

国際協力事業団

No. 1

マリ共和国

鉱山エネルギー水利省

マリ共和国
カチ地区給水計画
基本設計調査報告書

平成7年3月

JICA LIBRARY



J 1127934(6)

住鉱コンサルタント株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ

無調一

0-11(2)

95-082



1127934 [6]

国際協力事業団

マリ共和国

鉱山エネルギー水利省

マリ共和国

カチ地区給水計画

基本設計調査報告書

平成7年3月

住鉱コンサルタント株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ

序 文

日本国政府は、マリ共和国政府の要請に基づき、同国のカチ地区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6年10月23日から11月23日まで同事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課の木野本浩之を団長とし、住鉱コンサルタント株式会社、株式会社三祐コンサルタンツ共同企業体の団員から構成される基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マリ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、同事業団無償資金協力調査部基本設計調査第一課の朝倉譲を団長として平成7年2月20日から同月27日まで実施された報告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3月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎

伝 達 状

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

今般、マリ共和国におけるカチ地区給水計画基本設計調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

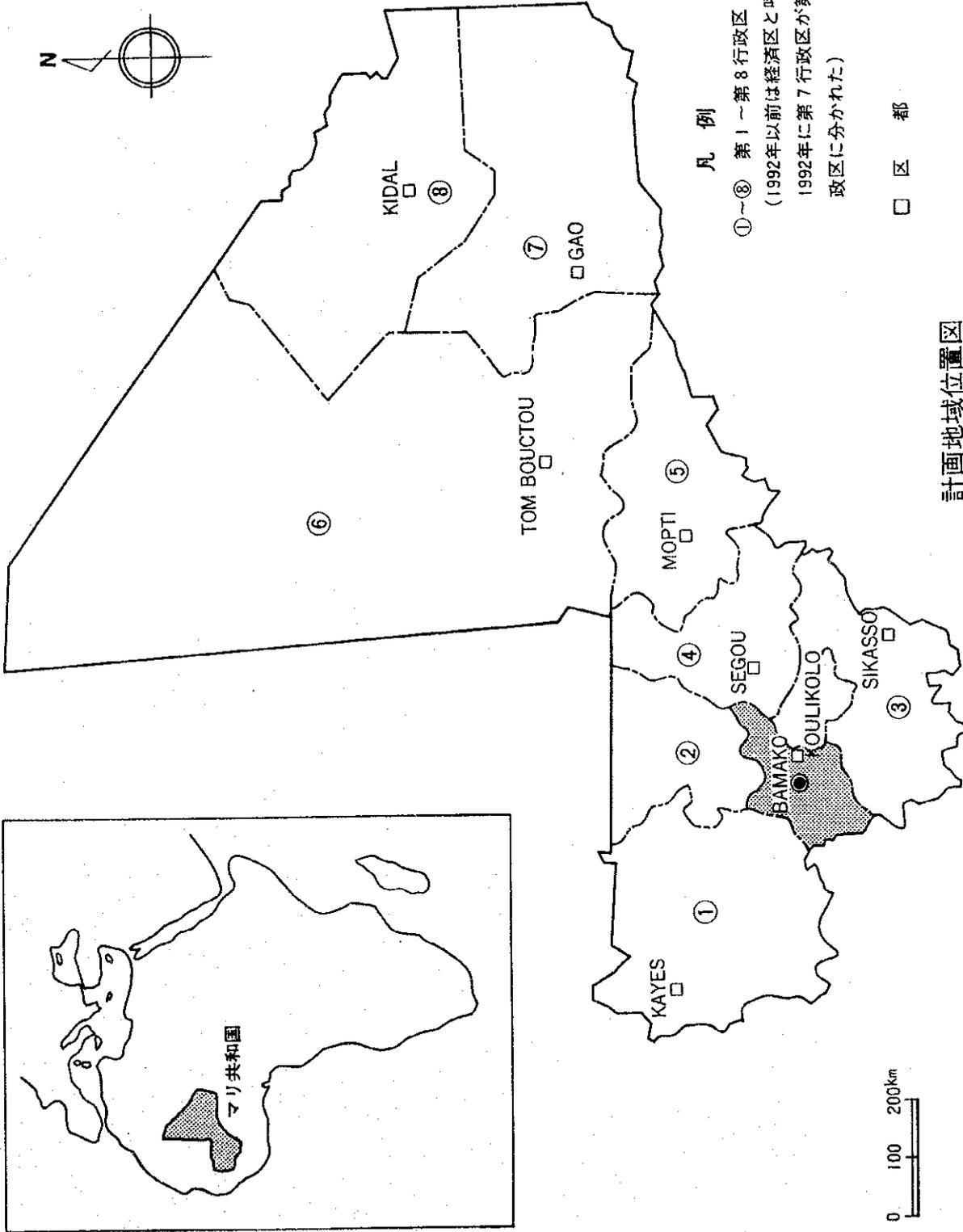
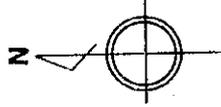
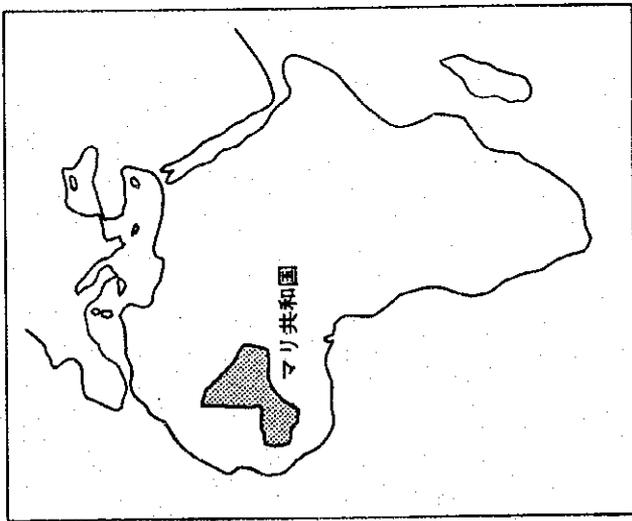
本調査は、貴事業団との契約に基づき、弊社が、平成6年10月17日より平成7年3月28日までの5.5 か月間にわたり実施して参りました。今回の調査に際しましては、マリの現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組に最も適した計画の策定に努めてまいりました。

尚、同期間中、貴事業団を始め、外務省関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、御礼を申し上げます。またマリにおける現地調査期間中は、鉱山エネルギー水利省水利エネルギー局、JICAセネガル事務所、在セネガル日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成7年3月

住鉱コンサルタント株式会社
株式会社三祐コンサルタンツ共同企業体
マリ共和国
カチ地区給水計画基本設計調査団
業務主任 篠田 晃一



凡例

①~⑧ 第1~第8行政区

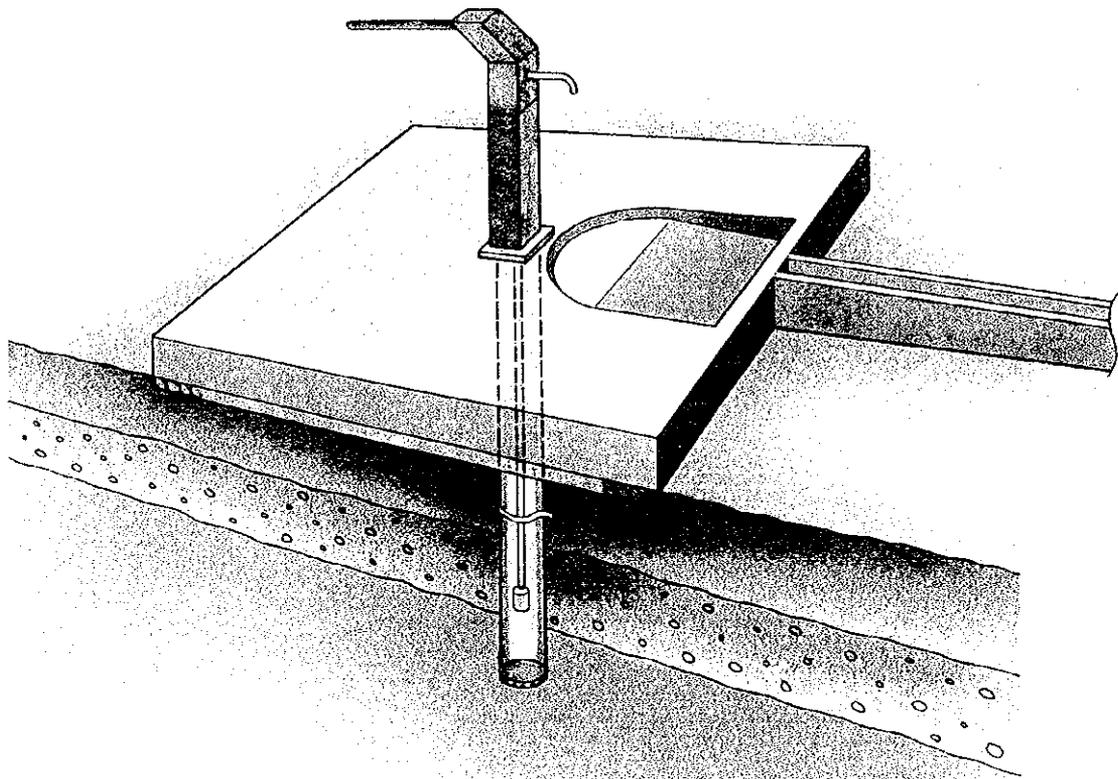
(1992年以前は経済区と呼称されていた。
1992年に第7行政区が第7及び第8行
政区に分かれた)

□ 区 都

計画地域位置図

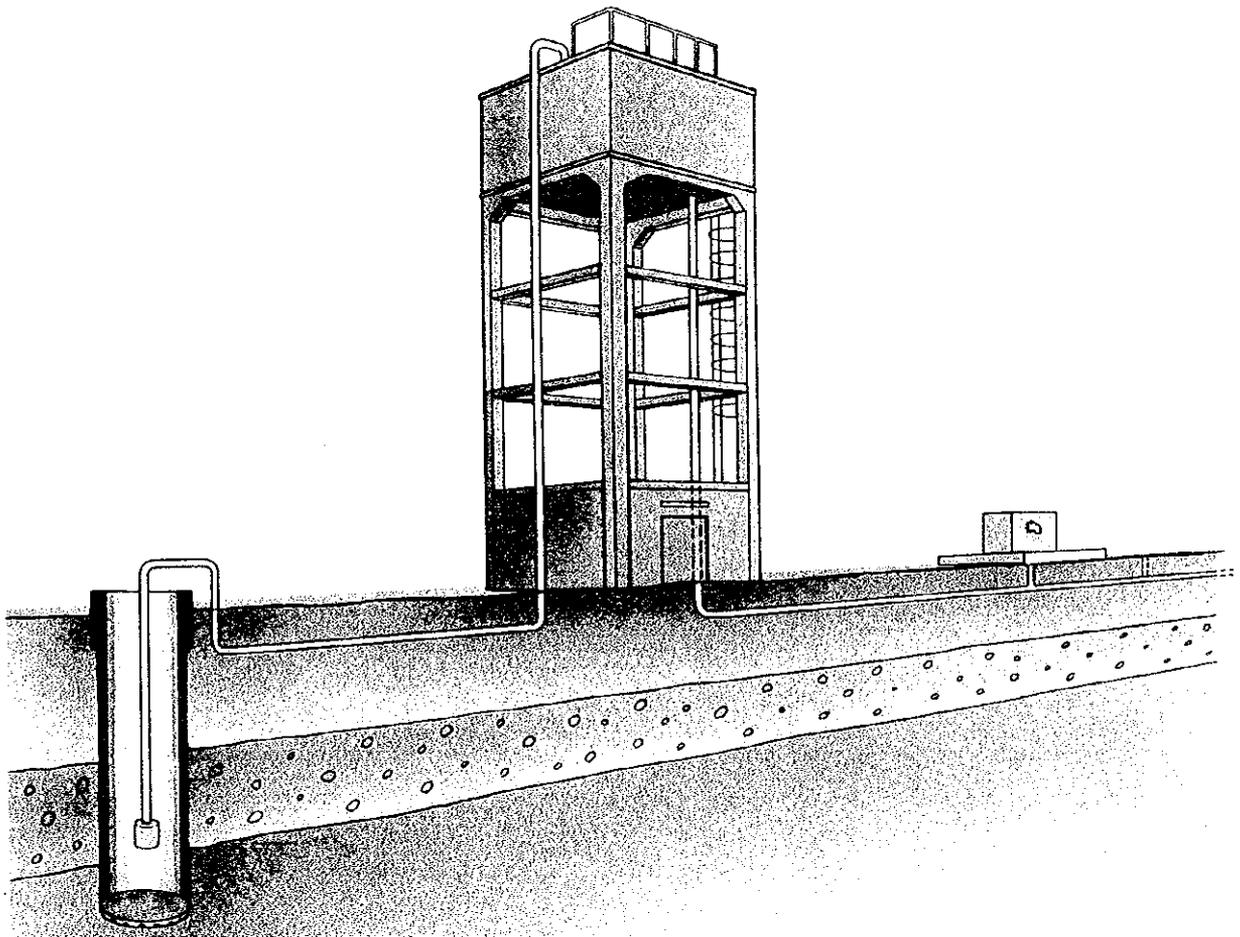
給水施設完成予想図

ハンドポンプ給水施設



給水施設完成予想図

小規模水道給水施設



要 約

マリ国は西アフリカ、サハラ砂漠の南側にあり、北はモーリタニア、アルジェリア、東はニジェール、西はセネガル、南をブルキナ・ファソ、象牙海岸、ギニアと7ヶ国に囲まれた内陸国である。国土面積は124万km²、1993年現在の推定人口は887万人である。

これらの広大な国土では南部の一部を除いて雨量が少なく、全土の2/3は砂漠または半砂漠で、国の中央部を流れるニジェール河及びセネガル河沿岸を除く国土の大部分は慢性的な水不足に悩まされている。さらに近年慢性化しつつある早ばつの影響で農業生産の減少、農村住民の離村、砂漠化の進行が起り、水資源確保及びその開発は早急に解決すべき国家的課題となっている。そのためマリ国政府は「水資源5か年計画(1987~1991)」において、長期的な飲料水の確保を国家開発の重要な課題の一つとしてきた。

これらの状況を踏まえて「マリ水資源開発M/P(1990年)」を策定したが、マリ国政府の財政事情から、独自でこの計画を達成することは不可能であり、同国政府は国際機関や先進国に経済援助を要請している。

この中でわが国は、マリ国政府の要請に基づき、同国の第7行政区において給水計画に対する無償資金協力を実施しており、今般マリ国政府は首都のある第2行政区のパマコ市周辺の給水計画を日本国政府の無償資金協力により実施することを要請してきた。

これを受けて日本国政府は事前調査の実施を決定し、国際協力事業団が1994年5月に調査団を同国に派遣した。

事前調査の結果、マリ国による3地区(カチ、クリコロ、カンガバの各県)給水計画の要請内容は、一度に3地区の計画を進めるのではなく、2段階に分け、第一段階としてカチ県を対象とし、このステージが完了後第2段階へ移行することを希望していることが判明した。人口密度の高いパマコ市周辺のカチ県においては、これまでイタリア政府が地下水開発計画を1986年から1993年にかけて実施してきたにもかかわらず、多くの村落ではいまだに、衛生的な生活用水の確保が不十分であることが判明し、そのために本計画は緊急性と裨益効果が高いことを確認した。

事前調査の結果に基づき、日本国政府は本計画に関する基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団は計画の効果、無償資金協力案件としての妥当性を検証するとともに、本計画の実施に必要なかつ最適な内容・規模等につき基本設計を行うことを目的として、基本設計調査団を平成6年10月23日から同年11月23日までマリ国に派遣した。

調査団は、要請の背景及び内容について、先方政府関係者と協議を行うとともに、給水設備の現状と関連諸計画についての情報及び必要資料の収集、既存施設の現況等の調査を実施した。ま

た現地では、対象村落での電気探査、水質調査を行い、施設設計に必要な水理・地質状況等を把握した。帰国後、調査団は現地調査の結果を踏まえ、計画の内容及び規模について検討するとともに、調査収集資料等の詳細解析を行ない、以下に示す計画を策定した。

1. ハンドポンプ付管井の建設

23か村に対するハンドポンプ付き管井の建設を40か所、同じく小規模給水施設の建設を要請してきた7村落の内6か村は21本のハンドポンプ付管井の建設に変更し、合計61本の協力内容とする。

2. 小規模給水施設の建設

小規模給水施設の建設対象として当初要請した村落は7か村であるが、①カラバンコロ以外の6か村は、他ドナーより供与された多くのハンドポンプ付き管井をもち有効に利用している、しかし、カラバンコロには公共的なハンドポンプ付管井がない。②要請対象地域は、水理地質的に帯水層の地下水賦存量（岩盤層の裂か水及び風化帯中の地下水）が少ないと判断されるが、カラバンコロはニジェール川の氾濫源堆積物の分布域に揚水量の多い井戸を設置できる可能性が高い。以上の理由からカラバンコロ1か村を施設建設対象とした。

3. 資機材調達

－ステーションワゴン	1台
－ハンドポンプ	61台
－小規模給水施設用発電器・水中モーターポンプ	1式
－給水塔配水管、共同水栓用機材	1式
－電気探査装置	1台
－孔井検層装置	1台
－上記機材・設備用部品	1セット
－簡易水質分析器	1セット
－電気伝導度計	1台
－PHメーター	1台

平成7年2月に調査団を派遣しドラフト報告書の説明を行った結果、マリ国側は小規模給水施設建設を要請した7か村のうち6か村をハンドポンプ付き管井建設へ変更した本計画については、マリ国の国家給水計画に合わないことを理由に協力要請を取り下げた。そのため、この6か村におけるハンドポンプ付き管井の建設を本計画の協力対象から除外することとした。

最終的に決定した計画数量は次の通りである。

1. ハンドポンプ付き管井建設工事

下記の行政郡の対象村落で、ハンドポンプ付き管井の建設工事を行なう。

行政郡	対象村落	ハンドポンプ付管井建設数
カチセントラル	3	5
バギンダ	5	9
サナンコロバ	5	6
ウェルスブーゲー	3	5
クールバ	3	7
シビ	4	8
計	23	40

2. 小規模給水施設の建設

カラバンコロ ……… 1か所

3. 資機材調達

資機材調達は、上記6か村の協力要請が取り下げられたことから、ハンドポンプは40台に変更し、その他は計画通り。

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、両国の分担範囲は次のとおりとすることが妥当である。

・日本側分担範囲

- ・ハンドポンプ付き管井40本の建設
- ・小規模給水施設1ヶ所の建設
- ・支援車両、管井工事用資機材の調達
- ・本計画に係るコンサルタント業務

・マリ側分担範囲

- ・資機材に対するマリ国の関税及びその他の税の免税、及び輸入許可
- ・さく井建設での現地業者下請け工事に対する付加価値税の免除
- ・資機材の管理及び効果的運用の保証
- ・調達資機材の本計画への提供
- ・コンサルタントが施工監理を円滑に実施するための事務所の提供
- ・井戸建設用地の無償提供
- ・完成した井戸及び小規模給水施設の維持管理とその啓蒙活動

・本計画を円滑に実施するために必要なその他の措置

本計画は、上記の工事量等を勘案して1期にて実施することが妥当と判断される。

この計画のマリ国側実施機関は、鉱山エネルギー水利省の管轄下にある水利エネルギー局がある。当水利エネルギー局は、これまでに我が国の無償資金協力事業の経験と同システムに対する十分な理解があり、本計画を遂行するために必要な職員を提供できる。

本計画に必要な事業費は、全体で3億円と見積られる。またマリ国側負担分は5百万FCFA（約1百万円）である。

本計画の実施による効果は次のとおりである。

直接的効果

1) 生活用水の確保

給水対象村落の人口は79,000人であり、行政郡区の給水普及率は本計画の実施により下表に示すように向上できる。

行政郡	人口	給水人口		給水率(%)	
		計画前	計画実施後	計画前	計画実施後
カチセントラル	5,436	2,400	4,400	44	81
バギンダ	15,923	10,800	14,400	68	90
サナンコロバ	12,400	7,600	10,000	61	81
ウェルスブーデー	16,731	13,200	15,200	79	91
クールバ	10,650	6,400	9,200	60	86
シビイ	13,215	6,400	9,600	48	73
カラバンコロ	5,000	0	2,500	0	50
計	79,355	46,800	65,300	59	82

2) 保健・衛生条件の向上

水に起因する下痢、内臓疾患、眼疾及びギニア・ウォーム等の寄生虫症の減少が期待できる。

3) 水汲み労働の軽減

間接的効果

就学率の向上 女性や子供の水汲み労働の軽減は、その時間で学校に通うことも可能となり、結果的には就学率と識字率の向上に結びつく。

以上のことから、本計画は日本の無償資金協力事業として実施することが妥当であると判断される。

本計画の実施にあたり、マリ国側への提言は以下のとおりである。

(1) ハンドポンプ付管井の維持管理

ハンドポンプ付管井を有する村落において水管理委員会がポンプの維持管理に関して中心的な役割を果たしていることが確認されたが、活動状況は必ずしも満足のいく内容ではなく、以下の問題点の改善が求められる。

- 1) 水汲み労働の中心である女性の委員が少なく、またメンバーであっても有名無実の役職についている。
- 2) ポンプが故障した場合に、村落で対応できる人材が不足している。
- 3) 村落によっては月々の水利用料金が100FCFA/家族と少なく、大きな故障に対応できない。

