

スーダン

2016年度 外部事後評価報告書

無償資金協力

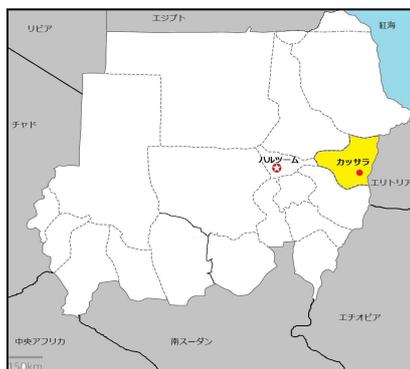
「カッサラ市給水緊急改善計画」及び「カッサラ市給水計画」

外部評価者：一般財団法人国際開発機構 濱田真由美・池田智穂

## 0. 要旨

本事業は人口が増加するスーダン東部のカッサラ市において、東地区と西地区の既存浄水場の改修及び東地区に新たに浄水場を建設することにより、安全で安定的な給水の改善を図り、もって同市の基礎生活向上に寄与することを目的として実施された。本事業の実施はスーダンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策のいずれとも合致しており妥当性は高い。施設建設、ソフトコンポーネントについては軽微な変更はあったもののほぼ計画どおりに実施されており、事業費もほぼ計画どおりであった。しかし、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業はカッサラ市東地区においては給水量の増加及び水質の改善に貢献しており、アウトプットが限られた西地区においても水質改善に貢献していると考えられ、それによる正の影響も確認された。また、東地区と西地区の既存浄水場において老朽化した FRP 製の配水池を鉄筋コンクリート製に改修したことで、配水池の破裂リスクが軽減されたことは、同市の住民の将来の被害リスクを軽減したといえる。しかし、本事業の範囲外でスーダン側により実施されている配水管網の更新及び給水管の付替え工事が遅れたこと及び人口増加により、いまだに給水サービスを受けられない世帯も多く、正の効果を楽しんでいる住民は限られる。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理は技術面、財務面に一部課題がある。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。以上により、本事業は一部課題があると評価される。

## 1. 事業の概要



事業位置図



マハタ浄水場<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 手前に見えるのが配水ポンプ棟、奥に見えるのが配水池。3浄水場とも設備の大きさは異なるが、ほぼ同じ設計となっている。

## 1.1 事業の背景

スーダン東部に位置するカッサラ州の州都であるカッサラ市はエリトリアやエチオピアの国境に近く長年同国からの難民を受け入れてきた。加えて 1980 年代から長期に渡って続いた内戦の影響でスーダン西部や南部からの国内避難民を受け入れてきたことで人口が大幅に増加しており、住民の水需要に対する供給が不足していた。そのような状況下で 2005 年にスーダン政府は日本政府に対して、カッサラ市の東地区における新規水源開発と給水施設の拡張及び新規配水管の建設を内容とする無償資金協力を要請した。

要請に対する協力準備調査中に 1986 年に日本の無償資金協力支援で建設されたカッサラ市東地区のマハタ (Mahta) 浄水場の配水池の破裂事故が発生し、既存浄水場の老朽化が明らかとなった。そこで、マハタ浄水場と同年に建設された西地区のガルブ (Garb) 浄水場も「カッサラ市給水緊急改善計画」で緊急に改修されることとなった。その後、当初の要請であった東地区の新規水源開発と給水施設の拡張及び新規配水管の建設が「カッサラ市給水計画」によって実施され、ハトミア浄水場が建設された。

したがって、本評価は「カッサラ市給水緊急改善計画」と「カッサラ市給水計画」の事後評価を同時に実施したものである。

## 1.2 事業概要

カッサラ市において、既存浄水場施設の建替えと着水井・配水地の新設（カッサラ市給水緊急改善計画）及び給水施設を新設すること（カッサラ市給水計画）により、安全で安定的な給水の改善を図り、もって同市の基礎生活向上に寄与する。

### 【無償】

事業名		カッサラ市給水緊急改善計画	カッサラ市給水計画
供与限度額/実績額		1,086 百万円 / 1,086 百万円	(詳細設計) 96 百万円 / 95 百万円 (本体) 1,790 百万円 / 1,488 百万円
交換公文締結/贈与契約締結		2011 年 4 月 / 2011 年 4 月	(詳細設計) 2011 年 8 月 / 2011 年 8 月 (本体) 2012 年 10 月 / 2012 年 10 月
実施機関		カッサラ州水公社	
事業完成		2013 年 10 月	2014 年 7 月
案件従事者	本体	株式会社鴻池組	
	コンサルタント	株式会社東京設計事務所	株式会社 TEC インターナショナル <sup>2</sup>
基本設計調査		2010 年 2 月~2011 年 6 月	
関連事業		技術協力 :	

<sup>2</sup> 2012 年 10 月に株式会社東京設計事務所の海外事業部が分社化し、株式会社 TEC インターナショナルを設立。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水供給人材育成計画（フェーズ1）（2008年～2011年）</li> <li>・水供給人材育成計画（フェーズ2）（2011年～2015年）</li> <li>・カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト（2011年～2015年）</li> <li>・州水公社運営・維持管理能力強化プロジェクト（2016年～2020年）</li> </ul> <p>無償資金協力：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第2回アフリカ難民救済国際会議（ICARAI）関連水供給計画（1986年）</li> </ul> <p>その他国際機関、援助機関等</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・UNICEF：WASHプログラム（2012～2016）</li> </ul>
--	---

## 2. 調査の概要

### 2.1 外部評価者

濱田真由美（一般財団法人国際開発機構）

池田智穂（一般財団法人国際開発機構）

### 2.2 調査期間

今回の事後評価にあたっては、以下のとおり調査を実施した。

調査期間：2016年11月～2018年3月

現地調査：2017年2月18日～3月7日、2017年7月15日～7月24日

## 3. 評価結果（レーティング：C<sup>3</sup>）

### 3.1 妥当性（レーティング：③<sup>4</sup>）

#### 3.1.1 開発政策との整合性

スーダンの給水分野における最も上位の政策は2003年に制定された国家25ヵ年給水計画（2003年～2027年）である。同計画では「2017年までに全国の都市部、農村部ともに十分に安全な水供給ができること」が目標の一つにされており、都市部で150L/人/日、農村部で50L/人/日の水供給量が達成目標とされている。国家25ヵ年給水計画の実現を目指すために作成された給水・環境衛生政策（Water Supply and Environmental Sanitation Policy）（2010）や水・衛生セクター国家戦略計画（Water, Sanitation and Hygiene National Strategic Plan）（2012-2016）でも都市給水のアクセス率向上について言及されている。また、上記国家レベルの政策を受けて作成されたカッサラ州の戦略計画（Kassala State Water, Sanitation and Hygiene Sector Strategic Plan）（2012-2016）では、都市での安全な水へのアクセス率を2016年までに100%まで引き上げること、1日1人あたり90Lの水が住居から100m以内で取水可能になることが目標とされていた。なお、実施機関によるとこれらの政策や戦略計画は事後評価時点

<sup>3</sup> A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

<sup>4</sup> ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

でも有効であり、2017年以降の戦略計画については策定中である。

よって、カッサラ州の都市給水の改善を目的とした本事業は、計画時、事後評価時共にスーダンの開発政策との整合性は高い。

### 3.1.2 開発ニーズとの整合性

本事業の計画時、カッサラ市は長年に渡る難民及び国内避難民の受入による人口増で住民の水需要量に対して供給量が不足していた。そのため2005年にスーダン政府は日本にカッサラ市東地区の給水拡大を目的とする支援を要請していた。その要請に対する準備調査の過程で、東地区のマハタ浄水場の配水池が2009年に破裂事故を起こしたため、今後の破裂リスクを軽減するために同時期に建設された西地区のガルブ浄水場を含め緊急に改修する必要性があった。よって、本事業が「カッサラ市給水緊急改善計画」でカッサラ市東西地区の既存浄水場を改修した後、「カッサラ市給水計画」で新規給水施設を建設した点については妥当であると判断できる。

事後評価時点においても、カッサラ市の人口は増え続けており、統計局カッサラ支局の試算によると2016年の人口は東地区218,144人、西地区175,503人であり、2008年の国勢調査から32%（約95,000人）も人口が増えており、水需要も高まっていると考えられる。

よって、カッサラ市の給水改善を目的として、既存給水施設を改修した後、東地区に新たに給水施設を建設した本事業のニーズは計画時から事後評価時点に至るまで高い。

### 3.1.3 日本の援助政策との整合性

本事業は日本の対スーダン国別援助方針の援助重点分野「基礎生活分野支援」、開発課題「水・衛生支援プログラム」に位置づけられていた。また、日本は2008年の第4回アフリカ開発会議（TICAD IV）でアフリカ諸国の水と衛生及び農業（灌漑）に関する取組みへの支援を表明しており、スーダンの地方都市の給水改善を目的とした本事業はその支援に該当する。よって、本事業は日本の援助政策と整合している。

### 3.1.4 事業計画やアプローチ等の適切さ

本事業の対象地域を含むスーダン東部は2006年の和平合意まで内戦状態にあった紛争影響地域である<sup>5</sup>。本事業は民族に関係なくカッサラ市の住民全体を対象にした事業であり、計画時から事後評価時点に至るまで、本事業実施により紛争を助長したという事象は確認されなかった。よって、本事業の地域・受益者グループの選定は妥

---

<sup>5</sup> スーダン東部（紅海州、カッサラ州、ゲダレフ州）では開発の遅れに対する政府への不満からベシヤ族を中心とする現地部族の反政府勢力が1994年に武装蜂起した後、Eastern Front（東部戦線）を結成し、2005年以降政府軍との間で紛争が激化した。2006年10月14日にエリトリアの仲介によりスーダン政府と東部戦線の間で東部スーダン和平合意（Eastern Sudan Peace Agreement: ESPA）が締結され、これにより紛争が収束した。（「スーダン共和国カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト終了時評価報告書」（2014）p.2）

当であったといえる。

以上により、本事業の実施はスーダンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策と十分に合致しており、妥当性は高い。

### 3.2 効率性（レーティング：②）

#### 3.2.1 アウトプット

本事業のアウトプットの計画と実績は表1のとおりである。日本側では「カッサラ市給水緊急改善計画」では既存のマハタ浄水場（東地区）及びガルブ浄水場（西地区）に着水井を新設し、配水池は老朽化した繊維強化プラスチック（Fiber Reinforced Plastics、以下「FRP」という。）製から鉄筋コンクリート製に改修された<sup>6</sup>。さらにマハタ浄水場は配水ポンプ設備や塩素注入設備も改修された<sup>7</sup>。鉄筋数量や鉄筋サイズなどの軽微な仕様変更はあったものの、計画どおりに建設、設置されている。

