

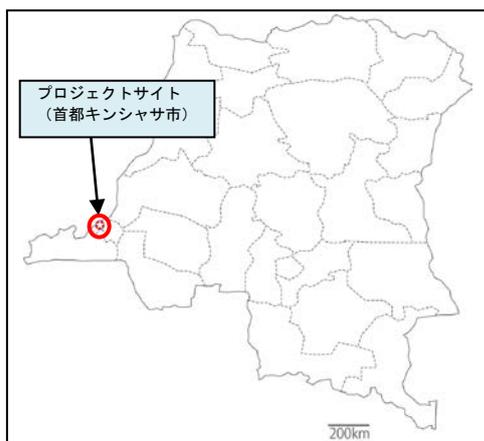
0. 要旨

本事業は、コンゴ民主共和国の首都キンシャサ市の既存の浄水場であるンガリエマ浄水場にて、老朽化した施設・機器の更新と浄水施設の拡張を実施することにより、給水の安定性の向上と給水量の増加を図り、もってキンシャサ市の都市部住民の生活環境の改善に寄与することを目的としたものである。

コンゴ民主共和国は、安全な飲料水へのアクセス向上を目指し、水道インフラの改修・拡張・新規建設を図ろうとしていることから、本事業はコンゴ民主共和国の開発政策や開発ニーズとの整合性が高く、我が国の対コンゴ民主共和国援助方針の重要な開発課題として「安全な水と衛生へのアクセス改善」が含まれ、日本政府の援助方針とも合致し、本事業の妥当性は高い。ンガリエマ浄水場の既存施設の改修と拡張（新規施設の整備）が計画どおりに実施された。事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。水道水の給水量（ m^3 /日）および1人当たり給水量（ l /人/日）については、その目標を達成したものの、浄水施設の不調による浄水量の減少率については、その目標を達成できていない。水道利用者の給水量に対する満足度は高まっており、水系感染症の1つである下痢の罹患者数が減少するというインパクトが見られ、有効性・インパクトは高い。運営・維持管理体制と実施機関の財務に軽度な問題があり、機材の維持管理状況に中程度の問題があるので、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

1. 事業の概要



事業位置図



新設浄水場（拡張）と管理事務所

1.1 事業の背景

コンゴ民主共和国の首都であるキンシャサ市における 2005 年の人口は 622 万人、給水率は 76%と推定され、一人あたりの上水道生産水量は約 50 ℓ/人/日に過ぎず、さらに漏水率を考慮すれば一人あたり給水量は 30 ℓ/人/日程度と推定され、村落給水レベルの水準であった。また、給水区域の縁辺部や標高が高い地区では水圧が不足していたため、こうした地域での断水が日常化していた。

このような状況を改善するため、コンゴ民主共和国の上水道を管轄する水道公社（Régie de Distribution d'Eau、以下、「REGIDESO」という）は、キンシャサ市水道整備長期計画を作成した。具体的には、2005 年から 2027 年までの水需要予測を行い、水需要に対応した供給能力を確保するための浄水場の新設・拡張による供給能力増強計画が作成された。しかしながら、2009 年までに実施された能力増強は、同計画における 2012 年までの計画増強量 266,000 m³/日の 55%に留まっていた。また、ンガリエマ浄水場の配水量¹80,000m³/日は、計画時（2009 年）のキンシャサ市全体の配水量 486,000 m³/日の 16%をカバーし、給水区域には人口 92 万人を擁していた。ンガリエマ浄水場は、建設後 20 年から 50 年経過しており、浄水を給水区域に送る心臓部ともいえる送配水ポンプ等の主要機器の老朽化のため機器の故障がいつでも起こりうる状態で、水供給能力の面が脆弱であった。

こうした背景から、コンゴ民主共和国政府は、我が国に水供給能力増強計画の実施のための無償資金協力を要請し、ンガリエマ浄水場の改修と拡張に係る無償資金協力事業（①ンガリエマ浄水場改修計画（以下、「改修計画」という）と②ンガリエマ浄水場拡張計画（以下、「拡張計画」という））が実施された。²

1.2 事業概要

コンゴ民主共和国の首都キンシャサ市のンガリエマ浄水場において、老朽化した施設・機器の更新と浄水施設の拡張を実施することにより、給水の安定性の向上と給水量の増加を図り、もってキンシャサ市の都市部住民の生活環境の改善に寄与する。

¹ 上水の生産量及び供給量という意味でここでは「配水量」とした。

² 両事業は、改修計画によって浄水場の現有能力を改善・維持した上で、拡張計画によって能力を増強されたことから一体評価することとした。

【無償】

供与限度額/実績額	①改修計画： 1,944 百万円/ 1,295 百万円 ②拡張計画： 1)詳細設計 81 百万円/69 百万円 2)本体事業 3,633 百万円/ 2,847 百万円	
交換公文締結/贈与契約締結	①改修計画：2010 年 2 月/2010 年 2 月 ②拡張計画：1) 詳細設計 2010 年 2 月/2010 年 2 月 2) 本体事業 2010 年 5 月/2010 年 6 月	
実施機関	水道公社 (REGIDESO)	
事業完成	①改修計画： 2012 年 3 月 ②拡張計画： 2013 年 6 月	
案件従事者	本体	①改修計画：戸田建設株式会社・水道機工株式会社共同企業体 ②拡張計画：大日本土木株式会社・岩田地崎建設株式会社・水 ing 株式会社共同企業体
	コンサルタント	株式会社東京設計事務所
基本設計調査	①改修計画：2009 年 2 月～2009 年 12 月 ②拡張計画：2009 年 2 月～2009 年 12 月	
関連事業	なし	

2. 調査の概要**2.1 外部評価者**

関田宏一 (中央開発株式会社)

