEI/UE/SONES					493	370	123				493





添付資料 3.1 地域別飲料水関連データ (2010 年)

		Number of Connection		Water Consumption (m <sup>3</sup> /day)		Water Consumption per Connection (L/day)		User Number per Connection		Population		Unit Water Consumption (L/day)			Total Population
		Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Both	
Dakar 1	Grand Dakar	9,958	39	8065	161	809.9	4117.4	10	137	99580	5343	81.0	30.1	78.4	104923
	Sicap	18,849	6	14185	37	752.5	6090.9	10	137	188490	822	75.3	44.5	75.1	189312
	Front de Terre	19,426	87	12739	272	655.8	3122.4	10	137	194260	11919	65.6	22.8	63.1	206179
	Grond Yoff	30,246	59	20744	192	685.8	3252.3	10	137	302460	8083	68.6	23.7	67.4	310543
	Plateau	15,016	107	11234	479	748.1	4477.6	10	137	150160	14659	74.8	32.7	71.1	164819
	Sum/ Average	93,495	298	66967	1140	716.3	3824.7	10	137	934950	40826	71.6	27.9	69.8	975776
Dakar 2	Guédiawaye 1	13,966	40	7874	62	563.8	1538.8	10	137	139660	5480	56.4	11.2	54.7	145140
	Guédiawaye 2	14,632	109	7094	221	484.8	2025.5	10	137	146320	14933	48.5	14.8	45.4	161253
	Pikine	11,236	47	6554	232	583.3	4927.7	10	137	112360	6439	58.3	36.0	57.1	118799
	Parcelles	28,178	62	17791	155	631.4	2492.6	10	137	281780	8494	63.1	18.2	61.8	290274
	Thiaroye	39,525	287	18200	774	460.5	2696.0	10	137	395250	39319	46.0	19.7	43.7	434569
	Sum/ Average	107,537	545	57513	1442	524.8	2646.3	10	137	1075370	74665	53.5	19.3	51.3	1150038
RUFISQUE	Sangalkam	3,385	68	1611	310	476.0	4553.3	10	137	33850	9316	47.6	33.2	44.5	43166
	Bargny	4,263	71	1936	298	454.2	3357.5	10	137	42630	9727	45.4	24.5	41.5	52357
	Rufisque	29,270	196	13987	641	477.9	3269.6	10	137	292700	26852	47.8	23.9	45.8	319552
	Sebikotane	2,465	80	1196	374	485.1	4670.9	10	137	24650	10960	48.5	34.1	44.1	35610
	Sum/Average	39,383	415	18730	1563	475.6	3765.1	10	137	393830	56855	47.6	27.5	45.0	450685
Total	226449	1218	135337	4083	597.6	3352.2	10	137	2404150	172346	59.8	24.5	54.1	2576496	

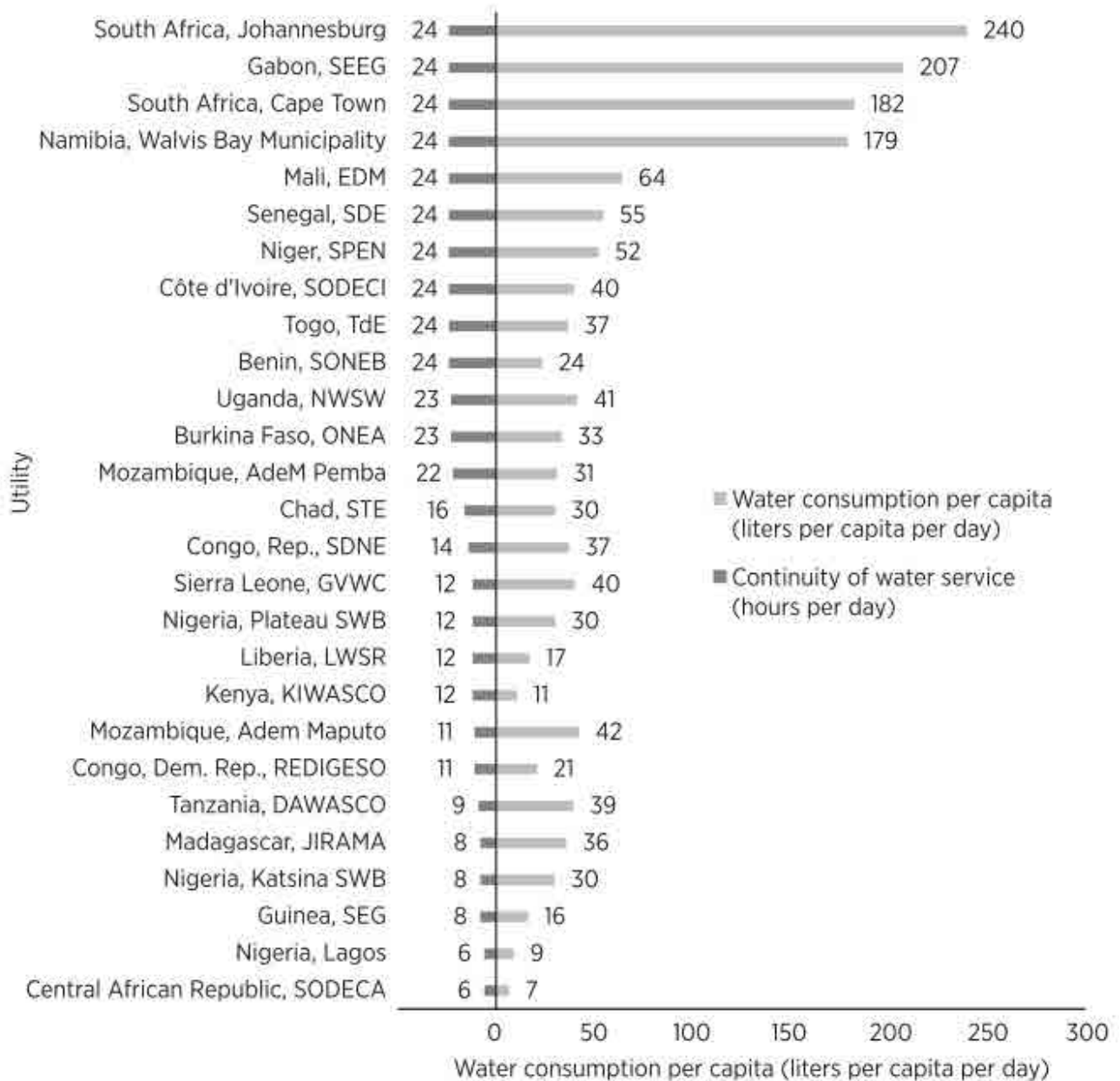
添付資料 3.2 地域別飲料水関連データ (2011 年)

		Number of Connection		Water Consumption (m <sup>3</sup> /day)		Water Consumption per Connection (L/day)		User Number per Connection		Served Population		Unit Water Consumption (L/day)			Total Population
		Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Both	
Dakar 1	Grand Dakar	10,496	39	8172.7	152.9	778.6	3920.0	10	137	104960	5343	77.9	28.6	75.5	110903
	Sicap	19,852	6	14648.0	31.1	737.9	5183.6	10	137	198520	822	73.8	37.8	73.6	199342
	Front de Terre	20,476	84	13092.7	252.3	639.4	3093.9	10	137	204760	11508	63.9	21.9	61.7	216268
	Grond Yoff	32,329	58	21688.5	194.4	670.9	3351.5	10	137	323290	7946	67.1	24.5	66.1	331236
	Plateau	15,729	108	11183.3	459.1	711.0	4251.1	10	137	157290	14796	71.1	31.0	67.7	172086
	Sum/ Average	98,882	295	68785.1	1089.8	695.6	3694.3	10	137	988820	40415	69.6	27.0	67.9	1029235
Dakar 2	Guédiawaye 1	14,589	50	8027.9	66.2	550.3	1324.5	10	137	145890	6850	55.0	9.7	53.0	152740
	Guédiawaye 2	15,040	106	7112.2	214.0	472.9	2019.3	10	137	150400	14522	47.3	14.7	44.4	164922
	Pikine	11,765	54	6488.0	269.9	551.5	4998.4	10	137	117650	7398	55.1	36.5	54.0	125048
	Parcelles	29,353	57	17922.1	155.0	610.6	2719.4	10	137	293530	7809	61.1	19.8	60.0	301339
	Thiaroye	41,278	295	18316.9	780.3	443.7	2645.1	10	137	412780	40415	44.4	19.3	42.1	453195
	Sum/ Average	112,025	562	57867.1	1485.5	516.6	2643.2	10	137	1120250	76994	51.7	19.3	49.6	1197244
RUFISQUE	Sangalkam	3,738	73	1749.4	367.4	468.0	5032.3	10	137	37380	10001	46.8	36.7	44.7	47381
	Bargny	4,458	56	1928.0	212.3	432.5	3790.4	10	137	44580	7672	43.2	27.7	41.0	52252
	Rufisque	31,848	211	14544.1	700.8	456.7	3321.1	10	137	318480	28907	45.7	24.2	43.9	347387
	Sebikotane	2,566	85	1278.0	429.1	498.1	5048.7	10	137	25660	11645	49.8	46.8	45.8	37305
	Sum/Average	42,610	425	19499.5	1709.5	457.6	4022.4	10	137	426100	58225	45.8	29.4	43.8	484325
Total	238928	1232	138124	4219	578.1	3424.2	10	137	2535170	175634	57.8	25.0	52.5	2711084	