「カッサラ市給水計画」では東地区に浄水場施設、取水施設、導水施設、配水施設が建設された。詳細設計調査での既存井戸の揚水試験と新規井戸の掘削・揚水試験の結果を受けて、水源井戸が変更され、それに伴い井戸数量<sup>8</sup>、導水管の配管ルートが変更された。しかし、計画生産水量を満たす想定での変更であり妥当であったと考えられる。

スーダン側の負担事項についても、遅延なく計画どおりに実施された。

表1 施設計画と実績

<日本側>

事業名	施設名		計画	実績（変更理由）
カッサラ市給水緊急改善計画	マハタ浄水場	着水井（上屋付き）	2池	計画どおり
		配水池	2池	
		配水ポンプ棟	1棟	
		場内連絡管	1式	
		場内整備	1式	
		配水ポンプ設備	5台（1台は予備）	
		塩素注入設備	1式	
		電気・計装設備	1式	
		非常用発電機設備	1式	
		ガルブ浄水場	着水井（上屋付き）	
	配水池		2池	
	場内連絡管		1式	

<sup>6</sup> FRP材の耐用年数は20年程度であるのに対し、鉄筋コンクリートの耐用年数は60年程度である。（準備調査報告書 p.3-22）

<sup>7</sup> 西地区のガルブ浄水場は塩素注入設備及び配水ポンプ設備は改修されず、既存のものを利用する設計となっている。

<sup>8</sup> 既存井戸10本のうち、生産水量の少ない井戸3本を生産水量の多い井戸2本に変更し、既存井戸10本から9本に変更した。また、新規井戸については当初予定していた井戸を生産水量の多い井戸に変更した。

事業名	施設名	計画	実績（変更理由）	
カッサラ市給水計画	ハトミア浄水場	着水井（上屋付き）	2池	計画どおり
		配水池	2池	
		配水ポンプ棟	1棟	
		場内連絡管	1式	
		場内整備	1式	
		配水ポンプ設備	5台（1台は予備）	
		塩素注入設備	1式	
		電気・計装設備	1式	
	取水施設	既存井戸（改修）	10本	9本 （詳細設計調査での揚水試験の結果9本に変更）
		試験井戸	4本	計画どおり
		新設井戸	7本	計画どおり
		既存井戸施設（改修）	10ヵ所	9ヵ所 （水源井戸の変更に伴う変更）
	導水施設	導水管	12.11km	11.07km （水源井戸の変更に伴う変更）
		配水施設	配水本管	6.3km

出所：準備調査報告書（p.vi～vii）及び完了届

<スーダン側>

事業名	計画	実績
カッサラ市給水緊急改善計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮設用地の提供（南部浄水場用地の一角）</li> <li>施設用地（含工事用地、アクセス道路）の確保</li> <li>工事用地内の既存構造物、樹木の撤去と整地</li> <li>発生残土の捨て場</li> <li>電力の引き込み（415V）</li> <li>既存施設の撤去、処分</li> <li>既存施設と新規施設との切り替え時の協力（工事立会い、断水の実施と住民への周知）</li> <li>フェンスと門扉設置（マハタ浄水場）</li> <li>水張り試験時の用水の提供</li> <li>プロジェクト実施要員の配置</li> </ul>	計画どおり

事業名	計画	実績
カッサラ市給水計画	<p>&lt;浄水場施設&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>用地の確保</li> <li>用地内の整地及び樹木等の移設</li> <li>フェンス及び門扉の設置</li> <li>受電一次側電力設備の交換（既存井戸）</li> <li>電気の引き込み及び受電一次側電力設備の設置（新設井戸および浄水場）</li> <li>非常用発電設備（既存井戸）</li> <li>工事用仮設用地の提供</li> <li>取り付け道路（アクセス道路）</li> <li>水張り試験時の用水提供</li> </ul> <p>&lt;導配水管&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>道路および河川占用申請にかかる協力</li> <li>道路内樹木等の剪定および移設</li> <li>道路上の置物の片付け</li> <li>新設管と既存管接続による断水</li> </ul> <p>&lt;その他&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工事による残土の土捨て場</li> <li>事業実施協力</li> </ul>	計画どおり

出所：準備調査報告書（p.3-44～p.3-45）及びコンサルタント・州水公社ヒアリング

また、「カッサラ市給水計画」ではハトミア浄水場の運営・維持管理を担当する職

員（作業員やエンジニア）及び州水公社の関係部署の職員に対して、浄水場の運営維持管理に関するワークショップ及びOJT（On-the-Job Training）<sup>9</sup>のソフトコンポーネントを実施している。ワークショップの参加者は表2のとおりである。ワークショップを受講した作業員に対し各浄水場で事後評価時に話を聞いたところ、「ワークショップの教材と講義は英語であったがアラビア語の通訳が配置されていたため大変分かりやすかった」ということであった。しかし、塩素消毒設備の研修については受講した水質検査室の職員3名中1名が退職し、残りの2名は部分的な受講であった。

表2 ソフトコンポーネントのワークショップの内容及び参加人数

ワークショップ(WS)の内容		対象者およびSWC職員の参加人数
WS1	全体研修(研修概要および東地区の給水システム)	浄水場作業員および各関係部署職員 計20名
WS2	塩素消毒設備	水質検査室職員 計3名
WS3	浄水場の運営管理	総裁および幹部職員 計3名
WS4	配水ポンプと井戸施設の適正運転	浄水場作業員およびエンジニア 計14名
WS5	計画的維持管理	幹部職員、関係部職員、浄水場エンジニア 計5名
WS6	全体研修(WS1～WS5のまとめ)	総裁、浄水場エンジニア、関係部署職員 計13名
ワークショップ全体(WS1～WS6の複数受講者はダブルカウントしない)		計51名

出所：ソフトコンポーネント完了報告書（p.4～5）

### 3.2.2 インプット

#### 3.2.2.1 事業費

日本側の事業費について、計画と実績の比較は表3のとおりである。

表3 日本側の事業費の計画と実績

	計画	実績	計画比
カッサラ市給水緊急改善計画	1,086百万円	1,086百万円	100%
カッサラ市給水計画	1,886百万円 (詳細設計96百万円、本体1,790百万円)	1,583百万円 (詳細設計95百万円、本体1,488百万円)	84%

「カッサラ市給水緊急改善計画」では計画額（E/N 限度額）、実績額とも1,086百万円であり計画どおりであった。「カッサラ市給水計画」については、計画額1,886百万円（詳細設計96百万円、本体1,790百万円）に対し、実績額は1,583百万円（詳細設計95百万円、本体1,488百万円）で計画内に収まっている。計画時に本体工事

<sup>9</sup> OJTでは配水ポンプ、塩素消毒設備、井戸施設等の実際の設備を使って操作方法、バルブの調整、揚水量の計測やチェックシートの入力などの実践的訓練が実施された。

に予備的経費<sup>10</sup>として計上されていた298百万円は工事が計画どおりに実施されたため支出の必要がなかった。スーダン側の負担経費については確認ができなかった。

### 3.2.2.2 事業期間

本事業の事業期間の計画と実績は表4のとおりである。「カッサラ市給水緊急改善計画」の事業期間は、計画23ヶ月に対し実績30ヶ月と計画を上回った<sup>11</sup>。事業実施中に2回契約延長を行っており、1回目の契約延長の理由は、機材の通関手続きの遅延及び南スーダンの独立で技能工が南スーダンに帰還したことにより労務者不足となったためである。2回目の延長は、コンクリートパッチャープラント<sup>12</sup>が故障したことによる工期の遅れである<sup>13</sup>。

「カッサラ市給水計画」の事業期間は、詳細設計調査で井戸の揚水試験を地下水低下が大きくなる月を対象に2度実施したことにより時間を要したため、計画32ヶ月に対し実績36ヶ月と計画を上回った。

表4 事業期間の計画と実績

	計画 (準備調査時)	実績 (完了届)	計画比/延長理由
カッサラ市給水緊急改善計画	全体:23ヶ月 【内訳】 詳細設計 4ヶ月 その他(入札など) 3ヶ月 本体 16ヶ月	2011年5月～2013年10月(30ヶ月) 【内訳】 詳細設計 4ヶ月 その他(入札など) 3ヶ月 本体 22ヶ月	130% ・機材の通関手続きの遅延および南スーダン独立による技能工の流出(6ヶ月の遅れ) ・コンクリートパッチャープラントの故障(1ヶ月の遅れ)
カッサラ市給水計画	全体:32ヶ月 【内訳】 詳細設計 9ヶ月 その他(入札など) 4ヶ月 本体 19ヶ月 ソフトコンポーネント 3ヶ月	2011年9月～2014年8月(36ヶ月) 【内訳】 詳細設計 12ヶ月 その他(入札など) 3ヶ月 本体 19ヶ月 ソフトコンポーネント 3ヶ月	113% ・詳細設計調査に時間を要したため。(4ヶ月の遅れ)

以上より、本事業は事業費についてはほぼ計画どおりであったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。

### 3.3 有効性<sup>14</sup> (レーティング: ②)

本事業はカッサラ市における「安全で安定的な給水の改善」を目的として実施された。計画時、カッサラ市の既存浄水場施設は老朽化しており、水需要に対して供給を満たせていない状況であった。また、マハタ浄水場で配水池の破裂事故が発生するな

<sup>10</sup> 「予備的経費」は設計変更、資材単価の上昇によって生じた費用、治安や自然災害のための追加費用により契約金額を超えた場合に適用される。予備的経費の支払は相手国実施機関、コンサルタント、施工業者が同意し、日本政府と JICA が認めた時に限られる (JICA 提供資料)。

<sup>11</sup> 事前評価表に記載された計画期間は起点が明確でないため、事業期間の起点は詳細設計開始月 (コンサルタント契約開始月) として、準備調査報告書にて計画された工程表を根拠とした。

<sup>12</sup> コンクリートの材料を所定の割合に混ぜて合わせて必要な性質のものを作る設備。

<sup>13</sup> コンサルタントヒアリングおよび JICA 提供資料。

<sup>14</sup> 有効性の判断にインパクトも加味して、レーティングを行う。

ど、将来的に「安定的に給水できない」リスクを抱えていた。

そこで事後評価時には「安定的な給水の改善」における定量的効果の視点として、本事業により市内へ供給される水がどれだけ増えたか（各浄水場の配水量）を分析した。また、「安全な給水の改善」においては、定性的効果として、本事業の事前事後を比較して浄水場運営に関してどのような点が改善したかにつき浄水場の作業員に聞き取りを行った。加えて、給水サービスを受けている住民を対象とした受益者調査で事前事後を比較した給水サービスの改善状況を確認した。

