

ケニア国
ビクトリア湖北部水サービス委員会

ケニア国
カプサベツト給水事業計画
基本設計調査報告書

平成 20 年 9 月
(2008 年)

独立行政法人 国際協力機構
(JICA)

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ

環境
CR (1)
08-076

序 文

日本国政府は、ケニア国政府の要請に基づき、同国のカプサベツト給水事業計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 19 年 8 月 25 日から 10 月 4 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ケニア国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 20 年 7 月 9 日から 7 月 17 日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 20 年 9 月

独立行政法人国際協力機構

理事 松本 有幸

伝 達 状

今般、ケニア国におけるカプサベツト給水事業計画基本設計調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴独立行政法人国際協力機構との契約に基づき弊社が、平成 19 年 8 月より平成 20 年 9 月までの 14 ヶ月に亘り実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ケニア国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成 20 年 9 月

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ
ケニア国
カプサベツト給水事業計画基本設計調査団
業務主任 阿部 信樹

要約

要 約

(ケニア国の概要)

ケニア国（以下、「ケ」国という）は、アフリカ大陸東部の赤道直下に位置し、国境は、北にエチオピアとスーダン、608km 続く海岸はインド洋に面し、西にウガンダとビクトリア湖、南はタンザニアと接している。国土面積は 58 万 km²（日本の約 1.5 倍）を有し、2005 年の人口は約 3,430 万人である。経済は、90 年代後半の旱魃やエルニーニョ現象による大雨のため、農作物やインフラに深刻な被害が生じ、治安の悪化もあって 2000 年にはマイナス成長となったが、近年は回復基調にあり 2006 年の国民総収入（GNI）は 191 億米ドル、一人当たり GNI が 540 米ドル、物価上昇率 4.3%（2005 年）を示している。各産業の GDP に占める割合は、第一次産業が 27.9%、第二次産業が 17.4%、観光業を含む第三次産業が 54.8%となっている。

(要請プロジェクトの背景、経緯及び概要)

「ケ」国政府は、「第 9 次国家開発計画(2002-2008)」において、農業生産の安定性に加え、工業化や民営事業の促進に力を注ぐ方針を決定し、そのためには安定した水の供給が不可欠であるとして、上水道分野における適切な開発と維持管理の改善を目標として掲げている。この方針の下に 1999 年に「国家水政策」が発表され、その政策を具体化するため、2002 年に施行された「水法」に基づいて水分野での行政改革を推し進めている。

本計画対象地域であるカプサベット市（人口 6.5 万人）は首都ナイロビ市の北西約 350km に位置し、ナンディ県の行政及び商業の中心地として急速に発展している。同市には 1948 年に建設され、1960 年と 80 年に拡張された表流水を水源とする上水道施設があるが、行政区域内の 33%しかカバーしておらず、加えて施設の老朽化が進んでいるため給水状態は極めて不安定である。特に浄水施設能力は 820m³/日を有していたが、創設時の施設は一部使用不能となっている。このため、現在 3 系列の内、2 系列が運転され、施設能力は 620m³/日であるが、最近では更に老朽化が進み、550 m³/日程度が生産・給水されているに過ぎず、日常的に給水制限が行なわれている。給水を受けている住民は都市部に居住する約 33,000 人のうち約 5,000 人（15%程度）と推測され、需要に対し供給が極めて不足している。給水を受けていない住民の多くは、市内にある 21 箇所の湧水を生活用水としており、水因性疾患のリスクや水運搬労働に係る負担等の問題が顕在化しつつあり、生活環境の改善が急務となっている。

このような状況を改善し、給水人口を 47,500 人に引き上げるために「ケ」国政府は我が国に無償資金協力を要請し、これを受けて我が国は 1993 年に基本設計調査を実施（弊社が調査を担当）したが、3 点の「ケ」国側負担事項（下水道建設、組織改善及び予算措置）に係わる協議が合意に達せず、事業の実施に至らなかった経緯がある。

この3点の課題のうち、下水道整備については2002年に「ケ」国側によって整備が完了し、他の課題については2002年に施行された「水法」の下で実施体制の整備が進められ、カプサベツト市はビクトリア湖北部水サービス委員会（Lake Victoria North Water Services Board: LVNWSB）の管轄下となり、LVNWSBの委託契約を受けて実際の給水事業を実施するカプサベツトナンディ水サービス会社（Kapsabet Nandi Water and Sanitation Company: KNWSC）が2006年12月に設立された。かかる経緯の中で、2004年に「ケ」国政府は改めて我が国に無償資金協力を要請した。再要請の内容は施設能力を現有の10倍に拡張するという内容であったため、双方の関係者で協議の結果、カプティエ川を水源とする既存施設の改修・拡張に協力の対象範囲絞り込むことで合意した。

（調査結果の概要とプロジェクトの内容）

日本国政府は、「ケ」国のカプサベツト給水事業計画に係る基本設計調査を行うことを決定し、JICAは2007年8月下旬～10月上旬まで基本設計、および2008年7月に基本設計概要書説明のための調査団を同国に派遣した。

基本設計調査において、計画対象地域をカプサベツトタウンシップ、およびその周辺地区（カプンゲチュニ、カモボ、カムーグイワ、キマーン、キプツァ）とし、人口増加率および水使用の動向等から、目標年次を2015年とし、計画給水人口32,500人、及び水需要量を $3,600\text{m}^3/\text{日}$ に設定した。このため、計画取水量 $3,800\text{m}^3/\text{日}$ （浄水場作業用水含む）の水源が必要となるため、カプティエ川からの取水可能性を検討した結果、10年確率では必要量を確保することが難しい時期があると想定されるものの、5年確率では計画取水量の確保が可能との結論を得た。

取水・導水施設に関しては、現地測量、および水理解析の結果、要請のあった既存取水堰の堰高を嵩上げせずに、新設導水管の口径を増径することで、通水能力($3,800\text{m}^3/\text{日}$)が確保できることを確認した。

一方、浄水施設については、既存の浄水施設は劣化・損傷が激しく、かつ施設容量も小さいため、コストの面から改修の妥当性は低いと考えられること、また新浄水場予定地とはカプティエ川を挟んだ対岸に位置しているため、運転管理上も非効率的であることから、要請にあった既存浄水場の改修($820\text{m}^3/\text{日}$)は不適と判断し、当該容量を新設浄水場の設計容量に含むこととした。

送配水システムは、市内への給水が全て自然流下方式で行なえるよう、市内キミンダ地区の標高2,040mラインに配水池を新設し、浄水場から1段でのポンプ送水とした。送水ポンプ設備は、現地事情を勘案しポンプ故障時においても浄水施設の機能に影響を与えないよう、予備機2台を含めた4台構成とし、ポンプの急停止時のウォーターハンマー対策として、フライホイールを設置することとした。送水管についても、浄水場から新設配水池までの高低差、およびウォーター

ハンマーによる管内水圧を考慮し、鋼管を使用することとした。

配水管は、要請のあった一次配水管に加え、安定した給水サービスを可能とするためには「ケ」国側のみの施行負担では極めて難しいと判断し、二次配水管、及び一部の給水管を計画に含むこととした。

注1) ウォーターハンマー：停電等でポンプが急停止した場合、送水管内の水圧が急激な変動を生じる現象。水圧が管の耐力を超えると管が破壊される。

注2) フライホイール：ポンプの回転軸に錘を設け、その慣性を利用する方法で、ポンプ圧送時にポンプの急停止を防止するため、最も容易で確実な対策として広く採用されている装備。

調達機材については、水道メーター（給水管材料を含む）、メーター検定装置、維持管理管理用工具、及び水質試験器具の他、料金請求・会計システム用コンピュータ（ソフトを含む）を調達する計画とした。

また、給水事業の効果を高め、事業の持続性を確保するためには、「ケ」国側が組織体制の強化を行い、適切な施設運営、事業経営を行なうことが必要となるが、即戦力となる能力を有した要員を確保することが容易ではない現状にあるため、ソフトコンポーネントにより、水道施設の運転管理に関する技術指導及び事業の経営強化に関する指導を実施する計画とした。

以上の計画内容に基づく基本設計の内容を次表に示す。これにより、給水施設能力は現在の $620\text{m}^3/\text{日}$ から $3,600\text{m}^3/\text{日}$ へと増強される。

表-1 基本設計内容

(1) 施設

施設名	内容	備考
取水堰	既存取水堰（高さ 1.0m、長さ 28.0m）の改修	改修
導水管	ダクタイル鋳鉄管/uPVC 管、口径 250mm、延長約 0.7km	新設
浄水場	計画処理水量：3,800m ³ /日、着水井/前沈殿池、混和池及びフロック形成池、沈殿池、急速ろ過池、逆洗水槽、浄水池、天日乾燥床、薬品注入室、管理棟含む	新設
送水ポンプ	φ150×1.25m ³ /min×160m×75kW、4 台（内 2 台予備）	新設
送水管	鋼管、口径 250mm、延長約 2.9km	新設
配水池	地上型配水池：1,050m ³ ×1 池、600m ³ ×1 池	新設
配水管	一次配管：uPVC 管、口径 300～200mm×延長 約 4.0 km 二次配管：uPVC 管/鋼管、口径 200～50mm×延長約 22.2 km 計 26.2 km	新設
給水管	各戸接続用の給水管を民地境界まで約 400 ヶ所分散設（水道メーター設置を含む民地境界以降は「ケ」国側負担工事）。	新設

(2) 調達機材

項目	内容
水道メーター	量水器 1,700 個、給水管材料（サドル分水栓、止水栓他）1,300 ヶ所分、穿孔機 2 台。設置は「ケ」国側負担。
水道メーター検定装置	基準タンク（300 L）及びローターメーター、検定台、付属品を含む一式。
工具	配管、電気・機械設備の維持管理に必要な工具一式。
水質試験器材	濁度計、pH 計、残留塩素計、ジャーテスター、ガラス器具及び実験台等一式。
料金請求・会計システム用コンピュータ、及び関連ソフト	サーバー 2 台、デスクトップコンピュータ 6 台および関連機器、基本ソフト(Windows)、料金・会計ソフト(Dataflex)一式。

(3) ソフトコンポーネント

項目	指導科目
施設の運転管理に関するトレーニング	施設運転・維持管理に係る研修
	漏水防止、水道メーターに係る研修
事業の経営強化に関するトレーニング	事業運営強化に係る研修
	料金請求・会計システム運用に係る研修
	住民啓発活動に係る研修

(プロジェクトの工期及び概算事業費)

プロジェクト実施に必要な工期は、実施設計として 4.5 ヶ月、入札手続として 3 ヶ月、機材調達および建設工事として 22.5 ヶ月、ソフトコンポーネント実施を含む全体工期は約 33.5 ヶ月である。全体事業費は約 22.05 億円（日本側負担分約 20.44 億円、「ケ」国側負担分約 1.61 億円）と見込まれる。

