

NO. 01

ケニア共和国

ライキピア県等地下水開発計画

基本設計調査報告書

ケニア共和国

ライキピア県等地下水開発計画

基本設計調査報告書

JICA LIBRARY
J 1148571 (1)

平成11年1月

国際協力事業団
日本工営株式会社

平成11年1月

407
61.8
9R0

LIBRARY

調無一
CR (2)
99-029

ケニア共和国

ライキピア県等地下水開発計画

基本設計調査報告書

平成11年1月

国際協力事業団
日本工営株式会社



1148571 (1)

序 文

日本国政府は、ケニア共和国政府の要請に基づき、同国のライキピア県等地下水開発計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成10年7月13日から8月26日まで基本設計調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ケニア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いたしました。帰国後の国内作業の後、平成10年10月26日から11月6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11年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎

伝 達 状

今般、ケニア共和国におけるライキピア県等地下水開発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、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成10年7月6日より平成11年2月22日までの7.5ヵ月にわた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11年1月

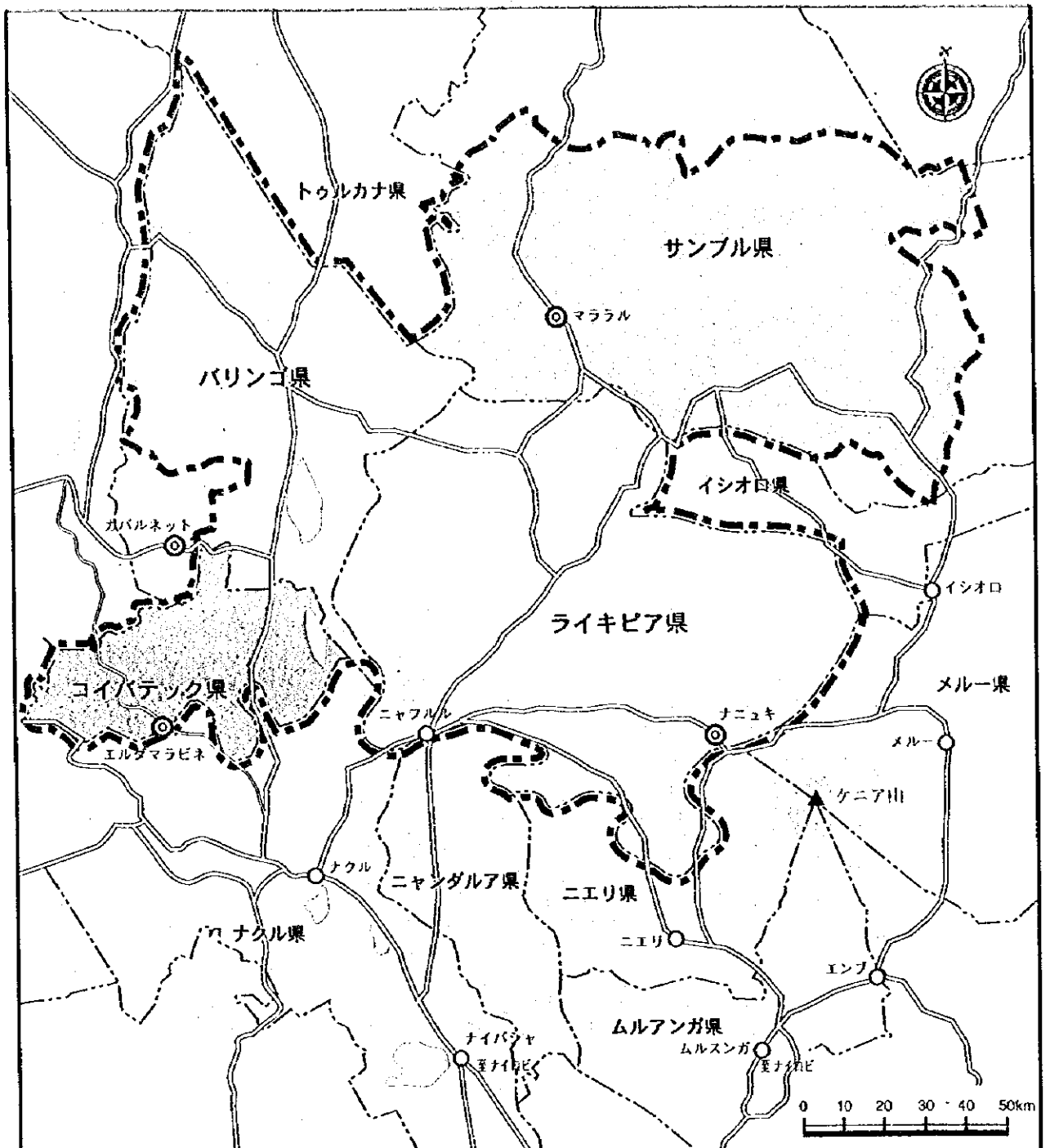
日本工営株式会社

ケニア共和国

ライキピア県等地下水開発計画

基本設計調査団

業務主任 島 崎 齊

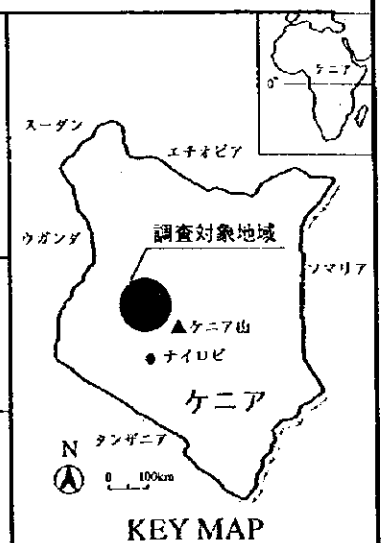


凡 例

- | | | | |
|-------|--------|-------|------|
| ----- | 調査対象地域 | ----- | 県境界線 |
| ===== | 主要道路 | ○ | 都市 |
| ~~~~~ | 湖 | ◎ | 県都 |

ケニア国ライキピア県等
地下水開発計画基本設計調査

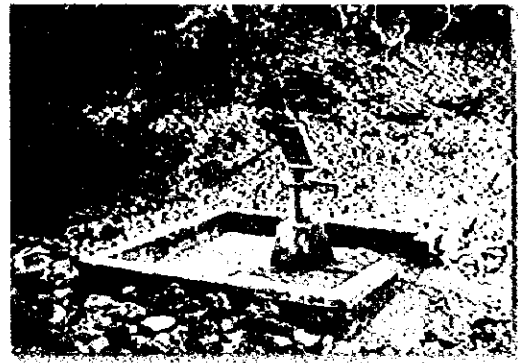
調 査 位 置 図



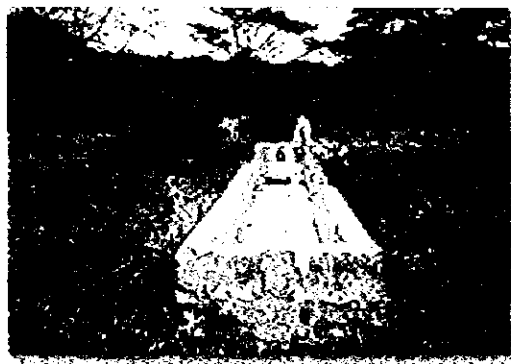
現地写真集 1



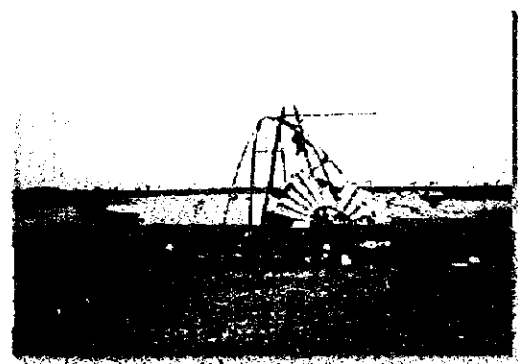
選定井戸サイト（ライキピア県）



既存ハンドポンプ（ライキピア県）



既存水叩き（ライキピア県）



破損した既存風力ポンプ



水資源省 マララル事務所（サンプル県）



選定井戸サイト（サンプル県）

現地写真集 2



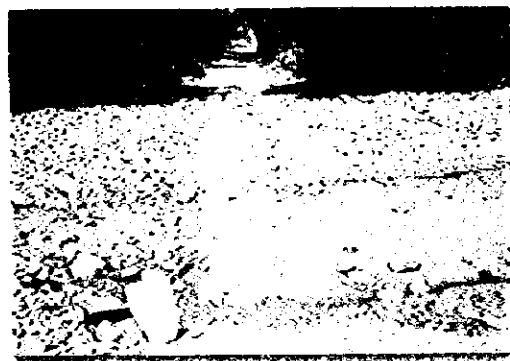
既存ハンドポンプ（アフリテフ型：サンプル県）



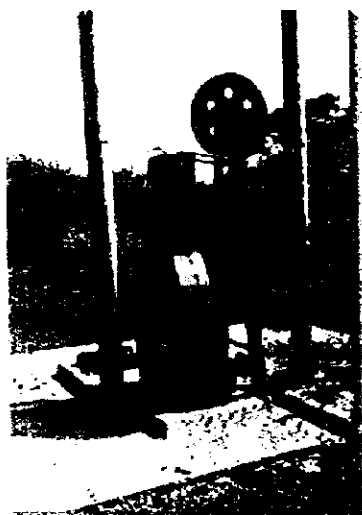
選定井戸サイト（バリンゴ県）



既存ハンドポンプ（バリンゴ県）



選定井戸サイトへのアクセス道路（バリンゴ県）



メンテナンス不良の為、故障、廃棄された既存動力ポンプ（バリンゴ県）



選定井戸サイト（コイバテック県）

略 語 集

ADB	ASIA DEVELOPMENT BANK	K£	Kenya Pounds (20 Kenya Shillings)
ADF	ASIA DEVELOPMENT FUND		
ASAL	Arid, Semi-Arid Lands	MOH	Ministry of Health
BHN	Basic Human Needs	MOHANI	Ministry of Home Affairs and
CBS	Central Bureau of Statistics		National Heritage
DANIDA	Danish International Development Agency	MTBF	Mean Time Before Failure
DTH	Down the Hole	MWR	Ministry of Water Resources
DWE	District Water Engineer	NGO	Non-Governmental Organization
DWO	District Water Office	NMWP	National Master Water Plan
EDF	European Development Fund	NWCPC	National Water Conservation and Pipeline Corporation
EDC	Export Development Corporation		
FAO	Food and Agriculture Organization the United Nations	NWP	National Water Policy
FINIDA	Finland International Development Agency	O&M	Operation and Maintenance
FRG	Federal Republic of Germany	PVC	Polyvinyl Chloride
FRP	Fiberglass Reinforced Plastic	GSP	Galvanized Steel Pipe
GDP	Gross Domestic Product	SIDA	Swedish International Development Agency
GOJ	Government of Japan	UK	United Kingdom
GOK	Government of Republic of Kenya	UNDP	United Nations Development Programme
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (German Technical Cooperation Agency)	UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
IDA	International Development Association	UNICEF	United Nations International Children Emergency Fund
IFAD	International Fund for Agriculture Development	WHO	World Health Organization
ILUS	Integrated Land Use Survey	WID	Women in Development
JICA	Japan International Cooperation Agency	WDD	Water Development Department
KS	Kenya Standard	WFP	World Food Programme
Ksh	Kenya Shillings	WRDB	Water Resources Development Branch

略 語 集 (単位)

Length

mm	=	millimeter
cm	=	centimeter
m	=	meter
km	=	kilometer
m/s	=	meter per second

Area

ha	=	hectare
m ²	=	square meter
km ²	=	square kilometer

Volume

l, lit	=	liter
l/c/day	=	liter per capital per day
l/min	=	liter per minutes
m ³	=	cubic meter
m ³ /h	=	cubic meter per hour
m ³ /s	=	cubic meter per second
MCM	=	million cubic meter
m ³ /d	=	cubic meter per day

Weight

g	=	gram
kg	=	kilogram
t	=	ton
mg/l	=	milligram per litre

Time

sec	=	second
h, hr	=	hour
d	=	day
yr	=	year

Money

Ksh.	=	Kenya shilling
K£	=	Kenya pound
US\$	=	U.S.dollar

Others

%	=	percent
o	=	degree
'	=	minute
"	=	second
°C	=	degree Celsius
md	=	man-day
no.	=	number
pers.	=	person
ppm	=	parts per million

要 約

要 約

ケニア国は、アフリカ大陸東部の赤道直下に位置し、その周囲をエチオピア、スーダン、ソマリア、タンザニア、ウガンダに取り囲まれている。ケニア国の国土面積は約 583,000km²であり、8 州 50 地区の行政区域に分割されている。国土面積の約 83%に相当する 490,000km²が ASAL 地域（海岸地帯、南部高原地帯を除く全地域）とよばれる半乾燥・乾燥地域で、ケニア全人口（1994 年で 2,929 万人）の約 25%が居住している。ケニア経済は、主に農業と観光業の 2 つの産業から成り立ち、国内総生産（GDP）の 29%を農業が、15%を観光業が占めている。世界銀行の統計資料（1998/99）によれば、1997 年の一人当たり GDP は約 US\$300 と低く、後発開発途上国として位置付けられている。過去 8 年間（1990～1997）の GDP の平均成長率は 2.0%で、1980～1990 年の 10 年間のそれが 4.2%であったことから減速傾向にあるといえる。

この低迷する経済状況を改善するため、ケニア政府は第 8 次国家開発計画（1997～2001）で、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打ち立てた。これらの促進には、安定した水の供給が不可欠で、これが上水道分野での目標となっている。また、絶対的貧困率の減少と生活環境の改善もこの国家開発計画での目標として掲げられている。1994 年の国連開発計画（UNDP）による調査によれば、絶対的貧困の割合は農村部で 55%となっており、都市部の 10%を大きく上回っている。都市と農村の均衡のとれた発展を行うため、ケニア政府は農村部の中でも特に貧しい ASAL 地域の開発を重要政策の一つとして取り上げている。また、ASAL 地域における水供給については、表流水は年間を通じて取水可能なものではなく、井戸に頼らざるを得ない状況である。特に乾期においての水不足は顕著で、住民の飲料水不足だけでなく、水不足による衛生状態の悪化を引き起こし、主要産業である放牧にも大きな影響を与えている。

このような背景のもと、ケニア国政府は平成 9 年 6 月に、ASAL 地域に位置するライキピア県及びその周辺地域（サンプル県、バリング県、コイバテック県の一部）の約 20,000km²に対して、100 本の井戸建設とハンドポンプの設置及び維持管理に必要な車輛と物理探査機器の調達に係る無償資金協力を日本政府に要請した。

ケニア政府の要請を受けて、国際協力事業団（以下 JICA）は平成 10 年 7 月 13 日より 8 月 26 日までの間、基本設計調査団をケニア国に派遣した。基本設計調査団は、ケニア国政府と協議を行い、最終的な要請内容を以下の通り確認した。

(1) 井戸建設

ハンドポンプ付き深井戸	100 ケ所
動力ポンプ付き深井戸	4 ケ所
既存井戸のリハビリテーション	4 ケ所
ハンドポンプに代わる風力ポンプ適用の検討	

(2) 資機材調達

車輛

4WD ステーションワゴン	2 台
4WD ピックアップ	2 台

物理探査機器

電気探査機器	1 式
電磁波探査機器	1 式
電気検層機器	1 式

調査団は、これらの要請を対象として同国の社会、経済的状況調査及び井戸建設計画地点の選定、電気探査、聞き取り調査を行った。また、調査対象地域内の既存井戸及び河川を用いて水質検査を実施した。事業の内容については、ケニア国政府関係者と協議を行い、協議議事録を作成して協議事項の確認を行った。

