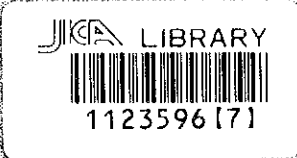


スワジランド王国 地方給水計画基本設計調査報告書

スワジランド王国

地方給水計画基本設計調査報告書

平成7年9月



国際協力事業団
 (株)パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
 三井金属資源開発 (株)

平成7年9月

529
618
GRF
LIBRARY

無
95-247



1123596 [7]

スワジランド王国

地方給水計画基本設計調査報告書

平成7年9月

国 際 協 力 事 業 団
(株)パシフィック コンサルタンツ インターナショナル
三 井 金 属 資 源 開 発 (株)

序 文

日本国政府は、スワジランド王国政府の要請に基づき、同国の地方給水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7年3月22日から5月14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、スワジランド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7年8月6日から8月19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7年9月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

今般、スワジランド王国における地方給水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。

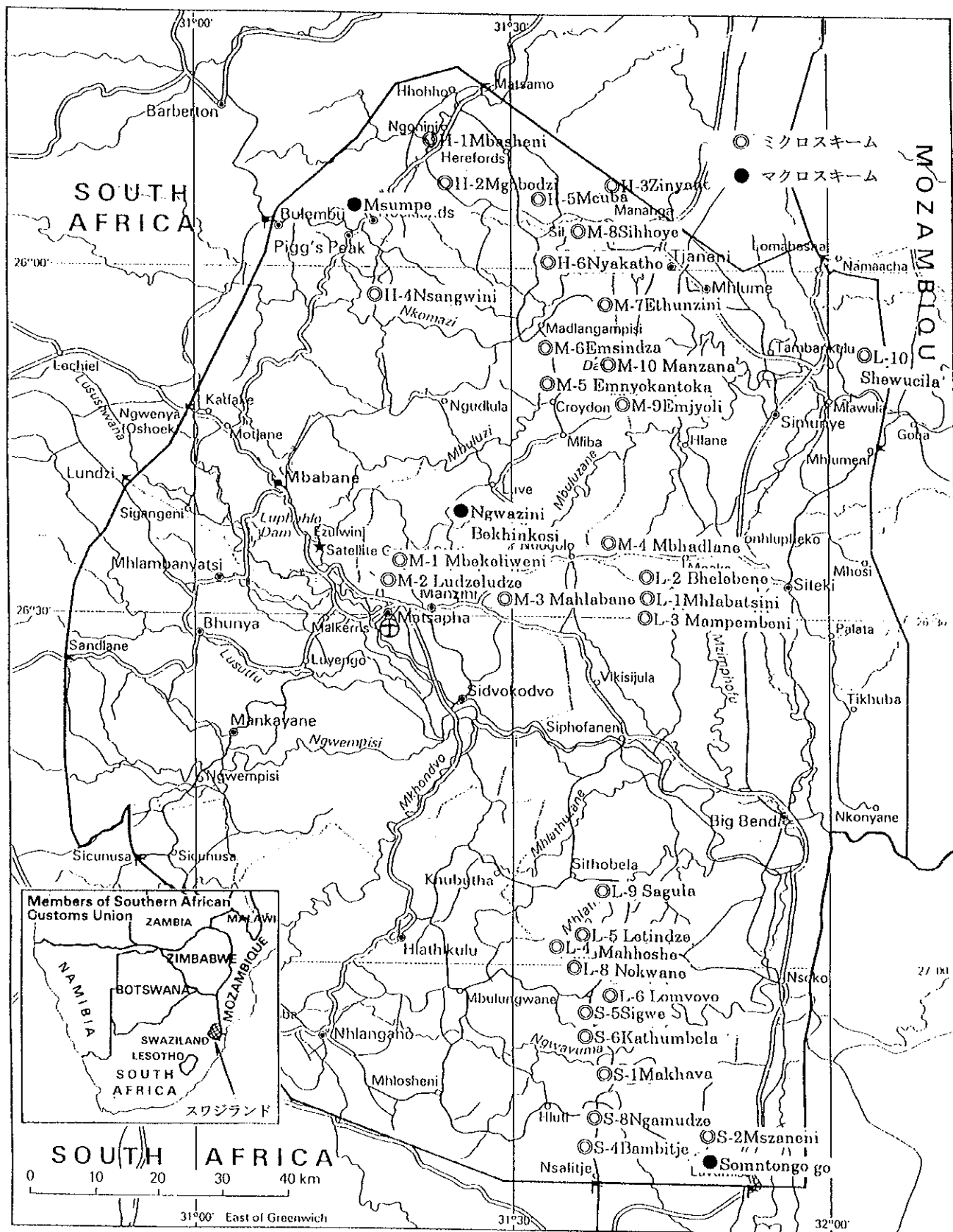
本調査は、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成7年3月15日より平成7年9月25日までの6.5ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、スワジランドの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検討するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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7年9月

(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル
三井金属資源開発(株) 共同企業体

スワジランド王国
地方給水計画基本設計調査団
業務主任 山崎 安正



計画対象地域図



透視圖

要 約

要 約

スワジランド国はアフリカ南部に位置する人口約90万人、面積約1.7万km²の国で、北部・西部・南部の3方を南アフリカ共和国と東部をモザンビークと国境を接している。国土は標高によってHighveld、Middleveld、Lowveldの3つに区分され、さらに最東部のLubombo山地が加わる。これらの地域の自然条件の特徴は次の通りである。

地域区分	標高 (m)	降水量 (mm)	地質
Highveld	1,050~1,500	1,000~1,300	花崗岩、変成岩
Middleveld	500~1,050	800~1,000	花崗岩・片麻岩類
Lowveld	150~500	600~800	Karoo層群の堆積岩
Lubombo	390~777	750~1,000	火山岩類

スワジランド国では1992年以来継続的な旱魃に見舞われ、現在約90,000人が被害を被っている。同国政府はこれに対応するためUNDPの協力の下にNational Disaster Task Force (NDTF)を組織し、天然自然・エネルギー省を含めた省庁間で対策の調整を行っている。

スワジランド王国政府は、旱魃の影響が大きい農村地域の公衆衛生改善のため地方給水事業に高い優先度をおき、低所得地域の農村における給水施設建設と、地方給水事業の一元的機関である地方給水局 (Rural Water Supply Branch) の組織強化のために必要な資機材の供与について、日本政府へ無償資金協力を要請してきたものである。

これに対し、日本政府は1994年11月7日から12月1日まで事前調査団を同国へ派遣し、本計画の背景、内容、先方の実施体制および協力の内容と範囲の確認を行った。この結果、本計画は日本の無償資金協力として実施することが妥当と判断されたものである。

日本政府は事前調査の結果を踏まえ基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団が調査団を派遣した。調査団は平成7年3月22日から同年5月14日までの54日間にわたり、相手国政府関係者との協議を行うとともに現地調査を実施した。調査団は、現地調査の結果をふまえて国内解析を実施し、基本設計概要書に取りまとめた。平成7年8月6日から19日までの14日間にわたり、スワジランド国政府関係者と基本設計概要書についての説明・協議を行い、その結果をもとに本報告書に取りまとめた。

本計画の対象地域は、マクロスキームと称する水道施設建設が3村落、ミクロスキームと称するハンドポンプ付の深井戸建設が34村落の合計37村落である。スワジランド国においては給水施設建設に際しては、水管理委員会の結成および水管理基金の積立を行うことが条件とされている。対象となる37村落についてはいずれもこの条件を満たしていることが確認された。また、事前調査時に作成された対象村落選定の評価表について、現地調査に基づく修正を行った (村落評価表参照)。

現地調査の結果、マクロスキームは3村落で4施設 (Ngwazini、Bekhinkosi、Msumpe、Somntongo)、ミクロスキームは34村落で75施設の建設が妥当と判断された。なお、マクロスキーム対象の3村落の内 Somntongo は当初要請ではミクロスキーム対象であったが現地調査の結果、飲料水の困窮度が高いこと、人口が5000人とまとまっていること、必要な水源が得られること、水管理委員会が結成され運営基金の徴収も行われている等の条件が明らかとなったため、マクロスキームの建設が妥当と判断したものである。

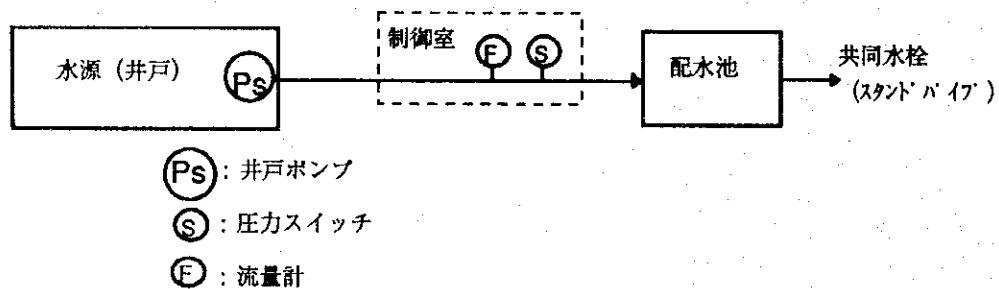
マクロスキームにおける水需要予測は1995年5月現在の人口をベースとし、これに学校および診療所への給水を考慮して決定した。その結果を次に示す。

項目	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
[給水先]					
給水人口	人	4,000	2,500	1,450	5,000
学校数	カ所	2	0	1	1
診療所数	カ所	1	0	0	0
水需要量	m3/日	152.0	83.8	55.3	174.3

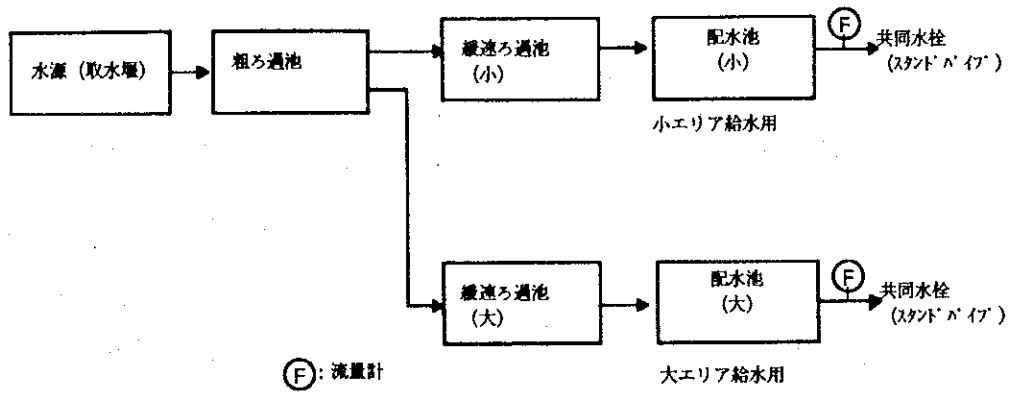
マクロスキームの水源は Ngwazini、Bekhinkosi、Somntongo の3施設が地下水で、Msumpe の1施設が表流水である。水量はいずれも水源としての必要量を満足している。水質はいずれもスワジランド国の飲料水基準を満たしている。したがって、表流水を水源とする Msumpe のみは雨季の増水時の土砂による濁りを生じる可能性があり浄化施設を建設するが、それ以外は無処理にて直接配水池を経て自然流下式で共同水栓方式により給水する。各地区の処理のフローは次の通りである。

i) マクロスキーム概念図

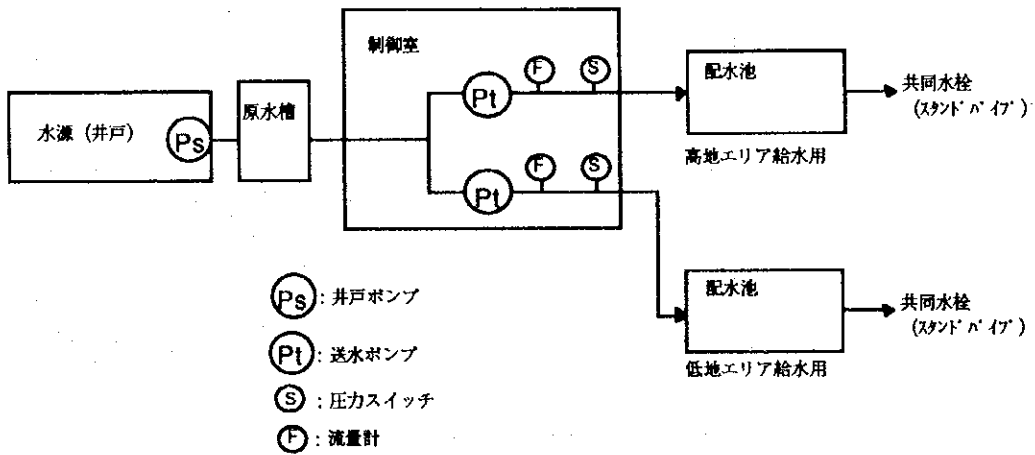
(a) Ngwazini/Bekhinkosi 地区



(b) Msumpe 地区



(c) Somntongo 地区



マイクロスキームの場合は、揚水した地下水をそのまま給水するため処理は行わない。

ii) ミクロスキーム概念図



本計画に必要な主要施設の基本設計内容は次の通りである。

<マクロスキーム>

	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
1) 水源施設	ポンプ設備 (揚水量：2.8 l/s) 制御室 電気設備	ポンプ設備 (揚水量：2.8 l/s) 制御室 電気設備	取水堰 (取水量：2.3 l/s)	ポンプ設備 (揚水量：3.2 l/s) 制御室、電気設備 電源設備
2) 導水施設	—	—	導水管 (10.2km)	—
3) 浄水施設	—	—	粗ろ過池、 緩速ろ過設備	—
4) 送水施設	送水管 (0.8km)	送水管 (1.1km)	送水管 (1.1km)	送水管 (7.5km) 送水ポンプ
5) 配水施設	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備
6) 給水施設	給水管 (34.9km) 共同水栓 60 箇所 浸透ピット	給水管 (19.4km) 共同水栓 32 箇所 浸透ピット	給水管 (18.8km) 共同水栓 32 箇所 浸透ピット	給水管 (36.2km) 共同水栓 40 箇所 浸透ピット

<ミクロスキーム>

名称	項目	内容
深井戸建設	数量	75 箇所、掘削深度 (50~100m)
ハンドポンプ (Afridev type)	数量	75 台
	揚程	51m
浸透ピット		75 箇所

要請された資機材についての基本設計内容は次の通りである。

<物理探査・井戸掘削関連資機材>

No.	機器名	主要スペック	数量	使用目的
1	トラック搭載型 掘削リグ	掘削リグ (DTH及び泥水掘削に対応可能) — 掘削能力：150m以上	1式	井戸掘削
2	同上用標準付属 品・工具等	番号1の掘削リグを用いて、DTH方式・泥水循環方式によって掘削を可能とするもの。	1式	井戸掘削
3	トラック搭載型高 圧コンプレッサー	コンプレッサー — 掘削リグと同一車両に搭載してもよい。	1台	DTH方式の井戸掘削

4	揚水試験装置	(1) 高揚水用水中ポンプ (2) 低揚水用水中ポンプ (3) 関連機器	1台 1台 1式	井戸掘削後の生産能力評価
5	物理探査装置	(1) プロトン磁力計 (2) 電磁探査機 探査深度：200m以上 (3) 孔内検層器 測定深度：最大300m <測定項目>比抵抗、自然電位、 γ 線、温度	1台	井戸掘削位置の選定
			1台	井戸掘削後、帯水層の範囲を決定する
		(4) GPS (衛星測位システム)	1台	探査地点の位置測量
6	車両類	(1) クレーン付きトラック 積載重量：7トン、GVW：14トン	1台	掘削資機材運搬用
		(2) 給水車 (タンク容量：5,000 l)	1台	掘削用水の運搬
		(3) 給油車 (タンク容量：500 l)	1台	掘削機等の燃料の運搬
		(4) ステーションワゴン	2台	掘削部隊の移動 (1台)
		(5) ピックアップ (シングルキャビン)	1台	掘削機の維持管理班用
		(6) ピックアップ (ダブルキャビン)	1台	物理探査部隊用

<給水施設建設用資機材>

No.	機器名	主要スペック	数量	使用目的
1	ハンドポンプ	Afridevタイプのハンドポンプ	30台	マイクロ給水用
2	野営用品	キャビン、電気設備	1式	井戸掘削班の現地露営用
3	ケシク/スカー/パイプ	材質：PVC、長さ：約6m		井戸建設用

<水質試験用資機材>

No.	機器名	主要スペック	数量	使用目的
1	水質分析装置	水質分析用器具類	1式	精度の高い水質分析
2	簡易水質分析器	携帯型、乾電池又は充電型電源を使用	4台	日常の水質検査用
3	パーソナルコンピュータ	IBM又はその互換機、プリンター、ソフトウェア	1台	水質データベース作成

<維持管理用資機材>

No.	機器名	主要スペック	数量	使用目的
1	ワークショップ用資機材	溶接機・発電機・工具等	1式	給水施設・資機材の維持管理
2	スペアパーツ類	本計画による調達機材に係るスペアパーツ	1式	調達機材の維持管理
		掘削リグ関連、物理探査機器関連 圧力鋼管のスペアパーツ	1式	給水施設の維持管理に使用

備考：要請された衛生施設建設用資材は個人住宅に建設する簡易便所建設用の資材であることが明らかとなった。スワジランド国においては、給水施設と衛生施設の建設は不可分のものとして同時に実施されているため、その必要性は認められるものの、我が国の無償資金協力のスキームに合致しないと判断された。したがって、本計画では調達しない。

水質分析器の数量は、要請では中央分析室用に1セット、地域事務所用に3セットであったが、このうち地域事務所は4箇所あることから4セットに変更された。

本計画における給水施設建設および資機材の調達は、各々に必要な工期を考慮し2期の期分け（2期目はB国債）にて実施する計画とする。各期毎の計画内容を次に示す。

<期分け工事内容>

第1期工事	第2期工事
マクロスキーム建設工事 Ngwazini 地区 Bekhinkosi 地区	マクロスキーム建設工事 Msumpe 地区 Somntongo 地区
機材調達 物理探査／井戸掘削資機材類 給水施設建設用資機材類 水質分析用機器類 維持管理用資機材類	マイクロスキーム井戸建設 日本側コンクリート担当分：45本 RWSB 担当分：30本

事業実施に必要な工期は次のように設定される。

期	項目	必要工期
第1期	実施設計	4ヶ月
	マクロスキーム建設	
	－Ngwazini	9.5ヶ月
	－Bekhinkosi	6ヶ月
	資機材調達	9ヶ月
第2期	実施設計	4ヶ月
	マクロスキーム建設	
	－Msumpe	8ヶ月
	－Somntongo	12ヶ月
	マイクロスキーム建設	12ヶ月

本事業の実施に係る概算事業費は次のように見積もられる。

	全体額	日本側事業費	ス国側事業費
概算事業費	1,321.3百万円	(1,280.5百万円)	(40.8百万円)
第1期分	—	(660.4百万円)	—
第2期分	—	(620.1百万円)	—

スワジランド国の農村人口は約685,000人とみられるが、このうちの約65%に相当する452,000人が未だ非衛生的な水源を利用せざるを得ない状況下におかれている。また、1992年以來の継続的な旱魃に襲われており、この傾向は本プロジェクトの対象地域が集中するLowveld地域において特に

著しい。本プロジェクトが実施された場合の裨益人口は約 67,000 人である。この結果、安全な飲料水の供給を受けられる農村人口は 1994 年末の 223,000 人（農村人口の 35%）から 290,000 人（同 45.5%）へ増加する。