添付資料 3.3 地域別飲料水関連データ (2012 年)

		Number of Connection		Water Consumption (m <sup>3</sup> /day)		Water Consumption per Connection (L/day)		User Number per Connection		Population		Unit Water Consumption (L/day)			Total Population
		Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Private	Public	Both	
Dakar 1	Grand Dakar	10,902	38	8327.5	144.4	763.9	3799.6	10	137	109020	5206	76.4	27.7	74.2	114226
	Sicap Liberté	20,629	8	15040.9	28.3	729.1	3540.8	10	137	206290	1096	72.9	25.8	72.7	207386
	Front de Terre	21,476	80	13487.3	222.3	628.0	2778.4	10	137	214760	10960	62.8	20.3	60.7	225720
	Grond Yoff	35,300	63	23400.4	154.6	662.9	2453.2	10	137	353000	8631	66.3	17.9	65.1	361631
	Plateau	16,503	106	11338.2	442.3	687.0	4172.9	10	137	165030	14522	68.7	30.5	65.6	179552
	Sum/ Average	104,810	295	71,594	992	683.1	3362.2	10	137	1048100	40415	68.3	24.5	66.7	1088515
Dakar 2	Guédiawaye 1	15,334	49	8388.5	76.5	547.1	1561.8	10	137	153340	6713	54.7	11.4	52.9	160053
	Guédiawaye 2	15,627	117	7145.1	208.8	457.2	1784.7	10	137	156270	16029	45.7	13.0	42.7	172299
	Pikine	12,265	57	6952.0	284.6	566.8	4993.0	10	137	122650	7809	56.7	36.4	55.5	130459
	Parcelles	29,871	53	17790.4	142.3	595.6	2684.4	10	137	298710	7261	59.6	19.6	58.6	305971
	Thiaroye	44,024	306	19747.9	689.6	448.6	2253.4	10	137	440240	41922	44.9	16.4	42.4	482162
	Sum/ Average	117,121	582	60,024	1,402	512.5	2408.5	10	137	1171210	79734	51.2	17.6	49.1	1250944
RUFISQUE	Sangalkam	4,437	83	1913.7	326.6	431.3	3934.8	10	137	44370	11371	43.1	28.7	40.2	55741
	Bargny	4,995	57	2068.8	205.6	414.2	3606.7	10	137	49950	7809	41.4	26.3	39.4	57759
	Rufisque	35,664	226	16200.8	687.4	454.3	3041.5	10	137	356640	30962	45.4	22.2	43.6	387602
	Sebikotane	2,802	90	1381.1	460.3	492.9	5114.2	10	137	28020	12330	49.3	37.3	45.6	40350
	Sum/Average	47,898	456	21564.3	1679.8	450.2	3683.8	10	137	478980	62472	45.0	26.9	42.9	541452
Total	254495	1284	144794.0	3996.9	568.9	3112.9	10	137	2698290	182621	56.9	22.7	51.6	2880911	





出典: Africa Infrastructure Country Diagnostics, 2011

添付資料 3.4 個別給水による一日一人当たり水使用量

添付資料 3.5 2035 年までの水需要予測

		Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Dakar 1	Population		2592191	2647751	2702030	2757422	2813949	2871635	2918729	2966597	3015249	3064699	3114960	3166045	3217968	
	Unit Water Consumption		69.797369	67.890181	66.683685	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	
	Water Consumption	Potable Use	68107	69875	72586	75536	78219	80979	83483	86047	88673	91362	94115	96934	99820	
		Industrial and Commercial Use	24905	26055	25017	25530	26054	26588	27024	27467	27917	28375	28841	29314	29794	
		Agricultural Use	435	338.72055	174.41918	1700	170	170	170	170	170	170	170	170	170	
		Others	11699	11837.934	12001.09	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
		Sum	105146	108107	109779	113237	116442	119377	122677	125684	128760	131907	135126	138417	141784	
	Recovery Rate		Average	0.80	0.80	0.73	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	Water Demand	Average	131400	135495	149516	141546	145553	149671	153346	157105	160950	164884	168907	173022	177230	
		Peak Ave. x 1.1	144540	149045	164467	155701	160108	164638	168680	172815	177045	181372	185798	190324	194953	
	Dakar 2	Unit Water Consumption		51.263943	49.574335	49.103461	51	53	55	56	57	58	59	60	61	62
Water Consumption		Potable Use	58955	59353	61426	63970	66920	69379	71673	74150	76688	79289	81956	84688	87488	
		Industrial and Commercial Use	4318	4439	4835	4934	5035	5139	5223	5308	5395	5484	5574	5665	5758	
		Agricultural Use	235	256	148	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
		Others	2675	2809.1233	2745.3589	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	
		Sum	66183	66857	69154	71754	74505	77368	79746	82308	84933	87623	90380	93203	96096	
Recovery Rate		Average	0.78	0.76	0.91	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
Water Demand		Average	85213	87653	75682	89693	93131	96709	99683	102885	106167	109529	112975	116504	120120	
		Peak Ave. x 1.1	93734	96418	83250	98662	102444	106380	109651	113174	116783	120482	124272	128153	132132	
RUFISQUE		Unit Water Consumption		45.026905	43.79095	42.929291	43	44	45	46	47	48	49	50	50	
		Water Consumption	Potable Use	20293	21209	23244	24207	25110	26254	27122	28019	28945	29903	30891	31913	32968
	Industrial and Commercial Use		3453	3007	3723	3800	3878	3957	4022	4088	4155	4223	4292	4363	4434	
	Agricultural Use		7839	7676.4329	7080	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	
	Others		1345	1176.0274	978.89589	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
	Sum		32929	33059	35026	36007	37087	38211	39144	40107	41100	42126	43184	44276	45403	
	Recovery Rate		Average	0.76	0.81	0.78	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	Water Demand	Average	43335	40734	45017	45008	46359	47764	48930	50134	51376	52657	53980	55345	56753	
		Peak Ave. x 1.1	47669	44808	49519	49509	50995	52540	53823	55147	56513	57923	59378	60879	62429	
	Dakar Region	Water Consumption	Potable Use	147355	150437	157256	163713	170048	176612	182278	188215	194306	200554	206962	213535	220276
			Industrial and Commercial Use	3276	33502	33576	34264	34967	35683	36269	36863	37468	38082	38707	39342	39987
Agricultural Use			8509	8271.4521	7402.1315	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	
Others			15719	15823.085	15725.345	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	
Sum			204259	208033	213959	220997	228034	235315	241567	248099	254794	261656	268689	275897	283283	
Recovery Rate		Average	0.79	0.79	0.79	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
Water Demand		Average	291948	295892	302215	308247	317043	326144	333958	342124	350493	359070	367861	376871	386104	
		Peak Ave. x 1.1	316943	321270	328237	334872	344547	354558	363154	372136	381342	390777	400447	410358	420515	
Dakar 1		Population		3270743	3324383	3378903	3434317	3490940	3547886	3606072	3665211	3725321	3786416	3848513	3911629	3975760
		Unit Water Consumption		78	79	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
		Water Consumption	Potable Use	102774	105799	108896	110681	112497	114342	116217	118123	120060	122026	124030	126064	128132
	Industrial and Commercial Use		30283	30780	31284	31798	32319	32849	33388	33935	34492	35058	35633	36217	36811	
	Agricultural Use		170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	170	
	Others		12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	
	Sum		145228	148749	152350	154649	156986	159361	161775	164223	166722	169256	171833	174451	177113	
	Recovery Rate		Average	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	Water Demand	Average	181534	185936	190438	193311	196232	199201	202218	205285	208402	211571	214791	218064	221391	
		Peak Ave. x 1.1	199688	204530	209481	212642	215855	219121	222440	225814	229242	232728	236270	239870	243530	
	Dakar 2	Unit Water Consumption		63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
Water Consumption		Potable Use	90357	93237	96308	99394	102555	105792	109109	112505	115984	119544	123195	126930	130755	
		Industrial and Commercial Use	5853	5949	6046	6145	6246	6349	6453	6559	6666	6775	6887	6999	7114	
		Agricultural Use	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	
		Others	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	
		Sum	99060	102035	105205	108389	111551	114991	118411	121914	125500	129172	132931	136780	140719	
Recovery Rate		Average	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
Water Demand		Average	123825	127619	131506	135487	139564	143739	148014	152392	156875	161465	166164	170975	175899	
		Peak Ave. x 1.1	136207	140381	144656	149035	153520	158113	162816	167631	172562	177611	182780	188072	193489	
RUFISQUE		Unit Water Consumption		50	50	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
		Water Consumption	Potable Use	34059	35185	36348	37550	38792	40075	41400	42769	44184	45645	47154	48713	50324
	Industrial and Commercial Use		4507	4581	4656	4733	4810	4889	4969	5051	5134	5218	5303	5390	5479	
	Agricultural Use		7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	
	Others		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
	Sum		46566	47766	49005	50283	51602	52964	54369	55820	57317	58862	60457	62104	63803	
	Recovery Rate		Average	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	Water Demand	Average	58207	59707	61256	62854	64503	66205	67962	69775	71646	73578	75572	77630	79754	
		Peak Ave. x 1.1	64028	65678	67381	69139	70953	72825	74758	76752	78811	80936	83129	85393	87729	
	Dakar Region	Water Consumption	Potable Use	227190	234281	241552	247626	253843	260209	266725	273397	280227	287220	294379	301708	309211
			Industrial and Commercial Use	40643	41309	41987	42675	43375	44087	44810	45545	46292	47051	47822	48607	49404
Agricultural Use			7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	7320	
Others			15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	15700	
Sum			290853	298610	306559	313321	320239	327315	334555	341962	349539	357291	365221	373334	381635	
Recovery Rate		Average	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8		
Water Demand		Average	395566	405263	415199	423651	432298	441144	450194	459452	468923	478613	488526	498668	509044	
		Peak Ave. x 1.1	430923	441589	452519	461817	471328	481059	491013	501197	511616	522275	533179	544335	555748	

