

マリ共和国
エネルギー・鉱山・水省
国家水利局

マリ共和国
マリ南部地域飲料水供給計画
基本設計調査報告書

平成19年11月
(2007年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
株式会社 東京設計事務所

無償

CR(1)

07-204

序 文

日本国政府は、マリ共和国政府の要請に基づき、同国のマリ南部地域飲料水供給計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 19 年 2 月 4 日から 3 月 27 日まで基本設計調査団を現地に派遣しました。

調査団は、マリ国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施しました。帰国後の国内作業の後、平成 19 年 9 月 30 日から 10 月 10 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。

最後に、調査に御協力と御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 19 年 11 月

独立行政法人国際協力機構
理事 黒木 雅文

伝 達 状

今般、マリ共和国におけるマリ南部地域飲料水供給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、貴機構との契約に基づき弊社が、平成 19 年 1 月より平成 19 年 11 月までの 9.5 ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、マリ国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

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

平成 19 年 11 月

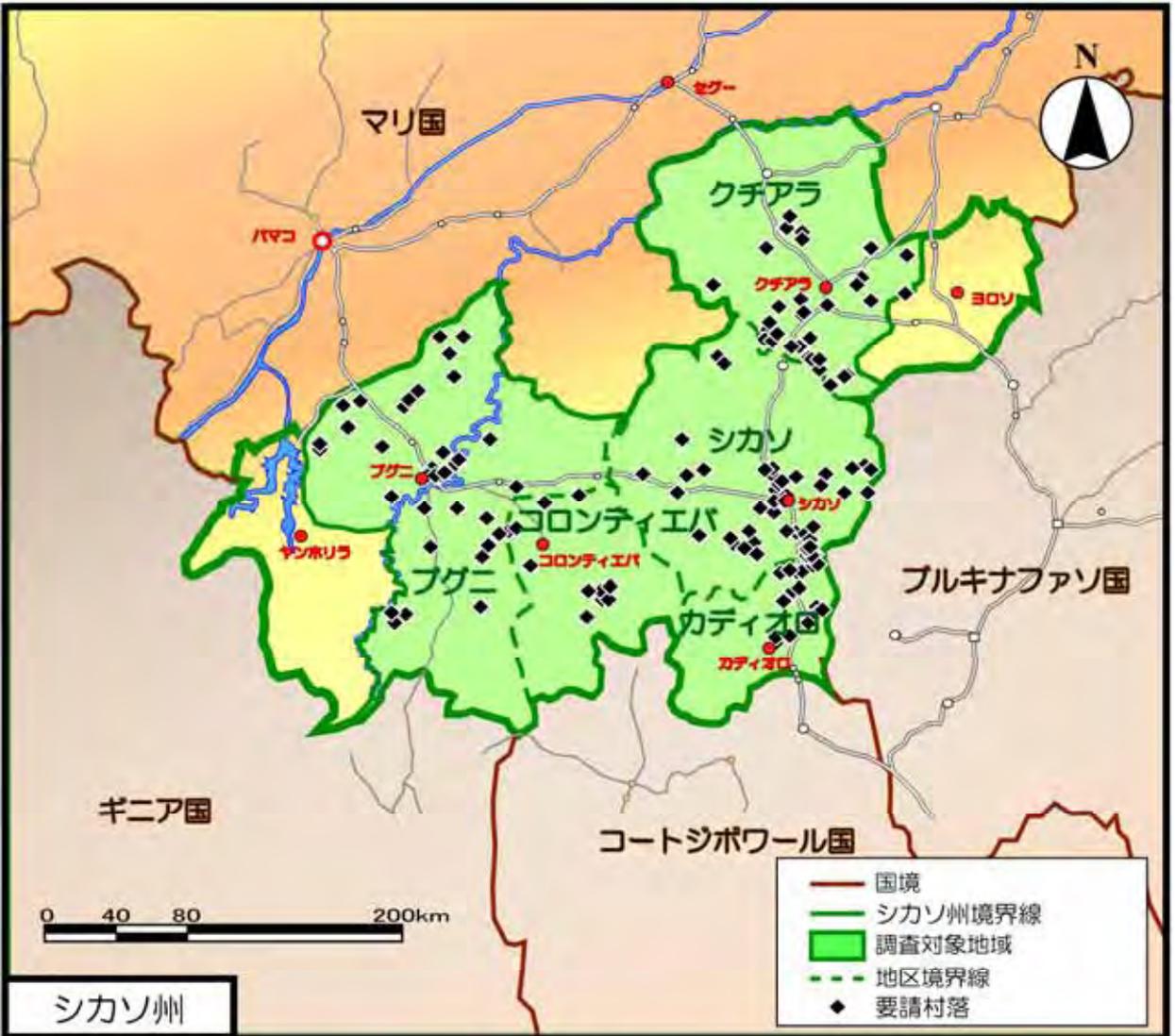
本間 真

株式会社 東京設計事務所

マリ共和国

マリ南部地域飲料水供給計画基本設計調査団

業務主任 本間 真



調査対象地域位置図

現地調査写真 [1/2]



国家水利局（DNH）とのミニッツ署名



DNH の水質試験所（本プロジェクトの水質試験の実施機関）



調査団が参加した地方給水セクターに係わるドナー会議



対象地区の典型的な農村風景



村落へのアクセス道路（大部分の道路はラテライトにより舗装され雨期のアクセスも比較的良好）



伝統的浅井戸（市場の近傍）



伝統的浅井戸（小学校内の浅井戸）



伝統的浅井戸（素掘りのままで井戸口のプロテクトがなく劣悪な状況）

現地調査写真 [2/2]



既設人力ポンプ（インディアンマーク II 型ハンドポンプ）



既設人力ポンプ（ペロニエ型足踏みポンプ）



既設人力ポンプ周辺状況（井戸の数が足りずに長い順番待ちができる）



ソーラー発電システムを利用した既設のレベル 2 給水施設（カディオコ県、DANIDA の援助による）



ソーラー発電システムを利用した既設のレベル 2 給水施設（クリコロ州、日本の援助による）



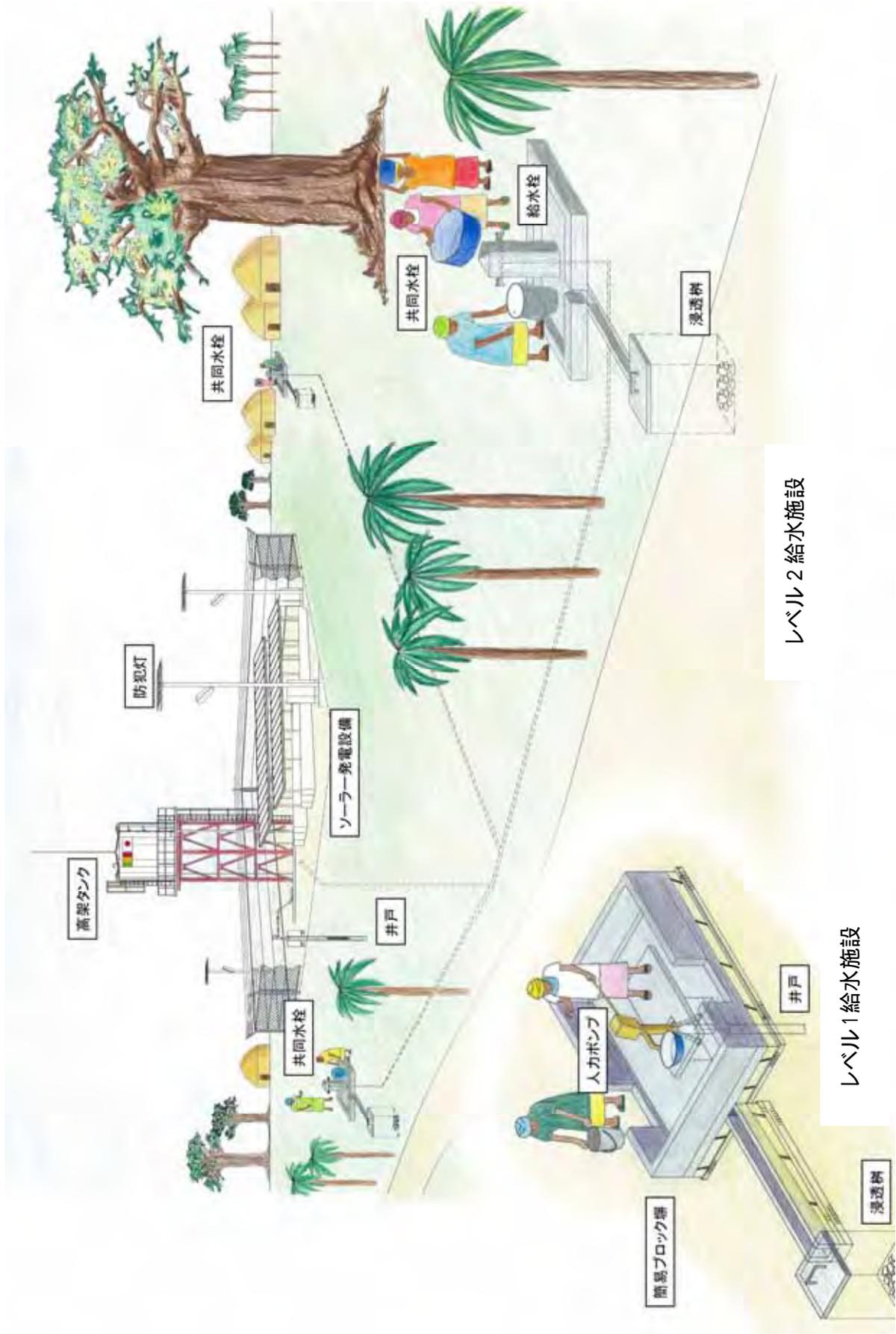
ソーラー発電システムを利用した既設のレベル 2 給水施設（セゲー州、EU の援助による）



既存のレベル 2 給水施設、共同水栓の状況



既存のレベル 2 給水施設、共同水栓の状況



完成予想図

略語集

<u>略語</u>	<u>正式名称</u>
ACDI	Agence Canadienne de Développement International (カナダ国際開発庁)
AEP	Adduction d'Eau Potable (給水システム)
AES	Adduction d'Eau Sommaire (簡易給水システム-レベル2 給水施設)
AFD	Agence Française de Développement (フランス開発庁)
AMADER	Agence Malienne pour le Développement de l'Energie et de l'Electrification Rurale (マリ・エネルギー開発及び地方電化庁)
AUE	Association d'Usagers de l'Eau (水利用者組合)
BAD	Banque Africaine de Développement (アフリカ開発銀行)
BADEA	Banque Arabe pour Développement en Afrique (アラブ・アフリカ地域開発銀行)
BID	Banque Islamique de Développement (イスラム開発銀行)
BM	Banque Mondiale (世界銀行(世銀))
BOAD	Banque Ouest-Africaine de Développement (西アフリカ開発銀行)
CDI	Centre de Documentation et d'Informatique (文書・情報処理センター)
CMDT	Compagnie malienne pour le développement des textiles (マリ綿花開発公社)
CPC	Coopérative des Producteurs de Coton (綿花生産者組合)
CPS	Cellule de Planification et Statistique (計画・統計室)
CSLP	Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté (貧困削減戦略枠組書)
DAF	Direction Administrative et Financière (管理・財務局)
DNACPN	Direction Nationale de l'Assainissement du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (国家下水・汚染検査局)
DNH	Direction Nationale de l'Hydraulique (国家水利局)
DNSI	Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (国家統計情報化センター)
DNSP	Direction Nationale de la Santé Publique (国家保健局)
DRACPN	Direction Régionale de l'Assainissement et du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (州下水・汚染検査局)
DRHE	Direction Régionale de l'Hydraulique et de l'Energie (州水利エネルギー地方局)
EDM (SA)	Energie du Mali-SA (マリエネルギー株式会社)
FED	Fonds Européen de Développement (欧州開発銀行)
FEM	Fonds d'Environnement Mondial (世界環境基金)
FKD	Fonds Koweïtien de Développement (クウェート開発基金)
FKDEA	Fonds Koweïtien de Développement Économique Arabe (アラブ経済開発クウェート基金)
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)
IDA	International Development Association (Banque Mondiale) (世銀)
JICA	Agence Japonaise de Cooperation Internationale (独立行政法人国際協力機構)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (RFA)

MATCL	Ministère de l'Administration Territoriale et des Collectivités Locales (国土管理・地方自治体省)
MATS	Ministère de l'Administration Territoriale et de la Sécurité (国土管理・安全省)
MDRE	Ministère du Développement Rural et de l'Eau (地方開発・水省)
MEA	Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (環境・衛生下水省)
MEF	Ministère de l'Economie et des Finances (経済・財務省)
MEME	Ministère de l'Energie, des Mines et de l'Eau (エネルギー・鉱山・水省)
MPAT	Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire (計画・国土整備省)
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement (開発のためのミレニアム目標)
OMS	Organisation Mondiale de la Santé (世界保健機構)
ONG	Organisation Non Gouvernementales (NGO)
PEM	Point d'Eau Modernes (近代的取水施設)
PMH	Pompe à Motricité Humaine (人力ポンプ-レベル1給水施設)
PNAEP	Programme National d'Accès à l'Eau Potable (飲料水アクセスプログラム)
PNIR	Programme National d'Infrastructures Rurales (国家地方村落インフラ・プログラム)
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement (UNDP)
PRS	Programme Régional Solaire (地方ソーラープログラム)
SIGMA	Système Informatique de Gestion des Ressources en eau du Mali (マリ水資源管理情報処理システム)
SMB	Service Minimum de Base (基礎的ミニマムサービス)
UE	Union Européenne (欧州連合)
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'Enfance (UNICEF)

要 約

貧困削減を国家目標とするマリ国は、2002年に貧困削減戦略の枠組書(Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté: CSLP)を策定した。CSLPは政府機関の充実、ガバナンスの改善及び国民参加の推進、持続的な人的資源開発及び基礎社会サービスのアクセス改善、基礎インフラ及び生産セクターの開発を3つの柱として、同国の開発計画において最上位に位置するものである。CSLPは保健、教育、農村開発、基礎インフラ整備の4分野を優先セクターとし、水と衛生セクターは、上記の3つの柱の内、基礎社会サービスのアクセス改善により貧困層の生活の質の向上に資する分野として位置づけられている。

1970年代の大干ばつを経てマリ国の農村は疲弊し、農村部での安全な水へのアクセスの向上が緊急な課題として求められた。このような状況を改善するため、1980年代に入り、我が国を含めた多くのドナーによる地方給水分野での援助活動が開始され今日まで続けられた結果、これらの活動により村落の給水状況は大幅に改善され、一時の危機的状況は脱してきている。しかしながら、規模の小さな村落には未だに1本の衛生的な井戸を持たない村(無給水村)も多く、このような村の住民は現在でも遠方の深井戸を利用するか、近傍の伝統的な浅井戸を利用せざるをえないので、過酷な水汲みの労働を強いられる、あるいは水因性疾患への罹患のリスクに晒される、といった劣悪な給水状況に置かれたままである。

マリ国は「全ての国民に水への公平なアクセスの確保」を水政策の最重要課題と位置づけ、無給水村での深井戸の建設を優先的に実施している。本プロジェクトの対象地区のシカソ州は無給水村が多く、給水環境の面での村落間の格差が大きい。マリ国政府は、カイ、クリコロ、セゲー、モプチ州での我が国による過去の協力プロジェクトの実績を踏まえ、新たにシカソ州の5県(ブグニ県、カディオロ県、コロンディエバ県、シカソ県、クチアラ県)を対象に、地下水開発による安全な水の供給を目的とした無償資金協力を要請してきた。2004年8月付けの要請内容は以下のとおりであり、協力要請村落の約半数が無給水村となっている。

- ・ 人力ポンプ付深井戸給水施設の建設 : 240ヶ所(149村落)
- ・ ソーラー発電システムによる簡易給水施設の建設 : 10カ所
- ・ 井戸掘削機材の調達 : 1式

日本政府は基本設計調査の実施を決定し、国際協力機構は、平成19年2月4日から3月27日まで基本設計調査団を現地に派遣し、マリ国関係者と協議を行うと共に現地調査を実施した。調査団は帰国後の国内解析の後、基本設計概要書を作成し、平成19年9月30日から10月10日に現地での説明・協議を行い、その結果を基に本報告書を取りまとめた。報告書の要約は以下のとおりである。

本プロジェクトはマリ国のシカソ州の5県(ブグニ県、カディオロ県、コロンディエバ県、シカソ県、クチアラ県)の住民に安全な水を安定して供給するため、ハンドポンプ付深井戸給水施設とソーラー発電システムによる簡易給水施設を建設し、シカソ州の農村部の給水状況及び衛生状況を改善し、住民の生活改善に資することを目的とする。施設建設後、

シカソ州の対象 5 県の給水率は 73.3%に向上し、無給水村は 74 村落削減されることが期待できる。この目標を達成するために、本プロジェクトでは給水施設の建設とともに、給水施設を建設する全村落を対象に、住民による維持管理組織の設立と給水施設の持続的維持管理体制の強化を目的とした技術支援（ソフトコンポーネント）を実施する。なお、要請内容に含まれている井戸掘削機材一式の調達は、マリ国政府との協議により本プロジェクトの協力対象から除外することとする。

計画の基本方針は以下に示すとおりである。

全体

計画目標年次はプロジェクト実施工程を勘案し 2011 年、一人一日あたりの給水量を 20L、1 箇所の給水源（ハンドポンプ付深井戸給水施設及び簡易給水施設の共同水栓）あたりの給水人口は 400 人とする。

水源は基盤岩の風化帯及び亀裂中に賦存されている質量ともに良好で乾期にも水涸れしない深層地下水とする。

地下水中の鉄分がマリ国の飲料水基準を超えた場合は失敗井として扱い、鉄分除去装置は設置しないこととする。

水質による井戸の成功基準において、pH の下限値を 6.5 から 5.0 に緩和する。

施工体制は、現地民間掘削業者の能力、規模、実績を勘案の上、日本の請負業者の下で現地業者を十分活用する方針とした。

給水施設の維持管理を目的とした啓蒙・啓発活動を本邦コンサルタントがローカルコンサルタントを使い実施する。

施工工程は雨期における作業効率の低下の影響をできるだけ少なくする工程とする。

人力ポンプ付深井戸給水施設

人力ポンプの型式は、維持管理及びスペアパーツ入手の容易性等を鑑みマリ国で最も流通しているインディアンマーク II 型のハンドポンプとする。

マリ国との合意をもとに井戸揚水量の成功基準をマリ国基準の 1.0m³/時以上から 0.8m³/時以上に緩和する。

付帯構造物は衛生面及び機能性を考慮し、既存施設を参考に排水路、排水枡を備えた設備とする。

深井戸施工の成功率は、国家水利局や他のドナーの実施資料及び現地調査の結果をもとに 71%とする。

簡易給水施設

水源井戸には既存井の積極的な転用をはかり、井戸水源は詳細設計の期間内に確保する。

井戸ポンプの電源は維持管理の面から燃料費を必要としないソーラー発電方式を採用する。

共同水栓の付帯構造物は、衛生面及び機能性を考慮し排水路、排水枡を備えた設備とした。

当初の要請内容に対し、マリ国との間で最終的に確認された要請内容は、149 村落に 250 力所の人力ポンプ付深井戸給水施設と 10 村落に簡易給水施設を建設するものであった。これに対し、人力ポンプ付深井戸給水施設の要請では既存の井戸施設が新たに建設されている等の理由から要請村落を 143 村落に変更し、これらの村落について現地調査を実施した。さらに、現地調査結果を基に自然条件及び社会経済条件から各村落の現況を検討した結果、次に示すように 95 村落を協力対象として選定した。なお、簡易給水施設の要請村落の中には水源井戸からの十分な揚水量が期待できない村落があり、このような村落については人力ポンプ付深井戸を建設することに協力内容を変更した。

給水施設建設計画

県名	人力ポンプ付深井戸施設		簡易給水施設	
	計画村落数	サイト数	計画村落数	サイト数
シカソ	17	26	1	1
カディオロ	15	29	2	2
コロンディエバ	7	10	0	0
クチアラ	27	53	2	2
ブグニ	25	32	0	0
合計	91	150	5	5

備考) 1 村落には人力ポンプ付深井戸施設と簡易給水施設の両方の給水施設を建設する。

本プロジェクトで 91 村落に 150 ヶ所のハンドポンプ付深井戸給水施設と 5 村落にソーラー発電システムによる簡易給水施設を建設することにより、新たに 63,300 人の住民に安全な飲料水が供給され、協力対象村落の給水率が 95 村の協力対象村落では 9.6%から 85.5%に増加し、シカソ州の対象 5 県では 68.8%から 73.3%に増加する。また、対象 5 県の無給水村数は 285 村落から 211 村落にと 74 村落減少する。給水施設の持続性確保のためのソフトコンポーネントの実施により、協力対象の全ての 95 村落に住民による維持管理組織が設立され、住民の水代支払、保健・衛生にかかる意識が向上し、さらには、維持管理費の徴収・積立がなされるようになり、施設の持続的維持管理体制が確立される。本事業を無償資金協力で実施する場合、実施にかかる概算事業費は 10.94 億円(日本側事業費：10.65 億円、マリ国側事業費：0.29 億円)と見積もられ、日本側事業費の内訳は下表に示すとおりである。

日本側負担経費内訳表

(単位:百万円)

事業費区分	ブグニ県	コロンディエバ県	シカソ県	カディオロ県	クチアラ県	合計
(1) 施設	117	36	161	241	299	854
(2) 実施設計・施工監理・ソフトコンポーネント	29	9	40	59	74	211
合計	146	45	201	300	373	1,065

本プロジェクトは A 型国債 (3 ターム) として実施するものとし、詳細設計期間 10 ヶ月、施工期間 27.5 ヶ月の全工期 37.5 ヶ月である。

本プロジェクトはマリ国の農村部住民を裨益対象とするもので、裨益人口が約 63,300 人と

多く、かつ、貧困層が多い。また、建設する給水施設は国家水利局(DNH)のシカソ支局(DRHE Sikasso)の指導の下で継続的に住民により維持管理される見込みである。本プロジェクトは CSLP を上位計画とし農村部の住民の生活環境改善に資するものであり、環境面での悪影響もない。このような観点から本プロジェクトは我が国の無償資金協力による協力対象事業として妥当なものであるといえる。

建設する給水施設の運営・維持管理については、本プロジェクトで実施するソフトコンポーネントにおいて技術支援がなされる。しかしながら、本プロジェクトをより円滑かつ効果的に実施するためには、施設建設後の維持管理体制の充実が不可欠であり、以下のマリ国側の主体的な取組みが重要である。

- 事業予算の確保と事業実施に必要な DRHE シカソ支局の組織強化
- 維持管理の持続性を確保するためのモニタリングの実施
- 井戸データベースの更新と水質モニタリングの実施
- 施設の持続性確保に向けた維持管理費(水料金)の設定

マリ共和国
マリ国南部地域飲料水供給計画
基本設計報告書

序文
伝達状
調査対象地域位置図
現地調査写真/完成予想図
略語集
要約

目 次

	頁
第1章 プロジェクトの背景・経緯	1 - 1
1.1 当該セクターの現状と課題	1 - 1
1.1.1 現状と課題	1 - 1
1.1.2 開発計画	1 - 1
1.1.3 社会経済状況	1 - 2
1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1 - 3
1.3 我が国の援助実施状況	1 - 4
1.4 他のドナー援助動向	1 - 5
第2章 プロジェクトを取り巻く状況	2 - 1
2.1 プロジェクトの実施体制	2 - 1
2.1.1 組織・分掌	2 - 1
2.1.2 財政と予算	2 - 1
2.1.3 技術水準	2 - 3
2.1.4 既存施設・機材	2 - 3
2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2 - 3
2.2.1 関連インフラの整備状況	2 - 3
2.2.2 自然状況	2 - 4
2.2.3 環境社会配慮	2 - 17
2.3 調達事情	2 - 17
2.4 施工事情	2 - 18
第3章 プロジェクトの内容	3 - 1
3.1 プロジェクトの概要	3 - 1
3.2 協力対象事業の基本設計	3 - 2
3.2.1 設計方針	3 - 2
3.2.2 基本計画	3 - 5
3.2.2.1 全体計画	3 - 5
3.2.2.1.1 要請村落の妥当性	3 - 5
3.2.2.1.2 ソフトコンポーネントによる技術支援	3 - 11
3.2.2.1.3 必要給水量の算定	3 - 12

3.2.2.1.4	原水水質への対処法	3 - 12
3.2.2.2	施設計画	3 - 14
3.2.2.2.1	水源井戸の計画	3 - 14
3.2.2.2.2	レベル1 給水施設の計画	3 - 18
3.2.2.2.3	レベル2 給水施設の計画	3 - 19
3.2.3	基本設計図	3 - 31
3.2.4	施工計画	3 - 31
3.2.4.1	施工方針	3 - 31
3.2.4.2	施工上の留意事項	3 - 32
3.2.4.3	施工区分	3 - 33
3.2.4.4	施工監理計画	3 - 33
3.2.4.5	品質管理計画	3 - 34
3.2.4.6	資機材等調達計画	3 - 34
3.2.4.7	初期操作指導・運用指導等計画	3 - 35
3.2.4.8	ソフトコンポーネント計画	3 - 36
3.2.4.9	実施工程	3 - 47
3.3	相手国分担事業の概要	3 - 48
3.4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3 - 49
3.5	プロジェクトの概算事業費	3 - 52
3.5.1	協力対象事業の概算事業費	3 - 52
3.5.2	運営維持管理費	3 - 54
3.6	協力対象事業実施にあたっての留意事項	3 - 57
第4章	プロジェクトの妥当性の検証	4 - 1
4.1	プロジェクトの効果	4 - 1
4.2	課題・提言	4 - 2
4.3	プロジェクトの妥当性	4 - 2
4.4	結論	4 - 3