また、スワジランド国政府は 1997 年度までに実施する地方給水計画 VI・VII では、マクロスキーム 24 基、ミクロスキーム 240 基の建設を計画している。本プロジェクトはこれらの建設計画の一翼を担うものであり、さらに本プロジェクトによって調達される資機材によって地方給水局が井戸建設能力を保有するようになることは、本計画の推進に大きく寄与するものと考えられる。これによる裨益人口は 115,860 人と見込まれているため、給水率は 49.5% まで向上することが期待できる。

- ⑥ 本計画は、農村地域の生活環境、衛生環境の改善というベーシック・ヒューマン・ニーズ (BHN) 充足を目的とするものであり、上述のように 1992 年以降の深刻な旱魃対策の観点からも緊急性が高いと判断される。また、水汲み労働が女性や子供に 1 日の多くの時間を強いている現状を改善し、女性に教育や十分な所得を得る機会を与えることができ、ひいては女性のおかれた社会・経済状況を改善を図ることができると考えられる。このように、本計画の実施は同国が掲げる地方給水事業改善という国家目標にも資するものである。

本計画を我が国の無償資金協力で実施することの意義は大きいと判断される。しかしながら、以下の点が改善されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施しうるものと考えられる。

既存施設の日常的維持管理は村落から選ばれた水管理者を中心として行われている。既存施設の中には、水管理者が故障を発見した場合は地方給水局へ連絡して対応することになっているが、その連絡体制が明確ではなく、故障時の対応ができないケースが見受けられる。したがって、この点を改善し、連絡を確実に行うような責任・連絡体制をとることを提言する。

村落評価総括表

1. マクロスキーム

No.	Community	Homestead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	Ngwazini	400	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Bekhinkosi	250	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Msumpe	145	B	A	B'	-	A	A	A	A	A	A
3	Somntongo	500	A	A	B'C	A	B	A	A	A	B	A
Total		1,295										

2. ミクロスキーム

(1) HHOHHO REGION

No.	Community	Home- stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
H-1	Mbasherani	200	A	A	B	A'	B	A	A	A	A	A	0	4	4	2
H-2	Ngobodzi	47	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
H-3	Zinyane	285	B	A	B	A	C	A	A	A	A	A	0	5	5	5
H-4	Nsangwini	266	B	A	A	A'	C	A	A	A	A	A	0	5	5	3
H-5	Mcuba	180	B	A	B	A'	A	A	A	A	A	A	0	3	3	2
H-6	Nyakatho	300	B	A	A	C	A	C	A	A	A	A	1	6	5	5
Total		1,278											1	24	23	18

(2) MANZINI REGION

No.	Community	Home- stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
M-1	Mbekelweni	200	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	1	4	3	3
M-2	Ludzeludze	103	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-3	Mahlabane West	250	A	A	A	A'	C	A	A	A	A	A	1	5	4	3
M-4	Mbhadlane	150	B	A	A	A'	B	A	A	A	A	A	0	3	3	1
M-5	Emnyokanyoka	70	B	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	1	1	1
M-6	Emisindza	100	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-7	Ehunzini	40	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	1	1	1
M-8	Sihhoye	300	B	A	A	A'	A	A	A	A	A	A	0	6	6	4
M-9	Emajoli	120	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-10	Muzana	90	B	A	C	A	C	A	A	A	A	A	1	2	1	1
Total		1,423											3	28	25	20

(3) LUBOMBO REGION

No.	Community	Home- stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
L-1	Mahlabatsini	75	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-2	Bhelebane	80	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-3	Mampembeni	50	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-4	Mahhoshe	70	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-5	Letindze	41	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-6	Lomvovo	213	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	4	4	4
L-7	Vimbabelungu									A	A	A				
L-8	Nokwane	57	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-9	Sagula	150	A	A	C	A'	B	A	A	A	A	A	0	3	3	1
L-10	Shewula	125	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	2	2	3
L-11	Matjemadze	70	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
Total		931											0	16	16	14

(4) SHISELWENI

No.	Community	Home- stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
S-1	Makhava	150	A	B	A	C	A	C	A	A	B	A	2	3	1	1
S-2	Msuzaneni	300	A	A	C	A'	B	A	A	A	B	A	1	6	5	4
S-4	Bambitje	597	B	A	B	A'	C	A	A	A	B	A	1	11	10	9
S-5	Sigwe	225	A	A	A	A'	B	A	A	A	B	A	0	4	4	3
S-6	Kathumbela															
S-7	Ndlambuti	83	A	A	A	A	C	A	A	A	B	A	0	1	1	1
S-8	Ngamudze	430	A	A	A	C	A'	C	A	A	B	A	1	8	7	5
Total		1,785											5	33	28	23
Micro Scheme Total		5,417											9	101	92	75
Grand Total		6,712														

(Note)

Necessary number of wells for each community was estimated assuming the requirement as one (1) well per 50 homesteads. The figure below the decimals was omitted.

(Numbers of wells to be drilled) = (Necessary number of wells) - (Number of Existing Wells)

目 次

序文

伝達状

計画対象地域図／透視図

要約

略語集

	ページ
第1章 要請の背景	I - 1
第2章 プロジェクトの周辺状況	II - 1
2. 1 当該セクターの開発計画	II - 1
2. 1. 1 上位計画	II - 1
2. 1. 2 財政事情	II - 1
2. 2 他の援助国、国際機関等の状況	II - 2
2. 3 我が国の援助実施状況	II - 3
2. 3. 1 無償資金協力	II - 3
2. 4 プロジェクトサイトの状況	II - 4
2. 4. 1 自然条件	II - 4
1) 地形	II - 4
(1) Highveld	II - 4
(2) Middleveld	II - 4
(3) Lowveld	II - 4
(4) Lubombo hills	II - 4
2) 気象	II - 4
(1) Highveld	II - 4
(2) Middleveld	II - 5
(3) Lowveld	II - 5
(4) Lubombo hills	II - 5
3) 水文	II - 5
4) 地質	II - 5
(1) 基盤岩類 (始生界)	II - 5
(2) 原生界～古生界	II - 6
(3) 古生界～中生界 (二畳系～ジュラ系)	II - 6
5) 水理地質	II - 6
(1) Ngwane 変麻岩	II - 6
(2) 花崗岩類 (G3,G5,GR)	II - 6
(3) 花崗閃緑岩類(GD,GM)	II - 6

(4) 変麻岩類(GW,GN,GL).....	II-6
(5) 火山岩類 (IZ,UC,BA,LR)	II-6
(6) 堆積岩類 (GB,MZ,KE).....	II-7
6) 物理探査	II-7
7) 水質.....	II-8
2. 4. 2 社会基盤整備状況.....	II-8
1) 交通.....	II-8
2) 電話.....	II-8
3) 電力.....	II-8
2. 4. 3 既存施設・機材の状況.....	II-9
2. 5 環境への影響.....	II-9
2. 5. 1 プロジェクト概要および立地環境.....	II-9
2. 5. 2 スクリーニングおよびスコーピング	II-9
第3章 プロジェクトの内容.....	III-1
3.1 プロジェクトの目的.....	III-1
3.2 プロジェクトの基本構想.....	III-1
3.2.1 要請内容の確認.....	III-1
3.2.2 計画対象村落の確認.....	III-4
3.2.3 給水施設建設.....	III-4
1) マクロスキーム	III-4
2) ミクロスキーム	III-5
(1) 対象村落の地質・水理地質.....	III-5
(2) 水質.....	III-5
(3) 井戸建設予定地の選定.....	III-6
(4) 井戸成功率.....	III-6
3.2.4 機材調達.....	III-7
1) 物理探査機.....	III-7
2) 掘削リグ	III-7
(1) メーカー.....	III-7
(2) 代理店(組立業者を含む)	III-8
3) 給水施設建設用資材類.....	III-8
(1) 井戸用動力ポンプ(水中ポンプ)	III-8
(2) ハンドポンプ.....	III-8
(3) パイプ・その他.....	III-8
3.3 基本設計.....	III-13
3.3.1 設計方針.....	III-13
1) 自然条件に対する方針.....	III-13
(1) マクロスキーム・ミクロスキーム共通次項.....	III-13
(2) マクロスキーム.....	III-13

(3) ミクロスキーム	III - 14
2) 社会条件に対する方針	III - 14
3) 建設事情、現地業者・現地資機材活用に対する方針	III - 14
4) 実施機関の維持・管理能力に対する方針	III - 15
5) 施設、機材等の範囲、グレードに対する方針	III - 15
(1) マクロスキーム給水施設	III - 15
(2) ミクロスキーム給水施設	III - 16
(3) 資機材調達	III - 16
i) 探査・掘削用資機材	III - 16
3.3.2 基本計画	III - 19
1) 全体計画	III - 19
(1) 計画対象地域	III - 19
(2) 給水計画	III - 19
i) 水需要原単位の設定	III - 19
ii) 水需要量および給水量	III - 19
iii) 計画給水量	III - 21
(i) マクロスキーム	III - 21
(ii) ミクロスキーム	III - 21
(3) 水源の検討	III - 22
i) マクロスキーム	III - 22
ii) ミクロスキーム	III - 22
iii) 原水水质	III - 23
(i) マクロスキーム	III - 23
(ii) ミクロスキーム	III - 23
iv) 処理システム	III - 24
(i) マクロスキーム	III - 24
(ii) ミクロスキーム	III - 25
(4) 資機材調達	III - 25
i) 物理探査機器・掘削リグ関連資機材	III - 25
(i) 掘削リグ類	III - 25
(ii) トラック搭載型コンプレッサー	III - 25
(iii) クレーン付きトラック	III - 26
(iv) 水運搬用タンクローリー	III - 26
(v) 燃料運搬用タンクローリー	III - 26
(vi) ピックアップ型4WD車両・ステーションワゴン型4WD車両	III - 26
(vii) 揚水試験装置及び関連機器類	III - 26
(viii) 物理探査装置	III - 26
ii) 給水施設建設用資材	III - 27
(i) マクロスキーム用建設用資機材類	III - 27

(ii)	ハンドポンプ.....	III - 27
(iii)	キャンプ用品.....	III - 27
(iv)	ケーシング・スクリーンパイプ等.....	III - 27
iii)	分析室用資機材.....	III - 27
iv)	ワークショップ用資機材・スペアパーツ類.....	III - 27
2)	施設計画.....	III - 28
(1)	施設計画.....	III - 28
i)	マクロスキーム.....	III - 28
ii)	ミクロスキーム.....	III - 28
(2)	設計条件の検討.....	III - 28
(3)	施設配置計画.....	III - 29
(4)	施設基本設計.....	III - 29
i)	基準・規格.....	III - 29
(i)	全体.....	III - 29
(ii)	土木工事.....	III - 29
(iii)	建築工事.....	III - 29
ii)	施設設計条件.....	III - 30
(i)	取水施設.....	III - 30
(ii)	導水施設.....	III - 30
(iii)	浄水施設.....	III - 30
(iv)	送水施設.....	III - 31
(v)	配水施設.....	III - 31
(vi)	給水施設.....	III - 32
iii)	施設設計.....	III - 32
(i)	取水施設.....	III - 32
(ii)	導水施設.....	III - 34
(iii)	浄水施設.....	III - 34
(iv)	送水施設.....	III - 34
(v)	配水施設.....	III - 35
(vi)	給水施設.....	III - 35
(5)	給水施設建設用資機材計画.....	III - 37
i)	マクロスキーム用資機材.....	III - 37
(i)	コンクリート工事.....	III - 37
(ii)	建屋工事.....	III - 37
(iii)	ポンプ、モーター等.....	III - 37
(iv)	配管材.....	III - 37
(v)	電気品、電線材.....	III - 37
ii)	ミクロスキーム用資機材.....	III - 37
(i)	ハンドポンプ.....	III - 37

(ii) ケーシング・スクリーン.....	III - 37
(iii) 掘削用ベントナイト・骨材等.....	III - 38
(iv) 掘削用ビット.....	III - 38
(v) コンクリート工事.....	III - 38
(vi) フェンス用資材.....	III - 38
(6) 物理探査・井戸掘削関連資機材計画.....	III - 38
i) 主要資機材の選定.....	III - 38
(i) 深井戸建設用機材.....	III - 38
(ii) 施設建設用資機材.....	III - 38
(iii) 水質分析用機器.....	III - 38
(iv) 機械修理用ワークショップ・ツールス.....	III - 39
ii) 主要機材の仕様・数量.....	III - 39
iii) 現地又は南アフリカ共和国での調達資機材.....	III - 42
3.4 プロジェクトの実施体制.....	III - 43
3.4.1 組織.....	III - 43
3.4.2 予算.....	III - 46
3.4.3 要員・技術レベル.....	III - 46
第4章 事業計画.....	IV - 1
4.1 施工計画.....	IV - 1
4.1.1 施工方針.....	IV - 1
1) 事業の実施体制.....	IV - 1
2) 入札および契約の形態.....	IV - 2
3) スワジランド国側の負担事項.....	IV - 2
4) 現地業者および資材の利用.....	IV - 3
4.1.2 施工上の留意事項.....	IV - 3
4.1.3 施工区分.....	IV - 4
1) マクロスキーム.....	IV - 4
2) ミクロスキーム.....	IV - 4
3) 技術移転.....	IV - 5
(1) 物理探査.....	IV - 5
(2) 井戸掘削.....	IV - 6
i) 指導内容.....	IV - 6
ii) 指導方法.....	IV - 6
(3) 派遣技術者及び派遣期間.....	IV - 6
4.1.4 施工監理計画.....	IV - 6
1) 実施設計.....	IV - 6
2) 入札.....	IV - 6
3) 施工監理.....	IV - 6
4.1.5 資機材調達計画.....	IV - 6

4.1.6	実施工程.....	IV-7
1)	工事期間.....	IV-7
	(1) 労働日数の設定.....	IV-7
	(2) マクロスキーム給水施設建設工期の算定.....	IV-7
	i) 建設用資機材の調達.....	IV-7
	ii) パイプ敷設工事.....	IV-8
	iii) その他工事.....	IV-8
	iv) 期分け.....	IV-8
	(3) ミクロスキーム給水施設建設.....	IV-8
	(4) 資機材調達.....	IV-9
	(5) 技術者派遣.....	IV-9
2)	実施工程.....	IV-9
4.1.7	相手国側負担事項.....	IV-10
4.2	概算事業費.....	IV-15
4.2.1	概算事業費.....	IV-15
1)	日本側負担経費.....	IV-15
2)	スワジランド国負担経費.....	IV-15
	(1) マクロスキーム.....	IV-15
	(2) ミクロスキーム.....	IV-15
3)	積算条件.....	IV-15
	(1) 積算時点.....	IV-15
	(2) 為替交換レート.....	IV-16
	(3) 施工期間.....	IV-16
	(4) その他.....	IV-16
4.2.2	維持・管理計画.....	IV-16
1)	コミュニティに対する維持管理技術指導.....	IV-16
	i) RWSBによるコミュニティの指導.....	IV-16
	(i) 運営講習.....	IV-16
	(ii) 維持管理講習.....	IV-16
	ii) コントラクター/メーカーによる技術指導.....	IV-17
2)	マクロスキーム給水施設の維持管理.....	IV-17
3)	ミクロスキーム給水施設の維持管理.....	IV-18
4)	機材の維持管理.....	IV-18
5)	RWSBの維持管理体制への提言.....	IV-19
	(1) マクロスキーム.....	IV-19
	(2) ミクロスキーム.....	IV-20
	(3) 資機材.....	IV-20
6)	維持管理費.....	IV-21
	(1) マクロスキーム給水施設.....	IV-21

(2) 資機材	IV - 21
i) 業務範囲	IV - 21
ii) 維持管理費	IV - 22
第5章 プロジェクトの評価と提言	V - 1
5. 1 妥当性に係わる実証・検証及び裨益効果	V - 1
5. 2 技術協力・他ドナーとの連携	V - 2
5. 3 課題	V - 2

基本計画設計図

I.	全体計画地域	D-1 ~ D-6
II.	取水施設 (Ngwazini, Bekhinkosi, Somntongo)	D-7 ~ D-12
III.	取水施設 (Msumpe)	D-13
IV.	水処理施設 (Msumpe)	D-14 ~ D-18
V.	配水施設	D-19 ~ D-30
VI.	送水パイプライン及び給水パイプライン	D-31 ~ D-67

添付資料リスト

添付資料 1	調査団員氏名・所属	1 - 1
添付資料 2	調査日程	2 - 1
添付資料 3	相手国関係者名簿	3 - 1
添付資料 4	当該国の社会・経済事情	4 - 1
添付資料 5	その他のデータ	5 - 1
	(1) 揚水試験データ	5 - 1
	(2) 流量測定結果	5 - 14
	(3) 土木基本設計計算書	5 - 16
	(4) 施設設計計算書	5 - 21
添付資料 6	資料収集リスト	6 - 1

付表一覧表

表2-1	プロジェクト概要.....	II-10
表2-2	プロジェクトの立地環境.....	II-10
表2-3	スクリーニング.....	II-11
表2-4	スコーピングチェックリスト.....	II-12
表3-1	サイト評価基準.....	III-9
表3-2	村落評価総括表.....	III-10
表3-3	ミクロスキーム用掘削井戸一覧表.....	III-11
表4-1 (1)	実施工程表 (全体工期).....	IV-12
表4-1 (2)	実施工程表 (1期).....	IV-13
表4-1 (3)	実施工程表 (2期).....	IV-14
表4-2	運営維持管理費 (水基金) 積み立て状況.....	IV-23

付図一覧表

図2-1	地形区分図.....	II-13
図2-2	地形区分別代表地点における平均気温・降水量.....	II-14
図2-3	スワジランド地質概要図.....	II-15
図3-1	標準井戸構造図.....	III-18

略 語 集

ACDO	: 村落開発員 (Assistant Community Development Officer)
CDO	: 主任村落開発員 (Community Development Officer)
CIDA	: カナダ国際開発庁 (Canada International Development Agency)
DGSM	: 地質鉱山局 (Department of Geological Survey and Mines)
DTH	: ダウン・ザ・ホール式 (Down the Hole)
GPS	: 衛星測位システム (Global Positioning System)
GS	: 亜鉛メッキ鋼管 (Galvanized Steel Pipes)
HDP	: 高密度ポリエチレンパイプ (High Density Polyethylene Pipes)
HI	: 公衆衛生部長 (Health Inspector)
ISO	: 国際標準化機構 (International Organization for Standardization)
MNRE	: 天然資源・エネルギー省 (Ministry of Natural Resources and Energy)
O & M	: 維持管理 (Operation and Maintenance)
OJT	: オン・ザ・ジョブ・トレーニング (On-The-Job Training)
PVC	: 塩化ビニール (Polyvinyl Chloride)
RSA	: 南アフリカ共和国 (Republic of South Africa)
RWSB	: 地方給水局 (Rural Water Supply Branch)
STPG	: 圧力配管用鋼管 (Steel Pipe for Pressure Piping)
WSC	: 水管理委員会 (Water and Sanitation Committee)

第1章 要請の背景

第1章 要請の背景

スワジランド王国政府は国家計画（1994/95～）の中で、地方における公衆衛生改善のために基本理念として、「地方給水・衛生における国家政策と戦略」を掲げ、地方給水整備事業の推進を図っている。1979年には地方給水局を設立し、諸外国・国際機関の援助の下に地方給水事業を進めている。その結果、既存給水施設は1994年末時点で、マクロスキーム¹⁾196基、ミクロスキーム²⁾58基の合計254基が建設されている。