なお、カッサラ市の給水システムはガシ川で東西に分かれており、東地区、西地区に対してそれぞれ給水サービスが提供されている。東地区は「カッサラ市給水緊急改善計画」で改修したマハタ浄水場と「カッサラ市給水計画」で新設したハトミア浄水場からの配水に加え、直接配管網に繋がれている水源井戸から給水されている。西地区については「カッサラ市給水緊急改善計画」で改修されたガルブ浄水場の配水に加えて、東地区同様に直接配管網に繋がれている水源井戸から給水されている<sup>15</sup>。

### 3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

#### (1) 浄水場の配水量（運用指標）

計画時、「カッサラ市給水緊急改善計画」では定量的効果の指標として、マハタ浄水場の2014年の配水量が目標値として設定されているのみであった。しかし、本事業の目的はカッサラ市の安定的な給水の改善でありその効果を測るためには、マハタ浄水場以外の浄水場の配水量の変化についても見る事が重要である。よって、事後評価時には、ガルブ浄水場及びハトミア浄水場の配水量の想定値と実績値の比較を分析に加えた。また、計画時には日最大配水量<sup>16</sup>が目標値及び想定値に設定されていたが、カッサラ市の水源の特性<sup>17</sup>や計画時の配水量の計算から東地区のマハタ浄水場とハトミア浄水場については、地下水位の高い10月～11月は日最大配水量、その他の月は日平均配水量<sup>18</sup>の達成度合いを測ることとした。なお、計画時には東地区の最大配水量は図1（A及びB）のとおり計算されており、それに基づき日平均配水量を算出した。

---

<sup>15</sup> 直接配管網に接続されている水源井戸の割合は東地区は33%（31箇所）、西地区は74%（25箇所）である。（「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」提供資料）。なお、受益者調査は浄水場及び住民にも確認をとりながら、浄水場からの給水を受けていると想定される地域の住民を対象に実施している。

<sup>16</sup> 日最大配水量は日平均配水量を負荷率（日平均配水量÷日最大配水量）で割ったもので、1年を通じ1日の配水量の最大値である。なお、本事業では1984年の日本の無償資金協力の採用値と日本の基準である0.7692を負荷率として適用している。

<sup>17</sup> カッサラ市の水源はガシ川の涵養地下水に依存している。ガシ川は雨期にのみ水が流れるワジ（枯れ川）であり、水が流れる6月～9月に地下水涵養がされる。よって地下水位は涵養が終わる9月頃から上昇し11月頃に最大となり、徐々に下降して翌年の6月頃に最も低くなる。よって地下水の揚水量も地下水位に応じて年間の変化が激しい。（コンサルタントヒアリング）

<sup>18</sup> 日平均配水量とは日平均使用量（日計画使用量×計画給水人口）を有効率（1-漏水率。浄水場で生産された水のうち有効利用された水量の割合）で割ったもの。

A. 東地区の計画使用水量と計画給水量

項目	計画値	補足説明
a 1人1日計画使用水量	90L/人/日	カッサラ州給水・衛生セクター戦略計画の2016年の都市給水の目標値
b 計画給水人口	204,739人	計画時の2017年の予測値(統計局カッサラ支所)
c 計画日平均使用水量 (a x b ÷ 1000)	18,427m <sup>3</sup> /日	(=日平均水需要量)
d 計画漏水率	0.28	16km分の配管がスーダン側によって敷き替えられ、それに繋ぐ給水管も接続された場合の漏水率
e 計画有効率(1-d)	0.72	浄水で生産された水のうち有効に使われる水の量
f 計画日平均給水量 (c÷e)	25,593m <sup>3</sup> /日	(=日平均水供給量)計画日平均使用量(需要量)に対する供給量。漏水率を考慮して算出される。
g 計画負荷率	0.7692	日平均配水量・日最大配水量。本事業では1984年の日本の無償資金協力の採用値と日本の基準を適用している。
h 計画日最大給水量 (f÷g)	33,274m <sup>3</sup> /日	

B. Aに基づいた東地区の計画日最大給水量

施設	日最大給水量	割合
マハタ浄水場	11,050m <sup>3</sup> /日	33%
ハトミア浄水場	15,392≒15,400m <sup>3</sup> /日	46%
その他(北部井戸群)	6,832m <sup>3</sup> /日	21%
合計	33,274m <sup>3</sup> /日	100%

上記から割り出した日平均給水量

マハタ浄水場	8,445m <sup>3</sup> /日	計画日平均給水量 25,593m <sup>3</sup> /日 × 33%
ハトミア浄水場	11,773m <sup>3</sup> /日	計画日平均給水量 25,593m <sup>3</sup> /日 × 46%

図 1 計画時の日最大給水量とそこから割り出した日平均給水量の算出方法<sup>19</sup>

- マハタ浄水場【日最大配水量：基準値 9,200m<sup>3</sup>/日（2010年）→目標値 11,050m<sup>3</sup>/日（2014年）】

表5のとおり、2015年10月と11月以外は目標日最大配水量に達していない。しかし、本事業実施前の基準値（9,200m<sup>3</sup>/日）及び目標日平均配水量（8,445m<sup>3</sup>/日）はおおむねどの月も上回っており、季節変動はあるものの本事業により配水池の容量が拡大したことで水源井戸からの集水が24時間可能となり、配水量が増加したといえる。

表5 マハタ浄水場平均配水量

(単位:m<sup>3</sup>/日)

月	基準値	目標値	実績値		実績値		実績値			
	2010年	2014年	2015年	達成率	2016年	達成率	2017年	達成率		
	計画年	事業完成1年後	事業完成2年後		事業完成3年後		事業完成4年後			
1月	9,200	計画日最大配水量(10-11月): 11,050  計画日平均配水量(10-11月以外): 8,445	-	-	10,654	126%	9,074	107%		
2月			-	-	10,100	120%	8,803	104%		
3月			-	-	7,656	91%	9,840	117%		
4月			-	-	8,937	106%	10,083	119%		
5月			-	-	8,745	104%	9,475	112%		
6月			-	-	7,362	87%	8,604	102%		
7月			-	-	8,052	95%	-	-		
8月			-	-	9,706	115%	-	-		
9月			-	-	9,696	115%	-	-		
10月			-	-	11,799	107%	9,907	90%	-	-
11月			-	-	11,867	107%	10,054	91%	-	-
12月			-	-	10,930	129%	10,503	124%	-	-
平均			11,532	115%	9,163	105%	9,313	110%		

出所：浄水場記録より月平均を分析

<sup>19</sup> 準備調査報告書 p.3-14 参照

- ガルブ浄水場【日最大配水量：基準値 5,200m<sup>3</sup>/日（2010年）→想定値 5,200m<sup>3</sup>/日（2014年）】

本事業でのガルブ浄水場の改修は着水井の建設と配水池の建て替えに限られ、流量計は設置されていないため配水量の記録はとられていない。したがって、表6の実績値は浄水場への聞き取りによる水源井戸の推定生産水量から算出された結果である。ガルブ浄水場への聞き取りによると複数の水源井戸が枯渇し2016年より取水できる水源井戸の数が14本から9本に減ったことから、配水量も減少している<sup>20</sup>。

表6 ガルブ浄水場の平均配水量

(単位:m<sup>3</sup>/日)

基準値	想定値	実績値	実績値	実績値	実績値
2010年	2014年	2014年	2015年	2016年	2017年
計画年	事業完成1年後	事業完成1年後	事業完成2年後	事業完成3年後	事業完成4年後
5,200	5,200	5,040	5,040	3,240	3,240
達成率		97%	97%	62%	62%

出所：ガルブ浄水場聞き取り

注) 実績値の算出方法は、生産水量 (m<sup>3</sup>/時間) × 水源井戸数 × 揚水時間(h)。2014-2015年は15m<sup>3</sup>×14×24h、2016-2017年は15m<sup>3</sup>×9×24h。

- ハトミア浄水場【日最大配水量：想定値 15,400m<sup>3</sup>/日（2014年）】

表7のとおり、実績値は想定日最大配水量及び日平均配水量ともに下回っている。

その原因は取水している水源井戸の生産水量が計画されていたよりも得られないためである<sup>21</sup>が、年によって達成率には変動があり、特に2016年は7割程度しか目標値を達成していない。しかし、2017年の上半期は少し回復しており、平均すると8割程度は達成されている。水源井戸の生産水量が得られない要因について、地下水・ワジ局カッサラ事務所<sup>22</sup>からの回答によれば、ハトミア浄水場の水源井戸付近で利用されている農業用井戸の過剰揚水による地下水位の低下、農業用井戸と水源井戸の設置間隔が狭いことによる相互干渉、帯水層が乏しいことによる経年的な地下水位低下の影響が考えられるとのことであった。

<sup>20</sup> しかし、2017年7月の現地調査では新たに水源井戸を2箇所増やしたことで2017年6月からは配水量は増えているとのことであった。(ガルブ浄水場での聞き取り)

<sup>21</sup> データが得られた月の水源井戸の取水量を分析したところ、平均して想定生産水量を上回っている井戸は全20本(既存井戸9本、新規井戸11本)中、5本(既存井戸4本、新規井戸1本)のみであった。

<sup>22</sup> 地下水・ワジ局は連邦政府水資源・灌漑・電力省に属する部局であり、地下水モニタリング、水理地質調査、帯水層評価、地下水・ワジデータベースの管理を行っている。15州に事務所を有しており、そのうちのひとつがカッサラ事務所である。(「スーダン国統合水資源管理能力強化プロジェクト詳細計画策定調査報告書」p.18参照)

表7 ハトミア浄水場の平均配水量

(単位:m3/日)

月	想定値	実績値		実績値		実績値		実績値	
		2014年	達成率	2015年	達成率	2016年	達成率	2017年	達成率
		事業完成年		事業完成1年後		事業完成2年後		事業完成3年後	
1月		-	-	11,817	100%	8,780	75%	10,393	88%
2月	計画日最大配水量(10-11月): 15,400	-	-	10,795	92%	9,111	77%	9,887	84%
3月		-	-	10,711	91%	9,148	78%	9,906	84%
4月		-	-	11,231	95%	9,126	78%	9,833	84%
5月		-	-	10,809	92%	7,659	65%	9,534	81%
6月		計画日平均配水量(10-11月以外): 11,773	-	-	8,945	76%	7,163	61%	9,044
7月	-		-	7,451	63%	6,622	56%	-	-
8月	9,740		83%	9,549	81%	7,645	65%	-	-
9月	10,943		93%	11,366	97%	9,600	82%	-	-
10月	11,708		76%	11,306	73%	9,844	64%	-	-
11月	11,957		78%	10,659	69%	9,886	64%	-	-
12月	11,622		99%	9,687	82%	10,382	88%	-	-
	平均	11,194	86%	10,361	84%	8,747	71%	9,766	83%