付 表

	頁	
表 1.1	我が国の近年の援助動向（2005年）	1 - 4
表 1.2	ドナー支援による地方給水分野の主なプロジェクト（全国）	1 - 5
表 1.3	ドナー支援による地方給水分野の主なプロジェクト（シカソ州）	1 - 6
表 1.4	シカソ州における NGO の活動状況	1 - 7
表 1.5	シカソ州における主な NGO の活動内容（地方給水分野）	1 - 7
表 2.1	国家予算の推移	2 - 2
表 2.2	第2次セクターへの投資予算の推移	2 - 2
表 2.3	国家水利局の年度別決算	2 - 2

表 2.4	月別平均気温（1990 年～2006 年）	2 - 5
表 2.5	月別降雨量	2 - 5
表 2.6	10mm 以上の降雨日数	2 - 5
表 2.7	対象地域の地質	2 - 8
表 2.8	地質別井戸掘削記録（シカソ州）	2 - 9
表 2.9	カイ・セグー・モプチ掘削記録のまとめ	2 - 10
表 2.10	マリ国の飲料水基準	2 - 11
表 2.11	簡易水質試験結果一覧表	2 - 20
表 2.12	室内水質試験結果	2 - 23
表 2.13	DANIDA 計画の掘削記録のまとめ	2 - 12
表 2.14	鉄、pH、重炭酸以外の基準値を超えた試験試料数	2 - 13
表 2.15	現場水質試験結果のまとめ	2 - 13
表 2.16	室内水質試験結果（抜粋）	2 - 13
表 2.17	測量・土質調査概要表	2 - 15
表 2.18	物理探査数量表	2 - 15
表 2.19	レベル 1 給水施設要請村落の物理探査結果	2 - 24
表 2.20	レベル 2 給水施設要請村落の評価	2 - 16
表 2.21	マリ国の主要な井戸建設業者	2 - 18
表 3.1.1	プロジェクトの内容と効果	3 - 1
表 3.1.2	プロジェクトの概要	3 - 2
表 3.2.1	要請村落（レベル 1 給水施設建設対象）	3 - 58
表 3.2.2	要請村落（レベル 2 給水施設建設対象）	3 - 61
表 3.2.3	評価ごとの村落数	3 - 6
表 3.2.4	レベル 1 給水施設要請村落の妥当性判断基準	3 - 7
表 3.2.5	レベル 1 給水施設要請村落の妥当性評価	3 - 62
表 3.2.6	確認されたレベル 1 給水施設建設対象村落	3 - 7
表 3.2.7	レベル 2 給水施設要請村落の施設計画方針	3 - 67
表 3.2.8	レベル 2 給水施設建設の妥当性と給水施設整備の方針	3 - 8
表 3.2.9	レベル 2 給水施設要請村落のレベル 1 給水施設	3 - 9
表 3.2.10	レベル 1 給水施設建設対象村落総括表（レベル 2 要請村落も含む）	3 - 10
表 3.2.11	代替サイトの選定	3 - 68
表 3.2.12	レベル 1 給水施設建設代替サイト総括表	3 - 11
表 3.2.13	需要量の時間変動係数	3 - 12
表 3.2.14	除鉄装置の適用の評価	3 - 13
表 3.2.15	井戸の掘削手順	3 - 16
表 3.2.16	地質別井戸掘削深度計算書	3 - 17
表 3.2.17	地質別成功率算定表	3 - 18
表 3.2.18	レベル 2 給水施設対象村落の概要	3 - 20
表 3.2.19	詳細設計時の帯水層試験及び試掘調査箇所数	3 - 20
表 3.2.20	開孔率の計算	3 - 22
表 3.2.21	ソーラー発電設備導入に関する確認事項	3 - 24
表 3.2.22	ソーラー発電方式適用の課題と対処	3 - 25
表 3.2.23	ソーラー発電方式とディーゼル発電方式の比較	3 - 25

表 3.2.24	コスト比較の条件	3 - 26
表 3.2.25	プロジェクトコストの比較 (20 年後)	3 - 26
表 3.2.26	導水管の配管材料	3 - 28
表 3.2.27	配水池の容量	3 - 30
表 3.2.28	配水池の設置高と最小残圧	3 - 30
表 3.2.29	マリ国側及び日本側の施工負担区分	3 - 33
表 3.2.30	工事中資機材と調達先	3 - 34
表 3.2.31	初期操作指導の内容	3 - 35
表 3.2.32	運用等の指導の内容	3 - 36
表 3.2.33	ソフトコンポーネントの PDM	3 - 80
表 3.2.34	成果達成度の確認方法	3 - 37
表 3.2.35	工事前ワークショップ活動内容	3 - 39
表 3.2.36	村落選定チェックリスト	3 - 40
表 3.2.37	協力対象村落確認のための判定基準	3 - 41
表 3.2.38	建設中アニメーション活動内容	3 - 42
表 3.2.39	建設後アニメーション活動内容	3 - 42
表 3.2.40	ソフトコンポーネントの活動と成果品	3 - 46
表 3.3.1	マリ国側負担費用の概要	3 - 48
表 3.4.1	給水施設の建設の 4 条件	3 - 49
表 3.4.2	給水施設の維持管理体制	3 - 50
表 3.4.3	関係機関の維持管理に関する役割	3 - 50
表 3.4.4	主なモニタリング項目	3 - 51
表 3.5.1	ハンドポンプ付井戸の費用負担区分	3 - 54
表 3.5.2	レベル 1 給水施設の収支バランス	3 - 55
表 3.5.3	レベル 2 給水施設の収支バランス	3 - 56
表 3.5.4	水収入に占める維持管理費の比率	3 - 57

付 図

	頁	
図 2.1	関連機関の組織図	2 - 19
図 2.2	マリ国の地形・水系	2 - 7
図 2.3	シカソ州の地質図	2 - 27
図 3.2.1	調査対象村落の妥当性確認フロー	3 - 5
図 3.2.2	標準井戸構造図	3 - 15
図 3.2.3	レベル 1 給水施設上部工図	3 - 19
図 3.2.4	レベル 2 給水システムの構成	3 - 23
図 3.2.5	水中モーターポンプの接続方式	3 - 27
図 3.2.6	伏越し部詳細	3 - 28

図 3.2.7	配水池容量の確認	3 - 29
---------	----------	--------

基本設計図

図 3.2.8	レベル1 給水施設（ハンドポンプ据付図）	3 - 70
図 3.2.8	レベル1 給水施設（ハンドポンプ据付図）	3 - 71
図 3.2.9	レベル1 給水施設（深井戸標準断面図）	3 - 72
図 3.2.10	レベル2 給水施設配置図（J-II-1 Blendio）	3 - 73
図 3.2.11	レベル2 給水施設配置図（J-II-2 Lofigue）	3 - 74
図 3.2.12	レベル2 給水施設配置図（J-II-4 Loloni）	3 - 75
図 3.2.13	レベル2 給水施設配置図（J-II-8 Kapala）	3 - 76
図 3.2.14	レベル2 給水施設配置図（J-II-9 Zanggasso）	3 - 77
図 3.2.15	レベル2 給水施設（深井戸標準断面図）	3 - 78
図 3.2.16	レベル2 給水施設（配水池・ソーラー発電設備標準配置図）	3 - 79
図 3.2.17	レベル2 給水施設（公共水栓標準配置図）	3 - 80
図 3.2.18	関連諸機関の関係	3 - 32
図 3.2.19	建設中・後アニメーション実施のタイミング	3 - 45
図 3.2.20	ソフトコンポーネント活動案概要	3 - 81
図 3.2.21	ソフトコンポーネント工程表	3 - 82
図 3.2.22	事業実施工程表	3 - 47

添付資料

添付資料- 1	調査団員・氏名
添付資料- 2	調査工程
添付資料- 3	関係者（面会者）リスト
添付資料- 4	討議議事録等
添付資料- 5	事業事前計画表（基本設計時）
添付資料- 6	入手資料リスト
添付資料- 7	環境影響評価に関わる資料
添付資料- 8	物理探査結果
添付資料- 9	社会条件調査結果
添付資料-10	相手国負担費用の算出根拠

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1.1 当該セクターの現状と課題

1.1.1 現状と課題

1970年代の大干ばつを経てマリ国の農村は疲弊し、農村部での安全な水へのアクセスの向上が緊急な課題として求められた。このため、1980年代になり、我が国を含めた多くのドナーが当該セクターに関わる援助活動を続けてきたが、これらの活動により村落の給水状況は大きく改善され、一時の危機的状況は脱してきている。しかしながら、比較的規模の小さな村落には未だに1本の衛生的な井戸を持たない村(無給水村)も多く、このような村の住民は現在でも遠方の深井戸を利用するか、近傍の伝統的な浅井戸を利用せざるをえないので、過酷な水汲みの労働を強いられる、あるいは水因性疾患への罹患のリスクに晒される、といった劣悪な給水状況に置かれている。マリ国は「全ての国民に水への公平なアクセスの確保」を水政策の重要課題と位置づけ、無給水村を優先的に選定し給水状況の改善に取り組んでいる。シカソ州は無給水村が多く、また、水汲みにかかわる婦女子への労働も多大なものがあり、本計画では無給水村を優先的に選定してこれらの地区の給水状況の改善をはかるため、要請村落の約半数が無給水村となっている。

1.1.2 開発計画

貧困削減を国家目標とするマリ国は、2002年に貧困削減戦略の枠組書(Cadre Stratégique de Lutte contre la Pauvreté: CSLP)を策定した。CSLPは政府機関の充実、ガバナンスの改善及び国民参加の推進、持続的な人的資源開発及び基礎社会サービスのアクセス改善、基礎インフラ及び生産セクターの開発を3つの柱として、同国の開発計画において最上位に位置するものである。CSLPは保健、教育、農村開発、基礎インフラ整備の4分野を優先セクターとし、水と衛生セクターは、上記の3つの柱の内、基礎社会サービスのアクセス改善により貧困層の生活の質の向上に資する分野として位置づけられている。

給水セクターについては、CSLPの中で国家水政策(Politique Nationale de l'Eau)としてまとめられ、マリ国の水政策の戦略書として最上位に位置づけられており、「2015年までに、安全な飲料水と基礎的な衛生施設を継続的に利用できない人々の割合を半減する」というミレニアム開発目標の達成を目指したものである。

国家水政策を上位計画として、具体的なアクションプランを示したものが国家飲料水アクセスプログラム(Programme National d'Accès à l'Eau Potable: PNAEP)である。PNAEPは住民が安全な水へのアクセス向上をはかるための方針と方向性を示したもので、地方給水セクターでも、PNAEPのもとで計画プログラムが策定されることになる。このプログラムに沿って2003年には井戸施設の全国調査を行ない、井戸データベース「SIGMA」を更新し「SIGMA2」を完成させた。SIGMA2をもとに、今後の活動計画、プロジェクト計画、資金計画のために基礎データを提供し、2015年までに国民に必要な安全な飲料水の75%を確保するという数値目標を設定している。本計画のマリ国からの要請村落は

SIGMA2 から「安全な飲料水を持たない」村を基準に選出されている。

一方、地方の農村部と準都市部を対象にした戦略書として飲料水供給及び衛生下水開発国家戦略(Stratégie Nationale de Développement de l'Alimentation en Eau Potable et de l'Assainissement en Milieu Rural et Semi-Urbain)があり、人口が1万人以下でマリエネルギー会社(Energie du Mali-SA: EDM)による給水施設が設置されていない地域を対象に、飲料水供給と下水衛生に関するプロジェクトの今後の方向性の基礎的枠組みを決める戦略書である。この戦略書は、飲料水供給と下水衛生の開発計画と施設の維持管理に関する指針を示したものである。

1.1.3 社会経済状況

1) マリ国の社会経済状況

1904年より仏国の植民地になりフランス領スーダンと呼ばれたが、1960年に隣国のセネガルとともにマリ連邦を結成し独立した。しかし、同年、セネガルが連邦から離脱したため、マリ共和国と国名を改めた。1968年軍事クーデターが起こり1991年までトラオレ軍事政権が続いたが、1991年軍事クーデターによりトゥーレ暫定政権が樹立され、翌1992年、新憲法を制定するとともにコナレ大統領が選出され立憲国家として今日に至っている。2002年になりトゥーレ大統領に政権が替わり、2007年4月の大統領選で70%を超える得票によりトゥーレ大統領が再選された。マリ国は憲法のもと複数政党が機能する民主国家として、政治的な安定を保っている。

外交面では、非同盟を基軸とする外交方針のもとに、西側・アラブ諸国との協調関係を発展させ、地域の機関への積極的な関与をはかり近隣諸国との友好関係を強化するとともに、ドナー諸国との協調、アフリカ地域の紛争解決へ努力を行なっている。1995年以降、地域機関による平和活動の枠組みの中で近隣諸国での平和維持活動に取り組み、地域の安定化に貢献している。

経済面では、1人あたりのGNIは440US\$（2006年、世銀）で、産業構造は第一次産業45%、第二次産業17%、第三次産業38%（いずれも2001年推定、対GDP比）である。主要産業は農業（綿花、ミレット、米、ソルガム）、畜産、鉱業（金）で、とくにマリ国の主要輸出用産品である綿花は天候に左右され、また、他の主要輸出産品である金とともに国際価格の影響を受けるため経済基盤は脆弱であり、人口の約64%が貧困層とされている。このため、経済の成長と多様化を促し、外国の投資を呼び込むことを目的として世銀・IMFの指導のもとにマリ国政府は構造調整、貧困削減に取り組んでいるが、モノ・カルチャー型経済の改善も含め、中・長期的な経済発展のための課題は依然として多い。

マリ国の人口は1,352万人で都市部に30%が居住する。人口増加率は2.9%であるが、死亡率が高く、とくに乳児死亡率は1,000人にあたり120人と世界でも8番目に高い比率を示し、平均寿命は45歳（男）、47歳（女）である（2005年WHO資料）。また、農村部と都市部におけるこれらの比率の差は大きく、農村部の5歳以下の幼児死亡率は都市部に対し1.4倍となる。マリ国の成人識字率は19%と低く、初等教育の就学率は50%（男）、43%（女）である。

マリ国は安定した内政のもと、多くのドナーの支援を受け、貧困削減と持続的な経済発展を目標に諸政策を実施してきているが、とくに、人口の70%が居住する農村部は都市部に比べ貧困層が多く、教育、保健衛生、水供給といった社会インフラの整備が大きく立ち遅れている。マリ国の社会経済では農村部と都市部の格差をどのように是正するのが最も重要な課題である。

2) 対象地区の社会経済状況

マリ国は西アフリカで最大の綿花生産国で、調査対象である5県が属するシカソ州を含むマリ国南部が主要生産地である。対象地区は綿花を中心とした農家が多く、綿花工場等の関連産業も多い。国道沿いのシカソ、ブグニ、クチアラには県庁があり、各々の県の政治、商業、運輸の中心地である。中でも、シカソは州都も兼ね、国道7号と11号の交差点に位置するためバマコ、セゲー、コートジボワールからの交通の要所にあたり、運輸産業も盛んであるとともに、州内の政治、行政、産業、金融の中心都市としての役割を果たしている。農家で生産された綿花は、マリ国とフランスとの合弁で設立されたマリ綿花開発公社（Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles: CMDT）が各村落から一手に集荷している。CMDTと対象地区の村落との結びつきは強く、綿作はもとよりその裏作として多くの農家が行っている野菜・果物等、換金作物の栽培も含めた営農指導を行ない、蓄えのない農家にはその年の営農費のみでなく生活費も含めた融資を行っている。

一方、社会インフラの面では、初等教育の就学率は64.1%と全国平均の平均74%を下回り、保健衛生の面でも、マラリヤ及びコレラ、下痢等の水因性疾患に罹患する幼児が多い。このため、教育、給水、保健衛生の分野で農村部を中心にNGOを含めた多くのドナーによる支援活動が行われ、社会インフラの整備が行われている。

1.2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

貧困対策が最重要課題となっているマリ国では、貧困削減枠組み書（CSLP）の中で給水分野を基礎的社会サービスの向上のための重点分野と位置づけている。マリ国の農村部では、十分な給水施設がなく、生活用水を浅井戸や涸れ川の溜まり水等の不衛生な水に依存している村落も多い。このため、水因性疾患増加、婦女子の水汲み労働増大、経済活動、教育、健康の様々な面で負の影響が出ている。この状況に対し、マリ国政府はUNDPや世銀の協力を得て、村落部の給水率向上を目指した水資源開発マスタープランを策定し、1村落に最低1つの衛生的給水施設を設置する方針を定め、給水施設整備を推し進めている。我が国も1981年からこれまで無償資金協力を村落部の給水事業を対象に実施してきた。マリ国南部に位置するシカソ州はコートジボワール国から避難民が流入するなど人口増加が著しく、給水施設整備が追いつかず、安全な飲料水へのアクセスを持たない村落も数多い。

本無償資金協力は、シカソ州の対象5県（ブグニ、カディオロ、コロンディエバ、クチアラ、シカソ）で特に人口に比して給水施設が大きく不足している村落について、人力ポンプ付深井戸給水施設（レベル1）及び共同水栓方式の簡易給水施設（レベル2）を整備するものである。本計画を実施することにより、これまで安全な飲料水へのアクセスの無かった63,300人に安全な水が供給され、同州の村落部給水率が向上し、給水施設のない村落が減少するという効果が期待できる。また、住民啓発のためのソフトコンポーネントの実施により、持続的な施設維持管理に必要な体制が整うという効果も期待できる。

1.3 我が国の援助実施状況

マリ国は安定した内政の下で、地方分権化及び国営企業の民営化を推進しながら、貧困削減に向けた積極的な取り組みが行われてきており、我が国はこうしたマリ国の自助努力に対し ODA による支援を積極的に続けてきている。我が国の援助は、社会的弱者に直接裨益し経済の持続的成長を促すことを目的として、基礎教育、水供給を中心とした基礎生活分野や食料援助・貧困農民支援といった農業分野、同国及び周辺国の経済発展に資するインフラ整備等への無償資金協力や研修員の受入及び開発調査等の技術協力とともに、同国における構造努力支援のためのノン・プロジェクト無償資金協力も実施している。近年の我が国の援助動向は下表に示すとおりである。

表 1.1 我が国の近年の援助動向(2005 年)

案件名	援助形態	援助額(億円)	実施年度
カイ・セグー・モプチ地域給水計画	無償	14.93	2003～2006
貧困農民支援	無償	4.10	2005
ノンプロジェクト無償	無償	11.00	2005
食料援助	無償	2.90	2005
技術協力(研修員受入 26 名、調査団派遣 36 名)	技術協力	3.66	2005
第二次小学校建設	無償	26.90	2001～2004
食料援助	無償	3.00	2004
日本 NGO 支援無償(3 件)	無償	0.28	2004
草の根・人間の安全保障無償(2 件)	草の根	0.18	2004
技術協力(研修員受入 17 名、調査団派遣 15 名、留学生受入 4 名)	技術協力	2.47	2004
食料援助	無償	3.00	2003
食料増産援助	無償	2.00	2003
ノンプロジェクト無償	ノンプロ無償	5.00	2003
草の根無償(2 件)	草の根無償	0.15	2003
技術協力(研修員受入 22 名、調査団派遣 18 名、留学生受入 6 名、機材供与 0.4 百万円)	技術協力	1.99	2003
債務救済(3 件)	無償	4.26	2002
草の根無償(1 件)	草の根無償	0.04	2002
技術協力(研修員受入 23 名、調査団派遣 35 名、留学生受入 5 名)	技術協力	3.92	2002
ノンプロジェクト無償	ノンプロ無償	10.00	2001
債務救済(2 件)	無償	1.87	2001
食料増産援助	無償	4.50	2001
草の根無償(3 件)	草の根無償	0.18	2001
カチ・クリコロ・カンガバ地区給水計画	無償	8.91	1999～2000
小学校建設計画	無償	20.24	1998～2000
食料増産援助	無償	4.50	2000
ノンプロジェクト無償	ノンプロ無償	10.00	2000
予防接種拡大計画	無償	4.79	2000
債務救済	無償	2.65	2000
草の根無償(6 件)	草の根無償	0.18	2000
技術協力(研修員受入 19 名、調査団派遣 52 名、機材供与 4.29 百万円)	技術協力	8.37	2000

マリ国はミレニアム開発目標の達成を目的とした CSLP の下で貧困削減に努め、保健、教育、農村開発、基礎インフラ整備を優先セクターとするドナー支援が行われているほか、セクター別にドナーミーティングやワークショップが頻繁に開催され、援助機関の間での援助協調が進んでいる。こうした状況の中で我が国は他の援助機関との意見交換、協調を図り、整合性のとれた援助の実施に努めている。

1.4 他のドナーの援助動向

1) マリ国における援助機関の動き

マリ国の水・衛生分野の開発事業では多くのドナー・NGO が活動を展開している。地方給水分野においては、我が国の累次にわたる無償資金協力、技術協力の他、EU 諸国を中心にしたドナーの活動が目覚ましく、これらを中心として水・衛生分野における定期的なドナー会議を設け相互の情報交換、援助の方向性等についての意見を交換し、ドナー協調への動きが顕著である。USAID については援助の重点を 5 つの分野（保健、教育、民主化の強化、経済成長の促進、通信）に絞り、当該セクターへの援助は少ない。

マリ国の水・衛生分野で活動する主なドナーは以下の通りである。

- ・ JICA(国際協力機構)
- ・ AFD (フランス開発庁)
- ・ GTZ (ドイツ技術協力公社)
- ・ スウェーデン
- ・ ベルギー
- ・ BM(世界銀行)
- ・ BAD (アフリカ開発銀行)
- ・ DANIDA (デンマーク国際開発援助)
- ・ KfW (ドイツ復興銀行)
- ・ イタリア
- ・ カナダ
- ・ EU (欧州開発基金)
- ・ UNICEF(国際連合児童基金)
- ・ BID (イスラム開発銀行)

地方給水分野においては、フランス、デンマークの活動が目覚ましい。両国はマリ国の水政策の戦略策定にも深く関わり、2007 年 3 月にはフランスを中心とするドナーの支援によって、国家水政策等の既往の戦略書を見直し、内容を発展させた新たな水戦略書がまとめられた。フランスは援助の重点を村落給水から地方都市給水に移しており、2004 年にはカイ州の 21 の地方都市を対象に、各戸給水を含めた都市給水型のプロジェクトを実施したが、今後も引き続きシカソ州の地方都市を中心に都市給水型のプロジェクトを実施することになっている。一方、DANIDA は最も古くからマリ国への援助活動に携わってきたドナーの 1 つであり、特にシカソ州を中心とした南部での活動が目立っている。地方給水分野におけるドナーによる主なプロジェクトを下表に示す。

表 1.2 ドナー支援による地方給水分野の主なプロジェクト（全国）

プロジェクト	期 間	ドナー	(百万 FCFA)		
			自 国 負担額	ドナー 援助額	合 計
村落給水 CEAO プロジェクト	1991-2005	FKD	437	6,300	6,737
ガオ州水管理地方分権化支援計画	2004-2008	ベルギー	106	3,930	4,036
テネクー県村落給水計画	1996-2005	BAD	892	2,990	3,882
シカソ・セグー・トンブクトゥ州村落給水計画	2000-2005	AFD	100	4,200	4,300
カイ・クリコ州村落給水計画	1998-2004	BID	408	1,615	2,023
モブチ・トンブクトゥ州村落統合計画	1998-2004	BID	796	4,512	5,308

表 1.2 ドナー支援による地方給水分野の主なプロジェクト（全国）

(百万 FCFA)

既存浅井戸の衛生管理井戸への更新計画	2002-2005	BID	185	1,051	1,236
ニヨロ・ディマ県給水計画	2004-2007	AFD	0	4,225	4,225
カイ・セグー・モプチ州村落給水計画	2004-2007	JICA	95	8,958	9,053
地方におけるソーラーシステム普及計画 PRS II	2002-2007	EU	185	6,421	6,606
シカソ州・ファナ給水・衛生下水計画(第1期)	2002-2007	AFD	0	6,953	6,953
村落給水・衛生下水プログラム	2005-2008	BAD	3,349	921	13,270
PNIR の飲料水供給・衛生下水プログラム	2001-2007	世銀	-	-	17,850
給水・衛生下水・水資源分野の支援プログラム	2006-2009	DANIDA	45	3,655	3,700

(注) FKD: クウェート開発基金、世銀による PNIR プロジェクトは自国資金も含む

2) シカソ州における援助機関の動き

<ドナーの動き>

給水分野におけるドナーの活動は 1970 年代の後半に始まり、1977 年には NGO の MALI AQUA VIVA がクチアラ県とヨロソ県を対象に村落給水プロジェクトを開始した(この NGO は現在活動を停止している)。1980 年代に入り、シカソ州の東部ではマリ綿花公社 (Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles: CMDT-クチアラに工場を持つフランスとマリ政府の綿花公社) と DANIDA が村落給水プロジェクトの援助活動を開始し、CMDT はシカソ県クチアラ県を、DANIDA はシカソ県とカディオロ県を対象にして村落給水プロジェクトを実施した。一方、シカソ州の西部では、ブグニ県を対象に Helvetas (スイスの NGO) が村落給水のプロジェクトを実施した。CMDT と DANIDA はシカソに工場を持つ EMAMA 社のインディア型ポンプ(ハンドポンプ)を採用したため、現在でもシカソ州の東部ではインディア型のハンドポンプが多く、Helvetas はベルニエ型の足踏みポンプを採用したため、シカソ州の西部ではベルニエ型ポンプが多くみられる。その後、シカソ州では BAD (アフリカ開発銀行)、世銀、AFD、EU と他のドナーも加わり、地方給水セクターにおいて援助活動を展開してきている。なお、他の分野では UNICEF が学校建設の分野で、NGO の HNA が衛生下水の分野で幅広く活動を展開してきた。