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 9 月～2018 年 1 月

現地調査：2017 年 2 月 12 日～2 月 27 日、2017 年 5 月 21 日～5 月 27 日

3. 評価結果 (レーティング：B³)**3.1 妥当性 (レーティング：③⁴)****3.1.1 開発政策との整合性**

事業計画時には、貧困削減戦略 (2006 年～2010 年) の中で、水・衛生セクターを含む社会サービスへのアクセス改善が謳われ、水セクターの目標は、安全な飲料水へのアクセスを 2005 年の 25% から、2008 年には 26.9%、そして 2014 年には 49% に増加させる

³ A：「非常に高い」、B：「高い」、C：「一部課題がある」、D：「低い」

⁴ ③：「高い」、②：「中程度」、①：「低い」

ことであった。カビラ大統領の発表した政府の開発 5 本柱の中でも水セクターは 5 重点分野の一つに挙げられていた。貧困削減戦略に述べられている目標を達成するための行動計画である優先行動計画（2009 年～2010 年）では、都市部における水へのアクセス向上が重要視されていた。

事後評価時には、第 2 次貧困削減戦略（2011 年～2015 年）において、基礎的社会サービスへのアクセス改善として、清浄な水へのアクセス改善が挙げられている。そして、都市部給水については、水道インフラの改修・拡張・新規建設を通じて飲料水へのアクセス改善を図る方針が示されている。都市部での飲料水供給サービスセクターのための政策の通達（水道公社再建プログラム）では、水供給サービスインフラ開発と拡張が挙げられている。

よって、本事業の目的は計画時及び事後評価時の政府の開発政策等との整合性がある。

3.1.2 開発ニーズとの整合性

計画時には、キンシャサ市の配水量 $486,000\text{m}^3/\text{日}$ の 16% ($77,760\text{m}^3/\text{日}$ に相当) を担うンガリエマ浄水場の主要設備は、建設から 20 年～50 年経過し老朽化していた。ンガリエマ浄水場からの配水量は、 $50\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ ⁵ であり、浄水場から家庭に届くまでの漏水量を勘案すると、実際に各家庭まで届いている（供給されている）水量は、約 $30\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ と推計され、都市部の給水量としては、非常に少ない水準にあり、給水能力を拡大する必要があった。

事後評価時には、本事業の実施により、ンガリエマ浄水場からの配水量が $120,000\text{m}^3/\text{日}$ に拡大し、浄水場から出る配水量は約 $121\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ 、給水量は $70\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ （推計値）に拡大した。なお、給水量が $70\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ という水準は、都市給水として望ましい水準（ $100\sim 300\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ ）と比較すると、まだ十分とは言えない。また、浄水場から出た水量のうち、約 $50\text{リットル}/\text{人}/\text{日}$ の水道水が無駄になっている（浄水場から出た水量の約 42% が漏水等によって無駄になっている）。これらの点からみて、事後評価時点においては、さらに給水量を増加させることと無駄になる水量を減少させるニーズが存在するといえる。

よって、本事業は、計画時及び事後評価時の開発ニーズとの整合性があるといえる。

3.1.3 日本の援助政策との整合性

計画時の対コンゴ民主共和国援助方針では、支援の柱の 1 つが「社会サービスへのアクセス改善」であり、「安全な水と衛生へのアクセス改善」が重要な開発課題の 1 つとして含まれていた（外務省の国別データブック 2010 年版）。よって、キンシャサ市において安全な水へのアクセス改善を図る本事業は、日本の援助政策と整合性があった。さらに、第 4 回アフリカ開発会議（TICAD IV：2008 年）で打ち出された横浜行動計画におい

⁵ 1 人 1 日当たりの配水量（浄水場から出る水量）が 50 リットルであることを意味する。

ては、重点分野の1つは、水・衛生分野であった。よって、本事業は、計画時の日本の援助政策と高い整合性がある。

以上より、本事業の実施は、コンゴ民主共和国の開発政策、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

本事業は、キンシャサ市全体の配水量 486,000m³/日のうち 16%をカバーし、給水人口 92 万人を擁する地域に飲料水を供給している既設ンガリエマ浄水場の能力増強のため改修と拡張（新規施設の整備）を実施したものである。

3.2.1.1 改修計画

改修計画の計画時と事業完了時点の実績の比較を表1に示す。JICA 提供資料によると、計画内容と実績内容には、変更がない。

表1 改修計画で日本側が整備・調達したアウトプット（計画と実績）

施設名称	概要（主として交換）	数量		差異
		計画	実績	
沈殿池関連設備	排泥管、排泥弁、仕切弁、動力制御盤	4 池	4 池	計画通り
濾過池関連設備	集水装置、空気洗浄装置、逆流洗浄装置、送風機、制御装置	24 池	24 池	計画通り
送水関連施設	送配水ポンプ、送配水ポンプ盤、既存取水ポンプ電源盤、新設取水ポンプ電源盤、受電盤	1 式	1 式	計画通り
薬品注入関連設備	硫酸アルミニウム注入設備、消石灰注入設備、次亜塩素酸カルシウム注入設備、サービスポンプ	1 式	1 式	計画通り
その他設備	浄水池水位計、送水濁度計、pH 計、送配水流量計、変換器盤	1 式	1 式	計画通り