帰国後、現地調査の結果に基づき基本設計を実施した。本計画の設計における基本構想は以下の通りである。

(1) 深井戸及び周辺施設の建設

- ケニア政府作成の要請リストをもとに、水理地質、井戸成功率、現状の給水率及び裨益人口をもとに深井戸の計画地点を選定する。
- 井戸諸元は、ASAL 地域での地方給水施設としてのモデル事業であることに鑑み、現地で使用されているものとする。
- ポンプは、水利用組合が維持管理しやすいハンドポンプとし、ケニア国で調達出来かつスペアパーツが国内で容易に入手可能なものとする。

(2) 円滑な運営・維持管理促進のための資機材調達（車輛及び物理探査機器）

- 維持管理に必要な車輛は、本計画の円滑な維持管理実施上適確なタイプ及び最低限必要な台数とする。
- 物理探査機器は、本計画の実施の上に必要でかつ政府担当職員への技術移転できる最低限のものとする。

以上の基本構想に基づき、検討した結果、追加要請された項目については以下の理由により無償資金協力の対象として妥当でないと判断された。

- 動力ポンプ付き深井戸の建設
水利用組合による運営・維持管理が危惧され、事業の実施性に問題がある。
- 4ヶ所の既存動力ポンプ付き深井戸のリハビリテーション
4ヶ所の内、2ヶ所についてはポンプは十分機能しておりリハビリテーションをする緊急性が明確でない。その他の2ヶ所については修復は困難であると判断される。

- 電気検層機一式の調達

電磁波探査機器、電気検層機器は必要性が明確でない。

- 風力ポンプの適用

風速データ等の基礎資料が不十分なことから実行不可能と判断される。

4 台の 4WD ピックアップトラック（ダブルキャビンタイプ）は、対象 4 県の水資源事務所が、建設された給水施設の維持管理への技術的指導を水利用組合に行うため必要と判断された。また、物理探査機器は電気探査機器 1 式を、本計画事業の工事時における追加調査に使用すると同時に水資源省の担当職員への技術移転及び今後水資源省が独自で使用するため調達することが妥当と認められた。

井戸建設に関しては、当初要請された 100 ケ所のハンドポンプ付き深井戸候補地点を以下の条件に基づき選定し 90 ケ所とした。

- (1) 井戸計画候補地点の予備的検討（アクセス条件、他のドナーとの重複の有無、用地確保の容易性）
- (2) 水理地質からの検討（水理地質構造、揚水量、地下水位、水質）
- (3) 井戸成功率からの検討（50%以下は除外）
- (4) 目標地方給水率（現給水率が全国水資源開発計画調査での目標値 70%以上は除外）及び裨益人口（人口密度 7 人/km² 以上を選定）

JICA は、平成 10 年 10 月 26 日から 11 月 6 日まで、基本設計概要説明調査団をケニア国へ派遣した。調査団及びケニア政府関係者との間の協議の結果、概要書は基本的に合意され、協議議事録により確認された。

確認した計画内容は次の通りである。

- ハンドポンプ付き深井戸及び周辺施設の建設

ライキピア県	: 52 ケ所
サンプル県	: 16 ケ所
バリング県	: 20 ケ所
コイバテック県	: 2 ケ所
計	: 90 ケ所

- 資機材調達

車輛	: 4WD ピックアップトラック（ダブルキャビンタイプ）、4 台
物理探査機器	: 電気探査機器 1 式

本計画の工期は、実施設計を含め 26.5 ヶ月程度が必要とされる。

本計画の概算事業費は、10.81 億円（日本側 10.32 億円、ケニア側 49 百万円）と見積もられる。ケニア側の負担事項は、工事前仮設道路の建設費と水利用組合への啓蒙活動・技術指導である。

本計画の事業実施は、水資源省の水開発局が運営機関となる。実施体制としては、水開発局長の管轄のもと、水資源開発部の指導下で、出先機関である各県水資源事務所（ライキピア、サンプル、バリンゴ及びコイバテック）が水開発局の代行者として実務を担当する。事業を効率良く実施するため、水資源開発部傘下の水開発プログラム課の担当で、事業促進委員会、事業運営委員会及び事業管理チームを設ける（ケニア・日本上下水道事業促進部署）。この事業管理チームが建設における技術的な助言及び指導をこの県水資源事務所に適宜行う計画とする。

水資源省及びその他関連機関は、この水利用組合に対し技術的助言及び指導を適宜行い、側面からの支援を行う。水資源省においては水開発局のもと水資源開発部水開発プログラム課が担当し、先のケニア・日本上下水道事業促進部署内に設けた県事業実施チームの管理のもと、県水資源事務所とその下部機関の郡水資源事務所が、この責務を負う。水利用組合は、工事着工前に受益者により組織化され、県社会事業事務所に申請・登録される。この水利用組合の運営は、規約に基づき設置された水利用委員会により行われる。

水利用組合は給水施設の建設に伴い新たに組織することから、運営・維持管理についての知識が皆無と言ってもよい。このためケニア国側として、水利用委員会の設置から施設の修理、水代の徴収、財務管理や衛生教育まで幅広い啓蒙活動や技術指導を行う計画があるが、これらを効率よく行うため、本計画事業では日本国側による側面からの支援を行う。本計画での啓蒙活動や技術指導は、その対象地域が広く、かつ深井戸を水源とした給水施設が点在していることに鑑み、以下の基本方針に沿って計画される。

- (1) ケニア政府の県水資源事務所、県社会事業事務所、県保健事務所の職員が指導者となって実施。
- (2) 指導者の育成は、NGO もしくは現地コンサルタントからなる監理者チームが実施。
- (3) 複数の部族の習慣や言語に対応するため、県別に実施。
- (4) 水利用組合員の理解を深めるため、事前準備作業、工事開始前、工事終了後及びフォローアップの4段階で実施。

本事業を実施することによる裨益効果は下記の通り。

(1) 水不足の緩和

本計画の実施は、現状の給水人口 95,000 人に加え、約 32,000 人（ハンドポンプの能力から井戸1ヶ所当たり 360 人の給水人口として算定）に安定した清水が直接供給できる。また、全国水資源開発計画での計画値 4km の計画水汲み距離と人口密度から算定すれば、

間接的ではあるが更に 47,000 人増の計 174,000 人となり、2000 年の推算人口 282,000 人に対し給水人口が大幅に増え、慢性的に近い水不足の緩和が期待できる。

(2) 上位計画での目標給水率達成に寄与

本計画対象地域の給水率は、現在 34%と低い。本計画を事業化することにより、井戸当たり 360 人の給水人口として算定すれば直接的な給水率は 45% (2000 年)、また 4km の計画水汲み距離と人口密度から算定すれば間接的な給水率は 62% (2000 年) まで引き上げられ、この地方給水の計画目標給水率の達成に寄与することとなる。

(3) 衛生状況の改善

水因系疾患患者率は、ライキピア県で 9.6%、サンプル県で 13.6%、バリngo/コイバテック県で 13.7%と都市部を除いた地方の平均値 9.2%を大きく上回っている。本計画事業の実施により、安全な水の供給が可能となり、衛生状況が改善され、水因系疾病の罹患率の減少が期待できる。

(4) 婦女子の水汲み労働の軽減

計画対象地域では、水汲み作業は、主として成人女性が行っており、水汲みの最高距離が 4km 以上との回答が 83%も占めていた。本計画では、ASAL 地域開発の目標値であるアクセス距離 4km 以内としていることから、事業の実施は、現在水汲みに主として従事している婦女子からその労働時間が軽減され、教育、社会サービス、他の収入業務等の活動に参加できる時間的余裕が生じる。

(5) ASAL 地域の開発への貢献

本計画事業を通しての給水施設の建設は、ケニア国の中でも貧しい ASAL 地域に位置しているライキピア県、サンプル県、バリngo県及びコイバテック県の住民の生活水準を高めるもので、第 8 次国家開発計画で目標としている ASAL 地域の生活環境の改善に貢献するものである。

(6) モデル事業としての展示効果

先に述べた全国水資源開発計画アフターケア調査で、小規模地方給水に対する水資源開発計画は、初期投資や維持管理費の面で有利な地下水開発を優先としている。本計画事業での深井戸を水源とした給水施設の建設は、将にこれに順じ、長期的に見て今後の小規模地方給水のモデル事業として位置付けられる。

本計画は、前述のように多大な効果が期待されると同時に、衛生環境の改善や水汲み労働の軽減など広く住民の BHN の達成に寄与するものであることから、本計画が実施されることの意義は大であると判断される。しかしながら、本計画で建設された給水施設の維持管理は、維持管理に関する知識を十分に持ち得ていない各水利用組合が行なうこととなり、計画の円滑な運営が危惧される。このため、各水利用組合の運営・維持管理実施体としての能力を高め、計画の円滑な運営を持続させるため、水利用組合への継続的な技術支援の実施が、本計画での課

題である。この課題を解決させるため、以下の対策を講じることが提案される。

- (1) 水利用組合の早急な組織化
- (2) 水利用組合の運営・維持管理を継続的に支援すべく県水資源事務所、県社会事業事務所、
県保健事務所の担当職員の研修・訓練
- (3) 水資源省内のケニア・日本上下水道事業促進部署への予算措置

ケニア共和国
ライキピア県等地下水開発計画
基本設計調査報告書

目 次

序文	
伝達状	
調査位置図／現地写真集	
略語集／略語集（単位）	
要約	
	頁
第1章 要請の背景.....	1-1
第2章 プロジェクトの周辺状況.....	2-1
2.1 当該セクターの開発計画.....	2-1
2.1.1 上位計画との関連.....	2-1
2.1.2 財政事情.....	2-1
2.2 他の援助国、国際機関等の計画.....	2-2
2.3 我が国の援助実施状況.....	2-3
2.4 プロジェクト・サイトの状況.....	2-4
2.4.1 自然条件.....	2-4
2.4.2 社会基盤整備状況.....	2-7
2.5 環境への影響.....	2-7
2.5.1 工事に伴う環境問題.....	2-7
2.5.2 事業実施後の環境問題.....	2-8
第3章 プロジェクトの内容.....	3-1
3.1 プロジェクトの目的.....	3-1
3.2 プロジェクトの基本構想.....	3-1
3.2.1 井戸建設.....	3-1
3.2.2 給水施設.....	3-2
3.2.3 資機材調達.....	3-3
3.3 基本設計.....	3-5
3.3.1 設計方針.....	3-5
3.3.2 基本計画.....	3-11
3.4 プロジェクトの実施体制.....	3-16
3.4.1 組織.....	3-16
3.4.2 予算.....	3-17
3.4.3 要員・技術レベル.....	3-18
	頁

第4章 事業計画	4-1
4.1 施工計画	4-1
4.1.1 施工方針	4-1
4.1.2 施工上の留意事項	4-2
4.1.3 施工区分	4-2
4.1.4 施工監理計画	4-3
4.1.5 資機材調達計画	4-4
4.1.6 ソフトコンポーネント計画	4-5
4.1.7 実施工程	4-7
4.1.8 相手国負担事項	4-9
4.2 概算事業費	4-9
4.2.1 概算事業費	4-9
4.2.2 運営・維持管理計画	4-11
第5章 プロジェクトの評価と提言	5-1
5.1 妥当性に係る実証・検証および裨益効果	5-1
5.2 技術協力・他ドナーとの連携	5-2
5.3 課題	5-2

付表

付表-3.2.1	既存井戸リハビリテーション実施要請地点と実施の妥当性	T-1
付表-3.2.2	深井戸用ハンドポンプ比較表	T-2
付表-3.3.1	水質基準	T-3

付図

付図-2.4.1	地質分布図	F-1
付図-3.3.1	揚水量と揚程の相関図	F-2
付図-3.3.2	標準井戸構造図 A タイプ	F-3
付図-3.3.2	標準井戸構造図 B タイプ	F-4
付図-3.3.2	標準井戸構造図 C タイプ	F-5
付図-3.3.3	ハンドポンプ施設標準図	F-6
付図-3.4.1	水資源省組織図（施設建設時）	F-7
付図-3.4.2	ライキピア県水資源事務所組織図（施設建設時）	F-8
付図-3.4.3	サンプル県水資源事務所組織図（施設建設時）	F-9
付図-3.4.4	バリンゴ県水資源事務所組織図（施設建設時）	F-10
付図-3.4.5	コイバテック県水資源事務所組織図（施設建設時）	F-11
付図-4.1.3	井戸本数及び井戸タイプ	F-12
付図-4.2.1	水資源省組織図（維持管理時）	F-13
付図-4.2.2	ライキピア県水資源事務所組織図（維持管理時）	F-14
付図-4.2.3	サンプル県水資源事務所組織図（維持管理時）	F-15

付図-4.2.4	バリンゴ県水資源事務所組織図（維持管理時）	F-16
付図-4.2.5	コイバテック県水資源事務所組織図（維持管理時）	F-17
付図-4.2.6	水利用組合と関連機関の責任関係	F-18
付図-4.2.7	水利用組合の組織図	F-18

添付資料

添付資料-1	井戸候補地点の選定	A1-1
添付資料-2	動力ポンプ適用に関する検討	A2-1
添付資料-3	風力ポンプ適用に関する検討	A3-1
添付資料-4	既存井戸のデータ	A4-1
添付資料-5	既存の井戸水質試験結果データ	A5-1
添付資料-6	WATER QUALITY ANALYSIS FINAL REPORT	A6-1
添付資料-7	電気探査解析図（VES 曲線）	A7-1
添付資料-8	比抵抗値による推定地質柱状図	A8-1
添付資料-9	INTERVIEW SURVEY REPORT ON PRESENT WATER SUPPLY CONDITIONS	A9-1

資料

1. 調査団員氏名・所属	B-1
2. 調査日程	B-2
3. 相手国関係者リスト	B-7
4. 当該国の社会・経済事情	B-9
5. 協議議事録	B-11
6. 収集資料リスト	B-33

第1章

要請の背景

第1章 要請の背景

ケニア国は、アフリカ大陸東部の赤道直下に位置し、その周囲をエチオピア、スーダン、ソマリア、タンザニア、ウガンダに取り囲まれている。ケニア国の国土面積は約583,000km²であり、8州50地区の行政区域に分割されている。国土面積の約83%に相当する490,000km²がASAL地域（海岸地帯、南部高原地帯を除く全地域）とよばれる半乾燥・乾燥地域で、ケニア全人口（1994年で2,929万人）の約25%が居住している。

ケニア国の気候は内陸熱帯性気候区及び広範囲な地形的起伏により支配されている。気温は低地の40℃からケニア山の氷点下まで変化する。平均年雨量は約630mmであり、北部乾燥地域の200mm以下から西部地域の1,800mmまで変化する。

ケニア経済は、主に農業と観光業の2つの産業から成り立っている。国内総生産（GDP）の29%を農業が15%を観光業が占めている。世界銀行の統計資料（1998/99）によれば、1997年の1人当たりGDPは約US\$300と低く、後発開発途上国として位置付けられている。過去8年間（1990～1997）の平均成長率は2.0%で、1980～1990年の10年間のそれが4.2%であったことから減速傾向にあるといえる。この減速傾向の主たる原因は、当国の経済の要である農業生産の不振である。平均物価上昇率は、1993～1997年の5年間で12.2%となっている（中央統計局、経済調査1998）。