# 面談録集

2014年2月3日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月3日 (月曜日) 15:00 ~16:30			
件名:本調査の概要説明とマメル淡水化プラント建設について			
	所属	役職	氏名
先方	Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement (水・衛生省)	Chief of Urban Hydraulique (都市水道部長)	Mr. Mortalla Seye
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		坪池明日香 Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： 水・衛生省水道局			

面談内容：

1. 水不足対策

政府は2017年の大統領選挙の前に2013年のKMSからの断水事故などの対策を策定する必要がある。その対策案として①井戸の増設、②淡水化プラントの建設、③KMSの能力拡張がある。このうちKMSの拡張は湖からの取水計画はNational Hydraulic Agencyの担当である。湖の利水は農業用水の開発が主であり実施までは時間がかかる。KMSはダカールから遠く(250km)送水のリスクも大きい。マメル淡水化プラントはダカールに近く優先的に実現したい。

収集資料：組織図

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月3日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月3日 (月曜日) 16:55 ~18:00			
件名:本調査の概要説明とマメル淡水化プラント建設について			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directrice Generate	Ms. Anta SECK
		Directeur des Etudes et de la Planification	Ms. Fatou NDIAYE
		Directeur des Travaux	Mr.El Hadji Ada NDAO
		Chief Service Planification	Mr. Siaka SADIO
		Direction des Etudes et de la Planification	
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		坪池明日香 Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部会議室			

面談内容：

1. 情報収集および現地踏査

Ms. NDIAYE が質問票にあるデータの提供と現地踏査 (マメル、KMS) について調整を行う。

2. 水不足対策

対策案はマスタープランのシナリオの実施に時間がかかるので政府の資金で10本の井戸の新設を先におこなう。次に大統領選挙(2017年)前に淡水化プラントの実施をしたい。その後KMSの浄水場の拡張を行う。

2. マメル淡水化プラント建設

淡水化プラントの建設工程についてJICA側から一般論として以下の説明を行った。

プラントの設計に1年、建設に2年と最低3年は必要。これにFS調査1年と借款手続き、入札手続き、コンサルタント契約など考慮すると合計5年は必要である。特に自然条件調査は重要である。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月4日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月4日 (火曜日) 14:55 ~17:00			
件名:給水の現状			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur des Etudes et de la Planification	Ms. Fatou NDIAYE
		Chief Service Planification	Mr. Siaka SADIO
		Direction des Etudes et de la Planification	
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. 情報収集および現地踏査

質問票の内容確認、マメル淡水化プラント候補地と市内水道施設見学設定（2014年2月5日）。

2. 現況

水源からの送水管は KMS を出発点に途中で井戸群からの水を足してダカールまで送水している。水源別の生産量の割合は表流水 70%、地下水 30%で年々地下水の割合が減少している。送水管は途中 2カ所のブースターポンプで送水している。このため停電が発生すると送水できなくなる。NRW の割合は全国で 20%である。水道管は古いものがまだ多い。漏水の原因となっている。年間 60km の更新を行っている。

3. 水不足対策

政府の資金で建設する 10本の井戸は一カ所ではなく各井戸群の送水管近くに増設する。このため新たな送水管の建設は不要である。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月4日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月4日 (火曜日) 9:20 ~11:00			
件名:本調査の概要説明とマメル淡水化プラント建設について			
	所属	役職	氏名
先方	SDE	Directeur Technique et du Développement	Mr. Aladji DIENG
		Directeur de l'Exploitation	Mr. Abdul BALL
		DTD Chef de Service	Mr. Fadel BAL
		Ingénieur Etude	Mr. Amaue SOW
	SONES		Ms.Ndiaye
当方	JICA セネガル事務所		坪池明日香
	コンサルタント		Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SDE 本部			

面談内容：

1. コンセッション契約

2013年12月31日に契約を2018年12月31日まで Amendment No.7として5年間更新した。  
契約は技術的項目、水質、サービス、D 等よりなる。

2. 業務内容

セネガル国全域を対象として生産と配水を行っている。2013年の全生産量は154,822million m3  
でこれの約75% (116,116 million m3)がダカールである。給水率の目標は85%であるが現在  
80.19%.

3. メンテナンス

施設の維持管理はSDEの責任である。送配水管路の維持管理を行っている。  
管路の更新を年間60km行っている。そのうち17kmはSDEの負担で43kmはSONESの負担  
である。更新工事はSDEのスタッフの直営あるいは外注で行っている。1996年より更新工事  
を行っているが管路は古く十分な効果はでていない。

4. 漏水対策

漏水は市民の通報（フリーダイヤル）により修理チームが対応している。

収集資料：

SENEGALISE DES EAUX (SDE 事業の紹介 Power Point)

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)



2014年2月3日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月3日 (月曜日) 12:20 ~15:30			
件名:本調査の概要説明とマメル淡水化プラント建設について			
	所属	役職	氏名
先方	Ministère de l'hydraulique et de l'assainissement (水・衛生省)	大臣	Mr.Pape DIOUF
	SONES	総裁	Ms. Anta SECK
当方	JICA セネガル事務所	次長	柴田和直 坪池明日香
	コンサルタント		Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： 水・衛生省大臣室			

面談内容：

1. 調査の趣旨説明 (峰次長)

日本は都市部の水問題に関心がある。JICA は次のステップにダカールの都市給水の F/S を考  
えている。今回の調査はそのための情報収集である。

2. 海水淡水化(大臣)

セネガル政府にとって海水淡水化は緊急の課題である。JICA とこの件ですでに話が進んでい  
ると聞いている。大統領の目標は 2016 年、早期に実現するように検討して欲しい。淡水化プ  
ラントが必要であるとの政府の方針である。

3. 実施時期(峰次長)