これらのドナーが実施した主な援助活動は下表の通りである。

表 1.3 ドナー支援による地方給水分野の主なプロジェクト（シカソ州）

ドナー名	プロジェクト	期 間	
DANIDA	シカソ県とカディオロ県における村落給水計画	Phase-1	1985 1988
		Phase-2	1989 1992
		Final Phase	1992 1994
CMDT	シカソ州における村落給水計画(レベル1、2)と啓蒙活動	1986 2000	
世銀	PNIR の飲料水供給・衛生下水プログラム	2001 2007	
EU	地方におけるソーラーシステム普及計画 PRS II	2002 2007	
AFD	シカソ・セグー・トンブクトゥにおける村落給水計画	2000 2005	
	シカソ州及びファナ給水・衛生下水計画(第1期)	2002 2007	

本計画が我が国の無償資金協力により実施に移された場合、プロジェクトの開始は 2009 年頃が予想される。その時点で上に示したプロジェクトはすべて完了しており、実施が想定されるプロジェクトは次に示すとおりである。

- JICA : マリ国南部地域飲料水供給計画(シカソ州・カディオロ州・クチアラ州・コロンディエバ州・ブグニ州)
- AFD : シカソ州及びファナ給水・衛生下水計画(第2期)(シカソ州の地方都市を対象にしたレベル2、3の都市給水施設の建設)
- DANIDA : 村落給水・衛生下水計画(カディオロ州)

<NGOの動き>

シカソ州の5州の中で活動しているNGOは53団体を数えるが、教育、衛生下水、環境分野への支援活動が目立ち、下表に示すように給水分野で活動するNGOは7団体と少ない。

表 1.4 シカソ州におけるNGOの活動状況

州名	NGOの総数	給水分野で活動するNGO
シカソ	19	3
ブグニ	11	2
コロンディエバ	11	1
クチアラ	5	0
カディオロ	7	1

給水分野におけるNGOの活動内容は、維持管理の技術指導、水管理組合の運営管理指導等への衛生下水を含めたソフト面での支援と、人力ポンプの修理等の既存給水施設のリハビリが主体となっている。ブグニを拠点とするHelvetasは1978年より1,000ヶ所以上の給水施設を建設してきたが、この活動も2005年に完了し、2006年から始まったプログラムでは、衛生下水を含めたソフト面での活動を幅広く実施することとしている。シカソ州では、現在、本格的に深井戸建設の支援活動を実施しているNGOはいない。給水分野における主なNGOとその活動内容を下表に示す。

表 1.5 シカソ州における主なNGOの活動内容(地方給水分野)

NGO名	支援組織	拠点	活動内容
ACODE Nietasso	USAID, カナダ他	シカソ カディオロ	シカソ州・カディオロ州を中心に支援活動を展開。既存井戸のリハビリ、ポンプ設備の修理、啓蒙活動が主な支援内容である。2008年からはシカソ州(14コミューン)、カディオロ州(7コミューン)、コロンディエバ州(7コミューン)を対象に既存井戸施設のリハビリを実施する計画である。
Diocese	スイスとドイツのカソリック団体	シカソ	シカソに本部を置きマリ国全体に活動を展開する大手のNGO。給水分野では衛生管理型の浅井戸の建設を実施している。衛生下水、教育を含めた啓蒙活動にも重点を置きシカソ本部には10名のアニメーターが所属している。
Helvetas	スイス	ブグニ	国家水利局シカソ支局ブグニ支所と協力して、1978年以来ブグニ州を中心に1000ヶ所以上の深井戸の建設を実施してきた。これらの活動は2005年に一応の成果を上げて完了し、2006年からは新しいプログラムが開始された。新しいプログラムでは、ソフト重視の考え方にたち、衛生下水、廃棄物処理を含めた村民への啓蒙活動が中心となる。
Save the Children	USAID	ブグニ	教育分野に重点を置き学校建設を実施している。学校建設ではトイレの併設を常に行うことにしているが、井戸建設については常に併設するとは限らず予算次第でその有無を決定している。給水分野でも衛生管理型浅井戸の建設、維持管理技術の訓練、村民への啓蒙活動を実施してきたが、現在は給水分野における活動を停止している。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2.1 プロジェクトの実施体制

2.1.1 組織・分掌

本プロジェクトの責任機関はエネルギー・鉱山・水省(Ministère de l'Énergie, des Mines et de l'Eau: MEME)であり、実施機関は同省の下部機関である国家水利局(Direction Nationale de l'Hydraulique: DNH)である。1990年代に始まった地方分権化政策により中央政府の権限の多くは地方組織に移されており、本プロジェクトにおいても DNH はプロジェクト全体の監理を担うことになるが、プロジェクトを執行する実務上の組織は DNH の地方組織である水利局シカソ支局(DRHE-Sikasso)となる。MEME、DNH、水利局シカソ支局の組織は図 2.1 (章末) に示すとおりである。

MEME は大臣の下に国家地質・鉱山局(Direction Nationale de la Géologie et des Mines: DNGM)、国家水利局(DNH)、国家エネルギー局(Direction Nationale de l'Énergie: DNE)及び管理財務局(Direction Administrative et Financière: DAF)が配置され、事務次官が各部門を統括している。DNH と DNE は歴史的にその関係は深く幾たびかの組織上の変遷を経て現在でも密接な関係を維持している。

DRHE は DNH と DNE の地方組織として、全国 8 州とバマコ特別区の 9 地区に事務所が置かれ、水利部門とエネルギー部門の 2 つの部署から構成されている。また、MEME が管轄するマリエネルギー公社(Energie du Mali: EDM)も都市給水と電力の 2 つの部門から成り、各々の部門を DNH と DNE が管轄している。

DNH は給水、河川、水資源に関するマリ国の水政策を統括する最高機関であり、総職員数は地方支局への出向職員も含め 293 名を擁する。給水分野に関しては、地方給水を農村水利部、地方都市を含めた都市給水を都市水利部が統括し、農村水利部の職員数は 42 名でそのうち村落給水課は 35 名である。本プロジェクトの全体監理は DNH が担当し、農村水利部の村落水利課が直接の担当部署となる。プロジェクトを執行するにあたってのマリ国のプロジェクト・マネージャーは DNH の職員から選定され、プロジェクト実施におけるマリ国側の全体責任者となる。また、DNH は水質試験所を抱え、本プロジェクトにおける飲料水の判定のための水質試験はこの試験所で実施する。

DNH の全体監理のもとで、DRHE-Sikasso が本プロジェクトの実務上の監理にあたる。DRHE-Sikasso は水利部とエネルギー部に分かれ、クチアラ県、ブグニ県に支所を有している。本プロジェクトを担当する水利部は 21 名の職員を擁し水利課、維持管理課、アニメーション課と 3 課に分かれ、アニメーション課には 3 名のファシリテーター(アニメーター)が所属する。

2.1.2 財政と予算

マリ国の国家予算は経常予算と投資予算とに分かれ、ドナーからの支援によるプロジェクトの予算は投資予算として計上される。1990年代に始まった地方分権化政策により、

政府の人材と権限はその多くが地方組織に移譲されてきたが、ドナーからの資金も含めプロジェクト予算は投資予算として一括国によって監理され、セクターごとに各省庁へ配分される。投資予算は、地方経済、第2次セクター、インフラ整備、人材育成と4つのセクターに充当され、本プロジェクトの当該セクターである水分野へは第2次セクターの予算から充てられる。国家予算の伸び率は下表に示すように8%前後であるが、経常予算の伸び率は投資予算の伸び率を上回っている。なお、予算の執行期間は1月から12月までである。

表 2.1 国家予算の推移

(百万 FCFA)

会計年度(1 - 12月)	2002	2003	2004	2005	2006
経常予算	414,415	435,109	477,422	517,516	607,138
投資予算	264,915	297,415	309,776	318,715	328,617
国家予算	679,330	732,524	787,198	836,231	935,755

出典：計画国土整備省国家計画局

下表に示すように、第2次セクターの中では水分野とエネルギー分野の予算配分が高く、中でも水分野は年ごとにその比率が増し第2次セクターへの投資予算額の半分以上をしめるに至っている。

表 2.2 第2次セクターへの投資予算の推移

(百万 FCFA)

会計年度(1 - 12月)	2002	2003	2004	2005	2006
鉱業	2,423	3,585	2,938	3,223	2,296
水	9,558	8,572	10,269	18,246	28,218
エネルギー	17,697	10,797	6,004	7,329	7,547
手工業	2,645	2,438	1,937	1,368	4,340
観光	0	0	0	0	0
合計	32,323	25,392	21,148	30,166	42,401

出典：計画国土整備省国家計画局

会計年度 2002-2005 年度までの国家水利局の決算状況を下表に示す。本予算は国の経常予算から充当された国家水利局の固定予算であり、プロジェクトに係わる予算は含まれておらず、職員の出張手当等は投資予算から充当される。

表 2.3 国家水利局の年度別決算

(百万 FCFA)

会計年度(1 - 12月)	2002		2003		2004		2005	
	予算	歳出	予算	歳出	予算	歳出	予算	歳出
人件費	286.5	275.9	335.6	315.7	376.5	373.7	379.2	379.2
臨時職員給与	28.7	28.4	28.0	26.2	29.2	25.6	32.2	30.5
事務所資材	30.4	30.4	32.5	32.5	35.7	35.7	35.7	35.7
燃料費	18.3	18.3	18.9	18.9	18.5	18.5	19.5	19.5
車両維持費	12.1	12.1	12.4	12.1	12.2	12.1	12.8	12.8
通信費	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	1.5	1.5
出張手当	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	376.6	365.6	428.0	406.0	472.7	466.3	480.9	479.2

出典：MEME 財務管理局

2.1.3 技術水準

本プロジェクトの実施機関となる DNH はマリ国の地方給水の要となる組織であり、DNH の地方組織である DRHE Sikasso が本プロジェクトの実務上の責任を担うことになる。DNH 及び DRHE Sikasso とともに主要ポストは大学卒以上の者でしめられており、その他の職員の多くも各々の専門部分野の技術系の専門学校を卒業しており、技術的バックグラウンドには問題がない。井戸掘削工事に関わる施工監督は DRHE Sikasso が担当で、DANIDA, AFD 等のドナーによるプロジェクトでの経験を有する職員が多く、技術移転もなされていることから、井戸建設での施工監督では特に問題はない。また、本プロジェクトでは日本のコンサルタントがローカルコンサルタントを使い住民への啓蒙啓発活動（アニメーション活動）を実施することになるが、この活動では DRHE Sikasso に所属する3名のファシリテーター（アニメーター）も参加することになる。DRHE の Sikasso のアニメーターはドナーによる過去のプロジェクトで多くの経験を積み技術的な裏付けも豊富である。

本プロジェクトでも採用が計画されているソーラー発電施設は農村部における電化政策の柱の1つとなっており、国家エネルギー局が中心となってソーラー発電システムの積極的な導入をはかり、ソーラーパネルに対する免税装置、民間業者の育成等の措置を進めている。このような結果、農村部にはソーラーパネルが広く普及し、地方給水分野におけるソーラー発電施設の導入に関わる技術水準は一定のレベルに達しており、維持管理を行う上での技術基盤は整っている。

2.1.4 既存施設・機材

辺境地での井戸建設、あるいは緊急な場合等の特別なケースを除き井戸の掘削工事は民間業者が請け負うことがマリ国の基本方針であり、DNH の保有する掘削機材は民間業者が対応できない掘削工事に配備されている。DNH の掘削機材は我が国を含めたドナーによって供与され、DNH の地方支局に7台の掘削機材が配備されているが DRHE Sikasso は保有していない。一方、支援車輛はピックアップトラックを中心に、DNH と DRHE の各支局に配備されている。DRHE Sikasso には2台のピックアップトラック、数台のモーターバイクが配備されているが、DRHE Sikasso 職員数に比べて保有台数が少なく、車輛は不足している。その他の機材として DRHE Sikasso は2,3台のデスクトップコンピュータを保有しており、コンピュータには井戸データベース（SIGMA2）が組み込まれ、全国の井戸データ情報を検索することが可能である。なお、マリ国全域で採取された地下水はバマコの DNH の水質試験所に持ち込み水質試験を実施することになるが、本プロジェクトでも採取された地下水は水質試験所へ送られ、成功井の判定を依頼する。水質試験所では一部の重金属等を除いた地下水の通常試験を行なうことが可能である。

2.2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2.2.1 関連インフラの整備状況

1) 交通輸送

(1) 道路

内陸国であるマリ国は、鉄道、道路、空港が運輸交通の基盤となっているが、特に、道路による輸送量が旅客および貨物ともに全輸送量の大部分を占めている。全国の道路総延長 18,709km の内、舗装道路は 3,368km(2004 年)であり、都市間を結ぶ幹線道路網は 2 車線のアスファルト舗装された国道によって構成されている。本プロジェクトの対象地区のシカソ州には、バマコ、ブグニ、シカソを結びコートジボワールに至る国道 7 号線とシカソからクチアラを通りセゲーに至る国道 11 号線が主要幹線となり、本プロジェクトの全ての対象村落には主要幹線と主要幹線から分岐する道路を使いアクセスが可能である。主要幹線以外の道路はラテライト(鉄とアルミニウムの酸化物が析出し鉄分の影響で固く形成された赤土)によって整備されているため、雨期においてもぬかるみになることは少なく、雨期のアクセスが完全に不可能になることはない。

(2) 鉄道

マリ国の鉄道はセネガルのダカールからバマコを経由しクリコロに至るダカール・ニジェール鉄道の国際鉄道があり(国内の総延長 729km)、最終的にはニジェールまでが計画路線となる。列車の便数は週 1 便であり、道路による輸送手段に比べると交通手段としての鉄道の比重は低い。

(3) 空港

国際線の空港は首都バマコから南に約 15 km 離れたところに位置し、エールフランス航空、ロイヤルエアモロッコ航空、エアセネガル航空、ケニア航空など 14 社程度が乗り入れている。国内の各都市間を結ぶ国内線も就航しているが、11 月-2 月の観光シーズン以外は運行中止になることが多く、長距離バスに比べるとその利用客は少ない。

2) 電話・通信

首都圏、地方都市における市内電話網は整備され、国際電話、FAX 通信に加え携帯電話も広く普及しているが、地方農村部では通信事情が悪く、市内電話、携帯電話とも利用出来る村落は少なく都市部と地方農村部の格差が大きい。本プロジェクトの対象地区でもブグニ、シカソ、クチアラ等の地方都市に加え、比較的規模の大きな村落においては携帯電話の利用が可能であるが、多くの村落では携帯電話の利用が出来ない。

3) 電力

マリ国の年間の発電量は 460 万 MWh で 43%の水力と 57%の火力(ディーゼル発電)で供給しているが、全国の平均電力カバー率は 8 %と低く、地方農村部での電化率はとくに低い値である。マリ国は都市部を結ぶ配電幹線網の整備、地方都市におけるディーゼル発電所の建設、およびソーラー発電システムを中心とした地方農村部の電化を 3 つの柱に据えた電化政策を推進しているが、本プロジェクト対象地区における状況はブグニ、シカソ、クチアラの都市部の電化は済んでいるもののほとんどの農村部では未整備のままである。

2.2.2 自然条件

1) 気候条件

計画地域 5 県の気候条件は中央気象庁から入手した 1990 年から 2006 年の資料のうちブグニ県、カディオロ県及びシカソ県の観測データが最も近接した資料である。月別気温

としてブグニ観測所、シカソ観測所でのデータを次表に示す。

表 2.4 月別平均気温 (1990 年 ~ 2006 年)

(単位:)

観測地	平均 気温	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
ブグニ	最高	33.9	36.7	38.5	38.5	36.8	33.7	31.3	30.6	31.7	33.6	35.3	34.4	34.6
	最低	17.2	19.6	23.0	25.4	24.6	22.9	22.0	21.8	21.7	21.7	18.4	15.2	21.1
シカソ	最高	32.7	35.4	37.2	36.9	35.2	32.6	30.4	29.7	30.9	33.1	34.3	33.2	33.5
	最低	17.9	20.5	24.0	25.5	24.5	22.9	22.0	21.7	21.5	22.0	19.7	17.5	21.6

出典：中央気象庁 (METEROLOGIE/METEO)

降水量は、ブグニ県、カディオロ県及びシカソ県の 1990 年から 2006 年までの 17 年間の日雨量記録データを整理して月別降水量としてまとめたものを下表に示す。表から判るとおり、計画地域はほぼ同様に 5 月から 9 月までが明確な雨季となっている。

なお、井戸工事稼働日数を算定する上で必要となる降雨日数 (10 mm 以上) を 17 年間の同記録データからブグニ県、カディオロ県及びシカソ県に対して示す。日最大 100mm 以上の降雨量は 2005 年 7 月 19 日のブグニ県 (148.8mm) 及び 1992 年 8 月 23 日のシカソ県 (119.6mm) で観測されている。ガディオロ県の資料が一部不足しているが計画地区でほぼ同様に 7 月から 9 月の降雨日が月の約 1/3 であることが判る。

表 2.5 月別降雨量

(単位: mm)

月	ブグニ観測所	カディオロ観測所	シカソ観測所
	1990 - 2006	1990 - 2001	1990 - 2006
1	2.1	3.0	2.3
2	1.9	1.8	5.5
3	7.3	14.7	9.4
4	41.2	69.6	53.4
5	104.4	108.1	107.8
6	150.6	127.0	158.4
7	266.7	229.8	218.4
8	292.5	299.0	286.4
9	200.3	208.4	213.0
10	73.2	81.1	82.1
11	8.0	11.0	10.6
12	0.0	1.1	0.0
合計	1,148.1	1,154.7	1,147.3

出典：中央気象庁 (METEROLOGIE/METEO)

表 2.6 10mm 以上の降雨日数

(単位: 日)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
ブグニ県													
1990	0	0	0	1	4	8	11	10	9	1	0	0	44
1991	0	0	1	0	6	4	10	8	8	0	0	0	37
1992	0	0	0	1	3	4	11	6	10	1	1	0	37
1993	0	0	1	4	1	5	11	6	4	3	0	0	35
1994	0	1	0	0	3	7	9	11	8	5	0	0	44
1995	0	0	0	1	6	5	4	9	9	2	0	0	36
1996	0	0	0	0	4	7	10	7	6	2	0	0	36
1997	0	0	0	2	3	4	8	9	4	3	0	0	33
1998	0	0	0	3	4	6	8	15	6	2	0	0	44
1999	0	0	0	1	2	4	8	18	5	5	1	0	44
2000	0	0	0	2	4	6	8	14	6	4	1	0	45

表 2.6 10mm 以上の降雨日数

(単位：日)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
2001	0	0	0	2	2	7	8	9	5	1	1	0	35
2002	2	0	0	1	1	4	7	7	7	2	0	0	31
2003	0	0	0	3	3	8	9	6	10	2	0	0	41
2004	0	0	0	1	4	5	5	8	6	3	0	0	32
2005	0	0	1	1	2	5	9	9	6	2	0	0	35
2006	0	0	0	0	4	3	6	8	8	2	0	n.r.	31
合計	2	1	3	23	56	92	142	160	117	40	4	0	640
平均日数	0.1	0.1	0.2	1.4	3.3	5.4	8.4	9.4	6.9	2.4	0.2	0	37.6
カディオロ県													
1990	0	0	0	3	5	5	9	10	6	4	0	0	42
1991	0	0	1.0	1	4	5	6	9	2	2	0	0	30
1992	0	0	0	1	7	3	7	7	3	1	0	0	29
1993	0	0	0	1	n.r.	1	9	12	n.r.	5	0	0	28
1994	0	0	2	1	4	5	6	6	6	n.r.	n.r.	0	30
1995	0	0	1	3	n.r.	n.r.	8	8	10	2	n.r.	n.r.	32
1996	1	0	0	4	4	6	7	6	8	0	1	0	37
1997	0	0	0	3	3	4	9	11	13	3	0	0	46
1998	0	0	1	3	3	4	8	12	7	2	0	0	40
1999	0	0	1	2	4	7	8	16	6	1	0	0	45
2000	0	0	1	3	2	5	8	8	n.r.	4	2	0	33
2001	0	0	0	1	3	8	8	10	11	1	1	n.r.	43
合計	1	0	7	26	39	53	93	115	72	25	4	0	435
平均日数	0.1	0	0.6	2.2	3.9	4.8	7.8	9.6	7.2	2.3	0.4	0	36.3
シカソ県													
1990	0	0	0	1	7	7	7	8	12	2	0	0	44
1991	0	1	1	0	5	5	9	13	7	4	1	0	46
1992	0	0	0	1	6	4	9	12	4	3	0	0	39
1993	0	0	1	3	1	3	11	9	11	1	1	0	41
1994	0	1	0	1	4	6	9	7	10	4	0	0	42
1995	0	0	2	0	5	6	3	8	4	4	0	0	32
1996	0	0	1	2	1	6	6	7	8	3	0	0	34
1997	0	0	0	3	6	11	6	6	10	3	0	0	45
1998	0	0	0	1	3	4	10	13	9	1	0	0	41
1999	0	0	0	3	3	6	9	11	4	3	1	0	40
2000	1	0	0	2	7	5	6	12	5	1	1	0	40
2001	0	0	0	3	2	8	9	6	6	3	0	0	37
2002	0	0	0	2	1	4	11	6	7	3	0	0	34
2003	0	0	0	1	1	9	7	9	8	4	1	0	40
2004	0	2	1	2	4	3	10	9	10	1	1	0	43
2005	0	0	0	2	4	6	9	10	6	2	0	0	39
2006	0	0	0	4	4	5	4	8	8	6	0	n.r.	39
合計	1	4	6	31	64	98	135	154	129	48	6	0	676
平均日数	0.1	0.2	0.4	1.8	3.8	5.8	7.9	9.1	7.6	2.8	0.4	0	39.8

出典：中央気象庁 (METEROLOGIE/METEO)

2) 水系・地形

西アフリカ最大の河川であるニジェール川は、隣国のギニア山地を源とし、マリ国首都バマコの南を北東に向かって流下、サハラ砂漠の南端部で大きく南東に蛇行し、ニジェール、ナイジェリアを横断し、ギニア湾に注ぐ。シカソ州は、首都バマコからこのニジェール川を越えた南東部に位置し、国境線が南に突き出している一帯に当たる。

対象地域の水系は、バマコ南を北東に流下するニジェール川の南東部の準平地帯を象牙海岸国から流下するBaoule川およびブルキナファソから流下するBanifing川が主要

は広い氾濫原を形成し、雨季には広大に湖沼化する。この氾濫原の北東に標高 500m を超える粗粒玄武岩台地が連なっている。

<シカソ県>

シカソ県域は、直径約 145 km のほぼ円形をしている。クチアラ県北部の玄武岩山地がシカソ県の西部を北へ断続的に伸び、同県の北部のクチアラ県との県境で北西に連なる同地質からなる山地に繋がっている。これらの山地の標高は、高いところでは 670m を超える。全体としては、Banifing 川とその支流 Ngorolaka 川の流域内に位置する。同山地を除く準平原の標高は 300 ないし 400m 程度で、両河川によって形成された氾濫原地帯は標高 340m ないし 280m 程度である。

<クチアラ県>

クチアラ県は、同県中央部を北流する Koni 川とセブの県境を北東へ流下する Pekadougou 川の流域内に位置する。同県一帯はクチアラ砂岩が分布し、標高 340 から 280m の極めて平坦かつ広大な平原が小河川によって分断された形状を呈する。この平坦な平原を覆う表層土は白灰色細砂状を呈し、ラテライト化は進んでいない。

3) 地質・水理地質

マリ国は西アフリカ剛塊地域とトリアグ楕状地域からなり、対象地域は前者に属する。図 2.2 に示す地質図は工業開発省発行の地質図から抜粋したものである。この地質図に示されるように、対象地域の地質は西アフリカ剛塊地域を成すピリミアン系と呼ばれる帯状に分布する変成を受けた火山-堆積岩類とこれらに挟まれる形で大規模な複背斜構造をなす花崗岩類、およびタークワ系と呼ばれる砂岩・礫岩などで構成される。

対象地域の地質構成で特筆すべき点として、泥質砂岩・礫岩(Bg)と火山岩質堆積岩類(Bv)が分布する地域の 70% において、中生代に強い変成を受けていることが挙げられる。この変成を受けた岩石の状態が地下水賦存量および産水率に大きく影響すると考えられる。つまり、変成作用によって岩石が透水性の高い礫質状になっているのか、もしくは難透水性の粘性土状態になっているのかの見極めが産水量を評価する上に重要となってくる。この点について既存資料および物理探査結果の分析を詳細に行うことによって、明らかにすることを念頭において、以下に調査の結果を報告する。対象地域の地質層序は下表に示とおりで、同表右欄の推定産水量は、表 2.8 に示す井戸掘削実績から産水量を推定したものである。