一方、スワジランド国においては1992年以来の早魃は現在も続いており、約90,000人が被害を被っている。スワジランド国政府はNational Disaster Task Force (NDTF)を組織し、天然資源・エネルギー省を含む各省庁間でその対策についての調整を行っている。1995年6月にはNGOとの協調により早魃による穀物生産への被害が大きかった村落に対する食料供給プロジェクトを実施することが決定されている。本計画対象地域はこれら早魃被害地域に集中しており、本計画の実施による飲料水供給がもたらす住民への裨益効果は極めて高く、スワジランド国政府は本計画の実施に大きな期待を寄せている。

スワジランド王国政府は、農村地域の公衆衛生改善のため地方給水事業に高い優先度をおき、低所得地域の農村における給水施設建設と、地方給水事業の一元的機関である地方給水局（Rural Water Supply Branch）の組織強化のために必要な資機材の調達について、日本政府へ無償資金協力を要請してきたものである。

¹⁾：地下水又は表流水源とし、ポンプ又は自然流下方式により浄水施設（表流水のみ）・配水施設を経て、6つ以上の共同水栓に配水するシステムで2,000～4,000人程度を給水人口とする。

²⁾：地下水（手動ポンプにて揚水）又は湧水を水源とし、貯水することなく5つ以上の共同水栓に配水するシステムで、250人程度を給水人口とする。

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

スワジランド王国では従来長期的開発計画を作成してきたが、1988年よりこれに代えて、3年間の国家開発計画を策定している。現在実施中の国家開発計画（1994/95-1996/97）は、これまでの計画を継続しながら、公共投資計画・公共部門の中期的開発政策・予算計画について述べている。この中で、経済成長及び自立を目標とし、次の政策による実現を目指している。

- (1) 公的資金の効率的活用
- (2) 民間投資の促進
- (3) 職業訓練プログラムによる雇用機会と、地方における農業生産分野での雇用機会創出

本プロジェクトに関連する地方給水セクターは、住宅・生活環境部門の中に位置付けられ、都市部とともに地方部の家庭に適正な基本的サービスを提供することを掲げている。その実現のため、これを管轄する天然資源・エネルギー省地方給水局は次のプロジェクトを計画・実施している。

- (1) 地方給水計画 V (実施期間：1990/91-1995/96)
- (2) 地方給水計画 VI (実施期間：1995/96-)
- (3) 地方給水計画 VII (実施期間：1995/96-1997/98)

上記のうち地方給水計画Vについては本年度中に終了する見込みである。これに続く長期計画の中で、RWSBは1997年度までにマクロスキーム24基、ミクロスキーム240基の建設を、2005年までの長期計画では48村落においてミクロスキーム640基の建設を計画している他、80村落から要請が出されている。RWSBは、施設建設の必要性・水管理委員会の設立状況・管理運営基金の積み立て状況・健康被害状況等を勘案して優先度の高い村落から建設を行っていく方針である。

2.1.2 財政事情

スワジランド国における国家予算規模は、1992年度において歳入890.3百万ドル、歳出932.6百万ドルである。国際収支は90.1百万ドルの赤字となっている。国内総生産（GDP）は998.00百万ドル、1人当たりGNPは1,130.0百万ドル（1992年）である。

地方給水セクターに係る投資予算は次の通りである。

年度	投資予算	
	(千Emalangeni)	(千US\$)
1995/96	8,053	2,300
1996/97	7,655	2,187
1997/98	5,043	1,441

この他、RWSBの1995年度における運営予算額は、4,115千Emalangeni (1,176千US\$) が認められている。

スワジランド国においては、世銀の構造調整は行われていない。

なお、スワジランド国の社会・経済事情については資料4に付す。

2. 2 他の援助国、国際機関等の状況

地方給水セクターに係る援助は、カナダ、イギリス、アメリカ、EU等およびUNDPによって行われており、RWSBが一元的な実施機関として活動している。また、NGOによる援助も行われている。

これまでの各援助機関の援助内容を示す。

援助機関	援助額	援助内容	年
カナダ国際開発庁 (CIDA)	US\$ 4,355,000	水理地質調査・RWSB設立のための技術者派遣、研修員受け入れ	1976-86
イギリス海外開発庁 (ODA)	L 3,000,000	約 120 給水施設建設のための資機材・開発資金の調達	1977-88
ヨーロッパ開発基金 (EU)	ECU 3,992,000	24 基の給水施設	1983-86、1988-91
国連開発計画 (UNDP)	US\$ 1,140,179	53 給水施設、ハンドポンプ付深井戸 80 本	1985-87
アメリカ国際開発庁 (USAID)	US\$ 2,172,500	62 基の給水施設	1986-88
非政府機関 (NGO)	—	71 本の手動ポンプ付深井戸	

これらのうち、非政府機関以外の各プロジェクトはいずれも 1995 年度中に終了し、1995 年度以降について新たな援助の予定はない。

本プロジェクトは、上記諸プロジェクトの終了後に開始されるもので、いずれのプロジェクト実施サイトおよび調達機材の重複は無い。

なお、給水セクターに影響を与える計画として、UNDPおよび農業省によって計画されている移住計画がある。これについての現状は次の通りである。

スワジランド国の各村落は、極端な散村状態にあるため効率的農地利用を図るための移住が計画されている。本調査ではこれらの事前調査以降の進捗について確認を行った。

本調査の中で移住計画が具体化しているのは Hhohho Region の Nyakatho 村落のみであった。これについては、移住計画を聴取し、井戸建設予定地の配置に反映した。

UNDP は農業省と協力して、土壌形態を考慮した土地利用計画の観点からの移住計画を立案中であるが、モデルとなる村落をこれから選択して計画を進めたいという意向であるが、対象となる村落は未だ選定されておらず、具体的な進展は見られない。

2.3 我が国の援助実施状況

我が国のス国への協力は、食糧増産援助および研修員の受け入れを中心にして実施されている。また、最近では地方電話網整備の一般無償協力が行われている。

2.3.1 無償資金協力

1982年に農業分野への協力として、食料援助が実施された。1989年から1994年にかけては食料増産援助のために農業生産用資機材の調達が行われている。これらの実績は下表の通りである。

無償		1982	1983	1984-1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	合計
食料援助 (KR)	件数	1	1	0	0	0	0	1	0	--	3
食料増産援助 (2KR)	件数	0	0	0	1	1	1	1	1	1	6
調達額	億円	0	0	0	1.5	1.5	2.5	3.0	3.0	3.0	14.5

1993年には、一般無償案件として「地方電話網整備計画」が実施され、7.83億円が調達された。また、郵電公社へ日本人専門家1人が派遣されている。

技術協力分野では、1992年末までに47人の研修生を受け入れるとともに、18人の専門家を派遣している。協力分野別の実績は次の通りである。

分 野	実績 (人)
行 政	1
通信放送	8
鉱 業	2
工 業	3
エネルギー	2
商業貿易	2
合 計	18

2. 4 プロジェクトサイトの状況

2. 4. 1 自然条件

1) 地形

スワジランドの地形は、その標高を基準にしてほぼ南北方向に延びる下記の4つの地形帯に区分されている。この区分は、気候・地質区分とも関連がある。

(1) Highveld

当地域は国土の約29%の面積を占める山地である。標高は、1050 m～1500 mの範囲であるが、最高峰としてBulembu(1,862m)・Ngwenya(1,828m)があげられる。大きな花崗岩塊と非常に古い変成岩が分布している。

(2) Middleveld

HighveldとLowveldの間であって標高500 m～1,050 mの地区である。国土の約26%の面積を占める。当地域は、主に花崗岩と変麻岩が分布しており、その固さに応じて開けた平地や小高い丘などの地形を形成している。

(3) Lowveld

当地域は標高150～500 mの地区で、国土の約37%と最も広い面積を占める。この地域のほとんどはKaroo累層群の堆積岩が分布している。

(4) Lubombo hills

Lubombo hillsは、スワジランド東方の国境に沿った細長い帯状の地域で、約8%の面積を占めるにすぎない。しかし、火山岩から成るこの地域は、Lowveldから最高777 mまで盛り上がった後、東方に緩やかに下る特徴的な地形を呈している。

2) 気象

スワジランドは、その首都Mbabaneが南回帰線の約300 km南に位置しており、いわゆる亜熱帯気候に属している。元来、夏季(10月～3月)の貿易風がスワジランドに温暖、降雨をもたらす。冬季(4月～9月)は内陸側からの北西の風により乾燥・低温気候をもたらす。しかしここ数年来、夏の降雨が平年よりかなり少なくなっていると言われている。4地域の代表的な地点での気温と降水量について、過去の平均値を図2.2に示す。これらの観測期間は、観測所によってまちまちであるが、降雨量で44年～79年間、気温で19年～60年間とかなり長期のデータに基づいたものである。

(1) Highveld

気温が最も低く、雨量が多い地区である。降雨量は、域内平均で1,000～1,300mm/年であり、最多降雨地域はBulembu-Piggs Peakで平均1,800mm/年である。首都のMbabaneでの年間降水量は1,400mm/年である。また、その月間平均気温は夏季1月が20.0℃、冬季6月で12.1℃、年間平均気温は16.7℃である。

(2) Middleveld

当地域は Highveld と Lowveld の中間的な気候を示す。域内平均降雨量は、800~1,000mm/年であり、Matsapha(Manzini)での年間降水量は約 920mm/年となっている。また、その月間平均気温は夏季1月が23.6℃、冬季6月で15.3℃、年間平均気温は19.9℃である。

(3) Lowveld

当地域は少雨・高温地域で、域内平均降雨量は、600~800mm/年である。Lavumisaでの年間降水量は約580mm/年となっている。また、その月間平均気温は夏季1月が26.5℃、冬季7月で16.8℃、年間平均気温は21.4℃である。

(4) Lubombo hills

Middleveld と類似した気象条件を示しており、域内平均降雨量は、750~1,000mm/年である。Sitekiでの年間降水量は約850mm/年となっている。また、その月間平均気温は夏季1月が22.6℃、冬季7月で15.7℃、年間平均気温は19.5℃である。

スワジランドでは1992年に干ばつがあり、農業被害のみならず生活用水の不足にも見舞われた。Mbabaneでの1992年における年間降雨量989mm/年は平年の70%程度であり、その前の干ばつ1935年の912mm/年以來56年ぶりの干ばつであった。

少雨・高温の Lowveld は、Highveld・Middleveld の降雨の減少が河川・地下水量の減少を招くため、特に干ばつに見舞われやすい。

3) 水文

スワジランド国内を流れる主要な河川は、南アフリカから始まりインド洋に流れる Mlumati・Komati・Mbuluzi・Lusutfu・Ngwavuma 川である。Mlumati 川は、乾季に涸れることがあるが、その他の河川は少なくとも国内では涸れることがないとされている。

国内には、主にサトウキビ農園用の灌漑用水確保のために Sand River Dam、Monjoli Dam、JG Strijom Dam 等の大規模なものから家畜用の小規模ダムやため池まで各所に見受けられる。

4) 地質

スワジランドの地質の概要を図2-3に示す。また地質層序と水理地質区分との関係を表に示した。スワジランドの地質は、その西側にある Highveld、Middleveld を中心にその国土の約半分を占める始生代の基盤岩類と、東側の Lowveld・Lubombo hills に分布する古生代~中生代(二疊紀~ジュラ紀)の Karoo 累層群及び主に南部に分布する原生代~古生代の Pongola 累層群等に区分できる。

(1) 基盤岩類(始生界)

基盤岩類は、Ngwane 層群の変麻岩、Swaziland 累層群の変成岩類及び Lochiel 層群の花崗岩等から構成されている。絶対年代は、変麻岩が35.6億年、Lochiel 花崗岩が30.4億年である。

(2) 原生界～古生界

Insuzi、Mozaan層群から成る Pongola 累層群の堆積後 Milba 花崗閃緑岩、Msuwati 花崗岩などが基盤岩を貫入しており、それぞれの絶対年代は 28.7 億年、25.5 億年である。

(3) 古生界～中生界 (二畳系～ジュラ系)

当該地層群は Karoo 累層群で、下位より Eccca、Sabie River、Lubonbo の各層群から構成されている。Eccca 層群は西から東に泥岩を主とする下部層、砂岩・石炭・泥岩から成る中部層、泥岩・石炭・砂岩の上部層より成っている。その上位には、Sabie River 玄武岩溶岩さらには Lubonbo 流紋岩が覆っている。

5) 水理地質

(1) Ngwane 変麻岩

Ngwane 変麻岩中に、角閃岩まれに蛇紋岩を挟む。308 本の井戸の内 52.2% の 161 本で揚水が確認され、7% が空井戸 (0.01 l/s 以下) であった。

(2) 花崗岩類 (G3,G5,GR)

スワジランドの花崗岩類は、水理地質単元として Lochiel Granites(G3)・Msuwati Granites(G5)・Other Granites(GR) の 3 区分がなされている。当地では、かねてより花崗岩地域が地下水開発の適地と見なされてきた。たとえば、Komati 川水系の花崗岩地帯では雨が基盤岩の花崗岩風化部に浸透・貯留されるという有利な水理条件があると指摘されてきた。

これらの花崗岩地域には、302 本の井戸記録があり、井戸深度は最高 191m、平均 52m である。これらの井戸のうち 141 本は 8 l/s (平均 1.17 l/s) までの揚水記録が確認されている。しかし、それらの井戸の 18% にあたる 26 本は、0.01 l/s 以下で実際上の空井戸である。

(3) 花崗閃緑岩類(GD,GM)

Usutu 花崗閃緑岩と Milba 花崗閃緑岩の 2 単元があるが、これらは主に Middleveld と Lowveld の上部に分布する。Usutu 花崗閃緑岩は、粗粒玄武岩・輝緑岩・斑れい岩・閃緑岩の貫入を受けており、そのような所は一般的に有望な水資源を胚胎している。また、深部まで及ぶ風化帯または角閃岩との接触部は良好な帯水層となっている。

一方、Milba 花崗閃緑岩は概して塊状で、貫入も希で、また風化しにくいことから地下水開発には不向きである。

(4) 変麻岩類(GW,GN,GL)

395 本の井戸の内、204 本の井戸で揚水記録がある。揚水量は、最高 121 l/s、平均 1.58 l/s である。13% の 26 本が空井戸である。変麻岩は、一般にあまり風化されていないが、角閃岩の貫入がかなり頻繁に見られ、そのような所では良好な帯水層が期待できる。また、多くはないが変麻岩の亀裂部、破砕部もまた有望である。

(5) 火山岩類 (IZ,UC,BA,LR)

Insuzi 層群、Usushwana Complex、Insuzi 層群、Sabie River 玄武岩、Lubombo 流紋岩等から成る。361 本の井戸があり、そのうち 224 本で最大 8 l/s の揚水記録がある。その分布位置と分布域の大きさから本プロジェクトにとって重要なものは、Sabie River 玄武岩、Lubombo

流紋岩である。

Sabie River 玄武岩は、Lowveld南部の下部に分布しており、その風化深度は20~40mである。この玄武岩には209本の井戸があり、162本の井戸で最大6.7l/s・平均1.0l/sの揚水が確認されている。

Lubombo 流紋岩は、一般に10m以下の層厚の土壌の下に、同じく10m以下の流紋岩の風化部を伴って新鮮な岩盤となっている。新鮮な流紋岩は堅くてほとんど地下水を胚胎していない。断層部でもなく裂か部でもない所で揚水出来た地下水は、流紋岩の風化部の中のもので、その揚水量は0.3l/s程度である。

(6) 堆積岩類 (GB,MZ,KE)

堆積岩類全体で184本の既存井戸があるが、そのうち131本で揚水記録がある。最大揚水量は8.4l/sで、空井戸は19%、25本である。この中で最も重要な水理地質単元は、Ecca層群である。Ecca層群は、3層から成っており、下部層は泥岩ないし頁岩、中・上部層は砂岩・石炭・泥岩などから構成されている。帯水層となる砂岩は、一般に長石・雲母質である。Ecca層群には107本の既存井戸があり、76本に最大4.8l/sまでの揚水記録がある。空井戸率は26%である。

6) 物理探査

ミクロスキーム対象地域における井戸設置位置を決定するため、水理地質調査結果・地形・住民の希望等を考慮した候補地点において以下3種類の物理探査を実施した。

1) 電気探査

- ・ 探査数量：28村落、70地点（井戸掘削候補地点）、110測線
- ・ 電極配置：シュランベルジャー配置
- ・ 最大電極間隔： $AB/2 = 200\text{m}$

探査結果を解析した結果、全70地点のうち地下水開発有望な地点が22地点、やや有望が33地点と判定され、残りの15地点は開発困難であると評価された。想定帯水層深度は、50m~100m程度の地点もあるが25~40m位がほとんどである。

2) VLF探査 (Very Low Frequency Electro-Magnetic Survey)

- ・ 探査数量：23村落、44地点（井戸掘削候補地点）、44測線
- ・ 測点総数：1,409点
- ・ 測線総延長：13,100m
- ・ 測点間隔：10m（一部5m）

44測線中25測線で強異常、13測線で中異常、5測線で弱異常が補足された。断層に起因すると見られる異常が14測線、貫入岩を含む地層境界に起因する異常が24測線捕捉され、これらの地点で裂かタイプの地下水を開発できる可能性がある。

3) 磁力探査

スワジランドの地質鉱山局では、従来よりプロトン磁力計によって地下水探査を実施してきており、調査団でも、補足調査として同磁力計を用いて実施した。

- ・ 探査数量：13村落、22地点（井戸掘削候補地点）、22測線
- ・ 測点総数：766点
- ・ 測線総延長：6,885m

・測点間隔：10 m (一部5 m)

22測線中10測線で強異常、5測線で中異常、3測線で弱異常が捕捉された。断層に起因すると見られる異常が5測線、貫入岩を含む地層境界に起因する異常が12測線、その他が1測線捕捉され、これらの地点でVLF同様裂かタイプの地下水を開発できる可能性がある。

物理探査結果を基に水理地質学的検討を行い、地下水を開発できる可能性が高い75サイトを選定した。その結果を表3-3に示す。

7) 水質

表流水の水質は、主要河川において概してTDSが150mg/l以下で、Highveldの花崗岩地域の小河川ではさらに低くて30mg/l以下である。しかし、Lowveldにおける河川では低TDSにもかかわらず、大腸菌群数が高いこと、貝が媒介する住血吸虫病の恐れがあることから一般に河川水は飲用に適さない。

一方、地下水の水質は一般にWHOの基準と比較しても非常に良好である。しかし、局所的には硝酸塩又はフッ素がスワジランドの水質基準を越えるものが見られる。この現象は、CIDAのレポートによれば、各水理地質単元の鉱物組成に直接起因するものではないとされている。

2. 4. 2 社会基盤整備状況

1) 交通

スワジランド国内の交通は現在は、自動車を中心である。鉄道は、ルボンボ地域のMpakaから南アフリカのKomatipoortとモザンビークのMaputoに至る線で貨物輸送のみ行っている。国内の道路網は比較的充実している。主要幹線道路は、全天候対応の舗装道路で多くは2車線となっている。地方の未舗装全天候幹線道路は、バス路線であれば絶えず整備が行われている。ただし、河川の横断は橋梁でなく洗越しの場所が多く、降雨時には交通が途絶えることがある。幹線道路から分岐した集落内の道路は、雨期には通行困難となる場所が多く見られる。特に橋梁や洗越しの整備がないため降雨増水の影響を直接受ける道路が多い。スワジランドでも道路番号があるが、現場で標識のある幹線道路は現在1路線のみであり、また道路番号を示した地図は出版されていない。