(プロジェクトの妥当性の検証)

本プロジェクトは、安全な水の安定供給を通じて、カプサベツト市の給水サービス改善を図るものであり、「ケ」国政府が「第9次国家開発計画(2002-2008)」において目標として掲げた上水道分野における改善に合致するものである。プロジェクトでは、主として老朽化した既存施設に替わる新規施設を建設するとともに、施設の維持管理、および料金請求・会計システム構築に係る機材調達を行なうものである。さらに、ソフト・コンポーネントにより、技術、経営管理の両面から給水事業の運営・管理に必要な要員の育成支援を図るとともに、啓発活動を通じてカプサベツト市民を安定顧客として取り込み、給水事業を健全に運営できるよう支援する。

プロジェクトにより建設される施設の維持管理費は、電力料金などの大幅な物価上昇を見込んだ場合、現行料金体系では料金収入に対し不足が生じるものと予測される。このため、少なくとも20%程度の料金値上げが必要と判断されるが、これは利用者の負担可能な範囲内である。なお、給水メーター設置による従量制の料金徴収を導入することによって、KNWSCは維持管理費の確保が十分可能である。

本プロジェクト実施による直接効果としては次のものが期待できる。

- ・ 浄水施設能力が現在の 620 m³/日から 3,600m³/日に増強される。
- ・ 現在 5,000 人しか給水にアクセスできないが、32,500 人に給水可能となる（対人口比：15%→78.5%）。
- ・ 現在、給水接続は 340 戸に留まっているが、6,500 戸が給水接続可能となる。
- ・ 給水接続の増加により料金収入が増加するとともにメーター設置の促進により適切な料金請求ができ、事業経営が安定する。
- ・ 24 時間給水が実現し、安定給水が確保できるとともに給水水質が向上する。
- ・ 料金請求・会計システムの構築が適切な事業運営に資する。
- ・ ソフトコンポーネントの実施により、水道施設の運転維持管理及び事業経営にかかる能力が向上する。

また、間接効果としては以下のものが期待される。

- ・ 安全で衛生的な飲料水が安定的に供給されることにより、水因性疾患（下痢、コレラ等）発生件数の減少に寄与する。
- ・ 戸別栓による給水が可能になり、女性や児童の大きな負担となっている水運搬労働が軽減される。

本プロジェクトは、前述のように多大な効果が期待されると同時に、広く住民の BHN の向上に寄与するものである。また、本プロジェクトの運営・維持管理に関して、相手国側の組織体制は現状では技術レベルおよび要員数のいずれにおいても十分ではないが、不足している部分は「ケ」国側の人員増・予算手当ての努力、及び本プロジェクトにて実施するソフトコンポーネントにより対応可能と判断できることから、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。

なお、本プロジェクトをより効果的、効率的に実施・運営するため、次の点について先方政府

の主体的な取り組みが求められる。

- ① 「ケ」国側負担分事業費の確保。
- ② 事業実施に必要な諸手続きに係る「ケ」国関係機関の調整促進。
- ③ 要員の訓練計画への参加と能力向上の励行。
- ④ 本計画にて調達される水道メーター（給水管材料を含む）の計画的据付、および新規給水接続の促進。
- ⑤ 適正な水道料金の徴収。

また現在、「ケ」国政府より無収水削減に係る技術協力プロジェクトが要請されているため、本プロジェクトの効果をさらに確実なものとするためには、実施機関の LVNWSB が協力対象に含まれることが望ましいと考える。

目次

ケニア国カプサベツト給水事業計画基本設計調査

総目次

序	文	
伝	達	状
要	約	
目	次	
位置図／完成予想図／写真		
図表リスト／略語集		
第1章	プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現況と課題	1-1
1-1-2	開発計画	1-1
1-1-3	社会経済状況	1-2
1-2	無償資金協力要請の背景・経緯及び概要	1-3
1-3	我が国の援助動向	1-4
1-4	他ドナーの援助動向	1-6
第2章	プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員	2-1
2-1-2	財政・予算	2-4
2-1-3	技術水準	2-7
2-1-4	既存施設の現状	2-7
2-2	プロジェクト・サイト及び周辺の状況	2-11
2-2-1	関連インフラの整備状況	2-11
2-2-2	自然状況	2-12
2-2-3	環境社会配慮	2-14
第3章	プロジェクトの内容	3-1
3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の基本設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-2	基本計画	3-3
3-2-2-1	基本事項	3-3
3-2-2-2	取水/導水施設計画	3-9

3-2-2-3	浄水施設計画	3-14
3-2-2-4	送水施設計画	3-18
3-2-2-5	配水施設計画	3-22
3-2-2-6	機材調達計画	3-27
3-2-3	基本設計図	3-29
3-2-4	施工計画／調達方針	3-66
3-2-4-1	施工方針/調達方針	3-66
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-67
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-70
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-72
3-2-4-5	品質管理計画	3-72
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-73
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-74
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-76
3-2-4-9	実施工程	3-76
3-3	相手国側分担事業の概要	3-77
3-4	プロジェクトの運営維持管理計画	3-78
3-5	プロジェクトの概算事業費	3-80
3-5-1	協力対象事業の概算事業費	3-80
3-5-2	運営・維持管理費	3-81
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項	3-85
3-6-1	既存送水管の運用	3-85
3-6-2	消毒剤の注入	3-85
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4-1
4-1	プロジェクトの効果	4-1
4-2	課題・提言	4-1
4-2-1	相手国側の取り組むべき課題・提言 要修正	4-2
4-2-2	技術協力・他ドナーとの連携	4-2
4-3	プロジェクトの妥当性	4-3
4-4	結論	4-3

[資料]

資料 1.	調査団員・氏名	A-1
資料 2.	調査工程	A-2
資料 3.	関係者（面会者）リスト	A-4
資料 4.	討議議事録（M/D）	A-5
資料 5.	事業事前計画表（基本設計時）	A-37
資料 6.	ソフトコンポーネント計画書	A-40
資料 7.	参考資料／入手資料リスト	A-51
資料 7-1	当該国の社会経済状況	A-51
資料 7-2	入手資料リスト	A-53
資料 8.	その他の資料・情報	A-55
資料 8-1	EIA	A-55
資料 8-2	水利権	A-57
資料 8-3	その他水量（生活水以外）の算出	A-61
資料 8-4	Kabutie River の流量	A-63
資料 8-5	配水池の容量	A-70
資料 8-6	配水系統図	A-71
資料 8-7	新規配水池～オフィス配水池間の配水管口径	A-72
資料 8-8	ウォーターハンマー対策の検討	A-73

位置図／完成予想図／写真

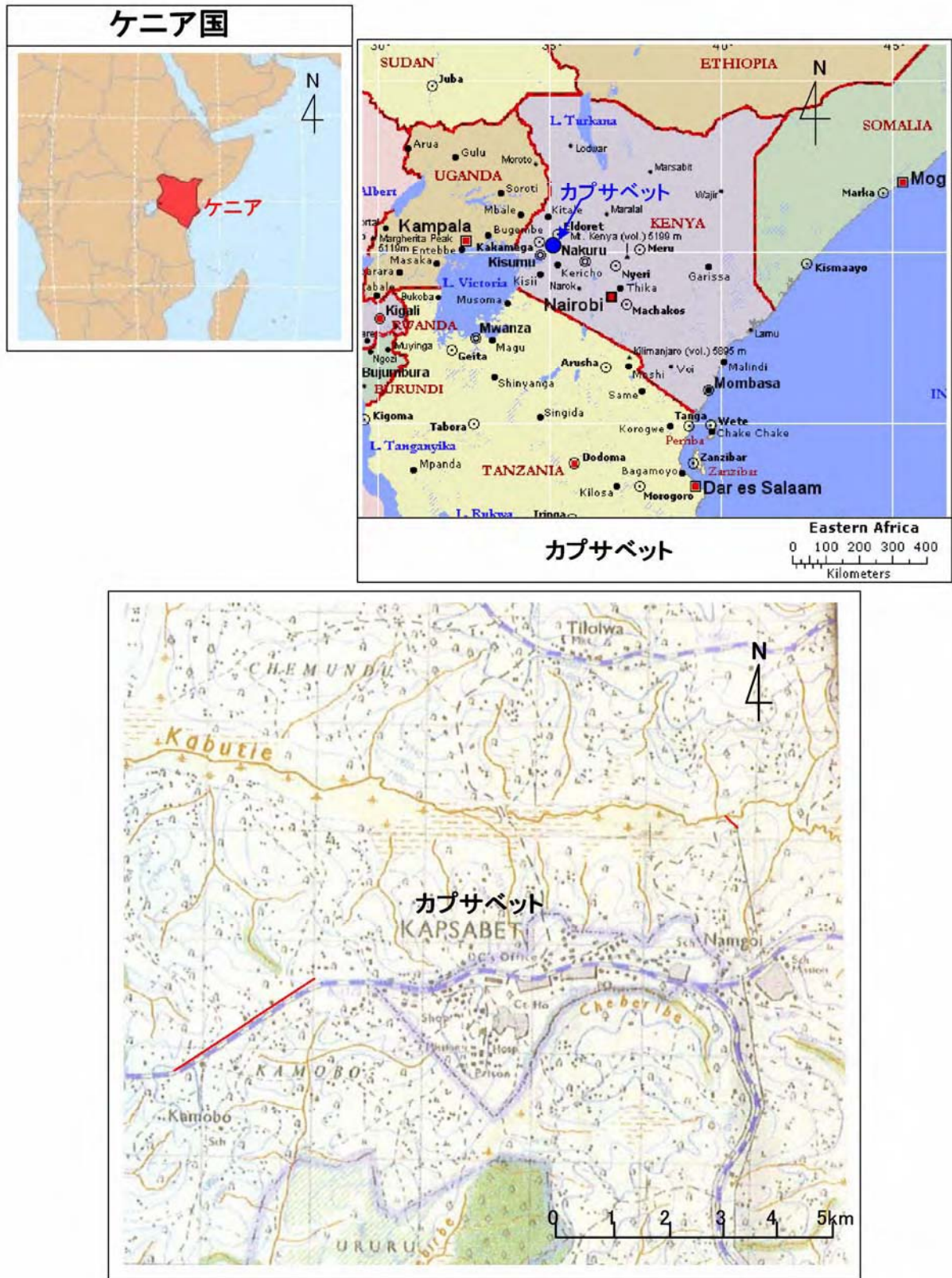


図-1 位置図



図-2 完成予想図 (新規浄水場)