この低迷する経済状況を改善するため、ケニア政府は第8次国家開発計画（1997～2001）で、農業生産の安定並びに工業化や民営事業の促進に力を注ぐ方針を打ち立てた。この方針を実施すべく土台として、安定した水の供給が不可欠で、これが上水道分野での目標となっている。このため、上水道分野では水道料金の徴収や地方給水の受益者による維持管理を徹底して、現在の脆弱な財務状況による維持管理の不備の改善を計り、安定した水供給を目論んでいる。

また、絶対的貧困率の減少と生活環境の改善もこの国家開発計画での目標として掲げられている。1994年の国連開発計画（UNDP）による調査によれば、絶対的貧困の割合は農村部で55%となっており、都市部の10%を大きく上回っている。都市と農村の均衡のとれた発展を行うため、ケニア政府は農村部の中でも特に貧しいASAL地域の開発を重要政策の一つとして取り上げている。ASAL地域では、表流水は年間を通じて取水可能なものではなく、量及び質ともに不十分な井戸に頼らざるを得ない。特に乾期においては水不足は顕著で、住民の飲料水不足だけでなく、水不足による衛生状態の悪化を引き起こし、主要産業である放牧にも大きな影響を与えている。

このような状況のもと、1997 年 6 月にケニア国政府は、ASAL 地域に位置するライキピア県及びその周辺地域（サンプル県、バリング県、コイバテック県の一部）の約 20,000km² に対して、100 本の井戸建設とハンドポンプの設置及び維持管理に必要な車輛と物理探査機器の調達に係る無償資金協力を日本政府に要請した。

ケニア政府の要請を受けて、JICA は平成 10 年 7 月 13 日より 8 月 26 日までの間、基本設計調査団をケニア国に派遣した。基本設計調査団は、ケニア政府に対し要請内容の確認を行ったが、この時点でケニア政府側は、下記の追加要請を基本設計調査団に対して行った。

- (1) 深井戸要請地点の変更
- (2) 動力ポンプ付き深井戸の追加
- (3) 既存井戸のリハビリテーションの追加
- (4) 風車ポンプの適用
- (5) 電気検層機の追加

基本設計調査団は、当初要請及びこれらの追加要請を対象とした調査を行った。

第2章

プロジェクトの周辺状況

第2章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画との関連

第8次国家開発計画（1997－2001）における水道セクターの位置付けは、2000年までに全国において、国民が「安全かつ恒常的水供給システム」へのアクセスを可能とすること及び限られた資金を有効に利用するため、プロジェクトの選択を合理的に行うことである。また政府は、水利用組合や民間企業の水開発分野への参入を促すとともに、水道事業への住民参加、水道料金の徴収を積極的に進めていく方針である。この国家開発計画では ASAL 地域の開発、地方の開発及び貧困層の対策に焦点をあてており、本計画対象地域の開発も重要課題の一つとされている。

ケニア国の水資源開発を、一貫的に行うため「ケニア国全国水資源開発計画調査」が実施され「全国水資源開発マスタープラン」が平成4年に策定された。しかしながら調査終了後、提案された案件の実施については一部のドナーや NGO 等により実施されているものもあるが、その他大多数の案件は国家の財政問題、実施体制の不備などもあり進展していない。特に国家予算の配分が不十分であること、水道料金の収入が不十分であり、かつその管理体制が整っていないことが、新規開発はおろか既存施設の運営・維持管理の上でも大きな障害となっている。

このような状況に鑑み、「全国水資源開発計画調査」において策定された、上下水道分野に係る開発計画の見直しを行い、新たな事業計画を策定することと共に、関連法制度の整備、事業実施組織の強化、運営・維持管理の改善に関して提言を行うことを目的として、平成9年に「全国水資源開発計画アフターケア調査」が開始され、平成10年7月に調査結果がまとめられた。この調査結果のなかで、小規模地方給水についての水資源開発計画は地下水開発を優先することが提言されている。これは、ASAL 地域では永続的な表流水資源が期待出来ないこと及び小規模給水では深井戸または浅井戸が表流水開発より初期投資や維持管理費の点で有利なことによる。深井戸による地方給水を目的とする本計画は、まさにこの開発計画と整合していると言える。

2.1.2 財政事情

(1) 水資源省の財政状況

水資源省の1994/95から1996/97までの3年間の総支出額及びその内訳としての経常支出額と開発支出額を下表に示す。また、総支出額に占める外国援助額も同表

に示す。

(単位: Ksh. 百万及び%)

項 目	1994/95		1995/96		1996/97	
全支出額	5,142	100.0	5,238	100.0	5,326	100.0
経常支出額	1,489	29.1	1,672	31.9	1,642	30.8
開発支出額	3,646	70.9	3,568	68.1	3,684	69.2
外国援助額	(2,336)	(45.4)	(2,000)	(38.2)	(2,136)	(40.1)

出典: 開発評価と経常支出評価 1992/93-1997/98, 中央統計局 1997.

上表に見られるように、水資源省の過去 3 年間の全支出額の伸び率は 1.8 %である。全支出額のうち、開発支出額は、約 70 %を占めている。また、全支出額のうち、41 %が外国からの援助で、自国負担分は 59 %である。この外国からの援助額の増減が、開発支出額の増減と深く関わっている。

(2) 県水資源事務所の財政状況

一方、下表にサンプル県を除いた 3 県の 1995/96 年から 1997/98 年の 3 年間の全支出額の推移を示す。

(単位: Ksh. 百万)

会 計 年 度	ライキピア	バリング	コイバテック
1995/96	10.8	39.8	13.4
1996/97	12.2	35.7	11.3
1997/98	11.3	*14.2	11.5

出所: 県水資源事務所、*: 会計の遅れにより、全額網羅されていない。

各県の全支出額は、この 3 年間は減少気味に推移しているが大幅な減少は見られない。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

1997 年までのケニア国の水道分野に対する他機関/国の援助動向を下表に示す。

(Unit: £ million)

ドナー名	1992/93			1993/94			1994/95			1995/96			1996/97			合計		比率
	右値	左値	小計	右値	左値	小計	右値	左値	小計	右値	左値	小計	右値	左値	小計	右値	左値	
ADB		0.0			0.0			0.0			0.0			0.0		0.0	0.0	0.0
ADF		0.0			0.0		2.0	2.0		1.0	1.0		2.0	2.0		0.0	0.0	1.0
Austria	0.5		0.5	2.1		2.1	1.5		1.5	0.0		0.0	20.0		20.0	20.0	0.0	20.0
Belgium		0.0			0.0			0.0			0.0			0.0		0.0	0.0	0.0
DANIDA	1.2		1.2	1.0		1.0	2.2	0.5	19.7		3.5	3.5	2.0	2.0	4.4	14.0	19.2	0.3
EDF/EDC		0.0			0.0			0.0			0.0			0.0		0.0	0.0	0.0
FINIDA	0.0	1.2	0.0	3.0		3.0	3.0		3.0	1.3		1.3		0.0	13.0	1.3	14.1	4.5
France	0.2		0.2	0.3	0.3		1.1	1.1		1.3	1.3		0.0	0.0	0.2	3.0	3.5	1.1
FRG		2.0	2.0		0.0		0.7	0.7		0.0	0.0		0.7	0.7		0.0	0.0	0.0
IDA		0.0		1.5		1.5	0.0		0.0	1.4		1.4	13.3		14.7	14.7	0.0	14.7
IFAD	0.1	0.1	0.2	0.1		0.1	1.7	1.1	0.3	0.0	0.2		0.2	0.2	0.4	2.0	2.4	0.0
Italy	0.0	2.0	0.0	0.1		0.1	35.0		35.0	33.1		33.1	29.0		29.0	119.0	0.0	119.0
Kuwait		0.0			0.0			0.0			0.0		2.5	2.5		0.0	2.5	0.0
Netherlands	1.0		1.0	2.1		2.1	2.1	0.0	10.7	3.1	7.2	0.0	13.0	13.0	0.0	29.0	32.0	0.0
Saudi Fund		0.0			0.0			0.0			0.0		2.0	2.0		0.0	2.0	0.0
SIDA	0.2		0.2	3.0		3.0	3.0		3.0	0.0		0.0	5.1		5.1	20.1	0.0	20.1
Switzerland		0.0			0.0		0.7	0.7		0.1	0.1		0.5	0.5		0.0	1.0	0.0
UK		0.0			0.0		0.0	0.0			0.0			0.0		0.0	0.0	0.0
UNICEF		0.0			0.0		0.2	0.2		1.1	1.1		0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
WFP		0.0			0.0		0.0	0.0	2.4	3.3		2.4	2.4	0.0		0.0	1.5	0.0
合計	11.1	11.0	22.1	21.3	0.3	21.6	54.0	31.3	85.3	54.9	22.0	77.7	60.4	29.3	97.7	215.3	100.7	110.0

Note: ££=20Ksh.

また、現在進行中の援助計画を、援助機関/国別に以下に示す。

- (1) エジプト : 北東州及びリフトバレー州での ASAL 地域における 100 ヶ所の井戸の建設
- (2) サウジアラビア : モンバサ下水事業及びガリッサ都市給水及び衛生事業
- (3) デンマーク : コースト及び東部州における給水計画
- (4) フランス : ナクル及びエルドレット県における人資源開発計画及びアッバー・アチ川流域及びナイロビ帯水層に関する調査
- (5) EEC : ASAL 地域内のダム排砂計画
- (6) オーストリア : マシンガー-キトイ給水計画、
- (7) 中国 : サンプル県での井戸掘削 (5 ヶ所)
- (8) オランダ : サンプル及びイシオロ県での旱魃事前対策・回復プログラム
ライキピア県での地域開発の計画、調整、追跡調査及び財務支援
- (9) ドイツ : サンプル県開発プログラム

調査対象地域のサンプル県で、中国、オランダ及びドイツが、ライキピア県でオランダが援助を行っているが、対象井戸サイトあるいは計画対象が違い、本計画との重複はない。なお、NGO との重複については現地調査にて確認し、該当地点に関しては削除した。

2.3 我が国の援助実施状況

(1) 技術協力との関係

(a) 本計画に関連する当該セクターにおける開発調査

全国水資源開発調査 (平成 2 年 1 月～平成 4 年 8 月)

メルー郡給水計画調査 (平成 8 年 7 月～平成 9 年 7 月)

全国水資源開発計画アフターケア調査 (平成 9 年 11 月～平成 10 年 10 月)

(b) 長期専門家派遣

実施機関となる水資源省に上水道分野の長期専門家が 1978 年より計 18 名派遣されており、現在も派遣中である。

(2) 過去の関連援助

過去 5 年間は上水道分野の一般無償資金協力は実施されていない。下水道分野では「ナクル市下水道施設修復・拡張計画」の第 1 期が 14.2 億円、第 2 期が 13.8 億円で実施された。第 1 期及び第 2 期の事業内容を下表に示す。

期	年度	事業内容
第1期	平成6年度	市下水処理場の改修及び拡張、貯水池と排水路、水質検査棟の建設
第2期	平成7/8年度	ヌジョロ下水処理場の改修及び拡張、ムワリキ下水揚水機場の改修

2.4 プロジェクト・サイトの状況

2.4.1 自然条件

(1) 気象

調査対象地域の大部分は ASAL 地域である。年間雨量は山岳地域で 700～900 mm、平野部で 400～700 mm である。降雨は年間を通じてあるが、季節的には 3～6 月が主雨期、9～11 月が小雨期、これらの間が乾期といわれている。

気温は 3～4 月に高く 7～8 月に低くなるが季節変動は小さい。平野部の平均日最高・最低気温はルムルティ（ライキピア県：標高約 1,800 m）で 26℃及び 7℃、マリガット（バリンゴ県：標高約 1,100 m）で 33℃及び 17℃である。

相対湿度は一日のうち、午前 6 時に最高値、午後 3 時に最低値が観測されており、月別の最高/最低はルムルティで 66～70%/37～52%、マリガットで 53～68%/30～43%である。

風向は 4 月～10 月に南東風、11 月～3 月に北東風が卓越する。調査対象地域の年平均風速は 3～4 m/s である。月別では 3 月が最も強く 8 月が最も弱い。ルムルティで 2.6～3.6 m/s である。

月別平均降雨量(mm)

県名	観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ライキピア	ルムルティ	22	26	48	95	65	47	87	87	37	43	79	33	669
ライキピア	ソシアン	14	14	36	110	62	34	38	44	24	21	55	35	487
ライキピア	ドルドル	22	21	64	101	41	24	26	24	9	43	123	57	555
ライキピア	ニャユキ	20	25	57	119	83	41	53	65	50	78	92	42	725
バリンゴ	マララル	14	19	37	86	63	57	89	89	34	39	52	22	601
バリンゴ	ワンバ	22	19	78	188	56	5	12	5	4	75	183	67	714
バリンゴ	ナギニヤング	16	19	35	86	84	63	90	79	38	32	48	14	604
バリンゴ	タングルベイ	19	22	54	97	105	74	97	98	46	31	48	31	722
バリンゴ	マリガット	26	28	50	94	75	61	95	81	33	36	49	29	657

月別平均気温(℃)

県名	観測所		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ライキピア	ルムルティ	最高	25.9	27.1	27.2	26.2	25.8	25.3	24.4	24.6	26.2	26.1	24.5	25.3	25.7
		最低	5.7	6.5	7.0	9.5	8.8	7.1	7.7	7.5	6.1	8.0	8.8	6.9	7.5
バリンゴ	マリガット	最高	33.2	34.0	34.0	33.1	32.5	32.2	30.4	31.1	33.0	33.2	31.7	32.1	32.5
		最低	16.3	17.0	17.6	17.8	17.0	16.4	16.7	15.9	15.6	16.4	17.1	16.4	16.7

相対湿度(%)

県名	観測所		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ライキピア	ルムルティ	最高	66	67	67	73	73	75	77	77	68	66	74	63	70
		最低	37	40	37	61	48	48	52	46	42	47	46	43	45
バリソゴ	マルガット	最高	54	53	56	65	63	61	68	68	58	55	61	55	59
		最低	31	30	32	39	40	37	43	41	34	34	39	37	36

風速(m/s)

県名	観測所	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
ライキピア	ルムルティ	3.1	3.3	3.6	3.4	3.2	2.9	2.8	2.6	2.8	3.1	3.1	3.1	3.1

(2) 水理地質

(a) 地質

調査対象地域の地質は、付図-2.4.1 の地質図に示すように先カンブリアンの変成岩（6 億年以上前）、新第三紀から第四紀にかけて活動した火山岩類（3000 万年前～現代）、第四紀の未固結堆積物（現在の河川、湖沼堆積物）からなる。分布地層は帯水層としてそれぞれ評価出来るが、次に述べる水理地質上の特徴を有する。なお、調査地の水理地質構造は添付資料-1 図-4 の概念図に示すように推定される。

1) 先カンブリアン基盤岩 (Basement rocks)

この基盤岩は主として花崗片麻岩からなる変成岩で、ライキピア県北東部、サンプル県東部及びバリソゴ県の一部に分布している。一般に塊状で、亀裂が少なく、新鮮部は難透水層として評価されるものである。帯水層となるのは断層及びこれに付随する破碎帯等の亀裂の発達した部分、または表層の風化部である。この基盤岩には広域的な分布を示す帯水層はなく、非常に限られた狭い範囲に地下水が存在するものと判断される。