出所：浄水場記録より月平均を分析

● 東地区（マハタ浄水場及びハトミア浄水場の配水量合計<sup>23</sup>）

東地区においては、「カッサラ市給水緊急改善計画」で既存浄水場を改修し、「カッサラ市給水計画」で新規浄水場を建設することで、両事業を併せて東地区の給水量が改善することを目指していた。したがって、浄水場毎の目標達成率に加えて、本事業の効果として想定されていた東地区への給水(すなわちマハタ浄水場とハトミア浄水場を合わせた配水量)がどの程度達成されているかを表8のとおり比較した。

なお、「カッサラ市給水計画」実施前は、東地区の水はマハタ浄水場と直接配管網に繋がっている水源井戸から給水されており、そのうちの南部井戸群が本事業でハトミア浄水場の水源井戸に一部利用されている。ハトミア浄水場建設前は、南部井戸群の生産水量は7,536m<sup>3</sup>/日であったことから、基準値をマハタ浄水場の9,200m<sup>3</sup>/日と合わせて16,736m<sup>3</sup>/日とした。その結果は月によって変動があるものの平均すると計画時よりも給水できており、達成率についても変動はあるものの、全体的には8~9割程度は想定値を達成している。

<sup>23</sup> 東地区に供給される水の水源井戸はマハタ浄水場及びハトミア浄水場の水源井戸のみでなく、直接配管網に接続されている水源井戸もあるが、ここでは本事業の効果をはかるためにそれらは切り離して分析した。

表 8 東地区におけるマハタ浄水場とハトミア浄水場の平均配水量

(単位:m3/日)

月	基準値	想定値	実績値		実績値		実績値	
	2010年	2014年	2015年	達成率	2016年	達成率	2017年	達成率
	計画年	事業完成年	事業完成 1年後		事業完成 2年後		事業完成 3年後	
1月	16,736	計画日最大配水量(10-11月):  26,450  計画日平均配水量(10-11月以外):  20,218	-	-	19,434	96%	19,467	96%
2月			-	-	19,211	95%	18,690	92%
3月			-	-	16,804	83%	19,746	98%
4月			-	-	18,063	89%	19,916	99%
5月			-	-	16,404	81%	19,009	94%
6月			-	-	14,525	72%	17,648	87%
7月			-	-	14,674	73%	-	-
8月			-	-	17,351	86%	-	-
9月			-	-	19,296	95%	-	-
10月			23,105	87%	19,751	75%	-	-
11月			22,526	85%	19,940	75%	-	-
12月			20,617	102%	20,885	103%	-	-
平均			22,083	91%	18,028	85%	19,079	94%

出所：浄水場記録より月平均を算出

### 3.3.2 定性的効果（その他の効果）

本事業の計画時、定性的効果として表9の効果が期待されていた。そこで、事後評価時における定性的効果の発現状況を、各浄水場の作業員に対する聞き取りと、給水サービスを受けている住民への受益者調査から分析した<sup>24</sup>。なお、前述のとおり、東地区については「カッサラ市給水緊急改善計画」で既存のマハタ浄水場を改修後、さらに「カッサラ市給水計画」でハトミア浄水場が新設されている。そのため、東地区は本事業により想定された効果は大きい。一方、西地区については「カッサラ市給水緊急改善計画」でのガルブ浄水場の一部改修に留まるため、本事業の効果は東地区と比較すると限定的である。受益者調査ではその点を踏まえて結果を分析した。

表 9 計画時に期待されていた定性的効果

カッサラ市給水緊急改善計画		カッサラ市給水計画
マハタ浄水場	ガルブ浄水場	ハトミア浄水場
<ul style="list-style-type: none"> <li>・着水井の建設の結果、塩素の確実な注入が可能となり、安全な水が供給される。</li> <li>・洪水対策を考慮した設計等の結果、給水施設の維持管理が改善される。</li> <li>・配水池の破裂リスクが軽減され、住民の給水への信頼性が改善される。</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・水供給不足の改善及び断水エリアが解消される。</li> <li>・塩素消毒される配水量の比率が高まり、安全な水道水を利用することが可能となることから、住民の給水への信頼性が改善される。</li> <li>・流量計の設置により水源管理と配水管理が改善される。</li> </ul>

出所：事前評価表

<sup>24</sup> カッサラ市の給水区は水源井戸ごとに分けるゾーニング法がとられていない。さらに全ての水源井戸の水が浄水場に集められてから配水管に送られるわけではなく、いくつかの水源井戸は直接配水管網に接続されているため、明確に浄水場の給水区を分けることはできない。しかし、水量や水圧の問題で事業実施前はマハタ浄水場から離れた東地区北部や南部（山側）は給水が十分でなかったという背景から、各浄水場の配水量に影響を受ける地域を給水地域と想定し、住民に対して事業事前事後と比較した給水状況について戸別訪問調査を実施した。サンプルサイズについては脚注26を参照。

(1) 浄水場作業員<sup>25</sup>への聞き取り結果

各浄水場の作業員に対して、本事業で改修・新設した施設や機材について仕様や扱い方に問題はないか聞き取りを行ったところ、全ての作業員が問題はないと回答した。加えて、既存浄水場であるマハタ浄水場およびガルブ浄水場の作業員については「塩素注入」、「洪水のリスク」、「配水池の破裂リスク」の3項目について事前事後を比較して変化があったかどうかについても聞き取りを行った。その結果は表10のとおりであり、本事業実施前と比較して洪水や配水池破裂のリスクが軽減され、浄水場の運営も効率的に行えるようになったといえる。

表10 各浄水場での聞き取り結果

カッサラ市給水緊急改善計画		カッサラ市給水計画
マハタ浄水場	ガルブ浄水場	ハトミア浄水場
<ul style="list-style-type: none"> <li>・配水池がコンクリート製になったことで、より丈夫になり破裂リスクが以前のFRP製のものと比較して軽減した。</li> <li>・以前よりも高い位置に配水池が建設されたことで洪水対策となっているが、それにより維持管理が改善したという意見は聞かれなかった。</li> <li>・着水井と塩素注入設備の導入により確実な塩素注入が可能となった。(ただし故障していた期間有り)</li> <li>・点検や掃除がしやすい設計となっている。</li> <li>・流量計の設置により取水量と配水量の管理が管理棟で一括して管理できるようになった。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・配水池がコンクリート製になったことで、より丈夫になり破裂リスクが以前のFRP製のものと比較して軽減した。</li> <li>・以前よりも高い位置に配水池が建設されたことで洪水対策となっているが、それにより維持管理が改善したという意見は聞かれなかった。</li> <li>・着水井の設置により沈殿槽で確実に不純物を取り除くことができ、流れもできたことから塩素のさらし粉でも混ざりがよくなった。</li> <li>・点検や掃除がしやすい設計となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・取水量と配水量が管理棟で一括管理できるため、操作が簡単である。</li> <li>・掃除がしやすい設計である。</li> <li>・給水状況がよくなかったカッサラ市北部や南部(山側)地域に給水できるようになった。</li> </ul>

出所：浄水場作業員への聞き取り

(2) 受益者調査<sup>26</sup>結果

図2は受益者調査の結果である。各浄水場の給水地域で多くの住民が以前と比較して給水サービスは改善していると回答している。特に既存浄水場の改修と新浄水場の建設を実施した東地区ではほとんどの住民が「大変満足」または「満足」と回答していることから、以前から給水サービスを受けていた住民の給水への信頼性は本事業の実施前と比較するとおおむね改善していると考えられる。また東地区の中でも、本事業前は給水状況がよくなかったハトミア浄水場の給水地域の住民は水量について大きく改善したと考えていることが分かる<sup>27</sup>。一方、既存浄水場の改修のみに留まった

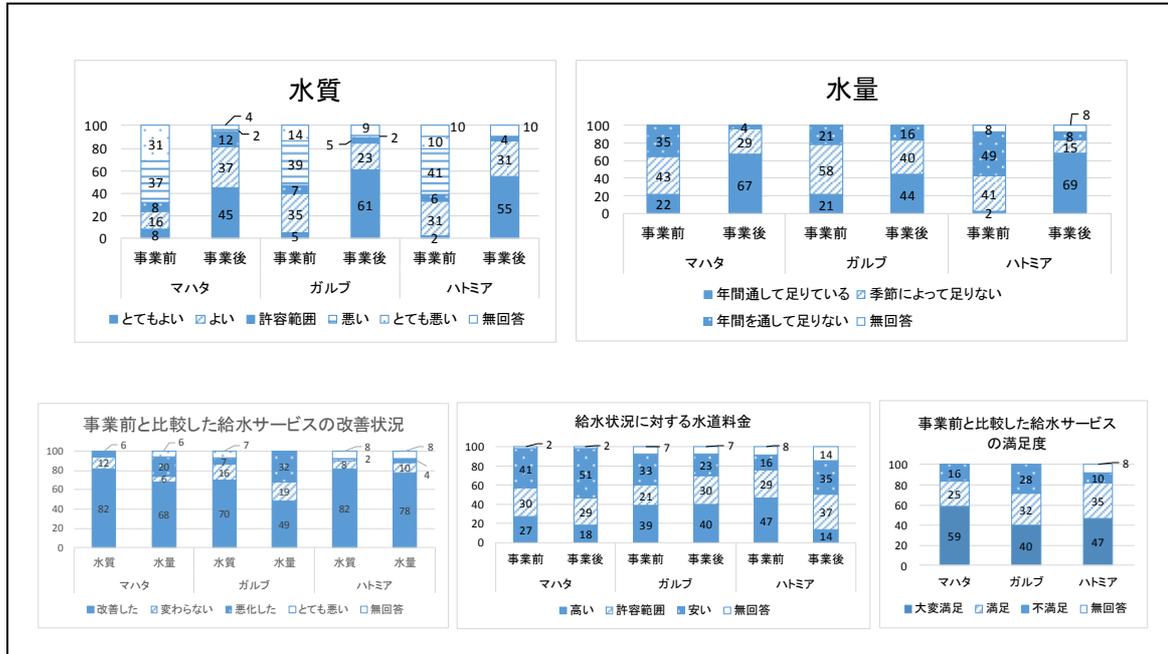
<sup>25</sup> 各浄水場6名ずつに個別聞き取り調査を実施した。

<sup>26</sup> 受益者調査のサンプルサイズはマハタ浄水場給水地域(東地区市の中心部)49世帯(回答者:男性6名、女性43名)、ガルブ浄水場給水地域(西地区)43世帯(回答者:男性9名、女性34名)、ハトミア浄水場給水地域(東地区の山側)51世帯(回答者:男性6名、女性45名)。主に家庭で水を使う女性を対象に質問票を用いた聞き取り調査を行った。サンプルの抽出方法については、脚注24を参照。