このような問題点を考慮して更に水管理委員会のより強力な体制作りについて、DNHEの強力な指導が必要と考える。

(2) 啓蒙活動の早期実施

小規模給水施設の建設が計画されているカラバンコロは現在、公共給水施設はなく、水管理委員会はまだ設立されていない。しかし、小規模給水施設については、ハンドポンプ付管井以上に複雑な機材が加わり、常時燃料費の支出が伴うなど、施設の維持管理運営には困難さが伴う。

DNHEはE/N締結後ただちに啓蒙活動を開始し、維持管理に係る住民との合意を取り付け、強力な水管理委員会の組織化を図る必要がある。

目 次

計画位置図

給水施設完成予想図（ハンドポンプ給水施設）

給水施設完成予想図（小規模給水施設）

要約

目次

図表リスト

巻末資料

略語一覧

第1章 要請の背景	1
1-1 要請の経緯	1
1-2 要請の概要・主要コンポーネント	1
第2章 調査の概要	5
2-1 調査の概要	5
2-2 村落サンプル調査	5
2-3 電気探査	8
2-4 水理地質調査	10
2-5 水質調査	13
2-6 機材調査	14
2-7 社会配慮 W I D 調査	14
2-8 給水施設の維持管理	15
2-9 ローカルコントラクター実態調査	18
第3章 プロジェクトの周辺状況	20
3-1 当該国の社会・経済事情	20
3-1-1 一般概況	20
3-1-2 社会経済	20
3-1-3 保健衛生	20
3-2 当該セクターの開発計画	22
3-2-1 上位計画	22
3-2-2 財政事情	23
3-2-3 当該セクターの組織体制	26
3-3 他の援助国・国際機関等の計画	28

3-4	我が国の援助実施状況	31
3-5	プロジェクトサイトの状況	32
3-5-1	自然条件	32
3-5-2	地形・地質	33
3-5-3	水理地質	34
3-5-4	給水事情	37
3-5-5	水因性疾病	39
3-5-6	教育事情	39
第4章	プロジェクトの内容	42
4-1	プロジェクトの基本構想	42
4-1-1	協力の方針	42
4-1-2	要請内容の検討	42
4-2	プロジェクトの目的・対象	48
4-3	プロジェクトの実施体制	48
4-3-1	組織・要員	48
4-3-2	予算	49
4-3-3	維持管理計画	50
4-4	プロジェクトの最適案に係る基本設計	51
4-4-1	設計方針	51
4-4-2	設計条件の検討	53
4-4-3	基本計画	55
4-5	施工計画	61
4-5-1	施工方針	61
4-5-2	建設事情及び施工上の留意事項	63
4-5-3	施工監理計画	64
4-5-4	資機材調達計画	65
4-5-5	実施工程	66
4-6	概算事業費	69
4-7	技術協力・他ドナーとの関係	70
第5章	プロジェクトの評価と提言	72
5-1	裨益効果	72
5-2	妥当性に係る実証・検証	73
5-3	提言	73

図表リスト

鉾山エネルギー水利省組織図	26
水利エネルギー局組織図	27
図 4-1-1 計画対象サイト位置図	43
図 4-4-1 標準掘削断面図	57
図 4-4-2 ハンドポンプ付帯施設標準構造図	58
図 4-4-3 小規模給水施設概略図	60
表 2-3-1 地質、帯水層と比低坑値	9
調査地の帯水層	11
郡別・地質別風化帯及び井戸深度	12
郡別井戸成功率、掘削深度、静水位及び揚水量	13
計画内容と計画予算	23
マリ水資源開発P/M (1991) の計画と予算	24
表 3-2-1 「1992-2001年戦略と計画」の計画と予算	25
表 3-3-1 主要国別・主要国際機関別援助額	29
表 3-3-2 外国援助機関の実施プロジェクト	30
表 3-4-1 わが国のマリ国での地下水開発プロジェクトの援助実績	31
バマコ市、カチ、クリコロの月間降水量	32
バマコ市の月平均気温	32
表 3-5-1 マリの地質層序と本調査地域での分布状況	33
表 3-5-2 マリの主な帯水層	35
調査対象村落の既設管井掘削記録による風化帯深度及び井戸深度	35
花崗岩と変成岩地域の水理地質	36
表 3-5-3 管井さく井実績	36
表 3-5-4 行政区毎の給水状況	38
表 3-5-5 罹病数変動状況 ガオ地区	40
表 3-5-6 罹病数変動状況 クリコロ地区	41
表 4-1-1 管井施設対象村落	45
DNHEの保有掘削機	49
DNHEの予算及びMMEHの特別予算	49
対外援助に対するMMEHの特別予算	50
表 4-4-1 管井さく井工事の作業項目別仕様	56
表 4-4-2 小規模給水施設設置作業項目別仕様	59

巻末資料

調査団の構成、現地調査日程及び主要面談者リスト

1. 調査団リスト
2. 現地調査日程
3. 主要面談者リスト

議事録（基本設計調査）

議事録（ドラフト報告書説明調査）

添付資料

国勢一般事項 1995, 01 (1/2, 2/2)

付図・付表

- | | |
|-----------|-----------------------|
| 付図-1~11 | 電気探査測定結果 |
| 付図-12 | 比抵抗解析断面位置図 |
| 付図-13、14 | 電気探査解析結果断面図 |
| 付図-15 | 地下10mの比抵抗分布図 |
| 付図-16 | 地下30mの比抵抗分布図 |
| 付図-17 | 地下50mの比抵抗分布図 |
| 付図-18 | 計画地域地質図 |
| 付図-19 | スーダン - サヘル気候帯の水理地質断面図 |
| 付表-1-1~3 | 既設井戸資料 |
| 付表-2 | カチサークル適性井戸数検討表 |
| 付表-3 | カチサークル水質試験結果表 |
| 付表-4-1、-2 | 対象村落聞き込み調査結果一覧表 |
| 付表-5 | 小規模給水施設維持管理費用検討 |

カンントリーデータ

文献リスト

略 語 — 覧

AfDB	(African Development Bank)	アフリカ開発銀行
AfDF	(African Development Fund)	アフリカ開発基金
BADEA	(Banque Arabe pour le Developpement Economique en Afrique)	アフリカ経済開発アラブ銀行
B/D	(Basic Design)	基本計画
BID	(Banque Islamique de Developpement)	イスラム開発銀行
BOAD	(Banque Ouest-Africaine de Developpement)	西アフリカ開発銀行
BND	(Budget National d'Equipement)	国家施設予算
CEAO	(Communauté Economique de l'Afrique de l'Ouset)	西アフリカ経済共同体
CIDA	(Canadian International Development Agency)	カナダ国際開発庁
C/P	(Counterpart)	協力対象者
D/D	(Detail Design)	詳細設計
DECADE	(The International Drinking Water Supply and Sanitation Decade)	国際水と衛生の10年
DNHE	(Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie)	水利エネルギー局
DNOP	(Direction Nationale Operation Puit)	井戸作業局
E/N	(Exchange of Notes)	交換公文
FCFA	(Franc de la Communauté Financière Africaine)	アフリカ財務機構のフラン
FED	(Fonds Européen de Developpement)	ヨーロッパ開発基金
F/S	(Feasibility Study)	フィージビリティ調査
GTZ	(Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit)	ドイツ技術協力公社
IBRD	(International Bank for Reconstruction and Development) = World Bank	国際復興開発銀行 (世界銀行)
IDA	(International Development Association)	国際開発協会 (第二世銀)
IMF	(International Monetary Fund)	国際通貨基金
KFD	(Kuwait Fund for Development)	クウェート開発基金
FfW	(Kredit-Anstalt für Wieder-Aufbau)	ドイツ復興銀行
MDRH	(Ministère du Developpement Rural et le l'Hydraulique)	地方開発水利省
MMEH	(Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique)	鉱山エネルギー水利省
M/P	(Master Plan)	マスタープラン
NGO	(Non-Governmental Organization)	非政府系組織
OUA	(Organization of African Unity)	アフリカ統一機構
ODA	(Official Development Assistance)	政府開発援助
OPEC	(Organization of Petroleum Exporting Countries)	石油輸出国機構
SAP	(Structural Adjustment Plan)	構造調整計画
UNDP	(United Nations Development Program)	国連開発計画
UNICEF	(United Nations International Children's Emergency Fund)	国連国際児童緊急基金
WHO	(World Health Organization)	世界保健機構

第1章 要請の背景

1-1 要請の経緯

マリ国は日本の約3.2倍の国土を持つ西アフリカの内陸国家であるが、国土の2/3は砂漠または半砂漠となっている。国内を流れる河川は、ニジェール川がマリ国の南部をほぼ南西から東に貫流し、また、マリ国の西部にはセネガル川が流れている。しかし、これらの河川水を利用できる地域は沿岸の都市及び村落に限定され、このため、マリ国政府は第1～第7行政区及びバマコ特別区における地下水開発を国際機関及び先進国の援助機関の協力によって実施してきた。これらの援助によって、各行政区における村落の給水事情はある程度改善されたが、その改善はマリ国全体からすれば未だに不十分な状況にあり、多くの村落は質的にも量的にも問題のある伝統井戸で生活を続けている状況にある。

マリ国政府は、このような国内の村落給水状況を改善するために「国家開発5か年計画（1987～1991）」において、「住民の基本的な水需要の充足及び衛生教育」として水需要を満たすことを国家開発の重要な課題の一つとしてきた。水理部門はこの課題を継承し「水資源5ヶ年計画（1987-1991）」において、3大目標の一つに「長期的な飲料水の確保」をうたっている。

これらの状況を踏まえて「マリ水資源開発M/P（1990年）」を策定すると同時に、UNDPの指導と協力の下にマリ国の水資源に関する国家計画である「1992-2001年戦略と計画（1992年）」を策定してきた。

しかしながら、本計画の実施には全体の95.6%を国際機関または先進各国の援助機関に資金の協力を受ける必要があるものの、近年においては特に国際機関やヨーロッパの援助機関が援助予算の削減及び縮小によってマリ国の地下水開発計画から撤退している。

要請のあった第2行政区は、従来イタリアが中心になって地下水開発を実施してきた地域であるが、上述のとおり、イタリアは1993年にプロジェクトを完了後同行政区から引き揚げている。

このような経緯の下に、マリ国政府は首都周辺の第2行政区内のカチ、クリコロ、カンガバ県の約350,000人を対象とした井戸の建設、小規模給水施設の建設及びこれらの工事に必要な資機材の調達に関し、我が国に無償資金協力を要請してきた。

1-2 要請の概要・主要コンポーネント

(1) 要請の目的

人口2,000人以下の村落でのハンドポンプ付き管井の建設及び人口2,000～5,000人の大村落での5^m³/時h以上の能力の管井を水源とする小規模給水施設の建設により、カチ県内地方共同体の飲料水需要の充足を図る。

(2) 実施機関

本計画の実施機関は鉱山エネルギー水利省(MMEH)に属する水利エネルギー局(DNHE)である。

(3) 要請計画の内容

日本政府に要請された、バマコ市周辺3地区給水計画の要請内容は次表に示すとおりである。

要請内容一覧表

要 請 項 目	数 量
ハンドポンプ付管井の建設	45ヶ所
小規模給水施設の建設	7ヶ所
井戸掘削機材類の調達	1 式
給水施設建設に必要な設備・機材の調達	1 式
計画対象地区	カチ、クリコロ、カンガバ県
要請金額	9億円

これを受け1994年5月に派遣された事前調査団は、担当機関のDNHEとの協議を進める過程において、マリ側が第1段階と第2段階に分けて本計画の実施を希望していることが判明した。すなわち、第1段階は上に示す工事内容をカチ県で実施し、このステージが完了後第2段階に移行し、残りのクリコロ、カンガバ県を対象とするものであった。

事前調査団のマリ側との協議及び基本設計調査での現地調査より得た村落の人口、既設井戸の現状、各村落へのアクセス状況等から最終協議後の管井の要請内容は次のようなものとなった。

協議後の要請内容

要 請 内 容	数 量
1. 機械掘削井戸の建設	51村落
	カチセントラル 5ヶ所
	バギンダ 10ヶ所
	サナンコロバ 11ヶ所
	ウールスブグウ 11ヶ所
	クールバ 7ヶ所
	シビ 7ヶ所
2. 小規模給水施設の建設	7ヶ所
	1) バギンダ、2) サナンコロバ
	3) ウールスブグウ、4) クールバ
	5) シビ、6) カラバン コロ
	7) ネゲラ
3. 工事用資機材	1式

(4) 要請施設及び機材内容

要請施設及び上記要請内容の工事事資機材は以下によって構成される。

1) ハンドポンプ付き管井給水施設

深井戸にハンドポンプを据えつけ、その周辺に3.5×3.5×0.3mの流し場および井戸中心より延長7.0mの排水路の建設

2) 小規模給水施設

- 取水：5 m³/時以上の1本の管井より、発電機給電による水中モータポンプ揚水からなる。

- 貯水槽：30 m³、コンクリート高架式とする。

- 導水管：約1,000mとする。

- 配水方式は共同水栓（住民200人当たり1ヶ所）とする。

3) 削井その他機器

① 掘削用機材・設備

- トラック搭載混合型掘削機 -----	1 基
- ケーシング、スクリーン等 -----	1 セット
- 調泥剤 -----	1 セット
- トラック搭載高圧コンプレッサー -----	1 基
- 低圧コンプレッサー -----	2 基
- 発電機+揚水試験用水中ポンプ -----	3 基

② 掘削支援車両

- クレーン付5トントラック -----	1 台
- クレーン付3トントラック -----	1 台
- 給水車 -----	1 台
- 燃料タンク車 -----	1 台
- ステーション・ワゴン -----	6 台
- ピックアップ ダブル・キャビン -----	4 台
- ピックアップ シングル・キャビン -----	4 台

③ 物理・水理地質探査装置

- 電気探査装置 -----	1 基
- 掘削検層装置 -----	1 基

④ INDIA型ハンドポンプ ----- 1 式 |

⑤ 簡易給水用発電機・水中モーターポンプ一式 ----- 7 ヶ所 |

⑥ 貯水池、配水管、共同水栓用機材 ----- 7 セット |

⑦ 無線通信用設備

- 固定型 -----	1 台
-------------	-----

ー移動型	-----	4台
⑧ 上記機材・設備用部品	-----	1セット
⑨ 情報機器		
ー事務所用コンピューター及びプリンター	-----	2台
ー携帯用コンピューター及び携帯用プリンター	-----	4台
⑩ 簡易水質分析器	-----	3セット

第2章 調査の概要

2-1 調査の概要

先方要請計画の評価及び基本設計に係る最適計画の策定に必要な情報及び資料収集、関連施設の運用状況あるいは維持管理体制の調査、対象村落の自然条件、水理地質条件及び経済状況を主たる調査目的として、基本設計調査団は平成6年10月23日から同年11月23日まで下記項目の現地調査を実施した。

- (1) 計画の背景・要請内容の把握
- (2) 計画の事業内容の把握
- (3) 運営・維持管理計画の把握
- (4) 技術調査
 - 1) 計画の背景、要請内容の把握
 - 2) 帯水層の位置、水量確認
 - 3) サイト調査（電気探査、水理地質調査及び水質分析）
 - 4) 関連施設・資機材調査
 - 5) 小規模給水施設建設要請村落の給水人口及び経済状況調査
 - 6) 計画の妥当性、最適な規模及び内容の検討
 - 7) その他技術的諸元
- (5) 相手国側の工事負担範囲確認、技術移転の有無、技術レベル、工事能力、予算及び要員等の調査
- (6) 建設関連調査
 - 1) 資機材調達状況、関連法規、施工方法及び最新資料・情報の収集
 - 2) 現地掘削業者の人員、施工能力、技術レベル及び保有掘削機台数
 - 3) サイト建設事情

2-2 村落サンプル調査

当初要請はハンドポンプ付き管井建設対象50村落、小規模給水施設建設7村落であったが、管井建設対象村落の内シビ郡の4村落（ニアモー、モモンド、カマレ及びベデヤ）のアクセスが悪く乾期においても掘削リグの搬入は不可能と判断した。そのためマリ側との協議により、対象から外し代わりにマリ側が要請した5村落（タボー、カラサ、コンゴラ、サマコ及びグナンソロ）を調査対象とした。

なお、カチ郡のディアネゲブーゲー、サナンコロバ郡のコニアン及びタフェル、クールバ郡のダラニオロ及び上記シビ郡のグナンソロは、乾期の12月～4月以外は車両での進入は不可能な

めに入手資料による机上調査とした。

(1) アクセス状況

要請57村落の内アスファルト道路が通じており年中アクセス可能な村落10ヶ所(17%)、雨期(7~9月)を除いて10月から翌年6月までアクセス可能な村落36ヶ所(63%)、乾期の10月から翌年4月までアクセス可能な村落10ヶ所(17%)、乾期のうち12月に入ってアクセス可能となる村落2ヶ所(3%)である。

(2) 人口規模

村落調査として人口に関する聞き込み調査を行った。しかし本調査の時間的制約や、村の責任者不在の場合があり、得られた数字は1987年国勢調査及び1994年世銀調査に比較しばらつきが大きく信頼性が低いと判断された。そのため本基本設計調査の村落人口は1994年の世銀調査の数字を採用した。

要請村落の人口は、70~6,000人と幅があり人口400人以下の村落は10村である。また、2,000人を越える村落は12ヶ所で、その内6ヶ所が郡庁所在地で、小規模給水施設の建設対象として要請されている村落である。また、クールバは人口1,400人であるが、郡庁所在地であることから、これも小規模給水施設の建設対象として要請された。

(3) 主要収入源及び年間収入

対象村落の主要産業は農業であり、家畜を飼っている人が多いが、牧畜を専業とする人は少ない。また郡庁所在地となっている大村落には小商店経営者や公務員さらにニジェール川に近接する村には漁業を兼業とする人も少数存在する。

聞き込み調査村落の主要農産物は、ひえ・粟類、落花生、芋類、豆類、綿花、米等であり、野菜、果物、植物性油脂類等も少量産する。

農家の年収は、マリの統計資料からみて平均約8万FCFA/年程度とみられる。主要支出は、食費・交際費50%、教育費30%、医療費が約20%であり、管井のない村では医療費の割合が増え50%に至る例があった。

(4) 保健衛生環境

多い疾病は、マラリア、眼疾、呼吸器系疾患、下痢で6割以上の村落で多発している。その他皮膚病、オンコセルカ症(ブヨにより媒介される寄生虫症)、内臓疾患等が認められる。とくに、管井のない村に眼疾や下痢が多発している。

診療所及び産院は人口の多い村に整備されており、全踏査村落の38%に認められた。

(5) 現状点水源

1) 管井

・既存管井数：調査57村落(内5村落は机上にて資料調査)で管井の無い村落は、11村(19%)である。既存管井のポンプの種類はハンドポンプが殆どで、その他のタイプは1例を認めただにすぎない。

・故障の部位及び頻度：ピストンリング、ポンプロッド、チェーン、ハンドル軸受け等の故障が多く、故障頻度は、使用頻度の高い井戸で半年ないし1年に1回、使用頻度の低いものは、1.5から2年に1回、まれに3年以上故障のないものもある。

管井の存在する村には、総て水管理委員会が組織されており、軽微な故障時には各村の修理担当者が修理に当たる。また大規模な修理には、大村落あるいはバマコの修理工に依頼している。修理費用は、各家族の人数に応じて分担する村が43%、共同農園の作物を売った金で負担する村が31%、村の積立金を使う村が21%、その他は5%である。本調査で故障中の管井を1ヶ所認めたが同所の水管理委員会は早急に修理するとの事であった。

また、修理資金の保管は、水管理委員会の役職者が管理する村は87%、村長が管理する村は13%である。なお、現在管井の存在しない村落においても、管井の建設が決まれば直ちに委員会を組織する意志のあることを村の責任者から確認した。

水管理委員会のある村落は47村で、うち本調査で聞き込み調査のできた村落は42村である。委員会は各管井毎に組織されており、委員長、会計、修理、巡回、衛生等で構成され、全委員の約40%は女性である。ただし、女性は忙しくて委員会に出席できない場合がある。

2) 小規模給水施設

調査対象地域には、2ヶ所の小規模給水施設が在り、1ヶ所はウエルスブグウの病院の所有（建設はスイスのキリスト教団体）であり、その他1ヶ所は、サナンコロバの農場の所有（建設は宗教団体）である。何れもソーラ発電の水中ポンプにより揚水しており、地上5mに設置した約10m³のタンクに貯水し、配管長約200~500mで配水している。

何れも、故障もなく順調に稼働している。

3) 伝統井戸・コンクリート製筒井戸

手堀による伝統井戸は、各村落のほぼ1家族に1井ある。直径約1m、深さは10~12mで例外的に20mに達し浅層地下水を採水している。上部は地面と同じ高さになっているものが多く、木材を井桁状に渡している程度で、外部からごみ等が落下しやすい構造となっている。また、伝統井戸を使っている人々は、衛生観念が低いため井戸の周囲に汚水溜りのある場合が多く、汚水が井戸に浸透している可能性が高い。水質試験結果でも有機物の混入や細菌類の存在を示す結果が多く得られている。

コンクリート製筒井戸は約半数の村落にあり、構造的には強固であるが浅層地下水を揚水しており、井戸周辺が不衛生なものが多く、基本的には伝統井戸と変わりはない。

2-3 電気探査

(1) 目的

電気探査は調査地域の水理地質構造を明らかにし、井戸掘削地点の選定並びに掘削深度、掘削に関する資料を得るために実施した。

(2) 調査方法

垂直探査 比抵抗法 シュランベルジャー法

(3) 調査数量

37点(37村)