2) 火山岩類 (Volcanics)

調査対象地域に広く分布する第三紀から第四紀に噴出した火山岩類で、玄武岩溶岩、響岩、粗面岩等からなり、凝灰岩や火山灰を挟む。ライキピア県の西部から南部にかけての地域とサンプル県西南部、バリソゴ県とコイパテック県のほぼ全域に分布する。これらの玄武岩溶岩は平坦な溶岩台地を形成しており、水理地質的には添付資料-1 図-4 に示す多層地下水構造を示す。つまり、玄武岩台地は1回の溶岩流出単位が10m～20m程度の溶岩流が何重にも重なって出来たものであり、地下水はこれらの境界部や、それより下部にある先カンブリアンの変成岩との境界部

に存在する被圧地下水で、被圧の程度に応じて地下水位が変化する。この地下水は比較的広範囲に分布している。ケニア山やアベルダーレ山に近いところでは地下水量が多く、地下水位も高い状況にあるが、山から離れるにしたがって地下水位が低下するとともに、地下水量も減る傾向にあることが予想される。

3) 第四紀の未固結堆積物 (Sedimentary)

第四紀の未固結堆積物中には、比較的新鮮な地下水が存在する。これらの未固結堆積物は調査対象地域全域の現河川沿いや湖の縁辺部に認められる局所的なものである。地下水のポテンシャルは、供給源となる降水量と堆積物の厚さに支配されている。この堆積物中の地下水は季節変動が大きく、雨期に地下水が回復し、乾期の終わりには水位がかなり低下する傾向にある。また、分布が局所的であるため、評価に当たっては現地状況を十分考慮することが必要である。

(b) 揚水量

地下水の揚水量は、各帯水層のもつ水理地質的能力によって大きく支配されると共に、使用する揚水ポンプの容量によっても変化する。ここでは、井戸のもつ揚水能力 (Well yield) について、既存井戸資料をもとに検討した。検討結果は添付資料-1 図-5 に示す通りである。

(c) 地下水位

既存井戸資料によれば、調査地域内の地下水位は一般に 10~150m の範囲で変化し、40~60m 以深を示すものが多くみられる。、ハンドポンプの適用限界が揚程で 40~60m を必要とすると、これらの適用を考える場合には事前に十分な検討が必要となる。既存井戸資料から算定した各県毎の井戸の井戸成功率 (= 1 - 空井戸率) 及び水位分布状況を添付資料-1 表-5 に示す。これによれば、地下水がないもしくは 60m 以深を示すところはライキピア県で既存井戸の 30%、サンプル県で 54%、バリンゴ/コイバテクック県で 61% であった。地下水位が比較的低いところは、調査地全体で見ると、ライキピア県の南部のケニア山やアベルダーレ山に近い所か、第四紀の未固結堆積物が広く発達した所である。参考までに、添付資料-1 図-6 にライキピア県の地下水位分布図を示す。

(d) 水質

既存の井戸水質試験結果データを使って調査対象地域の水質の検討を行った。井戸水質試験結果データについては添付資料-6 に示したが、数項目でケニア国の基準を超えていることが判明した。そこで、ケニア国基準で人の

健康上重大な問題となるフッ素 (F) と硝酸窒素 (NO_3) について検討した。結果は以下の通りである。

- 1) フッ素については、添付資料-1 図-7 に電気伝導度との関係を、添付資料-1 図-8 に帯水層の種別との関係を示した。これによれば、同じ電気伝導率を示す水でも、地域別には火山岩の分布するバリngoやコイバテック、サンプル県の一部でフッ素の含有が多く、特に、バリngo県のリフトバレー低地でこの傾向が強いことが判明した。帯水層別では第四紀の未固結堆積物では、一部の高含有部を除いて一般に含有量が基準値以下であることが分かった。また、先カンブリアン基盤岩もほとんどが基準値以下であった。火山岩類では基準値を超える高い値が数ヶ所確認されている。
- 2) 硝酸窒素については、サンプル県の一部で基準値を超えるのみで、調査地全体ではほとんど問題にはならない。

なお、先カンブリアンの変成岩の地下水は、ミネラルの溶解量が多く、水質的に問題がある所がある。第四紀の未固結堆積物やライキピアの火山岩は一般に水質が良いが、サンプル県の一部で塩分濃度の高い所がある。水質に係る井戸の成功基準として、ケニア国の基準であるフッ素の含有量 3.0mg/l を適用することが、現実的方策と考える。

2.4.2 社会基盤整備状況

サンプル県の県庁所在地であるマララルを除いたナニユキ (ライキピア県)、カバルネット (バリngo県) 及びエルダマラビネ (コイバテック県) へのナイロビからの道路状況は良いが、対象地域内は概して悪い。特に、雨期になると地域内の道路状況は、極めて悪くなる。

現在、計画対象地域内の給水率は約 34%で、これは都市部での約 90%に比べ、極端に低い。

2.5 環境への影響

2.5.1 工事に伴う環境問題

工事中の環境影響としては、(a)騒音の影響、(b)粉塵の影響、(c)重機による振動の影響、(d)交通事故などの発生が以下の様に考えられる。

(1) 騒音の影響

本計画の掘削工事は DTH 工法 (エアーハンマー工法) を採用するため、発電機の騒音が発生する。井戸 1ヶ所当たりの掘削日数は約 10 日間と短い、近辺に学

校や診療所があるサイトでは、1)早朝及び夜間の作業を禁止したり、2)さく井時以外の発電機の稼動を禁止したりするなどの配慮を行う。

(2) 粉塵の影響

現地調査によると、DTH 工法では環境に影響を及ぼすほどの粉塵は発生していないため、特に考慮する必要はない。

(3) 重機作業による振動の影響

DTH 工法による工事の際、近辺に振動が発生することが考えられるため騒音に対してと同様な配慮を行う。

(4) 交通事故などの発生

計画対象地域には野生動物が多数生息しているため、接触事故を起こさぬよう注意する。交通事故防止は、(a) 使用車輛の速度制限をするための機器の取り付け及び調整や (b) 運転手の教育・定例会議における交通安全喚起により徹底する。

2.5.2 事業実施後の環境問題

(1) 地下水資源の消費及び地下水位への影響

本計画のハンドポンプによる給水に必要な地下水利用量は、天然の地下水涵養量に比べてわずかであり、一般的に地下水資源の枯渇や地下水位の低下など、既存の水利権や自然環境への甚大な影響をもたらすものとは考えられない。

地下水利用量及び地下水位低下量は以下の通り算出することができる。

計画対象地域の面積	:	20,000 km ²
年間降雨量	:	600 mm
降雨の地下水涵養率	:	5 %
地域への年間地下水涵養量	:	6 00,000,000 m ³ (20,000×10 ⁶ ×0.60×0.05)
計画給水人口	:	32,000 人
計画基準給水量	:	15 l/人/日
年間地下水利用量	:	17,520 m ³ (32,000×0.0015×365)
帯水層の貯留率(間隙率)	:	1 %
地下水利用による 地下水位低下量	:	0.000876 m (0.9 mm)

計画対象地域の地下水涵養量に対するハンドポンプによる地下水利用量は0.003%と極めて微量である。また地下水位低下は1mmにもみたない。従って地下

水位への影響はほとんどない。

(2) 取得水利権への影響

相互干渉による既設の井戸への影響などであるが、上記の(1)より影響は特にな
いものと考えられる。

(3) 施設建設に係る文化歴史遺産への影響

本計画対象地域には文化歴史遺産は特に存在しない。

(4) 地下水位低下に係る貴重生物種への影響

上記(1)の理由によりその影響があるとしても軽微である。

(5) 地下水位低下に係る生態系への影響

上記(1)の理由によりその影響があるとしても軽微である。

(6) 施設周辺の生態系への影響

家畜の糞尿による給水施設周辺の汚染と家畜が定住することによる自然植生の
減少が考えられる。前者に対しては、家畜用水飲み場を別途設置し、住民が使用
する給水施設に家畜を近づけないこととする。後者に関しては、啓蒙活動をと
して家畜の放牧地を限定しないよう県水資源事務所が指導を行うこととする。

第3章

プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

本計画は、第8次国家開発計画（1997-2001）での目標である生活環境の改善に基づき、ライキピア県とその周辺3県（サンプル、バリンゴ、コイバテック）の一部に対し、90本の深井戸建設を行い、清水の供給による衛生環境の改善や婦女子の労働の軽減などを通して地域住民の生活水準の向上を目的としている。また、本計画の実施は、当地域の現状の給水率を34%から45%へ引き上げ、地方給水の目標である「2010年までに給水率70%の達成」にも寄与することとなる。

3.2 プロジェクトの基本構想

3.2.1 井戸建設

井戸建設に対するケニア政府の要請は、ライキピア県及び隣接のサンプル、コイバテック及びバリンゴの3県の周辺地での100ヶ所の深井戸建設（ハンドポンプ）である。また、追加要請として、4ヶ所の動力ポンプ付き井戸計画候補地点と4ヶ所のリハビリテーション計画候補地点が挙げられた。

本計画では、ケニア政府の要請地点及び維持管理の容易なハンドポンプ付き深井戸の採用に開発優先を置き、井戸計画候補地点の選定を(a)井戸計画候補地点の予備的検討（アクセス条件、他のドナーとの重複の有無、用地確保の容易性）、(b)水理地質調査（水理地質構造、揚水量、地下水位、水質）、(c)井戸成功率（ $=1 - \text{空井戸率}$ ）による検討（50%以下は除外）及び(d)目標地方給水率（現給水率が全国水資源開発計画調査での目標値70%以上は除外）及び裨益人口（人口密度7人/km²以上を選定）からの検討など総合的見地から実施した。この井戸計画候補地点の選定の詳細を添付資料-1に述べる。

また、ケニア政府の追加要請の動力ポンプ及びリハビリテーション井戸候補地点の検討も行った。その結果、動力ポンプ井戸候補地点は、水利用組合による運営・維持管理の実施が危惧され、事業の持続性に問題がある（添付資料-2）。一方、リハビリテーション井戸候補地点は、既存井戸の状況資料の欠如や既存水利用組合との意見の食い違いなど、実施の上で根本的な問題が見られる（付表-3.2.1）。本計画が日本の無償資金協力のもとで行うことを考慮した場合、これらの動力ポンプ及びリハビリテーション井戸の実施は難しく、このため本計画から除外した。

以上の検討結果から、動力ポンプ及びリハビリテーション井戸を含めた108ヶ所の深井戸建設として要請された本計画の内容は次頁の表のように90ヶ所に変更された。この表の詳細を添付資料-1表-9及び表-10に示す。

県	郡	サイト数	計画井戸本数
ライキピア	ムコゴド	5	8
	ルムルティ	5	8
	ガルア	8	11
	ラムリア	11	14
	セントラル	7	11
	小計	36	52
サンプル	ワンバ	0	0
	ロロキ	7	13
	キリシア	2	3
	小計	9	16
バリンゴ	キブサラマン	2	4
	タングルベイ	3	5
	ムクタニ	1	2
	モチョンゴイ	5	7
	コロワ	1	2
	小計	12	20
コイパテック	ムンプレス	1	1
	モゴティオ	1	1
	小計	2	2
合計		59	90

3.2.2 給水施設

本計画の給水施設は、深井戸ハンドポンプとその周辺施設である水叩きと家畜用水飲み場である。これらの施設は、下記のような基本構想で計画された。

(1) 深井戸用ハンドポンプ

ケニア国で使用されている深井戸ハンドポンプは、主としてアフリデフ型ハンドポンプ、インディアマークⅡ型ハンドポンプ、インディアマークⅡ型ハンドポンプ（エキストラディーブ型）及デューバ型の4タイプである。これらのハンドポンプを比較検討した結果、国内で調達が可能なこと及びスペアパーツの調達を含めた維持管理の容易さから、アフリデフ型ハンドポンプ（静水位45 mまで）とインディアマークⅡ型ハンドポンプ（エキストラディーブ型：静水位45 mから55 mまで）の2タイプを適用した。なお、ハンドポンプ適用範囲は、婦女子による水汲み作業を考慮して静水位55 mまでとした。これらのハンドポンプの比較検討結果を付表-3.2.2に示す。

(2) 風力ポンプ

水資源省との協議で、風力ポンプの適用検討が要請された。風力ポンプは、維持管理費が安価で魅力的であるが、調査対象地域では風力ポンプの適用検討に必要な気象や稼動記録などの基礎資料が不足している。ライキピア県の既存水利用組合での聞き取り調査でも、風力ポンプが1月から3月までの3ヶ月間作動しない時期があると不満を述べていた。このような状況のため、安定した清水の供給を目的としている本計画では、風力ポンプの適用は不適当と判断する。風力ポンプの詳細な検討結果を添付資料-3に示す。

(3) 周辺施設

ハンドポンプ付き給水施設として、コンクリートスラブの水叩きと家畜用水飲み場を設置する。

以上の基本構想に基づいて計画されたハンドポンプのタイプ別井戸計画地点を下表に示す。

県	郡	井戸計画		ハンドポンプ	
		本数	平均深度(m)	アフリデフ	インティアマーク II
ライキピア	ムコゴド	8	105	8	0
	ルムルティ	8	140	8	0
	ウンガルア	11	121	8	3
	ラムリア	14	115	8	6
	セントラル	11	100	5	6
	小計	52	115	37	15
サンプル	ワンバ	0	-	0	0
	ロロキ	13	106	13	0
	キリシア	3	117	2	1
	小計	16	108	15	1
バリング	キブサラマン	4	50	4	0
	タングルベイ	5	130	5	0
	ムクタニ	2	80	2	0
	モチヨンゴイ	7	81	7	0
	コロワ	2	100	2	0
	小計	20	89	20	0
コイパテック	ムンベレス	1	120	0	1
	モゴティオ	1	120	0	1
	小計	2	120	0	2
合計		90	108	72	18

3.2.3 資機材調達

当初、ケニア政府が要請した機材は下記の通りである。

(a) 車輛

- 4WD ステーションワゴン : 2 台
- 4WD ピックアップトラック : 2 台

(b) 物理探査機器

- 電気探査機器 : 1 式
- 電磁波探査機器 : 1 式

その後、調査開始時に、ケニア政府は (a) スクリーンの位置決定及び (b) 既存井戸の修復のため必要なデータ収集を理由に電気探査機器 1 式を追加要請した。

(1) 車輛

本計画の実施体である水資源省とその出先機関である県水資源事務所保有の車輛状況及び本計画事業での井戸候補地が広く分布していること、さらに水利用組合に対する技術支援強化の必要性に鑑み、対象 4 県の水資源事務所での使用を条件に、ステーションワゴン (4WD) 2 台をピックアップトラックに替え、計 4 台のピックアップトラックを調

達する。調達すべきピックアップトラックは、4WD でダブルキャビンタイプとし、建設業者の責任において調達することとする。

(2) 物理探査機器

ケニア政府の物理探査機器の要請理由は、新規井戸建設計画及び既存井戸の改修に必要な資料の収集で、本計画事業の運営・維持管理業務と直接的な関係はない。電磁波探査機器は、通常電気探査機器で適用できないような乾燥地で使用するものだが、こういった場所は一般的に地下水のポテンシャルが低く、取えて保有すべき理由が認められない。電気検層機器は、スクリーンの位置決定に必要だが、本事業では建設業者の持ち込みを計画しており、別途必要としない。電気探査機器は、本事業の実施前の追加調査に用いることも可能であり、また使用の方法次第では、電気検層機器としても併用できる。以上の観点及び水資源省の担当技術職員への技術移転を踏まえ、電気探査機器 1 式は調達するが、電磁波探査機器及び電気検層機器は調達の対象としない。電気探査機器 1 式の調達は、建設業者の責任において行うものとする。