表 2.7 対象地域の地質

地質時代	地層	地質	地質記号	発達する地域	成功井戸の平均産水量 (m ³ /時)
先カンブリアン紀	堆積岩類	クチアラ砂岩	GK	北部に広域に発達	3.00
		b 片岩・凝灰岩を伴う砂岩累層	Gsd	北東部広く分布	3.39
		Toun 片岩類	ST	北東部の一部に分布	5.57
		細粒砂岩累層	Gi	北東部	3.19
		片岩・雲母片岩	Bs	中・南部に塊状に点在	4.22
		バンディアグラ砂岩	GB	北東部の一部に分布	2.34
		泥質砂岩・礫岩	Bg	南部中央	2.03
		火山岩質堆積岩類	Bv	西、中央部に帯状に点在 (小規模)	2.71

表 2.7 対象地域の地質

地質時代	地層	地質	地質記号	発達する地域	成功井戸の平均産水量 (m ³ /時)
変成岩類 火成岩(基盤岩類)	変成岩類	ミグマタイト	BM	南端部	9.35
		複合花崗岩	B M	南部に小規模に点在	2.66
		カディオコ過塩基鉱	Bub	カディオコの南西部に点在(小規模)	4.00
	火成岩(基盤岩類)	花崗岩	B p	中央・南部に点在	6.35
		黒雲母花崗岩	B s	中央部に広く発達	2.80
		白雲母花崗岩	B sm	南部に小規模に点在	5.30
		粗粒玄武岩		東部及び中央部に点在	5.22

下表はシカソ州の井戸台帳(DNH)を基に作成したもので、台帳には5,442本の井戸の掘削実績が記録されている。地質図に基づいた地質分類の記載がないため、調査対象5県の記録を抜き出し、井戸の座標を基に地質図上で地質分類を確認した結果は下表にまとめたとおりである。

表 2.8 地質別井戸掘削記録(シカソ州)

地質分類	統計項目	掘削深度 (m)	ケーシング深度 (m)	スレーナ長 (m)	静水位 (m)	エアリフト量	揚水量	水位降下量 (m)	動水位 (m)
Bg 泥質砂岩・礫岩	総計	26899.76	16005.79	2617.38	2375.91	1499.96	88.96	983.25	1072.21
	データ数	458	457	446	303	394	44	44	44
	平均値	58.74	35.03	5.87	7.85	3.81	2.03	22.35	24.37
BM ミグマタイト	総計	1059.00	490.00	27.00	74.40	64.20	18.70	53.40	72.10
	データ数	17	17	17	8	12	2	2	2
	平均値	62.30	28.83	1.59	9.30	5.35	9.35	26.70	36.05
Bs 片岩・雲母片岩	総計	30820.59	22579.66	2810.35	2672.93	3403.35	619.31	3113.62	3732.93
	データ数	398	399	302	311	360	147	148	148
	平均値	77.44	56.60	9.31	8.60	9.46	4.22	21.04	25.23
Bub カディオコ過塩基鉱	総計	381.26	381.26	76.80	48.57	37.71	10.40	54.00	64.40
	データ数	7	7	7	7	7	3	3	3
	平均値	55.00	55.00	11.00	7.00	6.00	4.00	18.00	22.00
Bv 火山岩質堆積岩	総計	9153.32	6839.21	1090.58	983.72	558.19	132.40	1056.68	1189.08
	データ数	131	130	105	116	122	49	49	49
	平均値	69.88	52.61	10.39	8.49	4.58	2.71	21.57	24.27
B s 黒雲母花崗岩	総計	50277.51	30030.27	4210.74	4176.52	2746.84	257.36	1911.08	2168.44
	データ数	858	882	826	555	727	92	92	92
	平均値	58.60	34.05	5.10	7.53	3.78	2.80	20.78	23.57
B M 複合花崗岩	総計	2225.00	1423.00	176.00	237.10	129.00	18.60	160.90	179.50
	データ数	44	44	44	31	40	7	7	7
	平均値	50.57	32.35	4.00	7.65	3.23	2.66	22.99	25.65
B p 花崗岩	総計	2447.00	1406.00	103.00	262.80	147.50	25.40	131.30	156.70
	データ数	40	40	40	31	34	4	4	4
	平均値	61.18	35.15	2.58	8.48	4.34	6.35	32.83	39.18
B sm 白雲母花崗岩	総計	1176.00	852.00	71.00	108.20	59.20	5.30	9.50	14.80
	データ数	19	19	19	14	19	1	1	1
	平均値	61.90	44.85	3.74	7.73	3.12	5.30	9.50	14.80
GB バンディアガラ砂岩	総計	1286.00	754.50	111.37	157.72	73.00	7.00	37.50	44.50
	データ数	19	19	8	15	18	3	2	3
	平均値	67.69	39.72	13.93	10.52	4.06	2.34	18.75	14.84
Gi 細粒砂岩	総計	15492.60	9399.10	1460.88	1783.40	987.79	213.68	1605.22	1818.90
	データ数	192	187	114	138	159	67	69	70
	平均値	80.70	50.27	12.82	12.93	6.22	3.19	23.27	25.99

表 2.8 地質別井戸掘削記録（シカソ州）

地質分類	統計項目	掘削深度 (m)	ケーシング深度 (m)	スレーナ長 (m)	静水位 (m)	エアリフト量	揚水量	水位降下量 (m)	動水位 (m)
GK クチアラ砂岩	総計	37624.00	26039.53	6320.61	4812.39	2318.71	422.70	3589.17	4011.87
	データ数	550.00	548.00	313.00	440.00	510.00	141.00	142.00	142.00
	平均値	68.41	47.52	20.20	10.94	4.55	3.00	25.28	28.26
Gsd 片岩・苦灰岩を 伴う砂岩累層	総計	39143.49	28036.93	5339.18	4679.43	3140.29	630.38	4251.09	4881.47
	データ数	493	481	368	395	440	186	196	196
	平均値	79.40	58.29	14.51	11.85	7.14	3.39	21.69	24.91
ST Toun 片岩類	総計	11174.58	6377.08	1196.64	1388.54	892.07	228.17	800.50	1028.67
	データ数	169	167	97	114	141	41	43	44
	平均値	66.13	38.19	12.34	12.19	6.33	5.57	18.62	23.38
粗粒玄武岩	総計	5919.00	4378.00	642.70	828.85	621.40	99.00	445.74	544.74
	データ数	82.00	82.00	62.00	67.00	74.00	19.00	19.00	19.00
	平均値	72.19	53.40	10.37	12.38	8.40	5.22	23.46	28.68

出典：水利局井戸台帳

上表の井戸掘削記録から既存井戸について、以下の点が指摘される。

掘削深度は複合花崗岩が平均値として最も浅く 50.7m であり、細粒砂岩が平均で 80.5m と最も深い。火成岩地帯では浅く堆積岩地帯で深くなる傾向を示している。静水位は概して高く、平均で 7 m から 13m の範囲にあり、地下水が被圧状態にあることを示す。

動水位は 15m から 39m の範囲にあり、さほど深くないが、帯水層試験における汲み上げ量と水位降下の関係が明らかでない、即ち、汲み上げ量 水位降下曲線がほぼ平衡状態を呈しているか不明であることから、井戸の能力の評価は一概にできない。地質別平均揚水量を見ても 2 m³/時間(1.67 /分)以上の産水量が得られている。

下表はカイ・セグー・モプチ県の掘削記録の井戸座標からその井戸が位置する地質区分を確認し、地質区分別に分類した結果をまとめたものである。本計画対象地域と同様な地質は 5 種類であった。

表 2.9 カイ・セグー・モプチ掘削記録のまとめ

地 質	平均掘削 深度(m)	最大掘削 深度(m)	最小掘削 深度(m)	成功 井戸数	失敗 井戸数	成功率 (%)
泥質砂岩・礫岩(Bg)	54.9	105.0	35.0	3	3	50
片岩・雲母片岩(Bs)	44.9	80.0	32.0	6	0	100
粗粒玄武岩()	59.3	80.0	32.0	18	13	58
バンディアガラ砂岩(GB)	80.0	80.0	51.0	4	1	80
クチアラ砂岩(GK)	51.5	80.0	41.5	15	0	100
合 計				46	17	73

掘削本数が少ないためこの成功率をそのまま採用することはできないが、片岩・雲母片岩及びクチアラ砂岩の成功率が比較的良好であるが、粗粒玄武岩のそれは低いといえる。

4) 水 質

マリ国の飲料水基準は右表のとおりで、WHO ガイドライン値に準拠するものの、同国の水質条件を考慮し許容値を設定し、問題が生じない程度でその許容範囲を緩和している。

表 2.10 マリ国の飲料水基準

既存井戸における現場水質測定結果は表 2.11 (章末)に、既存水源からサンプリングした試料 30ヶ所分の DNH ラボによる水質試験結果は表 2.12(章末)に示すとおりである。

現地既存水源である浅井戸並びに河川の水質を確認するため、簡易水質試験を 28ヶ所において実施し

た結果、大腸菌の出現が少なく、特に浅井戸が汚染されていないことが判明した。注目した鉄の含有量は、基準値 1.0mg/ を超える個所が浅井戸では皆無で、深井戸においても 4ヶ所だけであった。また、濁度も基準値を超えるものはなかった。

これらの結果はごく少ない試料を水質試験した結果であることから、直ちにこれらの数値が今後検討する成功率、もしくは除鉄装置の設置に対してそのまま取り入れられるものではないと考える。しかし、この事実はこれらを検討するに際し、十分に参考とする数値ではある。

DNHの井戸台帳にある水質試験記録を井戸の掘削記録の分析と同様の手法で地質別に分類したが、掘削本数に対して記録されている水質試験結果の数が少ないこと、その試験項目が鉄、pH、及び、硝酸塩だけであること、及び、記載されている地域が偏っていることから、今後の設計方針の検討材料として統計的な出現率を算出するには不足している。従って、この資料を参考にすることを断念し、シカソ水利支局から入手した DANIDA 給水計画の報告書(RSPORT HYDROGEOLOGIQUE, PROGRSMME DEFORAGES DANS LES CERCLES DES SIKASSO ET KADIOLO, PHASE II)に掲載されている井戸台帳の水質試験結果一覧表を参考とすることとした。記載された井戸位置の座標を基にすべての井戸位置の地質を確認し、掘削および水質試験結果を地質別に分類した。下表は必要事項を抜粋・整理したものである。

検査項目		単位	WHO	許容値
Ca ²⁺	カルシウム	mg/	75	200
Mg ²⁺	マグネシウム	mg/	50	150
Na ⁺	ナトリウム	mg/	<200	200
K ⁺	カリウム	mg/	12	100
Fe ²⁺	鉄	mg/	0.3	1.0
Cl ⁻	塩素イオン	mg/	250	600
SO ₄ ⁻²	硫酸塩	mg/	250	400
HCO ₃ ⁻	重炭酸	mg/	80	120
NO ₃ ⁻	硝酸性	mg/	50	150
Alcali CaCO ₃	アルカリ炭酸カルシウム	mg/	<150	500
Durete CaCO ₃	総硬度	mg/	<150	500
Turbi	濁度	NTU	5	25
Coul	色度	Hz	5	50
pH	水素イオン濃度	μ S/cm	6.5 8.5	6.5 9.2
Cond.	電気伝導度	mg/	500	1000
TSD	蒸発残留物	mg/	500	1500
NH ₄ ⁺	窒素イオン	mg/	0.05	-
NO ₂ ⁻	亜硝酸性	mg/	0.5	3
PO ₄ ⁻³ HPO ₄ ²⁻ H2PO ₄ ⁻	有機リン	mg/	0.01	-

表 2.13 DANIDA 計画の掘削記録のまとめ

項目	掘削深度 (m)	新鮮岩深度 (m)	産水量 (m ³ /h)	静水位 (m)	水位降下 (m)	動水位 (m)	比湧水量	pH	鉄 (mg/)	HCO ₃	基準値を超える試験数		
											pH	Fe	HCO ₃
粗粒玄武岩 ()													
試料数	92	89	62	62	62	62	62	35	58	41	0	4	31
平均	96.42	21.42	3.25	11.14	10.05	21.18	1.44	7.3	0.45	157	0	0.07	0.76
最大	201	68	11.6	29.65	51.1	58.34	15.71	9.3	3.4	281	失敗率		
最小	33	0	0.6	-2.6	0.07	3.01	0.02	6.3	0	5	0.07		
細粒砂岩 (Gi)													
試料数	92	92	83	83	83	83	83	65	79	69	6	5	25
平均	92.91	13.68	2.41	11.88	11.52	23.39	1.29	6.41	0.31	113	0.09	0.06	0.36
最大	378	51	11.8	45.3	66.3	77.3	28.75	8.1	1.64	813	失敗率		
最小	30	0	1	-0.41	0.08	5.29	0.02	3.8	0	1	0.15		
片岩・苦灰岩を挟む砂岩類層 (GSD)													
試料数	194	194	176	174	175	175	175	118	164	130	2	25	56
平均	91.91	14.69	2.79	12	9.91	21.85	1.67	6.51	0.71	127	0.02	0.15	0.43
最大	299	57	13	63	63.19	75.34	36.67	8.5	9.9	443	失敗率		
最小	25	0	0	-1.32	0.03	0.03	0	4.5	0	1	0.17		検討
花崗岩 (B s)													
試料数	181	181	157	156	156	156	156	115	151	124	0	8	83
平均	87.07	33.84	2.41	8.36	9.46	17.81	1.28	7.08	0.39	160	0	0.05	0.67
最大	360	85	12	17.2	36.65	48.65	33.33	8.2	2.2	332	失敗率		
最小	36	0	0	3.57	0.03	6.95	0.03	6.1	0	28	0.05		検討
火山岩質堆積岩 (Bv)													
試料数	21	21	20	20	20	20	20	20	20	19	0	0	12
平均	90.62	59.57	2.04	9.13	13.66	22.78	0.31	7.18	0.19	159	0	0	0.63
最大	207	415	10.7	15.61	42.38	47.34	2.14	7.9	0.41	307	失敗率		
最小	45	21	1	4.96	2.36	9.54	0.02	6.2	0	58	0		検討
ミグマタイト (BM)													
試料数	6	6	5	5	5	5	5	5	5	8	0	0	5
平均	89.67	28.5	1.2	7.43	15.62	23.06	0.12	7.22	0.22	162	0	0	0.625
最大	134	40	1.6	9.3	36.71	41.42	0.27	7.9	0.3	208	失敗率		
最小	58	19	1	4.71	5.95	13	0.03	6.8	0.13	124	0		検討
泥質砂岩および礫岩 (Bg)													
試料数	65	65	59	59	59	59	59	47	58	54	0	2	52
平均	78.67	33.56	4.78	8.51	8.74	17.24	0.75	7.34	0.3	216	0	0.034	0.963
最大	134	73	13.4	21.48	23.12	32	5.89	8.1	1.64	337	失敗率		
最小	44	8	1	4.3	2.03	7.5	0.04	6	0	116	0.034		検討

井戸台帳には613井の内565井で行われた帯水層試験(揚水試験)の記録が記載されており、具体的にはポンプによる揚水量、静水位、及び水位降下量に係る数値が記入されている。

DANIDA 計画の井戸台帳にある水質試験記録により、pH、鉄および重炭酸以外の試験値がほとんど基準値以内であることを確認できたので、上表ではこれら以外の項目については省略した。なお、同計画の対象地域はシカソ、カディオロ両県であるため、7区分の地質しか存在していない。

次表に前掲の表で省略した水質試験項目と基準値を超えた試料数を示す。

表 2.14 鉄、pH、重炭酸以外で基準値を超えた試験試料数

試験項目	伝道度	Ca	Mg	Na	Cl	SO ₄	NO ₂	F	CO ₂	アルカリ	総硬度
基準値	1000	200	150	200	600	400	3	-	-	500	500
基準値を超えた試料数	0	2	1	0	0	8	0	19	0	0	5

下表は、表 2.11 (章末) に示した現地簡易水質試験結果から鉄、pH 等の状況を把握するために抜粋したものである。鉄が 4 ヶ所で基準値を超え、本プロジェクトが採用する pH の基準値 5.0 を下回る個所は 2 ヶ所であった。

表 2.15 現場水質試験結果のまとめ

水質試験項目	水温	色度	濁度	pH	電導度	鉄	大腸菌	臭い	味
単位		度	度	-	μs/cm	mg/l	個	調査員	聞取り
基準値	-	50.0	25.0	5.0-9.2	1000	1.0	-	-	-
浅井戸の試験数	28	17	17	29	28	7	12	29	29
基準値を超える数	0	0	1	0	0	-	-	-	-
深井戸の試験数	60	15	15	59	52	63	0	67	67
基準値を超える数	0	0	0	2	0	4	-	-	-

下表は、表 2.12 (章末) に示した国家水利局水質試験所の水質試験結果から鉄等注意すべき項目について抜粋したものである。30 試料の内 10 試料が既存の水源から採取したもので、残りの 20 試料は既存の深井戸から採取したものである。

表 2.16 室内水質試験結果 (抜粋)

試料番号	水源	地質区分	採取地点	試験項目					
				Fe ²⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	濁度 (NTU)	色 (Hz)	pH
			(基準値)	(1.00)	(120)	(150)	(25)	(50)	(5.0-9.2)
1	浅井戸	花崗岩 Brs	Fanidiana	0.05	36	5	4	11	6.04
2	浅井戸	砂岩 Gk	Konsseguela	0.32	8	1	10	31	5.40
3	浅井戸	砂岩 Gk	N'Golonianasso	0.13	17	4	85	257	5.50
4	浅井戸	粗粒玄武岩	Zanssourirani	0.12	8	0	17	50	5.73
5	浅井戸	砂岩累層 Gsd	Zanradougou	0.32	14	0	25	83	5.63
6	浅井戸	砂岩累層 Gsd	Koni	0.13	20	0	14	31	5.78
7	河川	粗粒玄武岩	River	0.17	24	1	3	1	7.34
8	浅井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Saboudiebougou	0.34	73	0	31	9	5.74
9	浅井戸	花崗岩 Brs	Sido	0.15	55	0	47	115	6.50
10	浅井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Diban	0.05	102	10	15	3	6.35
11	深井戸	細粒砂岩 Gi	Blendio	0.12	176	2	5	0	6.89
12	深井戸	花崗岩 Brs	Lofigue	0.03	75	2	11	0	6.50
13	深井戸	花崗岩 Brs	Fanidiana	0.12	60	1	2	0	6.25
14	深井戸	細粒砂岩 Gi	Loloni	0.05	49	3	14	0	6.23
15	深井戸	砂岩 Gk	Konsseguela	0.12	16	0	6	0	5.58
16	深井戸	砂岩 Gk	N'Golonianasso	0.07	10	0	3	2	5.36
17	深井戸	砂岩 Gk	Peguenta	0.05	12	1	13	0	5.37
18	深井戸	片岩類 ST	Kapala	0.06	16	0	1	0	5.68
19	深井戸	砂岩累層 Gsd	Sangasso	0.04	15	2	1	0	7.81
20	深井戸	粗粒玄武岩	Fantarasso	0.05	200	3	18	0	7.78
21	深井戸	花崗岩 Brs	Natanso	0.16	14	1	172	42	5.46
22	深井戸	細粒砂岩 Gi	Tierouala	0.03	78	0	7	0	6.40
23	深井戸	砂岩 Gk	Koko	0.09	12	0	5	2	5.38

表 2.16 室内水質試験結果（抜粋）

試料 番号	水源	地質区分	採取地点	試験項目					
				Fe ²⁺ (mg/L)	HCO ₃ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	濁度 (NTU)	色 (Hz)	pH
			(基準値)	(1.00)	(120)	(150)	(25)	(50)	(5.0-9.2)
24	深井戸	片岩類 ST	Sokourani	0.07	48	0	1	0	6.05
25	深井戸	砂岩累層 Gsd	Sanagoro	0.06	12	0	27	0	5.85
26	深井戸	片雲母片岩 Bs	Kobina	0.05	180	2	1	0	7.52
27	深井戸	砂岩 Gk	Finzankonio	0.09	4	0	1	0	5.01
28	深井戸	細粒砂岩 Gi	Blendio	0.83	244	2	44	37	17.36
29	深井戸	花崗岩 Brs	Sido	0.02	134	0	1	0	7.12
30	深井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Diban	0.06	106	0	21	0	6.92
基準値を超えた試料数				0	5	0	6	3	0

上表では、注目した鉄と pH は検出されず、新たに HCO₃ (重炭酸) が 5 ヶ所の深井戸において基準値を超えていることが判明した。この重炭酸は、DANIDA 井戸台帳の水質試験結果の集計によれば、445 試料中 211 試料において基準値(120mg/L)を超え、その比率は 47%に達する。なお、日本国の水質基準項目に重炭酸は含まれていない。

5) 地形測量・土質調査

(1) 測量調査・土質調査

a) 地形測量が必要と考えられる施設

レベル 2 施設を対象とした 10 ヶ所の新規給水施設である新設予定井戸位置、既設井戸位置、高架タンク位置、送水管路位置、公共水栓位置に対し地形測量(水準測量、平面測量)を実地した。

b) 地形測量方法

水準測量は、マリ国の道路管理局が有する道路に採用している最寄のベンチマーク(基準点)を基準にして実施し現地に仮のベンチマークを各施設予定地に設置しながら予定施設位置の水準測量を行った。

取水施設部(新規井戸位置/既設井戸位置)

処理施設、地上タンク、高架タンク

導水管路、配水管路/公共水栓位置

(2) 土質調査

レベル 2 施設を対象とした 10 ヶ所の新規給水施設の特に高架水槽位置の土質状況、管路敷設の土質に対して試掘、鋼棒の打ち込み、表面踏査を実施して新規施設的设计条件、施工条件として適用できる土質確認を現地で実施した。主な対象地域の土質性状は以下に示す通りである。

表土は 0-30cm 粒子が細かい砂質粘土が乾燥した状況では固結して非常に硬い。水分を含むとやわらかく道路には不適な土質である。

表土下の土質は砂利を含んだ非常に硬い個結ラテライトが 2m 以上有ると想定できた。1.0m までは人力で掘削できるが以深は困難。

調査地域を下表に示す。

表 2.17 測量・土質調査概要表

村落番号	県名	村落	水準測量/地形測量	土質調査
J-II-1	シカソ	Blendio	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-2	カディオ口	Lofigue	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-3	カディオ口	Fandiama	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-4	カディオ口	Loloni	井戸/高架タンク/公共水詮位置	試掘確認
J-II-5	クチアラ	Konsseguela	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-6	クチアラ	N'Golonianasso	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-7	クチアラ	Peguena	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-8	クチアラ	Kapala	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認
J-II-9	クチアラ	Zangasso	井戸/高架タンク/公共水詮位置	試掘確認
J-II-10	ブグニ	Sido	井戸/高架タンク/公共水詮位置	目視/鉄筋打ち込み確認

6) 物理探査

物理探査は電気比抵抗法の水平探査と垂直探査を併用して対象村落すべてにおいて実施する予定であったが、149のレベル1対象村落については、シカソ水利支局において実施された本基本設計の現地調査に対する事前通達の際に通達ができなかった6村を除外した143村において実施した。レベル2対象村落10ヶ所についてはすべての村落で予定通り探査を実施した。比較探査は9地質が分布する地域において、失敗井戸地点と成功井戸地点をおのおの8村に選定して合計16地点で実施予定であった。

なお、水平探査測定中に適当な垂直探査地点が2水平測線上に選定できないと判断したことから、Nierouani (J146)及びN'tisso (J142)の両村では、同探査をおのおの1測線追加した。

一方、比較探査実施に際し、予定した2村落内に失敗井戸地点を確定することができなかったため、この2村での探査を打ち切った。平行して実施していた垂直探査の解析作業から失敗となる地点の比抵抗曲線の傾向を把握できていたので、この打ち切りによって探査結果の分析に対する影響はないと判断した。下表に実施した物理探査の数量を示した。

表 2.18 物理探査数量表

探査の種類	仕様	レベル1	レベル2	比較探査
水平探査	観測線長：200m 探査深度：80m	実施した村数：143 (288 測線)	実施した村数：10 (30 測線)	実施した村数：10 (14 側線)
垂直探査	探査深度：250m	143村 (143点)	10村 (20点)	14村 (14点)

探査記録の分析結果として、帯水層の比抵抗値と深度、新鮮岩深度、ポテンシャル評価を表 2.19 (章末) の探査結果一覧に示した。評価基準は以下のとおりとした。

- ・ 評価A： 十分な厚さを持つ帯水層が確認できること。
- ・ 評価B： 帯水層の厚さまたは深度が不十分であるが、地質と地形から再探査によって帯水層を探し出せる可能性が高いこと。

- ・ 評価 C : 着岩が浅く、帯水層もしくは裂隙水の確認が比抵抗曲線から見いだせないこと。地質地形の状況から再探査してもその可能性が殆どないこと。

レベル1 施設建設対象村落の評価結果のまとめを以下に示す。

・ 評価 A :	73 村落
・ 評価 B :	42 村落
・ 評価 C :	28 村落
合 計	143 村落

レベル2 給水施設要請村落の評価のまとめを以下に示す。

表 2.20 レベル2 給水施設要請村落の評価

総合評価	評 価	村落数	村落番号	地 質
	VES ごとの評価			
A	VES 1、2 ともに A 評価	4	J-II-1, J-II-2, J-II-3, J-II-9	Gi, B s, B s, ST
	どちらかが A 他は B	3	J-II-4, J-II-7	Gi, ST, GT
B	どちらかが A 他は C	1	J-II-5	GK
	両方とも B	1	J-II-6, J-II-10	ST, B s
C	どちらかが B 他は C	1	J-II-8	ST
合 計		10	-	-