(4) 調査結果

1) 調査地概要

調査地域のカチ県の地形はニジェール河沿いを境にして急崖で2分され、地質は大きく南部と北部に分けられる。南部地域(サナンコロバ、ウエルスブグウ、クールバ)は主にプレカンブリア紀の花崗岩、変成岩及び閃緑岩が広く分布し、これらはシビの南部にも認められる。一方、北部地域(カチセントラル、バギンダ、シビ)はインフラカンブリアンの砂岩、泥岩、シルト岩、礫岩等の堆積岩が主体である。

本調査では、これら地質の分布域にある対象村落37村に調査点を配置し、シュランベルジャー電極配置により垂直探査を実施した。

なお、本プロジェクトで対象となる地下水は、雨水がこれらの岩盤の風化帯や亀裂帯を通して地下深部に浸透したものや、粗粒玄武岩や閃緑岩の貫入帯のような深部の風化帯に帯水した良質なものを指す。

2) 測定結果

各測点の調査解析結果を付図-1~11に、またこれら各測点を結んだ解析断面(断面位置図付図-12)に比抵抗値から推定される風化帯の位置、並びに亀裂の発達が推定される位置を記入し、付図-13, 14に示した。また、地表下10m, 30m, 50mにおける比抵抗分布を付図-15~17に示した。

(a) 解析結果

本地域では37点の測定がなされ、この内31点において地下深部に向うにしたがって比抵抗値の上昇する比抵抗曲線(VES 曲線)が得られた。このことは本地域の地下浅部は、岩石の風化等により地層の軟質化が進んでいるものの、深部に向かって亀裂の比較的少ない新鮮な岩石が分布することを示す。

風化帯の厚さは、数mから最大60mである。また、比抵抗値も15~840Ωmと極めて変化に富んでいる。このことから、本地域の地層は地質や場所(地表条件)の相違によって風化の度合いが極めて大きく影響されていることが推定される。

風化は、南部地域においては南東部の測点4-6~2-4付近(主として変成岩)が最も浅く、

北西部の測点5-1～3-11付近が最も深部までおよんでいる。また北部地域については、16～43mであり調査地の東側と西側に浅い傾向が見られる。

一方、風化帯の中の良質な帯水層は、風化が比較的深部におよび新鮮岩との比抵抗値に差異があまりない部分（風化帯で比抵抗が極端に低くなっている部分は、粘土化が強く岩盤自体の透水性が失われている可能性がある）が期待される。南部地域では、バギンダ郡の北部（測点2-5, 2-6～2-2）であり、北部地域では測点1-2及び6-6がこれに相当する。

比較的新鮮な岩盤についてみると、比抵抗値は37～6,700Ωmである。この比抵抗値の差は岩質や岩盤の亀裂の発達によるものである。花崗岩が最も比抵抗値が大きく、砂岩、粗粒玄武岩がこれに続き、泥質岩起源とみられる変成岩が最も小さい。また、同種の岩石では比抵抗値が小さいほど亀裂の発達が良いものと考えてよい。

表-2-3-1に調査地内に分布する比較的新鮮な地質の比抵抗値と亀裂帯の比抵抗並びにこれらの風化帯の比抵抗値と帯水層の比抵抗を示した。

表-2-3-1 地質、帯水層と比抵抗値

地質	比較的新鮮部		風化帯	
	比抵抗値 Ω m	亀裂発達帯 Ω m	比抵抗値 Ω m	帯水層 Ω m
変成岩	230～ 570	230～ 570	27～ 190	
花崗岩	530～6,700	530～1,000	15～ 840	100～ 840
砂岩	37～3,700	37～ 560	100～ 420	100～ 420
粗粒玄武岩	200～ 810	200～ 530	21～ 270	21～ 270

(b) 比抵抗分布から推定される地質構造

付図-15～17に示した地下の比抵抗分布では、地下10mでの比抵抗分布は風化の程度を表していると考えられ、南部調査地の中央に東西方向の強い風化帯が分布する。地下30mでは、風化の程度と比較的新鮮岩の亀裂の状況を反映しているものと考えられ、東西方向の強い風化帯と北東-南西方向の亀裂帯を反映したものとなっている。地下50mでは亀裂帯が強く反映されていると考えられ、ニジェル川に平行してクールバからバギンダに至る北東-南西方向の断裂帯の潜在が想定される。また、示徴は強くないがこの南側約30kmにこれに平行した断裂帯が想定され、この方向性はバマコ以南のニジェル川の流路を規制するものと同方向である。これらは地下水開発の大きなターゲットとなる。

(c) 詳細設計調査における物理探査の提言

井戸掘削予定地点は岩盤帯であり、地下水の揚水は風化帯や亀裂帯から行われ、優良な帯水層は限られた地質構造上に分布する。このような水理構造帯で井戸の成功率を上げ効率の良い工事を施工するためには物理探査の導入が肝要である。以下に詳細設計段階においての物理探査法を提言する。

井戸掘削村落において、空中写真等から推定された構造線にほぼ直角に200～300mの測線を設け、これに比抵抗法での水平探査を電極間隔50mで実施する。この結果、低比抵抗異常を検出した位置に垂直探査をかけ、深部の水理構造を把握する。この場合、測線は50～100m離して少なくとも2本設定し、測線間の異常の繋がりを確認する事が重要である。また、花崗岩分布地域では測線上に放射能探査を、粗粒玄武岩の貫入が想定される場合は磁気探査の併用も検討する。

2-4 水理地質調査

(1) 地質

調査地域の地質は、「1:150万マリ国地質図」(BRGM FRANCE;1980)をもとに対象村落を含む地域について付図-18に示す。

本対象地域には、第三紀層は分布せず、プレカンブリア紀の岩盤(インフラカンブリア系基盤)とこれを被覆する風化土層が広く分布している。プレカンブリア紀の岩盤の一部には粗粒玄武岩が貫入し、ニジェール川及びその支流沿いには河成堆積物が分布する。

(2) 各地質による地下水の浸透

調査地域の一部を構成する河成堆積物分布域の場合、地下水は降雨とニジェール川本流及び支流によって涵養されるが、岩盤地帯においては恒常河川がないために、地下水は降雨によってのみ涵養されることになる。

当地区における各代表的な地層における地下水の浸透モデルは付図-19に示すとおりである。この図からも明らかなように、河成堆積物分布域以外は全て雨水が岩盤の風化帯及び亀裂帯を通して地下に浸透していることがわかる。とくに、岩盤風化帯が重要な帯水層として機能しており、この風化帯の深度及び亀裂帯の分布を詳細に調査することが成功井の割合を高める上で重要である。

(3) 帯水層の概要

マリ水理地質図を基に本調査地域の岩盤中の帯水層を区分すると i) インフラカンブリア系の堆積層、ii) 先カンブリア系の片麻岩と変成岩、iii) 基盤花崗岩及び変成岩よりなる。さらに、浅層地下水の対象として随所に分布している iv) 第四系の被覆土層があげられる。

主な帯水層を構成地質で区分すると、次表のようになる。

調査地の帯水層

地下水のタイプ	地層質序区分	層相	対象村落番号
浅い地表地下水	第四系	粘土、砂、砂礫	1
地層水	第四系と風化岩	粘土、砂質粘土 砂、ラテライト	1-1、2-4、3-1、3-2、 3-3、3-8、6-6
亀裂水	古生代貫入岩	粗粒玄武岩	1-1、1-2、1-3、3-6、4-5
	インフラフリア系の堆積層	砂岩、石英質砂岩 頁岩	1-4、1-5、2-2、2-3、2-5、 2-6、2-8、2-9、2-10、3-9、 3-10、6-5、6-6、1、2、7
	基盤片麻岩と変成岩	片岩、片状砂岩 珪岩、片麻岩	2-1、2-4、3-3、3-4、3-8、 3-11、4-1、4-2、4-3、4-4、 5-3、5-6、5-7
	基盤花崗岩	花崗岩	2-7、3-1、3-2、3-5、3-7、 4-6、4-7、4-8、4-9、4-10、 4-11、5-1、5-2、5-4、5-5 6-1、6-2、6-3、6-4、6-7 3、4、5、6

サト番号の郡区分： 1-カチ、2-バギンダ、3-サナンコロバ、4-ウールスブグウ、
5-クールバ、6-シビ、7-ネガラ

(4) 風化帯と井戸深度

計画対象地域における風化帯及び井戸深度の関係を明らかにするために、対象村落のイタリアのデータ及び本基本設計調査で実施した電気探査により求めた風化帯の厚さは、巻末の現地踏査結果表（付表1-1～1-3、付表-2）に示すとおりである。これを郡別及び地質別に整理すると以下の通りである。

調査地には、深度10m～20mの手掘りの井戸が見られ、これらは風化帯の水を取水対象にしている。しかしながら、この深度における地下水は乾期には涸渇することが多く、また地表の汚染された水の浸透を受けやすいため、大腸菌や細菌類が多く検出され水質に問題が多い。

これに対し、機械掘削による管井は深い風化帯や岩盤中の亀裂水を取水対象にしており、手掘りの井戸に比べ量的に安定している。また水質試験結果では水質は良好であり、電気伝導度からみて塩分濃度は低いものと考えられる。

郡別・地質別風化帯及び井戸深度

(単位 m)

郡名	地質	風化帯深度		井戸深度	
		範囲	平均	範囲	平均
カチ	インフカフアリ紀砂岩 及び粗粒玄武岩	6~34	22	48~72	60
平均			22		60
カラバンコロ	インフカフアリ紀砂岩	1~5	6	51~86	60
平均			6		60
バギンダ	インフカフアリ紀砂岩 基盤変成岩	8~33 4~19	21 12	48~95 84	67 84
平均			20		70
サナンコロバ	インフカフアリ紀砂岩 基盤変成岩 基盤花崗岩	21 1~49 1~52	21 18 23	66~76 51~79 41~64	71 58 50
平均			21		56
ウイレスブーゲー	基盤変成岩 基盤花崗岩	2~44 1~47	38 31	48~66 55~117	53 76
平均			34		66
クールーバ	基盤変成岩 基盤花崗岩	5~28 5~56	27 38	48~54 32~102	51 58
平均			34		55
シビ	インフカフアリ紀砂岩 基盤花崗岩	4~17 5~54	11 36	48 54~90	48 67
平均			30		63
ネガラ	インフカフアリ紀砂岩	19~31	24	31~42	36
平均			26		63

(5)生産井の成功率について

一般に岩盤地帯における地下水開発は難しいが、本基本設計調査の対象村落を含む各郡での既往管井建設記録では、成功率、成功井の掘削深度、静水位、17-リットル揚水量及び揚水試験揚水量は以下の通りである。

岩盤地帯の地下水は風化帯や亀裂に沿って浸透してこれが帯水層となっており、一般に岩盤中の亀裂及びそこにおける地下水の賦存量を正確に把握することは難しい。とくに、本調査地域のように熱帯地方特有の深層風化を被っている場合は特に困難を伴う。したがって、実際のサイト設定には、電気探査、空中写真判読を中心としたより精密な調査が必要である。

郡別井戸成功率、掘削深度、静水位及び揚水量

対象郡及び郡都	成功率 (%)	掘削深度 (m)	静水位深度 (m)	17-リフト揚水量 (m ³ /h)	揚水試験揚水量 (m ³ /h)
カラバンコロ郡都	100	59.6	15.1	5.2	—
平均	100	59.6	15.1	5.2	—
バギンダ郡(小村落)	82	65.0	12.0	5.8	6.4
郡都	81	66.6	11.2	7.8	7.9
平均	82	65.6	11.8	6.5	6.6
サソコバ郡(小村落)	72	60.1	8.8	3.6	3.2
郡都	55	57.3	11.4	2.6	1.5
平均	63	58.8	10.0	3.1	2.5
ウエルスブグー郡(小村落)	80	62.0	9.0	2.8	2.5
郡都	77	72.7	7.6	2.5	2.2
平均	79	66.9	8.8	2.7	2.4
クールバ郡(小村落)	83	65.7	9.2	3.0	3.0
郡都	75	34.7	7.1	2.5	2.2
平均	82	60.6	8.8	2.9	2.9
シビ郡(小村落)	69	65.6	9.7	2.9	2.4
郡都	100	64.0	9.8	2.6	2.5
平均	75	65.2	9.7	2.8	2.4
ネガラ郡都(小村落)	83	40.0	5.9	5.4	5.1
平均	83	40.0	5.9	5.4	5.1
平均	77	62.5	10.1	4.1	3.7

2-5 水質調査

今回の調査では各村落における井戸の水質を中心に分析した。その調査結果は付表-3に示すとおりである。内容は、pH、電気伝導度、水温、濁度、化学的酸素要求量 (COD)、亜硝酸性窒素、全鉄、大腸菌群、細菌類の9項目を現地で分析した。調査対象の井戸は、管井36ヶ所、伝統井戸8ヶ所及びコンクリート製筒井戸4ヶ所である。

調査結果からわかるように、筒井戸または伝統井戸の水質はハンドポンプ付管井に比較し、明らかに悪い。つまり、PH、COD、大腸菌群及び細菌群は基準値を超えているものが多い。管井では、カチ郡でCOD、大腸菌群及び一般細菌群、ウエルスブグー郡でCOD値の高いものも認められるが一般に水質は良好である。

2-6 機材調査

我が国はマリ国で実施した地下水プロジェクトに対し、無償資金協力により掘削機2基（1979～80年に1基、1981～82年に1基）を調達した。これらは現在DNHEガオ支局のガオ基地に保管されており、共に使用可能であるがトレーラー積載型の一基は老朽化著しく長距離の牽引は無理である。

外国援助機関による調達資機材の内、イタリアの現存資機材はバギンダの旧イタリア基地に保管されており、内容は以下の通りである。

FIAT社製トラックIVECOに搭載されたWORTHINGTON掘削機（独・伊製）	3台
コンプレッサー（ATLAS COPCO社製及びWORTHINGTON製）	4台
給油車	1台
普通トラック	9台
（内3台に上記コンプレッサー搭載、20tクレーン付き1台、 5tクレーン付き3台）	
タイヤ式バックホー	1台
発電機（50、60、200KVA）	3台
泥水ポンプ（独立型1台及びトラック搭載型2台）	3台

これらの機材は平成6年11月現在MMEHの管理下にある。これら3台の掘削機は、1年以上使われていないので多少の修理を行わないと使用できないとのことで、DNHEとしては、民間に貸し出して修理をさせたい意向である。また、貸し出しを受けた業者を日本プロジェクトの下請けとして使うことができるようにMMEHに申請することは可能とのことである。

2-7 社会配慮・WID調査

マリ国において、WIDに係わる行政体制としては、大統領府に女性地位向上担当庁が設置されており省とほぼ同格の地位を与えられている。同国において女性の重労働の問題としては、水汲み労働があり、その担い手である女性、子供（女子が多い）に大きな負担となっている。

バマゴ市周辺地域の場合、家屋の近くの手掘り井戸は乾期には涸れるので、集落から離れた井戸、または数km離れた川へ歩いて水を汲みにいく必要があるが、集落の比較的近い所にハンドポンプ付き管井が存在する場合は、水汲み労働が軽減され、より衛生的な水を飲料水や生活用水として使用できる。しかし、村全体の人口に対する管井数が不足しているため、特に朝、夕の食事時には水汲みの順番待ちに時間を費やさなければならない。

ハンドポンプの設置と共に組織された水管理委員会のメンバーには男性が多く、女性がいる場

合も巡回係等重要職には就いていない。特に、資金を扱う財務係等の重要職は男性の役割であるとする伝統的な考えが強く、主な役職には男性が就いている。しかし、前述の通り実際に井戸を利用する人の割合は圧倒的に女性が多く、より女性の意見を反映させるシステム構築のためDNHEと連携した指導・援助が必要である。

また教育の問題では、一般的に村落においては女性に学問が不要という伝統的価値観、特に年配者に女性が学校へ通うことを快く思わない傾向があり、また女性は水汲み、育児、家事等に追われているため、村落内外の初等学校（小学校）へ通う生徒は男子が圧倒的に多い。

しかし、集落の近くにポンプ付管井が掘削されることによって、女性の主要な労働である水汲み労働が軽減され、これから生み出された余暇時間は生産活動、文化活動あるいは教育活動等他へふり向けられることが期待される。

2-8 給水施設の維持管理

DNHEの管理下にある全国のハンドポンプ付き管井及び小規模給水施設は、両者共建設後当該受益者の属する自治体単位に所有権を移譲し、受益者自身による維持管理体制が採用されている。各村落には水管理委員会（構成8人）が義務付けられており、運営維持管理の責任を負っている。

その構成は、

委員長	(Président)	1人
経理	(Trésorier)	1人
副経理	(Trésorier adjoint)	1人
書記	(Secrétaire)	1人
修理工	(Réparateur)	1人
修理手伝い	(Réparateur adjoint)	1人
衛生管理(女性)	(Surveillante)	<u>2人</u>
		計 8人

以下に詳述する如く、現在施設に関する維持管理はほぼ適正に実施されている。従って本計画においても、基本的にはこの既存体制を踏襲することとなる。

(1) ハンドポンプ付き管井

現在カチ地区に設置されている他援助機関によるハンドポンプ付き管井について、今回調査団が調査した村落では例外なく各村に水管理委員会が設置されており、その構成は概ね上記の取り決め要員から成っている。

聞き取り調査を行った約53ヶ村での現況では、1ヶ村の1ポンプで現金が集まらず、次の収穫による現金収入があるまで修理が出来ないため機能停止となっていた。また、大部分の村では修理に備えての十分な資金の蓄積はないものの、修理の都度受益者に割当拠出金を課して、

一家族当たり100～500F. CFA（最多ケース 150F. CFA）の徴収を行っている。あるいは共同農園の作物を売った代金や村積立金を修理費としている。修理の回数は年に1～2度と比較的少なく、主な故障部分はピストン・リング及びハンドル軸等で、修理費は両者共5,000F. CFA前後となる。多い時で12,500F. CFA程度となり、これを50家族（人口400～500人）で分担すると一家族当たり250F. CFAの出費となる。

既存のハンドポンプ付き管井が村落に移譲された時、援助機関は各井戸毎の維持管理修理基金として45,000F. CFAを要求したとのことであるが、これは村民の積極的な賛同を得られず、実施した村落はほとんどなかったという。それにも拘らず、安全できれいな水に対する村民の関心は高く、故障が起こった時の対応は早く、全受益者が速やかに割当金を拠出し、修理工を呼んで3～4日以内には現状復帰を果たしている。

(2) 小規模給水施設

現在稼働中のDNHE管轄下の小規模給水施設は、本計画対象地域であるカチ地区には1ヶ所もなく、全国的には下表の11ヶ村にある。

村落名	州名	建設年
バンジャガラ	モプチ	1981
ジェネ	モプチ	1981
ディレ	トンブクトウ	1981
ドエンツア	モプチ	1981
オムボリ	モプチ	1983
コロ	モプチ	1984
グンダ	トンブクトウ	1991
ニアフンケ	トンブクトウ	1991
カンガバ	クリコロ	1984
ナラ	クリコロ	1994
ガンカス	モプチ	1994

運営維持管理は受益者選出の水管理委員会によって行われる。財源はDNHEによる啓蒙活動を通じて、建設合意の際、数万フランを基金として受益者自身が用意する。この基金は初期の維持管理及び燃料費に充てることとし、施設完成後の売水利益金は順次その後の維持管理、燃料費、修理費として確保する。水管理委員会の構成はハンドポンプ付き管井と基本的には同じだが、本施設にはディーゼル発電機、水中ポンプ等の複雑な機材が加わることに加えて、常時燃料費の支出を伴うため、施設建設前から委員会の各担当メンバーに施設運営の基本及び財務管理の方法を教授し、機械・電気担当者には、建設中に施工業者が施設の運転・維持及び修理技術を教え込んだ。施設完成後、DNHEは要望に応じて臨時要員派遣と、3ヶ月に一度の定期監査要員を派遣している。これら派遣要員の給料を除く旅費、日当、その他の実費は受益者負担となっている。

ハンドポンプ管井に比べて小規模給水施設は、施設費が高価となり、維持管理・修理費も高く、常時燃料費も必要となるため、DNHEは施設を自治体に移譲する際、契約を結んでDNHE側と

自治体側の義務を明記し、施設の効果的安定的活用を図っている。その骨子を以下に示す。

A. DNHEの義務

- 1) DNHEは小規模給水施設の所有権を自治体に移譲する。
- 2) DNHEは村にとって最適で最も経済的に運営出来るような給水施設を建設する。
- 3) 施設の移譲はDNHEが施設の運営が円滑に行われることを確認した上で行われる。
- 4) DNHEは施設の効果的な運営と、施設の一部更新を可能にする最低水料金を自治体に通知する。
- 5) DNHEは、施設の維持管理と運営を担当する水管理委員会メンバーの養成に対する援助を行う。
- 6) DNHEは施設の維持管理と運営を支援するような組織の創設に努力する。

B. 自治体側の義務

- 1) 施設の飲料水は公平な値段で万人に与えられねばならない。
- 2) 受益者は、公共施設も含み全員が支払の義務を有する。
- 3) 自治体は施設運営のため特別銀行口座を開設する。
- 4) 水売却による収入は定期的上記銀行口座に入金する。
- 5) 水売却による収入は施設の維持管理、部品取り替え又は施設拡充以外に使用してはならない。
- 6) 施設を常に良好な状態に保つ。
- 7) 水価格はDNHE提示価格以上のものを採用する。
- 8) 施設建設開始前に少なくとも3ヶ月分の運営費用を銀行口座に払い込む。
- 9) 水委員会を構成する維持管理責任者のうち、一人についてはその技術的能力についてDNHEの了承を得る。
- 10) 複雑な修理は必ず専門家に依頼する。
- 11) 施設の拡充を行う場合には専門技術に則って行う。
- 12) 各水栓には必ず量水計をつける。
- 13) 各水栓使用者（公共、個人を問わず）は自治体と使用契約を結ぶ。
- 14) 公共施設水栓の場合は、支払機関名とまた最高使用量の制限があればそれを明記する。
- 15) 自治体は行政からの技術・財政監査を受け入れることとする。