2) 電話

主要都市間の電話施設は比較的完備している。また現在、農村地域でのデジタル無線電話網が日本の無償資金協力によりされた。

3) 電力

電力は、南アフリカからの幹線送電線に頼っており主要都市に送電されている。さらに単相交流220Vの送電線がいくつかの村落に入り、学校・診療所等に電灯が引かれているが、

一般農家での電気の利用はほとんど見られない。

2. 4. 3 既存施設・機材の状況

スワジランド国においてはこれまでマクロスキーム 193 施設、ミクロスキーム 58 施設の合計 254 施設が建設されている。その内訳を次表に示す。

州	マクロスキーム	ミクロスキーム	合計	給水人口
Hhohho	51	10	61	59,707
Manzini	61	2	63	51,241
Shisekweni	50	16	66	50,938
Lubombo	33	30	63	61,533
合計	196	58	254	223,439

既存マクロスキームの内、本調査時点で2施設が稼働していなかった。稼働していない理由は、給水対象村落において運営基金の徴収が滞っているため、RWSBが施設の運転を休止したためである。

2. 5 環境への影響

本要請案件は、スワジランド国の生活環境改善プロジェクトであるが、我が国の無償協力案件として実施するに当たり、周辺的环境に対して悪影響が発生しないよう十分な環境配慮を行うために、国際協力事業団作成の「社会・経済インフラ整備計画に係わる環境配慮ガイドライン」に基づいて検討した。

2. 5. 1 プロジェクト概要および立地環境

本プロジェクトが周辺環境に与える影響についてのスクリーニングあるいはスコーピングを行う上で、その判断材料となるプロジェクト概要および立地環境は表2-1および2-2に示す通りである。

2. 5. 2 スクリーニングおよびスコーピング

本計画を実施するに当たり、環境インパクト調査の実施が必要となるか否かの判断をするためのスクリーニング、および環境インパクトのうち重要と思われる分野・項目を明確にするためのスコーピングは、チェックリスト法を用いて実施した。その結果、表2-3ならびに2-4に示すように、環境配慮を行う必要がないことが判明した。

表 2-1 プロジェクト概要

項目	内容
プロジェクト名	スワジランド王国地方給水計画
背景	地方は給水率が低く、不衛生な水による疾患が多発している。
目的	要請村落に対して、マクロ・ミクロスキームを建設し給水状況の改善を計る。また、機材調達・技術移転により相手国側に直轄工事実施体制を確立させる。
位置	スワジランド国全4州
実施機関	資源エネルギー省地方給水局 (RWSB)
裨益人口	約 67,000 人
計画諸元	マクロスキーム：Ngawazini ;配管延長 36.0Km、配水池 304m ³ Bhekinkosi;配管延長 20.6Km、配水池 170m ³ Somntongo ;配管延長 44.3Km、配水池 92m ³ 、268m ³ Msumpe ;配管延長 41.1Km、配水池 23m ³ 、74m ³ ミクロスキーム：34村落 全75本ハット・オン・フック付き井戸 (径125mm、平均深度60m)
計画の種類	新設
計画の性格	飲料水
水源、水質	水源：Ngawazini, Bhekinkosi, Somntongo 地下水、Msumpe 表流水、水質：良好
浄水施設	Msumpeのみ、粗濾過施設、緩速濾過池

表 2-2 プロジェクトの立地環境

項目	内容	
プロジェクト名	スワジランド王国地方給水計画	
社会環境	地域住民 (居住者/先住民/計画に対する意識等)	地方散村、給水計画を待望
	土地利用 (都市/農村/史跡/景勝地/病院等)	農村
	経済/交通 (商業、農漁業、工業/バスターミナル)	畜産農業
自然環境	地形/地質 (急傾斜地、軟弱地盤、湿地、断層等)	内陸平地/始生界・原生界
	地下水・湖沼・河川・気象 (水質・水量・降雨量等)	最近の干ばつにより地下水位低下
	貴重な動植物 (自然公園、指定種の生息域等)	特になし。
公害	苦情の発生状況 (関心の高い公害等)	特になし
	対応の状況 (制度的な対策/補償等)	特になし。
その他特筆すべき事項	給水施設の不足から安全な飲料水を確保することが困難で、水因性疾患が多発。	

表 2-3 スクリーニング

環境項目		内 容	認 定	根 拠	
社 会 環 境	1	住民移転	用地占有に伴う移転（居住権、土地所有権の転換）	有・ 無 ・不明	国有空き地を利用する。
	2	経済活動	土地等の生産機会の喪失、経済構造の変化	有・ 無 ・不明	農業活動に支障を及ぼさない。
	3	交通・生活施設	渋滞・事故等既存交通や学校・病院等への影響	有・ 無 ・不明	工事車両等が一時的に出入りするのみ。
	4	地域分断	交通の障害による地域社会の分断	有・ 無 ・不明	分断する様な施設は無い。
	5	遺跡・文化財	寺院仏閣、埋蔵文化財等の損失や価格の減少	有・ 無 ・不明	遺跡・文化財はない
	6	水利権・入会権	漁業権、水利権、山林入会権等の障害	有・ 無 ・不明	全土が国有地で水利・入会権は存在しない。
	7	保健衛生	ゴミ、衛生害虫の発生等衛生環境の悪化	有・ 無 ・不明	改善する施設である。
	8	廃棄物	建設廃材、残土、汚泥の発生	有・ 無 ・不明	残土、汚泥が発生しても処理される。
	9	災害（リスク）	地盤崩壊、落盤、事故等の危険性の増大	有・ 無 ・不明	小規模構造物である。
自 然 環 境	10	地形・地質	掘削・盛土等による価値ある地形・地質の改変	有・ 無 ・不明	価値のある地形・地質構造は存在しない。
	11	土壌侵食	土地造成・森林伐採後の雨水による表土流出	有・ 無 ・不明	土地改変はほとんどない。
	12	地下水	過剰揚水による地下水位の低下とそれに伴う汚染 掘削工事の配水等による枯渇、浸出水による汚染	有・ 無 ・不明	過剰揚水はない。
	13	湖沼・河川流況	埋立や排水の流入による流量、水質の変化	有・ 無 ・不明	埋め立て、排水は無い。
	14	海岸・海域	埋立地や海況の変化による海岸侵食や堆積	有・ 無 ・不明	内陸部である。」
	15	動植物	生息条件の変化による繁殖障害、種の絶滅	有・ 無 ・不明	貴重な動植物はいない。
	16	気象	大規模造成や構造物による気温、風況等の変化	有・ 無 ・不明	小規模構造物である。
公 害	17	景観	造成による地形変化、構造物による調和の阻害	有・ 無 ・不明	小規模構造物である。
	18	大気汚染	車両や工場からの排出ガス、有害ガスによる汚染	有・ 無 ・不明	ほとんど発生しない。
	19	水質汚濁	土砂や工場排水等の流入による汚染 浄水施設からの排水や汚泥等の流入による汚染	有・ 無 ・不明	排水は無い。
	20	土壌汚染	排水・有害物質等の流出・拡散等による汚染	有・ 無 ・不明	土壌汚染の発生はない。
	21	騒音・振動	掘削、排水等による騒音・振動の発生 車両の走行、浄水施設の稼働等による騒音・振動の発生	有・ 無 ・不明	工事中に一時的に発生する。
22	地盤沈下	地盤変化や地下水位の低下による地表面の沈下	有・ 無 ・不明	軟弱地盤は分布しない。	
23	悪臭	排水路からの悪臭の発生	有・ 無 ・不明	悪臭は発生しない。	
総合評価：IEEあるいはEIAの実施が必要なプロジェクトか？			要・ 不要	影響項目が無い。	

表2-4 スコーピングチェックリスト

環境項目		評価	根拠	
社 会 環 境	1	住民移転	C	国有地内に施設が設置され、予定地には住宅は存在しない。
	2	経済活動	C	現在農地又は空き地であり、経済活動に支障を及ぼさない。
	3	交通・生活施設	C	工事期間中に工事用車両が出入りする程度。
	4	地域分断	C	地域分断は生じない。
	5	遺跡・文化財	C	遺跡・文化財は報告されていない。
	6	水利権・入会権	C	いずれもスワジランドには存在しない。
	7	保健衛生	C	給水施設が新設され、衛生環境が改善される。
	8	廃棄物	C	本プロジェクトは廃棄物は発生しない。
	9	災害(リスク)	C	特に災害が発生する危険はない。
自 然 環 境	10	地形・地質	C	掘削深度が浅く、大規模な地形、地質の改変はない。
	11	土壌侵食	C	大規模な伐採、抜根を伴わない。
	12	地下水	C	揚水量が小規模で大幅な地下水位低下を引き起こさない。
	13	湖沼・河川流況	C	取水量が小規模で水系全体に与える影響はほとんどない。
	14	海岸・海域	C	対象地は内陸部である。
	15	動植物	C	貴重な動植物は特に報告されていない。
	16	気象	C	気象に影響を及ぼす施設はない。
公 害	17	景観	C	建築物は小規模で景観にはほとんど影響を及ぼさない。
	18	大気汚染	C	設置施設は大気汚染汚染物質を排出しない。
	19	水質汚濁	C	設置施設は水質汚染物質を排出しない。
	20	土壌汚染	C	土壌を汚染する工事や施設はない。
	21	騒音・振動	C	工事中に一時的に発生するのみである。
	22	地盤沈下	C	軟弱地盤は存在しない。
	23	悪臭	C	悪臭が発生する可能性はない。

(注) 評価の区分

- A: 重大なインパクトが見込まれる。
- B: 多少のインパクトが見込まれる。
- C: ほとんどインパクトがなくIEE、EIAの対象としない。

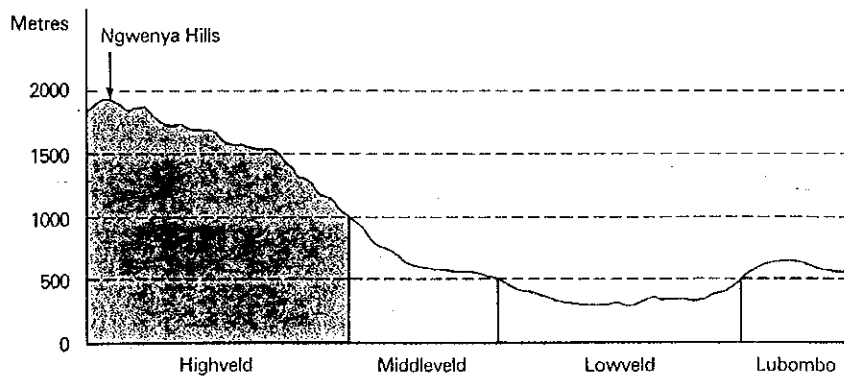
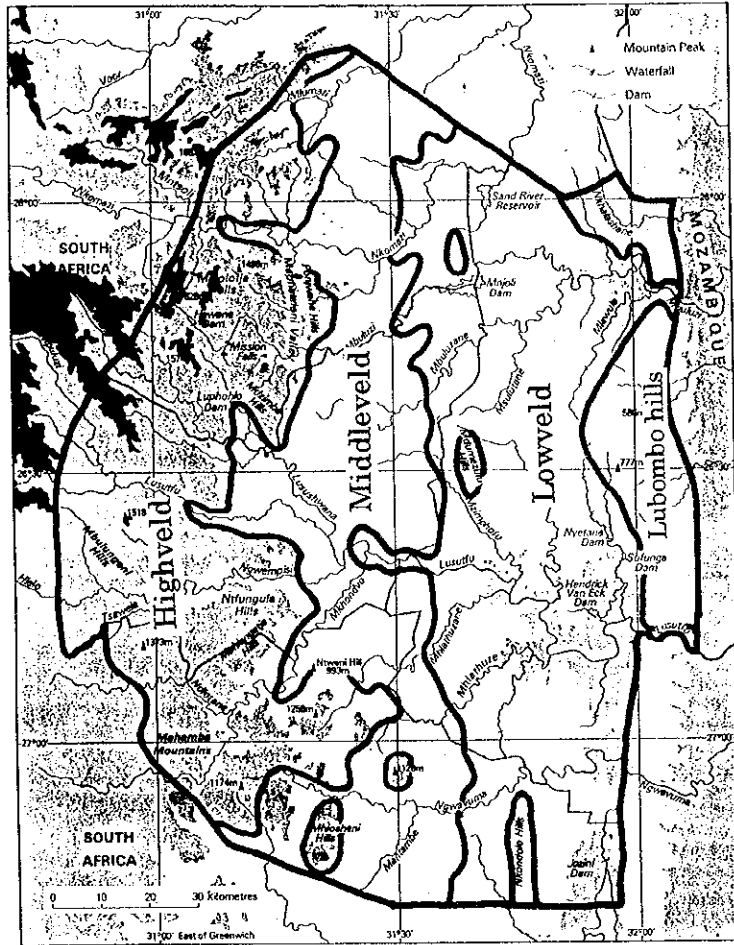


图2-1 地形区分图

地点別平均気温

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Mbabane	252.1	212.2	171.3	79.1	34.2	18.4	21.6	29.3	63.7	126.6	179.0	212.9	1400.4
Matsapha(Manzini)	163.6	135.1	106.7	58.1	25.7	14.4	13.8	18.7	42.9	80.5	120.7	136.2	916.4
Lavumisa	83.9	80.1	54.1	41.3	23.3	13.1	10.9	14.9	31.0	55.0	81.3	88.4	577.3
Siteki	136.8	129.3	108.8	56.8	28.5	16.6	15.9	20.2	40.7	73.4	98.5	119.9	845.4

地点別平均降水量

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ave.
Mbabane	20.0	19.8	18.8	17.1	14.5	12.1	12.4	14.2	16.2	17.6	18.5	19.6	16.7
Matsapha(Manzini)	23.6	23.1	22.5	20.2	18.0	15.3	15.8	16.9	19.2	20.0	21.2	22.8	19.9
Lavumisa	26.5	24.2	24.1	21.8	19.9	17.6	16.8	18.6	20.2	21.0	23.0	23.4	21.4
Siteki	22.6	22.2	22.4	20	18.1	15.9	15.7	17.3	18.2	19.6	20.4	22.1	19.5

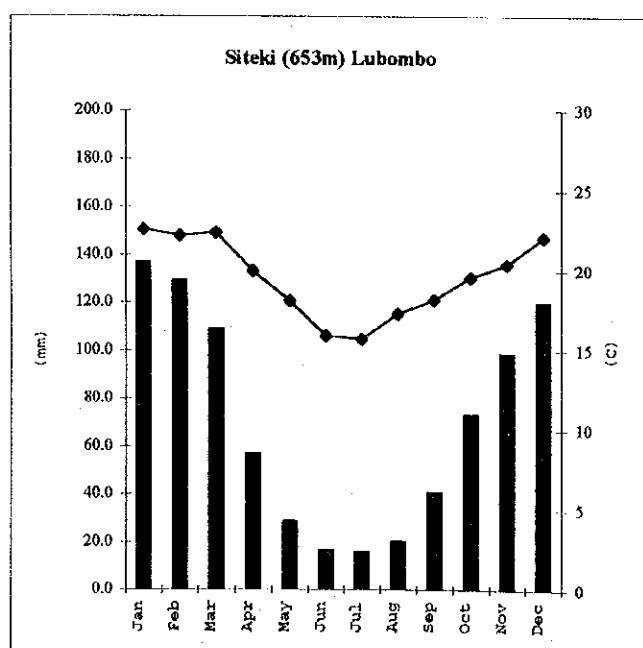
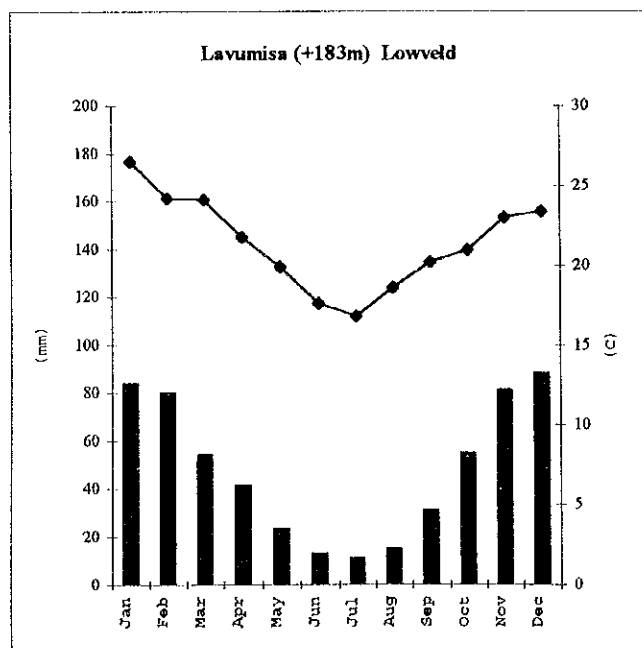
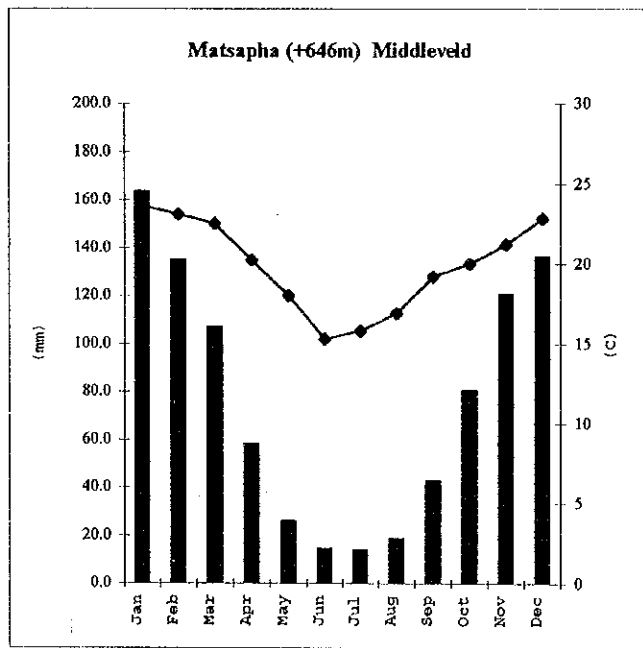
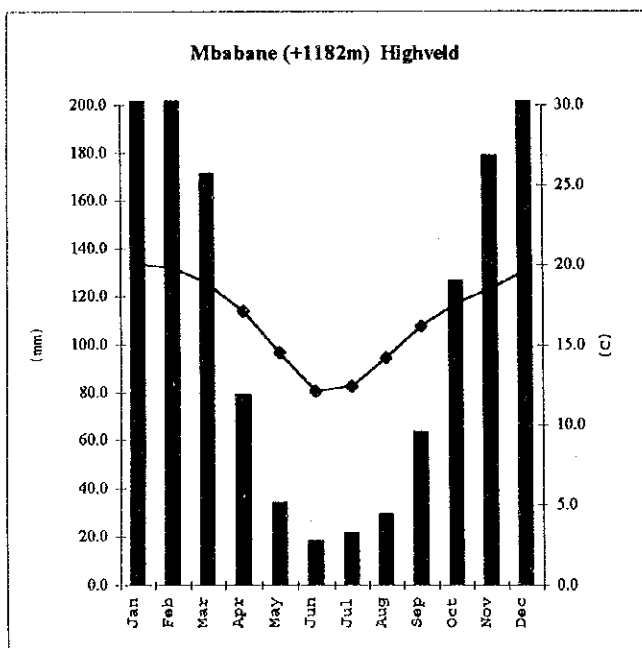