備考) 村落番号は第3章の章末に添付した表3.2.2の番号を示す。

表 2.19 (章末) に示した各村落の水理地質状況から以下に示す村落については、水文地質の状況、特に地下水賦存が厳しい状態にあると判断される。

片岩・凝灰岩を伴う砂岩累層(Gsd, 変成)地域に点在する村数 :	22 村落
細粒砂岩(Gi)地域に点在する村数 :	6 村落
クチアラ砂岩(GK)地域に点在する村数 :	6 村落
粗粒玄武岩()地域に点在する村数 :	2 村落
花崗岩(Brs)地域に点在する村数 :	6 村落
雲母片岩(Bs)地域に点在する村数 :	2 村落
合 計	44 村落

上記の 44 村落については以下に示す理由から開発ポテンシャルが低い評価 C とした。

図 2.3 (章末) の岩盤等深線図に示したように、DANIDA 計画では、片岩・苦灰岩を伴う砂岩累層を岩質および構成する鉱物組成の粒度から GR6、GR5、GR4 の 3 種類に分類している。GR はグレーワッケ(Greywacke)略称で、日本では硬砂岩と訳している。泥質基質を多く含み、淘汰が悪い砂岩で、亀裂等の発達が少ない岩石である。ちなみに GR6 は、シルト質、石灰質な軟質砂岩であり、GR5 は礫質粗粒質な硬質砂岩である。GR4 はシルト分を含有する軟質砂岩である。

シルトを含有することが砂粒子のマトリックスの役目を成し、緻密な岩質を生成しているものと考えられる。従い、裂隙水はあまり期待できない。また、この岩石が

分布する地域の地下水賦存は風化帯〔粘土質砂状態〕の間隙に貯留された自由水に依存する。風化帯の透水係数が、 5×10^{-4} 程度もしくはそれ以下(砂層の透水性の1/10 から 1/100 相当)であると推定できることから、当然ながら産水率は低い。

さらに、同等深線図が示すように、Cランクの 22 村落が分布している地域は、10 m未満で岩盤に到達する場合が多く、もしくは 10 ないし 20m以内で到達する。前述の透水性と考え合わせると、この程度の風化層厚では通年安定して地下水を産水することは困難である。

上記のように風化帯が薄く、かつ透水性が低いことが、岩盤の亀裂や節理等の間隙への涵養度を低下させる。従い、一定の汲み上げ量において、井戸内の水位降下が時間とともに急激に低下し、平衡状態になるには長時間を要するため、動水位が当然深くなることが挙げられる。

2.2.3 環境社会配慮

本プロジェクトは対象地区に散在する村落を対象にしており、給水施設の建設が環境に与える影響はなく、他のドナーのプロジェクトでも環境影響評価（EIA）は実施していない。添付資料-7に示すように、マリ国は政令（NO.03-594/PRM, 2003年12月31日）によってEIAを実施することが必要なプロジェクトリストを明示しているが、村落給水プロジェクトはリストに含まれておらず、環境問題の責任機関であるマリ国環境省から、本プロジェクトがEIAの対象にならないことの確認レターを受領している。同政令はEIAの実施しない代わりに環境影響通知書（Notice d'impact sur l'environnement）をプロジェクト完了までに関係機関へ提出することを求めており、本プロジェクトにおいても国家水利局から環境省へこの通知書を提出することになる。環境影響通知書は次の内容を含むものとする。

- プロジェクトの概要説明
- 予測される環境に対する影響項目
- 上記影響に対するプロジェクトが採用する緩和措置

2.3 調達事情

1) 工事用資機材

本プロジェクトに必要な工事用資機材の大部分はマリ国内での調達が可能である。骨材、型枠等はマリ国原産となるが、セメント、管材、鋼材、機材等の資機材は原材料を輸入しマリ国で加工した製品、またはEU諸国、近隣諸国からの輸入製品をマーケットから調達する。人力ポンプはインディアンマークII型のハンドポンプとペロニヤ型の足踏みポンプが普及しマリ国内での調達が可能であるが、とくに、前者については現地メーカーのEMAMA社が同社のシカソ工場国内製造しており（インディアンマリ）、マリ国内で最も普及した人力ポンプとなっている。簡易給水施設で用いる鋼製タンク、タンク架台等の鉄骨製品は国内の加工工場での製作が可能であるが、水中モーターポンプ、ソーラーパネル、計器、バルブ類は国内のマーケットから輸入品を調達することになる。

2) 工事用機械

本プロジェクトで用いる工事用機械には特殊機械がなく、井戸掘削機、ブルドーザー、バックホウ等の土工用機械を含め全ての工事用機械はマリ国内での調達が可能である。また、工事用機械のリース会社も多く存在する。

2.4 施工事情

1) 井戸建設業者

マリ国では下に示す8社が海外ドナーによる井戸建設プロジェクトの実績を持ち、規模の大きな業者である。マリ国資本の業者が5社、外国資本の業者が3社で、外国資本の業者は中国、フランス、南アの現地法人である。この中で海外ドナーから直接工事を請負っている業者は中国とフランスの現地法人であるCGSとFARACOであり、他の業者はこれらの業者からの孫請けによる工事实績である。

表 2.21 マリ国の主要な井戸建設業者

	業 者 名	資 本	海外ドナーの直接請負
1	China Geo-engineering Corporation (CGO)	中国	
2	FORACO	フランス	
3	Technic Forages Mal	マリ	
4	Société Générale des Forages(SOGEF)	マリ	
5	Entreprise Mali Forages(EMAFOR SARL)	マリ	
6	SOCIETE HYDROSAHEL	マリ	
7	Le Puisatier Moderne (LPM sarl)	マリ	
8	West African Drilling Services	南アフリカ	

現地の井戸建設業者は、十分な施工能力を備えているが、失敗井のリスクを避けるために全ての契約は数量精算方式によって結び、業者にとり不利になる状況に対しては責任を回避する傾向が強い。また自己資金が少ないために契約後の前渡金を受領後に調達などの準備作業を始めるため、契約から工事着手までに3-4ヶ月と長くなるのが普通である。

2) 労働条件

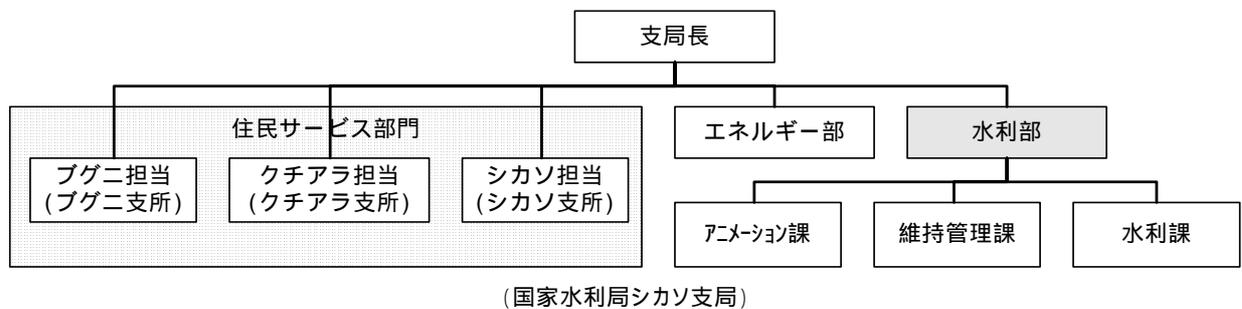
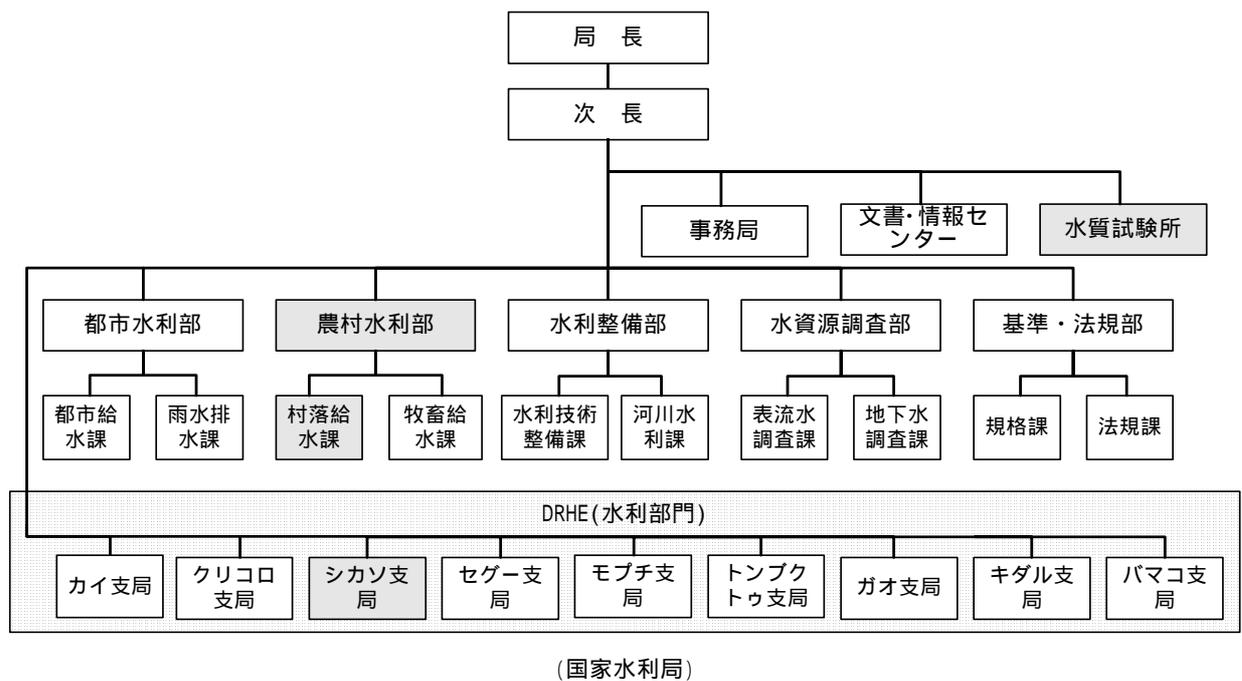
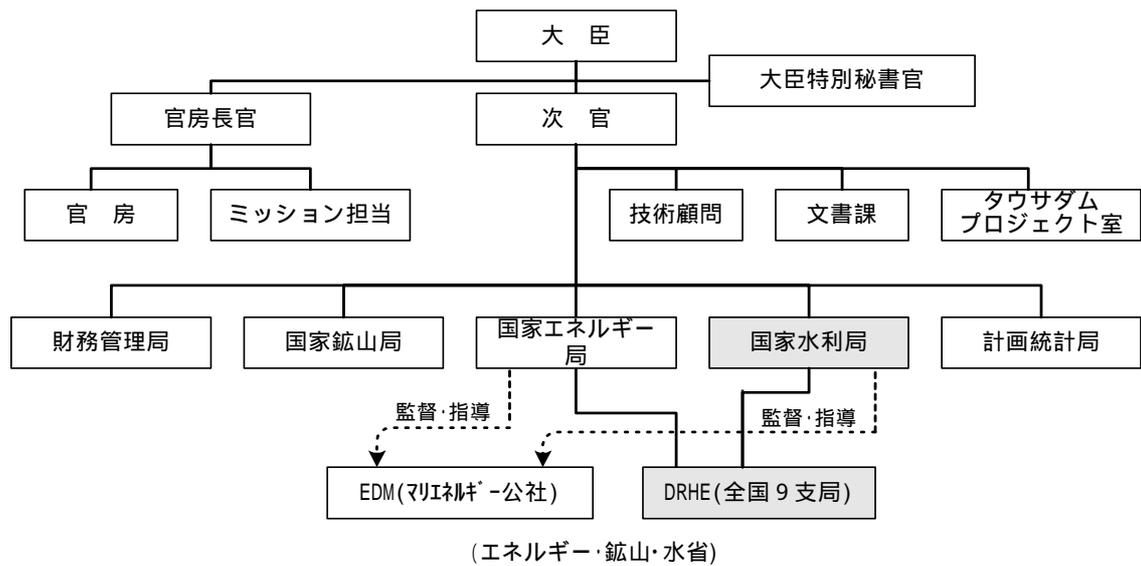
井戸掘削工事については業者が専門技能工を雇用しており、その補助作業や軽作業は各地方でその都度一時雇用して対応している。マリ国は労働者の保護が非常に手厚く、労務者の雇用は労働法規、社会保障、税務処理等へ特別の配慮が必要になるため、わが国の施工業者による直接雇用と現地企業を通じた人材の確保について比較検討することが適当である。

< 労働条件 >

労働基準時間 : 40 時間/週
超過勤務手当 : 125% - 200%
有給休暇 : 年間 24 日間

< 社会保険料 >

マリ国の雇用社会保険制度より基本給の3.6%の雇用者負担の義務がある。



本プロジェクト
の関係部署

図2.1 関連機関の組織図

表 2.11 簡易水質試験結果一覧表

試料番号	村落名					水質試験結果									
	水源	県	コミューン	村落	地質	水温 (°C)	色度 (度)	濁度 (度)	pH	電気伝導度 (μs/cm)	鉄 (mg/L)	大腸菌群 (個)	臭い (調査員)	味 (聞取り)	
															-
1	浅井戸	Bougouni	Bougouni	Saboudiebougou	強変成岩	Bg	29.0	16.5	14.9	6.6	20	<0.05	-	なし	無味
2	浅井戸	Bougouni	Dogo	Diban	強変成岩	Bg	29.0	6.9	11.4	6.9	272	<0.05	-	なし	無味
3	浅井戸	Bougouni	Keleya	N'Tena	強変成岩	Bg	29.0	35.0	13.7	6.6	22	0.2	-	なし	無味
4	浅井戸	Kolondieba	Kolondieba	Diedieba	強変成岩	Bg	29.0	15.5	3.7	6.9	51	<0.05	-	なし	無味
5	浅井戸	Kadiolo	Kadiolo	Lofigue	花崗岩	Brs	29.5	49.5	20.0	6.6	88	0.1	-	なし	無味
6	浅井戸	Kolondieba	Kolondieba	Sikoro	花崗岩	Brs	29.0	8.0	3.0	6.6	212	<0.05	-	なし	無味
7	浅井戸	Bougouni	Sido	Sido	花崗岩	Brs	29.0	49.0	16.9	7.5	118	<0.05	-	なし	無味
8	浅井戸	Kadiolo	Zegoue	Fanidiana	花崗岩	Brs	29.5	5.0	5.2	7.1	155	<0.05	-	なし	無味
9	浅井戸	Sikasso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	29.5	-	-	7.0	554	<0.05	3	なし	無味
10	浅井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	29.5	14.5	2.7	6.9	192	0.1	2	なし	無味
11	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Sokourala	細粒砂岩	Gi	29.5	-	-	5.6	16	<0.05	1	なし	無味
12	浅井戸	Koutiala	Kapala	Kapala	砂岩	Gk	29.5	22.0	3.7	6.6	39	<0.05	-	なし	無味
13	浅井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩	Gk	29.0	24.0	3.5	6.4	29	0.1	3	なし	無味
14	浅井戸	Koutiala	Koutiala	Sorobasso	砂岩	Gk	29.5	7.5	2.4	6.6	18	<0.05	2	なし	無味
15	浅井戸	Koutiala	N'Golonianasso	N'Golonianasso	砂岩	Gk	29.5	5.0	17.4	6.7	62	<0.05	3	やや腐敗臭	無味
16	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Zanradougou	砂岩累層	Gsd	29.5	40.5	14.7	6.6	22	0.2	3	なし	無味
17	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Nitobougou	砂岩累層	Gsd	28.0	-	-	7.5	344	-	-	なし	無味
18	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Karamokodougou	砂岩累層	Gsd	29.5	-	-	6.1	4.7	<0.05	-	なし	無味
19	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Yatiale	砂岩累層	Gsd	29.5	-	-	5.7	15	0.1	-	なし	無味
20	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Farakola	砂岩累層	Gsd	29.0	-	-	5.4	30	0.2	-	なし	無味
21	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Dalle	砂岩累層	Gsd	29.0	-	-	4.3	161	<0.05	-	なし	無味
22	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Zanfedougou	砂岩累層	Gsd	29.5	-	-	7.1	175	<0.05	3	なし	無味
23	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Natanso	砂岩累層	Gsd	29.0	-	-	5.7	27	<0.05	2	なし	無味
24	浅井戸	Sikasso	Sikasso	Koni	砂岩累層	Gsd	29.5	-	-	5.9	36	<0.05	2	なし	無味
25	浅井戸	Sikasso	kouoro	Sokourani	片岩類	ST	29.0	13.5	10.6	6.6	23	<0.05	1	なし	無味
26	浅井戸	Koutiala	Sangasso	Sangasso	片岩類	ST	28.5	29.0	2.0	7.9	250	<0.05	-	なし	無味
27	浅井戸	Kadiolo	Loloni	Zanssourirani	粗粒玄武岩		29.5	26.0	8.0	7.1	19	<0.05	3	なし	無味
28	河川	Sikasso	Sikasso	-	花崗岩	Brs	28.0	-	-	8.0	46	<0.05	-	なし	無味
1	深井戸			Woroni	片岩類	ST	29.0	-	-	4.8	39	<0.05	-	なし	無味
2	深井戸	Bougouni	Bougouni	Saboudiebougou	強変成岩	Bg	28.0	3.5	2.3	7.3	70	<0.05	-	なし	無味
3	深井戸	Bougouni	Dogo	Diban	強変成岩	Bg	28.0	3.5	2.7	7.7	166	<0.05	-	なし	無味
4	深井戸	Bougouni	Koumantou	Kara	強変成岩	Bg	28.0	2.0	0.9	7.9	100	<0.05	-	なし	無味
5	深井戸	Bougouni	Faragouaran	Faragouaran	花崗岩	Brs	28.0	5.0	4.7	7.1	90	<0.05	-	なし	無味
6	深井戸	Kadiolo	Kadiolo	Lofigue	花崗岩	Brs	28.0	-	-	6.1	92	<0.05	-	なし	無味
7	深井戸	Kadiolo	Kadiolo	Lofigue	花崗岩	Brs	28.0	-	-	5.7	58	<0.05	-	なし	無味
8	深井戸	Kolondieba	Kolondieba	Danfanba	花崗岩	Brs	28.0	6.6	2.6	6.6	66	<0.05	-	なし	無味
9	深井戸	Bougouni	Sido	Sido	花崗岩	Brs	28.0	3.5	1.6	7.9	214	<0.05	-	なし	無味

表 2.11 簡易水質試験結果一覧表

試料番号	村落名					水質試験結果									
	水源	県	コミューン	村落	地質	水温 (°C)	色度 (度)	濁度 (度)	pH	電気伝導度 (µs/cm)	鉄 (mg/L)	大腸菌群 (個)	臭い (調査員)	味 (聞取り)	
10	深井戸	Bougouni	Sido	Sido	花崗岩	Brs	28.0	3.0	2.1	7.1	112	<0.05	-	なし	無味
11	深井戸	Bougouni	Sido	Sido	花崗岩	Brs	28.0	3.5	2.6	7.3	178	0.4	-	なし	無味
12	深井戸	Kadiolo	Zegoue	Fanidiama	花崗岩	Brs	28.0	-	-	6.3	168	<0.05	-	なし	無味
13	深井戸	Kadiolo	Zegoue	Fanidiama	花崗岩	Brs	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
14	深井戸	Kadiolo	Zegoue	Fanidiama	花崗岩	Brs	28.0	-	-	5.9	53	<0.05	-	なし	無味
15	深井戸	Kadiolo	Zegoue	Fanidiama	花崗岩	Brs	28.0	-	-	5.9	101	<0.05	-	なし	無味
16	深井戸	Siksso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	29.0	1.5	0.9	6.6	219	<0.05	-	なし	無味
17	深井戸	Siksso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	28.5	-	-	6.7	255	<0.05	-	なし	無味
18	深井戸	Siksso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	28.5	-	-	6.7	282	<0.05	-	なし	無味
19	深井戸	Siksso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	28.5	-	-	7.1	472	1.0	-	なし	無味
20	深井戸	Siksso	Blendio	Blendio	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	6.6	251	<0.05	-	なし	無味
21	深井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	6.5	141	<0.05	-	なし	無味
22	深井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	6.7	198	<0.05	-	なし	無味
23	深井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	6.1	74	<0.05	-	なし	無味
24	深井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	5.8	47	<0.05	-	なし	無味
25	深井戸	Kadiolo	Loloni	Loloni	細粒砂岩	Gi	28.0	-	-	7.0	39.5	<0.05	-	なし	無味
26	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.5	1.5	0.6	6.5	25	<0.05	-	なし	無味
27	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.9	61	<0.05	-	なし	無味
28	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.7	99	0.1	-	なし	無味
29	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.5	55	<0.05	-	なし	無味
30	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.7	74	<0.05	-	なし	無味
31	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
32	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.5	63	2.0	-	なし	無味
33	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.1	22	<0.05	-	なし	無味
34	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	48	0.1	-	なし	無味
35	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	50	<0.05	-	なし	無味
36	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.4	80	1.5	-	なし	無味
37	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	4.8	111	<0.05	-	なし	無味
38	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	40	<0.05	-	なし	無味
39	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.1	30	<0.05	-	なし	無味
40	深井戸	Koutiala	Kafo Fabili	Peguena	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	33	<0.05	-	なし	無味
41	深井戸	Koutiala	Kapala	Kapala	砂岩	Gk	28.5	1.0	0.5	6.6	29	<0.05	-	なし	無味
42	深井戸	Koutiala	Kapala	Kapala	砂岩	Gk	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
43	深井戸	Koutiala	Kapala	Kapala	砂岩	Gk	28.0	-	-	6.1	124	<0.05	-	なし	無味
44	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩	Gk	28.5	1.0	0.0	6.4	27	<0.05	-	なし	無味
45	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	141	<0.05	-	なし	無味
46	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩	Gk	28.0	-	-	5.3	48	<0.05	-	なし	無味

表 2.11 簡易水質試験結果一覧表

試料番号	村落名					水質試験結果								
	水源	県	コミューン	村落	地質	水温 (°C)	色度 (度)	濁度 (度)	pH	電気伝導度 (µs/cm)	鉄 (mg/l)	大腸菌群 (個)	臭い (調査員)	味 (聞き取り)
						-	15.0	25.0	6.5-9.2	-	1	-	-	-
47	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩 Gk	28.0	-	-	5.3	79	<0.05	-	なし	無味
48	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩 Gk	28.0	-	-	5.5	66	2.0<	-	なし	無味
49	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩 Gk	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
50	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩 Gk	28.0	-	-	5.7	75	2.0	-	なし	無味
51	深井戸	Koutiala	Konsseguela	Konsseguela	砂岩 Gk	28.0	-	-	5.3	62	<0.05	-	なし	無味
52	深井戸	Koutiala	N'Golonianasso	N'Golonianasso	砂岩 Gk	28.5	2.0	0.9	6.4	21	<0.05	-	なし	無味
53	深井戸	Kobi	Kobi	Kalaban-coro	砂岩累層 Gsd	28.5	-	-	-	-	<0.05	-	なし	無味
54	深井戸	Sikasso	Sikasso	Kapolondougou	砂岩累層 Gsd	28.5	-	-	6.5	132	<0.05	-	なし	無味
55	深井戸	Sikasso	Sikasso	Nitobougou	砂岩累層 Gsd	28.0	-	-	7.5	289	0.1	-	なし	無味
58	深井戸	Sikasso	kouoro	Sokourani	片岩類 ST	28.5	1.5	0.5	7.1	73	<0.05	-	なし	無味
59	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.5	2.0	0.7	7.7	219	<0.05	-	なし	無味
60	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	7.4	-	<0.05	-	なし	無味
61	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
62	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	7.4	-	<0.05	-	なし	無味
63	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-
64	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	7.6	-	<0.05	-	なし	無味
65	深井戸	Koutiala	Sangasso	Zangasso	片岩類 ST	28.0	-	-	-	-	-	-	-	-

(注) 色度 : 透過光測定法 (測定範囲 0.0-50 度) / デジタル濁色度計 WA-PT-4DG (株) 共立化学研究所
 濁度 : 透過光測定法 (測定範囲 0.0-20 度) / デジタル濁色度計 WA-PT-4DG (株) 共立化学研究所
 pH : pH 電極 (測定範囲 0.0-14.0pH) / No.137-890 ボックツ pH 計 pHTestr 1 ケツ(株)
 電気伝導度 : 電池センサ (測定範囲 0-999 µs/cm) / PH METER MODEL: CD5021A (株) カタム
 鉄 : H' ッケツ (測定範囲 0.05-2mg/l) / 簡易水質測定器 鉄 (低濃度) WAK Fe(D) (株) 共立化学研究所
 大腸菌群 : H' ッケツ
 臭気・味覚 : 臭気は調査員による。味覚は利用者の聞き取り結果。
 水温 : 棒状水温計 (測定範囲 -)。