市民の期待、政府の意向についてよく理解しているので本調査を通じて十分に調査したい。  
他国の例から調査に時間がかかることは避けられない。淡水化には多くの電力を必要とする  
ので水料金や生産コストについても検討を要する。環境についても自然条件を 1 年間調査す  
るなどある期間が必要。これに加えて各プロセスで時間を要する。時間との闘いであるが品  
質についても確保する必要がある。我々として最大の努力はするが実現不可能であることを  
ご理解願いたい。

4. SONES (総裁)

SONES は必要な資料を提供する。加えて状況は深刻で 2017 年までに実現したい。マメル淡水  
化プラントの測量、環境調査についても準備を始めている。

5. まとめ

(大臣) いずれにせよ、できるだけ早期に、また短縮できるものは努力してほしい。

(次長) 日本にかぎらずある程度の期間は係る。努力できはしてゆきたい。工事をいそいだばかり  
にうまく稼働しないという事態は避けたい。市民に裨益するものを作る。

(大臣) 確かに他の民間等の選択肢はあるがコストが高い。市民に裨益するコスト設定が必要。

(次長) 最近の家賃値下げ法にもあるようにその視点重要。

(大臣) 地方給水も重要(無償案件)。

(次長)聞き置いた本部に連絡したい。加えてタンバクンダ、マタム、ケドラグ3州対象の地方衛生改善プロジェクト(トイレの建設)を実施している。

(大臣)よい結果を期待している。

収集資料：

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月5日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月5日（水曜日）9：50～16:30			
件名:マメル淡水化プラント建設候補地踏査			
	所属	役職	氏名
先方	SONES		Mr. Siaka Sadio
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： マメル配水池、プラントポイント B			

面談内容：

1. マメル淡水化プラント建設計画地域

マメル淡水化プラントの建設予定地は道路を挟んでマメル配水池の西北に位置する。取水予定地点は海岸から約20km沖。排水の放出先も20kmを予定している。海岸は砂浜と急な崖(約30m)よりなっている。崖の上には灯台があり灯台の周囲は公用地となっている。この公用地が建設予定地(約6ha)である。マメル配水池は複数の貯水槽合計35,000m<sup>3</sup>から形成されている。現在水はポイントBよりポンプで送水されここより重力で市内に配水されている。配水には塩素ガスが注入されている。淡水化プラントで生産された水はこれらの既存配水池を利用して市内に配水される。計画容量は当初25,000 m<sup>3</sup>/dayで最終的に50,000 m<sup>3</sup>/dayを予定している。現在、環境評価調査の準備中である。

2. プラントポイントB

ここは市内のSONESとSDE本部の近くに位置する。KMS浄水場とGNITH浄水場からの2本の主送水管で送水された水を合流させて2箇所の貯水池(5,000m<sup>3</sup> x 2)に貯留する。KMS浄水場とダカールの間にある井戸群の水はそれぞれの場所で主送水管に合流している。この貯水槽にはダカール市内の井戸からの2,100m<sup>3</sup>/dayも直接貯水槽へ流入している。ポイントBからはマメル配水池や他の配水システムなどへポンプで圧送している。ポイントBにはSDEの最大のワークショップがありポンプやモーターの修理を行っている。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月6日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月6日 (月曜日) 9:10 ~12:30			
件名:都市給水の3者(水衛生省・SONES)の契約更新について			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Chief Service Planification (4)	Mr. Siaka Sadio
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. SONESの組織図：責任者の名前、要員数などの追記を依頼。
2. 3者契約の概要について

1996年に基本契約合意、2006年まで有効そのご契約延長を約2年毎に行った。2013年12月に7回目の更新契約(2018年12月まで)を行った。この契約書は基本事項の他、政府とSONES、SONESとSDEの相互契約も含まれている。ただし4版はサインされず契約書に含まれていない。SDEは業務内容をSONESに報告し、SONESは毎年政府へ活動内容を報告する。

政府とSONESの契約はコンセッション契約とPlant契約からなる。コンセッション契約現在2回めの更新契約、Plant契約は原契約から変更なし。

3. 水道・衛生に関する9つの法律集

3者契約の基本になっている1995年のpppの法律「Recueide Textes Mai 2012」

- ① 水の生産、送水、配水、エネルギー
- ② 水法
- ③ 会社法
- ④ 都市給水
- ⑤ 地方給水
- ⑥ インフラ、建設、工事
- ⑦ サービス・衛生
- ⑧ 1997 コミテイ・会社
- ⑨ 追記
- ⑩ SONESの仕事の法律

4. 水道のパイプライン・データ

送水管のデータは容易であるが配水管のデータは困難。

配水管の独立前の古いデータは特に困難

5. 給水状況

サービスエリア別のデータが必要。地域別の契約数で確認したい。

浄水場からダカールの間でどれだけの出入りがあるか確認する必要がある。

6. その他

配水管網は地形図にプロットしたものが欲しい。明日質問票の A から始める。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月6日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月6日（木曜日）14:50～16:30			
件名:SONES 事業と PEPAM の役割			
	所属	役職	氏名
先方	PEPAM (Programme Eau Portable & Assainusa meul du Milliniumue (ミレニアム開発目標:MDGs)	Chief	Mr.
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： PEPAM			

面談内容：

PEPAM は政府、SONES、SDE の契約の監査を行い。MDGs の目標（給水率の向上の達成）の調整を行い SONES のプロジェクトを支援する。2015 年の目標 Urban で 88%、 Semi-Urban で 79%

- (ア) 現在のプロジェクトの管理
- (イ) 世界銀行の資金の財務管理
- (ウ) コンセッション契約の技術面の監査（世銀の資金で行う）
- (エ) 2018 年以降の契約の後押し

- SONES は水道管の 43km の延長に責任ある。
- 現在の Operation、PPP は 良好。コストを低減すればもっと良い。これまで契約を更新しているが次回 2018 年には仕切りなおしも必要。
- Taiff は 2003 年以来変更なし。2014 年に変更の予定。淡水化の導入が予定されているが料金は Net Work 全体で考える。
- 2010 年に Willingness to pay の調査を行った（この資料を入手すること）
- EU が Tariff についての調査を始める予定。
- 湖からの導水は灌漑用水で計画されている。水省の責任で行う。工事費 130million。この水を購入する。
- KMS からの水の一部は灌漑に使用。
- PEPAM は 2015 年以降は PEPAM2 として 2025 年までの目標を設定する。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月7日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月7日（金曜日）16:45～17:30			
件名： 海水淡水化事業について			
	所属	役職	氏名
先方	三菱商事	所長	本野盛一郎 船川夏子、 <u>Mr.Ndama Diouf</u> , Amadou Beye
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希
場所： 三菱商事ダカール駐在事務所			

面談内容：

1. 電力事情

モーリタニアの天然ガスによる電力開発を共同で行い。発電量の50%をセネガルに送電する計画が進められている。セネガルの電力事情は厳しい。しかしながら10MWは大きくないので電力公社(SENLEEC)が必要な電力を供給する可能性もある。専用の発電所の建設との比較が必要。

2. 淡水化プラントの建設

2017年の建設稼働は現実的でない。新国際空港の建設も予定より遅れている。政府としては未完成でもコミットできれば良いのではないか。

3. ODA 事業

三菱としては現在具体的な ODA 事業はない。三菱重工が火力発電所のクレーム処理をおこなっている。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)



2014年2月7日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月7日 (月曜日) 9:20 ~11:00			
件名： 水質管理			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur du Contrôle de l'Exploitation Chef de Service Contrôle Technique et Qualité Eau	Mr. Birma Maguette LEYE Mr. Omar DIOM
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr. Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. 水質の管理体制

SDE は全国で年間 9,500 サンプルの生物化学的分析（大腸菌）と 2,500 サンプルの化学分析を行う契約となっている。SDE は毎月分析結果を SONES に提出している。SONES は配水管の水質を週一回分析して SDE の分析結果をクロスチェックしている。分析はそれぞれの水質分析室でおこなっている。一部のサンプルを外部に依頼して分析することもある。水質分析の詳細は契約書に示してある。水質基準は契約書に含まれている。SDE は緊急時には直ちに SONES へ報告する。