(3) スペアパーツ

現在ハンドポンプのスペアパーツの保管場所はバキンダにある旧イタリア援助作業基地にある倉庫が部品販売センターとして使われている。イタリアの援助対象ポンプだけでなく、同型ポンプ（インディア・マークII型）使用者全員が対象となっている。バキンダの販売センター在庫漸減に伴い、DNHEは民間の部品販売参入を図り、現在コロカニに民間業者SETRA（Société d'Equipements et de Travaux）が営業を開始している。DNHEは部品の在庫、品質管理及び価

格を定期的にチェックして、住民の利益と便宜を図っている。将来的には部品販売は全面的に民間移行を指向している。

小規模給水施設用の機材には、当初からそれぞれ十分なスペアパーツが供給されており、更に前述の如く機械・電気に詳しいテクニシャンが委員会メンバーとして配置されており施設の維持管理にはかなりの注意が払われている。

2-9 ローカル・コントラクター実態調査

(1) さく井業者

マリ国でさく井実績がある現地さく井業者の概要を次表に示す。MALI AQUA VIVA, FORACO, CGC, COMPLANT及びSONAREMの各企業は、日本の無償資金協力システムに従って、日本請負企業の下請けとしてさく井工事を受注する意向があることを現地で確認した。

なお、中国系企業を活用する場合には、事務処理、現場工事管理、施工監理等で問題が生じないように、連絡体制の確立、指示事項、報告が十分なされるよう通訳の確保が必要である。

また、日本側請負業者の現地業者活用は我が国の無償案件の「ギニア・ウォーム対策村落給水計画」で実施する予定であり、その経験を十分に活かす必要がある。

以下に現地業者の保有機材、施工実績等を示す。

現地さく井業者の施工能力

企業名	掘削機台数	実績(か所)	地域	コメント
MALI AQUA VIVA	FORACO SH70: 2台 RH 5: 1台	CFD:1000 ONG:1000 他: 800	セー シカ モチ	サンに基地がある 機材整備状態良好 ソーホップの実績あり
FORACO	FORACO	実績あり	-	仏企業
中国地質工程公司: CGC	黄河SPJ-300: 5台	WB: 1300 サツ: 900	カイ シカ セガ ガオ	中国地質鉦山局下部組織 世銀のカイプロジェクトを実施中で、世銀の評価高い
CHIC	黄河SPJ-300	-	-	中国企業 DNHE、サツから受注
COMPLANT	黄河SPJ-300	-	-	中国企業 DNHEの掘削工事 土木工事に実績あり
SONAREM	ロシア共和国製4台	鉦山局鉦床探査 UNICEF JICAが地域農業 開発プロジェクト	-	マリ鉦山開発公社 カチ市に基地あり

注) - : 不明、CFD: フランス開発基金、ONG: 民間援助機関

(2) 物理探査業者

現地物理探査業者は、「ギニア・ウォーム対策村落給水計画」実施設計業務でサイト選定のための電気探査に従事しており、その能力及び装備は日本の無償資金協力プロジェクトに十分対応可能であることが実証された。業者の現状は下記の通りである。

現 地 物 理 探 査 業 者

企 業 名	保有機器	実 績	コメント
BIDR	電気探査機COPERO マグネットメーター SCINTREX 水質分析機器	ACI、BAD、オランダ、 サウディ、世銀、BID、 CEAO資金による 地下水開発プロ グラム	ドイツのDIWIコンサル タントの現地法人
BRESS	電気探査機COPERO		マリ人の経営
MAV-SEROHS	電気探査機SISCAL	CFD及びNGOプロジェクト をセー、ソコ及びモチ で実施	MALI AQUA VIVA の物理探査部 サンに基地がある 機材整備状態良好

第3章 プロジェクトの周辺状況

3-1 当該国の社会・経済事情

3-1-1 一般概況

マリ国に関する各種指標を添付資料に示す。

3-1-2 社会経済

マリ国は、1960年9月22日独立を宣言し共和国となった。1968年11月19日のクーデターでムーサ・トラオレ軍事政権が樹立し1979年6月19日には選挙によりトラオレ大統領が誕生した。

その後、トラオレ大統領の長期政権に対し、1991年3月アマドウ・トマニ・トゥーレが革命により政権を奪取、1992年6月選挙によってアルファ・ウマール・コナン大統領に交代し、現在に至っている。

首都バマコはマリ国西部に位置し人口約74万人の都市である。

マリ国では1976年に第1回の人口調査が行われ、1987年に第2回の調査が実施されている。1991年時点での推定人口は約871万人で、この内訳は、行政区庁所在地と5,000人以上の人口集中地を都市とすれば、都市住民が177万人(20.3%)で、この内バマコ特別区のみで74万人(都市人口の41.8%)を占め、その他、村落定住民642万人(73.7%)、遊牧民52万人(6.0%)となっている。

1993年の人口増加率は全国で2.66%、またバマコ特別区では4.19%(1991年)と推定され、都市に人口が集中する傾向を示している。

マリ国経済の基盤は、綿花、落花生、粟、ソルガム、トウモロコシ、米等を生産する農業及び牧畜であり、1992年GDP(2,786百万ドル)構成比で45%がこれらによって占められ、また労働人口の大半及び輸出収入の大部分(綿花及び牧畜で約70%を占める)がこれらに依存している。

近年の干ばつでこれら農業、牧畜は大打撃を被り、経済の回復が遅れている。

3-1-3 保健衛生

熱帯特有の高温多湿気候と長年に亘るインフラ整備の遅れ、特に給水整備、下水整備、トイレの不備等の保健衛生環境の悪さは、マラリア、下痢症、寄生虫症、気管支炎等の疾病を多発させている。これらの病気の内、直接的に、水が原因と推定される病気は下痢など腸の感染が主体で、下痢の場合は脱水を伴うものと伴わないものの2種類に分類される。これらの疾病は、清浄な飲料水により発病をおさえられることが明らかになっている。

マリで最も一般的な病気はマラリアであるが、これは高熱やけいれんを伴うものから発熱のみで症状の伴わないものとの2種類がある。クリコロ行政区では、マラリアと考えられる高い発熱に罹った人が1992年に約30,000人にも達している。マラリアは、蚊が原因で発病するものであり、感染した人の多くはマラリア蚊の発生し易い水辺で生活している。つまり、生活用水を得るに便利な所は逆にマラリアの発生率が高いとも言える。

またマリ国での地方疾病の一つにギニア・ウォームがある。これは住民の衛生レベルが低くかつ河川、沼等の地表滞留水を利用している地域に多く、毎年、ギニア・ウォームのために農民や子供達が数週間から数カ月にわたり身動きできなくなり、農民の労働力が失われ、その結果、農業・牧畜の生産が著しく低下する例が見られる。

マリ国は世界保健機構の総会決議を受けて、ギニア・ウォーム撲滅に向けての活動を起こし、UNICEFはすべての感染国に対して財政的支援をすることを約束し、マリ国については、感染地域の絞り込みと対策立案のため、国家レベルでの実態把握調査が行われた。

1994年より当計画対象の北部地域にあたるクリコロ行政区の一部、カイ、セゲー、モプチ各行政区では日本国の無償資金協力による「ギニア・ウォーム対策村落給水計画」が実施されている。

3-2 当該セクターの開発計画

3-2-1 上位計画

(1) 国家開発計画

マリ国の「国家開発5ヶ年計画（1987～1991年）」では、次の5大最優先課題が示されている。

- ①食糧自給の向上
- ②干ばつと砂漠化への対応
- ③経済成長をもたらすべき産業・商業活動の持続的健全な立て直しによる雇用促進
- ④住民の基本的な水需要の充足及び衛生教育
- ⑤国内外格差の打破

その後クーデターによる政変や民政移管による内閣の交代の過程で国家開発計画に空白が生じたが、現在、4ヶ年（1994～1997）計画が準備されており、国営企業の民営化にも着手、4ヶ年計画でも企業の活性化、効率化が大きく取り上げられている。

(2) 水資源開発5か年計画（1987～1991）

水利部門は「国家開発5ヶ年計画（1987～1991）」の課題を継承し、下記の項目を重要課題として掲げている。

- ①食糧の自給体制の確立
- ②長期的な飲料水の確保
- ③砂漠化・乾燥化への対応

住民への適切な給水施設の確保は、マリ国において常に社会開発の基本的課題であり、また、生活用水の確保が住民の定住を促し、かつ住民の衛生状態の改善という点も付加される。これらの課題を克服するために、DNHEでは給水計画策定の基準として、飲料水及び衛生に関する国際10ヶ年（DIEPA）の提起した単位給水量の値を採用している。

- ・点水源施設による村落給水：20ℓ／日／人
- ・簡易給水施設による給水：40ℓ／日／人

また、井戸建設地の選定方法と選定基準は、次の通りである。

①選定方法

村落住民の要望を村長、郡長経由で経済区長（知事）でまとめ、MMEHで検討し決定する。

②選考基準

- ・近年の渇水で既存点水源に影響のでてきた村落を優先する。
- ・既存水源迄の距離が5 km以上の村落を優先する。
- ・井戸建設は1本当り400人を基準とし、対象人口の大きい村落を優先する。
- ・ギニア・ウォーム症感染村落を優先する。

(3) 「1992～2001年戦略と計画」

「1992-2001年戦略と計画」(Document de Strategies et de Programmation(1992-2001))は、「マリ水資源開発M/P(1990)」の中に提案された計画をUNDPの指導と協力の下にMMEHが1992年4月にまとめた水資源に関する国家開発計画である。

この国家計画の中で同国政府は、水資源に関する政策と戦略として以下の項目について検討し、提案している。

大項目	小項目
国家の政策と戦略	①地方自治体の参加 ②組織の分散化 ③州への移管 ④法制化 ⑤民営化と民営部門の強化 ⑥財源の確保
下位部門別の政策と戦略	①村落の給水と排水 a)村落の給水の特別戦略 ・施設資機材価格の低減 ・揚水設備の維持管理 ・村落の参加組織と管理 ・プロジェクトとNGOの役割 ・女性の役割 b)村落排水の特別戦略 ②都市給水 ③都市排水 ④牧畜揚水 ⑤農業用水 ⑥漁業と養殖 ⑦環境

3-2-2 財政事情

水資源開発5か年計画での住民への適切な給水施設の確保を目標として、その達成のための将来計画は合計33件が提案されその計画予算は次の通りである。

計画内容と計画予算

計画内容	件数	計画予算 (百万FCFA)
国家プロジェクト	12	6,650
州プロジェクト	21	254,350
合計	33	261,000

また「水資源開発M/P(1990)」の中で水資源/地下水/給水開発に係るプロジェクト及びその計画予算は次表に示すとおりである。

「水資源開発M/P(1990)」の計画と予算

プロジェクト名	実施期間	計画予算 (百万FCFA)
国家プロジェクト(4件)		
①水部門の州計画、開発支援	1992~95	1,650
②農村部給水、排水システム管理支援	1991~94	1,000
③都市AEP部門のM/Pのアップデート及び 都市飲料水システムの管理支援	1992~93	320
④水利・排水の調査、設備、工事の官営、 半官営、民営企業設立の支援	1992~96	700
合 計		3,670
州プロジェクト(15件)		
①村落水利及び農村排水計画(7件)		72,630
②都市水利計画(1件)		30,000
③簡易配水管及び下水管計画(7件)		27,000
合 計		129,630

更に前述3-2-1「1992~2001年戦略と計画」で述べた水資源/地下水/給水開発計画の予算合計は表3-2-1に示すように99,913百万CFAとされているものの、計画目標の達成のためには多額の外部資金(全体の95.6%)の導入が必要とされている。

因みに、本計画は表3-2-1の②クリコロ州村落飲料水需要対応計画に属するものである。

表3-2-1 「1992-2001年戦略と計画」の計画と予算

プロジェクト区分及びプロジェクト名	実施期間 (年)	計画予算(百万FCFA)		
		内資	外資	合計
国家プロジェクト(5件)				
①マリ水資源開発M/Pの運営と実施の為に国機関への支援	1992~1996	870	1,425	2,295
②水及び排水に関する調査、資料、国立技術者養成センターの設立	1993~1996	250	700	950
③都市部及び農村部上水供給への地方自治体の参加と管理の支援	1993~1996	50	340	390
④水及び排水における民間企業設立の支援	1992~1999	200	1,220	1,420
⑤地下水資源の利用計画化	1992~2001	50	3,800	3,850
小計		1,420	7,485	8,905
村落給水プロジェクト(8件)				
①カイ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	430	8,340	8,770
②クリコロ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	550	9,630	10,180
③シカソ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	535	10,020	10,555
④セゲー州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	547	10,133	10,680
⑤モプチ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	645	14,700	15,345
⑥トンブクトウ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	158	3,697	3,855
⑦ガオ州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	80	1,620	1,700
⑧キダル州村落飲料水需要対応計画	1993~2000	70	1,735	1,805
小計		3,015	59,875	62,890
都市部・準都市部給水プロジェクト(3件)				
①18都市の給水管網のリハビリ及び拡張工事	1993~1999	-	19,120	19,120
②21準都市部における飲料水配水管システムの建設	1992~2001	-	1,123	1,123
③171の農村部における簡易飲料水配水管システムの建設	1993~1998	-	7,875	7,875
小計		-	28,118	28,118
合計		4,435	95,478	99,913

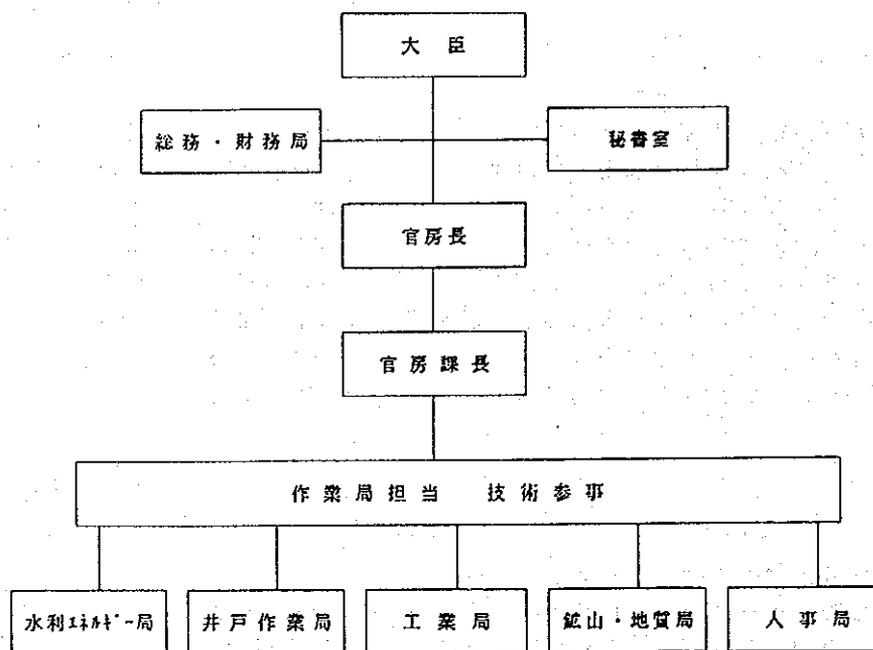
3-2-3 当該セクターの組織体制

(1) 鉱山・エネルギー・水利省(MMEH)

この省は国内の水利整備とエネルギーに関する基本方針の策定を担当し、水利・エネルギー局(DNHE)を通して、その権限を行使する。なお、MMEHの主な業務内容は以下のとおりである。

- 1) 国内の水資源に関する資料を作成する。そのために必要なあらゆる研究・探査・調査を行う。
- 2) 飲料水供給施設、下水道設備、または農業、牧畜、船舶航行、水力発電や侵食、干ばつ、砂漠化防止対策のための河川および湖の整備、関連する地表水と地下水の利用や開発についての調査と管理を行う。
- 3) 水利部門とその他の関係機関と協力して水資源開発の政策や戦略を決定し、基準やプログラムを策定することによって水資源の管理を行う。

また本計画の実施機関であるこの鉱山・エネルギー・水利省は水利・エネルギー局(DNHE)を通じて、我が国の無償資金協力による村落給水事業の経験と同システムに対する理解を十分に深めている。



鉱山エネルギー水利省組織図

(2) 水利・エネルギー局(DNHE)

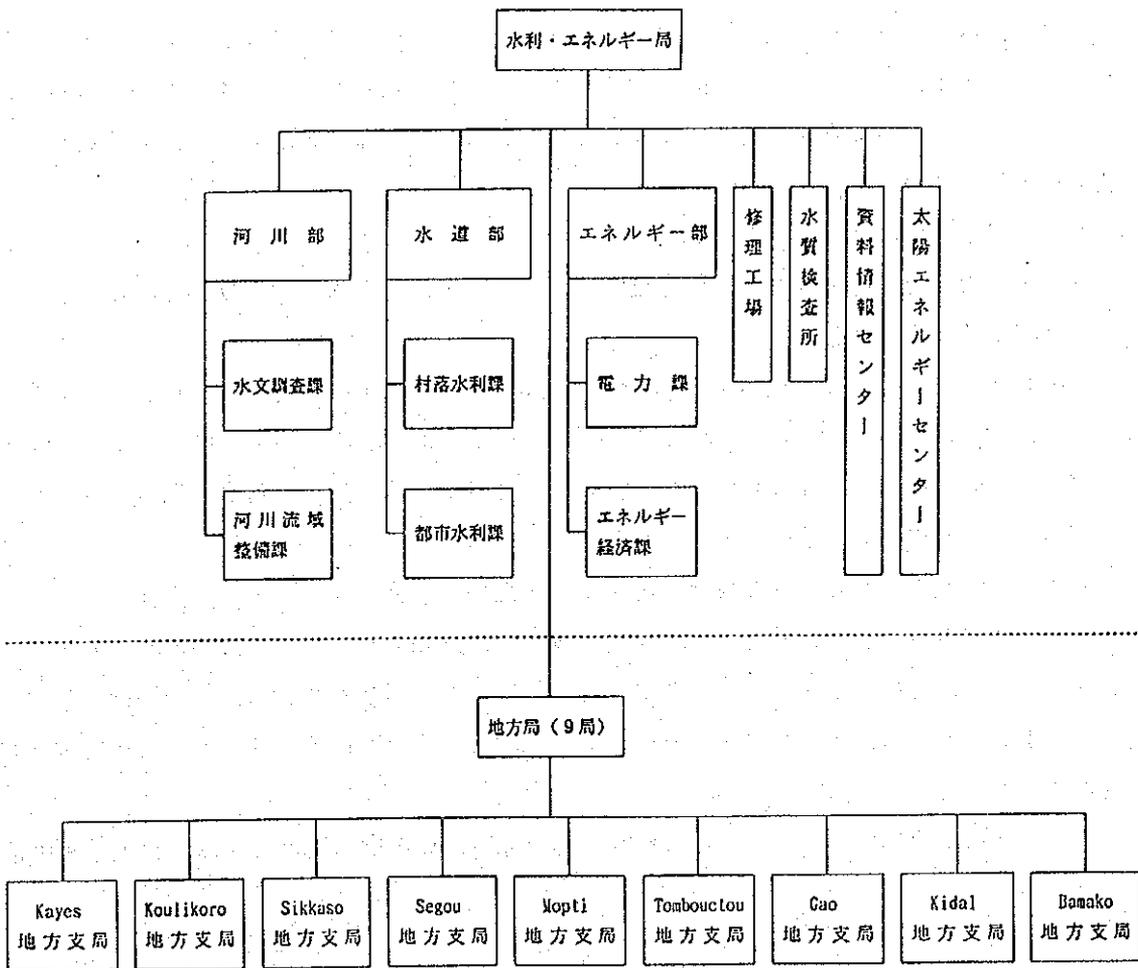
本計画の実施機関であるDNHEの組織は、河川部、水道部、エネルギー部の3部と9地方支局、研究所及び修理工場等から構成され、この中に308名(1994)の職員が配置されている。

DNHEの水利部門における政策目標は下記のとおりである。

- ①新規の水源の確保
- ②既存の水源の維持管理

- ③水源が社会・経済に与える影響の評価
- ④村落住民への啓蒙活動
- ⑤伝統的な手掘り井戸の改善
- ⑥ポンプの種類制限とそれに伴う井戸修理人の育成
- ⑦財政的に自立した水管理委員会の設立促進
- ⑧都市部での給水網の拡充
- ⑨衛生・下水等インフラの整備

本計画実施のための実務は水道部村落水利課が担当する。同課はこれまで日本の無償資金協力を第7行政区で実施した経験を有しており、本計画の実施に際しては必要な人員の配置が可能である。特に、DNHEとDNOP（井戸作業局）はマリ国内において国際機関や先進国援助機関と協力して村落給水計画を数多く実施しており、プロジェクトマネジャー、水理地質技師及び機械工等の人材も豊富であり、人員に関しての問題点はない。



水利エネルギー局組織図

3-3 他の援助国、国際機関等の計画

(1) 各国・国際機関の援助額

マリ国に対する1988年から1991年間のDAC諸国、OPEC諸国及び国際機関からの援助は表3-3-1に示すとおりで、1991年の援助純受領総額（Total Receipt Net）は460百万ドルであった。