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

(1) 井戸建設

(a) 深井戸位置の選定

深井戸の位置選定は、下記方針に基づき選定される。なお、詳細を添付資料-1に示す。

1) 井戸計画候補地点の予備的検討

ケニア政府の要請地点は現地踏査をとおり、アクセス条件、他のドナーとの重複の有無、用地確保の容易性の観点から予備的検討を行い、不適合の地点を除外する。

2) 水理地質からの検討

安定した安全な清水を確保するため、水理地質構造、揚水量、地下水位、水質の観点から検討を加え、後述の基準に満たない地点を除外する。

3) 井戸成功率（＝1－空井戸率）からの検討

水資源省が所有している既存井戸のデータ(添付資料-4)及び最近の他ドナー国による井戸建設の実績を分析し、井戸成功率を求め、井戸成功率が50%に満たない候補地点は除外する。

4) 目標地方給水率及び裨益人口からの検討

「全国水資源開発計画アフターケア調査」で目標としている給水率70%(2010年)を基準として、井戸建設本数の配分を行う。また、裨益人口からの検討として、ハンドポンプ1本当たりの給水人口に基づき人口密度7人/km²以上を選定対象とする。

(b) 水質

添付資料-5に示した既存の水資源省所有の井戸水質試験結果データによれば、調査対象地域内における147ヶ所のうち、約41%に当たる60ヶ所で、ケニアの水質基準（給水のための設計マニュアル）を満たしていない。県別に見ると、サンプル県で61%、バリント・コイバテック県で53%である。一方、ライキピア県では27%程度で、他県に比べて比較的水質が良好である。

このような水質状況に鑑み、本計画では井戸計画地点の選定に当たり水質データとの照合を注意深く行い、かつ井戸成功率の設定にも水質の条件を考慮する。上述の通り対象地域における地下水の水質は一般に必ずしも良好ではない。この

点を配慮し、本計画では後述の地下水産出量とあわせて、ケニア国の水質基準を満たしている場合は、成功井戸として許容するものとする。ケニア国の水質基準を付表-3.3.1に示す。また、基本設計調査団が行った水質試験結果を添付資料-6に示す。

(c) 成功井戸の判定基準

成功井戸の判定基準は以下の通りとする。

地下水産出量 : 330 リットル/時以上であること
 水質 : ケニア国の飲料水水質基準を満たしていること

なお、地下水産出量に関しては、ケニア国に基準がないので JICA の「地下水開発案件に係る基本設計調査ガイドライン」に準拠することとする。

(d) 井戸成功率

井戸成功率は、水資源省所有の既存井戸台帳及び水質資料による検討結果に基づき、下表のように地域別に定めることとする。

県	郡	井戸成功率
ライキピア	ムコゴド	78 %
	ルムルティ	84 %
	ガルア	76 %
	ラムリア	93 %
	セントラル	80 %
サンプル	ワンバ	30 %
	キリシア/ロロキ	82 %
バリング		69 %
コイバテック		54 %

(e) 計画井戸諸元

井戸の計画諸元を決めるに当たり、地層別掘削深度とケーシング材がその主たる要素となる。

1) 地層別掘削深度の検討

地層別掘削深度は、電気探査の結果から推定した概略地質柱状図に基づく（添付資料-7 と -8）。計画地点 90 ケ所の地質柱状図から地層別掘削深度は 3 種類の地層タイプに分類できる。これらは概ね上述の帯水層の分類と一致しており、その多くは第三紀～第四紀の火山岩類からなる地層であり、他は先カンブリア基盤岩あるいは第四紀の未固結堆積物からなるものである。本計画では、それぞれの地層タイプについて地層別平均掘削深度を求め、3 種類の標準井戸構造を作成したうえで、井戸の計画諸元を決めるものとする。

2) ケーシング材の検討

本計画で採用するケーシングは口径 6 インチ (152 mm)、材質は鋼製とする。本計画では現地さく井業者を最大限活用する方針としているが、その多くが保有する掘削機械は最終口径 6 インチに対応する機種である。これはケニア国全土の既存井戸のうち、最終口径 6 インチの井戸が全体の 54%を占めていることからもうかがえる。よって、現地さく井業者が精通している最終口径を採用することにより、作業の円滑な遂行及び完成井戸の品質保持ができると判断する。

ケーシング材質は、標準井戸構造図において井戸計画深度が 100 m 以上となること（実数でも計画深度 100 m 以上となる地点は全体の 86%）であることから、強度・耐久性に優れた鋼製ケーシングを採用し、接続方法は、溶接接合とする。

(f) さく井総数

上述の井戸成功率を考慮した本計画によるさく井総数は以下の通りである。なお、さく井総数は地層タイプ別と地域別でそれぞれ示した。全体の井戸成功率は 78%となる。

地層タイプ別

地層タイプ	井戸平均深度	井戸最大深度	井戸計画本数	井戸成功率	さく井総数
Type-A	108 m	180 m	78	79 %	99
Type-B	113 m	130 m	8	67 %	12
Type-C	100 m	100 m	4	80 %	5
計			90	78 %	116

注釈 Type-A：岩層が表層から 5m位と極めて浅い位置にある地層

Type-B：岩層が表層から 15m位と中程度の位置にある地層

Type-C：岩層が表層から 80m位と極めて深い位置にある地層

地域別

県、郡	井戸平均深度	井戸最大深度	井戸計画本数	井戸成功率	さく井総数
1. ライキピア					
ムコゴト	105	140	8	78 %	10
ルムルティ	140	180	8	84 %	10
ヌガルア	121	160	11	76 %	14
ラムリア	115	180	14	93 %	15
セントラル	100	120	11	76 %	14
2. サンプル					
ワンバ	-	-	0	30 %	0
キリシア/ロロキ	108	130	16	82 %	20
3. バリンゴ	89	130	20	69 %	29
4. コイバテック	120	120	2	54 %	4
計			90	78 %	116

(2) 給水施設

(a) 適用される深井戸用ポンプ

本計画では井戸からの揚水ポンプとしてハンドポンプを採用する。本計画の施設建設後の運営・維持管理が水利用組合にゆだねられることを考慮すれば、対象地域の村落の現況からみて動力ポンプの導入には維持管理上の問題が残ることは否めない。また、風力ポンプについては、その効率が十分に発揮されるような地点の選定が困難であることから、本計画では採用しない。

(b) ハンドポンプ給水施設

本計画では以下の現状を考慮し、給水点までの最大距離を 4 km とする。

- 1) 本計画の対象地域はその大部分が ASAL 地域に属し、地下水以外に安全かつ安定的な給水源がほとんど無いこと。
- 2) 人口密度の希薄な地域でありかつ遊牧生活をしている住民が多いこと。
- 3) 全国水資源開発計画で地方給水の場合は給水地点までの目標距離を 4km と定めていること。

ハンドポンプ給水施設はポイント給水とし、計画条件としては住民への給水のみを考慮する。しかしながら、対象地域は家畜により生計をたてている住民が多いことから、施設には家畜用水飲み場を含めることとする。

ハンドポンプ 1 基当たりの給水人口は以下により 360 人を標準とする。

- 1人当たりの日給水量 : 15 リットル/人/日
- ハンドポンプ揚水量 : 675 リットル/時
 (井戸産出量がこれより小さい場合は井戸産出量と同量)
- ハンドポンプ運転時間 : 8 時間/日
- $(675 \text{ リットル/時}) \times (8 \text{ 時間/日}) / (15 \text{ リットル/人/日}) = 360 \text{ 人}$

(c) ハンドポンプの適用基準

1) 適用基準の考え方

ハンドポンプの適用においては、地下水位による必要揚程とその場合の揚水可能量を考慮する必要がある。ハンドポンプでは一回のストロークによる揚水量は揚程に関係なく同量である。しかし、揚程が大きくなるに従い一回のストロークに要する仕事量が大きくなる。すなわち人力操作による仕事量がある操作時間内において一定であるとすれば、当然その操作時間内におけるストローク回数が減少するため揚水量も減少する。したがって適用されるハンドポンプの仕様は、単位時間において人力操作で無理のない仕事量により所定の揚水量

を達成できることが条件となる。

本計画では、上述の井戸の成功基準として最小の地下水産出量を 330 リットル/時と設定していることから、これと同量以上を揚水できる条件（最大揚程）をもってハンドポンプの適用基準とする。

2) 揚水量及び揚程の検討

アフリデフ型ハンドポンプについては現地性能試験に基づく揚程と揚水量の TH-Q 曲線 (Total Head-Quantity) が作成されている。一方、現地調査中に 2 ケ所でアフリデフ型ハンドポンプの簡易揚水試験を行った。両者を比較すると、付図-3.3.1 に示すように TH-Q 曲線と簡易揚水試験の結果はほぼ一致した。

次に簡易揚水試験を成人男子が最大出力で操作したものと仮定して、ハンドポンプ操作時における成人男性の最大出力 (ワット) を計算した結果、2 ケ所の平均値で 116.5 ワットとなった。アフリデフ型ハンドポンプの仕様によれば、高揚程時に成人男子で 100 ワット以上の出力が発揮されていることより、この値は成人男子の最大出力として概ね妥当と考えられる。さらに、この成人男子の最大出力による揚程と揚水量の関係を計算した。また、婦女子の場合成人男子出力の 70%が発揮できるものと仮定した。その結果は以下の通りである。

揚程 (m)	揚水量 (リットル/時)	
	成人男子 (出力 116.5 watt)	婦女子 (出力 81.5 watt)
40	714	498
45	666	468
50	600	420
55	546	378
60	498	348

上記の結果では、いずれも井戸の成功基準による最低地下水産出量 (330 リットル/時) を上回っている。しかしながら婦女子の場合、揚程 50 m を越えるケースでは前述の付図-3.3.1 の TH-Q 曲線において適当とされている範囲から外れている (unacceptable の範囲にある) ことから最大揚程は 50 m とみるべきである。この結果より、本計画におけるアフリデフ型ハンドポンプの最大揚程を 50 m と設定する。

また、想定される地下水位に対しては揚水による水位降下を考慮する必要がある。ハンドポンプの場合は揚水量が比較的小さく水位降下は数メートル以内と考えられるが、本計画では揚程の 10% を水位降下に対する余裕分として考慮する。よって、アフリデフ型ハンドポンプを適用する地下水位 (静水位) の最大深度 45 m を設定する。

3) 地下水位がさらに深い場合のハンドポンプ適用

アフリデフ型以外のハンドポンプとして、インディアマーク II 型（エクストラディープ）及びデューバ型は両者とも仕様のうえでは揚程 90m までは適用可能であるが、婦女子による操作を考慮した場合、揚程 60m までが実用的であるとする。インディアマーク II 型（エクストラディープ）の方がデューバ型より構造が簡単でスペアパーツの調達も容易である。よって、インディアマーク II 型（エクストラディープ）を採用する。適用範囲は水位降下を考慮して地下水位深さ 45～55 m とする。

(3) 現地業者・資機材

給水施設の設計では、技術的に問題の無い範囲内で、ケニア国で容易に調達可能な深井戸用ハンドポンプ設備、本設ケーシングパイプ用の亜鉛メッキ鋼管、形鋼、鉄筋、セメント、木材、燃料、油脂及び塗料等の資機材の使用及び現地業者の採用を行う。特に、ハンドポンプ設備は将来の運営・維持管理が受益者により行われることを念頭において、品質に問題のない範囲内でケニア国で調達する方針とする。

(4) 施設、機材のグレードの設定

給水施設建設のための資機材は、技術的に品質が許容できる範囲内で、アフターサービスを提供できるケニア国内の業者から調達する方針とする。更に、建設用資機材の選択に当たっては、極力維持管理の手間と経費負担の節減を考慮する。

(5) ソフトコンポーネント計画（技術指導及び啓蒙活動の支援）

水利用組合は、給水施設の建設に伴い、新たに組織することから、運営・維持管理についての知識が皆無と言ってよい。このため、県水資源事務所、県社会事業事務所および県保健事務所は、水利用委員会の設置や運営・維持管理に関する技術指導を行うこととなっている。しかしながら、予算不足から十分な活動ができず、他ドナー国や機関から資金援助を受けてプロジェクトベースもしくはそれぞれの開発プログラムで個々に実施しているのが現状である。この指導には、上記政府職員のほか、現地コンサルタントや NGO も参加している。

本計画事業においても、その持続性を確保するために、水利用委員会の設置から施設の修理、水代の徴収、財務管理や衛生教育まで幅広い啓蒙活動や技術指導が必要である。本計画での啓蒙活動や技術指導は、その対象地域が広く、かつ深井戸を水源とした給水施設が点在していることに鑑み、以下の基本方針に沿って計画される。

(a) 啓蒙活動及び技術指導は、ケニア政府が主体的に行う。ケニア政府職員からなる指導者チームを各県別に組織化し、水利用組合に対して実施する。この指導者チームの活動は、ケニア政府の責任の下で行う。

(b) この啓蒙活動及び技術指導を効率良く行うため、日本側の支援にて、現地 NGO

もしくはコンサルタントからなる監理者チームを組織し、指導者チームを育成する。

- (c) 本計画の対象地域は、ライキピア、サンプル、バリンゴ、コイバテックと 4 県に亘り、複数の部族が居住しそれぞれ習慣や言語が異なることから、啓蒙活動や技術指導を県別に行う。
- (d) 啓蒙活動や技術指導の範囲が、水利用委員会の設置、ハンドポンプの維持管理、水代の徴収などから衛生教育や女性への配慮までに亘るため、ケニア政府職員からなる指導者チームを各々の知識を持った複数の職員から構成する。
- (e) 水利用組合員の理解を深めるため、啓蒙活動及び技術指導を、事前準備作業、工事開始前、工事終了後及びフォローアップの 4 段階で実施する。

(6) 工期

年間可能稼働日数、工事ヶ所、工事数量、資機材調達期間、サイトへのアクセス状況、日本の会計年度との整合性及びケニア国での免税手続きを考慮して、本計画の工期を決定する。

3.3.2 基本計画

(1) 井戸建設計画

(a) 標準構造図

電気探査の解析結果から得られた比抵抗値より推定した地質柱状図に基づき、井戸計画地点 90 ヶ所の地層別掘削深度を 3 種類の地層タイプに分類した。それぞれの地層タイプについて地層別平均掘削深度を求め、付図-3.3.2 に示す通り 3 種類の標準井戸構造図を作成した。また、以下にその概要を示す。

地層タイプ	井戸計画 本数	掘削深度 (m)				井戸成功率	さく井総数
		堆積層	岩層	平均深度	最大深度		
Type-A	78	5	103	108	180	79 %	99
Type-B	8	15	98	113	130	67 %	12
Type-C	4	67	33	100	100	80 %	5
計	90					78 %	116