2. 地下水の水質

一部の地下水の水質に問題がある。それらは鉄分、硝酸塩、フッ素、塩素などである。水質分析結果は来週月曜日（2月10日）に用意する。

3. 顧客からの苦情

水質の安全確保は SDE の責任である。水質に関する苦情は SDE の顧客窓口を通じて対応する。大きな問題は SONES が対応する。

4. 既存主要水道施設のデータ

来週月曜日（2月10日）に用意する。

以上

（上記記録は先方の確認を得たものではない。）

2014年2月10日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月6日（月曜日）13:50～14:15			
件名:都市給水の3者（水衛生省・SONES）の契約更新について			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur des Travaux Chef of service	Mr. El Hadji Ada NDAO Mr. Siaka Sadio
当方	コンサルタント		萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. マスタープランの需要予測

需要予測の基礎データの質問票と回答用紙を手渡す。用意次第回答する。

明日関係スタッフとの会議を設定するのであとで連絡する。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月10日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月10日 (月曜日) 15:00 ~16:30			
件名: マメル淡水化プラント建設と AFD の援助方針			
	所属	役職	氏名
先方	AFD (Agency Francaise Development)		Mr. Daniel Lubeth Mr. Benjamin Grand
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		坪池明日香 Mr. Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr. Moustapha Sene (通訳)
場所： AFD ダカール事務所			

面談内容：

1. マメル塩水淡水化プラントと AFD

AFD はマメル淡水化プラントに関するレターを SONES から受けとっている。レターによれば JICA がすでに財務的支援を約束しているとある。このレターは AFD にこのプロジェクトへの参加を要請していない。もしプロジェクトがセネガルと日本だけで実施するならば AFD は本プロジェクトに介入する予定はない。しかし協調融資などが検討されれば参加を検討したい。もし調査を共同で出来るなら参加したい。Ngapura の塩水淡水化プラントは何もコミットしていない。

2. PEPAM

EU はセネガルの水セクターのために PEPAM へ 50,000 000 ユーロ融資した。このうち 20,000,000 ユーロは AFD が分担した。このプログラムは 2008 年から 2014 年の 5 年計画で行われている。新たな設備投資や生産量の拡大よりも漏水対策のリハビリに援助したい。

3. 緊急援助

AFD は 2013 年の KMS の断水事故が再び起こらないようにダカールの水道施設に緊急援助として 10,000,000 ユーロを融資した。このプロジェクトの目的は電気設備や電子システム、パイプライン、ポンプシステムの更新や修繕などである。

4. KMS の拡張

AFD は SONES から KMS 浄水場の拡張プロジェクト(2020 年目標)の財務的支援の要請書を受け取っている。KMS の拡張計画にはダカールまでの新たな送水管の計画がふくまれる。このため新たな FS 調査が必要であるが実施する予定はない。

5. 水道セクターの課題

水道料金が最大の問題である。Administration billing が private billing の 3 倍もある。実際 Administration billing の 220 億 SFA の内政府が負担しているのは 150 億 SFA で 70 億 SFA が不足している。この対策として料金制度を改定するしかない。

6. 水道セクターのリフォーム

SONES と SDE の 5 年の契約更新に当たり監査制度を取り入れた。

7. 淡水化プラント計画について

セネガル政府は淡水化プラントの当初計画では2010年の運転開始としていた。マメル淡水化プラントの計画は25,000 m<sup>3</sup>/day から 50,000 m<sup>3</sup>/day と 75,000 m<sup>3</sup>/day までである。スケールをどうきめるのか大切である。

8. AFD からのリクエスト

月末までに今回の調査結果を報告してほしい。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月7日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月11日（火曜日）10:20～10:30			
件名： 財務			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur du Financier et Compatable（財 務・会計部長）	Mr. Abdourahmane NDIAYE
当方	コンサルタント		萩原隆之、 Mr. Lamine SARR（通訳）
場所： SONES 本部			

面談内容：

- 財務・会計部は SONES の資金調達を含めた財務・会計業務を行っている。ドナーとの協議においても窓口になる。
- SONES は SDE の財務状況について毎年モニターしているが、それは他部（Directeur du Control de l'Exploitation：運営管理部）の業務である。
- SONES は政府からの補助を受けずに独立採算で経営している。

収集資料：

SONES の財務諸表（損益計算書、貸借対照表：2012年までの3年分）

以上

（上記記録は先方の確認を得たものではない。）

2014年2月11日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月6日 (月曜日) 17:15 ~18:45			
件名:マメル淡水化プラントの環境影響調査について			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur des Travaux Chef of service	Mr. Siaka Sadio
当方	コンサルタント		藤波正人、Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. マメル淡水化プラント環境調査の進捗

Public Market Code に従って SONES より環境省の DEEC へマメルと Ngaparou 淡水化プラントの環境調査の伺い書を提出 (2013年7月17日)。これに対して環境省 DEEC より確認の公式レターが発信された(2013年9月13日)。レターには環境調査の TOR が添付されている。SONES はこの TOR に基づいて民間の環境コンサルタントを選定して環境調査を行う。

これに先立ち SONES は 2013年4月3日に環境コンサルタントの仕事の予告を主要新聞と Commercial Chamber と Central Market Division の web site に掲載した。

現時点 (2014年2月)において SONES は環境調査の入札書類準備中である。SONES の社内の PSM (Public Procurement Unit)で書類を審査中である。このあと社外の Central Market Division で審査の手続きが必要である。SONES から入手した行程表によれば環境調査の契約予定日は 2014年4月30日。調査完了目標は 2015年6月26日である。

2. マメル淡水化プラントの位置

マスタープランではマメル淡水化プラントの位置は住民の移転が必要で土地収用が困難な場所に設定されていた。このため SONES は土地収用に問題のない場所を新たに選定し測量を実施した。対象地域は全て公用地で面積は約 6ha ある。海水取水パイプと排水パイプの海岸からのルートは当初と同じルートである。

収集資料：

- SONES が環境省の DEEC へ提出したマメルと Ngaparou の淡水化プラントの環境調査申請の手紙  
Objet: Projet de construction d'une station de dessalement d'eau de mer á Dakar et Ngaparou,  
Termes de references pour la selection d'un consultant pour la realization des etudes bathymétriques,  
géotechniques, qualité de l'eau, maritimes et environnementals (17 July 2013)
- 環境省の DEEC から SONES へ出された指示書: LA DIRECTRICE (13 Sept 2013)
- マメル淡水化プラントの位置図 (A4)
- 環境調査の工程表 (Plan dePassation des marches de la direction des etudes et de la planification)

pour la gestion 2014)

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)



2014年2月11日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月11日（火曜日）16:35～17:10			
件名:マメル淡水化プラントの環境影響調査について			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur des Travaux Chef of service	Mr. Babacar Ndiaye
当方	コンサルタント		藤波正人、Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. マメル淡水化プラント環境調査の進捗

マスタープランでは社会環境調査は実施していない。環境省に環境調査の申請をして承認にと TOR を受けて民間環境コンサルタントに調査を委託する。国有地地収用の依頼レターは財務省に提出済であるが正式な回答はまだない。環境調査の詳細は Mr.SAIDO が詳しい。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月11日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月11日 (月曜日) 14:00~15:00			
件名： 運営管理			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur du Control de l'Exploitation	Mr. Birma Maguette LEYE
当方	コンサルタント		萩原隆之、 Mr. Lamine SARR (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

- 運営管理部の主要な業務は SDE による水道事業運営を監督するものである。
- セネガルの水道料金は、下水道料金と合わせて SDE が回収している。
- 回収された水道料金の中から、SDE は Affermage 契約で定められた式に従った額を収入として取り、残りを SNNES にリース代として支払っている。
- 下水道料金として回収された金額は SDE から ONAS (Office National de l'Assainissement du ) に引き渡される。
- 水道料金は、一般家庭 (メーターの口径 15mm 以下)、大口の家庭 (メーター口径が 15mm 超)、政府系機関、学校、宗教施設、商業施設、工業施設などのカテゴリーに分類され、それぞれに単価が設定されている。
- 水道料金は 2 ヶ月に一度回収する。
- 一般家庭の最初の 10m<sup>3</sup>分 (2 ヶ月) は貧困者対策として低い単価に抑えている。
- 一方、政府系機関の水道料金は、一般消費者への水道料金を低く抑えるために非常に高い金額となっている。一般家庭の水道料金は 2005 年以降据え置きとなっており、それに対し、政府系機関の水道料金は 2011 年まで大幅に上昇した。
- 現在、全てのカテゴリーを含めた平均単価は約 500 F.CFA/m<sup>3</sup> (税抜き)。税込では約 600 F.CFA/m<sup>3</sup> である。
- 水道料金は毎年改定の議論がなされている。SONES は当面の投資計画などをもとに政府に料金を提案し、協議を経て政府により料金が決定される。
- SONES は今年料金の値上げを提案しており、これまでの議論に従うと、今年是一般消費者の料金も値上げの対象となる見込み。値上げ幅は全体で 4~5%程度であろう。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月11日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月11日（火曜日）11:20～12:20			
件名： マスタープランの需要予測			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Chef of service	Mr. El Hadji Moustapha DIOUF
当方	コンサルタント		藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES			