なお、UNDPが取りまとめた近年の外国の援助機関が実施したプロジェクトの概要は表3-3-2に示すとおりである。

(2) 国連開発計画（UNDP）

マリ国の水利部門に対するUNDPの援助は1967年に開始された。

1990年6月のマリ水利部門に対する国際会議の勧告の中の1つに、「衛生」観念の必要性が強調された。

UNDPの協力のもとにまとめられた「1992～2001年戦略と計画」はこの勧告の盛り込まれた「水資源開発M/P(1990)」がもととなっている。

第2行政区（クリコロ行政区）での地下水開発には、UNDP及びイタリア政府が大きく関わっていたが、すでにプロジェクトは終了している。UNDPは今後もマリ地下水開発に携わっていく予定であり、開発の継続するシステムを築き、地方における草の根レベルでの住民参加を積極的に推進していく意向である。

(3) 計画対象地域の他国援助と今後の計画

本計画の対象地域を含むクリコロ行政区は、イタリアの地下水開発援助が1986年から1993年まで3期に分けて行われた。

この3期間中に合計1,114本の井戸を掘り、その内800本が生産井である。なお、カチ地区については600本の井戸（生産井）の掘削が行われた。これらの成功井戸にはそれぞれハンドポンプ（Indian Mark II）が設置されており、先方の説明によると固い岩盤層を掘った為にケーシングパイプは使用していないとのことである。

イタリアが使用した井戸掘削機は、第1期（3台）、第2期（2台）、第3期（1台）であり、Fiat社製トラック“IVECO”に搭載されたWorthingtonであった。他にAtlas Copco社のコンプレッサー、支援用車輛（ランドクルーザー等）等を使用しプロジェクトを遂行した。プロジェクト終了とともにイタリア人は全員引き上げ、前述した機材はマリ政府へ引き渡されMMEH管理下にある。

現在計画対象地域については、日本を除いての他国、他機関の援助による村落地下水供給計画はない。

表3-3-1 主要国別・主要国際機関別援助額

単位：US\$Mil

国名・国際機関名	1988	1989	1990	1991
オーストラリア	0.2	0.2	0.2	0.7
ベルギー	2.6	* -0.5	4.5	2.6
カナダ	12.5	21.2	20.9	20.3
デンマーク	3.7	2.1	2.8	2.1
フランス	85.6	104.9	124.7	93.1
ドイツ	31.2	38.2	30.5	43.8
イタリア	33.2	28.1	16.3	13.5
日本	9.8	27.6	12.3	16.5
オランダ	21.8	28.6	34.1	26.9
ノルウェー	10.3	13.6	11.0	9.2
スイス	9.0	5.0	16.8	13.4
イギリス	-1.5	-0.8	1.1	6.0
アメリカ	36.0	24.0	30.0	38.0
その他	0.1	0.0	0.0	0.0
小 計	254.5	292.2	305.2	286.1
アフリカ開発基金 (AFDF)	38.9	31.9	20.3	28.4
アフリカ開発銀行 (AFDB)	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5
ヨーロッパ経済共同体 (EEC)	22.9	47.1	42.1	45.2
国際開発協会 (IDA)	59.0	46.0	41.0	67.0
国際通貨基金 (IMF)	8.5	-3.2	19.7	-0.1
国連開発計画 (UNDP)	11.8	12.3	14.1	16.3
国連児童基金 (UNICEF)	4.4	6.2	6.1	6.2
国連・世界食糧計画 (WFP)	20.8	2.3	8.5	3.9
その他の他国機関				
その他	5.4	6.6	7.5	3.1
小 計	171.3	148.8	158.8	169.5
合 計	425.8	441.0	464.0	455.6

注：表中数字のマイナスは、その年度の返済額が受領額を上回る場合。

出典：Geographical Distribution of Financial flows to Developing Countries, 1993, OECD

表3-3-2 外国援助機関の実施プロジェクト

プロジェクト	資金	実施機関	事業概要	対象地域	期間	事業費 (百万FCFA)
地下水開発事業	スイス	DNHE	生産管井200 人力ポンプ200	Bouguni Yanfolils Kolondieta	1986 ~86	1,207
村落・牧畜給水 事業	FAD, BID クワート基金	DNHE	調査管井190 給水地点110	Liptako -Gourma	1986 ~91	8,800
民営化促進事業	CCCE, FAC	DNHE	生産管井390 既存井戸改善	San, Maoina Tominian, Yorosso, Bia	1987 ~89	2,138
村落給水・衛生 事業	FED	DNHE	生産管井300 ポンプ接地	Nara, Diema Nioro	1988 ~89	1,290
村落給水・牧畜 事業	クワート基金	DNHE	給水地点500	Youvanou Niafounke	1988 ~90	2,250
村落給水・衛生 事業	UNICEF	DNHE	生産管井400 手動ポンプ400 DNHE拠点6ヶ所	Ségou, Mopti Koulikoro Tombouctou	1986 ~88	3,736
村落給水・牧畜 事業(その2)	FAD	DNHE	生産管井260 手動ポンプ 近代管井戸10	Kayes, Diema Yélimané Nara, Banamba	1988 ~92	3,200
村落給水事業	イタリ	DNHE	生産管井600 手動ポンプ	Koulikoro, Kati, Kangaba, Bamako	1986 ~88	5,500
シカ、カブ、オサール 管井さく井事業	デンマーク	DNHE	生産管井400 手動ポンプ400 シカにDNHE拠点1	Sikasso, Kadiolo	1988 ~92	150
kaarta-ODIK 総合開発事業	カナダ	農水省	生産管井250 ヒュイテル井20	Nioro, Diama Yélimané	1987 ~89	5,920
牧畜給水事業 7ヶ行政区	CCCE	ODEM	管井44 給水点26 筒井戸8	Karouassa Sénomang Méma-Doura	1986 ~88	420
マンタリ 定住化事業	USAID		生産管井82 ヒュイテル井42	Manantali Dam	1986 ~87	320
農村給水事業	サウジアラビア		生産管井274 手動ポンプ274	Ségou	1988 ~90	1,450
牧畜開発事業	FED, FAD イタリ援助基 金		管井300 ヒュイテル井13 管井戸改良64	Ménaka Ansongo In Tillit	1987 ~91	1,680
農村給水事業	世銀	DNHE	生産管井150 手動ポンプ150	Kita, Bafoulabé	1988 ~89	3,328
Mari-Sud/2	FIDA	DNHE	生産管井130 手動ポンプ130	Sakasso Koutiala	1988	261

3-4 我が国の援助実施状況

我が国は、表3-4-1 に示すように、マリ国での干ばつによる被害に対して、社会的、人道的立場から、第7経済区（現在のガオ及びキダル行政区）での地下水開発プロジェクトへの援助協力を1978年～1985年度まで実施してきた。

また、1990年度には、同じく無償資金協力によりこれまでに供与した掘削機材の修理・整備とピュイシテルン井（管井と筒井戸の複合井）の建設工事を行った。なお、同プロジェクトは現地での治安状態が悪化したために、第1期を完了した時点をもって中断している。

表3-4-1 わが国のマリ国での地下水開発プロジェクトの援助実績

年度	種別	実施期間	作業内容	供与機材
1978	開調	1979/ 1- 79/ 3	資料収集、電気探査	ゾーフ、ピョクアツ各3台 電探機、無線機、プリアフ
1979	開調	1979/11- 80/ 3	電気探査、調査井3本 が基地建設	掘削機1台、車両4台 ハウス4棟、発電機他
1980	開調	1980/10- 81/ 3	電気探査、調査井5本 アソゴ基地建設	車両ハーツ、基地資材 掘削機等のハーツ
1981	開調	1981/10- 82/ 3	電気探査、調査井8本 が基地の整備	車両ハーツ、基地資材 キャンプ用資材
	無償	1981/10- 82/ 3	生産井14本 が修理工場建設	掘削機1台、車両5台 ハーツ類
1983	無償	1983/ 7- 84/ 6	生産井20本 修理工場2ヶ所建設	車両8台、ハーツ類 キャンプ用資材
1985	無償	1985/ 6- 86/ 6	生産井20本	車両8台、ハーツ類
1990	無償	1991/ 1- 92/ 3	が基地の整備 掘削機2台の整備 管井11本、管井戸11本	ハーツ類 キャンプ用資材
1993	無償	1994/ 2- 95/ 2	「キノアウォム対策」 セバレ基地の建設	掘削機2台及び付属機材2式 資機材運搬車両8台 要員移動用軽車両18台 ピット掘削機1台 孔内検層機2式 揚水試験機材2式 水質分析機2式 無線機 (固定局4式移動局7式) ハンドポンプ1式 オフロードバイク50台

3-5 プロジェクトサイトの状況

3-5-1 自然条件

(1) 気象

マリ国は南部の一部を除き、雨量は少なく、全土の2/3は砂漠または半砂漠である。また、サハラ砂漠の南に位置する内陸国家であるために、世界で最も暑い国の一つとなっている。

同国の気候は、雨の降り方によって下記の4種類に大別される。

- 1) サハラ砂漠型気候：年間降水量が0～200mm程の耕作不可能な気候で、代表地域としてトングクトウ及びその以北がある。
- 2) サヘル(Sahel) 性気候：年間に降水は観測されるが合計して200～700mm程度で、耕作は年間3～4カ月は行える。モプチ、ガオがこれに当たる。
- 3) 北スーダン性気候：年間降水量700～1,300mmで耕作可能である。バマコ、セグーはこの種の気候となっている。
- 4) 南スーダン性気候：全土の6%を占め、北緯11°～12°のマリ国最南部に位置する。降水量が1,300mm以上で、比較的自然条件に恵まれている地帯である。シカソが相当する。

今回の計画対象地域であるカチ県は、北スーダン性気候に属する。北部は南部に比べて降水量が少なく、北部の植生は南部よりも量・種類ともに少なくなっている。

下表には、バマコ市の過去5年間の月間平均降水量と月平均気温の変動を示した。これらから明らかなように、6月～9月に年間降水量の86%が集中していることがわかる。また気温は年平均28度と高く、とくに3月～6月の気温が高いが7月以降、降水量が増すにつれて気温が低下する。

バマコ市、カチ、クリコロの月間降水量 (単位mm)

気象観測所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
バマコ	4	0	1	12	40	159	258	280	140	61	2	0	969
カチ	0	0	0	12	31	106	152	288	170	20	8	0	787
クリコロ	0	0	0	0	24	122	238	288	158	44	0	0	874

注：観測期間：バマコ 1987～1993、カチ 1993、クリコロ 1987～1988

バマコ市の月平均気温 (単位：℃)

気象観測所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
バマコ	25	28	31	32	32	31	27	26	27	28	27	25	28

3-5-2 地形・地質

マリ国の地形の特徴は次のタイプに区分される。

- 1) 山地部……マリ東部のアドラル・デ・イフォラス(Adrar des iforhas, 最高890m)、チメトリーヌ(Timetrine)山地
- 2) 侵食傾斜面……山地周縁傾斜面
- 3) 平地部……涸れ川、平坦地、砂漠
- 4) 低平地……ニジェール川沿岸

調査対象地域の地形は、バマコ北方を通る東北東-西南西方向にのびる比高150~250mの急崖で境され、大きく二分される。一つは、この南側に分布し要請村落の大部分が位置する標高310~380mの平坦面であり、地質的にはプレカンブリア紀の基盤花崗岩、変成岩及びインフラカンブリア紀最下部層よりなる。

もう一つは、上記急崖の北部に分布する標高400~600mの起伏に富んだ台地部で、インフラカンブリア紀堆積岩及びこれに貫入する古生代の粗粒玄武岩よりなる。マリ国の地質を付図-18に示す。

マリ国の地質は北東部と南から西部にかけてプレカンブリアン系が分布し、古生代以後の地層が中部から北部に山塊状に分布している。また、ニジェール川沿い及び第6行政区(トンプクトウ)北部で第四系の堆積岩類が広がり、それを取り囲むように第三系、白亜系、石炭ないしオルドビス系が分布する。

ただし、マリの北半部では砂丘砂により、南半部では風化土壌のラテライトによって広く覆われているため、基盤岩地質の露出はアドラル山地を除いて限られている。

マリ国の地質層序及び本調査地域での分布状況を表3-5-1に示す。

表3-5-1 マリの地質層序と本調査地域での分布状況

地質系統		地層名・岩質・(分布)	本調査対象村落にみられる地質
新生界	第四系	河成堆積物、砂丘砂層、風化土、火山岩	○
	第三系	コンチネンタル・ターミナル、砂岩・石膏を伴う泥岩、ラテライトで覆われる	
中生界	下部始新統~上部白亜系	石灰岩、泥岩 sudanese strait (Gao 地溝帯)	
	白亜系~二畳系	泥岩(シルト岩)、砂岩	
古生界	(塩基性貫入岩)	粗粒玄武岩など	○
	石灰系~デボン系	陸成層: 砂岩、泥岩、石膏層 海成層: 泥灰岩、泥岩、砂岩、石灰岩等	
	シルル系~カンブリア系	砂岩、チャート、泥岩 礫岩(漂礫岩)、苦灰岩、石灰岩	
原生界・始生界	インフラカンブリア系 基盤花崗岩・片麻岩	堆積岩類 片麻岩類、花崗岩類、火成岩類、緑色岩類 アドラル山岩地: 片麻岩、堆積岩など	○

本計画地域のカチ県における地質はニジェール川付近を境にして、大きく南部と北部に分けられる。ニジェール川の南部はプレカンブリア紀の花崗岩類及び変成岩類が広く分布しており、これらはシビの一部にも見受けられる。

いっぽう、カチ県及びシビ郡の地質は、インフラカンブリア紀砂岩、泥岩、シルト岩、礫岩等の堆積岩が主体となっている。これらの堆積岩と花崗岩及び変成岩との境界部はバマコ西方では、比高200~300mの急な崖になっている。

3-5-3 水理地質

マリの水理地質についてはUNDPの協力と支援によって作成された、「Synthese Hydro-geologique du Mali」(1990)に詳しく述べられている。これを参考にまとめると以下のとおりである。

(1) 各地質による地下水の浸透

マリはニジェール川流域の内陸デルタ及びコンチネンタルターミナルと称される第三紀~第四紀層を除き、先カンブリア紀から中生代に至る岩盤地帯が広く分布している。内陸デルタの場合、地下水は降雨とニジェール川本流及び支流によって涵養されるが、本調査地域のような岩盤地帯においては、恒常河川がないために、地下水は降雨によってのみ涵養されることになる。

つまり、内部デルタ及びニジェール川沿いの河成堆積物分布域以外は全て雨水が岩盤風化帯及び亀裂帯を通して地下に浸透しているのであり、この風化帯の深度及びクラック帯の分布を詳細に調査することが成功井の割合を高めるうえで重要である。

(2) 帯水層の概要

マリ水理地質図を基に主な帯水層を地下水の存在様式(地層水・亀裂水・浅層地下水)と構成地質について区分すると、表3-5-2のようになる。

表3-5-2 マリのおもな帯水層

地下水のタイプ	地層質序区分	層相	本調査対象村落にみられる地質
浅い地表地下水	第四系	粘土、砂、砂礫	○
地層水	コンチネンタルミナルと第四系	粘土、砂質粘土砂、ラテライト	○
	上部白亜系～下部始新統	石灰岩、泥灰岩粘土、砂	
	コンチネンタルミナルとコンチネンタルインターカル	砂礫	
	コンチネンタルインターカル	砂礫、砂、礫岩	
亀裂水	古生界	石灰岩、砂岩	
	カンブリア系	片岩、頁岩、石灰岩、砂岩	
	インフラカンブリア系の堆積層	砂岩、片状砂岩片岩	○
	インフラカンブリア系の片麻岩・片岩	片岩、石灰岩、石英質砂岩	
	基盤花崗岩及び変成岩	花崗岩、硬砂岩雲母片岩、片岩	○

(3) 風化帯と井戸深度

計画対象地域における風化帯及び井戸深度の関係を、調査地の帯水層とイタリアの井戸掘削記録よりまとめると以下のとおりである。

調査対象村落の既設管井掘削記録による風化帯深度及び井戸深度

地質	平均風化帯深度(m)	平均井戸深度(m)
インフラカンブリア紀堆積岩	6～22	48～60
基盤花崗岩・変成岩	12～38	50～76
平均	26	63

(4) 生産井の成功率について

地下水学における対象地質は主として堆積層であり、水理公式等も堆積層がベースとなっている。逆にこのことは岩盤地帯における地下水開発がいかに難しいものであるかを示唆しており、岩盤中の亀裂及びそこにおける地下水の賦存量を正確に把握することは困難を伴う。

本計画の対象地域は花崗岩や変成岩等の岩盤地域にあるため、比較的豊富な地下水の賦存する内陸デルタ地域と比較した場合井戸の成功率は著しく低い。

マリの岩盤地帯と本調査地域の井戸の成功率と揚水量の関係を以下に示す。

花崗岩と変成岩地域の水理地質

地 域	井戸成功率 (%)		平均揚水量 (m ³ /h)		5m ³ /h以上の割合 (%)		深度80m以上の帯水層の割合 (%)	
	マリ 全域	本調 査地	マリ 全域	本調 査地	マリ 全域	本調 査地	マリ 全域	本調 査地
花崗岩	62	62	4.8	2.6	27	10	2	-
変成岩	80	85	5.4	2.2	43	6	9	-

(5) 管井さく井実績

DNHEがとりまとめた1980年以降の管井さく井実績は表3-5-3のとおりである。1990年以降のさく井本数の減少は、クーデターの発生、民政移管の段階でさく井現場の治安状態が悪くなったため、工事が中断したり計画の資金手当がつかなかったことによるものである。

成功率は、近年空中写真判読の実施、物理探査精度の向上、水理地質データの蓄積があったことから、80%程度に向上してきている。

表3-5-3 管井さく井実績

年	さく井本数	成功井 (1m ³ /h以上)	成功率	平均掘削 深度 (m)	平均揚水 流量(m ³ /h)
1980	740	413	55.8	56.2	5.4
1981	726	450	62.0	56.2	5.2
1982	584	407	39.7	60.8	5.4
1983	664	424	63.9	67.6	5.5
1984	788	578	73.4	66.6	6.0
1985	1426	933	65.4	63.5	5.8
1986	1999	1516	75.8	65.2	5.8
1987	2369	1686	71.2	64.6	6.8
1988	1720	1134	65.9	64.5	7.4
1989	1752	1261	72.0	69.9	7.2
1990	877	703	80.2	71.8	8.3
1991	497	389	78.3	75.6	7.8
1992	291	234	80.4	59.6	10.4

(6) 水質試験結果

事前調査報告書(平成6年6月調査)では、手掘井戸がラテライト質の粘土層から風化帯にかけて建設されているため濁度に問題のあることを指摘している。本調査結果では、手掘井戸は更にPH、COD、大腸菌群及び一般細菌群の項目でも基準値に適合せず、管井に較べて一般に水質の悪いことが明らかとなった。

3-5-4 給水事情

(1) 給水事情

マリにおける給水事情は、河川水及び井戸水利用の大きく2種類に分別できる。河川水の利用は、バマコやクリコロ等に見られるように河川水を浄水して給水する方法と、直接河川水を利用する方法がある。年間を通じて直接河川水を利用できる村落は大河川の沿岸のみであり、それ以外は、雨期に表流水を利用する程度である。ニジェール川は上流に工業地帯がなく、重鉱物等による汚染は認められないが、同川の水を利用している村落には細菌等による水因性の病気が多発している。

いっぽう、河川から離れた都市や村落においては、井戸水が生活用水として利用されている。各村落は素掘りの伝統井戸はあるが水質は悪く、しかもほとんどの井戸が乾期に涸れる。これに対し、ハンドポンプ付き管井は、手掘りの井戸に比べて量的・質的に良好な水が得られる。しかしながら、ハンドポンプ付き管井は限定されており、多くの村落においては伝統井戸で生活している人の多いのが現況である。村落（2000人以下）、大村落（2000～5000人）について、行政区毎の給水状況は表3-5-4の通りである。

今回の調査で実施した各村落での聞き込み調査結果を付表4-2に示す。結果をまとめると、ハンドポンプ付き管井のある村は、全踏査村の79%（うち乾期に涸れるもの2井）、伝統井戸は各村落のほぼ1家族に1井、その他の水源としては、尻無し川（MARIGOT; 乾期に溜まり水や湿地状となるもの）を利用している村60%、恒常河川を利用する村8%である。

(2) 女性の地位と水汲み労働

地方の村落において水汲み仕事は重労働であり、その担い手である女性、子供（女子が多い）に大きな負担となっている。

また、ハンドポンプの設置と共に組織された水管理委員会には男性が多く、女性のメンバーがいる場合も重要職には就いていない。しかし、前述の通り実際に井戸を利用する人の割合は圧倒的に女性が多いため、より女性の意見を反映させるシステムが必要である。幸い、本調査地域では、女性が委員で40%、役員で30%を占めており、今後の活動を期待すると共に支援する体制をDNHEと共に構築する必要がある。

教育に関しては、一般的にマリの村落においては女性に学問が不要という伝統的価値観に加え、育児、家事等に追われているため、女性の就学率は低い。しかし、集落の近くに管井が建設されることによって水汲み労働が軽減されること、及び委員会での女性の地位の向上等により、女性の就学率の向上、女性の社会的・文化的活動への参加の機会が増えることも期待できる。