図 2 - 2 地形区分別代表地点における平均気温・降水量

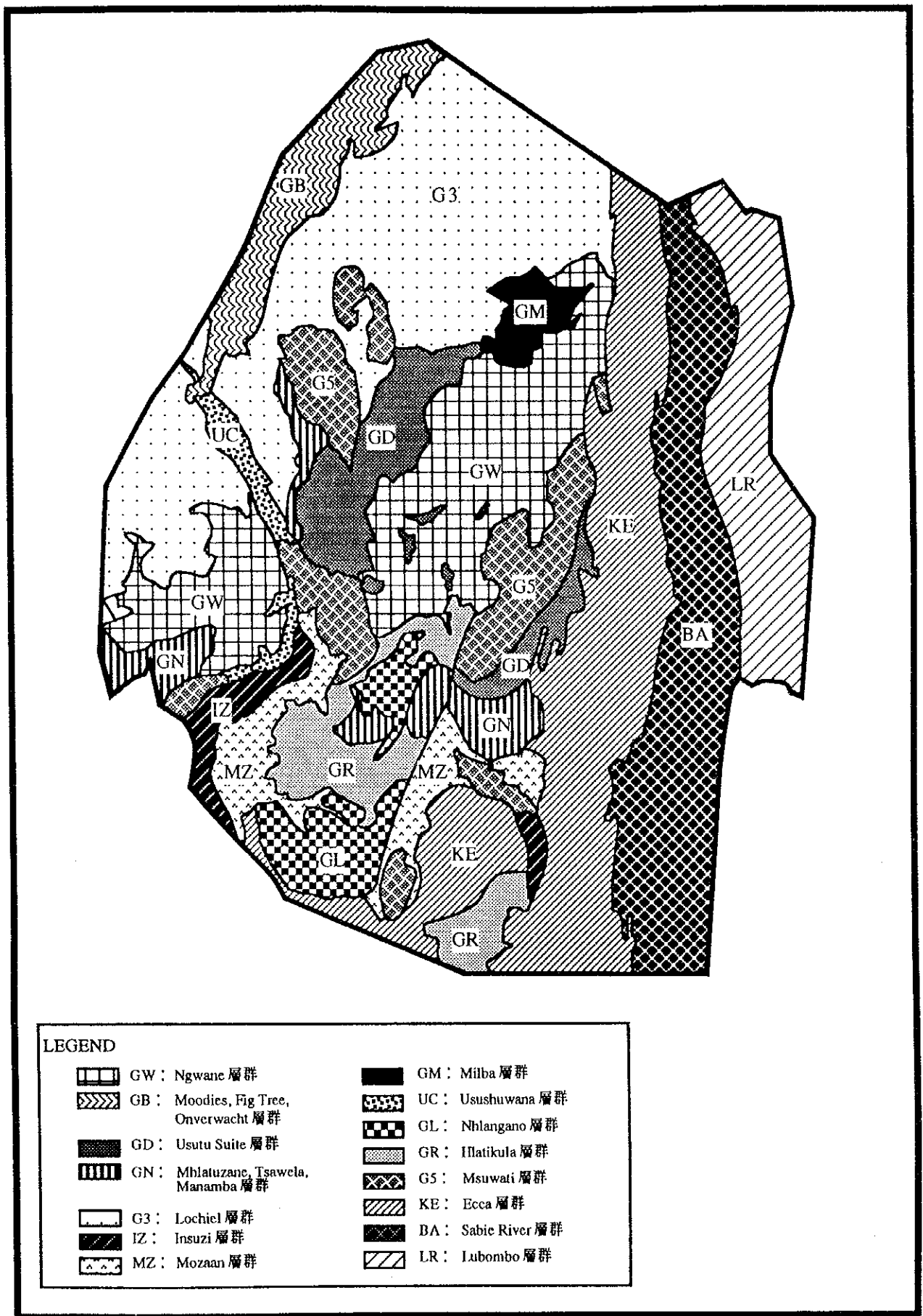


図2-3 スワジランド地質概要図

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

スワジランド王国は1975年以来諸外国及び国際援助機関の援助の下に農村への給水事業を展開してきた。1994年末時点において、約223,000人が給水を受けているが、これは村落人口の約35%にすぎない。全人口の75%を占める農村においては、未だに65%の人々が汚染された水源を用いた生活を余儀なくされている。このため、これに起因する下痢・コレラ等の水系疾病を主要因として、5歳以下の乳幼児死亡率は1000人あたり95人で、他の南部アフリカ諸国と比較しても高い。また、これらの水源の水量も十分ではなく水汲み労働による女性・子供への負担は大きいものとなっている。

一方、同国では1989年に立案した「国家政策と戦略」の中で、農村における衛生状態改善のために、飲料水確保及び衛生施設改善を目標とする政策を掲げている。これを受け、RWSB (RWSB) は1997年度までにマクロスキーム (後述) 24基、ミクロスキーム (後述) 240基を、また、2005年までには640のミクロスキームの建設を計画している。

スワジランド国において建設される給水施設はマクロスキーム及びミクロスキームという2種類の施設で、村落の規模、施設の経済性、水源、水管理委員会設立の有無等を考慮して決定される。

「国家開発計画」で地方給水計画 VI にあたる本計画は、3村落においてマクロスキームの、34村落においてミクロスキームの給水施設建設を行うとともに、同計画に必要な井戸掘削用資機材を調達すること目的とする。

3.2 プロジェクトの基本構想

本プロジェクトは対象となる37村落について給水施設の建設を通して給水事情の改善を図ることを目的とする観点から、相手国政府関係者との協議による要請内容の確認、現地踏査による現状把握、現地調査に基づき、スワジランド国側の要請内容の妥当性について解析・検討を行った。

3.2.1 要請内容の確認

- 1) 当初ミクロスキームとして要請されていた Somtongo については、スワジランド国側からの強い要請があり、現地調査の結果、飲料水の困窮度が高いこと、人口が5000人とまとまっていること、必要な水源が得られること、水管理委員会が結成され運営基金の徴収も行われている等の条件が明らかとなったため、マクロスキームの建設が妥当と判断し、ミクロスキーム対象村落からマクロスキーム対象村落へと変更した。
- 2) 要請されている資機材についての確認したところ、次のような変更があることが判明した。

要請資機材名	協議結果	備考
衛生施設（簡易便所）建設資材 1式	各所帯用の施設であるため、日本の無償資金協力のスキームに合致しない。水源保護の面から公共便所建設の必要がある公共施設に限り、資材調達の可能性を検討する	
簡易水質分析器 3セット	4 地方事務所に4セット必要。	
給水車（9000l）	実際の使用量を考慮し、5000lに変更。	
給油車（4500l）	実際の使用量を考慮し、2000lに変更。	現地での運用方法を考慮し、基本設計では500lとした。
6トクレーン付10トトラック	運搬する資機材の重量を考慮し、3トクレーン付7トトラックに変更。	
無線電話装置	地方電話網整備計画で整備された電話を使用する。	

以上の協議を通して、その他の要請内容には変更がないことが確認された。また、協議の中でスワジランド国と日本側コントラクターは施設建設について次のように分担する事が確認された。

- 3) マクロスキームは、工期の遵守・品質管理の面からすべて日本側コントラクターによって建設を行う。ただし、施工にあたってはRWSBの村落開発員(CDO)によって建設対象村落の住民を雇用を確保する。また、建設完了時に日本側コントラクターによって村落に対して操作・維持管理等の指導を行う。
- 4) ミクロスキームは、本プロジェクトによって調達される掘削リグによっても建設が可能のため、機材調達後ミクロスキームの一部をRWSBが担当し、井戸掘削からポンプの設置までの一連の工事を行う。このなかで、物理探査・井戸掘削・揚水試験等の技術指導をOJTによって実施する。残りについては、日本側のコントラクターによって建設を行う。なお、建設完了時の村落への技術指導は各々の分担に応じて実施する。

以上により確認された要請内容は次の通りである。

<給水施設建設>

番号	内 容	単位	数量
1	マクロスキーム建設	村落	3
2	ミクロスキーム建設	村落	34

<物理探査・井戸掘削用資機材>

番号	内 容	単位	数量
1	トラック搭載型掘削リグ	台	1
2	同標準付属品及び運転用機材	ロット	1
3	トラック搭載型エアコンプレッサー	台	1
4	3トンクレーン付き7トントラック	台	1
5	給水車 (5000 ℓ)	台	1
6	給油車 (2000 ℓ)	台	1
7	4 輪駆動ピックアップ	台	2
8	4 輪駆動ステーションワゴン	台	2
9	揚水試験用資機材機器	セット	1
10	電気探査機器	セット	1
11	無線電話機器	セット	1

<給水施設建設用資機材>

番号	内 容	単位	数量
1	簡易水道施設用パイプ及び付属品	ロット	2
2	簡易水道施設用セメント及び補強材	ロット	2
3	手動ポンプ	ロット	1
4	セメント、フェンス材、パイプ	ロット	1
5	ディーゼルエンジン又は電動機付き水中ポンプ	ロット	2
6	キャンプ用資機材及び発電機	セット	1
7	ケーシング及びスクリーン用パイプ	ロット	1
8	掘削用薬剤	ロット	1
9	掘削用ビット	ロット	1
10	その他必要資機材	ロット	1

<衛生施設建設用資材>

番号	内 容	単位	数量
1	簡易便所用セメント、補強材、通気管用パイプ	ロット	1

<水質分析用資機材>

番号	内 容	単位	数量
1	水質試験用機材 (中央研究室用)	セット	1
2	簡易水質検査キット (地域事務所用)	セット	4

<ワークショップ用資機材>

番号	内 容	単位	数量
1	ワークショップ用	ロット	1
2	掘削用スペアパーツ	ロット	1
3	手動ポンプ用スペアパーツ	ロット	1

3. 2. 2 計画対象村落の確認

- 1) 本調査では、事前調査時にスワジランド国との間で合意された、対象村落の選定基準に基づいて作成された評価表をもとに、事前調査以後の状況変化を把握するために補足調査を実施し、評価表の修正を行った（表3-1 選定基準、3-2 評価総括表 参照）。
- 2) スワジランド国では給水施設建設にあたっては、水管理委員会の設立および運営基金の積み立てが前提条件となっている。このため、これらについて事前調査後の状況変化について確認するため調査を実施した。その結果、事前調査時に未設立であった村落を含めてすべての村落で委員会が設立されたことを確認した。維持管理のための資金となる運営基金は、事前調査時には12村落で積み立てが行われていなかったが、本調査時にはこれらの村落でも徴収が開始されたことが確認できた。カウンターパート機関であるRWSBは基金の積立を責任を持って促進する予定である。
- 3) 事前調査時には、治安上の問題がある村落が2村落あったが、本調査時には問題はないことが確認された。

以上の結果より、給水施設建設のための前提条件は満足されたこととなった。

3. 2. 3 給水施設建設

本プロジェクトの対象となる37村落についての給水施設建設に係わる現地調査結果は次の通りである。

1) マクロスキーム

- (1) 水源はNgawazini/Bekhinkosi及びSomntongoが既設井戸からの地下水、Msumpeが谷川からの表流水である。
- (2) Somntongoについては、当初、水源として学校給水用水源を併用使用することを検討されたが、RWSBによって新たに専用の井戸を掘削し必要な水量が得られることが確認できたため、これを水源とするマクロスキームでの対応を行うことが可能であることを確認した。
- (3) 各水源からの取水可能量は、次の通りである。

村落	取水可能量 (l/s)	出典データ
Ngawazini	3.0	調査団による揚水試験
Bekhinkosi	4.0	調査団による揚水試験
Msumpe	2.0~3.0	調査団、RWSB調査による
Somntongo	2.8	RWSBによる揚水試験

- (4) マクロスキーム建設対象であるNgawazini/Bekhinkosi及びMsumpeの2村落については、建設に必要な電力が確保できることが確認できた。Somntongoについては、教育省・郵政省と共同でRWSBが1996年までに電力線を布設することが確認された。

2) ミクロスキーム

(1) 対象村落の地質・水理地質

本計画の対象村落には、花崗岩・片麻岩・エッカ層群の堆積岩・粗粒玄武岩等が分布する。また、局所的には第四紀の堆積層が分布することもある。したがって、地下水は裂かや層状の帯水層中に存在していると考えられる。地下水探査を効率的に実施するため、地形図・水理地質図による各地質の分布状況・地質構造の把握を行い、対象村落毎に地下水賦存状況の解析を行った。

解析内容は、次の通りである。

- 第四紀堆積層の分布状況
- 断層・裂かの分布状況

次に、ミクロスキーム対象の34村落については、現地踏査・村落からの建設希望地の聴取をおこなった。その結果を考慮し、水理地質学的観点から対象村落内で地下水が存在する可能性が高い地点の選定を行い、物理探査を実施した。

物理探査は、地下水分布の特徴を考慮し、次の3種の物理探査を使い分けて実施した。

電気探査	: 第四紀堆積層を対象とする
VLF式電磁探査	: 裂か水を対象とする
磁力探査	: 裂か水を対象とする

物理探査結果をもとに水理地質学的検討を行い、34村落の75地点において井戸建設が可能であると判断した。

(2) 水質

地下水の水質は、CIDAの研究によると一般にスワジランド国の飲料水基準を満たしている。ただし、地域によってはフッ素や硝酸塩が濃集していることがあるが、これは地質の分布との直接の関係はないとされている。事前調査時には、対象となる34村落のうち5村落において水質に問題がみられた。これについての検討結果は次の通りである。

i) Mbasheni (H-1)

南西6kmにある深井戸において、2.0~3.0mg/lのフッ素濃度が検出されている。しかしながら、Mbasheniの村落で利用している表流水からは、0.2mg/lのフッ素濃度を示している。Mbasheniは山間地にあり、地下水は近傍の表流水が涵養源と考えられる。したがって、本地域の地下水のフッ素濃度は飲料水基準を越える可能性は低いと考えられる。

ii) Lomvovo (L-6) /Vimbabelungu (L-7)

本村落における表流水の水質データは、表流水が明黄色を呈していること以外には飲料水の基準を越えるものは見られない。仮にこの表流水が地下水を涵養しているとし

でも、地下への浸透過程において自然濾過される可能性が高い。したがって、本地域の地下水の水質は問題は無いものと考えられる。

iii) Nokwane (L-8)

本村落における表流水の水質データは、表流水が淡明褐色を呈していること以外には飲料水の基準を越えるものは見られない。したがって、上記 ii) の場合と同様に本地域の地下水の水質は問題は無いものと考えられる。

iv) Ngamudze (S-8)

本村落における地下水の水質の特徴は、硝酸塩が飲料水基準値の 20 mg/l を示すことである。硝酸塩濃度は高いが、飲料水基準値以内であるため井戸建設の対象とする。

以上の検討により、34 村落すべてがマイクロスキーム建設対象とすることが可能と判断された。

(3) 井戸建設予定地の選定

上記 1) および 2) の検討結果から、34 村落において 75 本の深井戸掘削予定地の選定を行った。

各村落における調査結果の一覧表を表 3-3 に示す。

(4) 井戸成功率

マイクロスキーム用井戸の掘削位置に関しては、上記のように絞り込みがなされているものの、100%成功井を期待することは困難であり、ある程度の失敗井を見込んでおかざるを得ない。井戸成功率を推計するためには、スワジランドでの井戸掘削実績を参考にして求めた。この結果、成功率は 76.8% となるため、本計画での成功率として 80% を採用した。下表は CIDA の調査による水理地質単位別の井戸の揚水実績である。このデータを元にして 0.1 l/s 以上のいわゆる成功井の確率を水理地質単元毎に内挿法で求めた。計画井戸本数を確保するための想定掘削延長を下表のように求めた。

水理地質単元	揚水量 (l/sec)						井戸数
	<0.01	0.01-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	>2.0	
Granite	3	10	2	9	0	5	29
Dolerite/Diorite	11	9	5	2	2	6	35
Granodiorite	9	23	18	12	12	23	97
Ecca Formation	20	34	11	3	4	5	77
Rhyolite	7	15	6	1	1	3	33
Mylonite	5	7	4	2	1	1	20
Gneiss	6	4	3	0	2	8	23
Regional fault zone	6	11	16	6	9	22	70
Total	67	113	65	35	31	73	384

Source : CIDA(1992) "Groundwater Resources of Swaziland"

地質区分	井戸数	総掘削長 (m)	平均掘削長 (m)	成功率 (%)
Granite	29	1,870	64.5	83
Dolerite	4	220	55.0	63
Granodiorite	6	330	55.0	86
Ecca Formation	19	1,220	64.2	65
Rhyolite	2	90	45.0	83
Mylonite	3	200	66.7	68
Gneiss	1	60	60.0	70
Quartzite	3	200	66.7	76
Contact zone	2	120	60.0	76
Reagional fault zone	6	390	65.0	88
Total	75	4,700	62.7	76.8

3. 2. 4 機材調達

本計画で調達される予定の資機材について、現地及び南アフリカ共和国（以下"南ア"と云う）からの調達を検討するため、RWSB・DGSM 関係者及び民間会社からの事情聴取を行うとともに、スワジランド国内及び南アにおいて現地調査を実施した。その結果は次の通りである。

1) 物理探査機

物理探査用機材は南アでは製作又は組立は行われていない。取り扱い代理店はあり、部品の供給は可能である。しかしながら、物理探査機を所有している DGSM は部品の調達に際しては南アの代理店を通さず直接メーカーに発注している。その理由として DGSM は、代理店を通すことによって調達コストが高くなること及び調達に時間がかかることを挙げている。

2) 掘削リグ

(1) メーカー

掘削リグのメーカーは南アに Super Rock Drills 及び Smith Capital Equipment の 2 社が存在する。

Super Rock Drills は掘削リグ及び資材の供給を行っている。掘削リグは、他社の製品を組み合わせ、同社の槽及び油圧機構を装備したものである。仕上がり状況は粗い。また、納期の信頼性が低い。

Smith Capital Equipment は、掘削リグの製作・販売を行っている。掘削リグの仕上がりは、一定の水準に達している。ただし、同社の製品は、日本及び他国の主要なリグが装備している Draw works を装備していない。

(2) 代理店（組立業者を含む）

掘削リグの代理店あるいは組立業者は、本調査においては次の主要な 2 社について確認することができた。

Atlas Copco
Ingersoll-Rand

Atlas Copco は、スウェーデンの主要鉱山用機器メーカーであり、南アには支店を置いている。Johannesburg 近郊に工場を持ち、掘削リグの組立・販売を行っている。部品は恒常的に揃えているのではなく、注文に応じて本社より取り寄せるシステムである。

Ingersoll-Rand はアメリカの主要鉱山用機器メーカーである。Johannesburg 近郊に工場を持ち、輸入された掘削リグを搭載用車両に組み込む作業を行っている。部品の供給は、Atlas Copco と同様に恒常的に揃えているのではなく、注文に応じて本社より取り寄せるシステムである。

3) 給水施設建設用資材類

(1) 井戸用動力ポンプ（水中ポンプ）

スワジランド国内には Brizan 社 1 社があり、製作販売しているが、1995 年 6 月に会社を南アに移転する意向を持っている。

南アには、Grundfos、MONOPump などのメーカーがある。このうち、前者は世界的に定評のあるデンマークのメーカーであり、本計画に採用予定のすべてのタイプのポンプを供給できる。後者は、様々なタイプのポンプを製作しているが、小口径で高揚程・高揚水量のポンプは製作していない。