面談内容：

1. マスタープランの需要予測

マスタープランについて理解しておらず説明できない。

BPの消費量については世帯、家族、ハウスなど定義が一定していない。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

## 面談録

日時： 2014年2月14日（金曜日）9:45～11:15			
件名:SDEの水道施設のメンテナンス体制			
	所属	役職	氏名
先方	SDE	Sub Director Maintenance Central	Mr. Mamadou GUEYE
当方	コンサルタント		藤波正人 Mr. Lamine SARR（通訳）
場所： SDE Plant B			

面談内容：

#### 1. 組織と要員

Maintenance CentralはプラントB構内に位置しSDE全体の施設機器の運転を管理している。電気技術部、機械技術部と計画管理部よりなる。電気技術部は電気技術課(要員4名)と電子通信課(要員2名)よりなる。機械技術部はひとつの課よりなり要員は17名そのうち機械工が7名、大型トラックの運転手3名である。管理部は3名よりなる。これらを部長、副部長が管理している。要員は管理者と秘書を含めて27名である。

#### 2. 業務内容

Maintenance Centralは施設の機器の運転維持管理に責任を持つが管路の漏水などは対象外である。電気技術課は水道施設の電気系統設備(変圧器など)の維持管理を行う。電子通信課はモニタリングシステムで水道施設の運転状況を管理している。機械技術部はポンプの修理と据え付けを担当する。管理部は部長の直轄で主業務はメンテナンス計画作成、Intervention Workingの指導、インベントリの作成、機器調達などである。

#### 3. メンテナンス用機材・所有車両

Maintenance Centralのワークショップにはポンプ修理設備とポンプ試験用のピットがある。修理後ポンプを運転して性能を確認している。水中モーターポンプのモーターの修理はできない。井戸用水中モーターポンプの据え付け取り出しのための大型専用トラックが2台。ポンプなどの運搬用トラック1台がある。この他に13台のピックアップトラックがある。SDEはこれらの機器を使用してセネガル全域の水中モーターポンプの維持管理を行っている。ポンプの修理は原則として現場で行う。現場で解決しない場合はワークショップに持ち帰る。交換か修理を判断して対応する。ワークショップで修理不可能な場合は外部へ委託する。

#### 4. メンテナンス体制

Maintenance CentralはSDEの水道施設の全機器のメンテナンスに責任を持つ。主な機器はポンプとそのモーターである。メンテナンスは別に行われる。プラントBの他にKMSとGNIITHの浄水場、MEKHEとCARMELステーションのブースターポンプステーションの5カ所ある。各ステーションにメンテナンスチームがある。故障などの修理は各チームで行う。彼らが対応出来ない場合はMaintenance Centralに依頼する。Maintenance Centralは依頼内容を判断して対応策を決定する。SDEで対応出来ない場合は外部の業者に依頼する。

## 5. モニタリング体制

SDEはKMSからダカールまでの水道施設の運転状況を5箇所のステーションでモニタリングしている。Maintenance Centralはダカール市をKMSとGNIITHは各浄水場でモニタリングしている。ブースターステーションMEKHEとCARMELはそれぞれのブースターポンプと井戸群をモニタリングしている。各ステーションで処理できない問題が発生した場合はMaintenance Centralが対応する。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

## 面談録

日時： 2014年2月15日 (土曜日) 11:30 ~16:30			
件名:KMS 浄水場見学			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Chief Service Planification	Mr. Siaka Sadio
	SDE	KMS 浄水場機械課長 (Chef Section Mecanique )	Mr.Mbaye Fall
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		峰直樹 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： KMS (Keur Momar Sar)浄水場			

## 面談内容：

## 1. KMS 浄水場概要

KMS 浄水場はダカール市より約 250km 北西に位置する。建設は AFD (フランス開発庁), BEI (欧州開発銀行 KfW(ドイツ)の協調融資で2期に分けてギレール湖 (Lac de Guiers)を水源として建設された。

1期：65,000 m<sup>3</sup>/day (2004年)、2期：65,000 m<sup>3</sup>/day (2008年)、合計 130,000 m<sup>3</sup>/day

## 2. KMS 浄水場モニタリング室

KMS 浄水場はパソコンで運転を管理している。管理用のパソコンには取水施設からダカールへの送水管までのパネルダイアグラムが表示され取水量、送水量、ポンプの運転状況、水質などを常時監視している。

## 3. 水質分析室

水質は自動測定装置で測定されモニタリング室で監視している。これと同時に定期的に原水と処理水の水質を分析測定している。水質分析室には原水と処理水の蛇口があり常時採水可能である。水質分析室の測定機器の大部分はハック製のポータブル型測定器である。このほかにジャーテスター1台がある。ただし沈殿地のフロッグの状況から適正に利用されているかは不明。訪問時に分析担当者は不在であった。

## 4. KMS 浄水場

KMS 浄水場は取水口、着水井、沈殿池、濾過フィルター、貯水槽、薬品注入施設からなる。KMS 浄水場は Phase1 と Phase2 に分けて建設された。このため着水井から貯水槽まで2グループより形成されている。取水口はギレール湖 (Lac de Guiers)から直接流れ込み式で取り入れている。訪問時の取水量は (Phase1:1,938m<sup>3</sup>/h と Phase2 : 2,302m<sup>3</sup>/h の合計 4,240 m<sup>3</sup>/h) であった。湖水は2段のスクリーンを通して水槽に導き塩素注入する。取水された水は途中で凝集剤 (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)や PH 調整剤(Ca(OH)<sub>2</sub>) を注入してポンプで着水井へ送水される。着水井から凝集沈殿池にサイフォンで送水される。凝集沈殿池の上澄みを集めて砂濾過フィルターへ送水する。砂濾過フィルターは30時間毎に約15分の逆洗浄を行っている。原水の濁度は11TU、濾過後の濁度は2TUを表示。フィルターを通過した水は貯水槽 (Phase1: 5,000m<sup>3</sup> と Phase2 :

5,000m<sup>3</sup> の合計 10,000m<sup>3</sup>) に貯留される。貯留水は塩素消毒された後 4 台の送水ポンプで ALG2 (1,000mm)を使用してダカール市内のプラント B へ送水される。日平均送水量は 135,672m<sup>3</sup>/day (5,653m<sup>3</sup>/h x 24 時間)である。

#### 5. 電源

電源は SONELC(電力公社)からの 33KV の配電である。これを変圧器で 6.6KV に変圧して使用している。使用電力は約 3,000KW である。予備電源としてジーゼル発電機(1,619KW) 2 台を所有している。

#### 6. KMS 浄水場送水管事故

浄水場からダカール市内への送水本管の出発点に支管でサージタンク 3 台と連結している。2013 年 9 月送水鉄管(口径 1,200mm)とサージタンクからの支管(口径 800mm)との接点が破断して送水が長期に渡り停止された。この鉄管の接合は建設当時現場溶接で行われた。破断地点は過去に漏水などで修理したことがある。今回の破断は溶接箇所である。破断箇所はフランスで作成した一体化した鉄管に置き換えられた。今回の修理は緊急的に行った。現在 4 社に水理学的な検討、本格対策を依頼している。この中から最善の解決方法を選定する予定である。

#### 7. 送水管路

KMS 浄水場と GNITH 浄水場からダカールへの送水管は国道 2 号線の北側に沿って平行に埋設されている。GNITH 浄水場からの管は ALG1(900mm) 1971 年建設、KMS からの管は ALG2 (1,000mm) 2004 年建設である。管路の途中には空気弁、分岐管、ドレーン用のボックスが設置されている。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)



2014年2月15日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月15日 (土曜日) 17:00 ~17:50			
件名:Mékhé ポンプ場見学			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Chief Service Planification	Mr. Siaka Sadio
	SDE	Mékhé ポンプ場電気課長 (Chef Section Electrunique)	Mr. Sidy Mdiye
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		峰直樹 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： Mékhé ポンプ場			