表 2.12 室内水質試験結果

試料 番号	水源	地質 区分	採水地点	Ca ²⁺ (mg/)	Mg ²⁺ (mg/)	Na ⁺ (mg/)	K ⁺ (mg/)	Fe ²⁺ (mg/)	Cl ⁻ (mg/)	SO ₄ ²⁻ (mg/)	HCO ₃ ⁻ (mg/)	NO ₃ ⁻ (mg/)	Alcalinite (mg/)	Durete (mg/)	濁度 (NTU)	色度 (Hz)	pH	電気伝導度 (μS/cm)	TDS (mg/)	NO ₂ ⁻ (mg/)
				200	150	200	100	1.00	600	400	120	150	500	500	25	50	5.0 -9.2	1000	1500	3
1	浅井戸	花崗岩 Brs	Fanidiana	12.8	3.9	9.9	9.0	0.05	18.0	0.0	36.0	5.00	30.0	48.0	4.0	11.0	6.04	175.0	134.67	0.00
2	浅井戸	砂岩 Gk	Konsseguela	4.0	0.5	2.6	1.2	0.32	7.0	0.0	8.0	0.50	7.0	12.0	10.0	31.0	5.40	31.0	42.31	0.00
3	浅井戸	砂岩 Gk	N'Golonianasso	8.8	2.4	4.0	8.0	0.13	13.0	0.0	17.0	3.80	14.0	12.0	85.0	257.0	5.50	72.0	68.23	0.01
4	浅井戸	粗粒玄武岩	Zanssocourani	2.4	0.9	0.2	2.7	0.12	3.5	1.3	8.0	0.21	7.0	16.0	17.0	50.0	5.73	22.0	30.03	0.00
5	浅井戸	砂岩累層 Gsd	Zanradougou	3.2	1.2	0.8	1.8	0.32	2.5	3.0	14.0	0.20	12.0	12.0	25.0	83.0	5.63	25.0	34.12	0.01
6	浅井戸	砂岩累層 Gsd	Koni	2.4	0.5	4.0	2.1	0.13	1.5	0.0	20.0	0.30	16.0	8.0	14.0	31.0	5.78	40.0	54.60	0.01
7	河川	粗粒玄武岩	River	4.8	2.4	0.6	3.9	0.17	3.0	0.0	24.0	0.80	20.0	22.0	3.0	1.0	7.34	55.0	52.12	0.00
8	浅井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Saboudiebourgou	3.2	0.5	0.8	0.7	0.34	3.0	7.2	73.0	0.00	11.0	16.0	31.0	9.0	5.74	21.0	28.70	0.01
9	浅井戸	花崗岩 Brs	Sido	13.6	2.4	11.5	4.8	0.15	17.5	6.2	55.0	0.10	46.0	44.0	47.0	115.0	6.50	157.0	148.78	0.00
10	浅井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Diban	18.4	17.0	16.8	4.2	0.05	31.5	0.0	102.0	10.10	84.0	116.0	15.0	3.0	6.35	315.0	243.40	0.38
11	深井戸	細粒砂岩 Gi	Blendio	14.4	28.2	1.0	9.6	0.12	3.0	0.3	176.0	1.50	139.0	152.0	5.0	0.0	6.89	289.0	222.40	0.01
12	深井戸	花崗岩 Brs	Lofigue	4.8	5.8	16.6	4.1	0.03	2.0	0.0	75.0	1.60	61.0	36.0	11.0	0.0	6.50	125.0	118.45	0.00
13	深井戸	花崗岩 Brs	Fanidiana	4.8	2.9	14.5	5.2	0.12	3.5	0.0	60.0	1.00	49.0	24.0	2.0	0.0	6.25	103.0	97.60	0.01
14	深井戸	細粒砂岩 Gi	Loloni	13.6	3.9	8.3	6.1	0.05	12.0	4.8	49.0	2.60	40.0	60.0	14.0	0.0	6.23	144.0	136.46	0.00
15	深井戸	砂岩 Gk	Konsseguela	4.8	1.0	0.4	0.5	0.12	3.0	0.3	16.0	0.10	13.0	16.0	6.0	0.0	5.58	32.0	43.68	0.00
16	深井戸	砂岩 Gk	N'Golonianasso	1.6	1.9	0.4	1.8	0.07	3.0	1.5	10.0	0.20	8.0	12.0	3.0	2.0	5.36	23.0	31.39	0.01
17	深井戸	砂岩 Gk	Peguena	13.2	0.9	2.4	1.1	0.05	3.5	0.5	12.0	0.50	10.0	12.0	13.0	0.0	5.37	28.0	38.22	0.01
18	深井戸	片岩類 ST	Kapala	4.8	1.9	0.6	0.7	0.06	2.0	4.5	16.0	0.20	13.0	20.0	1.0	0.0	5.68	32.0	43.68	0.00
19	深井戸	砂岩累層 Gsd	Sangasso	28.0	12.2	5.6	3.9	0.04	9.0	0.0	15.0	1.50	122.0	120.0	1.0	0.0	7.81	272.0	209.32	0.01
20	深井戸	粗粒玄武岩	Fantarasso	32.1	19.4	14.3	2.1	0.05	3.0	4.8	200.0	2.50	164.0	160.0	18.0	0.0	7.78	389.0	278.49	0.00
21	深井戸	花崗岩 Brs	Natanso	2.4	2.9	0.1	6.5	0.16	3.0	2.3	14.0	1.00	12.0	18.0	172.0	42.1	5.46	31.0	42.31	0.00
22	深井戸	細粒砂岩 Gi	Tierouala	16.4	10.7	4.0	4.3	0.03	8.5	0.0	78.0	0.20	64.0	60.0	7.0	0.0	6.40	134.0	126.98	0.01
23	深井戸	砂岩 Gk	Koko	12.4	2.4	0.2	0.5	0.09	1.0	5.8	12.0	0.20	10.0	18.0	5.0	2.0	5.38	22.0	30.03	0.00
24	深井戸	片岩類 ST	Sokourani	5.6	6.3	0.4	3.6	0.07	3.0	0.0	48.0	0.20	38.0	40.0	1.0	0.0	6.05	82.0	77.70	0.00
25	深井戸	砂岩累層 Gsd	Sanagoro	2.4	0.5	0.2	7.5	0.06	3.0	2.5	12.0	0.20	10.0	8.0	27.0	0.0	5.85	33.0	45.04	0.03
26	深井戸	片雲母片岩 Bs	Kobina	27.2	9.7	25.9	3.5	0.05	3.5	0.0	180.0	2.10	147.0	108.0	1.0	0.0	7.52	311.0	239.33	0.01
27	深井戸	砂岩 Gk	Finzankonio	1.6	1.0	0.4	0.1	0.09	2.5	0.0	4.0	0.10	3.0	6.0	1.0	0.0	5.01	12.0	16.38	0.01
28	深井戸	細粒砂岩 Gi	Blendio	56.1	19.4	1.6	11.0	0.83	7.0	41.0	244.0	1.70	200.0	220.0	44.0	37.0	7.36	473.0	338.63	0.04
29	深井戸	花崗岩 Brs	Sido	25.7	11.6	2.5	1.3	0.02	2.0	4.5	134.0	0.10	112.0	112.0	1.0	0.0	7.12	230.0	181.62	0.00
30	深井戸	硬砂岩・礫岩 Bg	Diban	102.0	8.4	13.0	4.1	0.06	2.5	1.8	106.0	0.00	88.0	60.0	21.0	0.0	6.92	185.0	142.35	0.00

表 2.19 レベル 1 給水施設要請村落の物理探査結果

番号	要請村落	帯水層深度 (m)	帯水層 比抵抗値 (m)	基盤深度 (m)	地下水開発 ポテンシャル	地質区分
J-2	SYENRE	1-34	153	34	A	Bg
J-3	SABOUDIEBOUGOU	26-45	154	45	A	Bg
J-4	FARABA	4-53	120	53	A	Brs
J-5	FELEFELE	1.6-46	121	46	A	Brs
J-6	DONKELENA	5-40	300	40	A	Brs
J-7	DINKORO	5-58	510	58	B	Brs
J-8	KEMEDOUGOU	6-52	43	52	A	Brs
J-9	SOU MOUDJI	5-57	130	57	A	Bg
J-10	DIBAN	26-66	121 / 50	66	A	Bg
J-11	KONDO	6-35	40	35	B	Bg
J-12	SOLABA	-	-	-	-	-
J-13	N'TENA	4 - 91	86 / 800	91	C	Bs
J-14	MASSALA	8-51	55 / 500	51	A	Brs
J-15	MORIBOUG	6.3 - 45	58 / 300	45	A	Bg
J-16	TONKOURABOUGOU	9-35	60	35	B	Bg
J-17	SADIOULA	9 - 145	140 / 300	145	A	Brs
J-18	TIEMALA	-	-	-	-	-
J-19	ZAMBLEBOUGOU	-	-	-	-	-
J-20	ZAMBOUGOU	3 - 67	340	67	A	Brs
J-21	FAKOBOUGOU	19 - 76	250	76	A	Brs
J-22	FARABABOUGOU	6.0 - 28	92	28	B	Brs
J-23	NIAKABOUGOU	11 - 80	230	80	A	Brs
J-24	MAFELE 2	11 - 250	50 / 250	200	A	Brs
J-25	SAGALA DIALAN	4.5 - 84	50	84	A	Bg
J-26	DOMBA-TIAMBA	-	-	-	-	-
J-27	TIEFAGALA	12.0 - 30	67	30	B	Brs
J-28	SIMPIA	66 - 98	200	98	C	Brs
J-29	ZAMA	26 - 52	39 / 100	52	A	Brs
J-30	ZANABALA	20 - 45	250	45	A	Brs
J-31	KOTIE	6 - 39	77	39	A	Bg
J-32	NIENI	4 - 216	42 / 50	213	B	Bg
J-33	SIRABATOU	8.0 - 30	400	30	B	Bg
J-34	POUROU	6.3-187	470	6.3	B	Brs
J-35	ZIEKOUNDOUGOU	8.0-26	45	26	B	Brs
J-36	TIENINA	-	-	7.3	C	Gsd
J-37	BANANKOR	3.0-29	70 / 300	29	B	Gsd
J-38	BILASSO	3.0-42	170	42	B	Gsd
J-39	BOUNOU	46-66	217	66	A	Brs
J-40	DOUGOUCOURANI	15-28	54	28	B	σ
J-41	FAKO-KOUROU	12-49	161 / 803	49	A	Gi
J-42	KADONDOUGOU	37-468	685	6	C	Brs
J-43	KOMORO	21-76	80	76	A	Brs
J-44	N'GUINSO	33-200	300 / 83	40	A	Gi
J-45	NIEROUANI	26-127	514	127	B	Gi
J-46	SIRANIKOROBA	4.5-38.5	251	39	A	Gsd
J-47	ZANSO	17-46	150	46	A	Gi
J-48	KOURA	10-26	103 / 300	26	B	Gi
J-49	DJALLAKOROSSO	5-28	100	28	B	Brs
J-50	FININKO	15.5 - 28	48	28	B	Bg
J-51	KOLONZAN	13 - 36	71 / 173	36	B	Bg
J-52	SANANKORO	5.3 - 37	354	37	A	Brs
J-53	SIKORO	14.2 - 28	172	28	B	Brs
J-54	TIONKOUNA	6.3 - 18	45 / 40	18	C	Brs
J-55	BELLA	8 - 62	300	62	A	Brs
J-56	CONGO	7 - 82	66 / 300	82	A	Brs

表 2.19 レベル 1 給水施設要請村落の物理探査結果

番号	要請村落	帯水層深度 (m)	帯水層 比抵抗値 (m)	基盤深度 (m)	地下水開発 ポテンシャル	地質区分
J-57	DIALAKORO	10.5 - 18	50	18	C	Brs
J-58	KOKOUNA	1.8 -17	380	17	C	Brs
J-59	KORONI	9.6 - 16.5	53 /199 /500	16.5	C	Brs
J-60	SEKANA	3.0 -19.5	57	19.5	B	Brs
J-61	DIEDIEBA	4.3 - 18	39 / 501	18	B	Bg
J-62	DIEDIENI	5.5 -25	858 / 503	25	A	BrS
J-63	MASSABALA	3.0-250	92 / 455	250	A	GK
J-64	BOUBA	13-141	161	141	A	ST
J-65	KEMA	13-141	161	141	A	ST
J-66	KENDE	14-250	116	250	A	ST
J-67	KESSO	12-137	40 / 500	137	A	ST
J-68	LOKINA	28-113	224	113	A	ST
J-69	LAMPASSO	12-120	73 / 501	120	C	ST
J-70	NAMPALA	21-30	5	30	B	ST
J-71	NAMPORPELA	8-108	71	108	A	ST
J-72	MADABOUGOU	17-155	830	155	C	GK
J-73	TOROLA	14-160	353 / 803	160	B	ST
J-74	KORON'TOSSO	14-57	312	57	A	GK
J-75	NINTABOUGORO	8-82	521	82	A	GK
J-76	KARAGOUA	-	-	5	C	GK
J-77	DIADONI	-	-	-	-	-
J-78	YOUGOUANA	56-124	600 / 100	124	B	GK
J-79	DEMPELA 1	41-79	516	79	B	GK
J-80	DEMPELA 2	10-35	500	35	B	GK
J-81	DOZOLA	12-26	133	26	C	GK
J-82	TIANHIRISSO	10-72	283 / 480	72	A	GK
J-83	ZEGUESSO	50-250	102	50	A	GK
J-84	BELESSO	-	-	12	C	GK
J-85	FARAKALA	17-39	450	39	A	GK
J-86	DIELE	12-38	151	38	A	ST
J-87	DIOMBOUG	27-126	82	126	A	ST
J-88	N'GONGONA	27-52	100	52	A	ST
J-89	POKOSSO	11-77	500 / 100	77	A	ST
J-90	SIOU	16-22	200	22	C	ST
J-91	FROUGOSSO	57-147	800	147	C	GK
J-92	NIZANSO	23-74	150 / 63	74	A	GK
J-93	NINTIOROSSO	11-87	514 / 200	89	A	GK
J-94	N'GARE	11-29	60 / 53	29	B	ST
J-95	KIKO	16-72	54	72	A	ST
J-96	KOUGOUE	5-45	148	54	A	ST
J-97	N'TOSSO	11-121	203 / 288	121	A	ST
J-98	SONGUELA	32-55	1000	55	C	GK
J-99	DIGNAN	10-88	503	88	A	GK
J-100	KONI	20-200	422 / 236	33	A	Gsd
J-101	NAMPASSO	17-31	200	31	A	Gsd
J-102	N'GOLO-DIASSA	12-200	15 / 514	23	C	Gsd
J-103	N'GOLODOUBOU	0-8	214	8	C	Gsd
J-104	N'KALEBOUGOU	5-70	264	70	A	Gsd
J-105	PORNO-DIASSA	19-111	242	111	A	Gsd
J-106	SOKOURALA	5-26	700	26	C	Bs
J-107	N'TIOBOUGOU	6-43	48 / 93	43	A	Bs
J-108	DALLE	0-0	-	0	C	Gsd
J-109	KOROLA	18-63	260	63	A	Gi
J-110	FATE DIASSA	1-17	200	17	C	Gsd
J-111	FARAKOBA	-	-	6.5	C	Gsd

表 2.19 レベル 1 給水施設要請村落の物理探査結果

番号	要請村落	帯水層深度 (m)	帯水層 比抵抗値 (m)	基盤深度 (m)	地下水開発 ポテンシャル	地質区分
J-112	FATIA	-	-	7	C	Gsd
J-113	KOGODONI	-	-	3	C	Gsd
J-114	MADOUBOUGOU	-	-	3	C	Gsd
J-115	MANDELA	58-73	153	73	A	Gsd
J-116	MOGOYEBOUGOU	10-37	103	37	C	Gsd
J-117	NIANKOROBOUGOU	-	-	4	C	Gsd
J-118	NIELEPEBOUGOU	-	-	7	C	Gsd
J-119	SOULEYMABOUGOU	1.3-5	92	5	C	Gsd
J-120	YATIALE	34-41	104	41	B	Gsd
J-121	FAFREBADIASSA	-	-	2.5	C	Gsd
J-122	SANASSO	9-369	257 / 473	13	B	Gsd
J-123	ZANSONI	-	-	1.5	C	Gsd
J-124	SONFLABOUGOU	8-189	323	189	B	σ
J-125	DIEGUENISSO	-	-	6	C	Gi
J-126	SINANI	5-152	640 / 150	150	C	Gi
J-127	BANIABOUGOU	8-66	390 / 57	66	A	Gi
J-128	KADIORNI	15-136	46 / 500	41	B	Gi
J-129	KINASSO	-	-	9	C	Gi
J-130	SENANI-DIO	40-147	167	147	A	σ
J-131	SOKOURANI	2.5-16	74	16	C	σ
J-132	ZANASSO	7-270	546	7	C	σ
J-133	PANGAFOLASSO	9-250	273	250	A	Gsd
J-134	FABOULA	26-33	482	33	B	Bs
J-135	N'TIOLA	17-25	40	25	B	Bs
J-136	DIASSADENI	-	-	0.7	C	Gsd
J-137	KODIALANIDA	-	-	2.4	C	Gsd
J-138	SIDARIBOUGOU	-	-	1	C	Gsd
J-139	TOLA	99-250	309	12.5	C	Gsd
J-140	DOMOGO-DIASSA	10-25	550 / 63	25	B	Gsd
J-141	N'TIOSSO	0.6-5.5	80 / 50	5.5	C	Gi
J-142	TIEROUALA	41-45	417	45	B	Gi
J-143	KONSANSODIOULA	4-207	94 / 285	83	A	Gsd
J-144	DOUGOUPEREBOUGOU	-	-	4	C	Gi
J-145	MASSABOUGOU	2.5-8.5	54	8.5	C	Gsd
J-146	KANKARANA	-	-	269	C	Gi
J-147	NIANGASSO	6.5-36	880	36	C	Gsd
J-148	NONTANSO	16-75	99	75	A	Gi
J-149	SOSSOLOGO	0.8-1.3	87	1.3	C	Gsd

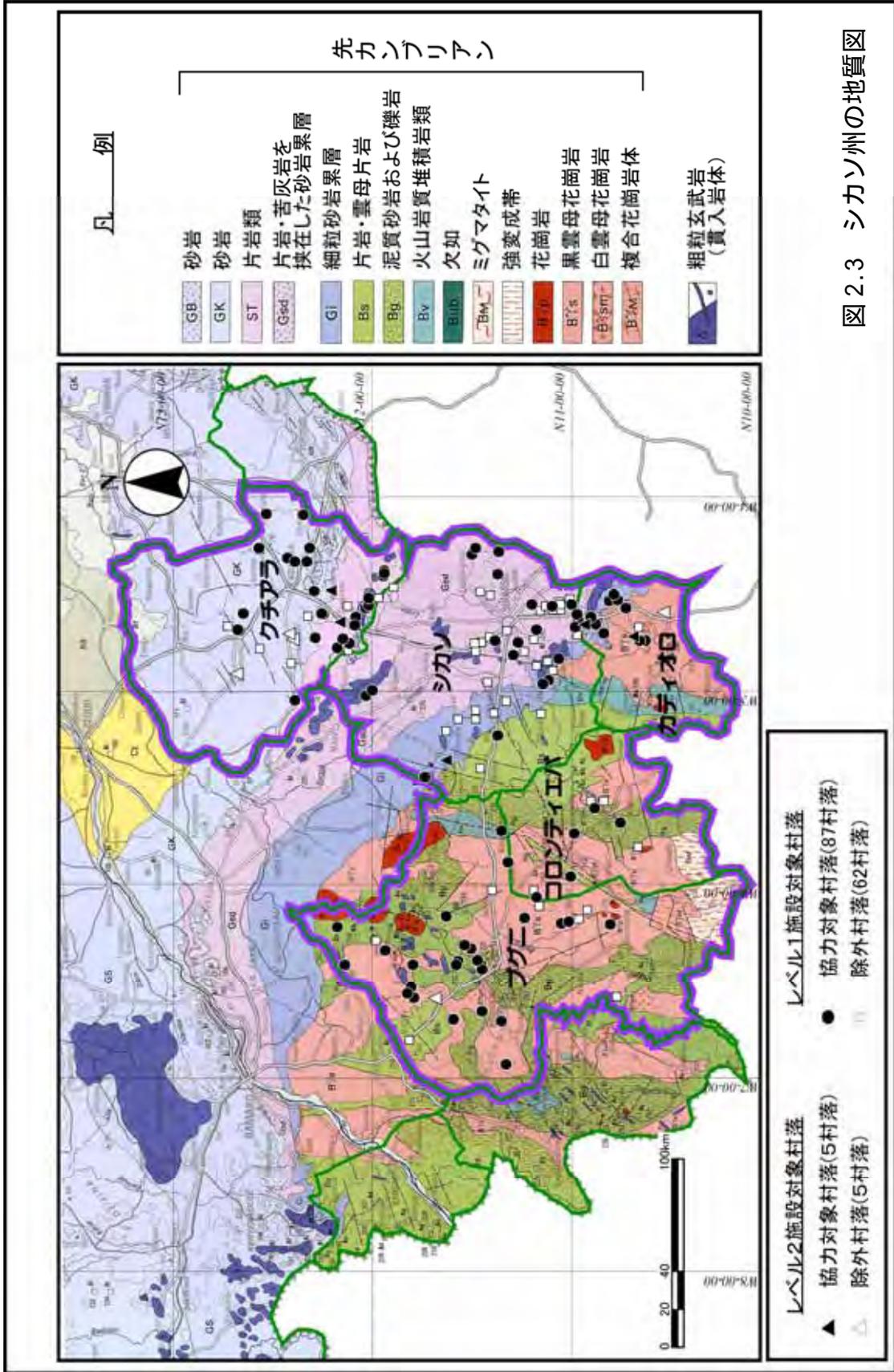


図 2.3 シカソ州の地質図

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 プロジェクトの概要

1970年代の大干ばつを経てマリ国の農村は疲弊し、マリ国は農村部での給水状況の改善を水政策の柱として、1970年の後半から多くのドナーの援助活動を受け入れて農村部における衛生的な給水施設の建設を実施してきた。このような活動の結果、農村部の給水状況は大幅に改善されてきているが、援助の対象から取り残され、未だに衛生的な井戸施設を1つも持たない村（無給水村）も多い。このような村では、村民は伝統的な浅井戸の使用を強いられ、劣悪な衛生環境下に置かれている。

シカソ州はマリ国の南端部に位置し、マリ国の中では給水状況の改善が比較的進んだ地域であるが、マリ国の他の農村部と同様に現在まで援助の手がおよばず、衛生的な井戸を1本も持たない無給水村が多い。マリ国は無給水村を削減することを水政策の最優先の課題としており、深井戸建設（レベル1）及び簡易給水施設（レベル2）の建設によって農村部の給水状況の改善をはかることを目標としている。この中で本プロジェクトはシカソ州の95村落を対象に150カ所の深井戸と5カ所の共同水栓方式の簡易給水施設を建設するものであり、プロジェクトの実施によって74村落の無給水村が無くなり、無給水村の47,322人の村民が新たに衛生的な飲料水へのアクセスが可能なる。また、対象村落の給水人口は15,200人から78,455人に増加し、給水率は16.6%から85.5%に向上する。なお、本プロジェクトでは建設する給水施設の持続的な運営維持管理を確保するために、村民への啓蒙活動を目的としたソフトコンポーネントを実施する。啓蒙活動は、プロジェクトの施工前、施工中・後に実施し、施工前は運営維持管理組織の構築を支援する啓蒙活動を行い、実施中・後では施設建設に自主的な参画を促し、村民のオーナーシップを養うとともに運営維持管理にかかわる住民への技術移管を行うものとする。本プロジェクトの内容と効果は表3.1.1のようにまとめられ、本プロジェクトの概要は表3.1.2に示すとおりである。

表3.1.1 プロジェクトの内容と効果

	プロジェクト実施前	プロジェクト実施後
協力対象村落	95 村落	95 村落
村落人口	91,740 人	91,740 人
給水人口	15,200 人	78,445 人
給水率	16.6 %	85.5 %
無給水村数	74 村落	0 村落
無給水村人口	47,322 人	0 人
レベル2 給水サービスを受ける村落数	0 村落	5 村落
レベル2 給水サービスを受ける給水人口	0 人	14,045 人

表 3.1.2 プロジェクトの概要

プロジェクト名 : マリ南部地域飲料水供給計画		対象地域 : シカソ州の 95 村落		Ver.1
ターゲットグループ : 95 の対象村落の住民 (91,740 人)		実施期間 : 2008 年 2 月 ~ 2011 年 3 月		
プロジェクトの要約	指 標	指標データ入手手段	外部条件	
上位目標 プロジェクト対象地域 95 村の住民の生活が向上する	- 1 人 1 日平均給水量	- 水利局事業報告書	- 地下水給水施設建設事業が継続される	
プロジェクト目標 プロジェクト対象地域 95 村落の給水環境が改善する。	- 給水人口 - 安全な給水施設を持たない村の数	- 水利局事業報告書	- 給水事業が継続的に運営される	
成果 91 村落にレベル 1 給水施設が整備される 5 村落にレベル 2 給水施設が整備される 95 村落に水管理組合が設立される	- ハンドポンプ付深井戸本数 - 簡易給水施設数 - 水管理組合数	- 工事実施記録 - 水利局事業報告書	- 水管理組合が設立され、施設の維持管理が行われる	
活 動 日本側 91 村に 150 ヶ所のハンドポンプ付深井戸を建設する 5 村落に共同水栓方式の簡易給水施設を建設する。 ソフトコンポーネントによる住民への啓発啓蒙活動を実施する	投 入		- 対象地域の給水施設整備の方針に変更がない 前提条件 - 必要な水源が確保できる - マリ国の水政策が変わらない	
	日本側* - 施設建設のための資金 - ソフトコンポーネントのための資金 - 事業実施のための要員	マリ国側** - 施設建設用地 - 水管理組合の設立 - 維持管理費・要員		