(2) ハンドポンプ

ハンドポンプのメーカーはスワジランド国内に Swazi Pump & Irrigation 社 1 社が存在する。製作しているポンプは、スワジランド国で RWSB が標準化を目指している Afridev タイプである。

(3) パイプ・その他

マクロスキーム建設に使用するパイプやその他の資材類は、一部を除き、すべて南アにおいて、スワジランド国が規格としている SABS（南アの基準）に基づく製品が製造販売されている。

表3-1 サイト評価基準

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| I) サイトへのアクセス (道路整備の必要性) | V) 衛生状況 (トイレ普及状況) |
| A : 一年を通じ問題なし | A : 70%以上 |
| B : 乾期のみ | B : 70%未満30%以上 |
| C : 不能 | C : 30%未満 |
| II) 土地所有権の問題 | VI) 水利権 |
| A : なし | A : 問題なし |
| B : あり | B : 問題あり |
| III) 給水の現状 (飲料水の入手性) | VII) 住民参加 (水管理委員会) |
| A : 村落にない (家畜と水を共用) | A : 組織され資金も集まっている |
| B : 乾期になくなる (河川等の表流水) | B : 組織されているが資金は未収 |
| B' : 乾期になくなる (地下水) | C : 現時点では組織されていない |
| C : 一年を通じ入手可能 (河川等の表流水) | VIII) サイトの治安 |
| C' : 一年を通じ入手可能 (地下水) | A : 問題なし |
| IV) 地下水状況 (揚程、水量、水質) | B : 問題あり |
| A : ハンドポンプでの取水、水質の問題なし | IX) 緊急性 |
| B : 水質は問題だが手動ポンプでの取水は問題なし | A : 水因性疾患の発生率が高い |
| C : 取水困難 | B : 水因性疾患の発生率が低い |
| | X) RWSB 側の優先度順位 |
| | A : 優先順位高い |
| | B : 優先順位低い |

表 3 - 2 村落評価総括表

1. マクロスキーム

No.	Community	Homestead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	Ngwazini	400	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
	Bekhinkosi	250	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
2	Msumpe	145	B	A	B	A	-	A	A	A	A	A
3	Somntongo	500	A	A	B	C	A	B	A	A	A	B
Total		1,295										

2. ミクロスキーム

(1) HHOHHO REGION

No.	Community	Home-stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
H-1	Mbasheru	200	A	A	B	A'	B	A	A	A	A	A	0	4	4	2
H-2	Ngobodzi	47	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
H-3	Zinyane	285	B	A	B	A	C	A	A	A	A	A	0	5	5	5
H-4	Nsangwini	266	B	A	A	A'	C	A	A	A	A	A	0	5	5	3
H-5	Mcuba	180	B	A	B	A'	A	A	A	A	A	A	0	3	3	2
H-6	Nyakatho	300	B	A	A	C	A	C	A	A	A	A	1	6	5	5
Total		1,278											1	24	23	18

(2) MANZINI REGION

No.	Community	Home-stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
M-1	Mbekelweni	200	A	A	C	A	A	A	A	A	A	A	1	4	3	3
M-2	Ludzeludze	103	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-3	Mahlabane West	250	A	A	A	A'	C	A	A	A	A	A	1	5	4	3
M-4	Mbhadlane	150	B	A	A	A'	B	A	A	A	A	A	0	3	3	1
M-5	Emnyokanyoka	70	B	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	1	1	1
M-6	Emsindza	100	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-7	Ehunzini	40	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	1	1	1
M-8	Sihhoye	300	B	A	A	A'	A	A	A	A	A	A	0	6	6	4
M-9	Emnjoli	120	A	A	A	A	---	A	A	A	A	A	0	2	2	2
M-10	Manzana	90	B	A	C	A	C	A	A	A	A	A	1	2	1	1
Total		1,423											3	28	25	20

(3) LUBOMBO REGION

No.	Community	Home-stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
L-1	Mahlabatsimi	75	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-2	Bhelebane	80	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-3	Mampembeni	50	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-4	Mahhoshe	70	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-5	Letindze	41	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-6	Lomvovo	213	A	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	4	4	4
L-7	Vimbabelungu															
L-8	Nokwane	57	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
L-9	Sagula	150	A	A	C	A'	B	A	A	A	A	A	0	3	3	1
L-10	Shewula	125	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	2	2	3
L-11	Matjemadze	70	B	A	A	A	C	A	A	A	A	A	0	1	1	1
Total		931											0	16	16	14

(4) SHISELWENI

No.	Community	Home-stead	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Number of Wells			
													Existing	Necessary	To be drilled	Proposed
S-1	Makhaya	150	A	B	A	C	A	C	A	A	B	A	2	3	1	1
S-2	Msuzaneni	300	A	A	C	A'	B	A	A	A	B	A	1	6	5	4
S-4	Bambijje	597	B	A	B	A'	C	A	A	A	B	A	1	11	10	9
S-5	Sigwe	225	A	A	A	A'	B	A	A	A	B	A	0	4	4	3
S-6	Kathumbela															
S-7	Ndlambuti	83	A	A	A	A	C	A	A	A	B	A	0	1	1	1
S-8	Ngamudze	430	A	A	A	C	A'	C	A	A	B	A	1	8	7	5
Total		1,785											5	33	28	23
Micro Scheme Total		5,417											9	101	92	75
Grand Total		6,712														

(Note)

Necessary number of wells for each community was estimated assuming the requirement as one (1) well per 50 homesteads. The figure below the decimals was omitted.

(Numbers of wells to be drilled) = (Necessary number of wells) - (Number of Existing Wells)

表 3-3 ミクロスキーム用掘削井戸一覧表

Code	Community	Proposed Well No.	Hydrogeological Unit	Drilling Depth (m)
H-1	Mbasheni (4)	(1)	Granite	80
		(2)	Granite	80
H-2	Ngobodzi (1)	(1)	Granite	100
H-3	Zinyane (5)	(1)	Granite	70
		(2)	Granite	50
		(3)	Granite	50
		(4)	Granite	60
		(5)	Granite	50
H-4	Nsangwini (5)	(1)	Granite	80
		(2)	Granite	80
		(3)	Granite	80
H-5	Mcuba (3)	(1)	Granite	60
		(2)	Granite	80
H-6	Nyakatho (5)	(1)	Granite	50
		(2)	Granite	80
		(3)	Granite	60
		(4)	Granite	60
		(5)	Granite	60
M-1	Mbekeliweni (3)	(1)	Granodiorite	50
		(2)	Dolerite	60
		(3)	Dolerite	60
M-2	Ludzeludze (2)	(1)	Granodiorite	70
		(2)	Granodiorite	50
M-3	Mahlabane (4)	(1)	Mylonite	80
		(2)	Mylonite	80
		(3)	Gneiss	80
M-4	Mbhadlane (3)	(1)	Mylonite	80
M-5	Emnyokantoka (1)	(1)	Granite	80
M-6	Emsindza (2)	(1)	Granite	70
		(2)	Milba Granodiorite	80
M-7	Ethunzini (1)	(1)	Granite	80
M-8	Sihhoye (6)	(1)	Granite	80
		(2)	Granite	50
		(3)	Granite	60
		(4)	Granite	80
M-9	Emnjoli (2)	(1)	Milba Granodiorite	50
		(2)	Milba Granodiorite	50
M-10	Manzana (1)	(1)	Regional Fault Zone	60
L-1	Mahlabatsini (1)	(1)	Regional Fault Zone	80
L-2	Bhelebane (1)	(1)	Granite	80
L-3	Mampembeni (1)	(1)	Granite	100
L-4	Mahhoshe (1)	(1)	Quartzite	60
L-5	Letindze (1)	(1)	Quartzite	60
L-6,7	Lomvovo (4) (Vimbabelungu)	(1)	Dolerite	50
		(2)	Karoo Sediments	60
		(3)	Karoo Sediments	80
		(4)	Regional Fault Zone	60
L-8	Nokwane (1)	(1)	Quartzite	80

Code	Community	Proposed Well No.	Hydrogeological Unit	Drilling Depth (m)
L-9	Sagula (3)	(1)	Regional Fault Zone	80
L-10,1	Shewula (3) (Matjemadze)	(1)	Lubombo Rhyolite	80
		(2)	Lubombo Rhyolite	80
		(3)	Regional Fault Zone	80
S-1	Makhava (1)	(1)	Karoo Sediments	80
S-2	Msuzaneni (5)	(1)	Fault/Dyke Breccia	70
		(2)	Karoo Sediments	80
		(3)	Karoo Sediments	80
		(4)	Karoo Sediments	60
S-4	Bambitje (10)	(1)	Karoo Sediments	80
		(2)	Granite	90
		(3)	Granite	100
		(4)	Contact Zone	80
		(5)	Karoo Sediments	70
		(6)	Karoo Sediments	70
		(7)	Karoo Sediments	60
		(8)	Karoo Sediments	80
		(9)	Karoo Sediments	80
S-5,6	Sigwe (4) (Kathumbela)	(1)	Contact Zone	60
		(2)	Karoo Sediments	70
		(3)	Karoo Sediments	80
S-7	Ndlambuti (1)	(1)	Karoo Sediments	80
S-8	Ngamudze (7)	(1)	Karoo Sediments	60
		(2)	Karoo Sediments	80
		(3)	Karoo Sediments	60
		(4)	Dolerite	60
		(5)	Karoo Sediments	80

5320

3. 3 基本設計

3. 3. 1 設計方針

本計画に対する基本設計は下記の基本方針に基づいて行うものとする。

1) 自然条件に対する方針

(1) マクロスキーム・ミクロスキーム共通事項

スワジランド国の気候は夏季と冬季の区別があり、夏季（10月～3月）は高温で降水が多く、逆に冬季（4月～9月）は乾燥した低温の気候となる。降水量は西部（Highveld）において1,000～1,200mm、中部（Middleveld）で800～1,000mm、東部で500～700mmとなっている。計画対象地域は、おおむね丘陵地～平地にあり、夏季にはアクセス道路の状態が悪くなるため、これを考慮した施工計画を策定する。

予定地へ至る道路状況は、次の通りである。

主要道路：高速道路及び一部の主要道路は完全舗装であるが、これ以外の主要道路は全天候型の未舗装道路である。

地方道路：主要道路から分岐する地方道路は、全天候型未舗装道路と一般の未舗装道路となっている。このため、一般未舗装道路では、乾季での通行はおおむね支障無く可能であるが、雨季には通行が困難となる個所が出現する可能性がある。特に、山地に位置する Hhohho Region の Nsangwini、Mcuba 地区、河川横断個所に橋梁がない Lubombo Region の Mahlabatsini、Bhelebane、Mampembeni 地区、Shiselweni Region の Msuzaneni 地区等ではこの可能性が高い。なお、大型車の通行及びすれ違いは可能である。

村落内道路：村落内の道路はすべて未舗装である。雨季には泥濘化する個所も多いため、この時期に工事を行う場合は道路の補修を必要とする。また、道路幅が一般に狭いため、大型車の通行はできても、すれ違いができないケースが考えられる。特に、Hhohho Region の Zinyane 地区においては、一部道路の拡幅が必要と考えられる。

対象地域の道路状況は以上のようなものであるが、村落内道路の補修・拡幅については RWSB 及び対象コミュニティの協力で可能と考えられる。地方道路の雨季の河川横断は困難なことも考えられるため、工事時期の考慮を行う。

(2) マクロスキーム

配管の布設方法は、対象地域の地質条件を考慮し、砂による埋め戻しは行わない。

(3) ミクロスキーム

- i) 本計画は、要請村落 34 村落に住民の飲用水用の深井戸の設置を検討するものである。従って、必ずしも水理地質上有利な場所でのみ井戸掘削が実施できるものではないため、井戸建設場所決定については十分に検討する必要がある。本調査では、物理探査結果、既存井戸データ、対象村落の地形・水理地質状況及び住民の希望等を総合的に考慮して決定する。検討の結果、水理地質学的に地下水開発の可能性が低い場合には、本プロジェクトでは掘削対象から除外することとする。
- ii) 計画対象地域内の地質は概ね基盤岩類、堆積岩、火山岩類であり幅広く国土を覆っている。このため、地下水は裂か水タイプと帯水層タイプの双方が出現する。したがって、これらの地質条件を考慮した次のような井戸掘削計画及び井戸構造を立案する。

表土部分：泥水を使用したロータリー工法での掘削。

硬質岩：軟弱地層を仮ケーシングで固定後、エアハンマー工法で必要な深度まで掘削。

- iii) 地下水の水質は一般的には飲料水基準を満たしているが、地域によってはフッ素化合物及び硝酸塩が高く濃集する水質が出現する可能性があるため、水質の基準はスワジランド国で設定されている基準を用い、これを満たさない場合は処理を行うことが困難であるため、本計画の給水区域から除外する。すなわち、このような井戸は成功井として取り扱うが、ハンドポンプの設置は行わない。

2) 社会条件に対する方針

給水施設建設（特にマクロスキーム）は、住民の技術的知識の習得および施設が村落財産であるという意識を持たせ、建設後の住民による維持管理が円滑に行われるよう、住民を建設に参加させる計画とする。

3) 建設事情、現地業者・現地資機材活用に対する方針

- (1) スワジランド国には給水施設建設能力のある技術者及び資機材を保有する業者が存在するため、施工にあたってはこれら業者を日本側コントラクターの下請け業者として活用する計画とする。
- (2) スワジランド国における給水施設に用いられている資材はほとんどが南アフリカの基準（SABS：South African Bureau Standard）に沿ったものである。建設後の維持管理を容易にするために、本計画で用いる資材類は SABS に準拠した製品とし、互換性を持たせる。

4) 実施機関の維持・管理能力に対する方針

- (1) 給水施設の維持管理は、既存施設について従来行われているように、RWSB およびコミュニティの水管理委員会が分担して行うものとする。
- (2) 水管理委員会は、1つのコミュニティに対して最低1委員会の設立を原則とする。
- (3) 1つのコミュニティに複数の給水施設が建設される場合は、Watre Minderの数を増員して対応するか、1つの施設毎に副委員会を設立するものとする。
- (4) RWSB はコミュニティに対して実施している維持管理技術および衛生教育の講習を、これまでと同様に実施するものとする。
- (5) 物理探査・掘削機材調達後は、探査・掘削技術および維持管理技術についての技術移転を行うものとする。また、必要に応じてこれらの技術・経験を有する DGSM からの協力を得るものとする。
- (6) 物理探査・井戸掘削スタッフは、マクロスキーム建設に従事している現有人員からのシフトによって組織される予定である。このため、マクロスキーム建設体制に齟齬を生じないように適切な要員の増員および予算措置を提言する。
- (6) RWSB は1995年4月より、これまでのプロジェクトベースの臨時組織から恒常的な組織へ変更となり、独自予算が認められるところとなった。本計画終了後は給水施設数が著しく増加するため、維持管理に必要な予算を的確に確保するよう提言を行う。

5) 施設、機材等の範囲、グレードに対する方針

- (1) マクロスキーム給水施設
 - i) マクロスキーム建設対象は、Msumpe、Ngwazini/Bekhinkosi、Somntongoの3コミュニティ、4施設とする。
 - ii) 原水はMsumpe以外の3施設は地下水を水源とし、配水池を経て自然流下式で、共同水栓により給水する。
 - iii) Msumpeの給水施設は表流水を水源とし、上記施設の他に浄水施設を配する。
 - iv) 施設の計画容量は、RWSBの給水原単位と1995年人口を基とし、1995年時点の需要量を満足するものとする。需要量には、学校用水および診療所の用水を考慮する。
 - v) 各施設における故障時の給水機能への影響を最小限に抑えるため、主要ポンプについては予備機を設ける。

- vi) 各コミュニティの集落は著しく散在していることを考慮し、給水栓は300m毎に配置することを原則とする。

(2) ミクロスキーム給水施設

- i) 給水施設は、50所帯につき1施設を建設する。
- ii) ミクロスキームによる給水原単位は、15ℓ/人/日とする（1所帯あたり150ℓ/日）。
- iii) 深井戸は、0.1ℓ/sec以上の揚水量を確保できるものを成功井とする。
- iv) 井戸構造は検層によって決定するものとし、5インチのPVCケーシング/スクリーンを挿入し、砂利巻きを行う。
- v) 深井戸に設置するハンドポンプは、スワジランド国での調達が可能で、かつ維持管理が容易なものとする。
- vi) 水場周辺的环境整備と地下水源保護のため、浸透ピットおよびフェンスを建設する。

(3) 資機材調達

- i) 探査・掘削用資機材

探査・掘削用資機材の適正な選定のために、対象地域における物理探査方式および標準的な井戸構造を次のように設定する。

<物理探査方式>

計画対象地域の帯水層は裂か型と堆積層型の2つのタイプがあるため、水平探査方式及び垂直探査方式の双方を採用する。

<標準井戸構造>

調達されるリグは、本プロジェクトにおいてはミクロスキーム用深井戸の掘削に充当されるが、プロジェクト終了後はマクロスキーム用の井戸の掘削にも充当される見込みである。

井戸の深度は、ス国における既存井戸の深度および今回実施した物理探査の結果から、最大100mとする。

井戸の口径は、5インチとする。これについての標準井戸構造を図3-1のように設定する。

<車両計画>

工種別に必要な車種および車両数をまとめると下表の通りである。なお、車両の一部はRWSBの現有車両を充当することが可能である。

	ステーションワゴン 4WD	掘削機械 搭載車輛	コンクリータ 搭載車輛	7トン-ゴトラク (3トクレン付き)	水タンクローリ- (5000リットル)	燃料タンクローリ- (500リットル)	ビュツツツ 4WD
RWSB 本部	1						
物理探査							1
井戸掘削	1	1	1	1	1	1	
揚水試験				(1)			(1)
機械・維持管理							1
小計	2	1	1	2	1	1	3
本計画での調達	2	1	1	1	1	1	2