(b) 井戸の最終口径

井戸の耐久性と品質向上のため、井戸最深部までケーシングを挿入する。ケーシング径は 6 インチ (152 mm) を採用する。ケニア国で広く用いられているケー

シング径は6インチで既存深井戸の54%を占めていることから、現地さく井業者は同口径による井戸建設を十分経験しており、本計画においてこれを採用することに技術的に問題はない。また、ケニア国ではケーシング材として鋼製、PVC（塩化ビニル製）、FRP（ファイバーグラス製）のいずれも調達可能であるが、本計画では井戸深度が100mを越えるものが大部分を占める（井戸計画本数の86%）ことから、耐久性を考慮して鋼管を使用し溶接接合とする。水質試験結果及び既存水質データから、対象地域における地下水のpH値は5.9を下回ることなく水質の面でも鋼管の使用に問題はない。ケーシング及びスクリーンパイプの単位長は6mとし、帯水層が多層採水となることを想定して井戸深度の25%をスクリーン長として計画する。

(c) 掘削口径

井戸の掘削にあたり、ケーシング挿入時のクリアランスを考慮した掘削口径が必要である。また、施工中において井戸孔内の安定を図るため、掘削口径は地表部の堆積層とその下部の岩層でそれぞれ異なる。本計画では、地表部では堆積層が崩壊しやすいことを考慮して仮設ケーシングを用いるとともに、泥水循環方式による掘削を行う。また、掘削が岩層に到達してからは掘削進度の速いDTH方式による掘削を行う。仮設ケーシングの目的は地表面の崩壊防止、及び岩層到達後にDTH掘削で泥水が排出されることによる堆積層の崩壊防止であり、それぞれ異なる口径のものを使用する。いずれも仮設であるため本設ケーシング挿入後は回収して次の井戸で使用する。以下に掘削口径の概要を示す。

地層 タイプ	ケー シング	掘削工法	計画深度 (m)	ビット タイプ	ビット呼び 径 (インチ)	掘削口 径 (mm)	ケーシング 外径 (mm)	ケーシング 内径 (mm)
Type-A	仮設2	泥水循環	5	トリトン	12-1/4	311.2	267.4	254.2
	本設	DTH	108	ハンマー	8-1/2	215.9	165.2	155.2
Type-B	仮設2	泥水循環	15	トリトン	12-1/4	311.2	267.4	254.2
	本設	DTH	113	ハンマー	8-1/2	215.9	165.2	155.2
Type-C	仮設1	泥水循環	12	トリトン	14-3/4	374.7	355.6	339.5
	仮設2	泥水循環	67	トリトン	12-1/4	311.2	267.4	254.2
	本設	DTH	100	ハンマー	8-1/2	215.9	165.2	155.2

(d) 孔内電気検層

井戸掘削終了後、本設ケーシング挿入前に孔内電気検層を行う。これにより帯水層の位置（深度）を正確に把握し、スクリーンパイプを適切な位置に設置することにより、井戸成功率の向上を計る。

(e) 砂利充填、セメンティング等

掘削孔の崩壊を防ぎ、砂の流入を防止するために本設ケーシング及びスクリーンパイプと井戸掘削孔壁との間を充填する。井戸底から地下水位（静水位）以上

20 m までは砂利充填を行う。これより浅い部分は粘性土を充填し、さらに地表面に近い部分はセメンティングにより遮水する。これにより地表面から汚水の井戸内浸入を防止する。また、井戸底にはボトムプラグ（底蓋）、ハンドポンプ据付までは地上部に仮蓋を取り付ける。

(f) 仕上げ作業

掘削に使用した泥水や掘削孔の周囲に形成された泥壁を除去して井戸坑内の透水性を確保するため、エアリフト揚水等により仕上げ作業を行う。この仕上げ作業は、清水が認められるまで実施する（通常 20 時間）。

(g) 揚水試験

井戸完成後に以下の揚水試験を行い、地下水産出量を確認する。

- 予備揚水試験 : 最大 6 時間
- 安定連続揚水試験 : 24 時間
- 回復試験 : 8 時間

(h) 水質試験

揚水試験時に採水し、ケニア国の公的機関に水質試験を委託する。項目は次の通りとする。

- 1)水温、2)電気伝導度、3) pH、4)蒸発残留物、5)濁度、6)色度、7)全硬度、8)全鉄、9) ナトリウム、10)カルシウム、11)重炭酸、12)炭酸、13)マグネシウム、14)マンガン、15)塩素イオン、16)硫酸イオン、17)フッ素、18)カリウム、19)硝酸性窒素

(2) 給水施設計画

(a) 計画基準年

「全国水資源開発計画」に基づくケニア側の要請では、地方給水整備の第一段階として ASAL 地域において 2000 年までに給水点への最大距離を 4 km とすることを目標としている。本計画はこの全国水資源開発計画に準ずることとし、計画基準年を 2000 年とする。

(b) 給水原単位（1 人当たりの日給水量）

1 人当たりの日給水量はケニア国「給水のための設計マニュアル」により、地方給水における共同栓給水方式の原単位を採用する。給水原単位には年平均降雨量により分類される土地ポテンシャル（高、中、低）考慮する。ケニア国で出版されている「給水のための設計マニュアル」によれば、地方村落における共同栓給水方式の場合、給水原単位は以下の通りである。

土地ポテンシャル	給水原単位 (リットル/人/日)	年平均降雨量
高	20	1,000mm 以上
中	15	500~1,000mm 以上
低	10	500mm 以下

ここで、土地ポテンシャルとは地域による年平均降雨量により分類されているもので、それぞれ 1,000 mm 以上が高ポテンシャル地域、500~1,000 mm が中ポテンシャル地域、500 mm 以下が低ポテンシャル地域となっている。対象地域の年平均降雨量は 400~900 mm であるが、500 mm 以下の地域はごく一部であることから、全域に対して中ポテンシャル地区の 15 リットル/人/日を適用する。

(c) 家畜給水

本計画においては、給水量がハンドポンプの揚水能力によって決まり、給水量が比較的少ないことから、計画上は家畜給水量を考慮しない。ただし、後述の通り周辺施設については家畜にも配慮した型式とする。

(d) 計画給水量

本計画はハンドポンプによる給水であることから、計画井戸の能力による地下水産出量を最大限活用することはできない。したがって、計画給水量はハンドポンプ揚水能力の総和となる。施設の運転時間は 8 時間とし、JICA による「地下水開発案件に係る基本設計調査ガイドライン」に従い、ハンドポンプによる給水量の標準を 675 リットル/時とする。また、井戸の地下水産出量がこれより小さい場合は、ハンドポンプによる給水量を地下水産出量と同等とみなす。ただし、この場合も成功井戸の判定基準により 330 リットル/時が最低限となる。

(e) 計画給水人口

上述の通り、計画給水量はハンドポンプの能力・数により制限されるため、対象地域の水需要量を必ずしもすべて満たすことには至らない。1 井あたりの計画給水人口は上述の条件から算定される日計画給水量を 1 人当たりの給水量で除したものとなる。すなわち、1 井あたりの計画給水人口は標準で 360 人となる。また、計画井戸本数 90 井による給水人口の総和は 31,933 人となる。

(f) ハンドポンプの適用

ケニア国で入手可能なハンドポンプとその性能・仕様、維持管理、及び対象地域の水理地質特性を考慮し、ハンドポンプは以下の通り適用する。

1) アフリデフ型ハンドポンプ

地下水位（静水位）深さ 45 m までの井戸に適用する。

2) インディアマーク II 型 (エクストラディーブ) ハンドポンプ

地下水位 (静水位) 深さ 45 ～ 55 m の井戸に適用する。

(g) 周辺施設

ハンドポンプ給水施設はポイント給水 (レベル I) とする。周囲の清掃・維持管理を容易にするとともに地表水が井戸内へ進入するのを防ぐため、周囲にコンクリートスラブの水叩きと排水溝を設ける。また、家畜用水飲み場 (トラフ) は家畜の排泄物等による汚水が井戸内に進入せず、コンクリートスラブの水叩きから自然流下させることのできる位置に設置する。施設の標準図を付図-3.3.3 に示す。

(3) 資機材調達計画

(a) 車輛の調達

ケニア国には、鉄道はあるもののナイロビを中心としてモンバサ、ナニユキ、キタレなどの大都市までと限られている。このため、車輛が国内の交通手段の主流となっている。調査対象地域内は、道路状況も悪く、移動には 4WD の車輛が必要である。特に、雨期には道路状況が著しく悪化する。

水資源省は、給水施設の建設、維持管理のため、64 県にそれぞれ県水資源事務所を設置している。計画対象地域では、ライキピア、サンプル、バリンゴ及びコイバテックの 4 県水資源事務所がこの業務を担当している。これらの事務所が保有している車輛状況を下表に示す。

(単位: 台)

県 名	総台数	使用可能	要修理	使用不可能
ライキピア	3	1	2	-
サンプル	5	1	1	3
バリンゴ	2	1	-	1
コイバテック	5	1	2	2

出典: 各水資源事務所

この表を見てわかるように、現在保有している車輛の殆どが要修理か使用不可能である。現在使用可能な車輛も、所長の事務的業務に使用されることが多く、本来の維持管理業務にはなかなか回らないのが現実である。このため、新規事業に使用できる車輛は全く無いと言ってよい。また、水資源本省の水資源開発部においても 5 台の車輛を保有しているが、使用可能なのは 3 台しかないため、県水資源事務所に回す余裕はない。

ケニア国の政策によれば、給水施設完成後、県水資源事務所は、運営・維持管理を行う水利用組合に技術指導を行う義務が課せられている。現在でも、技術指導を行っているものの、上記のような車輛状況のため、十分な活動が出来ていない。既存の水利用組合での聞き取り調査でも、県水資源事務所に対して更なる技術指導を望んでいた。水資源省の資料によれば、4 県の既存給水施設数は 132 ヶ所で、本計画事業の完成により、222

ケ所と約 70%増となり、より頻繁な技術指導が求められることとなる。このような状況に鑑み、4 台の車輛を調達するが、全て 4WD ピックアップトラック（ダブルキャビンタイプ）とする。調達する 4 台の車輛は、ライキピア/コイバテックに 2 台、サンプル、バリンゴの各県に 1 台ずつ配車する計画とする。4WD ピックアップトラック（ダブルキャビンタイプ）は、ケニア国でも調達可能であるが、日本国からの調達の方が金額的にも安価なため、日本国調達とする。

(b) 物理探査機器の調達

要請のあった電気探査機器、電磁波探査機器及び電気検層機器の各 1 式のうち、電気探査機器 1 式(探査深度 200m)を調達する。この電気探査機器は、本計画事業の工事時に各サイトでの追加調査に使用する。このため、調達する電気探査機器 1 式は、工事計画に合わせ 4 県の県水資源事務所の持ち回りとし、工事終了に伴い、水資源省が保有し直営による地下水開発に資する計画とする。電気探査機器は、ケニア国で購入可能ではない。このため日本国調達とする。

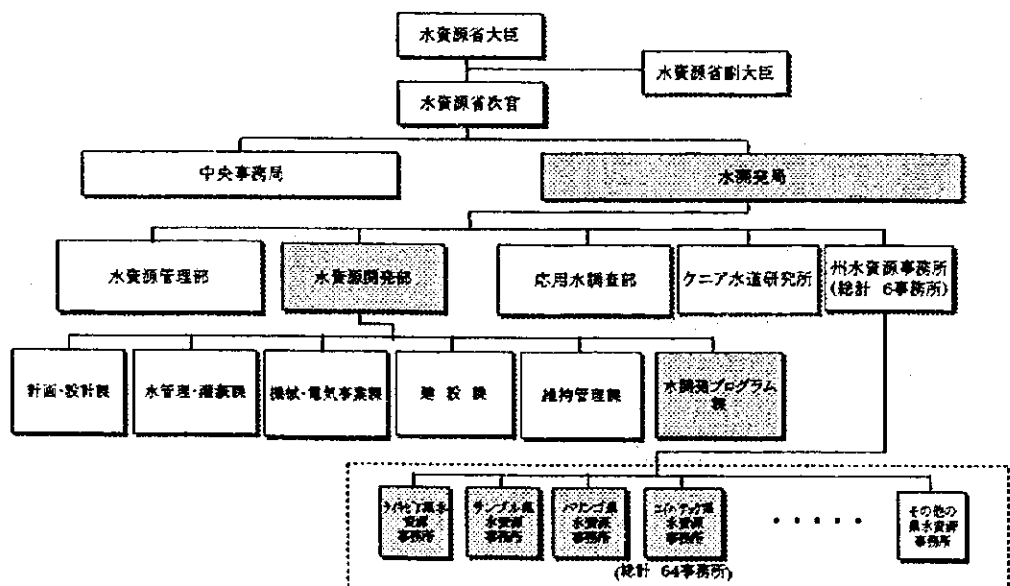
(c) 現地業者・建設資機材の調達

前述の 3.3.1(3)で述べた基本方針を念頭に置き、現地調査を行った結果、さく井業者を初め、本事業の主要資機材である、深井戸用ハンドポンプ設備、本設ケーシングパイプ用の亜鉛メッキ鋼管、形鋼、鉄筋、セメント、木材、燃料、油脂及び塗料等が、ケニア国内で調達可能であることが確認された。従い、建設に必要なさく井業者は現地業者を資機材は、全て現地調達とする。

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

本計画の事業実施主官庁は、水資源省である。水資源省の現況組織図を以下に示す。



本計画の事業実施は、水資源省の水開発局が運営機関となる。この水開発局は、局長のもと水資源管理部、水資源開発部、応用水研究部、水道研究所および6州水資源事務所と64県水資源事務所が設置されている。実施体制としては、水開発局長の管轄のもと、水資源開発部の指導下で、各県水資源事務所（ライキピア、サンプル、バリンゴおよびコイパテック）が水開発局の代行者として実務を担当する。しかしながら、事業を効率良く実施するため、水資源開発部の傘下の水開発プログラム課の担当で、事業促進委員会、事業運営委員会および事業管理チームを設ける（ケニア・日本上下水道促進部署）。この事業管理チームが建設における技術的な助言および指導をこの県水資源事務所に適宜行う。水資源及び各県水資源事務所の詳細な組織図を付図-3.4.1~3.4.5に示す。水開発局、事業管理チームおよび県水資源事務所の任務は以下の通り。

- a) 水開発局
 - 事業実施の総括
 - コンサルタントの選定/契約業務
 - 工事業者の選定（入札主体/契約業務）
 - 財務調整
 - 関連機関との調整
- b) 事業管理チーム
 - 施設設計監理（コンサルタント監理）
 - 地方機関との調整
 - 工事開始指示
 - 工事終了検査
- c) 県水資源事務所
 - 施設用地準備
 - ケニア政府負担工事の実施
 - 工事進捗/品質管理

3.4.2 予算

水資源省の1995/96年から1997/98年までの3年間の総予算の推移を下表に示す。

（単位：Ksh.百万及び%）

項 目	1995/96		1996/97		1997/98	
全予算額	6,035	100.0	5,640	100.0	4,852	100.0
経常予算額	1,747	28.9	1,725	30.6	1,775	36.6
開発予算額	4,288	71.1	3,915	69.4	3,077	63.4
外国援助額	(2,396)	(39.7)	(2,349)	(41.6)	(1,472)	(30.3)

近年、開発予算額が減少しているが、これは外国援助額の減少に起因するものである。一方、経常予算額は、ほぼ一定で大きな変動は見られない。

3.4.3 要員・技術レベル

水資源省の過去3年間の職員数は、下表の通りで全体として減少の傾向にある。

(単位:人)

項 目	1995/96	1996/97	1997/98
一般行政・計画	1,235	933	881
水開発	1,040	1,035	1,081
職員研修	170	185	156
地方部給水	6,402	6,151	5,760
都市上下水道	1,724	1,589	1,521
特別水計画	936	876	925
地域及び灌漑開発	601	500	487
ASAL 地域開発	-	-	10
合 計	12,108	11,269	10,822