行政区	コンクリート製筒井戸及び管井による 給水量及び率 (20ℓ/日/人を基準とする)											
	大村落 2,000-5,000人					村落 2,000人					合計	
	給水量 (10 ³ ㎥/ 年)	裨益人口	給水率 %	給水量 (10 ³ ㎥/ 年)	裨益人口	給水率 %	給水量 (10 ³ ㎥/ 年)	裨益人口	給水率 %	給水量 (10 ³ ㎥/ 年)	裨益人口	給水率 %
1. カイ	560	77,000	35	2,390	328,000	43.4	2,950	405,000	41.6			
2. クリコロ	410	57,000	36	3,870	530,000	57.4	4,280	587,000	54.2			
3. シカソ	470	65,000	32	3,050	417,000	43.6	3,520	482,000	41.6			
4. セグー	410	56,000	39	4,190	574,000	56.8	4,600	630,000	54.6			
5. モプチ	100	14,000	99	1,000	138,000	14.1	1,100	152,000	13.5			
6. トンブクトゥ	110	15,000	26	340	45,000	14.6	450	60,000	16.4			
7. ガオ	30	4,000	4	70	10,000	4.5	100	14,000	4.4			
合計 () 平均	2090	288,000	(28)	14,910	2,047,000	(39.6)	17,000	2,330,000	(37.7)			

人口は、1989年の行政区統計による

出典：SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU MALI

3-5-5 水因性疾病

調査対象地では、不衛生な水を使用することに依って発生している水因性の病気は、下痢、胃腸の感染症（腸チフス・コレラ等）のほか眼疾も多い。ガオ地区、クリコロ地区での統計の得られた分を表に示すと表3-5-5、3-5-6のようである。しかし、現地調査では管井を利用している村落ではこれらの感染症に罹患する人は非常に少なくなっている。

3-5-6 教育事情

途上国に共通する問題として、学校教育の質的・量的な不足があげられる。マリにおいても同様の問題が発生しており、バマコ市を除くとマリの小学校への就学率は過去10年間ほとんど変化はなく、25%前後である。これが中学校になると12%前後に落ちる。女兒の小学校及び中学校への就学率は男児の半分以下である。1981年から1992年までの男女別の就学率の変動をみると、教育事情は10年前とほとんど変化なく、低い水準にある。

このようにマリの就学率が低い背景としては、①村落において教育への関心が低いこと、②女性に学問が不要という伝統的価値観により年輩者が女兒の教育に反発していること、③学校へ行かせるほど経済的に余裕のないこと及び④小学生になれば貴重な労働力として考えられていることなどが主な原因である。

しかし、調査対象地域は、首都バマコに近いせいもあって、調査村落の57%に小学校があり、その他文盲教育学級が36%の村落で開かれており、回教学校が数村にある。

表 3 - 5 - 5 罹病数変動状態

ガオ地区

		歳未満	1～4歳	5～14歳	15～44歳	45歳以上	合計
1982年	コレラ	0	0	0	0		0
	腸チフス	0	0	0	0		0
	細菌性赤痢	0	1	0	0		1
	腸炎及び下痢性疾患	288	384	219	493		1384
	ギニア吸虫						36
1984年	腸チフス						46
	細菌性赤痢						104
	ギニア吸虫						29
1989年	脱水症状を伴う下痢	193	481	202	63	8	947
	脱水症状を伴わない下痢	1332	2022	1869	1869	1078	8098
	ギニア吸虫	0	0	8	29	21	58
1990年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	5	5	3	4	2	19
	脱水症状を伴う下痢	131	290	187	160	87	855
	脱水症状を伴わない下痢	855	1182	571	630	265	3503
	ギニア吸虫	1	4	18	26	25	74
1991年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	2	4	3	17	4	30
	脱水症状を伴う下痢	201	313	146	127	114	901
	脱水症状を伴わない下痢	1147	1854	674	523	233	4431
	ギニア吸虫	0	0	2	20	14	36
1992年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	0	0	2	12	4	18
	脱水症状を伴う下痢	92	127	19	21	17	376
	脱水症状を伴わない下痢	736	1186	530	653	273	3318
	ギニア吸虫	0	2	1	27	11	41
1993年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	0	1	4	14	0	19
	脱水症状を伴う下痢	136	219	55	57	14	481
	脱水症状を伴わない下痢	838	1084	474	568	241	3205
	ギニア吸虫	0	1	2	26	8	37

(出典：厚生省流行病課資料)

表 3 - 5 - 6 罹病数変動状態

クリコロ地区

		1歳未満	1～4歳	5～14歳	15～44歳	45歳以上	合計
1988年	コレラ						—
	腸チフス						4
	脱水症状を伴う下痢						—
	脱水症状を伴わない下痢						0
	ギニア吸虫 細菌性赤痢						103
1989年	コレラ						—
	脱水症状を伴う下痢 脱水症状を伴わない下痢	310 1510	432 1454	357 650	203 565	109 222	1411 4401
1990年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	7	28	27	49	14	125
	脱水症状を伴う下痢	206	257	142	128	46	779
	脱水症状を伴わない下痢	1078	1354	645	709	348	4134
	ギニア吸虫	0	0	0	2	0	2
1991年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	0	0	3	49	14	125
	脱水症状を伴う下痢	115	208	142	128	46	779
	脱水症状を伴わない下痢	1482	1761	645	709	348	4134
	ギニア吸虫	0	0	0	2	0	2
1992年	コレラ	0	0	0	0	0	0
	腸チフス	0	5	11	11	0	27
	脱水症状を伴う下痢	330	390	146	268	63	1197
	脱水症状を伴わない下痢	1163	1464	854	854	424	4759
	ギニア吸虫	0	0	0	1	1	2
1993年	コレラ	0	0	0	1	2	3
	腸チフス	0	4	20	22	13	59
	脱水症状を伴う下痢	196	238	135	262	89	920
	脱水症状を伴わない下痢	1467	1674	898	1436	419	6194
	ギニア吸虫	0	0	0	1	1	2

(出典：厚生省流行病課資料)

第4章 プロジェクトの内容

4-1 プロジェクトの基本構想

4-1-1 協力の方針

調査対象のカチ県は過去においてイタリアを中心に村落給水計画が実施されてきた地域であり、この計画の期間中に1,118本の井戸が掘削された。その結果、主要な村落においてはハンドポンプ付管井の設置によって、衛生的な飲料水の供給が可能になった。しかしながらこのような飲料水は人口の分布に対して限られた地域の供給にとどまり、バマコに近いカチ県においてさえ、旧来の伝統井戸や河川水を飲用している村落・地域は多く、衛生的な生活用水の確保が不十分である。同時に、水因性による病気の多発と、女性と子供の水汲み労働が結果的に教育水準の低下と経済活動へのマイナス要因となっている。これらの点から衛生的な飲料水供給のため機械掘削による管井の建設を中心とする本計画は、優先度と緊急性の高いことが確認された。

本計画は地下水開発による村落給水を目的としており、この村落給水は「水資源開発5か年計画（1987～1991）」の中で、長期的な飲料水の確保として最重要課題の一つに掲げられてから「1992～2001年戦略と計画（1992）」まで、水資源に関する国家計画の中で常に重要な位置にあり、上位計画とは強い整合関係にある。

本計画の実施機関である鉱山・エネルギー・水利省(MMEH)は管轄下の水利エネルギー局(DNHE)と共に、我が国を始め、先進諸国及び各援助機関による村落給水施設の建設を手掛けてきた経験があり、本計画の場合は水道部村落水利課が担当し、実施にあたって必要な人材の提供が可能である。

また、第2行政区のイタリア援助による給水事業完了後はカチ県を対象とした同様の計画はない。

本計画の実施については、以上のようにその効果、現実性、相手国の実施能力が確認されたこと、本計画の効果が無償資金協力の制度に合致していること等から、日本の無償資金協力で実施することが妥当であると判断された。よって、日本の無償資金協力を前提として、以下において計画の概要を検討し、基本設計を実施することとする。

4-1-2 要請内容の検討

(1) 給水施設数の検討

1) ハンドポンプ付管井数の検討

要請による対象村落は付表-2、図4-1-1の通りである。

マリ国での村落給水事業の実施基準は以下のとおりである。

- ・点水源施設の配置：村落住民400人に1施設

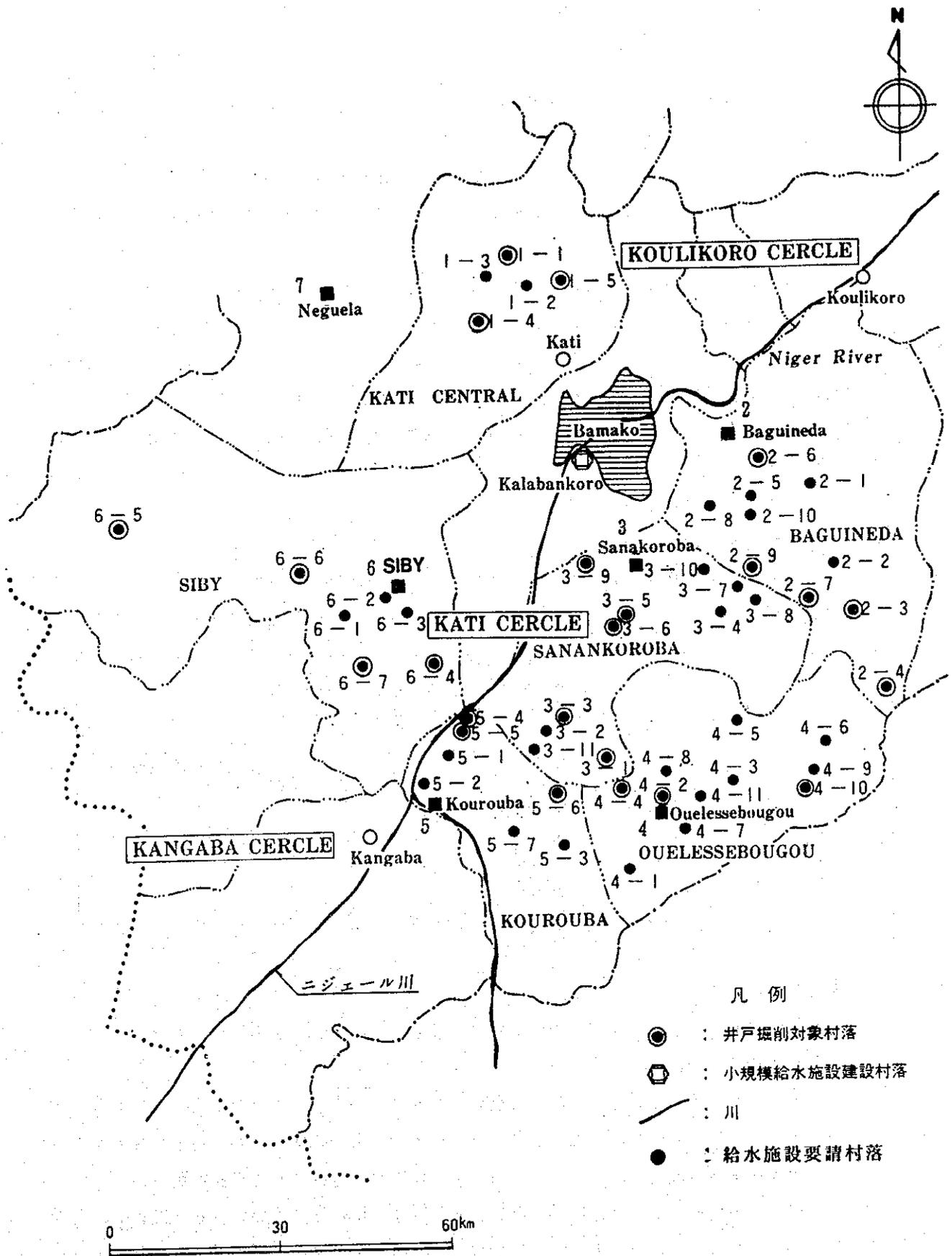


図 4-1-1 計画対象サイト位置図

・1人当たりの給水量：20リットル／日／人

更に本計画では次の基準を追加した。

- ・村落当たりの不足管井数（村落人口／400人－既存井戸数）を基準とする。
- ・現地調査での住居の分布状況を加味し、一部について不足管井数が1以下でも1本とした。
- ・不足管井数が1村4本以上と多いものについては、住居の分布状況と水理地質的に揚水の可能性高い位置への絞り込みを行い最大3本とした。

以上からハンドポンプ付管井対象村落の管井設置数は40本でこれらの村落名と村落毎の設置数は表4-1-1の通りである。また後述する小規模給水対象村落からはずれた6村落のハンドポンプ付管井21本を加えハンドポンプ付管井計画数は29村落61本となる。6村落については下表に示す。

2) 小規模給水施設建設計画の検討

①小規模給水施設の建設

カチ県内の地方共同体の給水率向上を目指し、人口2,000～5,000人の大村落における簡易給水施設建設によりこの目標を達成しようとするもので対象村落は次のとおりある。

No.	村落名	人口 1994年 世銀調査 A	既設 管井数 B	ハンド ポンプ付 追加管井数 C	備考
1	カラバンコロ	5,000	0	0	小規模給水施設建設
2	バギンダ	3,900	6	3	
3	サナンコロバ	5,000	4	5	
4	ウールス・ブグー	6,000	6	5	
5	クールバ	1,400	3	1	
6	シビ	5,000	4	5	
7	ネガラ	2,086	3	2	
小計		28,386	26	21	

②施設設置の検討

調査結果を基に、対象村落について施設設置の検討を行い、次の結果を得た。

(a) 既設井について

カラバンコロを除いていずれの村落も他のドナーから供与された多くのハンドポンプ付き管井を持っている。これらはほぼ村落全体に分布し非常に有効に利用されているが、小規模給水施設の設置によりハンドポンプ付き管井は放置される可能性が高い。

現在、小規模給水施設とハンドポンプ付き管井の優位性についてみると後者は、人口とのバランスで不足分が生じているとしてもその不足分を新たに設置することで住民にとっては安い費用（維持管理費）で清浄な飲料水を容易に得ることができる。更に上述の放置される可能性ある既存のハンドポンプ付き管井も有効に活用されることとなる。

表 4 - 1 - 1 管井施設対象村落

No.	村番号	村落名	人口	既設管井	計画管井
1	1-1	ジニツエラ	1,000	0	2
2	1-4	ジニツエフーグ	800	0	2
3	1-5	ジアネケフーグ	300	0	1
4	2-3	チレ	1,400	2	1
5	2-4	ジヤラコ	1,285	0	3
6	2-6	コハラコ	2,500	5	1
7	2-7	コニハ	2,500	3	3
8	2-9	タラニ	1,000	1	1
9	3-1	マナフーグ	610	0	1
10	3-3	カソツヤ	1,200	2	1
11	3-5	ソソナ	1,200	2	1
12	3-6	キカト	700	1	1
13	3-9	ゾクメ	600	0	2
14	4-2	ムテソツフーグ	2,000	3	2
15	4-4	ムビエフーグ	2,000	3	2
16	4-10	ジヤコ	300	0	1
17	5-4	ダソカサ	3,000	3	3
18	5-5	ニヤカテイナ	3,500	4	3
19	5-6	タラニオ	720	1	1
20	6-4	サマコ	1,800	0	3
21	6-5	キコクハ	1,000	1	2
22	6-6	サゲレン	1,300	2	2
23	6-7	クナソコ	1,200	3	1
合 計			31,915	36	40

(b) 管井の揚水量

対象村落の大部分は岩盤地帯に位置し、小規模給水施設のための $5\text{ m}^3/\text{時}/\text{井}$ 以上の揚水井の建設には大きな困難が伴うと予想される。前述の井戸資料結果（花崗岩と変成岩地域の水理地質 p. 36）によると、本調査地域の平均揚水量は、花崗岩地域 $2.6\text{ m}^3/\text{時}$ 、変成岩地域 $2.2\text{ m}^3/\text{時}$ である。

(c) 維持管理

現状から判断して2つの面での困難さを伴う。

a) 維持管理費用の面

管井揚水の販売費と維持管理費のアンバランス、特に揚水量が少なく小規模給水施設のための揚水井を2井とした場合の燃料費と修理費負担の増大がある。

b) 維持管理の技術面での不慣れ

ディーゼル発電機、水中モーターポンプ等複雑な機材が加わり機械・電気に詳しいテクニシャンが必要である。

③対象村落の絞り込み

要請7村落のうちカラバンコロは、他村と比較して

- 既設井が無いこと
- ニジェル川の氾濫源堆積物の分布域で揚水量の多い井戸設置の可能性が高いこと
- バマコに近く修理が他村に比べ有利なこと
- 住民の経済状態が他村より良いこと

以上の結果から対象村落をカラバンコロの1村落に絞り込むこととし、他の6村落はハンドポンプ付管井数の検討の項で述べたようにハンドポンプ設置とする。

(2) 要請施設・資機材の検討

今回要請された、資機材は井戸掘削用のリグや支援車輛、物理探査機材、ポンプ及び通信機器が主体となっている。

①掘削機

井戸掘削機については、日本政府はこれまで2台のリグを第7行政区の地下水開発用に調達した。また、ギニア・ウォームのプロジェクトにおいても新規に2台のリグを調達している。しかし、イタリアのプロジェクトで調達された、掘削機及び車輛その他が、プロジェクトの完了後未使用のまま放置されている。このようにマリにおいては、機械の維持費も不十分な状況にあり、仮に掘削機を調達すれば、プロジェクト完了後に未使用のまま放置される可能性が高い。

このような現況を考慮すれば、今回の計画において新規に掘削機を導入することが、必ずしも最善の方法とは考えられない。

したがって、井戸建設に際しては、地元の井戸業者の活用や既に調達された機械の活用及び契約業者の持ち込みによる工事等の可能性を考慮した結果、掘削機の調達は行わず井戸掘

削に際しては後述するごとく地元井戸掘削業者を活用することとした。

②支援車輛

マリ側が強く要求しているが、維持管理に問題多く、また掘削機の調達を協力範囲から除外したことから、本車輛の調達も1台にとどめた。

－車輛（ステーション・ワゴン型） 1台

③ポンプ給水機材

－ハンドポンプ 61台

－小規模給水施設用発電機・水中モーターポンプ 1式

－配水管、共同水栓用機材 1式

④その他の機材

－電気探査装置 1台

－掘削検層装置 1台

－上記機材・設備用部品 1セット

－簡易水質分析器 1式

電気伝導度計 1台

P Hメーター 1台

(3) ドラフト報告書協議後の最終結果

上記の計画について、ドラフト報告書説明調査団はマリ国側と協議を行なった。その結果、マリ国側は小規模給水施設建設からハンドポンプ付き管井建設へ変更となった6か村についての給水施設計画の変更（小規模給水からハンドポンプ付き管井）は、マリ国の国家給水計画に合致しないことを主張した。調査団側は、給水施設変更の理由を詳細にわたって説明したが、双方は合意にいたらず、当該6か村の給水施設についてマリ国は協力要請を取り下げ本計画の協力対象から除外することとなった。

以上から、最終的に決定した計画数量は次の通りである。

1) ハンドポンプ付き管井建設工事

下記の行政郡の対象村落で、ハンドポンプ付き管井の建設工事を行なう。

行政郡	対象村落	ハンドポンプ付管井建設数
カチセントラル	3	5
バギンダ	5	9
サナンコロバ	5	6
ウェルスブーゲー	3	5
クールバ	3	7
シビ	4	8
計	23	40

2) 小規模給水施設の建設

カラバンコロ 1か所

3) 資機材調達

資機材調達は、上記6か村の協力要請が取り下げられたことから、ハンドポンプは40台に変更し、他は設計通りとする。

4-2 プロジェクトの目的・対象

本計画は、人口に対し十分な飲料水供給ができない村落でのハンドポンプ付き管井40本の建設と大村落での小規模給水施設の設置によりカチ県内の人口8万人（24村落）からなる地方共同体の水需要の充足を図るものである。

4-3 プロジェクトの実施体制

4-3-1 組織・要員

(1) 実施機関

プロジェクトの実施機関となる水利・エネルギー局（DNHE）は、水利局長を総括責任者として実施の実務は水道部村落水道課が担当し、本計画実施に必要な要員を配置する。

(2) 運営体制

マリ政府は、日本のコンサルタントとコンサルタント契約を、また工事担当の日本のさく井業者との間に業務実施契約を締結し、これら日本業者の参加のもとで本計画が運営、遂行される。ただし、現地の施工は前述の日本国籍のさく井業者が「マリ国」業者との下請け契約によりこれを実施する。作業項目毎の主担当者を表にすると次のようである。

作業項目別運営体制

作業項目	実施機関		コンサルタント		請負業者	
	中央局	地方局	邦人	現地	邦人	現地
行政措置	◎	○	(要請)			
サイト選定調査		△	◎	○		
発注資料作成等	○		◎			
さく井工事等		△	▲		◎	○
資機材調達	△		(検収)		◎	○
報告書作成等			◎	△	○	

注) ◎：主たる作業責任者、○：作業分担者、△：作業支援、▲：工事施工監理

(3) DNHE及び現地さく井業者の施工能力

DNHEの保有掘削機材の多くは80年代の前半に調達されており、これまでのさく井工事を通じてスタッフは豊富な工事経験を有している。そのため、本計画についても多くの面で作業分担、作業支援等が期待できる。

DNHEの保有掘削機

所属基地	掘削機及び台数	掘削方法	備	考
キタ基地	KNEBELL(スーデン) 1台	ローリー, DTH		カイ行政区内での井戸補修活動
セグー基地	FAILING(アメリカ) 1台	ローリー, DTH		UNICEFプロジェクトに参加
ガオ基地	TOP200(日本)	1台	ローリー	SEGOU地区の開発に参加予定
	TOP300(日本)	1台	ローリー	牽引式で移動に適さない
ハギンガ基地	WORTHINGTON (イタリア)	3台	ローリー, DTH	MMEHの保管

また現地さく井業者については前述したように、本計画の施工に関して日本側の要求に対応できる能力は保有しており、言語上で問題が生じないように連絡体制の確立、指示事項の明確化、報告が日本側請負業者と現地業者の間で十分に行なわれることが必要である。