<sup>27</sup> 東地区の住民の中にも給水状況が悪くなったと感じている住民が一部いる。住民への聞き取りによると、以前と比べて家庭用のポンプで水を汲み上げる家庭が増え、比較的給水状況のよかった浄水場に近しい地域の住民が給水状況の改善によりこれまで以上に水を使うようになったことで、浄水場から遠い地域への水量や水圧が制限されてしまうとのことである。しかし、もともと給水状況が悪かった地域では以前に比べると水が届くようになったため、「改善している」と考えている住民が多いと考えられる。

西地区（ガルブ地域）では、水質については改善したと感じている住民が多いが水量については半数ほどが「変わらない」、「悪化した」と回答しており、満足度は東地区ほど高くない<sup>28</sup>。

(単位：%)



出所：受益者調査結果

図2 有効性にかかる受益者調査結果

以上により、マハタ浄水場の配水量はおおむね目標値を達成しているが、ガルブ浄水場、ハトミア浄水場は想定されていたほど水源井戸から取水できていないため、配水量は想定値を満たしていない。しかし、マハタ浄水場、ハトミア浄水場を合わせた配水量は東地区での合計目標値の8割を達成している。また、東地区についてはハトミア浄水場が建設されたことで、以前よりも東地区に供給される水量が増えたことや、配水ポンプで送水される水の割合が増え、水圧が上がったことから、これまで水圧が弱く水が届かなかった地域にも水が届くようになったなど一定の効果はあった。よって、本事業の目的である「安全で安定的な給水の改善」の量（水量）については、おおむね本事業の効果が発現している。質（水質）については、着水井、塩素注入設備の導入により東地区に供給される水の塩素消毒される割合が増えたことから、受益者調査でも多くの住民が水質の改善を挙げている。加えて、マハタ浄水場の配水池の破裂事故を受けて、緊急対策として実施されたマハタ浄水場とガルブ浄水場の老朽化したFRP製の配水池改修により、配水池の破裂のリスクが軽減され、配水池破裂による被害を受けるカッサラ市の住民の被害リスクも軽減した。よって、有効性は高い。

<sup>28</sup> 加えて、西地区では直接配管網に繋がれている水源井戸の割合が多いことも満足度を下げている要因であると推測される。

### 3.4 インパクト

#### 3.4.1 インパクトの発現状況

本事業の実施によりカッサラ市の給水状況が改善されることで、同市の基礎生活向上に寄与することが期待されていた。そこで事後評価時には基礎生活向上に繋がる給水サービスをどの程度の住民が享受しているか（定量的効果）と、給水サービスを享受している住民の間で給水サービスの改善による生活環境にどのような変化があったか（定性的効果）を分析した。

#### (1) 東地区の各戸給水接続率、給水人口、1日当たりの給水量（定量的効果）

本事業の計画時、本事業の範囲外で実施されるスーダン側の配水管更新工事及び給水管接続工事は本事業で整備された施設の活用による効果発現に不可欠な相手国側の事業とされていた。よって、本事業の効果指標として、その事業が完了することを前提に東地区の各戸給水接続率、給水人口、1日当たりの給水量<sup>29</sup>が設定されていた<sup>30</sup>。

表 11 に示すようにカッサラ市東地区の給水サービス契約世帯数は、年々増加している。特に 2014 年の「カッサラ市給水計画」の完了年には東地区の契約世帯数は他の年と比較すると大幅に増えており、契約世帯数の増加には本事業の貢献が一定程度あったと考えられる。

表 11 給水サービス契約世帯数（東地区）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
				改善計画完了年	給水計画完了年			
東地区	19,237	20,520	21,671	22,824	24,484	25,008	25,607	26,235
前年からの増加数	-	1,283	1,151	1,153	1,660	524	599	628
増加率		107%	106%	105%	107%	102%	102%	102%

出所：カッサラ州水公社財務部

計画時に設定された各戸給水接続率、給水人口、1日当たりの給水量の指標については、表 11 の契約世帯数と関係機関から得られた情報から事後評価時の指標の達成状況について分析を行った<sup>31</sup>。その結果が表 12 であり、現時点では各戸給水接続率、給水人口は目標達成されていない。

しかし、給水人口は 2009 年と比較すると増えており、東地区全体の水供給量増加への本事業の貢献が一定程度貢献していると考えられる。1日当たりの水使用量については、漏水率を 28%とした場合では単純に人口で割り出した量で見た場合は目標を達成しており、受益者調査結果からも給水サービスを受けている一部の住民は以前

<sup>29</sup> ここでの 1日当たりの給水量は 1日当たり水使用量を指している。

<sup>30</sup> これらの指標については計画時には定量的効果として設定されていたが、有効性の定量指標である配水量の増加によりもたらされる効果であると考えられることから、事後評価時にインパクトの指標として整理した。なお目標年については協力準備調査報告書では 2016 年となっているが、定量的効果の指標は事業完成 3 年後の目標値として設定されていたため、事後評価では 2017 年を目標年とした。

<sup>31</sup> データは統計局カッサラ支局から得られた 2016 年の東地区の推定人口（218,114 人）、推定世帯数（38,102 世帯）と、カッサラ州水公社から得られた 2016 年の東地区の給水サービス契約世帯数（25,607 世帯）を利用した。

よりも多くの水を使用できるようになったと考えられる。しかし、東地区の住民で給水管が接続されておらず給水サービスが受けられない住民はいまだ 3 割程度いるものと考えられる。言い換えれば、本事業で増加した給水量は本来この 3 割程度の住民の 1 日当たりの水量に割り当てられるのが理想であるが、代わりに現在給水サービスを受けている住民に割り当てられている状況であると推測される。

表 12 計画時に設定されたインパクトの達成状況

指標	基準値	目標値	実績値	
	2009年	2017年	2016年	算出根拠
各戸給水接続率	73%	100%	67%	25,607世帯(東地区の給水サービス契約世帯)÷東38,102世帯(東地区推定全世帯数)×100
給水人口	125,479人	204,739人 (計画時に統計局 カッサラ支局によっ て試算された東地区 の全人口(推定))	146,600人	5,725人(1世帯当たりの人数)×25,607世帯(契約世帯数) 注1)
1日当たりの水使用量 (L/人)	62L/人	90L/人	90.2L/人	19,634m <sup>3</sup> /日(日平均水使用量(=日平均水需要量)÷218,114人(東地区推定全人口)×1000 注2)

出所：評価者作成

注1)1世帯当たりの人数は、2016年の東地区の推定人口218,144人を2016年の推定世帯数38,102世帯で割ったものである。

注2)日平均水使用量は東地区への日平均給水量27,270m<sup>3</sup>(マハタ平均9,163m<sup>3</sup>+ハトミア平均8,747m<sup>3</sup>+その他9,360m<sup>3</sup>)から計画時と同じ漏水率(28%)を引いたものである。その他については州水公社への聞き取りによる直接配管網に繋がれている水源井戸の想定生産水量である。漏水率については正確な漏水率は不明のため、図1にも記載している計画時と同じ漏水率を使用した。

事後評価時点で指標が達成できていない要因としては、人口増加やスーダン側の配水管更新工事の遅れを挙げることができる<sup>32</sup>。カッサラ市では配水管の更新工事が2014年1月より開始されている<sup>33</sup>。州水公社によると2017年7月時点で、東地区、西地区とも配水管の更新は終えている。今後、新配水管に給水を切り替えるためには、旧配水管に給水管が接続されている一部の世帯の給水管を新配水管に付け替える工事が必要となり、その費用について、州水公社は住民側と協議し、給水管の材料費は州公社が負担、敷設費用は住民側で負担することを合意し工事が開始されている<sup>34</sup>。新配水管と給水管を繋ぐ工事が適切に実施され、完了すれば現状よりも漏水が改善されると見込まれる。加えて、いまだ給水管が接続されていない3割程度の世帯に給水管が接続されれば、将来的に指標の達成度が上がることが期待されるものの、目標年である2017年の目標値達成は難しい。

<sup>32</sup> 目標値を計画時に想定されていた2017年の東地区の全人口(204,739人)と考えた場合は、分析で割り出した2016年の給水人口(146,600人)は目標値に対し72%をカバーしていることになる。しかし、人口増加により事後評価時の2016年の東地区の全人口の想定は計画時よりも多い218,144人となったため、目標値に対するカバー率は67%と低くなり、スーダン側の工事の遅れと併せて人口増加が目標達成に影響を及ぼしているといえる。

<sup>33</sup> 「カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト(2011年～2015年)」の給水クラスターにおける活動でも、配水管更新計画の策定支援を行っている。

<sup>34</sup> 「州水公社運営・維持管理能力強化プロジェクト」からの情報提供(2017年10月)。

## (2) 生活環境における変化（定性的効果）

本事業による間接的効果として、対象地域住民の基礎生活基盤の向上が期待されていた。そのため、事後評価時には住民に対して「給水状況の変化により生活にどのような変化があったか」に関して質問票を用いた聞き取り調査を実施した。また水にかかる費用の変化を見るために「給水状況の改善によって水販売業者から水を購入する量は変化したか」という点についても調査した。その結果が表 13 である。

表 13 インパクトにかかる受益者調査結果<sup>35</sup>

給水状況の改善に伴う主な変化(複数回答)					
	マハタ	ガルブ	ハトミア	合計	調査世帯数に対する割合
調査世帯数	49	43	51	143	-
給水状況が改善したと回答した世帯数	41	33	43	117	82%
水溜め時間が減った	22	13	21	56	39%
下痢になる頻度(特に子供)が減った	22	18	9	49	34%
女性・子どもの水汲みの仕事が減った	16	8	25	49	34%
生活が快適になった	13	9	26	48	34%
水溜めの頻度が減った	17	4	22	43	30%
掃除・洗濯に十分な水が確保できるようになった	19	1	10	30	21%
水汲み時間を気にせず家事ができるようになった	3	3	9	15	10%
水に費やす費用が減った	8	1	3	12	8%
植物が植えられるようになった	3	3	7	13	9%
シャワーに十分な水が確保できるようになった	8	0	3	11	8%
貯金できるようになった	6	1	3	10	7%
打ち水ができるようになった	0	1	3	4	3%
小計	137	62	141	340	