出所：準備調査報告書及び JICA 提供資料を基に作成

3.2.1.2 拡張計画

拡張計画の計画時と事業完了時点の実績の比較を表2に示す。

表2 拡張計画で日本側が整備・調達したアウトプット（計画と実績）⁶

施設名称	概要（主として交換）	数量		差異
		計画	実績	
取水施設	取水管、取水ポンプ、電源設備、水質監視設備等	1式	1式	取水ポンプ室建設用地の盛土区域を拡張。取水ポンプ室建設に伴う掘削工事を、「オープンカット工法・釜場排水」から、「鋼矢板土留め工法」に変更。 詳細設計では、新設の取水施設で全ての原水を取水する計画であったが、110,000m ³ /日の生産を確保するために、上記の詳細設計の変更にて、既設の取水施設と新設の取水施設を接続。
着水井	着水井、薬品混和池、着水井出口連通扉、流量計、攪拌機、分配槽、越流堰	1式	1式	計画通り
凝集沈殿池	凝集池新設、傾斜版沈殿池新設、排泥設備、水質監視設備	1式	1式	計画通り
濾過池	濾過池、サイフォン設備、洗浄設備、排水設備	1式	1式	ほぼ計画通り
薬品注入設備	硫酸バンド、自動給水ポンプ、PVC製配管など	1式	1式	計画通り
浄水池	浄水池、連通管	1式	1式	既設浄水管の切廻し工事に伴う、既設送水管のルート変更及び浄水池連絡管のルート変更。
場内配管	原水管、給水管、仕切弁室、流量計室	1式	1式	計画通り
送配水ポンプ設備	送水ポンプ	2組	2組	計画通り
管理事務所	事務室等（延べ917.13m ² ）	1式	1式	計画通り
外構施設	雨水排水、場内照明、場内舗装、安全対策、植樹工、避雷針	1式	1式	場内排水システムの集約。資機材搬入口及び場内コンクリート舗装工、ゲート等の追加

3.2.1.3 ソフトコンポーネント⁷

浄水場の運転員の運転・維持管理能力向上を目的に、コンサルタントによる現場での技術指導（OJT⁸）が計画され実施された。

⁶ コンゴ民主共和国側のアウトプットとしては、拡張計画で必要となった用地取得を行っている。土地所有者であった民間事業者に土地代金相当する免税措置を行った。

⁷ ソフトコンポーネント：無償資金協力による施設建設や機材整備を通じて発現が期待された成果が、事業完了後も継続するように、相手国の運営能力や維持管理能力の向上に係る技術指導（ソフト的支援）を実施すること。

⁸ オンザジョブトレーニング：職場で実務をさせることを通じて行う従業員の職業教育のこと。

本ソフトコンポーネント（浄水場の運転維持管理に係る技術指導）の目標（計画）は、
 ンガリエマ浄水場の運転員が、凝集沈澱・急速ろ過方式の原理を理解して浄水施設を運
 転し、水質状況に応じて運転方法を調整し、沈殿池の清掃、ろ過池逆洗の維持管理計画
 の立案等を自らできるようになることである。

ソフトコンポーネントの具体的な活動計画、確認方法、実施結果を表 3 に示す。4 つ
 の技術項目すべてについて、計画どおり維持管理に係る作業を実施できることが確認さ
 れており、ソフトコンポーネントの目的は達成されたといえる。

表 3 ソフトコンポーネントの活動計画・確認方法・実施結果

項目	活動	確認方法	実施結果	差異
凝集沈澱・急速ろ過方式の原理及びプロセスを理解する。	<ul style="list-style-type: none"> ・浄水処理、沈殿池、濾過池に関するセミナー実施（2回）。 ・各種設備等の運転マニュアルの説明。施設の運転や点検に係る実習。 	<ul style="list-style-type: none"> ・セミナー開催時やマニュアル説明、OJT で質問しながら理解度を確認する。 ・実際に施設の運転や点検の実習を行い、実施した項目に対して評価を行う。 ・理解の確認について筆記試験を行う。 	<p>理解度確認のため筆記試験が行われた。初回試験では、13名の平均点が75点（100点満点）と、もともと高得点であったが、最終試験の平均点は88点（24名）に上昇し、理解度の更なる向上がみられた。</p>	<p>理解度がさらに向上しており、計画どおりの能力向上といえる。</p>
凝集沈澱池の運転能力を習得する。	<ul style="list-style-type: none"> ・沈澱池清掃マニュアルに基づき清掃作業の実施。 ・排泥タイマーの設定調整を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・マニュアルに基づき清掃作業ができていないか確認する。 ・排泥変更マニュアル、排泥管理日報に基づき排泥タイマーの設定調整ができていないかどうか確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・マニュアルに基づき、リーダーの指導の下で清掃作業が行われたことが確認された。 ・排泥管理日報・ろ過池洗浄管理日報を用いて、排泥変更マニュアルに基づき設定値の確認や変更タイミングを理解していることが確認された。 	<p>計画どおり運転能力を習得した。</p>

<p>急速ろ過池の運転能力を習得する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急速ろ過池コントロールパネルを操作して洗浄間隔等の変更を行う。 ・電磁弁操作マニュアルに基づき、現場盤電磁弁操作にて洗浄を行う。 ・ろ過池洗浄マニュアル、ろ過池洗浄管理日報に基づき洗浄管理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・急速ろ過池コントロールパネルを操作して洗浄間隔等の変更ができているかどうか確認する。 ・電磁弁操作マニュアルに基づき、現場盤電磁弁操作にて洗浄ができているかどうか確認する。 ・ろ過池洗浄マニュアル、ろ過池洗浄管理日報に基づき洗浄管理ができているか確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転員がコントロールパネルを操作して、洗浄時間の変更が出来ることが確認された。 ・電磁弁操作マニュアルに基づき、3つのグループに分け、それぞれのグループで現場盤電磁弁操作をして洗浄が行えることが確認された。 ・排泥管理日報・ろ過池洗浄管理日報（定時集計用紙）を用いて、洗浄時間を確認し、損失水頭の状況確認を行い、適切な洗浄間隔を判断できることが確認された。 ・損失水頭が高い状態における処置方法についても理解が得られた。 	<p>計画どおり、運転能力を習得していた。</p>
<p>維持管理計画の立案ができる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・年間を通じての管理計画を確認する。 ・集計用紙を用いて確認・点検を行い、運転管理を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・運転管理日報、排泥管理日報、ろ過池洗浄管理日報、設備点検の書式が作成されたかどうか確認する。 ・集計用紙への記入方法、点検方法を理解しているか確認する。 	<p>新設浄水設備用の年間管理計画が作成された。</p> <p>運転管理日報等の書式を作成し、書式を用いて点検・調整・整備依頼ができることが確認された。</p>	<p>計画どおり維持管理計画が立案できるようになり、点検・調整も実施できている。</p>