また、日本側請負業者の現地業者活用は、我が国の無償資金協力案件の「ギニア・ウォーム対策村落給水計画」で実施の予定であり、この経験を十分に活かす必要があると共に本計画はマリ国で行われている国際入札と発注形態が異なることから、日本の無償資金協力での契約条件及び作業手順に対する理解、意思の疎通を図ることも必要である。また、マリ国としては、現地掘削業者の育成を国策としており、この方針にも沿うこととなる。

4-3-2 予算

DNHEの予算は基本的に人件費と運営費からなり、1990～1993年におけるの予算は、次表に示すように、ほぼ横ばいである。

DNHEの予算及びMMEHの特別予算 (単位: 百万FCFA)

年	1990	1991	1992	1993
人件費	161.1	155.9	162.0	159.5
運営費	4.6	4.0	3.6	4.1
通信費	0.4	0.4	0.4	0.4
交通費	5.6	5.6	4.1	4.1
DNHE予算合計	171.7	165.9	170.1	168.1
MMEH特別投資予算	-*	-*	1,370.3	1,232.6

*: 1992, 93年と予算集計方法が異なり不明 (出典: マリ政府予算書からの集計)

DNHEが外国援助機関と共同でプロジェクトを実施する場合には、MMEHが特別予算を計上することになっており（上表及び次表参照）、本計画についても実施が決定した段階で同様の特別予算措置が行われる。

対外援助に対するMMEHの特別予算（単位：千FCFA）

案 件 名	1992年	1993年
村落給水計画	0	0
KDK地区農村給水施設計画	0	12,500
Liptakogroma水利計画	47,584	0
ニジェール水文観測調査フェーズII	16,328	39,003
マリ南部地域地下水開発	28,656	29,910
農業気象観測施設整備計画	9,167	10,000
UNICEF村落水利フェーズI	18,148	0
下水道F/S調査	15,667	16,196
合 計	1,370,299	1,232,630

（出典：マリ政府予算書）

4-3-3 維持管理計画

本プロジェクトの対象となる維持管理計画は以下の2点である。

- ・完成給水施設
- ・調達機材

(1) 完成給水施設

1) ハンドポンプ付き管井施設

給水施設の維持管理についてDNHEの基本方針は、サイト選定時に水源管理のための水管理委員会作りの指導と、ポンプ据え付け時に維持管理要員とポンプ修理要員の育成を行い、また、維持管理に要する費用は原則として受益者負担とすることである。維持管理要員は村落への奉仕活動の色彩が強く、都市に移り住む傾向がある若年者には向かない。村落で安定した仕事に従事している者の中から選定するのが望ましく、ある程度の高齢者でも維持管理要員になり得る。またポンプ修理要員はポンプの修理代金だけでは生活できないので、鍛冶屋または自転車屋が適任であると言われている。

本計画の対象村落では、すでにイタリアがDNHEと共同で水管理委員会を設置しており、本計画の実施が決定しだい維持管理費の受益者負担を含む新しい管井の維持管理についての啓蒙活動をDNHEが計画の実施に先立って行う。

一般に、ハンドポンプはピストン部のパッキングとハンドポンプの軸受けが弱いために、6～8ヶ月置きに部品の交換が必要であるが、部品はマリで生産されており、単価も安く入手は容易である。カーイ行政区のキタ基地でのインディア・マリの部品販売実績でみる

と、管理対象本数630本に対して月間部品販売代金は350,000FCFAである。このデータからポンプ1台当たりの年間部品購入代金は6,700FCFAと推定される。

世銀、FEDを始め、最近の村落給水事業では、給水施設維持管理のための水管理委員会の設立はもとより、管井建設に当たり建設費の地元負担金として50,000FCFAを徴収し、援助の性格によってはこの金額を修理費の積立金にしていることがあり、この場合、銀行の利息で修理費が賄えることが多いと言われている。

しかし、地元負担金の徴収は多くの場合実現せずに終る例が多く、施設完成後修理費の徴収とは別にあまり住民の負担にならない程度の定期的な料金徴収などで地元負担金に替る積立金等を考える必要がある。

2) 小規模給水施設

次のような条件で、小規模給水施設の維持管理費用（燃料費、水中ポンプ及びエンジン発電機の維持・修理費、水料金徴収人件費等）と水料金とのバランスを検討した。

対象人員	2,500人
1人当り水量	30ℓ/日
水料金	0.25FCFA/ℓ（一般に0.25~0.5FCFAである）

その結果は、付表-5として示したが水料金に対し、燃料代及び水中ポンプ、エンジン発電機の維持・修理費等を含むコストは約56%となり、水使用が計画通り行なわれれば施設の維持管理は十分に可能である。

小規模給水施設の対象村落カラバンコロは既存公共管井がなく、現在水管理委員会はない。しかし井戸の設置が決れば委員会を設置し維持管理を行うことを確約している。水管理委員会の設置にはDNHEの協力が必要であるが、日本側としても井戸掘削・施設建設中に水中モーターポンプ、発電機、エンジン等の修理要員及び維持管理要員育成のための講習などを行う必要がある。

4-4 プロジェクトの最適案に係る基本設計

4-4-1 設計方針

管井施設の建設を主体とする本計画は、過酷な自然条件、多様に変化する水理地質条件及び不十分なインフラ整備下での野外作業が主となる。また、建設作業にあたっては日本の業者が実施することとなるため地域住民、DNHE職員、「マリ」国作業員あるいは下請け業者との緊密な関係が不可欠となり、言葉の問題、社会的習慣、各種命令系統等の問題、あるいは文化・生活習慣の違いなどによる問題が発生しないように作業を進める必要がある。

いっぽう、完成施設は恒久的で、清浄な飲料水を長期的かつ安定して供給できる施設として建設する必要がある。

基本設計は、こうした本案件の幾多の条件を十分にわきまえた上で、かつ日本の無償資金協

力の仕組みに則したものでなければならない。以上の事柄を総合的に考察し、次に示す基本方針をもって計画を策定するものとする。

(1) 自然・社会条件に対する配慮

本計画で実施する各業務は、全て野外作業となり、気象条件によって作業能率が大きく左右される。特に、大型の車両を使用するさく井作業は、雨期にはその行動が制限されて、時には現地作業が不可能となる。計画地域では雨期の発生時期は各年異なるが、一般的には7～9月の3か月がこれに相当する。このため、類似プロジェクトではいずれも年間2～3か月程度の作業休止が発生している。したがって、本計画においても、約3か月間を雨期の作業低減によるロス期間に設定する。

(2) 維持管理面からの配慮

ハンドポンプ付き管井

- ・ハンドポンプを含む人力ポンプには種々の形態があるが、この施設を利用する村落住民にとって揚水が容易であること。
 - ・ポンプの修理費が安く、部品の供給市場が確立されていること。
- これらの条件を満たし、かつマリ国に製造工場をもつハンドポンプを考慮する。

小規模給水施設

- ・資機材は、可能な限りマリ国産あるいはマリ国々内で調達可能なものとする。
- ・できるだけマリ国で施工されている施設計画の基準に適合させる。
- ・村民が維持管理を行なう村落給水施設として妥当、かつ完成後も修理部品の入手容易なものを選定し、経済的な施設とする。

(3) さく井工事の設計、施工及び資機材調達に対する方針

項目	方針	備考
①設計基準	マリ国基準	
②施工業者	現地業者の使用	日本企業監理
③掘削機材の調達	現地業者保有機材	
④井戸用資材の調達	現地資材業者からの調達	
⑤小規模給水施設用資機材の調達	現地資材業者からの調達	

(4) 工期に対する方針

本計画の工期は、日本の無償資金協力の制度に見合った工期を設定する。ハンドポンプ、小規模給水用管井計41本の管井建設を対象とした場合、準備及び資機材調達を含み単年度で行うのが妥当である。

4-4-2 設計条件の検討

本計画は、既に我が国が無償資金協力事業として実施した地下水開発事業との類似点が多く、その経験を踏まえ、以下に設計条件を検討する。

(1) 計画対象村落

計画対象の村落名、人口、水理地質の概要、点水源施設の有無、計画さく井本数等を巻末付表-2に示す。計画さく井本数はマリ国の村落給水基準である人口400人あたりに1施設で算出している。村落の人口は1994年の世銀調査での人口を採用した。

(2) 掘削サイトの選定基準

基本設計調査において選定された管井設置対象村落について、空中写真判読及び物理探査を実施して村落毎の掘削サイトを選定するものとする。

サイト選定調査は、さく井工事に先立って実施するものとし、空中写真判読及び物理探査は、コンサルタントの監督のもと現地コンサルタントによって行う。

(3) 管井さく井工事に係る諸条件の検討

現地業者が施工する管井さく井工事の条件は次に示すとおりである。

項 目	現地業者下請工事
ハンドポンプ付管井数（村落数）	40（23）
小規模給水管井数（村落数）	1（1）
地 質	プレカンブリア紀花崗岩、変成岩及び砂岩、泥岩
さく井成功率	75%
掘削計画深度	70m
掘削工法	DTH法及びロータリー工法
管井仕上げ口径及び管材	5.5インチ（外径）、PVC管
ハンドポンプの形式	ポンプ径4インチ（マリ国で入手可能なもの）
1本当工事日数	7日
さく井工事の所用期数	1期

1) ハンドポンプ設置基準

管井用の人力ポンプには手押し型、足踏み型等があるが、手押し型ポンプの方が汲み上げにも便利であり、また維持管理（部品交換）が容易である。したがって、仕上げ径5.5インチの管井では、マリ製ハンドポンプを採用する。

ハンドポンプの設置基準は下記のとおりである。

- ・最大水位降下量は30m程度とする。
- ・揚水量は原則として1m³/時以上とする。
- ・水質はマリ国の水質基準を満足するものとする。

2) 小規模給水施設用管井ポンプ設置基準

ポンプ型式選定のための各種基準は次の通りである。

項 目	数 量
対象人口	2500人
1人当たり日給水量	30ℓ/日
給水時間	7時間(朝4時間、夕方3時間)
井戸数	1井
1井当り揚水量	5m ³ /時以上
井戸深度	70m
給水塔高さ	10m
給水塔容量	30m ³
全揚程	90m

- ・カラバンコロは現在人口5,000人を越えるが、小規模給水対象地域を旧市街の平坦地に定め、この対象地域分布範囲から対象人口を約2,500人と推定した。
- ・管井設置サイトは、ニジェル川の旧氾濫源堆積物の分布域に選定できることから、揚水量の多い井戸を想定できる。

4-4-3 基本計画

(1) 施設計画

1) 管井の設計

現地業者下請け工事の管井の設計は、対象地域内の平均的な地質構造に基づいて行うものとする。前項に示した設計方針から、管井さく井工事の作業項目別仕様及び標準掘削断面図は、各々、表4-4-1及び図4-4-1に示すとおりである。なお、掘削深度は既往掘削実績及び電気探査結果より平均深度70mとした。

また、小規模給水用管井も前述と同様である。

管井施設は、ケーシングパイプ及びスクリーンパイプで保護し、その周辺に砂利巻きを施す。掘削孔径は7 5/8インチ、ケーシングパイプ外径は5.5インチとする。

なお、井戸の上部6.0mは汚濁地表水が孔内へ侵入しないように粘土シールの外側にセメントグラウチングを施す。

付設ハンドポンプは現地製とする。

2) 管井付帯施設

ハンドポンプ付き管井周辺の付帯施設は、清掃、維持管理を容易にすると共に地表水の井戸内への侵入を防ぐため3.5×3.5m、厚さ30cmのコンクリートスラブを打設する。また、井戸の周辺を清潔に保つため、井戸中心より7.0m遠方までコンクリート製の排水路を設けた構造とする。ハンドポンプ付帯施設の標準構造図は、図4-4-2に示すとおりである。

3) 小規模給水施設

小規模給水施設は、上記の管井に水中モータポンプを据付け、地上高10m（容量30m³）の給水塔と6か所の給水栓（2蛇口/か所）及び延長合計4,450mの給水管（管井-給水塔）、配水管（給水塔-給水栓）を設置する。水中モータポンプの動力は、経済的に有利でかつ現地修理可能なエンジンゼネレーターとし、給水塔下部にゼネレーター室を設置した構造とする。小規模給水施設の作業項目別仕様及び概要図は、表4-4-2、図4-4-3に示すとおりである。

(2) 資機材計画

日本のコンサルタント、企業体及び現地地下請業者の計画遂行のために必要な工事資機材に関する検討項目は下記のとおりである。

1) ハンドポンプ及び管井用資機材

① ハンドポンプ

基本計画に沿いマリ国で調達容易なハンドポンプを使用する。40セット

② 管井用ケーシング、スクリーン

共に径5.5インチ（外径）、PVC管を使用。いずれも現地調達とする。

③ セメント、砂、砂利等

これらの資材は現地調達とする。

表4-4-1 管井さく井工事の作業項目別仕様

作業項目		現地業者下請け工事
掘 削 工 事	口切	堆積層の掘削仕様と同じ
	堆積層掘削	工法：エアー掘ロータリー工法 トリコンビット：9 5/8 インチ（中～硬岩） 掘削深度：15～30m 岩盤到達後、仮ケーシング立込み
	岩盤掘削	工法：DTH工法 DTH ビット径：7 5/8 インチ（硬岩） 掘削深度：70m
孔内 検層	<ul style="list-style-type: none"> ・自然電位 ・比抵抗 ・ショウト・ロング ・自然ガンマ 	スクリーン位置の決定のために孔内検層を行う。
ケーシング及びスクリーンの立込み		<ul style="list-style-type: none"> ・ボトムプラグの取付け ・外径5.5 インチのケーシング及びスクリーンを帯水層の条件に合わせ立込む ・セントラライザーを12m毎に設置する。
フィルター砂利充填		ケーシング及びスクリーンと孔壁の間を砂利で充填し、孔壁を保護する。
デベロップメント（洗浄）		帯水層から井戸への水の流入がスムーズになるように、エアーリフト法でデベロップメントを3時間程度行う。
揚水試験		段階揚水・回復試験（マリ国仕様）
撤去		揚水試験後、仮蓋をつけ、整地・復元する。
人力ポンプ据付工事		コンクリート・スラブ 3.5× 3.5× 0.3m ハンドポンプ：現地製造品

注) デベロップメント終了後、実施する揚水試験はさく井した管井が所要の揚水量を採水することができるかどうかを判定するためのものである。

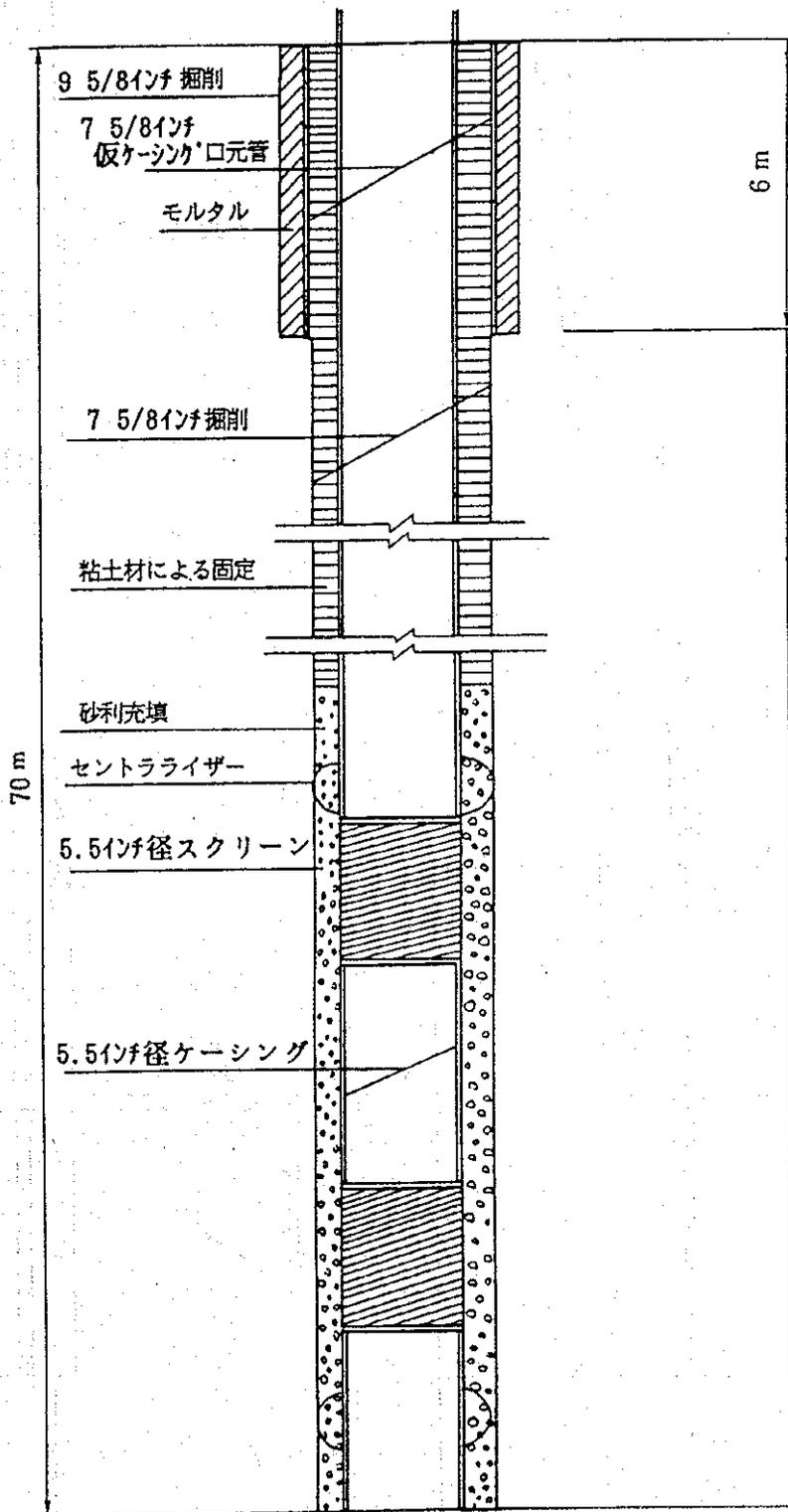
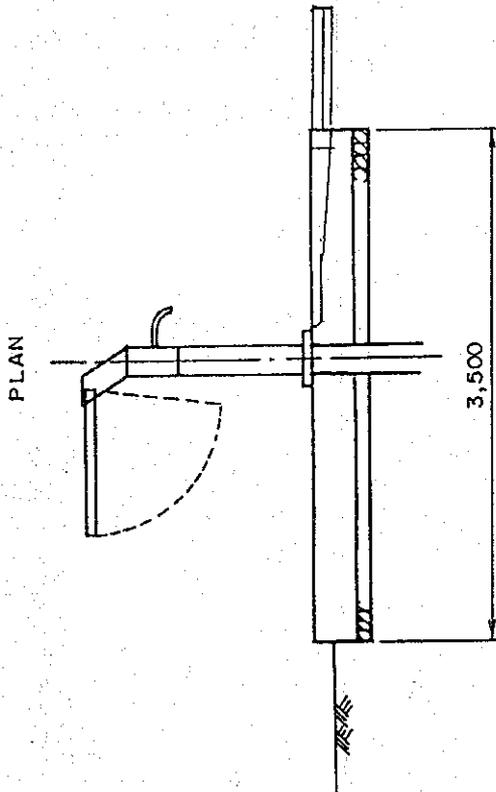
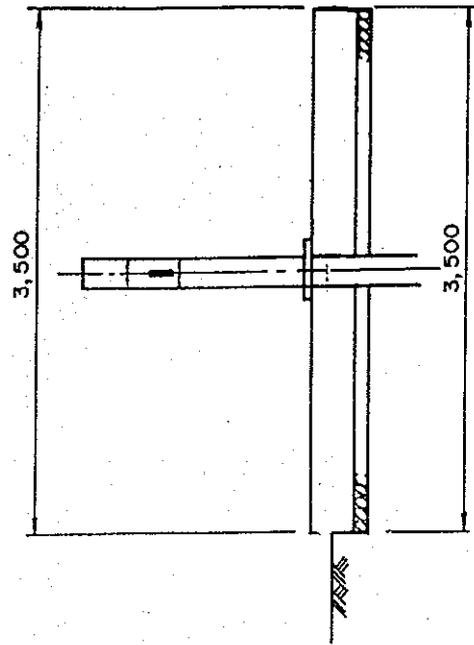
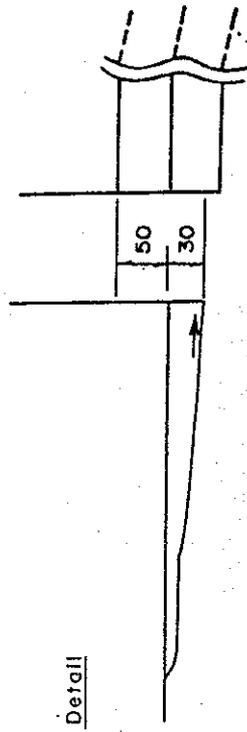
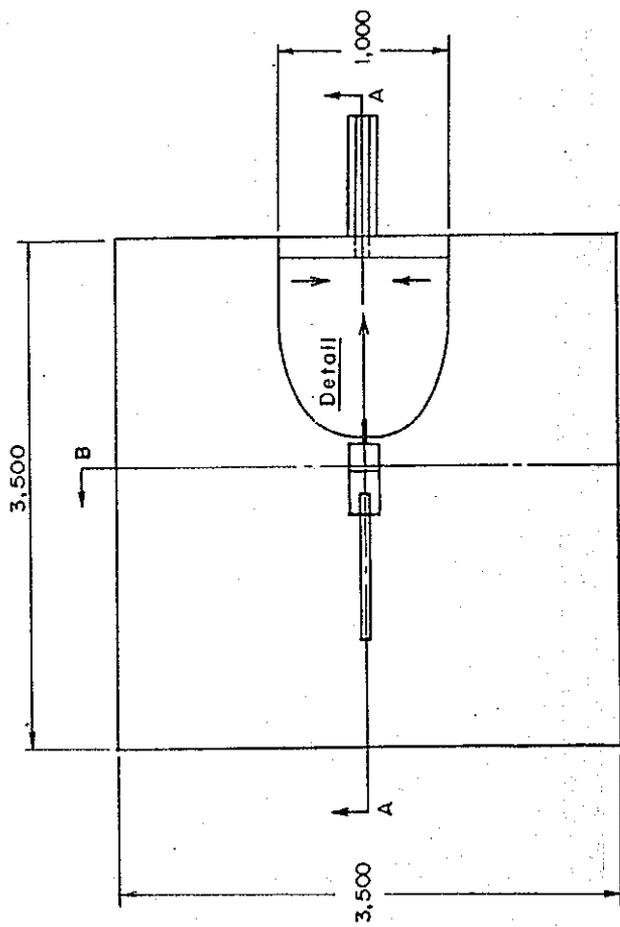