写真-1 既存取水堰:堰下部からの漏水が顕著であり、渇水期には十分な水量が取水できない。



写真-2 既存浄水場:全3系列の内、2系列が稼働中。



写真-3 フロック形成池:滞留時間が短く、十分なフロック形成が出来ない為、沈澱プロセスでの効率が低下し、適正な水処理が成されない。



写真-4 硫酸バンド注入装置:注入量のコントロールが出来ない為、凝集効率が低下し、適正な水処理が成されない。



写真-5 沈殿池:流出部でフロックの巻上げが発生している為、沈澱効果をより低下させている。



写真-6 送水ポンプ設備:1台故障撤去中、1台稼働中であり、老朽化が著しい為、所定の水量を安定送水できない。



写真-7 既存カプサベットハイスクール配水池、高架タンク:本プロジェクト完成後も活用する。



写真-8 既存オフィス配水池:本プロジェクトで増設する。



写真-9 カプサベツト・ナンディ水サービス会社オフィス:手狭で老朽化している。



写真-10 料金収納窓口:利用者が直接窓口で支払う。



写真-11 料金帳票類:現在、全て手書きで処理されている。



写真-12 既存湧水施設:市内に21箇所あり、水汲み労働は、女性や子供に大きな負担となっている。

図表リスト／略語集

図表リスト

表 1-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（水道分野）	1-5
表 1-2	我が国の無償資金協力実績（水道分野）	1-6
表 1-3	他のドナー国・機関の最近の援助実績（水道分野）	1-7
表 2-1	給水セクターの各関係機関の役割	2-1
表 2-2	KNWSC の現行職員（2007 年 9 月現在）	2-4
表 2-3	LVNWSB 会計収支	2-5
表 2-4	KNWSC 会計収支（2006 年 6 月～2007 年 5 月）	2-6
表 2-5	水量内訳	2-6
表 2-6	KNWSC 料金体系概要	2-7
表 2-7	既存送水ポンプ仕様	2-8
表 2-8	ポンプ運転状況調査結果	2-10
表 2-9	発電電力量及び輸入電力量	2-11
表 2-10	最近 3 年間(2004 - 2007 年)の月平均降雨量	2-13
表 2-11	カブティエ川水質	2-14
表 3-1	プロジェクト概要	3-1
表 3-2	給水区域内人口動態	3-6
表 3-3	計画給水区域の将来人口	3-6
表 3-4	世帯別の水使用量（ m^3 /月）	3-7
表 3-5	生活用水需要予測	3-7
表 3-6	その他水量需要予測	3-8
表 3-7	水需要予測(有収水量)	3-8
表 3-8	計画配水量	3-9
表 3-9	カブティエ川流量計測実績値	3-9
表 3-10	生起確率年毎のキモンディ川最小流量（Thomas 式による）	3-10
表 3-11	生起確率年毎のカブティエ川最小流量	3-11
表 3-12	キモンディ川の生起確率別最小流量（実測データによる）	3-11
表 3-13	取水・導水施設概要	3-13
表 3-14	浄水施設内容	3-15
表 3-15	ビーカーテスト結果	3-15
表 3-16	東京都小作浄水場の例（出典：水道施設設計指針）	3-15
表 3-17	薬品注入率	3-16
表 3-18	塩素（さらし粉）注入率	3-16

表 3-19	浄水施設概要.....	3-16
表 3-20	送水施設概要.....	3-22
表 3-21	給水管工事、及びメーター調達に係る日本側、及びケニア国側の分担	3-25
表 3-22	配水施設概要.....	3-26
表 3-23	基本設計図一覧表.....	3-29
表 3-24	施工区分.....	3-70
表 3-25	両国政府の主な分担事項（一般事項）	3-71
表 3-26	品質管理に係る分析・試験方法.....	3-73
表 3-27	調達区分.....	3-74
表 3-28	初期操作指導.....	3-75
表 3-29	建設開始から目標年次までの要員数.....	3-79
表 3-30	日本側負担費用.....	3-80
表 3-31	本計画実施に伴う運営・維持管理費.....	3-81
表 3-32	本計画に基づく収支予測.....	3-82
表 3-33	LVNWSB の接続計画に基づく収支予測	3-83
表 3-34	社会条件調査結果.....	3-84
表 4-1	本計画実施による効果.....	4-1

図 2-1	ケニア国給水セクターに係る組織・制度の枠組み	2-1
図 2-2	水・灌漑省組織図	2-2
図 2-3	LVNWSB 組織図	2-3
図 2-4	KNWSC 組織図	2-3
図 2-5	既存配水系統図	2-9
図 2-6	最近 3 年間の月平均降雨量	2-13
図 3-1	水道施設模式図	3-5
図 3-2	キモンディ川の水位と流量	3-9
図 3-3	取水堰と既設・新設浄水場の水位関連図	3-12
図 3-4	河川横断部	3-13
図 3-5	浄水場フロー	3-14
図 3-6	管路圧力勾配図（対策なしの場合）	3-19
図 3-7	管路圧力勾配図（対策後）	3-19
図 3-8	計装フロー図	3-21
図 3-9	配水システム模式図	3-22
図 3-10	日本側、及びケニア国側の施工区分	3-25
図 3-11	事業の実施体制	3-66
図 3-12	実施工程表（案）	3-77
図 3-13	目標年次における組織体制（案）	3-78
図 3-14	本計画による運営維持管理費と料金収入との比較	3-83
図 3-15	LVNWSB の計画による運営維持管理費と料金収入との比較	3-84

略語集

AfDB:	African Development Bank (アフリカ開発銀行)
AFD:	Agence Française de Développement (フランス開発援助庁)
A/P:	Authorization to Pay (支払授權書)
B/A:	Banking Arrangement (銀行取極)
BHN:	Basic Human Needs (ベーシック・ヒューマン・ニーズ)
CAAC:	Area Advisory Committees (流域諮問委員会)
DANIDA:	Denmark International Development Assistance (デンマーク国際開発援助)
EAC:	East African Community (東アフリカ共同体)
EIA:	Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
E/N:	Exchange of Notes (交換公文)
F/S:	Feasibility Study (フィージビリティ調査)
GDP:	Gross Domestic Product (国内総生産)
GTZ:	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (ドイツ技術協力公社)
GNI:	Gross National Income (国民総所得)
HWL:	High Water Level (計画高水位)
JICA:	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
KfW:	Kreditanstalt für Wiederaufbau (ドイツ復興金融公庫)
Kshs:	Kenyan Shilling (ケニアシリング)
LWL:	Low Water Level (計画低水位)
LVNWSB:	Lake Victoria North Water Services Board (ビクトリア湖北部水サービス委員会)
M/D:	Minutes of Discussion (討議議事録)
MoWI:	Ministry of Water and Irrigation (水灌漑省)
NEMA:	National Environment Management Authority (国家環境管理局)
NWRMS:	National Water Resources Management Strategy (国家水資源管理戦略)
NWCPC:	National Water Conservation and Pipeline Corporation (国家水道公社)
KNWSC:	Kapsabet Nandi Water and Sanitation Company (カプサベットナンディ水サービス会社)
M/M:	Man Month (人・月)
m ³ /hr:	Cubic meter per hour (立方メートル毎時)
m ³ /d:	Cubic meter per day (立方メートル毎日)
NGO:	Nongovernmental Organization (非政府組織)
NRW:	Non-revenue Water (無収水)
ODA:	Official Development Assistance (政府開発援助)
OECD:	Organization for Economic Cooperation and Development (経済協力開発機構)
SIDA:	Swedish International Development Agency (スウェーデン国際開発協力庁)
VAT:	Value-Added Tax (付加価値税)
UNDP:	United Nations Development Program (国連開発計画)
UNICEF:	United Nations Children's Fund (国連児童基金)
US\$:	US Dollar (アメリカドル)
WAB:	Water Appeal Board (水争議理事会)
WHO:	World Health Organization (世界保健機構)
WRMA:	Water Resources Management Authority (水資源管理局)
WRUA:	Water Resources Users Association (水資源利用者協会)
WSRB:	Water Services Regulatory Board (水サービス取締役会)
WSTF:	Water Services Trust Fund (水サービス信託基金)
WSB:	Water Services Board (水サービス委員会)
WSP:	Water Services Provider (水サービス会社)
WTP:	Water Treatment Plant (浄水場)

1. プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現況と課題

「ケ」国の給水事業は従来、水・灌漑省（Ministry of Water and Irrigation：以下 MoWI）と国家水道公社（National Water Conservation and Pipeline Corporation：以下 NWCPC）が担ってきたが、水法制定により、MoWI が全国レベルの政策決定とモニタリング、調整を行い、MoWI の管轄下、水サービス委員会（Water Services Boards：以下 WSBs）が給水施設整備の責任を有することとなった。現在、全国を7区域に分割した WSBs があり、各地域における実際の給水サービスは、各 WSB との間で締結する業務委託契約に基づき、水サービスプロバイダー（Water Services Providers：以下 WSPs）が行っている。

本計画対象地域であるカプサベット市の給水事業は、ビクトリア湖北部水委員会（Lake Victoria North Water Services Board：以下 LVNWSB）との契約に基づき、カプサベットナンディ水道サービス会社（Kapsabet Nandi Water and Sanitation Company：以下 KNWSC）が運営管理しているが、施設の老朽化により、給水量、給水時間の不足等、給水事情が極めて不安定で、新規給水接続も進められない状況にあり、施設整備が焦眉の急となっている。また、KNWSC は設立されて日も浅く、水道施設の効率的な運転維持管理、及び料金徴収システムや財務管理等、健全な水道事業運営を推し進める上での改善が課題となっている。

1-1-2 開発計画

「ケ」国政府は「第9次国家開発計画（National Development Plan 2002-2008）」において、農業生産の安定に加え、工業化や民営事業の促進に力を注ぐ方針を決定し、そのためには安定した水の供給が不可欠であるとして、上水道分野における適切な開発と維持管理の改善を目標の一つに掲げている。この方針の下に1999年に「国家水政策」が発表され、その政策を具体化するため、2002年に施行された「水法」に基づいて水分野での行政改革を推し進めている。

2007年1月に策定された「国家水資源管理戦略（National Water Resources Management Strategy 2007-2009）：以下 NWRMS」では、飲料水、生産に要する水の供給を通して貧困の撲滅を目標として、水資源への公平なアクセスと持続可能、かつ効率的な水利用を基本的な目的として以下の施策を掲げている。

- ・ 表流水及び地下水の正確な水源能力把握に係る評価方法改善
- ・ 全ての国民の公平な水利用促進に係るメカニズム策定
- ・ 水資源管理におけるジェンダーの配慮

- ・ 集水域毎の土地、水資源計画、管理に関する総合的アプローチ方法策定
- ・ 集水域の保全管理に係るメカニズム策定
- ・ 適正な水質、水量の水資源の利用促進施策の実施
- ・ 水セクターへの民間投資に係るガイドライン策定、及び自己投資機会改善と公共投資の改善
- ・ 水道料金政策、及び水の商品価値としての認識に係るメカニズム策定
- ・ 雨水の人口涵養、直接利用を目的としたガイドライン策定、及び雨水利用インセンティブの促進
- ・ 災害対策に係る政策、メカニズムの策定
- ・ 多種に亘る水資源利用の調和、統合