出所：JICA 提供資料を基に作成

3.2.2 インプット

3.2.2.1 事業費

改修計画の事業費については、日本側の供与限度額 1,944 百万円に対し、予備費 13% を使用せず実際の事業費は 1,295 百万円に抑えられた。これにより計画額の 67% となり、計画内に収まった。コンゴ民主共和国側事業費は、計画では 2 百万円であったが、実績値を示す資料は得られなかった。

拡張計画の事業費については、日本側の供与限度額 3,633 百万円（詳細設計分の 81 百万円を含む）に対し、実際の事業費は 2,916 百万円（詳細設計分の 69 百万円を含む）の 80% となり、計画内に収まった。コンゴ民主共和国側事業費は、計画では 5 百万円であったが、実績値の資料は得られなかった。REGIDESO からの聞き取りによれば、浄水場拡張用地の取得にあたり、土地所有者へ対して 1,200,000 米ドルの補償をしたとのことである。補償費用は土地所有者への免税措置で土地金額相当の補償をしたも

のである。

改修計画と拡張計画のそれぞれの事業費を合計した場合、日本側事業費は交換公文（E/N）及び贈与契約（G/A）の供与限度額 5,577 百万円（1,944 百万円+3,633 百万円）に対し、実際の事業費は 4,211 百万円（1,295 百万円+2,916 百万円）で計画額の 87% となり、計画内に収まった。

3.2.2.2 事業期間

改修計画の事業期間は、計画⁹では 20 カ月間（詳細設計及び入札期間を含む）であったが、実際には 2010 年 2 月から 2012 年 3 月（竣工日）までの 26 カ月間であり、計画を上回った（130%）。事業期間が計画を上回った要因は、詳細設計の期間が計画の 2.9 カ月に対し、実際には 6.6 カ月要したこと、および入札公示から工事着工まで、計画の 2.6 カ月に対し、原因は不明であるが実際には 6.5 カ月要したことである（工事着工から竣工までの期間は、計画、実績とも 12 カ月であった）。

拡張計画の事業期間は、計画では 34 カ月（詳細設計、入札期間およびソフトコンポーネント期間を含む）であったが、実際には、2010 年 2 月から 2013 年 7 月（ソフトコンポーネント完了）までの 42 カ月であり、計画を上回った（124%）。事業期間が計画を上回った要因は、詳細設計期間が計画では 3.9 カ月に対し、実績では 6.6 カ月と 2.7 カ月上回ったこと、入札公示から入札までの期間が、計画の 2.0 カ月から実績では 2.5 カ月と 0.5 カ月上回ったこと、工事期間については、業者契約から着工までの期間が、計画の 0.6 カ月から実績では 3.0 カ月と 2.4 カ月上回り、工事着工から竣工までの期間が、計画の 23 カ月から実績では 28 カ月と 5 カ月上回ったことである。工事着工から竣工までの期間が計画を上回った主な要因は、用地取得の遅れ、電力不足による鉄筋調達の遅れ、大統領選挙に伴う物資輸送の遅れ、及びセメント工場操業停止による遅れである。工事はタームⅠ、タームⅡ、タームⅢの 3 つに区分されていた。タームⅠの 8 カ月の遅延によって、タームⅡ及びタームⅢの施工開始は次年度の乾期（5 月~10 月）を待つ必要があったため期限を延期することとなった。

改修計画と拡張計画の事業期間を合計した場合、計画では 54 カ月であったが、実際には 68 カ月であり、計画を上回った（126%）。

以上より、本事業は、事業費については計画内に収まったものの、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¹⁰（レーティング：③）

3.3.1 定量的効果（運用・効果指標）

⁹ 事業事前評価表では、改修計画 18 カ月、拡張計画 33 カ月となっていたが、起点が不明のため、交換公文締結が起点となっている準備調査報告書の工程表の期間を採用した。なお、月数は両端月を含めて計算している。

¹⁰ 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。

3.3.1.1 運用指標

改修計画と拡張計画は、給水量の増加を図るという同一の目標を持つので一体的な評価を行う。改修計画の竣工が2012年3月で、拡張計画の竣工が2013年6月であるので、一体的に評価することを勘案し、基本的に2013年6月以降のデータを用いて比較分析する。なお、経年変化を把握するため、2012年のデータも示す。運用指標は、1日当たりの給水量（10,000m³/日）と浄水施設の不調による浄水量の減少率であり、指標の達成状況を表4に示す。

表4 運用指標の達成状況

指標	基準値	目標値	実績値				
	2009年	(下記)	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
	計画年	事業完成年	事業完成 1年前	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
給水量 (10,000m ³ /日)	8	11 (2012年)	8.3	10.5	12.5	12.5	12.6
浄水施設の不 調による浄水 量の減少率	約10%	0% (2011年)	2.3%	4.1%	5.4%	5.3%	5.4%

注1：給水量は、ンガリエマ浄水場から給水区域に向けて出す一日当たりの水量。浄水量の減少率は原水の取水量に対して生産された浄水量を比較して算出。

注2：減少率の実績値には不調による浄水量の減少率だけでなく、通常の減少率も含んでいる。

出所：JICA 提供資料および事後評価時質問票調査結果（REGIDESO 回答）

2つの指標のうち、「給水量」については、拡張計画が完了した2013年目標値にわずかに到達していないものの、2014年以降（2016年まで）は、約125,000m³/日の実績があり、目標を達成している。もう一つの指標である「浄水施設の不調による浄水量の減少率」については、基準値からは改善されているが、目標値には届かず、それ以降やや増加し、2016年では5.4%となっている。この理由としてREGIDESOの説明によれば、浄水過程で発生する汚泥の沈殿と、濾過池のフィルター洗浄のための処理水の増を挙げている¹¹。また、2012年までは原水の取水量を測定する流量計が無く、正確な取水量を測定できていなかった。プロジェクト実施以降は正確なロスを測定できるようになったため数値が明らかになったのも要因の一つのことである。