図4-4-1 標準掘削断面図



COUPE B-B

COUPE A-A

図 4-4-2 ハンドポンプ付帯施設標準構造図

表4-4-2 小規模給水施設設置作業項目別仕様

作業項目	現地業者下請け工事
管井設置工事 (含孔内検層, 揚水試験)	表4-4-1に同じ
水中モーターポンプ 設置工事	管井用水中モーターポンプφ4", 3.7kw, 380V を深度 50mに設置(地質条件によって変更のことあり)
ジェネレータ設置小屋 建設工事	ジェネレータハウスを給水塔下部にコンクリート 及びコンクリートブロックにて構築する。
ジェネレータ設置工事	400V, 25kVAのジーゼル発電機をジェネレータハウス 内のコンクリートベースに据えつける。
給水塔設置工事	RCコンクリート製水槽(容量30m ³)及び同製タワ ー(H=10.0m)
配管工事	φ100mm及びφ80mm管には妨錆、耐久性に優れた 内面エポキシライニングのダクタイル鋳鉄管使用 φ40mm管には同様に亜鉛メッキ水道用管使用
共同水栓設置工事	6ヶ所, φ13mmの横水栓を1ヶ所に2ヶ取りつける。

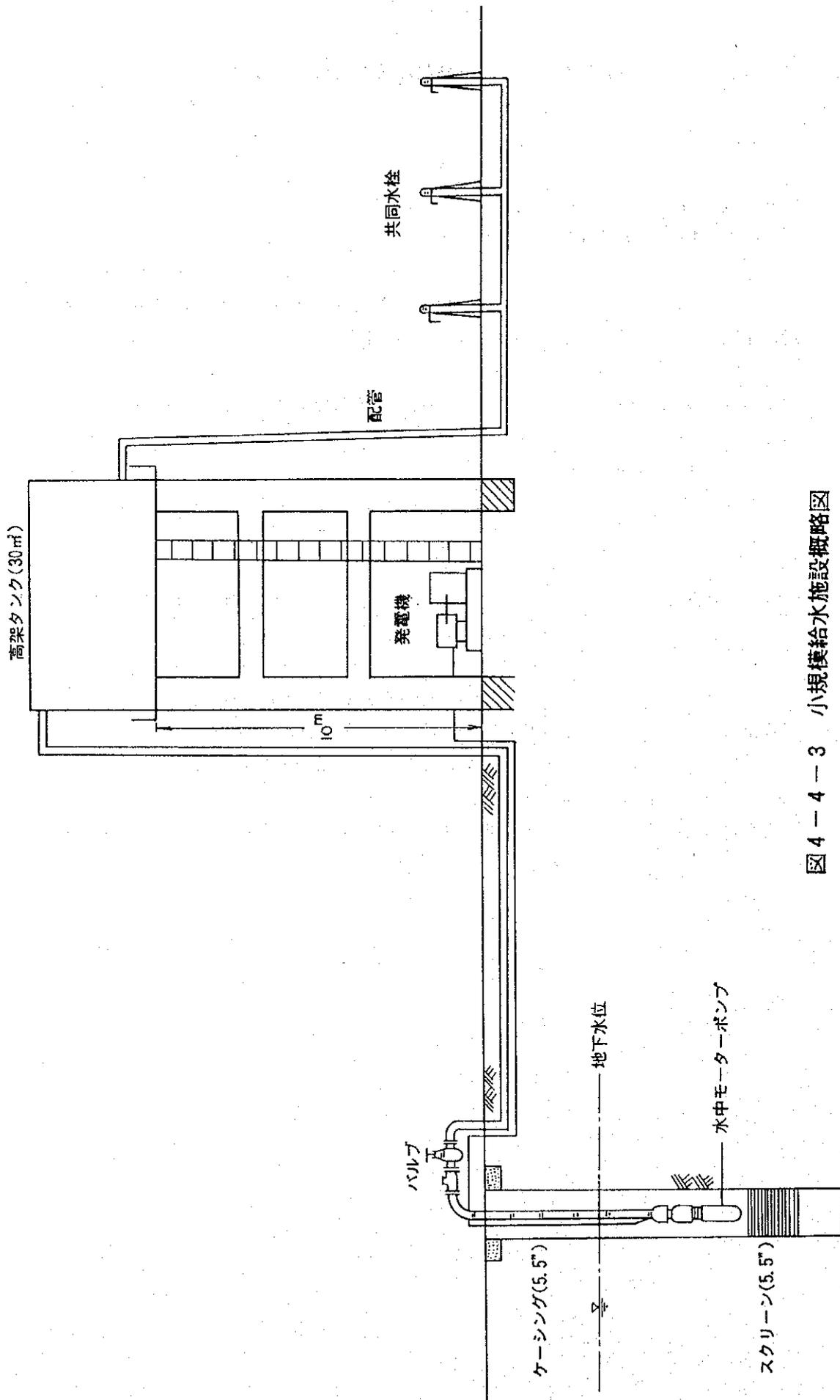


図 4-4-3 小規模給水施設概略図

2) 小規模給水施設用機材

給水塔の水槽及びタワーは鉄筋コンクリート製とし現地施工とする。水槽の容量は30m³、タワー高は10mである。

エンジンジェネレーター及び水中モーターポンプは、維持管理面で故障時の対応に有利なように現地にて調達する。

3) 探査・試験用資機材一式

①探査機材

計画対象地域はプレカンブリアンの地層及び火成岩類からなり、地下水の探査はこれらを構成する岩盤の風化帯及び破碎部を対象とする。そのため掘削井サイトの決定には、電気探査結果が重要であるが、DNHE所有の電気探査機は使用不能あるいは経年老化している。そのため本計画においてはこれらの機器を調達してさく井サイトの決定と実施機関に対し技術移転を行う。調達機器の仕様は次のとおりである。

- ・電気探査装置 1台：軽量可搬型、探査深度能力100～150m
最大電圧700V、最大電流1A、パワーブースターをつけた場合の最大電圧800V、最大電流2A
IP法測定も可

②試験用資機材

井戸スクリーンの位置決定に必要な孔内検層装置、水質試験用の簡易水質分析器、電気伝導度計、pHメーターが使用不能あるいは全消耗されており、本計画において以下の機器を調達する。

- ・検層装置 1台：比抵抗、自然電位測定、自記記録式 深度200m用
- ・簡易水質分析器 1式：15項目 500検体
- ・電気伝導度計 1台：簡易式
- ・pHメーター 1台：簡易式

4-5 施工計画

4-5-1 施工方針

(1) 実施体制

1) 実施機関

本計画の実施機関であるMMEHは、その管轄下のDNHEを通じて日本の無償資金協力システムに基づき、E/N調印後の契約行為、銀行取極、免税措置等を円滑に実施するものとする。

2) コンサルタント

コンサルタントは、本計画に係わる無償資金協力についてのE/Nが日本・マリ両国政府間で交換された直後に、コンサルタントサービスに関する契約をマリ政府との間で締結する

ものとする。

3) 契約業者

日本法人企業である契約業者は、コンサルタントが作成しマリ国政府が承認した契約内容に基づき、マリ国の実施機関と契約を締結し、資機材の納入、さく井及び小規模給水施設建設工事を請け負う。

(2) 事業負担区分

本計画の内容はハンドポンプ付き管井40本及び小規模給水施設1ヶ所の建設並びにさく井工事に必要な資機材を調達するものである。ここでは、両国の事業分担区分の概要を記述するものとし、詳細は後述する。

1) 日本側の負担

- ・資機材の調達、輸送及び引き渡し
- ・ハンドポンプ付き管井40本及び小規模給水施設1ヶ所の建設
- ・上記項目に関するコンサルタント業務

2) マリ側の負担

- ・計画の遂行及び計画終了後の施設・機材の維持管理
- ・日本側が予定する業務に対する便宜供与
- ・免税措置
- ・無償資金協力の調達範囲外の必要経費の負担
- ・カウンターパートの提供

(3) 現地業者の活用

本計画では、マリ国の自国業者育成の方針に従い、現地コンサルタント及び現地工事業者を有効に活用することとし、下記の業務を日本のコンサルタント及び契約業者との下請契約で実施するものとする。

1) 現地コンサルタントの業務

- ・空中写真判読、物理探査

2) 現地工事業者

- ・さく井工事
- ・小規模給水施設の建設

(4) 技術者の派遣

1) コンサルタント

コンサルタントの技術者の派遣は必要最小限とする。そのため下記の必要な業務の組合せにより派遣人員を決定する。

コンサルタントの技術者派遣の必要な担当業務

担当分野	派遣技術者の主な作業項目
総括	業務の全体監理、対外折衝、建設工事のスポット監理、完成施設の引渡し検査
水理地質	空中写真判読、水理地質条件の把握、サイト選定
物理探査	サイト選定のための電気探査、電磁探査の監理
給水施設	小規模給水施設の実施設計
積算等	契約資料の作成等
施工監理	さく井工事及び小規模給水施設の施工監理、調達機材の検査
通訳・翻訳	入札図書等の翻訳、打合せ時の通訳（施工監理時は除く）

2) 契約業者

契約業者の技術者派遣は現地での作業効率を考慮して、工事の実施に支障がないように必要な技術者、技能工を現地に派遣するものとする。

契約業者の技術者派遣の必要な担当業務

担当分野	技術者派遣の必要性／主な作業項目
総括 事務担当	工事の全体監理、資機材の現地調達、現地業者との折衝 現地業者への指示、文書発行・受け取り、経理事務、労務管理、 資材の調達
ドリラー	さく井作業、掘削工事の指導、監督、井戸施設建設の指導監理

4-5-2 建設事情及び施工上の留意事項

(1) 労務関係

労務者の直接雇用は労働法規、社会保障、税務処理等に充分配慮して行わねばならないため、現地企業から人材提供を受ける方が賢明である。

(2) 工事許認可関係

さく井工事、小規模給水施設建設に必要な行政手続き、サイトへの通行許可、工事命令書の発給はDNHEを通して行う。工事の慣行として、当該の行政区が工事实施に対する現地の治安状況の判定及び県、郡、村落への調整を行うので、DNHE及びその地方支局を通じて当該の行政組織に対して適切な処置を依頼するものとする。

(3) 作業日数

マリ国での1工期は10月から翌年6月までの9ヶ月を基準としており、7月～9月は雨季のため交通網が寸断され易いこと、また、旧宗主国の慣行としてこの時期に夏季休暇をとるので、

この期間は作業期間から原則除外する。また、4月から6月にかけて気温が急上昇するので、この期間の作業効率は通常の半分程度に低下する。したがって、10月から3月が一番効率よく作業できる期間であり、1工期の実質月数は8ヶ月となる。また、月当たりの実作業日数は24日程度である。

行政機関は現在週休2日制であり、土・日は休日である。現地作業については、土曜日も作業するが、休日勤務は通常勤務の25%増しの賃金である。

なお、イスラム暦の休日は月の満ち欠けにより決まるので、暦に休日のマークが記載されておらず、契約、荷渡し、打合せ等の曜日は注意を払う必要がある。またラマダンなどイスラム教の行事についても考慮する必要がある。

(4) 現地業者の作業効率

現地業者が日本の無償資金協力事業の下請けとしてさく井工事に参加するのは「ギニアウォーム対策村落給水計画」について2度目であり、この経験を作業計画に反映させる。

4-5-3 施工監理計画

本計画は日本の無償資金協力による実施を前提としている。したがって、日本の無償資金協力の制度に基づき、JICAが推薦する日本のコンサルタントがマリ国側との契約に基づき以下の設計・施工監理業務を実施する。

(1) 実施設計

- ・本計画に基づく資機材の調達及び建設工事に係る実施設計及び入札図書の作成
- ・入札業務の代行及び応札書の分析、評価
- ・上記入札に係るマリ国側と落札者との契約交渉への立会及び助言
- ・サイト選定調査及びサイトの決定

掘削サイトの選定調査は工事開始に先立ち、コンサルタントが、現地コンサルタントを使い行うもので、調査内容は空中写真判読による地質構造解析とその結果に対する物理探査からなる。

このサイト選定のための物理探査は4~5測点/サイト、20電極展開/1測点が必要である。現地コンサルタントの探査能力は10サイト/月/班であり、41サイトを2班で行い約2ヶ月を必要とする。なお、この調査では、基本設計調査時の物理探査結果を含めて解析を行う。

- ・掘削サイトについてマリ国側との協議・確認
- ・小規模給水計画サイトの詳細調査とマリ国側との協議・確認
- ・その他の計画実施に伴うコンサルティングサービス

(2) 施工監理

工事期間中（サイト選定調査を含む）に施工監理技術者及び調査関連技術者を派遣し、以下の業務を遂行する。

- ・計画実施に係るマリ国側関連機関との連絡、調整
- ・資機材の調達、輸送及び建設工事の監理（資機材の調達監理は現地受取時検査、建設工事監理は工事期間を対象として実施する）
- ・技術移転の総合監理
- ・工事記録の監理、承認
- ・工事工程の監理・監督
- ・到着機材、計画施設建設工事、完成施設等の検査、監理

(3) 要員計画

1) コンサルタント

日本からの派遣技術者は4-5-1(4)に示した派遣の必要性、作業内容からその員数を次のとおりとする。ただし、一部業務については、コンサルタントの監理のもと契約業者が現地コンサルタントを使って実施する。

実施設計

総括（主任技術者）/水理地質	:	1名
給水施設／維持管理	:	1名
積算、入札図書	:	1名
通訳、翻訳	:	1名

施工監理

総括（主任技術者）/水理地質	:	1名（スポット監理）
常駐監理技術者	:	1名

2) 現地コンサルタント

現地コンサルタントからの技術者は、つぎのとおりである。

物理探査技術者	:	2名
---------	---	----

4-5-4 資機材調達計画

建設工事に必要な資機材の調達は、日本国もしくはマリ国の製品（マリ国で一般的に使用されている第三国製品を含む）を基本とし、マリ国側との契約に基づいて日本国籍の業者によって行なわれる。本計画に含まれる資機材は、計画終了後も安定的に部品供給が可能となるよう配慮し、現地に代理店を有するものを選定する。また、現地でも類似品が市販されておらず、日本調達となる機材については、既存機材との互換性に留意し、可能な限り同一仕様とする。

本計画で調達される機材のうち日本で調達される機材の搬入ルートは、ダカール、コトヌー及びアビジャンの3つのルートがある。

ダカールからのルートはダカール～バマコ間の鉄道輸送であり、雨季に鉄道網が寸断され易いことから、このルートは採用できない。

コトヌーからのルートはニアメ経由となり、民族紛争により治安の不安定な場所を通るので、

このルートも採用できない。

現在、アビジャンは重量貨物の荷揚げ施設が完備しており、象牙海岸国より直接ゼグア（国境地点）を経由してマリ国内に安全に入ることができる。

これらの機材調達及び輸送の所要期間は、全調達に約3ヶ月、輸送及び通関に約2ヶ月が必要で、計5ヶ月程度を要する。

資機材日本国内調達一覧表

ステーションワゴン型車両	1台
電気探査装置	1台
検層装置	1台
上記機材用スペアパーツ	1式
簡易水質分析器及び補充試薬	1式
電気伝導度計	1台
pHメーター	1台

4-5-5 実施工程

(1) 全体計画

プロジェクトは1期にて実施する。資機材の調達と併行して工事の準備に入り、日本業者及び現地業者によるさく井工事及び小規模給水施設の建設を行う。

(2) 自然条件による作業期間

1) 作業月数及び月当り作業日数

現地での気象条件を考慮すると、10月から翌年6月までの期間の作業効率を加味した実働作業月数は次のように算定される。

掘削工事の実働作業月数

期間	月数	作業効率	実働月数	気象条件
10月～翌年3月	6	1.0	6.0	作業に適した期間
4月	1	0.8	0.8	気温上昇のため効率低下
5月、6月	2	0.6	1.2	高温のため効率悪い
合計	9		8.0	

また、週休2日制であるが現場作業は金曜半日・土曜日稼働で月稼働日数は24日となる。

(3) 実施工程

1) 日掘削作業能率

マリ国の労働時間は1日当たり7時間である。

	時間掘進率	作業時間	日掘進率
・ロータリー法:	1.8m/時	× 7時間	= 12.6m/日
・DTH法:	2.2m/時	× 7時間	= 15.4m/日

2) 管井1本当たりの作業時間

管井1本当たりの掘削作業時間は次表に示すように算定され、掘削班の管井1本当たりの標準作業期間は7日/本である。

管井1本当たりの掘削作業時間

	地質	地質特性	層厚	掘削速度	作業時間	備考
			(A)	(B)	(A)/(B)	
掘削作業	表層	薄い	-	-	-	(ロータリー工法)
	堆積層	風化岩	26 m	1.8 m/h	14.4 h	泥水ロータリー工法
	基盤岩	硬質の岩盤	44 m	2.2 m/h	20.0 h	⑤DTH工法
	小計			①	34.4 h	掘削日数: 34.4 ÷ 7h = 4.9日
孔内検層				②	3.0 h	
ケーシング、スクリーン立込み等				③	7.0 h	砂利充填作業を含む
ディベロップメント				④	3.0 h	エアーフット法
合計				①~④	47.4 h	47.4h ÷ 7h/日 = 6.8日 ≈ 7日
掘削機運転時間				①+③+④	44.4 h	
コンプレッサー運転時間				④+⑤	23.0 h	

3) 工事期間の検討

管井の工事期間は計画本数41本に対し、成功率75%、投入掘削機2台、月当り実作業日数を24日とすると工事期間は次のようになる。

$$41本 \div 0.75 \times 7日/本 \div 2台 \div 24日 = 8ヶ月$$

管井の掘削には約8ヶ月の期間が必要である。

(4) 事業実施工程

本計画を無償資金協力により実施する場合、事業工程及び実施すべき数量から考えて1期で実施する。

工程は、コンサルタント契約、実施設計、入札手続を経て業者契約に至る期間がE/N後約4ヶ月と見込まれる。契約業者は契約発効後、直ちに資機材の調達、製作に入ることとなるが、調達に要する時間は一般市販品で約2か月、物品によって3か月である。さらに、資機材の海上輸送にそれぞれ約2ヶ月が必要である。したがって全資機材が水利局に到着するのは、順調にいった業者契約の約5か月後となる。

一方、建設工事の所要期間は8ヶ月で、建設工事は現地業者が行うことから、契約業者は契約発効後直ちに現地入りし、現地業者との交渉を持ち、施工に入ることになる。

以上に従って本計画の実施工程は次のようになる。

作業月数 実働日数 掘削機 1本当り日数 掘削本数 (計画本数)

$$8 \times 24 \times 2 \div 7 = 55 \quad (41)$$

総掘削本数 $41 \div 0.75$ (成功率) ≈ 55

以上の工事実施工程は表 4-5-1のとおりである

表4-5-1 工事実施工程表

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
第 1 期	実施設計 (約4ヶ月)	現地調査											
			入札業務										
					評価契約								
	調達	機材製作・調達											
					機材輸送								
	施工		サイト選定										
		準備				井戸建設							
									小規模給水施設				

4-6 概算事業費

(1) 両国の分担範囲

本計画は調査団とマリ側関係者との協議結果を踏まえ、下記の分担により実施する。

・日本側分担範囲

- 1) ハンドポンプ付管井41本の建設工事
- 2) 小規模給水施設1ヶ所の建設
- 3) 支援車輛、管井工事用資機材の調達
- 4) 本計画に係るコンサルタント業務

・マリ側分担範囲

- 1) 資機材に対するマリ国の関税及びその他の税の免除及び輸入許可
- 2) さく井建設での現地業者下請け工事に対する付加価値税の免除
- 3) 資機材の管理及び効果的運用の保証
- 4) 調達資機材の本計画への提供
- 5) コンサルタントが施工監理を円滑に実施するための事務所の提供
- 6) 井戸建設用地の無償提供
- 7) 完成した井戸及び小規模給水施設の維持管理とその啓蒙活動
- 8) 本計画を円滑に実施するために必要なその他の措置

(2) 概算工事

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約3億円となり、先に述べた日本とマリ国との負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記に示す積算条件によれば、次のとおり見積られる。

1) 日本側分担経費

事業費区分	第1期
(1)建設工事費	2.16億円
ア. 直接工事費	(1.41)
イ. 現場経費	(0.61)
ウ. 共通仮設費等	(0.14)
(2)資機材費	0.26億円
(3)施工監理費	0.49億円
合 計	2.91億円