1-1-3 社会経済状況

1963年イギリスから独立したケニアは翌1964年にはケニア共和国となりイギリス連邦に加盟した。初代ケニヤッタ大統領はイギリスと協調する政策を進め、現地アフリカ人を積極的に公務員や管理職に登用、外国から資本を取り入れ工業化を推し進めた。現在はケニヤッタ、モイのあとを継ぎ、キバキ大統領がケニアを治めている。

議会は一院制で、議員の任期は5年。地方の行政区分は7つの州とナイロビ特別区からなり、各州に州政府と州議会がおかれ、地方自治を担当する。

外交基本方針としては、非同盟外交を標榜しているが、英国をはじめとする欧米諸国との関係は深い。東アフリカにおける重要な安定勢力であり、周辺国より多数の難民を受け入れてきている他、近年、エチオピア、エリトリア紛争、ソマリア、スーダンの内戦等域内の和平調停等に積極的に関与している。タンザニア、ウガンダとの東アフリカ三国の協力関係である東アフリカ共同体（EAC）を推進しており、東アフリカでは重要な役割を担っている。

「ケ」国の経済は、2006年の国民総収入（GNI）が191億米ドル、一人当たりGNIが540米ドル、物価上昇率4.3%（2005年）を示している。主要産業は農業であり、主要な輸出品である紅茶、園芸作物、コーヒーの他、サトウキビ、トウモロコシ、綿花、除虫菊などの生産が盛んである。しかし、対GNP比率は比較的 low、製造工業とサービス産業のウエイトが高くなっている。工業は、精油、製粉、繊維、製糖から乾電池、自動車組立など東アフリカでは最も発達している。また、サービス産業は、快適な気候、豊富な野生動物のおかげで外国からの観光客による外貨収入が大きい。経済成長率に関しては、90年代後半の早魃やエルニーニョ現象による大雨のため、農作物やインフラに深刻な被害が生じ、治安の悪化もあって、2000年にはマイナス成長となったが、近年は回復基調にあり（2002年は1.1%、2003年は1.8%、2004年は4.3%）、2006年時点で

の成長率は 6.1% となり、各産業の GDP に占める割合は、第一次産業が 27.9%、第二次産業が 17.4%、観光業を含む第三次産業が 54.8% となっている。なお、国家統計局では 2007 年の実質成長率を 7.0% (暫定値) と見込んでいる。

「ケ」国は 2003 年 6 月に「富と雇用創出のための経済再生戦略」を発表し、これまで二回投資会合を開催するなど貿易・投資の促進に積極的に取り組んでおり、2004 年 3 月には、隣国ウガンダおよびタンザニアの 3 ヶ国間で対外共通関税同盟に署名した。

カプサベット市は他のケニアの都市と同様にイギリスの植民地時代に都市としての形態を整え、1985 年にナンディ県を中心地に定められた。同市は県庁所在地として県庁の他に、中央政府の出先機関がオフィスを構えており、行政の中心地として賑わっており、現在の人口は約 65,000 人である。同市は物資の集散地として発展しており、紅茶、ミルク等、周辺地域で生産された農産物の加工が行なわれている。また、教育施設の充実も同市の特徴の一つに挙げられ、通常の小中高등학교の他、カプサベット女子ハイスクール、男子ハイスクール、AIC カレッジ、バイブルカレッジ、養護学校、看護学校がある。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

カプサベット市は首都ナイロビ市の北西約 350km に位置し、ナンディ県の行政及び商業の中心地として急速に発展している。同市には 1948 年に建設され、1960 年と 1980 年に拡張された表流水を水源とする上水道施設があるが、行政区域内の 33% しかカバーしておらず、加えて施設の老朽化が進んでいるため給水状態は極めて不安定である。特に浄水施設能力は $820\text{m}^3/\text{日}$ を有していたが、創設時の施設は使用不能となっており、現在では 3 系列のうち 2 系列が運転されている。このため、施設能力は $620\text{m}^3/\text{日}$ に低下した中で、 $1,040\text{m}^3/\text{日}$ もの過負荷運転が行なわれた時期があったが、最近では更に老朽化が進み、 $550\text{m}^3/\text{日}$ 程度が生産・給水されているに過ぎない。2006 年時点では給水登録件数（申し込み件数）1,120 件に対し実際の給水接続件数は 340 件となっており、日常的に給水制限が行なわれる中、給水を受けている住民は都市部に居住する約 33,000 人のうち約 5,000 人（15% 程度）と推測され、需要に対し供給が極めて不足している。給水を受けていない住民の多くは、市内にある 21 箇所の湧水を生活用水としており、水因性疾患のリスクや水運搬労働に係る負担等の問題が顕在化しつつあり、生活環境の改善が急務となっている。

かかる状況を改善し、給水人口を 47,500 人に引き上げるために「ケ」国政府は我が国に無償資金協力を要請し、これを受けて我が国は 1993 年に基本設計調査を実施（弊社が調査を担当）したが、3 点の「ケ」国側負担事項（下水道建設、組織改善及び予算措置）に係わる協議が合意に達せず、事業の実施に至らなかった経緯がある。

この3点の課題のうち、下水道整備については2002年に「ケ」国側によって整備が完了し、他の課題については2002年に施行された「水法」の下で実施体制の整備が進められ、カプサベツト市はLVNWSBの管轄下となり、LVNWSBの委託契約を受けて実際の給水事業を実施するKNWSCが2006年12月に設立された。かかる経緯の中で「ケ」国政府は、改めて我が国に無償資金協力を要請したものであるが、再要請の内容は施設能力を現有の10倍に拡張するという内容であったため、双方の関係者で協議の結果、カプティエ川を水源とする既存施設の改修・拡張に協力対象を絞り込むことで合意が得られた。

要請内容は以下のとおりである。

- 1) 施設：既存浄水施設（820m³/日）の改修、新規浄水施設（3,000m³/日）の建設
（取水堰改修、導水管更新、送水管（φ250mm、2km）敷設、送水ポンプ
（2台）設置、地上型／高架貯水タンクの建設、配水管の敷設
- 2) 機材調達：水道メーター、水道メーター検定器、スペアパーツ、水質試験器材（pH計、
濁度計、残留塩素計、ジャーテスター）、維持管理用工具、コンピュータ
- 3) 技術支援：組織強化・顧客サービス（会計・料金徴収システム改善、水道メーター普
及、訓練、住民啓発活動）

1-3 我が国の援助動向

「ケ」国における水供給関連セクターに対する援助は、これまで表1-1、及び表1-2に示すような、開発調査、有償資金協力、及び無償資金協力が行われてきている。専門家派遣についても従来（1977年頃）から長年行なわれている。近年はコミュニティによるマネジメントを重視した「メルー市給水計画」、水道事業体の持続可能な運営を進めるパイロット給水事業の専門家派遣など、ハード面だけでなくソフト面を重視した事業を積極的に進めている。

表 1-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（水道分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
専門家派遣	1990年度まで	上水道専門家 11名 水資源開発専門家 1名	
	1990年度以降	上水道専門家 4名 水資源開発専門家 7名 水道経営専門家 2名	
開発調査	1981年度	モンバサ地区給水増強計画	モンバサ市、地方 6 中小町村、農村地域を含む地域の 2000 年までの水需要、給水増強の F/S 調査
	1988～1990年度	マレワダム建設計画	リフトバレー県東部のナクル市、キルギル町、ナイバシヤ町の 3 都市への給水の確保、増強のためマレワ川流域でのダム建設に係る F/S 調査
	1995～1997年度	メルー郡給水計画調査	メルー市及びその周辺地域の給水事情改善のための水資源開発に係る基本計画及び優先計画の策定
	1995～1997年度	キスム市上下水道整備計画調査	キスム市の浄水場の拡張、下水処理場、取水施設、送配水施設のリハビリに係る基本計画、F/S の策定
	1995～1998年度	全国総合水資源開発計画アフターケア調査	
	2000年度	地方都市給水事業運営改善計画調査	在外開発調査
有償資金協力	1986～1994年度	大ナクル上水道事業	大ナクル地域東部地区への給水を目的に 17,000 ³ /日規模の水道施設を整備するもの。併せてナクル湖の水質保全のため下水処理施設の修復、雨水滞留池を整備、円借款承諾額 50.12 億円
	1988～1994年度	ナイロビ上水道事業	ナイロビ市において新たな水源による上水道施設を建設し、給水能力は 194 千 m ³ /日から 455 千 m ³ /日に増強された。事業はダム、水道施設、排水施設、下水処理場からなり、世銀、アフリカ開発銀行、欧州投資銀行との協調融資により実施された。円借款承諾額 5.3 億円

表 1-2 我が国の無償資金協力実績（水道分野）

（単位：億円）

実施年度	案件名	調達 限度額	概要
1977 年度	イタンガ地区上水道建設計画	4.0	
1981 年度	地下水開発計画	12.0	
1982 年度	イタンガ地区上水道延長	0.4	
1988 年度	地下水開発計画	12.0	
1988 年度	タバタ・ルミ地区水供給計画	9.9	
1999～2000 年度	ライキピア県等地下水開発計画（第 1 期、第 2 期）	10.3	ライキピア県 19 箇所、サンプル県 16 箇所他、計 57 箇所の井戸建設及び 90 箇所の水利用組合に対する技術指導・住民啓発活動の実施
2001～2003 年度	メルー市給水計画（第 1 期、第 2 期）	13.7	メルー市の既存水道施設の改修と一部拡張、維持管理用機材の調達、水道事業運営の改善により、給水人口を 14,000 人から 51,000 人に増加し、また不明水率を 30%以下に改善することで衛生的で安定した上水道供給を目的として実施
2004～2007 年度	地方給水計画(第 1 期、第 2 期)	8.1	4 県（マチャコス、キツイ、ムウインギ、マクエニ）の井戸建設（ハンドポンプ型 24 箇所、水中ポンプ型 24 箇所、風車式ポンプ型 5 箇所）、関連機材調達、及び給水施設の管理指導に必要なソフトコンポーネントの実施

1-4 他ドナーの援助動向

「ケ」国には世界各国から多数のドナーにより援助が行なわれているが、主要なドナーは、世銀、AfDB、UNICEF、GTZ、KfW、DANIDA 等であり、現在の状況は表 1-3 に示すとおりである。

この内、特に KfW は本プロジェクトの実施機関である LVNWSB に対し、施設整備に係るハード分野へのローン、及び料金請求システム改善を含むソフト分野への無償援助の 2 本立てでの支援を行っており、今後とも、この種の援助を継続していくとのことである。