3.3.1.2 効果指標

効果指標は、1人当たり給水量（ℓ/人/日）である。改修計画が完了した2012年以降、2016年まで、1人当たり給水量は、その目標値である77.7ℓ/人/日を大幅に上回っている。その要因は、改修計画によって、ンガリエマ浄水場が供給する生産水量が安定した

¹¹ 汚泥を沈澱池から排出する排泥ポンプの不調、フィルターの目詰まりが生じているため。

こと、そして拡張計画によってンガリエマ浄水場の生産水量が増加したことである。

表 5 効果指標の達成状況

指標	基準値	目標値	実績値				
	2009年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
	計画年	事業完成年	事業完成 1年前	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人当たり給水量 (ℓ/人/日)	56.5	77.7	90.0	111.0	127.9	123.5	121.2

注：1人当たり給水量は、ンガリエマ浄水場から給水地域に向けて配水する一日当たりの水量を給水地域の人口で除したものである。

出所：事前評価表および事後評価時質問票調査結果（REGIDESO 回答）

なお、1人当たり給水量には、家庭まで届く過程で配水管網から生じる漏水量等も含まれている。すなわち、実際に給水地域の住民に届く水量は、この給水量より小さくなる。REGIDESO 作成の財務明細書では、有収率（給水量のうち、料金徴収対象となった水量の割合）が2015年は58%、2016年は55%である。残り45%は無収水率であり、配水管等の不具合による漏水や、料金徴収ができていない水の割合が大きく、こうした無収水を削減する必要がある。

3.3.2 定性的効果（その他の効果）

水道に対する満足度

ンガリエマ浄水場の給水地域内の住民等を対象に、受益者調査¹²を実施した。水道そのものに対する満足度を5段階で聞いたところ、「非常に満足している」あるいは「満足している」と回答した利用者の割合は、事業実施前の状況について28%であったものが、事業実施後の状況については43%と満足度が向上している。この他、事後評価時の水道の水質と水量について満足度を調査した。水質については満足度が低く、満足していると回答（はい、いいえの二者択一）したのは42%であった。一方で水量に対する満足度は一定程度あり、70%の利用者が満足であると回答した。

3.4 インパクト

3.4.1 インパクトの発現状況

3.4.1.1 定量的効果

¹² キンシャサ市内の本事業の給水地域内を網羅しつつ、一般住宅、レストラン、商店、ホテル等を対象にアンケート調査を実施した（調査数120）。調査員が質問票を回答協力者へ配布し回収あるいは直接聞き取りを行い記入した。男女比が半々となるように調査対象者を有意抽出し、男性58、女性61、未記入1であった。質問項目は、1カ月当たりの水道使用量（有効回答数61）、1カ月当たりの水道料金（有効回答数83）、水道の主な用途（有効回答数115）、プロジェクト実施前と実施後の断水時間（有効回答数78）や水汲み時間（有効回答数72）、水系感染症減少への効果（有効回答数33）、給水量に対する満足度（有効回答数119）、水質に対する満足度（有効回答数118）など。

本事業のインパクトとして想定された都市部住民の生活環境の改善にかかる定量的効果指標は、「適正な浄水処理を行うことにより、水系感染症の低下や疾病リスクの低下等の衛生改善に寄与する」である。水系感染症として下痢罹患者数についてのデータを収集した。2012年から2016年までの下痢罹患者数を表6に示す。ンガリエマ浄水場はキンシャサ市の一部の給水エリアへの配水に寄与しているものであり、この他の要因も貢献しているものと考えられるが、患者数の推移をみると、2013年までの患者数と2014年以降の患者数では大きく減少している。

表6 キンシャサ市の下痢罹患者数の推移（2012年～2016年）

（単位：人）

	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年
下痢罹患者数（全体）	9,339	17,349	670 [※]	1,417	710
下痢罹患者数（子供） ※1歳から5歳未満	5,699	10,272	670 [※]	684	690

出所：キンシャサ市の保健センター

※2014年の下痢罹患者数の全体と子供の数値が同一になっている。理由についてREGIDESOに照会を依頼したが回答を得られなかった。

3.4.2 その他、正負のインパクト

（1）断水時間について

浄水場からの配水量が増加することに伴い、断水時間の減少が期待されていた。受益者調査で断水時間を聞いたところ、1日あたり1時間以内であると回答した水道利用者の割合は、事業完了前の17.9%から事業完了後の33.8%へと大いに改善している。また、事業完了前に12時間以上の断水があると回答した人の割合が23.1%である一方で、事業完了後でも12時間以上の断水があると回答した人の割合は11.3%へと減少している。このように断水時間が減少するという正のインパクトが明確に生じている。

表7 事業完了前と事業完了後の断水時間

断水時間	事業完了前（2013年以前）		事業完了後（2013年以降）	
	回答者数（人）	割合（%）	回答者数（人）	割合（%）
0～1時間	14	17.9	27	33.8
1時間～3時間	17	21.8	11	13.8
3時間～8時間	12	15.4	16	20.0
8時間～12時間	17	21.8	17	21.3
12時間以上	18	23.1	9	11.3
計	78	100.0	80	100

出所：受益者調査結果

(2) 住民移転について

計画時にはンガリエマ浄水場敷地内のコンゴ川沿いに不法住宅 3 軒と不法耕作地があった。工事開始までにこれらの移転を完了させることが必要であった。実際に移転対象となったのは、26 名の農家であった。REGIDESO は、国内法に則り、住民移転対象者に対し、土地面積に応じて補償金について書面で合意を取り交わし、支払いを行った。26 名のうち 4 名の農家は、浄水場敷地外の土地で農業を続けている。この他 2 名の農家は移転後に亡くなられた。住民移転の実施はコンゴ民主共和国政府の責任であるため、各農家の移転先およびその後の状況について REGIDESO は情報を有しておらず、政府への確認はできていない。REGIDESO への照会では追加の情報は得られなかったが、移転した住民との間で問題は報告されていないとのことであった。