注) () 内はRWSB保有車両を充当。

以上の条件を考慮し、本計画によって調達する資機材を選定する。

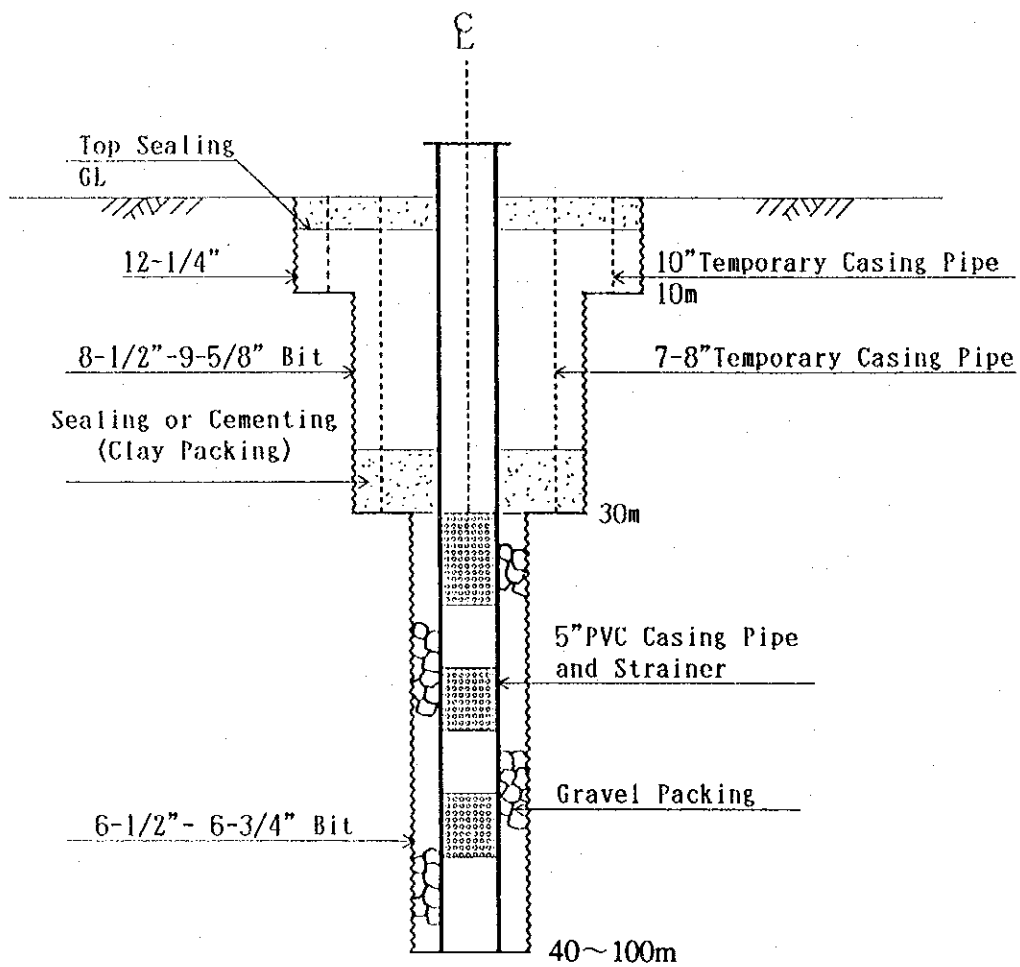


图3-1 標準井戸構造図

3. 3. 2 基本計画

1) 全体計画

(1) 計画対象地域

マクロスキーム給水対象地域は、Hhohho Region の Msumpe、Manzini Region の Ngawazini/Bekhinkosi、Shiselweni Region の Somntongo の3村落 (4地域) である。各給水地域の人口は次の通りである。

項目	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
対象面積	km ²	24	15	14	32
戸数(1995年)	戸	400	250	145	500
人口(1995年)	人	4,000	2,500	1,450	5,000

(出典) RWSB による。

マイクロスキーム給水対象地域は、スワジランド国全国4州の中の34村落である。各対象地域の所帯数及び人口等は次項 (2) の「マイクロスキーム水需要」に示した通りである。

(2) 給水計画

i) 水需要原単位の設定

スワジランド国の国家開発計画が掲げるマクロスキーム及びマイクロスキームによる給水目標は以下の通りである。本計画は対象村落における現在の人口に対し、安全で枯渇しない水を供給するとともに、過酷な水汲み労働を軽減するという目的を有する。このため、施設規模が増大せず、かつ他援助機関により建設された施設の容量とも整合性がとれるよう計画する。給水原単位を RWSB によって決定されたものにより、次のように設定する。

マクロスキーム			マイクロスキーム	
給水対象	構成比	給水原単位	給水対象	給水原単位
一般消費者(低所得者)	85%	30 l/人/日	一般消費者	15 l/人/日
一般消費者(高所得者)	5%	80 l/人/日		
一般消費者(中所得者)	10%	40 l/人/日		
学校		6.75 m ³ /日		
診療所		4.5 m ³ /日		

ii) 水需要量および給水量

各給水対象地域毎の水需要は次の通りである。

マクロスキームの水需要

項目	給水原単位	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
[給水先]						
給水人口	-	人	4,000	2,500	1,450	5,000
学校数	-	カ所	2	0	1	1
診療所数	-	カ所	1	0	0	0
[水需要量]						
一般消費者 (85%)	30 l/人/日	m3/日	102.0	63.8	37.0	127.5
一般消費者 (5%)	80 l/人/日	m3/日	16.0	10.0	5.8	20.0
一般消費者 (10%)	40 l/人/日	m3/日	16.0	10.0	5.8	20.0
小計		m3/日	134.0	83.8	48.6	167.5
学校	6.75 m3/日	m3/日	13.5	0.0	6.8	6.8
診療所	4.5 m3/日	m3/日	4.5	0.0	0.0	0.0
合計		m3/日	152.0	83.8	55.3	174.3

ミクロスキームの水需要

No.	村落	所帯数	人口 (人)
(Hhohho州)			
H-1	Mbasheni	200	2,000
H-2	Ngobodzi	47	470
H-3	Zinyane	285	2,850
H-4	Nsangwini	266	2,660
H-5	Mcuba	180	1,800
H-6	Nyakatho	300	3,000
	小計	1,278	12,780
(Manzini州)			
M-1	Mbekelweni	200	2,000
M-2	Ludzeludze	103	1,030
M-3	Mahlabane West	250	2,500
M-4	Mbhadlane	150	1,500
M-5	Emnyokanyoka	70	700
M-6	Emsindza	100	1,000
M-7	Ethunzini	40	400
M-8	Sihhoye	300	3,000
M-9	Emnjoli	120	1,200
M-10	Manzana	90	900
	小計	1,423	14,230
合計			
		5,417	54,170

No.	村落	所帯数	人口 (人)
(Lubombo州)			
L-1	Mahlabatsini	75	750
L-2	Bhelebane	80	800
L-3	Mampembeni	50	500
L-4	Mahhoshe	70	700
L-5	Letindze	41	410
L-6	Lomvovo	213	2,130
L-7	Vimbabelungu		
L-8	Nokwane	57	570
L-9	Sagula	150	1,500
L-10	Shewula	125	1,250
L-11	Matjemadze	70	700
	小計	931	9,310
(Shiselweni州)			
S-1	Makhava	150	1,500
S-2	Msuzaneni	300	3,000
S-4	Bambitje	597	5,970
S-5	Sigwe	225	2,250
S-6	Kathumbela		
S-7	Ndlambuti	83	830
S-8	Ngamudze	430	4,300
	小計	1,785	17,850

iii) 計画給水量

(i) マクロスキーム

$$\begin{aligned} \text{「日最大給水量」} &= \text{「日平均給水量」} \times 1.3^{1)} \quad (\text{m}^3/\text{日}) \\ \text{「時間最大給水量」} &= \text{「日最大給水量」} \div 24 \times 1.8^{2)} \quad (\text{m}^3/\text{時}) \end{aligned}$$

水需要計算結果より計画給水量は、次の通りである。

項目	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
日平均	m ³ /日	152.0	83.8	55.4	174.3
日最大	m ³ /日	197.6	108.9	72.0	226.6
時間最大	m ³ /時	14.8	8.2	5.4	17.0

(ii) ミクロスキーム

ミクロスキームによる給水目標は、国家開発計画では15 l/人/日と定めている。同国では1所帯の人数は平均10人であることから、1所帯当たりの給水目標は150 l/日となる。ミクロスキーム1基の給水所帯数は50であるから、水需要量は次のように計算できる。

$$1 \text{ 基当たりの水需要量} = 150 \text{ l/所帯/日} \times 50 \text{ 所帯} = 7,500 \text{ l/日}$$

しかしながら、コミュニティにおける水の使用量は、水源までの距離によって違いがあり、50～125 l/日の範囲である。水汲み労働が主として女性・子供の担当であるため、1日の運搬可能量には限界があり、最大で125 l/所帯/日と推定される。従って、本計画では、125 l/所帯/日を最大水需要量とし、50 l/所帯/日を最小水需要量と設定する。この場合、ミクロスキーム1基当たり最大水需要量は次のようになる。

$$1 \text{ 基当たりの水需要量} = 125 \text{ l/所帯/日} \times 50 \text{ 所帯} = 6,250 \text{ l/日}$$

水源の条件のよい地域においてはこの最大の水需要を満足することを前提に計画給水量を設定する。

手動ポンプの実用揚水能力は720 l/hr (0.2 l/s) であるから、一日の運転時間を12時間、稼働率を0.75とすると、ミクロスキーム1基当たりの給水能力は次のようになる。

$$\text{給水能力} = 720 \text{ l/hr} \times 12 \text{ hr/日} \times 0.75 = 6,480 \text{ l/日} > 6,250 \text{ l/日}$$

すなわち、1基のミクロスキームで50世帯の水需要を賄うことが可能である。

1) : 季節変動を考慮した日最大給水量を求めるための係数 (厚生省監修 水道施設設計指針・解説では1.3を採用) で、現地の状況を考慮し、スワジランド側と協議のうえ決定した。

2) : 1日のうちでの時間当たり最大給水量を求めるための係数 (上記指針・解説では、2000～5000人に対して2.4～1.9程度) で、スワジランドの実績を考慮し、スワジランド側と協議のうえ決定した。

一方、最低の水需要量（50 l/所帯/日 x 50 所帯=2,500 l/日）に対して必要揚水量を検査すると次のようになる。

$$\text{必要揚水量} = 2,500 \text{ l/日} + (12\text{hr/日} \times 0.75) = 278 \text{ l/日} = 0.08 \text{ l/s} \div 0.1 \text{ l/s}$$

(3) 水源の検討

i) マクロスキーム

4ヶ所のマクロスキームのうち Msumpe は表流水を、その他は地下水を水源とする。それぞれの取水量は以下の表に示す。

表流水：対象河川の流量は年間を通じて 2.1l/s を下回らないとされていること、水利権が設定されていないことから計画取水量 0.8l/s は十分確保できるものと考えられる。

地下水：CIDA の地形区分別の水収支検討によると、地下水涵養量はマクロスキームの各水源井戸が位置する Middleveld、Lowveld についてそれぞれ降雨量の 5%、2% と推定されている。その量は、Middleveld で 4,000l/s、Lowveld で 1,100l/s である。よって、以下の表のように地下水涵養量に対する計画取水量は非常に小規模なものであることがわかる。一方、RWSB によって定期的に行われてきた揚水試験結果は、各揚水井戸が計画取水量を満足する能力を示しており、またその際の地下水位の回復が迅速である。以上のことから判断して、水源井戸から必要水量は十分確保できるものと判断される。

地区	地形区分	水源	計画取水量 (l/s)	地下水涵養量* (l/s)	比率 (%)
Ngwazini	Middleveld	地下水	2.3	4,000	0.06
Bekhinkosi	Middleveld	地下水	1.3	4,000	0.03
Somntongo	Lowveld	地下水	2.6	1,100	0.24

* 出典：CIDA 報告書

ii) ミクロスキーム

ミクロスキームは、いずれも地下水を水源としている。ミクロスキームの井戸の揚水量は 0.1~0.2 l/s であるから、地下水涵養量に対する揚水量の比率を求めると下表のようになり、水源井戸から必要水量は十分確保できるものと判断される。

地形区分	井戸本数	水源	揚水量(l/s)	地下水涵養量*(l/s)	比率(%)
Middleveld	23	地下水	2.3	4,000	0.06
Lowveld	49	地下水	4.9	1,100	0.45
Lubombo	3	地下水	0.3	1,300	0.02

* 出典：CIDA 報告書

iii) 原水水質

(i) マクロスキーム

飲料水基準（設計水質）及び原水水質は、次表の通りである。

項目	単位	Standard (A)	Standard (B)	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somtongo
濁度	NTU	5	25	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
硝酸性窒素	mg/l	10	20	0.40	0.25	0.14	1.23
残留塩素	mg/l	0.2 ~ 0.5	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
フッ素	mg/l	1.2	1.5	0.06	0.18	N.D.	0.57
鉄	mg/l	0.3	-	0.01	0.01	0.03	N.D.
マンガン	mg/l	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	-
硫酸塩	mg/l	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
塩化物	mg/l	250	-	15.0	9.0	17.0	116
pH	-	6.5 ~ 8.5	-	6.3	6.8	6.1	6.9
アルカリ度	mg/l	500	-	12.0	12.0	12.0	105.6
硬度	mg/l	500	-	180	250	200.0	233
TDS	mg/l	1,500	-	133.0	150.0	131.0	1430
色	-	N.D.	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
臭い	-	N.D.	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
温度	℃	15	-	13.5	13.0	12.6	-
総大腸菌群数	Nos/100ml	10	10	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
大腸菌	Nos/100ml	0	0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
資料採取日				16.Apr.'95	24.Apr.'95	16. Apr.'95	28.Jun.'95

注： Standard (A)は飲料水基準値。 Standard (B)は健康に対する飲料水許容値。

データはRWSBによる分析値。 N.D.: 不検出

いずれも原水はいずれも水質基準 (B) (スワジランド国における健康に対する飲料水許容値) を満足している。しかしながら、これらのデータはいずれも乾季のものであり、Msumpe 地区は表流水を水源とすることから、雨季には濁りを生じる可能性がある。

(ii) ミクロスキーム

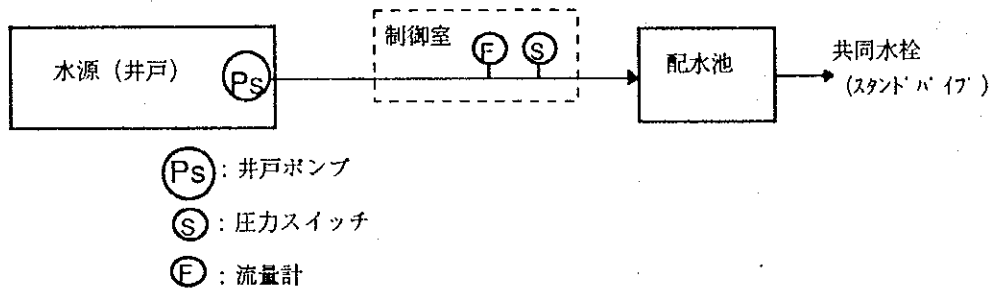
地下水の水質は一般的にはス国の飲料水の基準を満たしている。しかしながら、局所的にはフッ素や硝酸塩が基準値以上に濃集していることがあるため、井戸掘削完了後、水質分析を行い水質を確認する。なお、水質が基準値を超えた場合は、ハンドポンプの設置を行わない。

iv) 処理システム

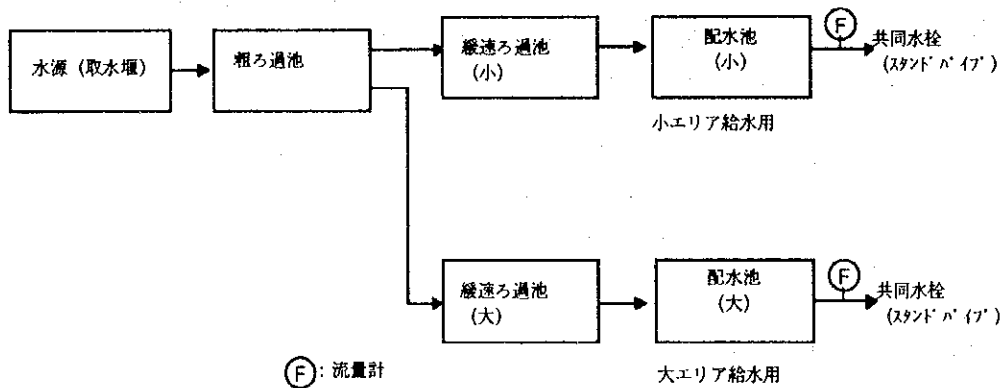
(i) マクロスキーム

地下水を水源とする Ngwazini、Bekhinkosi、Somntongo については原水はすべて水質基準 (B) (スワジランド国における健康に対する飲料水許容値) を満足していることから浄水処理は不要である。したがって、原水をそのまま給水する。なお、表流水を水源とする Msumpe 地域についてのみ、粗ろ過及び緩速ろ過処理により濁度を除去する。処理フローを次に示す。また、滅菌処理は上記水質分析結果並びに同国に於ける実績から行わないこととする。

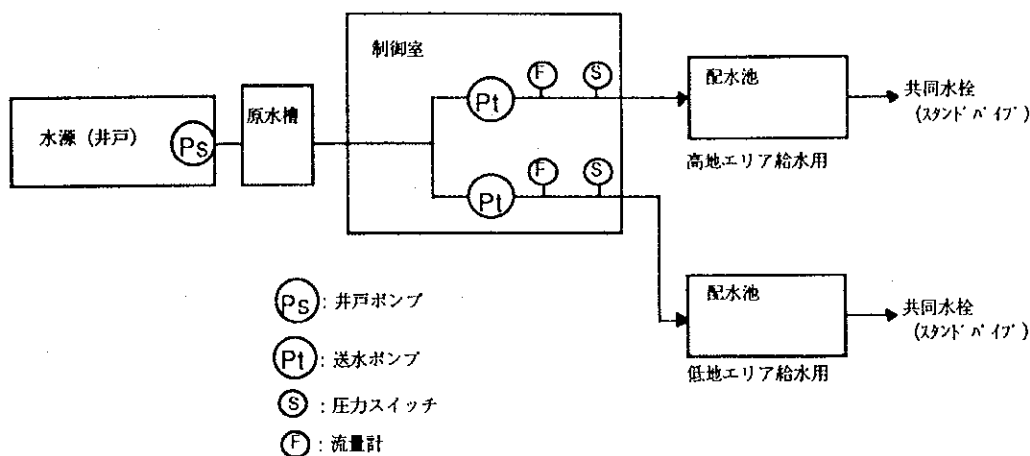
(a) Ngwazini/Bekhinkosi 地区



(b) Msumpe 地区



(c) Somntongo 地区



ii) ミクロスキーム

ハンドポンプ付き深井戸の場合、揚水した地下水をそのまま給水するため処理は行わない。



(4) 資機材調達

i) 物理探査機器・掘削リグ関連資機材

(i) 掘削リグ類

掘削対象地質は岩盤及び崩壊性のある地層等であるため、圧搾空気を利用したダウンザホール式と泥水を利用したロータリー式に適應できる型式とする。また、計画対象地域はスワジランド国全域に亘っていること、及び、未舗装道路が多いため移送時の動揺による障害を軽減するためトラック搭載式とする。

掘削能力は、標準井戸構造から 7 インチ口径のケーシングが挿入できる井戸口径にて 150 m 程度とする。

アクセサリ類は、圧搾空気・泥水利用の双方に対応できるものとする。

また、掘削リグ等関連資機材は、南アよりスペアパーツの供給が可能で、アフターサービス態勢をとりうるメーカーから選択するものとする。

(ii) トラック搭載型コンプレッサー

コンプレッサーはダウンザホール式掘削に使用するものであるため、上記リグの能力に對應したものとする。コンプレッサーは 4 × 4 以上のトラックに搭載されているか、

リグと同一トラックに搭載されているものとする。

(iii) クレーン付きトラック

井戸建設にかかる資機材の運搬・積み卸しに使用するものであり、3トンのクレーン付きの7トントラック（4×4以上）とする。

(iv) 水運搬用タンクローリー

1個所の井戸掘削期間は約1週間とみられるため、5000ℓの水運搬用タンクローリーとする。搭載するトラックは4×4以上とする。

(v) 燃料運搬用タンクローリー

要請ではタンク容量は2000ℓであったが、本計画における深井戸1本当たりの掘削に要する燃料量は、掘削リグおよびコンプレッサーを合わせて約600ℓ程度と推算される。これは、掘削リグおよびコンプレッサーを合わせた給油量にはほぼ相当する。すなわち、掘削作業中に1回の給油を行えば、1本の掘削を完了できると考えられる。したがって、タンク容量は500ℓとし、搭載するトラックは4×4のものを調達する計画とする。