表 1-3 他のドナー国・機関の最近の援助実績（水道分野）

（単位：千 US ドル）

実施年度	機関名	案件名	金額	援助形態	概要
2004～2007 年度	世界銀行	ナイロビ上下水道組織制度再構築事業	18,781	無償	ナイロビ水衛生会社の組織制度支援
2004～2008 年度	国連児童基金	ケニア/UNICEF 給水衛生プログラム	4,695	無償	ナイロビ及びボクト、サムプリ、ツルカナ他の不法定住地の給水衛生改善
2004～2008 年度	ドイツ技術協力公社	水セクター改革プログラム	6,829	無償	組織制度支援
2004～現在実施中	デンマーク国際開発援助庁、スウェーデン国際開発協力庁	ケニア給水衛生プログラム	60,952	無償	地方給水衛生改善、水セクター改革の支援
2006～2007 年度	フランス開発援助庁	ナイロビ上下水道緊急整備プロジェクト	51,221	ソフトローン	水源ダム、浄水場、送水システムの改修、下水施設改修
2007～2008 年度	フランス開発援助庁	キヌム給水衛生プロジェクト（第1期）	29,025	ローン	上下水道システムの改修、拡張
2007～2008 年度	アフリカ開発基金	ナクル上下水道プロジェクト	18,781	ローン/無償	水道施設の改修、拡張
現在実施中	ドイツ復興金融公庫	ヌゾイアクラスター水セクター開発プロジェクト	44,391	ローン/無償	組織制度のキャパシティビルディング、水道施設の改修、拡張

2. プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 水関連組織/給水組織体制の現状

「ケ」国の給水セクターの実施体制は、水・灌漑省（MoWI）が全国レベルの政策決定、予算配分とモニタリング、調整を行い、同省の管轄下、全国を7区域に分割した水サービス委員会（WSBs）が給水施設整備を行っている。実際の給水サービスは、WSBs との間で締結する業務委託契約に基づき、水サービス会社（WSPs）が行っている。これら給水セクターに係る組織・制度の枠組みを図 2-1 に、また各関係機関の役割分担を表 2-1 に示す。

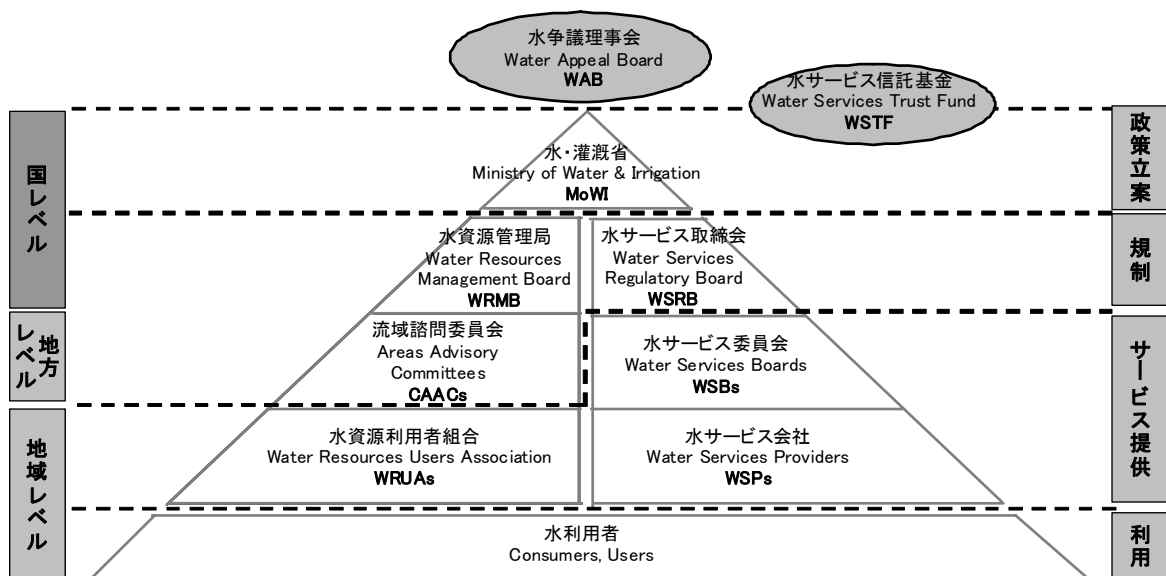


図 2-1 ケニア国給水セクターに係る組織・制度の枠組み

表 2-1 給水セクターの各関係機関の役割

機 関		機 能	備 考
国 レ ベル	水・灌漑省 Ministry of Water and Irrigation (MoWI)	<ul style="list-style-type: none"> ・政策立案 ・監理、指導 ・水セクターへの財源手配 ・議会対応 	
	水資源管理局 Water Resources Management Authority (WRMA)	<ul style="list-style-type: none"> ・政策、戦略の実施、水資源の管理、保全 ・水資源開発、ガイドライン制定、水資源保全 ・水利権に係るモニタリング、条件整備 ・集水域の管理・保全 ・水質規制、水質保全 	
	水サービス取締役会 Water Services Regulatory Board	<ul style="list-style-type: none"> ・水サービス提供に係る政策、戦略実施の監督 ・水、衛生サービス提供の規制 	

機 関		機 能	備 考
	(WSRB)	<ul style="list-style-type: none"> 水サービス委員会へのライセンス付与、水サービスプロバイダーの承認 WSBs、WSPs の事業モニタリング 	
	水サービス信託基金 Water Services Trust Fund (WSTF)	<ul style="list-style-type: none"> 水が不十分な地域への財源付与 	
	水争議理事会 Water Appeal Board (WAB)	<ul style="list-style-type: none"> 水セクターの争議調停 	
地方レベル	水サービス委員会 Water Services Boards (WSBs)	<ul style="list-style-type: none"> 水衛生サービス改善の計画策定 WSPs の任用、契約 資産所有 上下水施設、用地の調達、リース 水サービス、料金に係る規制 上下水道サービスのライセンス申請 	現在、全国に7カ所のWSBがある
	流域諮問委員会 Catchment Areas Advisory Committees (CAACs)	<ul style="list-style-type: none"> 水資源保全、利用、割当てに係る助言 水利権付与に係る調整 	
地域レベル	水サービス会社 Water Services Providers (WSPs)	<ul style="list-style-type: none"> 上水道サービスの提供、WSPs 母体は地方自治体、コミュニティグループ(NGOs)、または民間セクター 	LVNWSB は5ヶ所のWSPを所管
	水資源利用者協会 Water Resources Users Associations (WRUAs)	<ul style="list-style-type: none"> 水資源開発、管理及び関連の環境問題に係るコミュニティの参加 紛争解決への関与 	

本プロジェクトの主管官庁は MoWI であり、実施機関は LVNWSB でその組織図はそれぞれ図 2-2、図 2-3 のとおりである。本プロジェクトは、LVNWSB の技術部資産開発課が担当する。LVNWSB では現在ドイツ技術公社 (KfW) 等、他ドナーの援助事業も実施しており、エンジニアは経験豊富で技術的に高い水準にある。

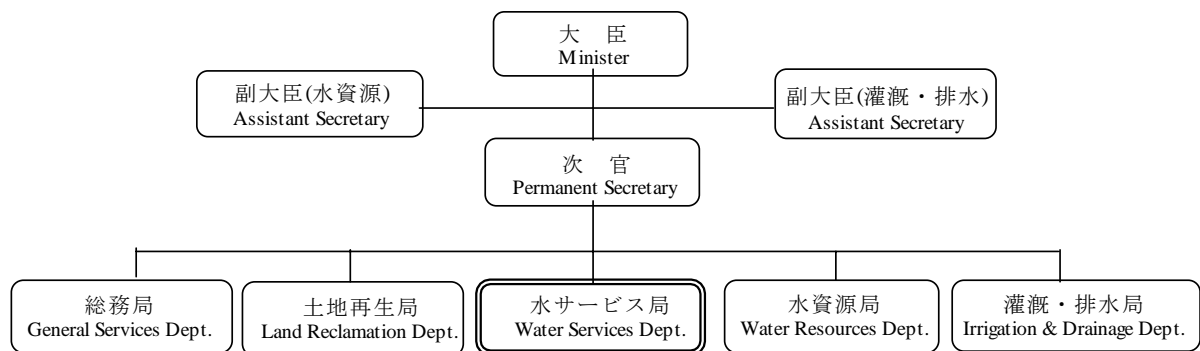


図 2-2 水・灌漑省組織図

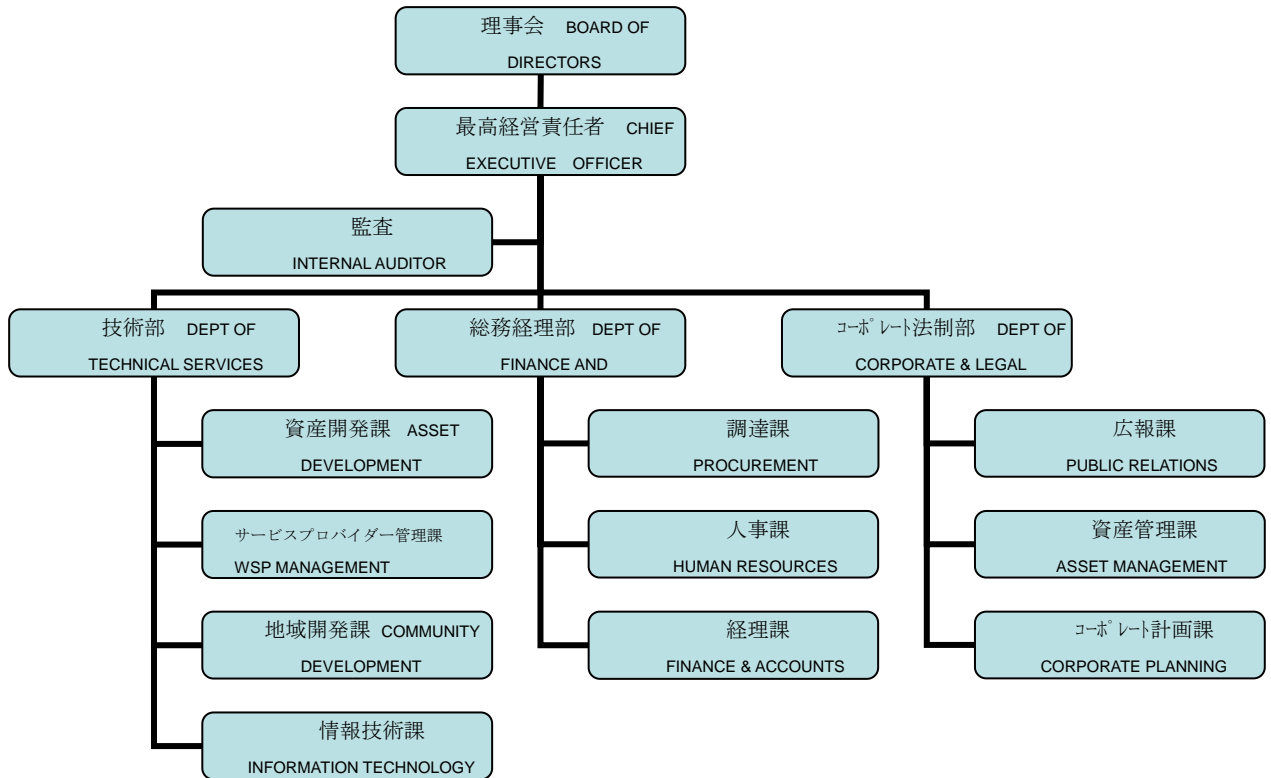


図 2-3 LVNWSB 組織図

一方、KNWSC の組織は図 2-4 のとおりとされているが、現在の実態は表 2-2 に示すとおりである。設立後まだ日も浅く、また給水量、給水戸数も少ないため所定の料金収入が得られないことから、十分な組織体制が確立されていない状況にあり、本プロジェクトの実施にあたっては、人員増、適正配置が必要である。