面談内容：

1. Mékhé ポンプ場

Mékhé ポンプ場は GNITH 浄水場と KMS 浄水場から THIES 貯水槽への送水管 ALG1(900mm)と ALG2(1,000mm)のブースターポンプ場である。ブースターポンプは5台で1台は予備である。KMS 浄水場からの距離は約150kmである。Centre Littoral Nord の水源井戸水が途中で ALG1 に注入されている。訪問時の吸い込み側の水圧は約2bar 加圧後の水圧は18.2bar である。送水量は ALG1 で3,555m<sup>3</sup>/h、ALG2 で5,661m<sup>3</sup>/h の合計9,216m<sup>3</sup>/h である。ALG2 の KMS 浄水場での送水量は5,653m<sup>3</sup>/h でありこの間でほとんど漏水はないと推測される。

2. コントロールシステム

Mékhé ポンプ場は SCADA システムで管理されている。管理範囲は浄水場の送水ポンプと Centre Littoral Nord の水源井戸からポンプ場までである。各井戸からのデータは無線でポンプ場まで送信される。このデータは順番に SCADA システムで検知している。両浄水場からの送水量のデータは電話で SDE の Mékhé 事務所に連絡された後無線で SCADA システムへ送信される。ポンプ場は KfW と AFD の協調融資で2006年に運転開始された。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月18日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月18日 (火曜日) 15:00～16:30			
件名:マメル塩水淡水化プラントの環境評価			
	所属	役職	氏名
先方	Ministere de l'Environnement et du Development Durable (環境・持続開発省)、 Direction de l'Environnement et des Etablissements Classes (環境・特定施設局)	Chef de Bureau (環境影響評価部 長)	Mr.Mbakhave Fall  Ms.Bineta DIAW
当方	コンサルタント		藤波正人  Mr.Moustapha SENE (通訳)
場所： 環境省 環境・特定施設局			

面談内容：

1. マメル塩水淡水化プラントのカテゴリー分類

セネガルでは環境評価をカテゴリーに従って行う。

カテゴリー1は環境に重大な影響を及ぼす可能性を持つ事業。カテゴリー2は環境に限られた影響を及ぼす事業で、初期環境分析の対象となる事業。施設の種類ごとに *Nomenclature Activities* においてカテゴリー1と2に分類されている。マメル塩水淡水化プラントは水道の取水、浄化事業 (A2102 Water Intake, treatment)に分類される。この事業は生産水量 2,000m<sup>3</sup>/day 以上ありカテゴリー1に分類される。

2. 環境評価の手続きと関連法規

1) 公衆・住民参加

カテゴリー1の場合、公衆・住民参加は EIA 調査において非常に重要である。公衆・住民は全ての段階で事業に参加する。公衆・住民参加手続きは事業者へ委託されたコンサルタントによって行われる。事業者は結果を公衆へ報告、公開会議 (*audience publique*) を行い、結果を地元住民に報告、質疑応答を行う。公開会議のコメントを勘案して、報告書の修正を行う。関連法規は省令 *Arreté9468* (環境影響調査への住民参加規則に関する省令)。

2) EIA の報告書

EIA 報告書の目次は環境・特定施設局から *SONES* へのレターに示したとおりである。関連法規は *Arreté9472* (環境影響調査報告書に関する省令)である。

3) 技術委員会によるコメントと修正

EIA の承認は技術委員会 (環境局長と大統領の選定した3人の委員より構成)によって行われる。最終報告書を技術委員会に提出後環境局長による認定が行われる。関連法規は *Arreté9469* (技術委員会の組織と機能に関する省令)と *Arreté 9470* (環境影響調査に関する実務の承認交付条件を定める省令)。

4) EIA の実施方法

セネガルにおける EIA の実施内容は環境・特定施設局から SONES へのレターに示したとおりである。関連法規は Arreté9471(環境影響調査の TOR に関する省令)である。

### 3. 過去の淡水化プロジェクト環境評価調査の事例

Louga New City プロジェクトで Louga 県の Lompoul (Kebemer から西へ約 40km の大西洋岸)の塩水淡水化プラントの事業申請があった(2011 年)。その後プロジェクトは中止され環境影響評価は実施されなかった。

収集資料：

- Nomenclature Activities and Substance
- Nomenclature ICPE Guide de Lecture
- Arreté Ministeriel MJEHP-DEEC No.9468 (2001-Nove-28)
- Arreté Ministeriel MJEHP-DEEC No.9469 (2001-Nove-28)
- Arreté Ministeriel MJEHP-DEEC No.9470 (2001-Nove-28)
- Arreté Ministeriel MJEHP-DEEC No.9471 (2001-Nove-28)
- Arreté Ministeriel MJEHP-DEEC No.9472 (2001-Nove-28)

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月19日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月19日 (火曜日) 15:00～16:30			
件名:マメル塩水淡水化プラントの電力供給			
	所属	役職	氏名
先方	Societe National d'Electricite du Senegal (SENELEC) 電力公社	Director of General Studies	Mr. Bakary DIOP
当方	コンサルタント		萩原隆之、吉川宙希 Mr.Moustapha SENE (通訳)
場所： 電力公社			

面談内容：

1. SENELEC の電力マスタープラン

- 目標年 2019 年
- Sendu (Dakar) 石炭火力発電所：125MW (2015 年 10 月)
- Taiba Ndiaye (Theis Region) 複式発電所(重油・ガス) 70MW (2015 年 7 月)、世界銀行プロジェクト
- 重油火力発電所：20MW (2014 年 10 月)、モーリタニアからの電力供給
- 重油火力発電所 (一次)：80MW (2015 年 3 月)、モーリタニアからの電力供給
- 重油火力発電所 (二次)：250MW (2015 年 3 月)、モーリタニアからの電力供給
- 石炭火力発電所：250MW (2015 年 10 月)

2. マメル塩水淡水化プラントと電力

SENELEC は電力マスタープランに従って 2019 年までにマメル塩水淡水化プラント 50,000m<sup>3</sup>/日に必要な 10MW は Leopold Sedar Senghor 国際空港近くの変電所(30KV Loop)から供給可能である。しかし 100,000m<sup>3</sup>/日に必要な 20MW は能力の大きな変電所(90KV Loop)の建設が必要である。淡水化プロジェクトのために発電機を建設する場所はダカールにはない。一方 SENELEC はマメル塩水淡水化プラント計画に関する書類は一切受け取っていない。そのためマメル塩水淡水化プラント計画は SENELEC の計画に含まれていない。

3. 提言

SENELEC はマメルの電力供給の最適な解決策のために、SONES がマメル塩水淡水化プラントの開発フェーズ毎の将来の全容量を提供するように提言した。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月11日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月11日 (火曜日) 13:50 ~14:15			
件名:SONES の水質データについて			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Chef de Service Contrrole Technique et Qualite Eau	Mr.Omar DIOM
当方	コンサルタント		藤波正人、 Mr.Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. 水源の水質

KMS 浄水場の原水のデータは SDE にある。SONES にはない。地下水水質データは SONES にある。地下水の水質で飲料水として問題な項目は鉄(Fe)、(No3)、塩素(Cl)である。このうち特に問題は鉄で多くの井戸で飲料水基準を超過している。配水池の水質でも鉄分が検出され未処理のまま配水されている。ダカール 2 給水地域の Parcels を除いた地域では鉄分のため着色した水が給水されている。現在対策として鉄分の多い井戸が集中除鉄装置をポイント K の手前に West African Bank の資金で設置する予定である。KMS からの送水管にも複数の井戸から地下水が注入している。これらの内にも鉄分が多い井戸があるが水量が相対的に少ないので問題ない。

2. 地下水位の動向

SONES は帯水層別に地下水観測用のピエゾメーターで地下水位を測定している。Nappes de la zone de Pout Nord と Nappes de la zone de Pout Sud et Theises の地下水位は 2004 年から 2013 年の 10 年間に平均 2m 程度で低下している。一方 Nappes Infrabasaltique の地下水位はほとんど変化しない。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)

2014年2月21日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月21日（金曜日）11:30～13:10			
件名:本調査の中間報告			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Directeur des Etudes et de la Planification	Ms. Fatou NDIAYE
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		Mr.Mamadou Aliou Barry 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr.Lamine 、 Moustapha Sene (通訳)
場所： SONES 本部			