給水状況の悪化に伴う主な変化(複数回答)					
	マハタ	ガルブ	ハトミア	合計	調査世帯数に対する割合
調査世帯数	49	43	51	143	-
給水状況が悪化したと回答した世帯数	8	10	5	23	16%
水溜め時間が増えた	8	9	6	23	16%
水溜め頻度が増えた	6	7	6	19	13%
女性・子どもの水汲みの仕事が増えた	5	10	4	19	13%
水に費やす費用が増えた	0	6	1	7	5%
水汲みに行く距離が増えた	0	0	2	2	1%
下痢になる頻度が増えた	1	0	0	1	1%
小計	20	32	19	71	

水販売業者から水を購入する量は変化したか					
	マハタ	ガルブ	ハトミア	合計	調査世帯数に対する割合
購入する量が減った	12	9	33	54	38%
購入する量が増えた	3	13	7	23	16%
事前事後とも購入したことがない	31	21	7	59	41%
無回答	3	0	4	7	5%
小計	49	43	51	143	

出所：受益者調査結果

本事業のアウトプットに限られた西地区のガルブ浄水場の給水地域や東地区でも給水状況があまりよくない地域ではマイナスの意見があるものの、全体的にはおおむねプラスの影響を確認できた。水売りから水を購入する量についてはガルブ浄水場の給水地域以外は減ったという回答のほうが多く、特にハトミア浄水場の給水地域では大幅に改善していると考えられる。よって、本事業は東地区においては住民の水購入にかかる費用の節約にも貢献していると考えられる<sup>36</sup>。

### 3.4.2 その他、正負のインパクト

本事業の計画時、施設の運転段階において、「営業活動の減少・失業による水販売業者の経済的困窮」および「地下水位の低下」への影響が懸念されており必要な対策

<sup>35</sup> サンプルサイズについては、脚注 26 を参照。「水溜め時間・頻度」については水栓から得られる水量が少ない場合に水が良く出る早朝や夜間に水を溜める時間・頻度のことである。なお、水圧の弱い時間帯はポンプを利用して自動的に水溜めをしている家庭も複数あった。「水汲み」については、家庭内の水栓で水を汲んで水溜めの容器に移動することである。

<sup>36</sup> 水販売業者への聞き取りによると現在は 2 バレル (400L) を SDG30 で販売しているとのことである。なお、給水サービスを受けている世帯の契約水道料金の区分のほとんどが Residential3 であり、月額料金は SDG32 である。例えば 2009 年の 1 日 1 人当たりの給水量 62L をロバの水売りからの購入した場合、1 ヶ月 (30 日) に必要な水は 1,860 リットルであり、購入費用は約 SDG140 になる。これが 5 人家族とした場合は SDG700 となり、1 世帯あたり 1 ヶ月 SDG32 の定額料金である給水サービスが、ロバの水売りから購入するのに比べていかに安価であるかが分かる。

が講じられることが期待されていた。事後評価時点におけるこれらの影響の発現状況及び州水公社の対応状況は以下のとおりである。なお、州公社への聞き取りによると、改善計画は既存施設の敷地内での改修であったため、住民移転・用地取得は発生していない。給水計画については、農地であった土地を事業開始前にカッサラ州政府が所有者に別の土地を補償することで確保されている<sup>37</sup>。また、本事業の建設段階において懸念されていた大気汚染や騒音については計画通りの緩和策(交通整理要員の配置、防護柵の設置、苦情受付窓口の設置など)が実施され、建設中の負の影響は確認されなかった。

#### (1) 水販売業者の営業活動の減少・失業による経済的困窮

水販売業者の数や営業活動については十分な情報は得られなかった。現在活動中の水販売業者(3名)への聞き取りによると、2011年頃までは州水公社の給水栓(約25箇所)から水を購入していたが、現在は全て閉鎖されており民間の給水トラックから購入しているとのことである。顧客については、以前は一般家庭向けに売っていたが、現在は建設現場などに販売しているとのことであり、以前に比べて収入は減ったとのことであった。しかし、3名中1名は以前からの顧客に現在も販売しており収入に変化はないとのことであった。失業については十分な情報が得られなかったが、水販売業者への聞き取りから同業者の多くが既に別の仕事についているとのことであった。

#### (2) 地下水位の低下

カッサラ市では長年、地下水位低下の問題が指摘されている。地下水・ワジ局カッサラ事務所の観測井戸のデータからも経年的に地下水位は低下している。本事業で建設した浄水場の揚水量も低下傾向にあり、多少なりとも地下水位低下の影響を受けているものと考えられる。地下水位低下の要因は、農業用井戸の過剰揚水、井戸の設置間隔が近いこと、メスキートと呼ばれる植物の繁殖などと考えられているが、正確なデータがとられておらずそれを示す根拠は得られなかった。本事業が地下水位低下に負の影響を及ぼしたかについては、農業用井戸の数(正確な数は不明であるが、農業組合関係者によると3,000箇所程度あるようである)と飲料用の水源井戸の数(136箇所<sup>38</sup>)を比べても本事業の影響はあまりないと考えられ、反対に農業用井戸の過剰揚水が本事業の浄水場の揚水量低下に負の影響を及ぼしていると考えられる。州水公社では地下水位低下の現状把握のために、2016年11月より地下水モニタリングの活動が開始され、事後評価時点で15箇所の観測井戸のモニタリングが週2回実施され

<sup>37</sup> 計画時には住民移転・用地取得は予定されていなかった。しかし実際には住民移転はなかったものの用地取得は発生している。用地取得が発生した背景、取得までのプロセスについては確認できなかったが、事後評価時においても問題は発生していないとのことである(州水公社及び本邦コンサルタントヒアリング)。

<sup>38</sup> 「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」提供資料。

ている<sup>39</sup>。今後データが蓄積され、分析されることでデータに基づいた現状把握がなされることが期待される<sup>40</sup>。

### (3) 西地区の契約世帯数増加への貢献

表 14 のとおり、カッサラ市西地区の給水サービス契約世帯数は年々増加している。改善計画完了年にも契約世帯数は増えており、本事業の貢献が一定程度認められる。

表 14 給水サービス契約世帯数（西地区）

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
				改善計画完了年	給水計画完了年			
西地区	11,919	12,802	14,079	15,015	16,113	16,481	16,853	17,161
前年からの増加数	-	883	1,277	936	1,098	368	372	308
増加率		107%	110%	107%	107%	102%	102%	102%

出所：カッサラ州水公社財務部

以上により、本事業のインパクトについては、効果発現に不可欠なスーダン側の事業を本事業の範囲外としたことで、スーダン側の工事の遅れという外部要因が目標達成の阻害要因となり、計画時に設定されていた定量的指標は現時点では達成されていない。東地区では給水人口は増えているが、全体人口も年々増加しており、いまだに給水サービスを受けられない人々も多いと考えられる。今後、スーダン側の配水管更新工事および各世帯に接続されている給水管の付替え工事が進むことで、指標改善が期待されるが、目標年である 2017 年の達成は難しい。計画時に設定されていた定性的効果（当該地域の基礎生活基盤の改善）については、受益者調査より地域差はあるものの多くの住民が給水状況は改善していると感じており、生活における正のインパクトが多く発現していると考えられる。計画時に負の影響として懸念されていた「水販売業者の営業活動の減少・失業による経済的困窮」は十分な情報が得られなかったものの、水販売業者への聞き取りでは同業者の多くが既に別の仕事についているとのことであった。また、「地下水位の低下」については、本事業の影響でなく、農業用井戸の過剰揚水等が原因で発現している。よって、インパクトは中程度である<sup>41</sup>。

<sup>39</sup> 地下水モニタリングについては「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」でも支援を行っている。

<sup>40</sup> 「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」の専門家へのヒアリングによると、モニタリングしている観測井戸のうち、1日の変動幅の大きい井戸が1本確認されている。その観測井戸には50m以内に農業用井戸が隣接しており、毎日の地下水位の低下が農業用井戸の揚水時間とほぼ一致していることから、お互いの揚水の干渉による水位変動が起こっていると考えられる。

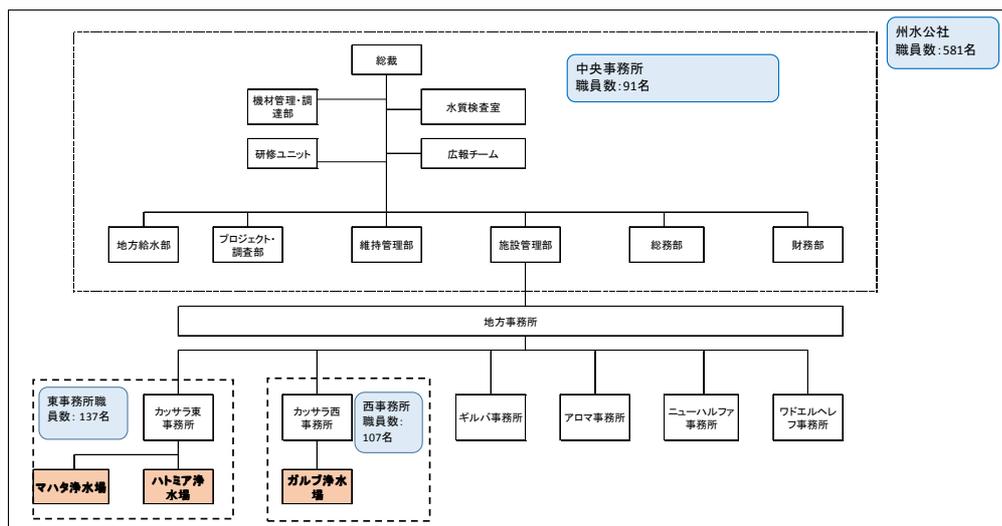
<sup>41</sup> 無償資金協力については、事後評価時点ではアウトカム（事業目的）中心の効果発現が期待されるタイミングであり、インパクトについては事後評価時点で発現していると判断できる付加価値を分析した上で評価判断に加味することが一般的となっている（2016年度外部事後評価レファレンス参照）。しかし、本事業では脚注30に記載の通り、計画時に本事業に含まれないスーダン側の事業完了を前提とした指標（各戸接続率、給水人口、1人1日当たりの水使用量）が定量的効果として設定されていたために、それらの指標をインパクトの指標として整理した。本事業の場合は本事業の範囲外で実施されるスーダン側の事業が効果発現の条件と認識されており、目標年が事後評価時（2017年）に設定されていた。よって、この時点でのインパクト発現が意図されていたと考えられるため、通常よりインパクトに重きをおいて評価判断を行った。本事業の範囲外で実施されるスーダン側の事業完了を効果発現の条件とした計画は、リスクのある計画だったと考えられる。