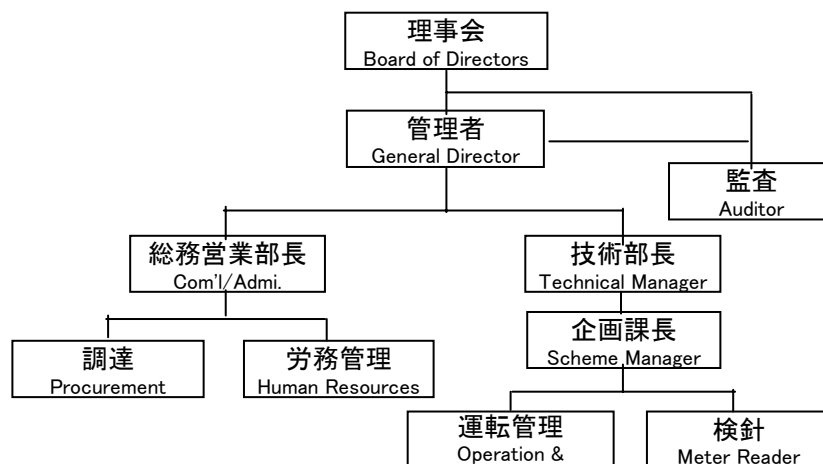


図 2-4 KNWSC 組織図

表 2-2 KNWSC の現行職員 (2007 年 9 月現在)

	職 種	業務内容	人 数
1	管理者 (Acting General Manager)	事業運営総括	1
2	事務員 (Office duties)	料金収納、一般事務	2
3	検針員 (Meter reader)	メーター検針	1
4	水道技術者(Water Supply Officer)	機械・電気設備、浄水管理	1
5	ポンプ操作員 (Pump operator)	取水施設・浄水場・送水ポンプ運転管理	2
6	管路巡視員 (Line patroller)	管路点検・漏水修繕	3
7	検査員 (Water inspector)	給水工事検査	1
8	運転手 (Driver)		1
	計		12

(2) プロジェクト執行体制

本プロジェクトの実施にあたっては、実施機関の LVNWSB 技術部資産開発課のエンジニアを主体として設置されるプロジェクトチームが詳細設計の段階から一貫して担当する。また、対象サイトのサービスプロバイダーからも本プロジェクト担当者が指名される。従って、LVNWSB、及び KNWSC から両者合同のプロジェクトチームが組織される。また、主管官庁である MoWI には Japan Desk があり、日本援助プロジェクトの調整にあっている。

2-1-2 財政・予算

(1) LVNWSB 会計収支

「ケ」国の会計年度は、7月から翌年6月までとなっている。LVNWSB は「水法 2002 年」の制定を受けて、2004 年 3 月に設立され、2005 年 1 月に拠点がナイロビ（水・灌漑省）からカカメガに移された。その後、事務所の整備、職員のリクルート等が行なわれ、実質的な業務は 2005 年 12 月に開始されたばかりである。このため、2005 年度以前の予算実績はなく、現在まで 2005/2006 年度（2005 年 1 月～2006 年 6 月までの予算実績。設立初年度のみ、1 年半となっている。）と 2006/2007 年度予算（2006 年 7 月～2007 年 6 月）があるのみである。表 2-3 に LVNWSB の 2005/2006 年度、及び 2006/2007 年度の会計収支を示す。

表 2-3 LVNWSB 会計収支

項 目	2005/2006 年度 Kshs.	2006/2007 年度 Kshs.
収入		
政府からの予算手当て	43,057,309.00	77,200,00.00
水販売収入	25,159,171.80	2,218,953.05
サービスプロバイダーからの納付金	5,633,091.30	13,707,056.80
SIDA/DANIDA 無償資金	27,785,201.00	27,133,564.00
UNICEF 無償資金	1,500,000.00	-
その他収入	1,075,670.00	1,392,500.00
<u>収入計</u>	<u>104,210,443.10</u>	<u>121,652,073.85</u>
支出		
事務所改修、家具/OA 機器購入費	25,742,752.65	13,962,195.80
事務用品、広告費	5,514,569.75	4,291,349.50
銀行手数料	244,988.40	214,095.40
交通費	2,386,860.80	1,803,508.90
運転管理費	6,919,198.60	3,297,222.35
人件費	24,968,648.60	20,554,897.75
地方水道整備費	5,953,544.95	36,090,893.25
減価償却費	5,461,954.50	6,885,853.85
<u>支出計</u>	<u>77,192,518.25</u>	<u>88,100,016.80</u>
差し引き	<u>27,017,924.85</u>	<u>33,552,057.05</u>

出典：LVNWSB 内部資料

収入の主な内訳は、中央政府からの予算手当て、各サービスプロバイダーからの水販売に伴う納付金、SIDA等のドナーからの無償資金となっている。特に中央政府からの予算手当てに関しては、LVNWSBの設立当初は43百万Kshsであったものが、2006/2007年度には77.2百万Kshsまで拡大(80%増)している。一方、支出に関しては、LVNWSBの設立に伴う事務所移転改修に係る費用、人件費、及び地方水道整備費が大半を占める。特に地方水道整備への配分額については、設立間もない2005/2006年度では6百万Kshs(収入の5.7%)であったものが、2006/2007年度には、36百万Kshs((収入の29.7%))にまで増大している。このことから、中央政府、LVNWSBともに地方水道整備を積極的に推し進める意図が窺える。

(2) KNWSC 会計収支

カブサベット市の給水事業を運営している KNWSC の 2006/2007 年度の会計収支は、表 2-4 に示すように、支出が料金収入を大幅に上回っており、極めて不健全な事業運営を余儀なくされている。その原因は表 2-5 に示すように元々給水量が不足していることに加え、無収水が大半を占める等、給水事情が極めて悪いことにある。現状では、経営が改善される状況にはなく LVNWSB が赤字を補填している状況にある。

表 2-4 KNWSC 会計収支 (2006 年 6 月～2007 年 5 月)

項 目	Kshs.	備 考
支出		
人件費	1,576,939.00	
電気料金	1,625,664.75	
薬品費	543,176.55	
O&M 費	288,000.00	
支出計	<u>4,033,780.30</u>	
料金収入	1,966,704.00	
差し引き	-2,067,076.30	LVNWSB が赤字分を補填

出典：KNWSC 内部資料

表 2-5 水量内訳

	生産量(m ³)	事業用水 (m ³)	給水量(m ³)	有収水量 (m ³)	NRW(m ³)
2006年8月	21,148	350	20,798	6,057	14,741 (70.9%)
9月	18,266	450	17,816	5,792	12,024 (67.5%)
10月	19,848	100	19,748	6,162	13,586 (68.8%)
11月	19,082	150	18,932	5,854	13,078 (69.1%)
12月	13,716	630	13,086	6,626	7,460 (57.0%)
2007年1月	15,556	280	15,276	5,970	9,306 (60.9%)
2月	15,723	100	15,623	5,408	10,215 (65.4%)
3月	16,667	200	16,467	5,689	10,778 (65.5%)
4月	12,393	80	12,313	5,899	6,414 (52.1%)
5月	17,118	350	16,768	6,335	10,433 (62.2%)
6月	17,172	100	17,072	7,873	9,199 (53.9%)
7月	14,935	100	14,835	6,563	8,272 (55.8%)
計	201,624	2,890	198,734	73,228	125,506 (63.2%)
日平均	552	8	144	201	344

出典：Billing Figure for Financial Year 2006/2007

(3) 料金制度/料金徴収

KNWSC では、基本的には表 2-6 に示す従量料金制度を採用しているが、各戸メーターの普及が進んでいないため、適正な料金徴収ができない状況にあり、フラットレート (200Kshs/月) での徴収が大半である。また、新規給水受付時には申込金 (2,000Kshs) を徴収するが、これまで給水量不足のために新規申し込みに対応できない状況が続いている。

表 2-6 KNWSC 料金体系概要

使用水量	料 金
m ³	Kshs
1-10	基本料金 Kshs 200/月
11-20	10m ³ 超分につき Kshs 25/m ³
21-50	20m ³ 超分につき Kshs 30/m ³
51-100	50m ³ 超分につき Kshs 45/m ³
101-300	100m ³ 超分につき Kshs 75/m ³
301 超	300m ³ 超分につき Kshs 100/m ³ の他、Kshs 18,600 を加算する

2-1-3 技術水準

水道施設を運転管理する KNWSC の現在の維持管理体制は不十分である。既存浄水場、送水ポンプは現在 3 名の要員により運転管理が行われているが、浄水場では計量設備が無く、送水ポンプの運転時間から水量を推測しているのみであり、正確な水量把握がなされていない。また、凝集剤の注入量は乾期、雨期の原水水質の如何にかかわらず一律としている他、現在ソーダ灰の使用を中止している等、適正な浄水処理がなされず、水質検査器具も備えられていないため、色、濁り、残留塩素といった最低限の水質チェックも全く行われていない状況にある。配水管の維持管理についても、現在 3 名の要員により、時間給水に係るバルブ操作、管路の巡回点検、簡易な漏水修繕が行なわれているが、本計画の実施に伴う管路延長の増大や、水量・水圧の改善による漏水の頻発に対応できる体制ではない。

2-1-4 既存施設の現状

(1) 取水/導水施設

取水は、既存の浄水場上流約 550m の位置でカプティエ川を横断して設けられた堰より行われている。

堰はコンクリート製で高さはおよそ 1.2m、延長はおよそ 30m で、鋼管パイプ 1 本(口径 150mm)により左岸側より取水が行われている。堰の右岸側は堰提底部より多くの水が漏洩しており、渇水期の水量が少ない時に十分な水を取水できない可能性がある。導水管は堰の下流側では河川内に敷設され、その後河川に沿った畑地内に敷設され既設浄水場に導水されているが、取水口は堰堤に管を差し込んだままの状態であり、木切れ等が入ることを防ぐ構造とはなっていない。2006 年には 3 月に 3 日間、また 6 月には 2 日間にわたり管の閉塞により取水が出来ない状態となった。畑地内敷設された管路は途中より漏水している箇所がある。また、導水管には泥吐き設備が設けられていないため、管路の閉塞により浄水場への導水が度々停止される状況にある。現在、堰提上流側に堰提の一部を利用して長さ 1.7m、幅 1.2m、深さ 0.8m のピットが設けられ、取水方法が改善されているが、スクリーン等は無く異物の混入の可能性は依然としてある。