(注) * : 我国無償資金協力の範囲 ** : マリ国側分担範囲

3.2 協力対象事業の基本設計

3.2.1 設計方針

本プロジェクトの基本設計は以下に示す基本方針に基づいて実施する。

1) 自然条件に対する方針

既存ソーラー発電設備の中には落雷によって破損し稼働していないものもあり、雨季の落雷に留意した設計とする。本計画では落雷保護するための避雷器を設置する計画とする。

プロジェクト対象地区には弱酸性の地下水の存在が予想されるので、このような地域では、耐酸性の材料を選定することを考慮する。

プロジェクト対象地区には鉄分濃度が高い地下水の存在が予想されるが、試掘後の水質試験の結果、鉄分濃度がマリ国基準を超えた場合、レベル 1 給水施設では失敗井として扱い井戸施設には仕上げない。レベル 2 給水施設についても、除鉄装置の設置可能性について検討した結果（後出の 3.2.2.1.4 原水水質の対処法を参照）維持管理等の理由により、除鉄装置を設置せずにレベル 1 給水施設同様失敗井として取り扱い、井戸施設には仕上げないものとする。

対象地域の地質は強い変成を受けた泥質砂岩・礫岩と火山岩質堆積岩類が多く地下水の開発が困難な地域であるが、対象村落の選定に当たっては各地区の地質条件を考慮し、全体として約 70%程度の成功率が確保できるように村落を選定する。

レベル 2 給水施設では、既存井戸データが不完全であることから、水源井戸に既存井を転用する場合は詳細設計時に既存井の帯水層試験を実施し、新規井戸を建設する場合は詳細設計時に試掘調査を実施する方針とする。

2) 社会経済条件に対する方針

マリ国では給水施設建設に際し、住民の技術的知識の習得及び施設がコミュニティ財産であるという意識を持たせ、住民の自発的活動の一環として井戸の維持管理・運営が円滑に行われるよう、住民の啓蒙・教育活動を実施している。本プロジェクトでもマリ国の方針に従い、必要な啓蒙・教育活動を実施する計画とする。

住民参加を促し給水施設のコミュニティへの帰属意識を認識させるため、井戸まわりに建設するフェンス工事等に住民を参加させる。

ソーラー発電方式の採用を前提にするが、ソーラーパネルの盗難に対する対策を講ずる必要があるため、その設置場所、管理人の配置、防犯灯の設置等の防犯対策を講ずることとする。

3) 建設事情、現地業者・現地資機材の活用に対する方針

井戸施設、給水施設の建設工事には現地業者を活用する計画とし、建設する施設の構造や使用する材料、工法については現地業者で実施可能なものとする。

建設後の維持管理が確実に実施されるよう、品質の確保及び施工の容易さから建設工事に用いる資材類は NF、BS、DIN、ISO、ASTM 等の国際規格に準拠したものを使用するものとする。

建設に使用する資材はマリ国に工場もしくは販売代理店を有するメーカー製品を採用するものとする。

4) 実施機関の維持・管理能力に対する方針

建設する給水施設の維持管理はコミュニティと村落が実施することとなっており、水利局地方支局はその支援や維持管理状況のモニタリングが主な役割である。水利局シカソ支局の職員は過去のプロジェクトを通してこれらの業務を遂行するにたりの能力を備えていると判断されるが、予算と職員数の面で充分とは言えない状況である。従って、本プロジェクト実施の際にシカソ支局で必要となる資金については十分な予算が確保されるよう具体的な必要額を提示し、プロジェクト実施までに予算化するよう申し入れることとする。

本計画では施設の運営や維持管理に係わる住民とコミュニティに対するアニメーション活動はローカルコンサルタントを使って行うこととする。シカソ支局のアニメーション担当職員は一応のアニメーション技術を備えているが、アニメーターの数は 3 名と少なく、また、ローカルコンサルタントによるアニメシ

オン活動のモニタリング業務が主体となっていることから、これらの要員をこの活動の中に組み込み、共同作業を通じた OJT(On-the-Job Training)による実践的な技術移転を行うものとする。

5) 施設、機材等の範囲、グレードに対する方針

給水施設の規模の検討にあたっては、マリ国の基準に従い給水原単位を 20 /日/人、共同水栓 1 ヶ所あるいはレベル 1 給水施設 1 ヶ所が負担する給水人口は 400 人を基本とする。

レベル 2 給水施設の給水区域は村落全体を対象とせず、人口が比較的周密で学校、病院等の公共施設を含む村落の中心地区を選定して給水人口を設定する。

ディーゼル発電方式とソーラー発電方式の比較検討の結果、レベル 2 給水施設の揚水ポンプの動力源はソーラー発電方式を採用する。

レベル 2 給水施設の計画では、要請村落が既存レベル 1 給水施設を有する場合には、可能な限り既存レベル 1 施設の井戸をレベル 2 給水施設の水源井戸に転用する。

井戸位置選定、井戸構造選定、井戸構造設計に係わる掘削深度、孔径、着岩深度、井戸成功率、及び成功基準等の設定に際しては、物理探査解析結果、類似プロジェクトの実績、対象地区内の既存井戸データベース等を十分に検討した上でより現実的な数値と方式を適用する。

人力ポンプは、価格面で優れ、実績も多く、スペアパーツの調達も容易なインディアマリ(インディアンマーク II 型)を採用する。

井戸建設にはマリ国で一般的に採用されている材料を使用し、水場周辺の環境や地下水保護に配慮する。

本計画では井戸掘削工事を含めた建設工事には現地の建設業者、井戸掘削業者を下請業者として活用する方針とし、施設の構造や建設方法はできるかぎり現地適応型とする。

施設建設に利用する建設資材は現地調達を基本とする。

6) 工期に対する方針

事業工程の策定では、A 型国債案件と単年度案件とした場合の比較検討をし最適な方式を採用する。

プロジェクト対象地区は雨期と乾期が明確に分かれており、事業工程の策定にあたって雨期における施工効率を考慮して施工順序を決定する。

3.2.2 基本計画

3.2.2.1 全体計画

3.2.2.1.1 要請村落の妥当性

確認された要請村落はレベル1給水施設要請村落が表3.2.1(章末)に示す149村落(レベル1施設:250ヶ所)、及びレベル2給水施設要請村落が表3.2.2(章末)に示す10村落(レベル2施設:10ヶ所)である。レベル1施設要請村落については、実在しない1村落(レベル1施設:1ヶ所)や既に給水施設を有していることが現地調査着手時に確認された5村落(レベル1施設:6ヶ所)の合計6村落(レベル1施設:7ヶ所)を除いた143村落(レベル1施設:243ヶ所)を調査対象として建設の妥当性を村落ごとに評価した。

1) レベル1給水施設要請村落

レベル1施設要請村落の妥当性評価は、図3.2.1に示すように、社会条件調査結果により、必要井戸数から既存給水施設数を差引いた実質必要施設数により各村落の要請施設数を確認し、自然条件調査結果から、アクセス状況、地区の地形条件、及び、地下水開発の可能性(ポテンシャル)の3項目によって行った。さらに、社会条件調査結果を基に、安全な水の困窮度の指標として既存深井戸の有無、村落の課題の第1位あるいは第2位に水にかかわる事項があがっているか、また、施設建設に対する意欲の確認のため水代支払いの意思の3項目について確認した。

(1) 妥当性の評価基準

必要井戸数から既存給水施設数を差引いた実質必要施設数

本調査ではまず要請されているレベル1給水施設数を確認することとした。社会条件調査結果から各村落の人口を見直し、1井戸当りの給水人口を400人として各村落で必要な井戸数を算出した。その際、例えば400人を少し超える人口の村落の必要数が2ヶ所となるようなことのないよう、必要とする井戸の内1ヶ所だけの給水人口を基準の400人に100人の余裕を加えて必要井戸数を算出した。次に、社会条件調査結果による各村落の現有井戸数を算出された必要井戸数から差引き、各村落が実質的に必要としている井戸数を算定した。この実質必要井戸数を要請井戸数と比較し、要請井戸数が実質必要井戸数を上回っている場合、要請井戸数を実質必要井戸数に修正した。比較の結果、実質必要井戸数が「0」となるような場合、その村落は対象から除外される。

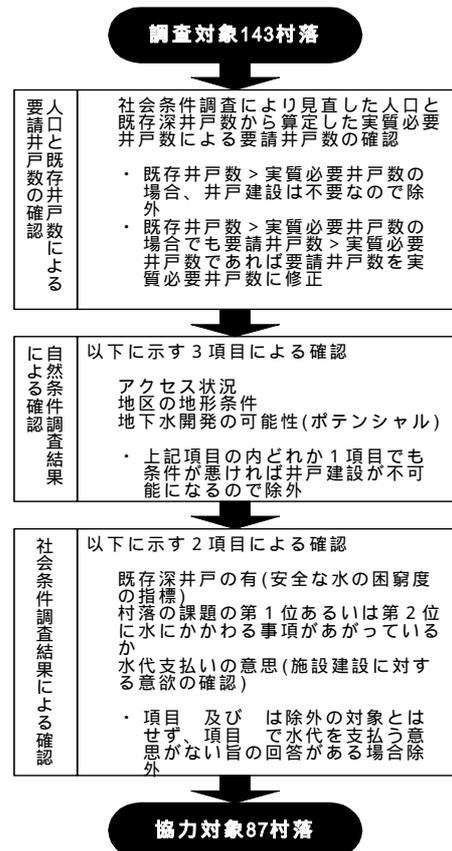


図3.2.1 調査対象村落の妥当性確認フロー

アクセス状況

幹線道路から村落までのアクセスの状況を村落ごとに確認した結果、渡河不可能な河川横断が必要で乾季においてもアクセスができないといった村落は確認されなかった。しかしながら、雨季のアクセスが困難になると想定される村落が確認されたため、これらの村落の工事については施工工程の計画の際に乾季に実施するよう配慮する必要がある。従って、アクセス状況については、「A評価:村落までのアクセスが雨季でも確保可能である」、及び「B評価:雨季のアクセスが困難である」2段階とした。

地区の地形条件

対象地域は概ね平坦で緩い起伏がある程度である。各村落の村域も同様に平坦で、井戸施設建設の制約となるような地形条件を有する村落はなかった。

地下水開発の可能性(ポテンシャル)

水地質調査及び物理探査の結果から、各村落の地下水開発ポテンシャルを評価した。評価基準は表3.2.4に示すとおりで、評価Cの村落は開発のポテンシャルが非常に低いことから、対象から除外することとした。評価ごとの村落数は右表に示すとおりである。

表 3.2.3 評価ごとの村落数

評価	村落数
A	61
B	36
C	46
合計	143

既存深井戸の有無

調査対象村落の多くが村落内あるいは近隣に伝統的井戸を有しており、乾季に水質が悪化したり水量が減少したりすることはあるものの、水汲みのために長時間を要するといった状況ではない。従って、水汲みに要する時間や水源までの距離といった事項で各村落の困窮度を比較することは適当ではない。このため、安全な水へのアクセスを有しているかどうか、すなわち、人力ポンプ付深井戸を有しているかどうかを困窮度の目安とした。井戸を有しない村落の方が井戸を有する村落より優先度は高い(困窮度が高い)ものの、深井戸を有していても村落の人口からさらに多くの井戸を必要としている村落もあるので、本項目によって要請井戸数の確認と安全な水の困窮度の確認をすることとした。

村落の課題

安全な水に対する各村落の意識を量るため、社会条件調査結果から、各村落の代表者が考える村落の課題の上位(1位あるいは2位)に水にかかわる問題があがっているかどうかについて確認した。調査対象143村落の内、132村落の代表者が水にかかわる問題を第1位あるいは第2位にあげている。一方、水にかかわる問題を第4位とし、教育や道路等の社会基盤整備にかかわる問題を上位とした村落が1村落あった。しかしながら、この村落は深井戸を有しておらず、全体的な社会基盤整備が遅れていることを問題としているだけと考えられるので、この村落を本項目の回答を理由に除外することはしない。

水代支払いの意思

水代支払いの意思については、村落代表が支払いの意思なしと回答した場合は、その村落を除外することとしたが、実際、意思なしと回答した代表者はいなかった。その他の村落については、わからないと回答した村落があったが、シカソ州の村落は比較的意識化が進んでいることを考慮して、アンケートの段階であまり積極的でない村落もアニメーション活動による改善が大いに期待できるので、現段階で除外するようなことはせず、

建設前のアニメーション活動の結果給水施設建設の要件を満足できない場合に協力対象から除外することとした。

上記の各項目の判断基準は下表に示すとおりで、評価Cとなった項目を有する村落を対象から除外することとした。

表 3.2.4 レベル1 給水施設要請村落の妥当性判断基準

選定項目	選定ランク		
	A	B	C
既存井戸数を考慮した実質必要井戸数	要請井戸数より実質必要井戸数が多い。	要請井戸数が実質必要数より多い。(要請井戸数を実質必要井戸数に修正)	必要井戸数以上あるいは同数の既存井戸を有する。(井戸建設の必要なし)
アクセス状況	村落までのアクセスが雨季でも確保可能である。	雨季のアクセスが困難である。	-
地形条件	地形的な問題なし。	地形的な問題あり。	-
地下水開発ポテンシャル	十分な厚さを持つ帯水層が確認でき、地下水開発の可能性が高い。	帯水層の厚さまたは深度が不十分であるが、地質と地形から再探査によって帯水層を探し出せる可能性がある。	着岩が浅く、帯水層もしくはは裂隙水の確認が比抵抗曲線から見出せず、地質地形の状況から再探査をしてもその可能性が殆どない。
既存深井戸の有無	既存深井戸有り。	既存深井戸無し。	-
村落の課題(安全な水に対する意識)	「水にかかわる問題」が上位にあがっている。	「水にかかわる問題」が上位にあがっていない。	-
水代支払いの意思	意思有り。	わからない	意思無し。

(2) 協力対象村落

村落ごとのレベル1 給水施設建設の妥当性確認結果は表 3.2.5 (章末) に示すとおりであり、下記に示すようにレベル1 の調査対象村落 143 村の中で協力対象村落は 87 村落となる。

- ・レベル1 給水施設の調査対象村落 : 143 村
- ・水理地質条件から除外された村落 : -46 村
- ・水理地質条件では問題はないが実質必要井戸数が「0」となる村落 : -10 村
- ・協力対象村落 : 87 村

これを各県ごとにまとめると下表のとおりとなる。

表 3.2.6 確認されたレベル1 給水施設建設対象村落

	現地調査開始時に確認した村落と井戸数		現地調査で確認した実際の必要井戸数		協力対象から除外した村落		レベル1 施設の協力対象村落と井戸数	
	村落数	井戸数	村落数	井戸数	村落数	井戸数	村落数	井戸数
シカソ	50	77	50	66	33	40	17	26
カディオロ	16	33	16	28	3	3	13	25
コロンディエバ	13	16	13	13	6	3	7	10

表 3.2.6 確認されたレベル 1 給水施設建設対象村落

	現地調査開始時に確認した村落と井戸数		現地調査で確認した実際の必要井戸数		協力対象から除外した村落		レベル 1 施設の協力対象村落と井戸数	
	村落数	井戸数	村落数	井戸数	村落数	井戸数	村落数	井戸数
クチアラ	36	74	36	65	10	15	26	50
ブグニ	28	43	28	33	4	4	24	29
合計	143	243	143	205	56	65	87	140

2) レベル 2 給水施設要請村落

(1) 妥当性の評価

レベル 2 給水施設の要請村落には人口が 2,000 人程度から 7,000 人を超える大きな村落まで含まれている。マリ国の基準ではレベル 2 給水施設は 2,000 人を超える村落に対して適用することとなっているが、各村落の集落の分布を考慮すると、全ての村域をレベル 2 施設の給水区域とするよりも、人口が比較的密集し学校病院等の公共施設が位置する村落の中心部をレベル 2 施設の給水区域として設定し、その他の地域についてはレベル 1 給水施設を計画するのが適すると判断した。

従って、レベル 2 給水施設要請村落の妥当性判断に際しては、まず、レベル 2 施設に適する給水区域を設定して給水区域の給水人口を推定し、次にマリ国の基準に従い給水原単位を 20 /日/人として必要水量を算定した。また、水理地質調査の物理探査結果及び既存井戸データから各村落の産水量を推定し、給水に必要な水源井戸数を概算した。その結果、1 井戸で必要水量を賄う村落はなく、10 村落とも水源井戸数は 2 カ所以上を必要とする。しかしながら、水源井戸の数を増やしていった場合、レベル 2 施設建設の工事費は水源井戸数に比例して増加し、レベル 1 施設を建設する場合に比べ費用対効果は低下してゆくことになる。本プロジェクトではレベル 2 給水施設 1 ヶ所あたりの水源数を最大 2 カ所にとどめ、3 ヶ所以上の水源井戸が必要な村落については、維持管理上の問題や経済性を考慮し、レベル 2 施設の建設は断念しレベル 1 施設での対応する方針とした。また、レベル 2 給水施設の給水区域外の村落内の給水についてもレベル 1 施設で対応する方針とした。各レベル 2 給水施設要請村落の現況と自然・社会条件及び給水施設整備の方針は表 3.2.7 (章末) に取りまとめたとおりで、その概要を下表に示す。

表 3.2.8 レベル 2 給水施設建設の妥当性と給水施設整備の方針

番号	村落 (コミューン)	必要井戸数 (給水区域)	レベル 2 給水施設建設の妥当性
J-II-1	Blendio (Blendio)	2	妥当
J-II-2	Lofigue (Kadiolo)	2	妥当
J-II-3	Fanidiama (Zegoua)	4	レベル 1 給水施設で対応(水理地質条件)
J-II-4	Loloni (Loloni)	2	妥当
J-II-5	Konsseguela (Konsseguela)	4	レベル 1・2 とともに建設せず(水理地質条件・水質/鉄)
J-II-6	N'Golonianasso (N'Golonianasso)	6	レベル 1 給水施設で対応(水理地質条件)
J-II-7	Peguenta (Kafo Fabili)	3	レベル 1 給水施設で対応(水理地質条件)
J-II-8	Kapala (Kapala)	2	妥当
J-II-9	Zangasso (Zangasso)	2	妥当
J-II-10	Sido (Sido)	4	レベル 1 給水施設で対応(水理地質条件)

表 3.2.8 に示すとおり、必要な水源井戸数が 2 ヵ所である J-II-1、2、4、8 及び 9 の 5 村落の中心部を給水区とするレベル 2 給水施設を建設する計画とし、その他の村落とレベル 2 施設を建設する村落の中で給水区域外の村域についてはレベル 1 給水施設を建設することで対応するものとする。ただし、J-II-5 (Konsseguela) については鉄分の出現が予想されるためレベル 1 施設の建設対象からも除外する。

(2) レベル 2 給水施設の要請村落の中のレベル 1 給水施設の建設

レベル 2 給水施設の要請村落の中のレベル 1 給水施設の建設箇所数は以下の方針で決定した。

レベル 2 給水施設を建設する村落(5 村落)では、施設建設後の給水率を算定し給水率が概ね満足されているとみなされる(給水率約 80%以上)の場合、レベル 1 施設の建設は行わない。

レベル 2 施設の建設対象から除外された 5 村落の内、レベル 1 施設建設に適する 4 村落については人口から実質必要井戸数を算定し、レベル 1 要請村落の要請井戸数が最大でも 3 ヵ所であることを考慮し、最大 3 ヵ所を目処に村落内の集落と既存井戸の配置からレベル 1 施設建設の箇所数を決定する。

下表に示すとおり、レベル 1 給水施設で対応する方針となった村落の実質必要井戸数は既存井戸数を差引いて合計 39 ヵ所となるが、上記の方針によりこの内 10 ヵ所(4 村落)についてレベル 1 施設を建設することとし、J-II-7(Peguena)については協力対象村落から除外した。これらのレベル 1 施設は先に述べたレベル 1 施設建設対象村落と同様に井戸建設を行うこととする。

表 3.2.9 レベル 2 給水施設要請村落のレベル 1 給水施設

番号	村落 (コミュニティ)	総人口 既存井戸数 (レベル 1) 現況給水率	レベル 2 施設給水 人口	レベル 2 給水施設 建設後の 給水率	レベル 1 施設給水 人口	必要 井戸数	レベル 2 給水区域 内の既存 井戸数	レベル 2 給水区以 外の既存 井戸数	実質必 要井戸 数	協力対 象井戸 数
1. レベル 2 給水施設建設の対象村落										
J-II-1	Blendio (Blendio)	人口:4,000 既存井戸:3 ヵ所 給水率:30.0%	3,200	80%	800	2	3	0	2	0
J-II-2	Lofigue (Kadiolo)	人口:7,680 既存井戸:5 ヵ所 給水率:26.0%	1,800	39%	5,880	15	2	3	12	3
J-II-4	Loloni (Loloni)	人口:5,350 既存井戸:5 ヵ所 給水率:37.4%	4,100	77%	1,250	3	5	0	3	0
J-II-8	Kapala (Kapala)	人口:2,350 既存井戸:1 ヵ所 給水率:17.0%	1,900	81%	450	1	1	0	1	0
J-II-9	Zangasso (Zangasso)	人口:3,045 既存井戸:2 ヵ所 給水率:26.3%	3,045	100%	0	0	2	0	0	0
2. レベル 2 給水施設建設の対象から除外した村落										
J-II-3	Fanidiama (Zegoua)	人口:4,104 既存井戸:4 ヵ所 給水率:39.0%	0	-	4,104	11	0	4	7	1
J-II-5	Konsseguela (Konsseguela)	人口:4,934 既存井戸:7 ヵ所 給水率:56.7%	0	-	4,934	-	-	-	-	-

表 3.2.9 レベル 2 給水施設要請村落のレベル 1 給水施設

番号	村落 (コミュニティ)	総人口 既存井戸数 (レベル 1) 現況給水率	レベル 2 施設給水 人口	レベル 2 給水施設 建設後の 給水率	レベル 1 施設給水 人口	必要 井戸数	レベル 2 給水区域 内の既存 井戸数	レベル 2 給水区域 外の既存 井戸数	実質必 要井戸 数	協力対 象井戸 数
J-II-6	N'Golonianasso (N'Golonianasso)	人口:3,759 既存井戸:1ヶ所 給水率:10.6%	0	-	3,759	10	0	1	9	3
J-II-7	Peguenta (Kafo Fabili)	人口:1,700 既存井戸:4ヶ所 給水率:94.1%	0	-	1,700	4	0	4	0	0
J-II-10	Sido (Sido)	人口:3,000 既存井戸:3ヶ所 給水率:40.0%	0	-	3,000	8	0	3	5	3
合計		-	-	-	-	-	-	-	39	10

上記を含めたレベル 1 給水施設建設の協力対象村落とサイト数は以下のとおりである。

表 3.2.10 レベル 1 給水施設建設対象村落総括表 (レベル 2 要請村落も含む)

県名	レベル 1 施設要請村落で協力 対象として確認された村落		レベル 2 施設要請村落でレベ ル 1 施設で対応する村落		合計	
	村落数	サイト数	村落数	サイト数	村落数	サイト数
シカソ	17	26	0	0	17	26
カディオロ	13	25	2	4	15	29
コロンディエバ	7	10	0	0	7	10
クチアラ	26	50	1	3	27	53
ブグニ	24	29	1	3	25	32
合計	87	140	4	10	91	150

(3) 代替村落の選定

本計画の要請が、レベル 1 給水施設について 1 村落 1 井戸ではなく 1 村落に複数個所の井戸施設の建設となっていることから、計画された井戸掘削が完了しても成功井を確保できないような場合の代替村落は代替サイトとして考えることとする。

代替サイトの選定

本プロジェクトでは調査開始時の協議議事録(M/D)の取決めから、各掘削サイトでの掘削は第 1 回目の掘削が失敗した場合、再掘削は 1 回のみとし、このような場合は次の掘削はそのサイトでは行わず、代替サイトに移動して実施することとする。さらに、代替サイトでの掘削は元のサイトと同様に 2 回目までとし、代替サイトでの掘削も失敗した場合は次の代替サイトに移動して掘削を行うものとする。

本プロジェクトの代替サイトは、以下に示すサイトとする。

レベル 1 給水施設要請村落で、水理地質等自然条件や社会条件にかかる検討の結果、本プロジェクトでの施設整備が妥当と判断された協力対象村落の実質必要井戸数の全てを本計画で整備しない村落の未整備施設

レベル 2 給水施設要請村落で、レベル 2 施設整備を行わない方針及びレベル 2 施設の給水区域外の村域の住民を対象として算定された実質必要井戸数の全てを本計画で整備しない村落の未整備施設

上記の項目に該当する村落と未整備施設数は表 3.2.11 (章末) に示すとおりで、代替サイトは 49 サイト(17 村落)となる。各県別の代替サイト数は下表に取りまとめたとおりである。

表 3.2.12 レベル 1 給水施設建設代替サイト総括表

県名	レベル1 施設要請村落で協力対象として確認された村落		レベル2 施設要請村落でレベル1 施設で対応する村落		合計	
	村落数	サイト数	村落数	サイト数	村落数	サイト数
シカソ	1	8	1	2	2	10
カディオ口	3	3	3	18	6	21
コロンディエバ	0	0	0	0	0	0
クチアラ	6	9	2	7	8	16
ブグニ	0	0	1	2	1	2
合計	10	20	7	29	17	49

代替サイトの優先順位

代替サイトでの掘削の順番は優先順位により決定される。優先順位は給水施設建設が公平に実施できるように、各村落の給水人口を既存井戸数で除した 1 施設あたりの負担給水人口が多い順とする。また、各村落での代替掘削が全ての村落を一巡するまで同一の村落では代替掘削を実施しないこととする。