以上より、本事業の実施により一定の効果の発現がみられ、有効性・インパクトは中程度である。

### 3.5 持続性（レーティング：②）

#### 3.5.1 運営・維持管理の体制

カッサラ州の給水に関する権限はカッサラ州水公社が有している。州水公社の組織体制は図3であり、計画時から大きな変更はない。



出所：「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」提供資料を参照に評価者作成

図3 カッサラ州水公社の組織図

浄水場の運転は各浄水場に所属している常勤の作業員が担っている<sup>42</sup>。浄水場で設備の異常を発見した場合、作業員はシフトリーダーに連絡し、シフトリーダーからエンジニアに連絡される。エンジニアが異常を確認し修理が必要と判断した場合は維持管理部に修理を依頼する。維持管理部での修理が難しい場合は、維持管理部から外部に修理が依頼される。浄水場へのヒアリングによると、浄水場を管理する職員数は表15のとおりであり、維持管理に必要な人員は確保できている。

表15 各浄水場の職員数

	マハタ浄水場	ガルブ浄水場	ハトミア浄水場
エンジニア	1	1	1
作業員	16	13	12
その他スタッフ	3	0	3
合計	20	14	16

出所：浄水場聞き取り

<sup>42</sup> 各浄水場では4チームでシフト制がとられており、マハタ浄水場、ハトミア浄水場は1チーム作業員3名（うち1名がシフトリーダーとなる）、ガルブ浄水場では1チーム作業員2名で運営されている。

よって、維持管理の体制については大きな問題はない。

なお、州水公社では 2012 年から研修ユニットができ、技術研修が実施されていたものの、最近では研修ユニットの活動は停滞している。現在「州水公社運営維持管理向上プロジェクト」で活動の活性化が試みられている<sup>43</sup>。

### 3.5.2 運営・維持管理の技術

各浄水場には「カッサラ市給水緊急改善計画」での OJT や「カッサラ市給水計画」のソフトコンポーネントでワークショップ及び OJT を受けた作業員が在籍している<sup>44</sup>。浄水場の日々の運転には経験を積んだ作業員がシフトリーダーとなって他の作業員をまとめているため、大きな問題はないと考えられる。しかし、マハタ浄水場、ハトミア浄水場とも本事業で設置した塩素注入設備が過去 1 年以上故障していた。水質検査室への聞き取りによると、原因は塩素ガスの漏れであり、適切に修理ができずチェンジオーバーの継手が腐食していたようである。塩素注入設備の維持管理についてはソフトコンポーネントでの塩素消毒設備の研修を実施しているが、受講した水質検査室の職員 3 名中 1 名が退職し、残りの 2 名は部分的な受講であったため適切な維持管理ができなかったと考えられる。その後塩素注入設備は 2016 年 11 月に「州水公社運営維持管理向上プロジェクト」の専門家により修理され、事後評価時点では稼働しており、将来的に州水公社が自力でメンテナンスできるように同プロジェクトの専門家が技術指導を実施中である。また同プロジェクトで 2016 年 10 月に浄水場の運転管理における業務達成シートに基づいた採点結果や維持管理チームを対象に実施した小テストの結果からも、維持管理に関しては若干の課題があり、今後技術協力プロジェクトの活動で改善していくことが目標となっている<sup>45</sup>。よって、運営維持管理の技術は若干の課題がある。

### 3.5.3 運営・維持管理の財務

浄水場を含めた州水公社の運営維持管理に必要な経費は全て顧客から徴収される水道料金で賄われる。また、カッサラの都市給水の水道料金は定額であり、州水公社によると 2012 年後半以降電気公社に料金徴収を委託し始めてから徴収率は 8 割以上となっている<sup>46</sup>。表 16 に示すように料金体系も定期的に見直されており、契約世帯

<sup>43</sup> 同プロジェクトで州水公社が作成したビジネスプランの草案には研修ユニットの再開が記載されている。

<sup>44</sup> ソフトコンポーネントで研修を受けた州水公社の職員は 7 割以上が事後評価時にも在籍している。

<sup>45</sup> 業務達成シートでは井戸の管理、浄水場の管理、調達・在庫管理状況の 16 項目を対象に採点を実施され、採点結果は 100 点満点中平均で 23.5 点であった。維持管理チーム 16 名（運転管理部門・機械部門、電気部門、水質検査室）に対して実施された水質・塩素処理の基礎知識及び薬品注入量の計算等に関する小テストの結果は 100 点満点中平均で 20.1 点であった。（「州水公社運営・維持管理能力強化プロジェクト」提供資料）

<sup>46</sup> 水道料金の徴収については、77%の顧客の水道代徴収が電気公社に委託されており、電気を利用していない残りの 23%の顧客は州水公社が徴収している。

の増加とも相まって収入は年々増加している<sup>47</sup>。

表 16 区分<sup>48</sup>毎の月額水道料金の変化

(単位：SDG)

	2012	2013	2014	2015	2016
Residential -1	40	40	45	50	60
Residential -2	35	35	40	45	55
Residential -3	20	20	20	30	32
Commercial-A	280	280	350	450	600
Commercial-B	80	80	120	200	250
Commercial-C	45	45	65	100	150
Commercial-D	N/A	N/A	801	1,000	1,500
Commercial-E	N/A	N/A	250	350	500
Governmental -A	80	80	100	150	200
Governmental -B	45	45	55	60	70

出所：カッサラ州水公社財務部

州水公社財務部提供のデータでは支出が収入を大きく上回った年はない（表 17 参照）。

表 17 カッサラ州水公社の年間収支

(単位：千 SDG)

	2012	2013	2014	2015	2016
収入(料金徴収額)合計	14,404,545	14,915,700	18,424,428	23,161,095	29,502,108
Residential -1	246,960	245,520	222,345	250,200	303,480
Residential -2	1,378,755	1,374,345	1,562,040	1,777,545	2,198,790
Residential -3	10,790,280	11,281,860	13,034,475	15,952,230	20,003,238
Governmental -A	360,000	386,640	514,800	776,250	1,063,800
Governmental -B	133,245	131,220	115,560	106,920	141,750
Commercial-A	292,320	322,560	872,550	793,800	1,042,200
Commercial-B	669,600	678,240	1,245,240	2,147,400	2,704,500
Commercial-C	533,385	495,315	628,560	1,049,400	1,594,350
Commercial-D	N/A	N/A	72,000	90,000	108,000
Commercial-E	N/A	N/A	156,858	217,350	342,000
支出合計	10,926,902	13,807,484	13,700,233	23,204,475	18,973,582
給与	6,247,864	6,858,995	7,545,818	12,107,198	9,955,021
電気代	2,069,095	2,097,532	2,510,733	2,872,972	2,182,541
燃料代	737,705	859,749	1,126,495	1,371,216	960,332
メンテナンス(修理道具等)	568,166	798,346	535,648	366,813	1,097,412
その他	1,304,072	3,192,862	1,981,539	6,486,276	4,778,276

出所：カッサラ州水公社財務部

注) Commercial-D 及び Commercial-E は 2014 年から導入された料金形態である。

しかし州水公社総裁へのヒアリングによると、支出合計については一部反映されていない費用があり、実際には料金収入だけでは資金が不足しており、新規井戸の開発や設備投資にかかる費用を料金収入で賄うのは難しい。そのため、州水公社はそれらの費用については連邦政府や州政府からの補助金およびドナーからの支援に依存している状況である。そのため、新規井戸の開発は行われているものの、ガルブ浄水場

<sup>47</sup> 料金体系の見直しについては、「カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト」(2011年～2015年)の給水クラスターの活動において、料金改定にかかる支援を実施し、2014年から改訂されている。

<sup>48</sup> 料金区分は 10 区分 (2013 年までは 8 区分) あり、Residential が一般家庭、Commercial はレストランや牧場、工場、Government は公的機関、学校などである。

では 1980 年代に日本の無償資金協力事業で調達された塩素注入設備や配水ポンプの更新がいまだにされていない。塩素注入はさらし粉を用いており、配水ポンプについても 3 台中 2 台のみが稼働している状況である<sup>49</sup>。また、資金不足により流量計も設置されていないため、正確な配水量が記録できない状況にある。

よって、運営維持管理にかかる財務には若干の課題がある。

### 3.5.4 運営・維持管理の状況

#### (1) 各浄水場の運営・維持管理状況

事後評価時における各浄水場の運営・維持管理状況は表 18 のとおりである。

表 18 事後評価時における運営・維持管理状況（2017 年 7 月）

	マハタ浄水場	ガルブ浄水場	ハトミア浄水場
記録	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩素注入設備、配水ポンプは毎日点検されており、記録もとられている。</li> <li>・配水量は毎時間記録されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業でのアウトプットは限られており、マハタ浄水場やハトミア浄水場のように管理棟は改修されておらず、流量計もついていないため、記録はとられていない。配水時間は記録されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩素注入設備、配水ポンプは毎日点検されており、記録もとられている。</li> <li>・配水量は毎時間記録されている。</li> <li>・エンジニアは取水、配水データを遠隔モニタリングシステムで確認できる。</li> </ul>
施設の維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩素注入設備が1年ほど故障していたが、技術協力プロジェクトの協力で修理後は問題なく稼働している。</li> <li>・配水ポンプ1台が稼働中に高温になることが原因で稼働していない(ただし、配水ポンプの1台は予備であるため現在のところ大きな問題ではない)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本事業で改修した施設は問題なく稼働している。</li> </ul> <p>&lt;以下は1980年代調達の設備の不具合である&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・配水ポンプ(1980年代調達)は3台のうち、2台しか稼働していない。</li> <li>・塩素注入設備(1980年代調達)は2011年より故障し、稼働していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩素注入設備が1年ほど故障していたが、技術協力プロジェクトの協力で修理後は問題なく稼働している。</li> <li>・送水ポンプの流量調整バルブのネジが仕様と合うものがなく、送水の度に手でバルブを調整している。</li> </ul>

出所：浄水場訪問時確認

マハタ浄水場、ハトミア浄水場とも若干の課題はあるもののおおむね良好に管理されている。ガルブ浄水場については、本事業のアウトプットは限定的であったため、1980 年代から使用している塩素注入設備、配水ポンプなどの既存設備は老朽化が激しく一部使用されていないが、本事業で改修した施設については良好に管理されている。

よって、運営・維持管理の状況は概ね問題ない。

以上より、本事業の運営・維持管理は技術・財務に一部問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

<sup>49</sup> ガルブ浄水場の 1980 年代に調達された配水ポンプについては、2017 年 2 月時点で 3 台中 2 台が故障していたが、その後、カッサラ州水公社により 1 台が修理され、2017 年 7 月には 2 台が稼働していた。