(2) 浄水場

浄水場は河川沿いの斜面に設けられており、公称施設能力は $820\text{m}^3/\text{日}$ である。創設は 1948 年でその後 1960 年、1980 年に増設されており、建設時期によって 3 系統に大別されるが、いずれも着水井、フロック形成池、沈殿池、急速ろ過池という施設構成となっている。これらの施設、薬品注入設備は老朽化が進んでおり適切な運転が難しい状況となっている。また、創設時の系統は廃棄されており、公称施設能力は $620\text{m}^3/\text{日}$ に低下している。現在稼働している施設の内、1 系統は上部が沈殿池、下部がろ過池という構造となっており管理が難しい構造となっている。フロック形成池も容量が小さく適切な機能を果たせるような施設ではない。最近では更に老朽化が進み、 $550\text{m}^3/\text{日}$ 程度が生産・給水されているに過ぎない。

(3) 送水施設

送水ポンプは老朽化が進み、次々と廃棄され現在 1 台のみで送水している。現在設置されているポンプは電動機本体、軸受け等全体的に劣化が著しく、補修も困難な状態である。また、イタリア製であるため補修部品の調達に困窮しているおり、これまで予備機無しで No.1 ポンプ 1 台が常時フル稼働（24 時間運転）していたが、調査団の現地調査中に中古品 1 台を設置して、1 台稼働、1 台予備の体制が取られた。

表 2-7 既存送水ポンプ仕様

ポンプ No.	ポンプ仕様	製造年	稼働状況等
1	415V、50Hz、37kW、吐出力 $0.5\text{m}^3/\text{min}$	1991	
2	415V、50Hz、30kW、吐出力 $0.45\text{m}^3/\text{min}$	1991	中古品

送水管は口径 200mm の鋼管で農地内を通り、一部は道路内を左右にジグザグに敷設され、一部は路面に管表面が出ている。現地で調査した結果では漏水は見られなかった。

(4) 配水施設

既存の配水系統を下図に示す。

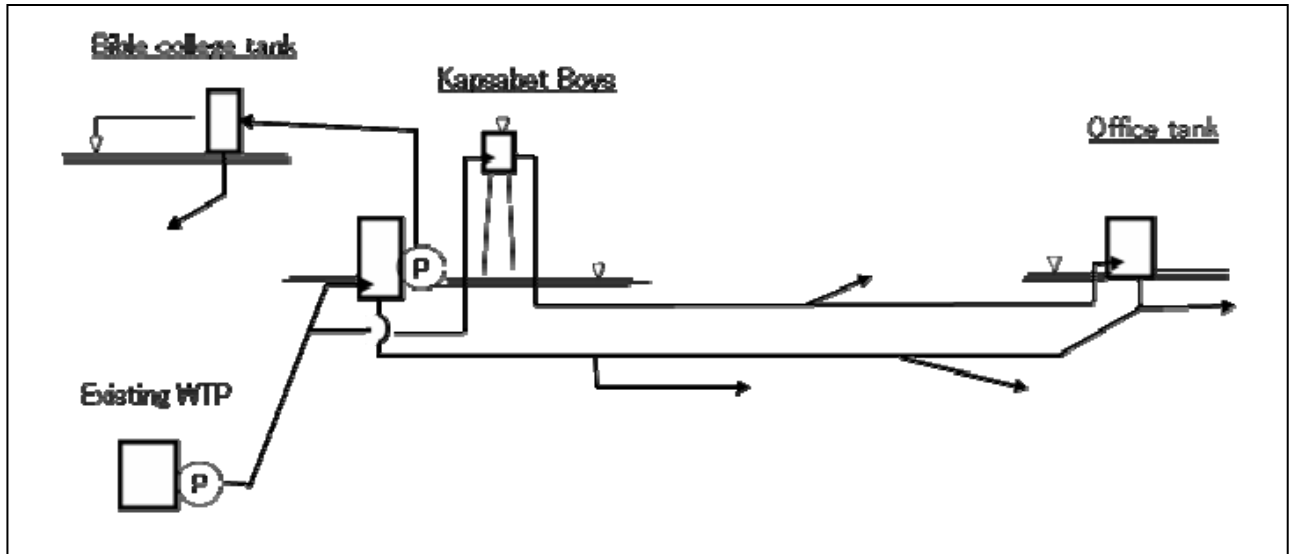


図 2-5 既存配水系統図

浄水場からは、カプサベットハイスクールの地上型配水池（ 90m^3 ）と高架水槽（ 130m^3 ）にポンプ送水される。地上型配水池からは市内に向かって配管が伸び給水を行っており、一部はポンプでバイブルカレッジ内の小規模タンク（4基、一部は使用されていない）に送水され、高台地区に給水されている。高架水槽からは、主に市内中心部にあるオフィス配水池（ 50m^3 、 100m^3 ）に送水され、そこから市内に給水を行っている。

既存配水管は総じて口径が小さく、水使用量が増加すると十分な給水が出来ない。また、配水池の高さ自体も配水区域に比較して十分な高さではなく、場所によっては適切な残水頭（ 10m 程度）が確保できない状況となっている。配管の材質はほとんどが uPVC であるが、部分的に石綿管も使用されている。市内を調査した結果、全地域を通して常時給水が受けられる地区はなく、時間給水が行われている。また、水圧が低いこともあり地表面に現れるような漏水は見受けられなかった。

(5) 電気・計装設備

受配電設備は、3φ3W11kV で受電し、屋外設置の 100kVA の変圧器にて 415V に降圧し、各負荷に配電している。

遮断器等の機器は、ポンプ室兼電気室内の壁に壁掛盤を設置し収納されている。電気盤下の床がポンプからの漏水により浸水しているため感電等の事故を引き起こす可能性がある。受電盤、現場盤は、錆や腐食等が顕著に見られ、かなり老朽化しており早急に更新等の対応をとる必要がある。

電力量は、WH メーターにより確認し、毎日記録されている。現場操作盤には、電流計、電圧計が設置され、運転管理の指標としている。

送水ポンプは 2 台設置 (37kW×1 台、30kW×1 台 (1 台は予備)) されており、手動で運転されているが、送水量や配水池水位を監視するための計測機器が設置されていないため、適正な運転管理が行えない状況である。従って、適切な維持管理、ポンプの運転が行えるように計測装置を設置する必要がある。

カプサベット地方では、雨期の場合、週 3～5 回、1～2 時間程度の停電が発生している。停電の回数は多いが比較的短時間である。また、電圧変動が 400V～415V であるため電動機への影響はない (電圧変動調査結果参照)。

また、表 2-8 は各月におけるポンプの停止時間 (合計) のうち 24 時間、12 時間停止した回数を示すものである。24 時間ポンプが停止している理由は、停電によるものではなく、ポンプのメンテナンスまたは電力会社への料金の未払いのためである。12 時間ポンプが停止しているものは、導水管の閉塞により、浄水池が水位低 (LL) となりポンプが停止したためである。

電圧変動調査結果
(2007 年 9 月 16 日)

時刻	電圧 (V)
0:00	415
1:00	415
2:00	415
3:00	415
4:00	400
5:00	415
6:00	415
7:00	415
8:00	400
9:00	415
10:00	415
11:00	400
12:00	400
13:00	415
14:00	415
15:00	415
16:00	415
17:00	415
18:00	415
19:00	415
20:00	415
21:00	415
22:00	415
23:00	415

表 2-8 ポンプ運転状況調査結果

年	2006											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
降雨量 (mm)								332	191	65	440	210
停止時間 (時間)	97	85	64	55	117	112	81	50	126	113	151	138
24時間停止 (回数)	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	3	2
12時間停止 (回数)	1	1	0	2	6	1	3	1	1	3	2	2

年	2007							
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
降雨量 (mm)	30				355	322	354	332
停止時間 (時間)	123	128	59	295	107	111	175	54
24時間停止 (回数)	0	0	0	10	2	1	4	0
12時間停止 (回数)	2	0	0	1	0	3	2	0

2-2 プロジェクト・サイト及び周辺状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

メイン通りは舗装されており、大型車の通行はスムーズに行うことができる。メイン道路を外れるとほとんどは裸地で、場所によっては道路面が凸凹で通常の乗用車での走行が難しいところがあるが、多くはない。土質は粘性土で雨が降ると排水の悪いところでは泥状となり通行が難しくなるところがあるが、泥状の状態はそれほど長く続かない。構造物の建設が最も多い浄水場までの道路は裸地であり、比較的道幅は広いものの轍の深い所があり、スムーズな通行のためには不陸整生が必要である。特に雨期には轍後が深い溝となるので注意を要する。また、浄水場建設地手前でカプティエ川を渡る橋は、工事用車両の重量によっては補強、あるいは仮設橋の設置を検討する必要がある。

(2) 電力

ケニアの電力は、主に水力発電により電力を賄っている。また、ウガンダからも電力を輸入している。2000年から2005年までの発電電力量および輸入電力量は下表の通りである。発電電力量は、年々増加し、電力輸入は減少している。また、ソンドゥ・ミリウ水力発電所（発電量 60MW）が建設されたため、（2007年11月竣工）今後一層安定的な電力供給が可能となる。

表 2-9 発電電力量及び輸入電力量

（単位：Million kWh）

種別	2000	2001	2002	2003	2004	2005
発電電力量						
水力	1,793.8	2,030.0	3,070.9	3,432.8	3,169.2	3,038.9
火力	2,017.8	1,965.4	1,167.3	920.0	1,038.3	1,506.2
地熱	367.1	455.6	447.2	498.4	986.6	1,001.6
計	4,178.7	4,451.0	4,685.4	4,851.2	5,194.1	5,546.7
輸入電力量						
ウガンダより	220.5	113.7	238.4	189.4	161.9	27.9
合計	4,399.2	4,564.7	4,923.8	5,040.6	5,356.0	5,574.6

カブサベツト地方の電力事情は、雨期の場合、週 4～5 回、1～2 時間程度の停電が発生しているが、「ケ」国全体の電力事情は安定する方向である。

(3) 下水道

カブサベツト市には下水道施設があり、アフリカ開発銀行(African Development Bank: AfDB)の支援により第 1 次工事が 1995 年に第 2 次工事が 2002 年に完了している。市内の給水整備が遅れて