(3) 用地取得について

ンガリエマ浄水場拡張計画において、施設建設のための用地が必要であった。隣接する繊維工場会社が所有する 42 アール (0.42ha) の土地を取得した。取得に際し、その交渉成立に時間を要したがコンゴ民主共和国政府が土地代金に代えて当該会社への免税措置による補償を行うことで用地取得を実現することができた。繊維工場会社との合意経緯について REGIDESO へ照会をしたが追加情報は得られなかった。

(4) 環境配慮について

拡張計画における初期環境調査に基づき作成された環境影響評価は、2010 年 4 月 1 日付で環境省の認可を受けた。自然環境へのインパクトを緩和する方策として、浄水場外縁部の緑化（植樹）を行った。REGIDESO は、緑化のための予算を確保できなかったため、相手側負担による植樹は実施されなかったが、拡張計画工事の施工業者がこれを行った。植樹された各種の苗木は成長過程であり樹高は低く、植樹の間隔も一定ではないが、これにより自然環境へのインパクト緩和策がある程度実施されたといえる。廃棄物については再利用や環境当局へ提出される環境社会管理計画に基づいて処分される必要があるが、本事業によって交換された古い機材は、ンガリエマ浄水場敷地内にある倉庫で保管されている状況にあり、将来、リサイクル処分する予定になっている。

以上より、本事業の実施によりおおむね計画どおりの効果の発現がみられ、有効性・インパクトは高い。

3.5 持続性（レーティング：②）

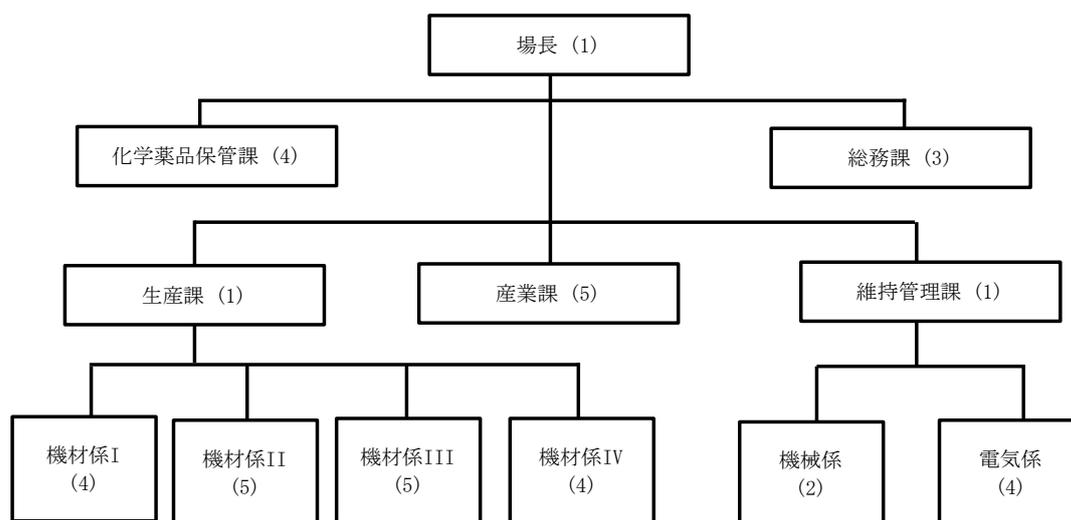
3.5.1 運営・維持管理の体制

ンガリエマ浄水場は、REGIDESO のキンシャサ州局キンシャサ生産部に属する組織で、事後評価時の職員数は 39 名である。ンガリエマ浄水場の組織図を図 1 に示す。飲料水の

生産を担当する生産課には、課長の下に、4つの機材係があり、計18名の職員が配置されている。施設の維持管理を担当する維持管理課には、課長の下に、2つの係（機械係と電気係）があり、計6名の職員が配置されている。運営担当部署と維持管理担当部署と合わせて26名の職員が配置されている。

準備調査報告書によると、昼夜2交代制の勤務体系には、最低23名の職員が必要とされており、準備調査時より職員数が増加している。なお、聞き取りによると、浄水場の稼働状況を記録するための昼夜のシフトを伴うチーム業務で、欠勤時の対応が出来ていないところもある。こうしたことから職員の増員は為されているが職員の配置は検討の必要があると考える。例えば設備の運転は自動化されているという理由によって、REGIDESO 本部では人員は少なく済むであろうという認識があるとのことであった。

実施体制の人数は確保されているが、管理部門のスタッフが本来24時間監視をすべきところ、職員の欠勤があると対応できないなどシフトの組み方が適正ではないと考える。



注：括弧内の数値は、職員数。
出所： Ngariema浄水場

図1 Ngariema浄水場の組織図

3.5.2 運営・維持管理の技術

技術面では、浄水場の運転管理は浄水場職員によって問題なく行われており、日常の維持管理の技術は有していると判断する。

各施設の稼働状況の記録は取られており、集中モニタリングシステムでの配水量の状況を記録と目視で確認したところ、目標の110,000m³を超える日配水量を供給できていることから、施設の運転および管理技術の指導は職員の能力強化に適切かつ効果があったと考える。ソフトコンポーネントでは、Ngariema浄水場の18名の職員が指導を受け

ている。¹³その後の人事異動等で当時の受講者は 2 名のみとなっているが、ソフトコンポーネントでの運転および維持管理技術の指導内容はしっかり継承されていると判断できる。