建設における技術的な助言及び指導を行う水資源開発部の建設課の陣容は、1998 年 8 月現在で上級技師が 2 名、技師が 4 名、技師補が 2 名及び監督官が 4 名の計 16 名である。一方、4 県の県水資源事務所（郡水資源事務所の職員数も含む）の職員数は、下表の通り。

(単位:人)

県 名	総職員数	建設関連職員数	郡水資源事務所職員数
ライキピア	113	3	45
サンプル	81	1	20
バリング	216	17	133
コイバテック	87	6	44

出典: 各水資源事務所

工事監理における政府側体制としては、一つの深井戸建設地に対して、県水資源事務所の建設課（地下水開発課）から 1 名、郡水資源事務所から 1 名の計 2 名で行う。従い、必要人数として、井戸建設業者が送り込む作業班数となる。本計画においては、工事は、2 期に分けて行うことから 4 作業班と計画される。各県水資源事務所の建設課（地下水開発課）及び郡事務所は 4 名最低求められる。ライキピア及びサンプルの 2 県においては、建設関連の現職員数から判断して充分と言えない。従い、この 2 県に対し、工事監理のため職員数を強化する必要がある。強化対策として、今後の運営・維持管理を行う水利用組合への技術指導に鑑み、県水資源事務所の維持管理課の職員を建設関連課へ配置換えして対応する。

水資源省は、リグなどの井戸工事用の機器を保有し、県水資源事務所をととして直営工事を行っている。また、ケニア国においては、他ドナー国もしくは機関による井戸工事が数多く実施されており、これらの工事の監理に水資源省や県水資源事務所及び郡水資源事務所の職員が参画していることから、井戸工事の実施方法や建設方法を十分に理解している。今回適用される DTH 工法は、ケニア国でも広く用いられている工法であり、上記職員でも充分に対応できる。

第4章

事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

4.1.1 施工方針

(1) 施工方針

日本の無償資金協力案件として実施することを前提として、以下の方針により本計画の事業を実施する。

- (a) ケニア国の実施機関は、水資源省である。
- (b) 日本政府とケニア政府との間で事業実施に係る交換公文(E/N)が取り交わされた段階で、水資源省は水開発局、関連地方事務所における事業実施の準備を開始し、事業実施に係る業務を進める。
- (c) 日本政府とケニア政府との間で事業実施に係る交換公文(E/N)が取り交わされた後、日本のコンサルタントが水資源省と契約を行い、入札図書の作成と本工事の入札手続き作業を開始する。
- (d) 日本の建設業者と水資源省が本工事の契約を取り交わし工事を行い、コンサルタントが施工監理を行う。
- (e) 深井戸用ハンドポンプ設備の給水施設建設工事の施工は、建設業者受注後、仕様書の確認、承認図書の作成、承認後の資機材準備、資機材工場検査 及び 現場での工事準備、井戸掘削、孔内検層、ケーシング、砂利充填、遮水、仕上げ、揚水試験、ポンプの設置、ポンプ地上部のコンクリートパッドの建設、試験揚水 及び 竣工検査より構成される。
- (f) 建設井戸本数は、90本とする。
- (g) 掘削工法は、泥水循環掘削(堆積層)及びDTH/エアハンマー(基盤岩)とする。
- (h) 成功井の見込みなしで廃棄される掘削孔は、危険防止のため完全に埋め戻すものとする。
- (i) 工事完了に伴い、給水施設の維持管理責任は水資源省に移管される。

(2) 施工体制

現在、ケニア国で登録されているさく井業者は28社あり、このうち5ないし6社が、十分な経験を有し、下請け業者として期待できる。従い、本計画では建設事業費の低減と云う観点から、さく井工事は現地さく井業者(下請業者)を用いて実施する。本計画は施工場所が広範囲にわたり建設井戸本数の多い工事であることから、複数の下請け業者を使用することとなる。

上記より、本事業に係る工事は、経験を有する日本人業者の監督・指揮のもとで、複数の現地さく井業者及び現地技術者、労務者を使う施工体制で実施する。

(3) 建設業者の日本人技術者派遣

日本国籍の井戸建設業者から派遣する日本人技術者は、機械修理工、さく井工、設備工とする。また、建設業者の現場管理者として、所長、会計事務、さく井技師を派遣する。

4.1.2 施工上の留意事項

(1) 免税措置手続き

各種免税措置に必要な手続きは、水資源省の他、多数の関係官庁が関与する。このため、複雑な申請・承認過程と時間を要することとなる。同免税措置のイニシアチブは水資源省が取ることとなるが、建設業者側においてもケニア国の法律/規則を十分に理解し、迅速な書類作成と申請を行う必要がある。

(2) 工事に伴う環境影響

工事中の環境影響は、一般的に (a) 騒音の影響、(b) 粉塵の影響、(c) 重機作業による振動の影響及び (d) 交通事故などの発生がある。90ヶ所の対象地点の9カ所の近辺には、学校や診療所があるので、一ヶ所当たりの工事期間は約10日間と短いものの騒音や振動などの影響につき十分な配慮を行う必要がある。また、計画対象地域には、数多くの野生動物が生息しているので、これら野生動物との接触事故を起こさぬよう配慮が必要である。交通事故防止は、(a) 使用車輛の速度制限をするための機器の取り付け/調整や (b) 運転手の教育・定例会議における交通安全喚起により徹底する。

4.1.3 施工区分

(1) 日本側負担工事

- (a) 実施設計の実施及び入札図書の作成
- (b) 電気探査、さく井工事、電気検層、揚水試験、深井戸用ハンドポンプの設置工事、ハンドポンプ地上部の付帯工事

(2) ケニア側負担工事

- (a) 井戸建設地の確保と整地
- (b) 井戸建設地点までの仮設道路（約5m路幅）の路面整地と伐木
- (c) 地域住民に対する着工前、工事期間中の建設工事に対する協力要請と指導

4.1.4 施工監理計画

(1) 実施設計及び入札業務

E/N 終結後、直ちに水資源省とコンサルタントが契約を結び、水資源省との協議をもとに実施設計を行い、入札図面及び工事入札関連図書の作成を行う。

建設業者選定は入札参加資格審査を実施し、審査通過業者による入札によって行う。入札参加資格審査は、コンサルタントが同審査書類を配付する。建設業者の入札書類は、コンサルタントが受け付け、ケニア政府関係者の立会のもとで開封される。開封後、直ちにケニア政府関係者と共同で評価を行い、契約書草案を作成する。

(2) 施工監理

建設業者契約終結後、コンサルタントの総括責任者は、建設業者と工事工程について協議確認を行う。着工後、コンサルタントの常駐監理者が現地に常駐し、工事監理を実施すると共に、JICA ナイロビ事務所及び水資源省に対し定期的に工事進捗、施工状況を報告する。コンサルタントは、水資源省、建設業者等の本計画の関係者との意思疎通を図る。

本計画は、井戸建設のため、常駐監理者に加え、水理地質技師を派遣し円滑な施工監理を行う。施工監理は、大きく分けて以下の業務の遂行となる。

(a) 施工図面等の審査、承認：

- 建設業者の提出する施工図面、工事許可願、材料見本、機械仕様等の審査及び承認

(b) 工事の指導：

- 施工計画及び工程の検討・指導、工事進捗状況の把握/検討/指導、施工途中での必要な検査の実施

(c) 支払承認：

- 工事支払い証明書及び工事完成後の完成証明書の発行に必要な出来高の確認
- 工事完成及び契約の成就の確認後、完成した施設の水資源省への引き渡しの立会

以上を考慮し、実施設計、施工監理体制については、以下の業務担当者の配置を考える。

実施設計要員(計 8 名)

担 当 名	員 数	適 用
総括(業務主任)	1 名	設計取組め、及び啓蒙活動の入札
水理地質(1)	1 名	現地調査、井戸成功率の予測
水理地質(2)	1 名	現地調査、井戸成功率の予測
物理探査(1)	1 名	現地調査、電気探査と結果の纏め
物理探査(2)	1 名	現地調査、電気探査と結果の纏め
施設設計	1 名	施設設計、工事数量計算、
入札図書	1 名	入札図書の作成と纏め
施工計画・積算	1 名	施工方法と積算書の見直し

施工監理要員計画(計 4 名)

担 当 名	員 数	適 用
総括 (業務主任)	1 名	入札業務と締め及び施工監理の総括するために、重要時期に派遣する。
常駐監理(1)	1 名	全現場の工事全般に亘り、現地の立会い及び 調整、工程・品質・安全に関する助言を行う。
常駐監理(2)(水理地質担当)	1 名	さく井工事に立会い、成功井の確認及び不成功井に対する代替地点の選定
入札図書	1 名	入札業務及び契約業務に関する補助を行う。

4.1.5 資機材調達計画

(1) 一般

本事業の主要資機材である深井戸用ハンドポンプ設備、本設ケーシングパイプ用の亜鉛メッキ鋼管、鋼板、形鋼、鉄筋、セメント、木材、燃料、油脂及び塗料等の資機材は、以下に述べるようにそのほとんどがケニア国内で調達が可能であることから、現地調達を原則とする。

(2) 深井戸用ハンドポンプ設備

本事業に使用するアフリデフ型ハンドポンプは、一般仕様のケニア国産品で、ケニア国内で多数使用されている (全ハンドポンプのうち、80%の普及率)。また、インディアマーク II 型ハンドポンプも国内の販売代理店で取扱われており、調達が容易である (15%の普及率)。以上の状況から深井戸用ハンドポンプ設備は、ケニア国内調達として計画する。

(3) 亜鉛メッキ鋼管

本設ケーシングパイプ (ケーシングパイプ、スクリーンパイプ、ボトムプラグ、センタライザー等) 用の亜鉛メッキ鋼管は、深井戸用ハンドポンプ設備と同様に、ケニア国内で製造されており調達が極めて容易である。よってケニア国内調達として計画する。

(4) 鋼板、形鋼

鉄鋼材料は輸入するものの、ケニア国内に製鋼圧延工場があり、鋼構造物用の鋼板、形鋼等の鋼材はケニア国内で調達が可能である。よってケニア国内調達として計画する。

(5) 鉄筋

ケニア国内で製造されており調達が可能である。よってケニア国内調達として計画する。

(6) 骨材

細骨材、粗骨材、碎石等の原材料は、ケニア国内で採掘可能なので、国内調達として計画する。

(7) セメント

ケニア国内で調達が可能である。よってケニア国内調達として計画する。

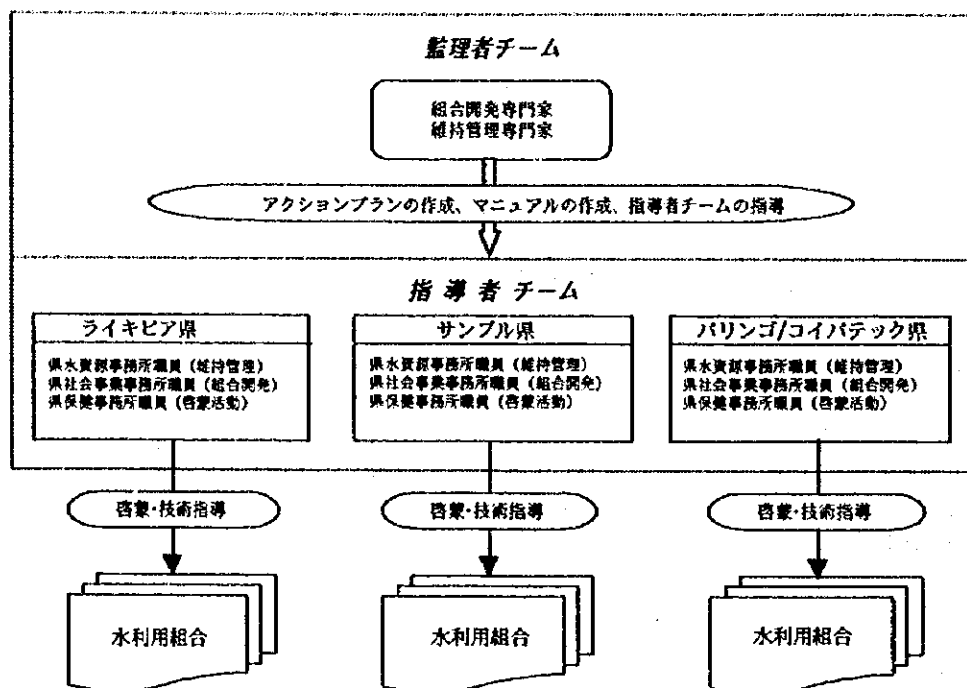
以下に建設用資材の調達先を以下に示す。

資機材名	ケニア	第三国	日本	理 由
深井戸用ポンプ設備	○			国産品入手可能
亜鉛メッキ鋼管	○			国産品入手可能
水道用機器	○			国産品入手可能
鋼材 (鋼板、形鋼)	○			国産品入手可能
鉄筋	○			国産品入手可能
碎石、砂	○			国産品入手可能
セメント	○			国産品入手可能
型枠	○			国産品入手可能
木材	○			国産品入手可能
燃料	○			国産品入手可能
油脂	○			国産品入手可能
塗料	○			国産品入手可能
ベントナイト	○			国産品入手可能

4.1.6 ソフトコンポーネント計画

本計画事業において、事業の持続性を確保するためにケニア側は、水利用組合を設置し、水利用組合に対し施設の修理方法、水代の徴収方法、財務管理方法や衛生教育まで幅広い支援を実施する計画である。

しかしながら、ケニア側の知識及び経験が十分でないため日本側で結成する現地コンサルタントもしくは NGO からなる監理者チームがケニア側で結成する指導者チームに対し技術支援を行う（次頁の図参照）。



監理者チームの具体的活動は、以下の通りである。

組合開発専門家及び維持管理専門家からなる監理者チームは、対象 4 県のそれぞれの水利用組合の状況調査を行う。

この結果に基づき、ケニア側が行う水利用組合の教育・訓練のアクションプランを作成する。更に、監理者チームは、各県の民族の特性を考慮した教育・訓練用のマニュアルを作成する。

続いて、監理者チームは、工事スケジュールに合わせ、上記マニュアルに基づき、県水資源事務所、県社会事業事務所、県保健事務所からの職員からなる指導者チームに対し、水利用組合への指導方法を訓練する。

また監理者チームは、指導者チームが水利用組合を訪問して支援する際において実地訓練（各県当たり 2 ヶ所程度の水利用組合を対象）を行う。

本支援終了後、監理者チームは、指導者チームと一緒に報告書を作成する。またマニュアルの最終版を作成し、今後のケニア国独自の啓蒙活動及び技術指導に資するものとする。この報告書には、把握した問題点のみならず、その対応策も記載する。

4.1.7 実施工程

(1) 実施工程

上述のように、本計画事業は2期に分けて実施する。第1期ではライキピア県での33ヶ所の深井戸建設を行う(付図-4.1.3)。第2期ではライキピア県の残りの19ヶ所、サンプル県の16ヶ所、バリンゴ県の20ヶ所及びコイバテック県の2ヶ所の計57ヶ所を建設する(付図-4.1.3)。