面談内容：

1. 水需要予測と供給

調査団より近年の水源使用量の傾向と将来の水需要予測のレビュー結果を説明した。その後、以下のコメントを SONES より受けた。

- 表流水と地下水はバランスさせて使用したい。地下水はコストが安く使いやすい。水理地質的条件を考慮して長期的に使用したい。(10本の井戸について明言なし)
- KMS3 建設の遅れは政治的理由、KMS3 はコストが高い。
- KMS3 の開発に利用するゲール湖の水利権に問題なし、水量も特に制限されていない。ただし湖水の水質は汚染される可能性が心配される。ゲール湖水公社は何故ゲール湖よりもマメル淡水化を優先するのかと疑問を呈する声もある。
- Ngarparou 淡水化プラントはマメルと同時に環境評価調査を行うが資金源については未定である。
- (処理水の再生利用について) 既存下水処理場 (ONES が管理) の処理水は海へ放出されている。処理水は近い将来に農業用に再利用する計画がある。
- (調査団が行った水需要予測のレビュー結果については特にコメントなし)

2. 漏水対策

- 調査団がデータを示しているダカールの無収水率 (29.8%) は承知している値よりも多い。データの再確認をお願いしたい。

3. 開発シナリオと開発規模

- 調査団はマメル海水淡水化プラントの稼働を 2020 年と想定し複数の事業規模を提案しているが、あくまでも SONES としては 50,000m<sup>3</sup>/日のプラントを 2016 年に完成させる予定である。(業務主任注：SONES は 2016 年の完成を前提としており、その前提から外れた議論には一切乗って来ない雰囲気であった。そのため、マメル淡水化プラント第一期の規模についても、埋めるべき需給ギャップの大小が、2020 年稼働を想定する調査団と食い違っている。したがって今回の会議では、第一期の開発量がいくらであるべきかについての議論に踏み込むことはできなかった。)

- マメル淡水化プラントの 50,000m<sup>3</sup>（2016 年）が開発されればいくつかの井戸を止める予定である。（地下水使用を減らす）
- 政府は KMS3 よりもマメル淡水化プラントを優先している。これは、水源の多様性を高めたいとの考えからである。したがって、KMS3 が先に実施されることはない。
- （調査団のシナリオにはマメルと KMS3 を同時に稼働開始するシナリオがあるが）マメル淡水化プラントと KMS3 を同時に稼働させることは資金の面から困難であろう。
- プティコートはホテルの水需要が多く水が不足している。したがって、同地域とダカールを送水管で繋ぎプティコート側からダカールに配水することは考えていない。
- （マメルではなく Cote Nord に淡水化プラントを建設する案について、調査団は「もしマメル淡水化プラントの取水・排水管路の延長が現計画の 20km になると、MP 内のコスト比較の前提が崩れ、マメルよりも Cote Nord の方がコスト高になると説明したところ、）来週の月曜日（2 月 24 日）に社内の担当者と、必要な取水管路長の根拠等について話しあう。

#### 4. マメル海水淡水化プラント

- 借款をするのは SONES と考えている。AFD とは直接契約しているプロジェクトがある。その他のドナー(kfw)からは政府経由で借る場合もある。借款金額の上限については財務部から回答する。
- 建設予定地の地質調査はまだ行っていない。（近隣プロジェクトの事例などを質問したが回答なし。）
- 土地収用は財務省に手続き中であるがまだ回答はない。従って、まだ完全に解決したとは考えていない。
- CG 会議の PPP 公募の塩水淡水化プラントはマメル淡水化プラントである。まだ JICA 資金が決まったわけではないし、他の資金源を模索するのは当然のことと考える。
- 現在、PEPAM で配水管網の拡張や配水池の増築・新設を進めている。これらの事業（2018 年まで）が完成すれば、マメル淡水化プラントで造水された水は問題なく使用者に配ることができる。
- マメル淡水化プラントからの水はマメル貯水池のみでなく複数の配水池に送水する計画である。
- （調査団より、JICA は配水管網や漏水対策についてもマメル淡水化プラント事業に付帯させて実施する可能性がある」と説明したところ、実施中の事業で十分に配水可能であることを強調したうえで）了解した。幅広い事業への支援を提案してくれるのは歓迎する。

以上

（上記記録は先方の確認を得たものではない。）

2014年2月27日

セネガル国ダカール都市給水情報収集・確認調査団

面談録

日時： 2014年2月27日 (木曜日) 15:20 ~17:30			
件名:第2回中間報告			
	所属	役職	氏名
先方	SONES	Secrétaire Général	Mr.Ibrahima NDIAYE
		Directeur des Etudes et de la Planification	Ms. Fatou NDIAYE
		Director of Control of Operation	Mr. Birame Maguette LEYE
		Director of Finance and Accounting	Mr. Abdourahmane NDIAYE
		Chef Service Etudes et Développement Durable	El Hadji Moustapha DIOUF
		General Secretary of the General Director	Mr. Abdoul NIANG
		Head Officer (Direction of Works)	Mr. Mamadou SARR
当方	JICA セネガル事務所 コンサルタント		坪池明日香 萩原隆之、藤波正人、吉川宙希、 Mr. Moustapha Sene (ローカル) Mr.Lamine Sarr、(通訳)
場所： SONES 本部会議室			

面談内容：

調査団より以下の5項目について説明した。項目毎に以下のコメントをSONESより受けた。

- 水需要予測
- 漏水削減
- 開発シナリオとプロジェクトの規模
- マメル塩水淡水化プラントの計画
- 水道料金とプロジェクトの影響

1. 水需要予測

一人一日当たりの使用水量については目標とする数字はない。マスタープランで使用されている数字で問題ないと思う。提案された80 l/day/capitaは現実とそれほど離れた数字ではない。今後、使用水量について調査をして目標値を定める必要がある。目標年の設定については特段のコメントなし。

2. 漏水削減



漏水の数字は SDE で確認したか。(この数字は SDE との打合せの結果で確定したと追加説明した。) 資産データ管理について説明を求められた。(パイプの履歴表と管路図をリンクさせることで漏水管理が容易になる。)

NRW の分類の内メーターエラーの 3%はどのように推定したか。(メーターエラーは必ずあるので経験的な数字を見込んだ。水圧が不十分な場合にもメーターエラーとなる。) パイプの更新で漏水を減少するとあるが古いパイプと漏水にはどんな関係があるのか。(パイプには寿命がある。漏水箇所とパイプ年齢の相関性を調査することが必要であろう。)

漏水を削減するにはどのような対策をすればよいか。(最初に目標値を決める。パイプの更新を行うとともに漏水は水圧に比例するので水圧を適正に制御する。パイプコードと ArcGIS を使用したマップと連動させたデータベースを構築して配水網を区分してパイプと漏水箇所の管理を行う。)

### 3. 開発シナリオとプロジェクトの規模

マメル塩水淡水化プラント完成までは多くの手続きや作業などが必要で、2020 年までに操業開始するのは困難である。そのために SONES は 2020 年までの水不足対応策を内部で協議する必要がある。

### 4. マメル塩水淡水化プラントの計画

安定した電源として 10MW のジェネレーターをバックアップにするか、SENELEC の電源を 2 系統にするかどちらの選択肢が良いか SENELEC と打合せをしたい。突然の停電は RO 膜システムにどんな負荷を与えるか。(一般に停電の影響を少なくするように設計で考慮されている。)

### 5. 水道料金とプロジェクトの影響

マメル塩水淡水化プラントの水道料金への影響 (約 4%の増加)は問題ない。現在の水道料金は社会的に消費者に配慮したもので望ましい価格ではない。重要なのはランニングコストである。(マメルの予測オペレーションコストは 0.81/m<sup>3</sup> ユーロ。)

### 6. Secrétaire Général の総括

調査団への感謝の言葉と本調査の提言はいずれも重要である。下記について特に考慮したいとの発言があった。

- ダカールの将来の水需要予測のために一人一日当たりの使用水量を決めること。
- SONES と SDE は 2020 年までに漏水ロスの 5%削減に挑戦しなければならない。そのために配水管システムのモニタリングと配水管の更新、SDE によるしっかりした漏水調査をすること。
- マメル塩水淡水化プラントの 2020 年開始は大きな課題である。プラントへの電力供給計画について SENELEC と協議を行うこと。

以上

(上記記録は先方の確認を得たものではない。)