ソフトコンポーネントで作成されたマニュアルを活用し、浄水場の運用は行われている。原水と浄水について、ンガリエマ浄水場内に設けられた試験室が定められた頻度で水質検査を行っている。水質検査結果を確認したところ、一部の項目（色度、濁度）では、ソフトコンポーネントで作成したマニュアルで定められた管理値を超える数値が見受けられた。この点について浄水場職員にヒアリングを行った。原水水質の状態によっては、ンガリエマ浄水場独自で設定した管理値を超える場合があるため、世界保健機構（WHO）の飲料水質基準に従った範囲内で管理する運用手順へ改めたとのことである。基本的にはマニュアルに準拠しつつ、ンガリエマ浄水場の状況に合わせて管理方法を見直している。

各施設の稼働状況は管理日報に記録されている。配水量、水質、薬品等、細かく記録されている。一部、配水記録において、昼夜シフトの人数配分に課題があり、半日分の記録しかない日が見受けられた。

集中モニタリングルームのコンピュータでは取水量や配水量などを常時モニタリングする設備が整えられている。しかし、プリンタが故障しているため連続記録を出力できていない。コンピュータはウィルス感染を防ぐため場内の機器との接続以外には独立した使用に限られている。ネット接続および USB メモリ接続を許されておらず、データを移管することができない。配水量や水質などの管理データを自動で取得できる設備はあるので、取得したデータを利用できるような運用方法に改善することで、より効率化を図ることは可能である。

3.5.3 運営・維持管理の財務

REGIDESO の 2014 年から 2016 年の収支明細に係るデータを表 8 に示す。

¹³ ソフトコンポーネントでは、ンガリエマ浄水場職員を含め計 35 名が指導を受けている。

表 8 REGIDESO の年間収支

(単位：百万CDF¹⁴)

費目		2014 年	2015 年	2016 年
収入	料金収入	123,921	136,968	160,121
	給水工事収入	1,763	2,049	2,280
	その他収入	40,736	50,920	42,777
	収入合計	166,420	189,937	205,178
支出	人件費	50,871	59,324	66,072
	修繕費	8,171	2,627	3,332
	資材費	1,821	1,584	▲25,268
	動力費	1,809	2,240	2,027
	薬品費	4,286	3,303	8,018
	その他支出	110,865	151,237	171,183
	支出合計	177,823	220,315	225,364
期間収支		▲11,403	▲30,379	▲20,186

注 1：会計年度は、1月1日から12月31日まで

注 2：四捨五入の関係で合計金額は一致しない。

出所：REGIDESO

上表の REGIDESO の年間収支データは、ンガリエマ浄水場に加え、他の浄水場も含めた REGIDESO 全体の財務データである。REGIDESO は、政府からの補助金収入はない一方で、政府が支払うべき水道料金が滞納されている状況にある。

2014 年から 2016 年までの収支をみると、3 カ年とも赤字である。

REGIDESO 財務明細書（2014 年）によれば、REGIDESO は 295,287,805m³ の配水を行い、うち有収水は、176,414,023m³ であり、有収水率は 60%、無収水率は 40% である。REGIDESO 財務明細書（2015 年）によれば、REGIDESO は 311,021,769m³ の配水を行い、うち有収水は、181,406,155m³ であり、有収率は 58% である。無収水率は 42% である。2014 年と 2015 年を比較すると、有収率は下がっており、1m³ 当たりの水単価は 693.08CDF/m³（2014 年）から 740.29CDF/m³（2015 年）へ上がっている。有収率が 60%（2014 年）から 58%（2015 年）に下がっている原因の 1 つは、配管網からの漏水と考えられる。この配水管網の老朽化による漏水の増加によって水道料金収入の減となり、水の原価に影響を与えている。1m³ 当たりの水単価の上昇は、こうした無収水による収入の減少とともに、水の生産コストの上昇、などが考えられる。水の生産コストの上昇の例として、REGIDESO によれば、浄水処理に用いる薬品費は輸入に頼っており、ドル・コンゴフランの為替レートの影響を大きく受けている。ドルに対してコンゴフランが安くなっており、輸入品の調達で不利な状態になっている。

下表 9 にンガリエマ浄水場の 2014 年から 2016 年の 3 カ年の運営費の状況を示す。REGIDESO から提供を受けた財務明細書では各浄水場の補修費用が記載されているもの

¹⁴ コンゴフラン 1CDF=0.1077 円（IMF: International Financial Statistics; Yearbook2017 より、2016 年度平均値）

もあるが、全浄水場とンガリエマ浄水場との予算配分については記載がなかった。

表9 ンガリエマ浄水場の運営費の状況

(単位：CDF)

費目	2014年	2015年	2016年
資材・薬品・動力費	2,614,448,579.00	1,492,280,289.00	2,811,970,624.00
輸送費	58,030,063.00	1,568,333.00	
外部用役費	27,519,315.00	40,690,412.00	8,340,561.00
租税			38,828,589.00
賞与・手当	3,475,985.00	2,317,324.00	72,943,064.00
人件費	358,991,556.00	179,036,778.00	389,861,312.00
減価償却費	790,643,612.00	487,095,741.00	1,540,217,148.00
合計	3,853,109,110.00	2,202,988,877.00	4,862,161,298.00

出典：REGIDESO 提供資料

ンガリエマ浄水場の運営・維持管理に係る財務面では、職員の人件費は確保されている。輸入に頼るスペアパーツ調達あるいは国外の技術が必要な修理は困難であるものの、日常の維持管理で必要な修理は外注によって修理を行っており、その経費の予算も確保されているものと考えられる。

3.5.4 運営・維持管理の状況

<日常の運営管理>

3.3.1.1 で示したように 2013 年の稼働開始から配水量は増加し、2014 年からは目標値の 110,000m³ を超える 120,000m³ 以上の配水量を維持している。事後評価時には配水量 127,000m³/日をターゲットとして運用しており、最大 130,000m³ に達することもある。配水量を維持するという点で、浄水場の運営管理は十分適切に行われていると考える。