いることもあり、現在の下水道接続数は約 200 ヶ所程度と、処理対象区域の 25%程度をカバーしているに過ぎず、残る約 75%は堅穴式トイレを使用している状況にある。下水道施設は、チェバルバル川側の山腹を縦横断するように設置され、既存下水処理場は嫌気性池、通性池、及び成熟池で構成された安定化池で、計画処理能力は 1,000m³/日である。下水管（口径 150～450mm）の延長は約 26 km で、中継ポンプ場を経由し下水処理場へ送られている。前述したように、下水道への接続数が少ないため、現在の処理水量は 600m³/日程度とのことであり、処理水の水質は良好であるが、下水道普及のためには給水整備、及び下水道接続に伴うトイレの改善が課題である。

(4) 廃棄物処理

カプサベツト市では、一日 90 トンの固形廃棄物が排出され、トラクターで県立病院の西側にある処分場に運搬投棄されている。処分場からの浸透水は、以前県立病院の水源であったカプネンゲ湧水に流れており、処分地移転の計画はあるものの、現在未承認となっている。

2-2-2 自然状況

(1) 地形

カプサベツト市はほぼ赤道直下に位置し、標高 2,000m 前後の高地にある。南北 1.9km、東西 3.2km と東西に細長く、国道 39 号線がほぼ稜線を東西に走る形で縦断し、カプサベツト市を南北に分断している。この東西を走る稜線に南北の幾つかの小さな稜線が連なり、カプサベツト市、及びその周辺地区の地形を起伏に富んだものになっている。国道の北側は国道と平行して流れるカプティエ川に向かって深く広い幾筋もの谷間を形成し、国道の南側はチェバルバル川に向かって起伏の大きい谷間を形成している。カプティエ川、チェバルバル川周辺にはいずれも湿地帯が形成されている。カプティエ川は西に流れてキモンディ川に、チェバルバル川は南に流れてモコン川に合流した後、さらにキモンディ川は南に、モコン川は西にそれぞれ流れて広大な南ナンディ森林内で合流し、ヤラ川となり西に流れてビクトリア湖に注いでいる。

(2) 地質

カプサベツトの地質は、その成り立ちから 3 年代に大別される。始めに、チェバルバル谷の一部に露頭を見せている先カンブリア代の片麻岩類から成る基盤岩があり、ナザンジャン系と呼ばれる主に玄武岩の貫入により広域変成されている。基盤岩の上には、第三紀の火山岩類が隆起と地殻移動によって分布し、中新世以降の湖沼堆積層が更に上部を覆っている。一方、新第三紀のドーム状火山岩は、ティンドレット高地に良く見られる崖錐地層による生成と考えられている。現世では、これらの地表地層が風化/浸食され、主に碎屑泥岩で部分的にローム質である。地表水が停滞し易いキングワル湿地では、黒綿土が多く分布している。

なお、現地調査において、浄水場、及び配水池建設予定地の地耐力を確認し、適切な施工方法

の検討に供するため平板載荷試験により土質調査を行った。その結果、浄水場予定地、配水池予定地とも赤色粘性土、シルト質粘土が主体であり、地表面から2mの深度では概ね200kPa (20 t/m²)の地耐力があることが判明した。また、浄水場用地の一部には風化岩の存在も確認されたことから、適正な設計・施工方法の検討が必要と判断された。

(3) 気象

カプサベツトの平均気温は20℃であり、最高気温は乾期の12月、及び1月に23℃、最低気温は雨期の7月、8月に12℃となる。年平均降雨量は2,179mmで年間降雨日数は136日で1月が最も少ないが、降雨は年間を通じて見られる。雨期は一般に3～9月の長雨期と10～12月の短雨期に分けられており、長雨期には主に夕方から夜間にかけて、雷を伴って激しく降ることがある。湿度は明け方87%～96%、午後には35%～61%となっているが、最高湿度は7月に、また最低湿度は2月に顕れる。

表2-10、図2-6にカプサベツト市、及びその近郊のエルドレツト市の最近3年間の月平均降雨量を示す。

表 2-10 最近3年間(2004 - 2007年)の月平均降雨量

(単位: mm)

観測地/月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
カプサベツト	97	88	166	280	257	191	276	276	153	134	209	96
エルドレツト	44	57	106	176	153	100	194	256	103	50	136	66

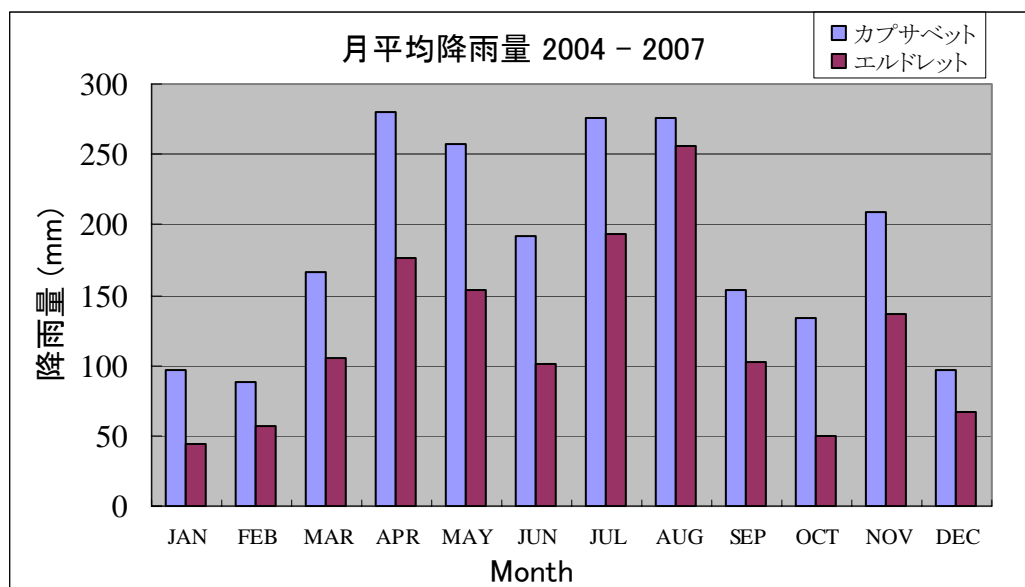


図 2-6 最近3年間の月平均降雨量

(4) 水源水質

カプサベツトの水源であるカプティエ川は標高およそ 1900m で、給水区域よりおよそ 100m 低い所を東から西に流下しキモンディ側に合流している。流域面積はおよそ 105km²である。降雨時の河川水は粘性土を多く含み、赤茶色を呈している。現地調査時に 2 回にわたりカプティエ川取水地点で原水のサンプリングを行い、濁度、pH、総アルカリ度、電気伝導度、鉄、マンガン、シアン、水銀等について分析した。

その結果、原水中に有害物質（シアン、水銀）存在の懸念はなく、濁度、pH、および総アルカリ度から、濁質除去に関しては、通常の凝集沈殿処理で十分対応できるものと判断された。一方、鉄、及びマンガン濃度は WHO ガイドラインを超えているが、これまで給水水質において鉄による赤水、マンガンによる黒水のような水質障害は報告されていないため、鉄は凝集沈殿、ろ過の過程で除去される不溶性の第 2 鉄塩とみられる。また、マンガンについては、前回の基本設計調査(1993 年)における分析値(0.01mg/L)との比較から、今回の測定値に誤りがある可能性が大きいいため、詳細設計時に再確認する必要があるものと判断された。

表 2-11 カプティエ川水質

水質項目	単位	採水日		WHO ガイドライン
		2007 年 9 月 20 日	2007 年 12 月 21 日	
pH		7.4	7.4	-
濁度	FTU	17	85	5
電気伝導度	μS/cm	80	79	-
鉄	mg/L	2.02	1.55	0.3
マンガン	mg/L	2.52	2.27	0.1
総硬度	mgCaCO ₃ /l	10.4	10.8	-
総アルカリ度	mgCaCO ₃ /l	49	53	-
COD	mg/L	26	28	-
シアン	mg/L	ND	ND	0.07
水銀	mg/L	ND	ND	0.001
銅	mg/L	ND	ND	1.0
浮遊物	mg/L	12.3	18.8	1000
カルシウム	mg/L	8.49	-	-
リン (PO ₄)	mg/L	0.13	-	-
マグネシウム	mg/L	2.52	-	-
硫化物	mg/L	5.59	-	-
硝酸性窒素	mg/L	0.01	-	50 (硝酸性+亜硝酸性窒素)
亜硝酸性窒素	mg/L	0.15	-	
塩化物	mg/L	1.40	-	250

2-2-3 環境社会配慮

(1) 水利権

LVNWSB から国家水資源管理局 (Water Resources Management Authority, WRMA) に水利権の取得申請がなされ、2007 年 11 月 13 日付けで付与されており、問題はない。(資料 8-2 参照)。

(2) EIA

本プロジェクトに係る EIA に関しては、「ケ」国の国家環境管理庁（NEMA）から、2006 年 10 月 11 日付けでライセンスが発出されており、特段の指摘事項はない。（資料 8-1 参照）

ただし、現地調査時において以下の事項について確認した。

1) カプティエ川の流量計測、取水堰改修による流量変化予測、並びに下流への影響予測

現地再委託にて実測したカプティエ川(雨期)、及びカプティ川と合流するキモンディ川（乾期）の流量はそれぞれ $2.64\text{m}^3/\text{秒}$ ($228,000\text{m}^3/\text{日}$)、 $5.21\text{m}^3/\text{秒}$ ($450,000\text{m}^3/\text{日}$)である。本プロジェクトにおいて既存取水堰の改修とともにカプティエ川からの取水量が $3,800\text{m}^3/\text{日}$ へと増大することとなるが、取水堰下流からキモンディ川合流地点まで相当の水量を有する湧水、支流が多数合流し、キモンディ川はカプティエ川に対し 8~9 倍の流量を有するため、10 年確率渇水年を除いては取水堰下流への特段の影響はないものと判断される（後述 3-2-2-2 取水/ 導水計画）。

2) 新規用地取得の有無、及び非自発的住民移転の有無

新規浄水場建設用地はカプサベット市の所有地、また新配水池建設用地は私有地であるが、住民の居住はない。また、いずれも用地取得の手続きが完了している。導水管の敷設予定ルートは、河川沿い、及び畑内に敷設されている既存管ルートに同じであり、送配水管も既存道路内に敷設されるため住民の居住はなく、住民移転は発生しない。

3) 浄水場から排出される汚泥・排水の処分

浄水場沈殿池からの汚泥は天日乾燥を経て、カプサベット市所有の廃棄物処分場に投棄されるため、環境配慮上の懸念はない。また、ろ過池洗浄排水のカプティエ川への放流について、EIA において特段の問題がないこと確認しているが、LVNWSB を通して NEMA に再度確認した。

4) プロジェクト実施に伴う周辺住民の商業活動等への影響の有無

本プロジェクトでは配水管工事における道路掘削に伴い、カプサベットタウンシップ内では一時的に店先に駐車できなくなる等、商業活動への影響が生じると予想されるが、限られた時間内であり住民の許容範囲と考えられるため、特段の影響は生じない。

5) 計画サイト近傍における文化遺産の有無

計画サイト周辺には文化遺産が存在しない。