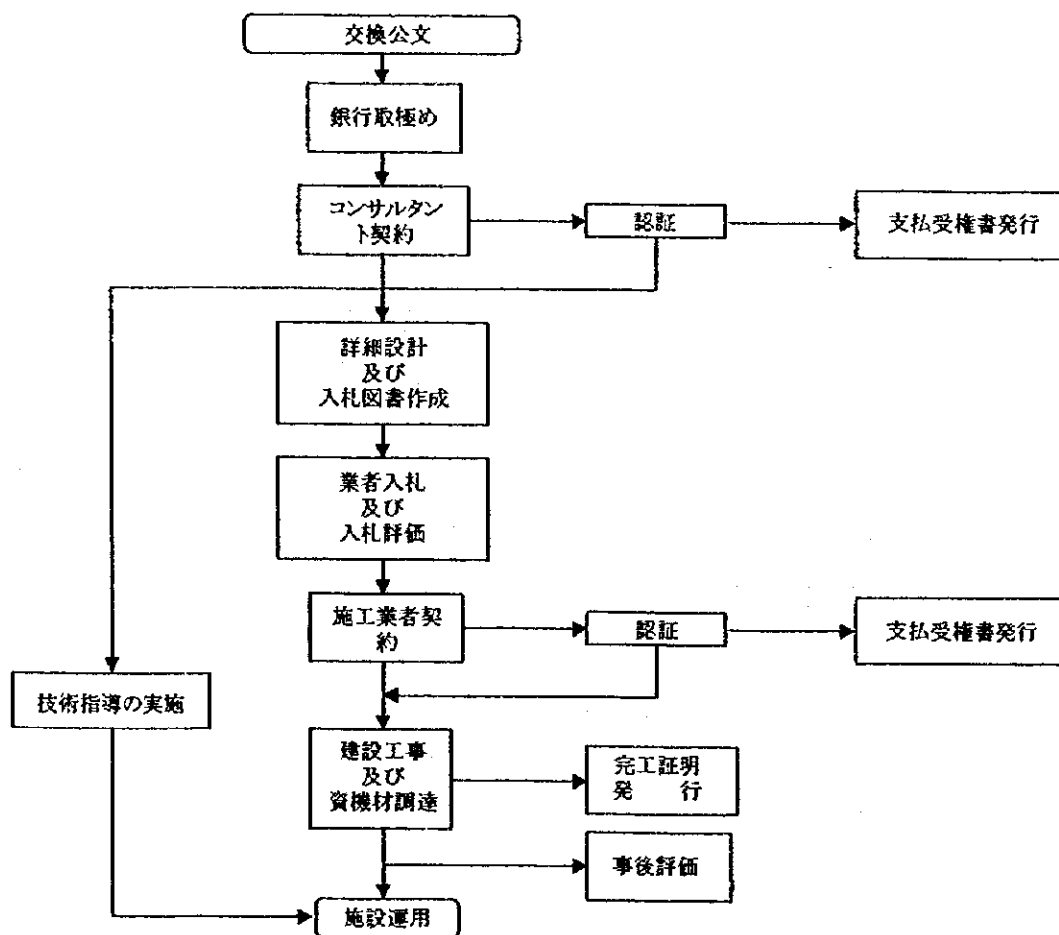
我が国の無償資金協力制度に基づき、以下の通りの業務実施工程表とした。

付表-4.1.2 業務実施工程表

期別	業務	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1期	実施設計	(現地調査)										(約4.3ヶ月)	
			(入札図書作成)	(入札図書現地承認)									
	機材調達				(機材調達)							(約5.0ヶ月)	
						(輸送・引渡し)							
1期	施工			(準備・資機材調達)								(約8.0ヶ月)	
					(探査・井戸位置選定)								
	施工				(深井戸建設)								
2期	実施設計	(現地協議)										(約4.0ヶ月)	
			(入札図書作成)	(入札図書現地承認)									
	機材調達				(機材調達)								
						(輸送・引渡し)							
2期	施工			(準備・資機材調達)								(約11.0ヶ月)	
					(探査・井戸位置選定)								
	施工				(深井戸建設)								

(2) 無償資金協力の制度における実施手順

無償資金協力の制度により実施される場合、以下の手順で本計画は進められる。



4.1.8 相手国負担事項

- (a) 計画給水施設用地の確保
- (b) 計画の実施前に計画給水施設用地の整地
- (c) 計画の実施に必要な資料、情報の提供
- (d) 計画の実施期間中にアクセス道路、仮現地事務所、倉庫及び資材置き場などの用地の提供
- (e) プロジェクトで購入したスペアパーツや付属資材保管のための倉庫の提供（県水資源事務所内）
- (f) 必要に応じてさく井計画対象地の治安や周辺のフェンス、ゲート及び照明などの付随作業の実施
- (g) 必要に応じて計画の実施前のアクセス道路の建設
- (h) 日本国内の銀行に勘定の開設及び開設費、所要手数料の支払。
- (i) 日本及び第三国調達資機材の通関が速やかに実施されることの確保
- (j) 認証された契約により調達される資機材に課せられる諸関税の免除及び通関に必要な手続きの遂行
- (k) 認証された契約に基づいて調達される日本国民に課せられる関税、内国税及びその他の財政課徴金の免除
- (l) 認証された契約に基づいて供与される役務について、その作業遂行のために入国及び滞在に係る便宜供与
- (m) 無償資金協力の制度の下で調達された機材の維持管理に必要な職員及び予算の確保
- (n) 無償資金協力の制度のもとで調達された機材の効果的な使用及び維持管理の保持
- (o) 機材の搬送及び設置及び施設の建設に関して、無償資金協力により支援される以外の支出の全額負担
- (p) 無償資金協力の制度のもとで調達された工具及びスペアパーツの保管
- (q) 水利用組合の啓蒙活動及び技術指導に係る指導者の人材及び経費負担

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本計画を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、10.81 億円（日本側 10.32 億円、ケニア側 49 百万円）となり、先に述べた日本とケニア国の負担区分に基づく双方の経費内容は、下記に示す積算条件に基づき、以下の通り見積もられる。

(1) 日本側負担経費

事業費区分	事業費(億円)		
	1期	2期	合計
(a) 建設費	3.42	4.80	8.22
1) 直接工事費	2.03	3.48	5.51
2) 現場経費	0.50	0.58	1.08
3) 共通仮設費等	0.89	0.74	1.63
(b) 機材費	0.20	0.00	0.20
(c) 設計・監理費	0.80	1.10	1.90
合 計	4.42	5.90	10.32

(2) ケニア側負担経費

項 目	数量	千 Ksh.			百万円		
		1期	2期	合計	1期	2期	合計
(a) 工事用仮設道路建設							
1) マタ'7果							
a) 路面整形	10,000 m2	3,945	0	3,945	9.0	0	9.0
b) 伐木	7,600 m2	136	0	136	0.3	0	0.3
2) ママ'8果							
a) 路面整形	3,750 m2	0	2,847	2,847	0	6.5	6.5
b) 伐木	0 m2	0	0	0	0	0	0
3) マハ'7マ果							
a) 路面整形	0 m2	0	0	0	0	0	0
b) 伐木	0 m2	0	0	0	0	0	0
4) マリ'7マ果							
a) 路面整形	5,000 m2	0	3,796	3,796	0	8.7	8.7
b) 伐木	0 m2	0	0	0	0	0	0
小 計		4,081	6,643	10,724	9.3	15.2	24.5
(b) 運営・維持管理		0	10,884	10,884	0	24.8	24.8
		4,081	17,527	21,608	9.3	40.0	49.3

(3) 積算条件

- (a) 積算時点 平成 10 年 8 月
- (b) 為替交換レート 1 US\$ = 136.00 円
 1 Ksh. = 2.28 円
- (c) 施工期間 実施設計、工事の期間は、実施工程表に示した通り。
- (d) その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に基づき、実施されるものとする。

4.2.2 運営・維持管理計画

(1) 地方給水施設の運営・維持管理に対する政府方針

本事業は、ハンドポンプ付深井戸の建設で地方給水事業として位置付けられる。従い、本事業の運営・維持管理は、ケニア国の政策に基づき、受益者によって設立された水利用組合により実施される。水資源省及びその他関連機関は、この水利用組合に対し技術的助言及び指導を適宜行い、側面からの支援を行う。水資源省は、水利用組合による運営・維持管理体制を強化するため、給水施設の修理・修繕に対する組織的対応及び井戸の継続的な追跡調査などの実施を計画している（5. 確認書-2）。

(2) 運営・維持管理体制

(a) 水資源省の組織体制

水利用組合に技術的助言及び指導を実施する水資源省の現体制を、付図-4.2.1に示す。この組織図に見られるように、中央本省においては水開発局のもと水資源開発部、維持管理課がこの任に就き、地方においては県水資源事務所とその下部機関の郡県水資源事務所が、この責務を負う。ライキピア、サンプル、バリngo及びコイバテック4県の県水資源事務所の詳細な組織図を付図-4.2.2から-4.2.5に示す。

水資源開発部の維持管理課の職員は、1998年8月現在で技師が11名、監督官が11名、電気技師が2名、秘書が5名及び事務職員が4名の計29名である。一方、4県の県水資源事務所（郡水資源事務所の職員数も含む）の職員数は、下表の通りである。

県名	総職員数	維持管理関連職員数	郡水資源事務所職員数
ライキピア	113	12	45
サンプル	81	33	20
バリngo	216	15	133
コイバテック	87	4	44

ライキピア、バリngo、コイバテックの3県において、県水資源事務所の維持管理関連職員数が少ないが、この不足分は郡水資源事務所との共同作業という形で数的には対応できると判断する。しかしながら、水利用組合への技術指導に対する職員の能力は、未だ充分とは言えない。ソフトコンポーネント計画で関連職員の指導力の育成を図るが持続的活動が不可欠である。このため水資源省は、下部機関の水道研究所など通して、これら県水資源職員の指導力向上に努めることが求められる。

(b) 水利用組合の組織体制

運営・維持管理は、受益者による水利用組合の設立・登録から開始される。この

組合設立、登録から実際の運営・維持管理に至るまでの関連機関との関係及びそれぞれの責任は、上位計画であるアフターケア調査の結果を考慮して、付図-4.2.6に示す通りとする。この付図に見られるように、水利用組合による運営・維持管理に係る政府機関は、水資源省を中心として社会文化事業省、自治省、地方開発省であり、これらの機関からの支援はそれぞれの県出先機関を通じて行う。

給水施設の運営・維持管理を円滑かつ効率良く行うためには、施設工事開始前に水利用組合の組織化が必須である。このため、本計画事業の実施機関である水資源省は、社会文化事業省と調整を図り、交換公文（E/N）締結後速やかに水利用組合の組織化に着手する必要がある。

水利用組合は、規約に基づき選挙をととして水利用委員会を設置する。水利用委員会は、議長、秘書役、会計、委員から構成される。聞き取り調査で、現在の水利用委員会の委員は、月例会議や年次会議などに出席する以外に、特定の任務を課せられていないことが判明した。水代徴収や維持管理業務などの業務責任を明確にし、円滑な業務遂行を行うため、各委員に業務を分担することが必須である。ハンドポンプ付き深井戸の給水人口が平均 360 人（世帯数で 45）であることから、必要委員及びその数を下記の通り提案する。

委員名	業務内容	委員数
1) 水代徴収委員	水代の徴収を各組合員から毎月行い、会計に届ける。	3名
2) 衛生教育委員	水因性疾病を予防するため、清水である井戸水の使用を普及すると同時に井戸施設の周囲の清潔保持や衛生関連活動の助行。	2名
3) 施設維持委員	給水施設の修理や定期的な点検及びスベアパーツの保持・入手。	2名
4) 副業促進委員	水利用組合の財政状況を安定させるため、副業による収入の確保。	2名
5) 女性・子供教育委員	給水施設の完備から、従来の給水時間が削減されることにより、女性の社会活動の参加及び子供の教育への参加促進の受け入れ窓口。	2名

この水利用組合の組織図を付図-4.2.7に示す。

(c) 女性への配慮

給水施設を頻繁に利用する女性の意見を水利用組合の運営に反映させるため、水利用委員会の委員の約半数を女性とすることを提案する。

(3) 運営・維持管理費用の算定

(a) 現状

水代は、必要に応じて寄付という形で組合員から集めるという組合もあったが、殆どの組合で月極で徴収している。金額は、一家族当たり Ksh.10/月から Ksh.360/月であった。ハンドポンプの場合は、一家族当たり Ksh.10/月が多かった。家畜に

対する水代は、多くの組合で牛は Ksh.2/月/頭、山羊もしくは羊は Ksh.0.5/月/頭であったが、徴収していない組合もあった。徴収していない理由は、家畜も家族の一員であり、水代は一家族単位で徴収ということであった。水代の徴収率は、35%から80%で、平均50%くらいと低い。

(b) 維持管理費の算定

ケニア政府の方針に基づき、水利用組合は給水施設の維持管理を行う。このため、水利用組合は維持管理及びポンプ等の更新に必要な金額を水代として組合員から徴収する。

ハンドポンプは、その信頼性を MTBF (Mean Time Before Failure) で表現され、これが維持管理期間ともなる。アフリデブポンプの場合は、MTBF は6ヶ月である。従い、組合レベルでの維持管理を6ヶ月ごとに行うこととする。また、1年ごとに定期検査を業者派遣の技術者により行う。一方、インディマーク II (エキストラディーブ) の場合は、明確な MTBF はない。一般的に、インディマーク II (エキストラディーブ) の方が構造的に複雑なことから、組合レベルの維持管理期間を3ヶ月ごととし、6ヶ月ごとに定期検査を業者派遣の技術者により行う計画とする。

ケニア国のポンプ業者への聞き取り調査によれば、ポンプの耐用年数は、維持管理を正しく行えば8年とのことである。この結果、この8年間で組合レベルでの維持管理回数はアフリデブで16回、業者派遣技術者維持管理回数は8回となり、インディマーク II (エキストラディーブ) でそれぞれその倍となる。アフリデブ及びインディマーク II (エキストラディーブ) に対する、更新費を含めた維持管理費をこの MTBF 及び耐用年数をもとに以下のように算定する。

(単位: Ksh.)

項 目	アフリデブポンプ			インディマーク II		
	単価	回数	計	単価	回数	計
ポンプ価格	69,310	1	69,310	114,000	1	114,000
組合レベル維持管理						
スベアパーツ代	900	16	14,400	3,525	32	112,800
派遣技術者維持管理						
スベアパーツ代	900	8	7,200	3,525	16	56,400
派遣費	240	8	1,920	240	16	3,840
合計			92,830			287,040
一家族当たり年維持管理費*			258			797
一家族当たり月維持管理費			22			66

備考: *1 井戸の給水人口は360人で、家族戸数は45戸(平均家族数は8人)

本計画のポンプは、動力ポンプでなくハンドポンプであり、動力用の燃料を必要としないことから、家畜に対しての水代は特別に考慮しないものとする。アフリデブポンプ付きの給水施設の水代は Ksh.25/月/家族及びインディマーク II (エキストラディーブ) ポンプ付きの水代は Ksh.70/月/家族と算定される。また家畜対

しての水代を考える場合は、聞き取り調査の結果から、牛1頭当たり ksh.2/月、山羊及び羊1頭当たり ksh.0.5/月が妥当と考える。

他方、今回実施した聞き取り調査では（添付資料-9）、98%以上の住民が給水施設の維持管理には水代を支払うことが必要であることを認めている。また、73%の住民が月当たり Ksh.100 までなら支払えると回答している。この調査結果から、これらの水代は、組合員の 70%以上が支払える範囲内にあることから、金額として妥当と判断される。