<スペアパーツや消耗品の購入及び更新について>

ンガリエマ浄水場でのヒアリングによれば、設備・機器のために保有しているスペアパーツが少なくなっているとのことである。例として、取水施設の自動濁度計の計測器のランプ（日本メーカー製）を 2 年間で 4 回交換してスペアパーツの在庫が無くなっている。この他、監視設備の操作盤のバッテリーが交換時期（5 年）になっているがスペアパーツが無いため、継続して使用している。これらのスペアパーツはコンゴ民主共和国内で調達できないため、輸入調達が必要とのことである。故障した施設内の機器類のうち、事後評価時も修理が為されていないものがある。これは、国内で調達できない部品は輸入に頼るしかなく、修理費用がより多く必要になるが、予算が限られており、

修理を発注できないためである。

こうした補修費用に対する財務上の課題はあるものの、安価に調達する工夫は試みられている。例として一次調査段階では部品調達が出来ず、使われていなかった取水施設の自動濁度計について、二次調査での聞き取りでは、同メーカーの海外支店から調達すれば本邦調達よりも安価であることを調べ、既に発注をかけてパーツの到着待ちとのことであった。

ンガリエマ浄水場には、本事業で設置した送水ポンプ4基とEUがリハビリした2基の送水ポンプがある。本事業で設置した送水ポンプ4基のうち、1基が壊れている。2016年3月からコンゴ民主共和国内で修理を試みているが事後評価での現地調査時点（2017年2月）では修理中であった。ただし、現在稼働中の3基の送水ポンプとEUの2基の送水ポンプによってンガリエマ浄水場が目標とする送水能力は維持されている。

薬品注入設備において、4つの注入ポンプのうち1つが壊れた。市場でスペアパーツが見つからないため、コンゴ民主共和国で入手可能な注入ポンプ（PEDROLLO社製）に交換した。

このように調達先の調査や代替品による交換などの工夫が行われている。そして浄水処理に必要な次亜塩素酸カルシウムや硫酸バンド等の消耗品は必須であるため、財務の項で述べたように経費として計上して購入を行い、浄水場運営が行われている。

ソフトコンポーネントで計画された目標は、「ンガリエマ浄水場の運転員が、凝集沈澱・急速ろ過方式の原理を理解して浄水施設を運転し、水質状況に応じて運転方法を調整し、沈殿池の清掃、ろ過池逆洗の維持管理計画の立案を自らできるようになる」であり、施設の管理と日常の運転とメンテナンスができるようにするためと考える。機器の修理については外部の専門業者にまかせることが前提となっており、修理発注の仕組みは構築されており、日常の運転と管理が出来ていることからソフトコンポーネントの目標は達成できているものと判断する。

以上より、本事業の運営・維持管理は、体制、財務に一部問題があり、維持管理状況にも問題が見られるため、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

4. 結論及び提言・教訓

4.1 結論

本事業は、コンゴ民主共和国の首都キンシャサ市の既存の浄水場であるンガリエマ浄水場にて、老朽化した施設・機器の更新と浄水施設の拡張を実施することにより、給水の安定性の向上と給水量の増加を図り、もってキンシャサ市の都市部住民の生活環境の改善に寄与することを目的としたものである。

コンゴ民主共和国は、安全な飲料水へのアクセス向上を目指し、水道インフラの改修・

拡張・新規建設を図ろうとしていることから、本事業はコンゴ民主共和国の開発政策や開発ニーズとの整合性が高く、我が国の対コンゴ民主共和国援助方針の重要な開発課題として「安全な水と衛生へのアクセス改善」が含まれ、日本政府の援助方針とも合致し、本事業の妥当性は高い。ンガリエマ浄水場の既存施設の改修と拡張（新規施設の整備）が計画どおりに実施された。事業費については計画内に収まったものの、事業期間が計画を上回ったため、効率性は中程度である。水道水の給水量（ m^3 /日）および1人当たり給水量（ l /人/日）については、その目標を達成したものの、浄水施設の不調による浄水量の減少率については、その目標を達成できていない。水道利用者の給水量に対する満足度は高まっており、水系感染症の1つである下痢の罹患者数が減少するというインパクトが見られ、有効性・インパクトは高い。運営・維持管理体制と実施機関の財務に軽度な問題があり、機材の維持管理状況に中程度の問題があるので、持続性は中程度である。

以上より、本事業の評価は高いといえる。

4.2 提言

4.2.1 実施機関への提言

(1) 浄水場施設の継続的運用について

浄水場設備を継続的に運用するため、交換パーツを使い切ってしまったもの、あるいは残り少なくなったものについて調達を行うために、ンガリエマ浄水場は交換パーツのリストを作成する。REGIDESOは更新時期に達している、あるいは近くなっている機材について調達の予算措置を行って、施設が稼働している間に更新を行うこと。

(2) 管理記録の保持について

ンガリエマ浄水場で過去の管理記録を確認できるようにするため、管理記録の電子化を進める。コンピュータとデータベースを準備して、管理記録の様式を作成して、データ入力を行う。加えてモニタリングシステムが自動記録したデータを活用できるように出力機器（プリンタ）の更新を行うことで管理記録手法の効率化を図るとともに、データのバックアップを行う。管理記録のデータベース化を行うことで、過去の浄水場施設の稼働状況から不具合の早期発見、原水水質の変化を把握し対応するといった運用が可能となる。

4.2.2 JICA への提言

浄水場の設備の更新について

設備によっては、複数あるうちの幾つかは既に停止しているものもある。具体例として6基の送水ポンプのうちの1基で長期間の修理が続いている。現状の調査を行い、相手国政府・実施機関の対応を促す必要があると考える。

4.3 教訓

運営維持管理を考慮した機材選定について

浄水場の機材のスペアパーツに関して、コンゴ民主共和国内で調達が困難であるために、更新が滞っているものがある。また、補修を試みているが時間がかかっている機材がある。設備が継続的に運用できるように、浄水場施設の設計にあたり、必要な機能及び品質を確保しつつ実施機関がスペアパーツを調達しやすい機材、そして補修が可能な機材を選定して事業の施設を構築することが重要と考える。

以上