(vi) ピックアップ型4WD車両・ステーションワゴン型4WD車両

ピックアップ型4WD車両は次の2種を調達するものとする。

- a. 3名の定員でかつ0.7トン程度の積載能力のあるものを1台。
- b. 6名以上の定員で、後部に荷物の積載が可能なものを1台。

ステーションワゴン型4WD車両は、職員を運搬するため5名以上の定員とする。

(vii) 揚水試験装置及び関連機器類

井戸仕上げは5インチで行われるため、これに対応した揚水ポンプ及び関連資機材とする。揚水量は各々最大6ℓ/s、4ℓ/s程度とする。

なお、揚水試験準備のために、孔内の洗浄を行う必要があるため、エアリフト装置を準備する。

(viii) 物理探査装置

対象地域の地下水は基本的には裂かに支配されている。これを効率的に探査するために、磁力探査及び電磁探査の併用が有効である。従って、物理探査機はプロトン磁力計及び電磁探査機（水平探査用及び垂直探査用）とする。また、調査地点を正確に測定することが不可欠のため、簡便に測定が可能なGPS型位置測定器を調達する。

井戸掘削後、井戸建設のためのケーシングプログラムを決定するためには、帯水層の深度および範囲を正確に把握する必要がある。これには孔内検層が必要であるため、

孔内検層器を調達する。測定項目は、比抵抗・自然電位・温度・ γ 線の4項目とする。

ii) 給水施設建設用資材

(i) マクロスキーム用建設用資機材類

本プロジェクトにおいては、マクロスキーム給水施設はすべて日本側コントラクターによって建設する計画である。従って、これら資機材類はコントラクターによって準備されるため、調達の必要はない。

これに該当する要請品目は、パイプ・継手等、セメント・鉄筋等、水中ポンプである。なお、規格は原則として SABS とする。ただし、南アでの入手が不可能であるため日本で調達する圧力配管用のパイプについては JIS 規格とする

(ii) ハンドポンプ

スワジランド国内統一して用いられている Afridev タイプのハンドポンプ（最大揚程 51m 程度）を採用する。

(iii) キャンプ用品

試掘部隊の現地露営用として 10 名程度分の装備を準備する。

(iv) ケーシング・スクリーンパイプ等

ミクロスキームは RWSB と日本側コントラクターと分担して建設する計画となるため、RWSB 分担分のミクロスキーム建設にかかる資材類を調達する。規格は SABS 準拠品とする。

iii) 分析室用資機材

Matsapha の中央分析室用の分析装置を調達するとともに、4 地域事務所にも簡易分析器を装備する。分析項目は WHO が定める 18 の水質項目とする。また、分析データのデータベース化を図るためコンピューターおよび必要なソフトウェアを調達する。

iv) ワークショップ用資機材・スペアパーツ類

- (i) 資機材の維持管理を行うワークショップ用に修理機材・工具等の資機材を調達する。
- (ii) 本計画で調達する機材類のスペアパーツは必要量を調達する。

2) 施設計画

(1) 施設計画

i) マクロスキーム

	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
1) 水源施設	ポンプ設備 (含制御室) 電気設備	ポンプ設備 (含制御室) 電気設備	取水堰	ポンプ設備 (含制御室) 電気設備
2) 導水施設	—	—	導水管	—
3) 浄水施設	—	—	粗ろ過池、 緩速ろ過設備	—
4) 送水施設	送水管	送水管	送水管	送水管 送水ポンプ
5) 配水施設	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備	配水池 付帯設備
6) 給水施設	給水管 浸透ピット	給水管 浸透ピット	給水管 浸透ピット	給水管 浸透ピット

ii) ミクロスキーム

- (i) 水源施設 : 深井戸掘削及びケーシング・スクリーン設置、井戸仕上げ
- (ii) 給水施設 : ハンドポンプ及び排水設備の設置

(2) 設計条件の検討

各給水施設の設計に当たっては次の事項を検討の上行う。

- (i) 取水施設 : 水源とする地下水及び表流水は、その水量と水質が、給水計画内容を満足するものである事を確認の上、全て既存水源を活用することとする。
- (ii) 導水施設 : 取水施設から浄水施設までの導水管は、管内圧力が低圧 (10 m 以下) となるため樹脂管 (PVC) を選定する。
- (iii) 浄水施設 : 水源からの静水頭を利用し、無動力で粗ろ過及び緩速ろ過処理が可能な位置 (高度) を選定する。また、施設建設にかかわる他の用地条件 (形状、アクセス、用地取得) を加味して選定する。
- (iv) 送水施設 : 井戸から配水池までの送水管は、管内圧力が高圧 (160 m 以上) になる部分については圧力配管用鋼管 (STPG) を、圧力が 160m 以下の部分については樹脂管 (PVC) を選定する。浄水施設から配水池までの送水管は、管内圧力が比較的低下のため導水管同様、樹脂管

(PVC) を選定する。

送水管ルートは、施工時の配慮から既設道路に沿って布設することを基本とし、管布設距離が極力短縮できるようルートを設定する。

(v) 配水施設：配水池は、当該給水地区全ての共同水栓に、最低給水圧力以上の自然流下による給水が可能な位置（高度）を選定する。また、施設建設にかかわる他の用地条件（形状、アクセス、用地取得）を加味して選定する。

(vi) 給水施設：給水管は、基本的に樹脂管（HDPまたはPVC）を使用する。但し、橋梁添加による露出配管に対しては亜鉛メッキ管（GS）を使用する。なお、道路及び河川横断時は、コンクリート製または、樹脂製の保護管内に布設する。共同水栓は、各戸から最大でも 300m 程度以内の距離になるよう配置する。また、位置の設定は、水運搬の作業負荷を低減するため、水汲み後の移動が「下り坂」になるように極力配慮する。

(3) 施設配置計画

各給水地域の施設配置計画は、基本設計図面（図面番号 1～5）に示すとおりである。

(4) 施設基本設計

i) 基準・規格

(i) 全体

施設設計及び建設工事に適用する基準・規格は、南アフリカ共和国規格（SABS）、ISO、または同等規格とする。なお、配管材料のうち、高密度ポリエチレンパイプ（HDP）、塩化ビニールパイプ（PVC）及び亜鉛メッキ鋼管（GS）は、南アフリカ共和国（SABS）規格を適用する。

(ii) 土木工事

基本設計条件：基本設計条件は、日本国内基準を適用する。詳細内容は、添付資料 5. (3) 「土木基本設計条件書」を参照。

構造物仕様：配水池築造は、貯留容量により次の通りとする。

120 m³ 以下：コンクリートブロック＋セメントモルタル（RWSB 標準）

121 m³ 以上：鉄筋コンクリート製

(iii) 建築工事

基本設計条件：水源施設の操作制御用設備を収納するコントロールハウスは、RWSB 標準とする。

ii) 施設設計条件

(i) 取水施設

井戸ポンプの1日の平均運転時間は、20 時間以下とする。予備機は、Ngwazini, Bekhinkosi の2 地域は共通予備として1台、また、Somntongo 地域は専用予備として1台、RWSB の倉庫に保管する。操作は、コントロールハウス内に設置する制御操作盤により「手動」でスタートし「自動」で停止する。ただし Somntongo では、配水池までの必要揚程が 250m 以上となり井戸ポンプの性能上から、送水ポンプを中間に設け配水池まで揚水する。そのため井戸ポンプのスタート及び停止は「自動」で行う。

各地域水源施設の配置条件は、次の通りである。

項目	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
位置		既設道路に面している	既設道路から約50 mの所	既設道路から約 400 mの所	既設道路から約 200 mの所
設置高度	m	699.6	672.5	760.5	230
アクセス		良好	良好	要道路新設	要道路新設
電源供給		あり	あり	不要	あり
		380v x 50Hzx3p	380v x 50Hzx3p		380v x 50Hzx3p

(ii) 導水施設

本施設は、Msumpe 地域にのみ該当する。

取水施設から浄水施設までの導水管は、自然流下で管内圧力が 10m 程度のため樹脂管 (PVC) を使用する。

管径は、日最大水量を1日 24 時間平均して導水でき、その管内流速は、0.6 m/sec 程度となるよう管径を設定する。

管は全て地中埋設を原則とする。土被りは、道路横断、河川横断及び畑内布設配管が 1.2m、その他は、0.6 m を基準とする。

(iii) 浄水施設

本施設は、Msumpe 地域にのみ該当する。

基本設計条件は次の通りとする。

[処理系統]：粗ろ過池は1池、緩速ろ過池は1池当たりの処理能力が、計画給水量である容量の施設を維持管理の観点から2池設ける。給水は、給水区域の立地条件から1) 全体計画の項で示した通り2地区に分けて実施することから、緩速ろ過池以降の施設は、2系統となる。

[粗ろ過池]：設置位置は、取水堰に隣接して設ける。貯留時間は、RWSB 基準から7時間とする。捕捉物質の除去及び排出は、手作業で行う。

[緩速ろ過池]：設置位置は、自然流下で各々の地区に給水できる高度、かつ配管ルート上の合理性を加味して設定する。設置数は、前記の通り 2 系列とし、1 池予備とする。ろ過機能の回復は、ろ過砂表面を手作業で掻き取ることにより行う。

(iv) 送水施設

基本設計条件は次の通りとする。

[管種]：井戸または送水ポンプから配水池までの送水管は、ポンプにより揚水するため管内圧力が、比較的高圧になる。そのため、圧力に応じ樹脂管 (PVC：圧力 160m 以下) または圧力配管用鋼管 (STPG：圧力 160m 以上) を選定する。浄水施設から配水池までの送水管は、自然流下で管内圧力が比較的低圧のため導水管同様、樹脂管 (PVC) を選定する。

[管径]：日最大水量を 1 日 24 時間平均して送水でき、その管内流速は、1 m/sec 程度でかつ管圧力損失とポンプ動力量とを勘案して管径を設定する。

[管土被り]：管は全て地中埋設を原則とする。土被りは、道路横断、河川横断及び畑内布設配管が 1.2 m、その他は、0.6 m を基準とする。

[送水ポンプ(Somntongo 地域のみ該当)]：1 日の平均運転時間は、20 時間以下とする。予備機は、据付け予備として 1 台設ける。操作は、コントロールハウス内に設置する制御操作盤により「手動」でスタートし「自動」で停止する。

[ウォーターハンマーからの管の保護]：Parmakian の水撃作用計算図より検討結果は、次の通りである。従って、下記管内圧力に対応した管種を選定する。詳細は、添付資料 5. (4) 「施設設計計算書」を参照。

Ngwazini：最高管内圧 8.0kg/cm²、水撃防止用逆止弁設置

Bekhinkosi：最高管内圧 6.0kg/cm²、水撃防止用逆止弁設置

Somntongo：A 系統：最高管内圧 15kg/cm²、水撃防止用逆止弁設置

Somntongo：B 系統：最高管内圧 36kg/cm²、水撃防止用逆止弁設置

(v) 配水施設

基本設計条件は次の通りとする。

配水池容量は、水消費量の時間変動及びポンプ等水道施設故障時の対応を配慮し、且つ類似事例から貯留時間を設定する。配水池の水位コントロールは、水源からの同池内送水管末端部に設置するフロートバルブ (ボールタップ) により行う。配水池の配置条件は、次の通りである。

項目	単位	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
位置		丘陵地頂上	丘陵地頂上	丘陵地頂上	丘陵地頂上
現況		草地	草地	草地	低密度の山林
アクセス		良好	良好	一部道路新設要 (問題なし)	道路新設要 (問題なし)
設置高度	m	+749.3	+701.5	小 +750.0 大 +632.5	小 +326.0 大 +465.0

(vi) 給水施設

給水地域の現況は、次の通り。

項目	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
現況	丘陵地	同左	同左	同左
パイプルート	極力既設道路沿いに布設	同左	同左	同左
地図の有無	縮尺 1:5000	同左	同左	同左
アクセス	良好	同左	同左	やや不良 (岩が多い)

基本設計条件は次の通りである。

[管種]: 配水池から共同水栓までの給水は、すべて自然流下で行う。使用する管種は、給水量、管内圧力及び配管ルート上の土地使用条件により次の通り選定する。

- 管径 40 mm 以下: HDP (高密度ポリエチレンパイプ)
- 管径 50 mm 以上: PVC (塩化ビニールパイプ)
- 露出配管 (橋梁添加): GS
- 道路横断時保護管: CP (鉄筋コンクリート管)
- 河川横断時保護管: PVC [コンクリートブロック付]

[管径]: 「時間最大水量」を送水でき、その管内流速は 1 m/sec 程度でかつ共同水栓での最低給水圧力が 5 m 以上確保出来るよう管径を設定する。

[管土被り]: 管は全て地中埋設を原則とする。土被りは、道路横断、河川横断及び畑内布設配管が 1.2 m、その他は、0.6 m を基準とする。ただし、河川横断時に既設の橋を利用する場合は、橋に沿って露出配管 (橋梁添加) とする。

[管内圧力調整]: 管内圧力が使用管種の許容圧力以上となる場合には、減圧タンクの設置により圧力調整する。

[浸透ピット]: 共同水栓からの排水は、浸透ピットを経て地下浸透させることを原則とする。

iii) 施設設計

(i) 取水施設

取水施設の仕様は下表の通りである。仕様決定根拠は、添付資料 5. (4) 「施設設計計

算書」を参照。

マクロスキーム

名称	項目	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
井戸	数量	1	1	-	1
	深さ (m)	60	55	-	88
	口径 (mm)	135	100	-	
	取水可能量	3.0 l/sec	4.0 l/sec	-	3.3 l/sec
	地表面高度(GL)	+699.6	+672.5	-	+230.0
	静水位	GL -29.8	GL -18.6	-	GL -5.4
	動水位	GL -37.6	GL -20.6	-	GL -11.2
	特記事項	既設	既設	-	既設
取水堰	数量	-	-	1	-
	取水可能量	-	-	2 ~ 3 l/sec	-
	寸法(幅x高さ)	-	-	5m x 0.5m	-
	標高(GL)	-	-	+760.5	-
	特記事項	-	-	Collection Box 付	-
井戸ポンプ	数量	2 (内1台予備)	1	-	2 (内1台予備)
	型式	水中ポンプ	水中ポンプ	-	水中ポンプ
	揚水量 (l/min)	165 (2.8 l/s)	165 (2.8 l/s)	-	189 (3.2 l/s)
	揚程 (m)	100	100	-	30
	口径 (mm)	50	50	-	50
	主材質	鋳鉄/ステンレス	鋳鉄/ステンレス	-	鋳鉄/ステンレス
	電動機容量(kw)	5.5	5.5	-	3.7
	電動機電源	380v x 50Hz x 3p	380v x 50Hz x 3p	-	380v x 50Hz x 3p
	付属品	弁類、流量計 圧力スイッチ	弁類、流量計 圧力スイッチ	-	弁類
	特記事項	予備機は倉庫予備としNgwazini/ Bekhinkosiとの共通予備			-

マイクロスキーム

名称	項目	内容
井戸	数量	75本
	深さ	50~100m
	ケーシング口径	110mm

マイクロスキームの井戸構造は図3-1を参照。

(ii) 導水施設

設備仕様：取水点～粗ろ過池から緩速ろ過池までの導水管

項目	取水点～粗ろ過池	粗ろ過池～ろ過池 (小)	粗ろ過池～ろ過池 (大)
管種	PVC	PVC	PVC
管径 (mm)	65	50	50
管長 (km)	0.01	0.1	10.1

(iii) 浄水施設

浄水施設の仕様は下表の通りである。仕様決定根拠は、添付資料 5. (4) 「施設設計計算書」を参照。

名称	項目	共用	小エリア用	大エリア用
粗ろ過池	数量	1	0	0
	型式	矩形半地下式	-	-
	容量 (m ³)	21	-	-
	貯留時間 (Hr)	7	-	-
	主寸法 (m)	12.0L×1.9W×1.2H	-	-
	材質	鉄筋コンクリート	-	-
	付属品	排水管	-	-
緩速ろ過池	数量	0	2 (内1池予備)	2 (内1池予備)
	型式	-	円形	円形
	ろ過面積 (m ²)	-	2.7	15.4
	ろ過速度 (m/d)	-	4	4
	主寸法 (m)	-	φ1.9×2.85H	φ4.5×2.85H
	材質	-	コンクリートブロック	コンクリートブロック
	付属品	-	集水管	集水管

(iv) 送水施設

送水施設の仕様は下表の通りである。仕様決定根拠は、添付資料 5. (4) 「施設設計計算書」を参照。

名称	項目	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
原水槽	数量	-	-	-	1
	型式	-	-	-	同筒地上式
	容量 (m3)	-	-	-	5
	貯留時間 (分)	-	-	-	15
	主寸法	-	-	-	φ 1.7m×2.9mh
	材質	-	-	-	コンクリートブロック
	付属品	-	-	-	レベルスイッチ
送水ポンプ	数量	0	0	0	3 (内1台予備)
	型式	-	-	-	横軸多段渦巻
	揚水量 (l/min)	-	-	-	141×2台, 48×1台
	揚程 (m)	-	-	-	245×2台, 110×1台
	口径 (mm)	-	-	-	50×2台, 40×1台
	主材質	-	-	-	FC/BC
	電動機容量 (kw)	-	-	-	15×2台, 3.7×1台
	電動機電源	-	-	-	380v*50Hz*3p
	付属品	-	-	-	弁類、圧力スイッチ
	送水管	管種	PVC	PVC	PVC
管径 (mm)		100	80	50	125, 100
管長 (km)		0.8	1.1	1.1	7.5
最大管内圧(m)		70	45	15	360

(v) 配水施設

配水施設の仕様は下表の通りである。仕様決定根拠は、添付資料 5. (4) 「施設設計計算書」を参照。

名称	項目	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
配水池	数量	1	1	2	2
	型式	矩形地上式	矩形地上式	円筒地上式	矩形地上式& 円筒地上式
	容量 (m3)	300	170	70&20	265&90
	貯留時間 (日)	1.5	1.5	1	1.5
	主寸法 (m)	12.4 x 12.4 x 2.8 h	9.5 x 9.5 x 2.8 h	φ6.4 x 2.8h φ3.8 x 2.4h	11.7 x 11.5 x 2.8h φ7.2 x 2.7 h
	材質	鉄筋コンクリート	鉄筋コンクリート	コンクリートブロック	鉄筋コンクリート& コンクリートブロック
	付属品	水位計、フロート弁	水位計、フロート弁	水位計、フロート弁	水位計、フロート弁

(vi) 給水施設

給水施設の仕様は下表の通りである。仕様決定根拠は、添付資料 5. (4) 「施設設計計算書」を参照。

マクロスキーム

名称	項目	Ngwazini	Bekhinkosi	Msumpe	Somntongo
給水管	管径 (mm)	20 ~ 125	20 ~ 80	20 ~ 65	20 ~ 100
	管長 (km)	34.9	19.4	18.8	36.2
共同水栓	数量	60	32	32	40
	最大給水量/台	9.0 l/分	9.0 l/分	9.0 l/分	9.0 l/分
	口径(mm)	20	20	20	20
	材質	亜鉛メッキ鋼管	亜鉛メッキ鋼管	亜鉛メッキ鋼管	亜鉛メッキ鋼管
	付属品	ゲートバルブ バルブチャンバー 浸透ビッド	ゲートバルブ バルブチャンバー 浸透ビッド	ゲートバルブ バルブチャンバー 浸透ビッド	ゲートバルブ バルブチャンバー 浸透ビッド

ミクロスキーム

名称	項目	内容
ハンドポンプ (Afridev)	数量	75
	最大給水量/台	0.2 l/s
	最大揚程	51m
	付属品	浸透ビッド