### コラム：事業効果の持続性を妨げる懸念事項

有効性で述べたように、各浄水場の配水量及び揚水量は減少傾向にある。地下水・ワジ局カッサラ事務所の所長によると、地下水位の低下には農地拡大による農業用井戸の過剰揚水や濫掘、井戸の設置位置が近いことによる相互干渉、メスキートと呼ばれる植物の影響（※1）が考えられるとのことである。しかし、現時点では詳細な調査は行われておらず明確な原因は特定できていない。州水公社では地下水位低下の現状把握として、市内いくつかの水源井戸の水位を定期的にモニタリングする活動を2016年11月から始めている。また住民との対話を通じて水の有効利用を考えるブロックミーティングの活動も開始されている（※2）。州水公社では配水量を増やすために、新たな水源井戸の開発を実施している。しかし、これらの取り組みは効果発現まで時間を要するものであり、現時点では地下水位低下による配水量の減少をどの程度緩和できるかは未知数である。

なお、2017年7月にカッサラ州政府が地下水管理にかかる条例（条例 No,58 および No,59）を発効し、カッサラ州の地下水資源管理にかかる調整と管理は地下水・ワジ局カッサラ事務所が担うことになった。また、今後新たに井戸を掘削する場合は、地下水・ワジ局カッサラ事務所を委員長とする委員会の承認が必要となったことで、今後は農地拡大や新規井戸の掘削には制限が設けられる（※3）。

※1 メスキートは砂漠化防止のために持ち込まれた外来種である。地下水・ワジ局カッサラ事務所所長によると、繁殖力が高く、地下深くまで根を張るため地下水の涵養を妨げ、地下水位低下の要因になっていると考えられるとのことである。

※2 これらの活動は「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」の活動で支援を行っている。

※3 委員会は地下水・ワジ局カッサラ事務所（委員長）、カッサラ州水公社（副委員長）、農業組合、Gash River Training Unit、法律家らをメンバーとして構成されている（地下水・ワジ局カッサラ事務所所長への聞き取り）。なお、委員会の設置は2017年4月27日に「州水公社運営・維持管理能力強化プロジェクト（2016年～2020年）」の第3回合同セミナーにおいて、州水公社関係者、州政府関係者、各省庁関係者、農業関係者、NGO、一般市民など60名ほどのステークホルダーに対して、地下水管理にかかる情報共有及び意見交換を行ったことも貢献したと考えられる。



（浄水場の水源井戸と農業用井戸の設置位置が近い例）

## 4. 結論及び提言・教訓

### 4.1 結論

本事業は人口が増加するスーダン東部のカッサラ市において、東地区と西地区の既存浄水場の改修および東地区に新たに浄水場を建設することにより、安全で安定的な給水の改善を図り、もって同市の基礎生活向上に寄与することを目的として実施された。本事業の実施はスーダンの開発政策、開発ニーズ、日本の援助政策のいずれとも合致しており妥当性は高い。施設建設、ソフトコンポーネントについては軽微な変更はあったもののほぼ計画どおりに実施されており、事業費もほぼ計画どおりであった。しかし、事業期間が計画を上回ったため、本事業の効率性は中程度である。本事業はカッサラ市東地区においては給水量の増加および水質の改善、アウトプットが限られた西地区においては水質改善に貢献していると考えられ、それによる正の影響も確認された。また、東地区と西地区の既存浄水場において老朽化した FRP 製の配水池を改修したことで、配水池の破裂リスクが軽減されたことは、同市の住民の将来の被害リスクを軽減したといえる。しかし、本事業の範囲外でスーダン側により実施されている配水管網の更新及び給水管の付替え工事が遅れたこと及び人口増加により、いまだに給水サービスを受けられない世帯も多く、正の効果を享受している住民は限られる。よって、本事業の有効性・インパクトは中程度である。本事業の運営・維持管理は技術面、財務面に一部課題がある。よって、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

以上より、本事業は一部課題があると評価される。

### 4.2 提言

#### 4.2.1 実施機関への提言

##### (1) 配水管更新と給水管付替え及び新規給水管設置工事の確実な実施

カッサラ市の現状をかながみて、限られた水資源をいかに有効に多くの住民に届けるかを考えた場合に、最も有効な方法は漏水率を下げることにより給水量を増やすことである。そのために、州水公社は施工業者と密に工事の進捗確認を行い、着実に配水管更新工事を完了させる必要がある。また、住民が敷設費用を負担することになった既存顧客の給水管の付替え工事についても、適切に敷設されるようにしっかりと施工状況を監理していく必要がある。

##### (2) 地下水・ワジ局カッサラ事務所との連携の強化

州政府が地下水資源管理にかかる条例を発表したことで、州水公社と地下水・ワジ局カッサラ事務所はこれまで以上に連携しやすくなったといえる。州水公社は給水システムに関しての知見を有しており、地下水・ワジ局はカッサラ市の水資源である地下水に関する知見を有している。安定した水を継続的に供給するために、給水と水資源の管理は切り離すことはできない。今後、州水公社は地下水・ワジ局カッサラ事務所と連携して、定期的に地下水位の変化をモニタリングし、将来に向けた水資源管理と給水対策を検討していくことが重要である。

### (3) 維持管理記録の徹底

マハタ浄水場、ハトミア浄水場では設備の点検記録や取水・配水管理の記録は日常的にとられているが、発電機のエンジンオイルの交換記録などのメンテナンスの記録はとられていない。今後の効率的な維持管理のためにも設備の日常の点検記録に加えて、メンテナンスの記録を徹底することが望ましい。ガルブ浄水場については、流量計が設置されていないために取水・配水管理の記録すらとれない状況であるため、流量計の設置とあわせて取水・配水管理の記録も取られることが望ましい。

### (4) 浄水場作業員への研修機会の提供

浄水場作業員への聞き取りで、作業員への維持管理に関する研修機会を望む声が多く聞かれた。現在実施中の「州水公社運営維持管理能力強化プロジェクト」でも作業員向けの研修は実施されているものの、州水公社の研修ユニットが主体となり職員に対してより多くの研修機会を提供することが望まれる。カッサラ州水公社では飲料水・衛生局研修センター（DWST : Drinking Water and Sanitation Training Center）での研修に職員を派遣しており、TOT（Training of Trainers）を受講した職員も在籍しているため、作業員に対して OJT や維持管理の研修を実施できる人材は確保できている。よって州水公社が研修にかかる費用を積極的に確保し自ら職員の能力強化を進めていくことが本事業の効果の持続性を高めるためにも重要である。

### (5) 住民への継続的な節水の呼びかけ

受益者調査では水の供給量が増えたことで生活は快適になったと話す住民が多くいる一方、給水事情が悪くなったと回答している住民もいる。これは、もともと比較的給水状況がよかった浄水場に近い地域の住民が給水状況の改善によりこれまで以上に水を使うようになり、浄水場から遠い地域への水量や水圧が制限されてしまうことが要因の1つであると考えられる。カッサラでは水道料金は使用量に比例するわけではなく、定額制であることから住民の水の無駄使いが指摘されている<sup>50</sup>。人口は増加傾向にあることから今後も水利用の需要は高まると考えられるが、全ての住民に平等な給水サービスを提供するためにも、カッサラ州水公社は現在実施している住民への効率的な水利用における啓発活動を継続的に行っていくことが重要である。また条例により新規井戸の掘削は制限されると考えられるものの、既存の農業用井戸の過剰揚水についても、農業従事者に対して根気強く啓発していく必要がある。

---

<sup>50</sup> 水の無駄使いを防ぐためには、従量制（メーター設置）の導入が最も有効であるが、スーダンではいまだに定額制が主流となっており、従量制に移行するには予算の確保、システムの構築、人材育成など相当な時間と継続的な支援を要すると考えられる。まずは段階を踏んで州水公社が自立的に維持管理できる体制が整備されてから、徐々に導入することが望ましい。

#### 4.2.2 JICA への提言

##### (1) 技術協力プロジェクトの継続的支援による給水サービス改善の強化

将来的に継続して需要を満たす給水サービスが提供できるのかは地下水管理にかかっているといえる。また、人口が増加している中で、いかに限られた水資源を有効に給水サービスに回していくかは将来の給水サービスの改善に欠かせない課題である。そのために、JICA は現在実施中の「州水公社運営・維持管理能力強化プロジェクト」を通して漏水対策や給水システムのモニタリングを含めたカッサラ州水公社の給水サービスの能力強化を実施中である。地下水資源管理に関しても、現在実施中の「統合水資源管理能力強化プロジェクト」の活動を通じて、今後、地下水・ワジ局カッサラ事務所の能力強化及び住民や農業従事者への限られた水資源の有効利用にかかる啓発を図ることを支援していくことが望まれる。

#### 4.3 教訓

##### 無償資金協力事業の持続性を高めるための計画策定

本事業の有効性・インパクト、持続性には事業実施中及び実施後の技術協力プロジェクトとの連携が大きく貢献している。まず、本事業実施中には「カッサラ州基本行政サービス向上による復興支援プロジェクト」(2011年～2015年)の給水クラスターにおいて、カッサラ州水公社の管網施設管理を支援したことで、スーダン側の配水管網の更新が進んだ。また、長年改定されていなかった水道料金についても同プロジェクトの支援で改定されそれにより財務状況が改善している。さらに同プロジェクトでは研修ユニットの立ち上げにも貢献しており、プロジェクト実施中は様々な技術的研修が研修ユニットの下で実施され現在の維持管理の知識の土台となっている<sup>51</sup>。

次に事業後については、本事業で供与した塩素注入設備の修理を「州水公社運営・維持管理プロジェクト」(2016～2020)で支援し、維持管理の方法についても継続的に助言を行っている。本事業ではソフトコンポーネントで各設備の運営維持管理にかかる研修が実施されているが、供与時には設備は新しいため設備修理を実践的に学ぶことは難しい。このように無償資金協力の実施中及び実施後に技術協力プロジェクトが技術支援を実施するようにプログラムの視点で計画を策定しておくことは事業の持続性を高めるために大変有効である。

##### 事業効果を高めるための先方政府実施事項の事業への包摂

本事業では計画時に、スーダン側の配水管更新工事及び給水管接続工事の完了が事業の効果発現に不可欠であると認識されており、定量的効果の指標はそれを前提に設定がなされていた。しかし、それらスーダン側の工事は本事業の先方政府負担事項には含まれず、本事業の範囲外で実施された結果、本事業の効果発現はスーダン側の工事の遅れ

---

<sup>51</sup> ただし、事後評価時において研修ユニットは活動を縮小しているため、州水公社への提言も行っていない。

という外部要因の影響を受けることとなった。このように目指している事業効果の発現が外部要因によって影響を受けるのを防ぐために、事業効果発現に不可欠なコンポーネントについては相手国側の財政的・技術的・制度的なキャパシティを把握した上で、実現可能性に困難が予測される場合は先方政府負担事項として事業の範囲に含め、進捗状況を先方政府と共有しつつ管理していくことが事業効果を高める上で望ましい。