3.2.2.1.2 ソフトコンポーネントによる技術支援

給水施設の維持管理体制を確立し施設の持続性を高めるために、マリ国では施設建設に合わせてアニメーション活動(啓蒙活動)を実施している。これまで住民の啓蒙や啓発面で重要な役割を果たしてきた飲料水供給顧問班は現在 DRH の都市給水部に組み込まれ、都市給水施設の技術面及び運営面でのモニタリングを目的とする監査機関となっている。実際のアニメーション活動は民間コンサルタントが実施し、各州 DRHE のアニメーション担当職員はその活動のモニタリングと建設後の各施設の運営状況の確認が主たる業務となっている。シカソ州の DRHE にはアニメーターが 3 名配属されており、いずれもアニメーション活動の訓練や教育を受けているが、主たる内容はモニタリング活動である。

一方、既にわが国の無償資金協力で実施した「カイ・セグー・モプチ地域給水計画」ではソフトコンポーネントによる技術協力は実施していないが、その結果、水管理委員会の設立は低い水準に留まっている。また、シカソ州においては AFD 及び DANIDA が地方給水施設建設を目的とするプロジェクトを 2008 年から実施の予定である。いずれも利用者(村落・コミュニティ)に対するアニメーション活動と DRHE のキャパシティビルディングを中心とする実施内容となっており、プロジェクトの実施方法がドナーごとに大きく異なることがないよう配慮する必要がある。また、マリ国では水と衛生分野のドナー協調が進んでいるので、この観点からも他ドナーと歩調を合わせることも重要である。

マリ国では給水施設の建設にあたり利用者側(コミュニティ・村落)が、受諾/受入れ(Acceptation)、住民の組織化(Organisation)、貢献金の積立(Contribution)、及び分担金の保障(Sécurisation)の 4 項目の条件を満足しなければならない。本プロジェクトにおいても、これらの項目を満足することを条件とし、詳細設計期間中のアニメーション活動により、各村落が上記条件を満足できるよう配慮する必要がある。従って、本プロジェクトにおいては、建設される給水施設の持続性を高めることを目的

としてソフトコンポーネントによるアニメーション活動を実施する方針とする。具体的な活動の内容等については後述のとおりである。

3.2.2.1.3 必要給水量の算定

1) 給水人口と給水原単位

施設計画の給水原単位である一人一日あたりの給水量は、マリ国基準に従い 20 /人/日とし、施設計画のための必要給水量は給水人口と給水原単位の積から求める。給水人口はレベル1及びレベル2給水施設とも目標年次をプロジェクト完了時とし、社会経済調査と給水範囲の設定によって見直された最新の給水人口を適用する。

$$(1日あたり必要給水量) = (給水人口) \times (給水原単位) = (給水人口) \times 20 /人/日$$

2) 水量の時間変動(需要変動の考慮)

レベル2給水施設の計画では、井戸からの供給量と村民が1日に必要とする需要量がバランスすることが前提となる。需要量は1日の中で変動するため、レベル2給水施設の配水施設の計画では、水量の時間変動を考慮することが必要であり、配水池は需要量の時間変動を考慮した容量とする。需要量は午前と夕方の時間帯に大きくなる傾向が強いが、本計画の対象地区は各家庭に容器を用意して生活に必要な飲料水を貯水容器に汲み置きしているため、各戸接続方式のように需要量の変動が直接給水量の変動に現れることは少なく、各家庭の貯水容器が緩衝材の働きをして緩和されたものとなる。レベル2給水施設計画では、設計上の余裕を見込み給水量の時間変動を考慮するが、レベル1給水施設では設計に時間変動を考慮しない。給水時間は7時から18時までの11時間とし、午前及び夕方の時間帯の給水量は午後の給水量よりも2倍程度になるものと想定した。

表 3.2.13 需要量の時間変動係数

時間帯 (時)	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	平均
時間係数	1.29	1.29	1.29	1.29	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	1.29	1.29	1.0

3.2.2.1.4 原水水質への対処法

マリ国の手順に従い、本プロジェクトでは試掘後に井戸から地下水を採取し水利局の水質試験所に持ち込み水質試験を実施する。水利局の水質試験所が飲料水として適正と判定した場合、水利局から生産井の建設が認可される。マリ国の水質基準はWHOのガイドライン値に準拠しており、マリ国はWHOの基準値を緩和した独自の許容値を設けている。現地調査の結果、対象地域では、鉄分濃度、pH、重炭酸イオンがマリ国基準を超えることも予想されるが、本プロジェクトでは地下水水質に関し以下の方針で臨むものとする。

1) 鉄分濃度

(1) レベル1給水施設

鉄分濃度がマリ国の最大許容値 1.0mg/ を超えた場合、レベル1給水施設では除鉄装置を設けずに失敗井として扱い、生産井として仕上げない。

(2) レベル2 給水施設

鉄分濃度がマリ国の最大許容値 1.0mg/ を超えた場合、レベル2 給水施設における適用できる除鉄装置を検討した。鉄分除去装置は地下水中にイオンとして存在する鉄分 (Fe²⁺) を除去するための装置であり、鉄分除去の方法により酸化法とイオン交換法に大別され、酸化法は酸化剤の種類により空気酸化法と薬品酸化法とに分かれるが、各方式について本プロジェクトへの適用性を検討したところ、下表に示すように除鉄装置を本プロジェクトへ適用することは困難であると判断し、レベル1 給水施設と同様、鉄分濃度がマリ国の最大許容値 1.0mg/ を超えた場合は除鉄装置を設けずに失敗井として扱い、生産井として仕上げないこととする。

表 3.2.14 除鉄装置の適用の評価

方 式	評 価
イオン交換法	イオン交換法は槽内に充填したイオン交換樹脂と鉄イオン (Fe ²⁺) とのイオン交換反応により地下水中の鉄分を除去するものである。本方式は酸化法に比べ、空気、薬品の酸化剤の注入装置が不要であること、また、槽内洗浄のためのシステム (逆洗方式) が不必要であるという利点があり比較的大規模な施設に適用される。しかしながら、充填する交換樹脂には一定の耐用年数があり定期的な交換樹脂の取り替えが必要となる。本プロジェクトの対象地区の周辺環境を考えれば、定期的な充填材の交換は困難であり、本プロジェクトへの適用は不適である。
酸化法	空気酸化法 鉄イオン (Fe ²⁺) は空気に触れることにより容易に酸化され、水酸化鉄として折出する。本方式はエアコンプレッサ等の瀑気装置を用いて地下水内に空気を注入し、折出した水酸化鉄は濾過装置 (濾過材を充填した圧力槽) を通して集積される方式である。集積した水酸化鉄は逆洗システムを用いて定期的に洗浄され排出される。濾過材は比較的長期にわたり利用し続けるのが可能であるが、本方式の問題点は瀑気装置が大がかりになる点であり、井戸ポンプの動力源にソーラーパネルを用いるレベル2 給水施設では、瀑気装置のためにソーラーパネルを増やすことは難しく、本プロジェクトへの適用は不向きである。
	薬品酸化法 基本的に空気酸化法と同じ方式であり、空気の代わりに塩素系酸化剤 (塩素、次亜塩素酸ナトリウム) を用いて水酸化鉄を折出する。塩素系酸化剤は、空気よりも酸化作用は強く瀑気装置のように大型の装置は必要としない。塩素注入装置は比較的小型の装置となるためソーラーパネルの枚数もこの装置のために大きく増えることはない。除鉄装置の中では本方式が本プロジェクトで最適であると考え、定期的な酸化剤の補充と塩素注入装置を含めた全体システムの維持管理にとくに留意が必要であり、「カイ・セグー・モプチ地域給水計画」でも本方式の除鉄装置を設置しているが、塩素注入装置が作動しておらず十分な除鉄効果が得られていない。除鉄装置の維持管理面を考えると、定期的な塩素系酸化剤の補填が必要となる本方式を採用することは問題が多い。
結 論	マリ国での除鉄装置の実績は少なく、「カイ・セグー・モプチ地域給水計画」が初めての例である。除鉄装置が設置された村落はニジェル川に沿った堆積層の地質区分に位置し、村落内の全ての井戸の鉄分濃度が高く、住民は除鉄装置の設置を強く望んだという特別の事情があった。本プロジェクトの対象地区にはそこまでの強い理由はなく、対象地区には除鉄装置を併設した既設の給水施設もない。このような状況を考えれば、鉄分濃度が許容値を超えた場合でも除鉄装置を設置せずに失敗井として取り扱うことは妥当なものと判断する。

2) pH値

マリ国のpHの基準値は6.5-9.5であり、中性であることが求められている。現地調査の結果、プロジェクトの対象地区にはpHの下限値が6.5を下回る地域が多く水質の面から井戸の成功率が大幅に落ちることが懸念された。そのため、他国の実績等を参考に、pHの下限値を下げることをマリ国側と協議した結果、本プロジェクトではpHの下限値を5.0まで許容することで合意に至った。pHと飲料水の安全性には直接の関係はなく、WHO、日本を含めた諸外国の責任機関もpH値を健康への影響項目として規定していない。給水施設への腐食の問題からWHOを含めた各国の責任機関はpH値を規定しており、本プロジェクトでは、給水施設の材料に耐酸性の材料を選定することにより対処することとする。

3) 重炭酸イオン

既存給水施設から採水した地下水からは重炭酸イオンがマリ国基準を超えるものがみられた。しかしながら、WHOを含め、重炭酸イオンを飲料水基準項目に含めている国はなく水利局試験室も重炭酸イオン濃度が高いことを問題にしていない。重炭酸イオンは陰イオンにしめる主要成分であり、陰イオンの濃度が高い場合は陽イオンも多くなり地下水の硬度が高くなることが予想される。しかしながら、地下水の硬度は人への健康に影響を与えるものではなく、本プロジェクトでは重炭酸イオンを飲料水の適正を判断するための基準項目には含めないものとする。

3.2.2.2 施設計画

3.2.2.2.1 水源井戸の計画

水源井戸の計画は以下のとおりとする。

1) 井戸構造

マリ国と合意した井戸構造図(案)を基に次の点に留意して井戸構造を計画した。

現地調達が可能な掘削機械の能力(特に空気圧縮機性能と泥水ポンプの容量圧縮度)

掘削ツール、ワークケーシングの種類

PVC製井戸ケーシングの種類

掘削対象となる地質の硬度および崩壊性

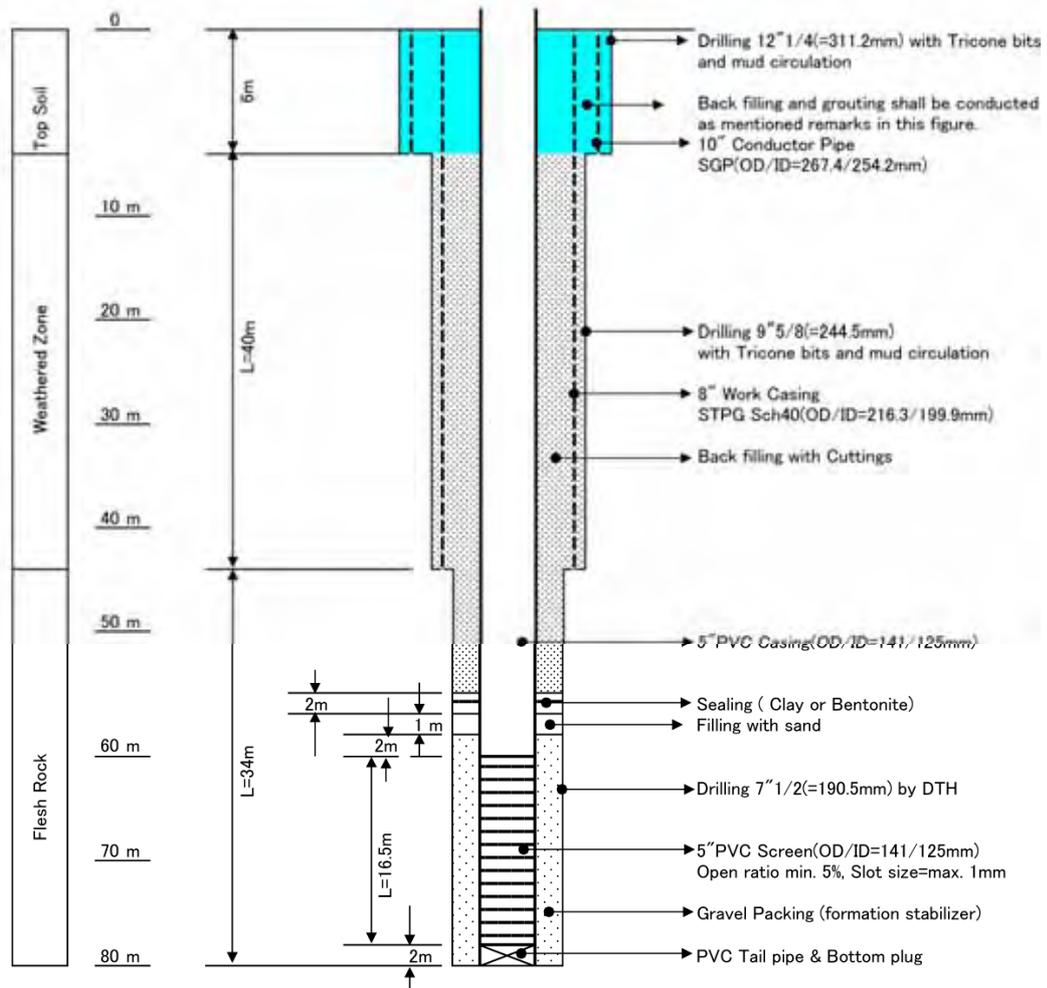
最大掘削深度

風化帯の厚さ

地下水の静水位と動水位

計画では上記内容の詳細な検討を行うとともに井戸工事費を出来るだけ抑えることに留意し、給水施設の井戸水源として長期にわたり安定した地下水供給が可能な構造とした。本計画の標準井戸構造図を図3.2.2に示すものとする。同図に示すように上部コンダクターパイプの処理法に若干の違いがあるが、レベル1、レベル2とも基本的には同

一の井戸構造とする。また、マリ国で採用されている工法の1つの、新鮮な岩盤部分を素掘りのまま井戸に仕上げる工法は避け、掘削した最深部まで井戸ケーシングを挿入する井戸構造とする。



- (注) 孔口部の埋戻とグラウト充填
 レベル1 給水施設用井戸の場合: コンダクターパイプと孔壁の間の空隙はセメントグラウトを充填
 レベル2 給水施設用井戸の場合: ケーシングパイプの外周を全て(孔壁まで)セメントグラウトを充填

図 3.2.2 標準井戸構造図

2) 掘削手順

現地井戸業者の活用をはかる設計方針に従い現地業者が所有する掘削ツールを活用することを前提とする。長期に亘り構造上安定した井戸を建設することを目的として井戸の施工手順を以下のとおり設定した。

表 3.2.15 井戸の掘削手順

手順	施工内容
手順 1	表層土を口径 11 インチのフィッシュテールビット、もしくはトリコーンビットによって 5.80m までロータリー工法泥水循環またはリバースサーキュレーション方式によって掘削し、表層土の崩壊と以降の泥水掘削に十分な泥水ヘッドを与えるため内径 10 インチ以上のコンダクターパイプを必ず挿入する。同パイプはさらに 6.0m まで圧入もしくは打ち込む。
手順 2	口径 9-8/5 インチ以上のフィッシュテールビット、もしくはトリコーンビットによって着岩するまで泥水循環またはリバースサーキュレーション方式によって掘削する。
手順 3	着岩後孔内のスライム(掘削屑)を含んだ泥水を新しい泥水と入れ替える。
手順 4	直ちにガンマ検層を行い、帯水層の有無およびその深度を確認する。
手順 5	口径 8 インチ以上のワークケーシングを挿入し、先端 20cm 以上は岩盤内にケーシング掘り工法によって固定する。ケーシング掘りが困難な場合はケーシング内からの DTH による先行掘削を併用して新鮮岩へ密着させる。これは、泥水がワークケーシングと孔壁の間隙から漏出することで循環泥水量と圧力を減少させないための対策である。
手順 6	口径 7 -1/2 インチ以上の DTH を用いて岩盤を所定深度まで掘削する。掘削中に水脈に遭遇した場合は、その湧出量と深さを記録する。
手順 7	所定深度に到達後、直ちに岩盤部分のガンマ検層を実施し、井戸ケーシング・スケジュールを立案し、井戸スクリーンの位置を確定し、コンサルタントの承認を取り付ける。
手順 8	所定深度に達しても水脈に遭遇せず、かつ 2 回行なったガンマ検層の結果からも帯水層が確認できなかった場合は、掘削を中止し、現場に常駐するコンサルタント技師にその旨連絡しその判断に従って以後の作業を行なう。
手順 9	水が確認された場合は、ケーシング・スケジュールに従って、スクリーンおよびケーシングパイプの立て込みを行なう
手順 10	ケーシングの楕込み後、直ちにグラベルを所定の深度まで埋設した後、エアリフトによる井戸洗浄作業を開始し、洗浄中はグラベルの上端深度を常に測定する。グラベルの上端の沈下が測定された場合は、直ちに補充してその所定深度を維持する。
手順 11	洗浄中の湧水量の測定を行い、記録する。井戸の洗浄が終了した直後、所定の井戸仕上げ作業(砂填充、クレイシール、埋め戻し、グラウティング等)を行なう。
手順 12	井戸孔内に水中ポンプを設置し、所定の帯水層試験を実施する。
手順 13	帯水層試験の終了直前に水質試験用のサンプルを採取し、直ちに水質試験室に搬入する。水質試験結果が「マ」国の水質基準値および産水量が成功基準値を満足した場合は、所定の井戸上部構造を建設し、ハンドポンプもしくは水中モーターポンプを設置する。

井戸スクリーン長

井戸台帳に記された実績記録と段階揚水試験結果から井戸口スは高いことが予想され

るので、井戸スクリーン長は掘削深度の 20%を見込むものとする。

井戸深度と平均着岩深度

井戸深度と平均着岩深度は現地調査で実施した電気探査の解析結果を採用することとする。下表は電気探査解析結果から得られた掘削平均深度と掘削本数を地質別に整理し、加重平均の井戸深度を求めたものである。この結果より、井戸平均掘削深度を 80m (= 11332.9m/150 本+4m) と設定する。

表 3.2.16 地質別井戸掘削深度計算書

地質分類	地質記号	協力井戸数 (A)	電気探査結果による平均井戸深度 (B)	(A) x (B)	加重平均井戸深度+ 電探誤差 (4m)
泥質砂岩・礫岩	Bg	14	55.7	779.8	
片岩・雲母片岩	Bs	2	45.0	90.0	
黒雲母花崗岩	B s	(31+7)	67.6	2568.8	
細粒砂岩	Gi	16	76.3	1220.8	
クチアラ砂岩	GK	24	85	2040.0	
片岩・苦灰岩を伴う砂岩累層	Gsd	23	68.3	1570.9	
片岩類	ST	(26+3)	90.6	2627.4	
粗粒玄武岩		4	108.8	435.2	
合計		150		11332.9	80

グラベル

グラベルは井戸ケーシングを安定させるスタビライザーの働きとフィルター機能を同時に保持する。グラベルのサイズはスロット幅 1.5mm より大きく、井戸ケーシングと掘削した孔径の間隔約 5cm の 1/8 にあたる 6mm より小さいものとする。

3) 井戸成功率と失敗井の対応

(1) 井戸成功率

レベル1 給水施設用井戸

井戸成功の判定は揚水量と水質を基準に判断され、揚水量は試掘後の揚水試験によって測定し 0.8m³/時以上あること、水質はマリ国の水質基準を満足することが求められる。水利局と DANIDA の井戸台帳からそれぞれの地質別成功率を求めその中間値を採用成功率(S)とした。DANIDA の井戸台帳から成功率が得られない場合(例えば片岩類)は水利局の成功率を採用した。DANIDA 井戸台帳の成功井の中に、鉄分濃度と産水量について本プロジェクトの成功基準を超えるものが確認されたため、水利局の成功井の中にも同じように失敗井が含まれているものと考え、本プロジェクトの成功率を求めるにあたっては失敗率により成功率を補正することとした。DANIDA の井戸台帳と本調査で実施した水質試験結果から適用する採用失敗率を求めた。次に採用成功率を採用失敗率で補正し地質ごとの算定井戸成功率を求めた。本調査によって求めた対象井戸数に算定井戸成功率を乗じ、本プロジェクトにおける地質ごとの成功井戸数を推定した。最後に対象井戸数と推定成功井戸数から加重平均を求め、これを本プロジェクトで適用する井戸成功率と同定した。

$$\text{井戸成功率} = (\text{推定成功井戸数}) / (\text{対象井戸数}) = 106.0 / 150 = 71\%$$

表 3.2.17 地質別成功率算定表

地 質	地質記号	水利局井戸台帳 による成功率	DANIDA 台帳		現地水質試験に よる失敗率	採用成功率(S)	採用失敗率 (B)	算定井戸成功率 (Sx(1-B))	対象井戸数	推定成功井戸数
			成功率(D)	失敗率						
粗粒玄武岩		76.8%	61.7%	0.069	-	69.3%	0.069	64.5%	4	2.6
片岩類	ST	73.4%	-	-	0.111	73.4%	0.030	71.2%	29	20.6
片岩苦灰岩を挟む砂岩 累層	Gsd	80.0%	73.2%	0.139	0.000	76.6%	0.139	66.0%	23	15.2
砂岩	GK	80.4%	-	-	0.074	80.4%	0.074	74.5%	24	17.9
細粒砂岩	Gi	70.3%	82.5%	0.063	0.000	76.4%	0.063	71.6%	16	11.5
花崗岩類	B s	64.9%	81.9%	0.052	0.000	73.4%	0.052	69.6%	38	26.4
片岩・雲母片岩*	Bs	78.1%	-	-	0.000	78.1%	0.034	75.4%	2	1.5
変成した片岩質砂岩・礫 岩	Bg	65.3%	87.7%	0.034	0.000	76.5%	0.034	73.9%	14	10.3
合 計									150	106.0
井戸成功率 (加重平均)										71%

(注) * : 失敗率のデータが取得できないため同質のBgの値を採用

レベル2 給水施設用井戸

揚水時の安定した動水位が得られるために、最適なポンプ揚水量を設定する。ポンプ揚水量は、各対象村落の日需要量の半分を1井戸当たりの目安とし、井戸数が2カ所以下で日需要量を賅える揚水量を水源井戸の成功基準とする。レベル2の水源井戸には既存井戸の転用をはかる計画としており、新規に開発が必要な井戸の数は最大でも6カ所と想定する。この中には2カ所の予備も含まれており、試掘の成功率は67%と算定する。なお、水質に係わる成功基準は水利局の水質基準に準ずるものとする。

(2) 失敗井に対する対応

レベル1 給水施設井戸

レベル1 給水施設用の井戸掘削工事では、ひとつの掘削サイトでの掘削は原則2回までとし、2回の掘削で成功井を確保出来ない場合は先に選定した代替サイトにおいて掘削を行う。

レベル2 給水施設井戸

レベル2 給水施設用の井戸を新規に掘削する場合、所定の揚水量が確保できない場合は、マリ国側と協議の上、次の方法による対処の可能性を検討する。

井戸からの揚水量に合わせて給水区を縮小し、給水可能な給水人口を見直してレベル2 給水施設を建設する。

レベル2 施設の建設を取りやめ、レベル1 給水施設を建設する。

3.2.2.2.2 レベル1 給水施設の計画

マリ国基準はレベル1 施設の揚水量を1.0m³/時以上としているが、マリ国との協議の結果、本計画では最小揚水量を0.8m³/時とすることで合意した。井戸1箇所の給水人

口は 400 人であり、一日あたりの必要水量は 8m³/日となる。この量を 11 時間の給水時間内に給水するため、時間あたりの平均給水量は 0.73m³(= 8m³/日 ÷ 11 時間)となり、本計画の最小揚水量 (0.8m³/時) を満足する。

レベル 1 給水施設の構成は 人力ポンプ及び揚水管、 上部工 (井戸タタキ、浸透升、排水路) から構成され、給水施設の基本仕様は現地での実績に留意してマリ国の基準に沿ったものとする。

1) 人力ポンプ及び揚水管

本プロジェクトの対象地区では、インディアマーク II 型のハンドポンプ(インディアマリ)とベルニエ型の足踏みポンプが使われているが、とくに、前者に関しては、シカソ市内に製造工場があり、スペアパーツを含めた製品の供給体制、実績、価格ともに優れ、シカソ周辺ではとくに普及している。また、水利局シカソ支局もプロジェクト対象地区での実績が多いインディアマリ型のハンドポンプの採用を強く望んでいる。インディアマリ型もベルニエ型も技術的に大きな違いはなく給水施設への採用が可能であり、本プロジェクトでは、維持管理と現地での普及・実績の面をとくに重視してインディアマリ型のハンドポンプを採用する。

揚水管は 125mm の井戸ケーシングに適合したものとし、その材質は耐酸性に優れた PVC 製とする。また、ポンプのロットはステンレス製とする。

2) 上部工

上部工はマリ国のガイドライン(「飲料水供給のための施設建設及び健全運営のための技術手引き書 暫定版」国家水利局)に沿って、井戸タタキ、浸透升、排水路によって構成し、井戸タタキの周辺を簡易ブロック壁によって囲むものとする。井戸タタキの大きさは 4 m × 3 m とし、ハンドポンプ周囲の速やかな排水が可能ないように、井戸タタキと排水路には十分な勾配をとることとする。また、簡易ブロック壁の材料は日本の業者が供給し、日本の業者による建設指導のもと、村落の住民により建設するものとする。

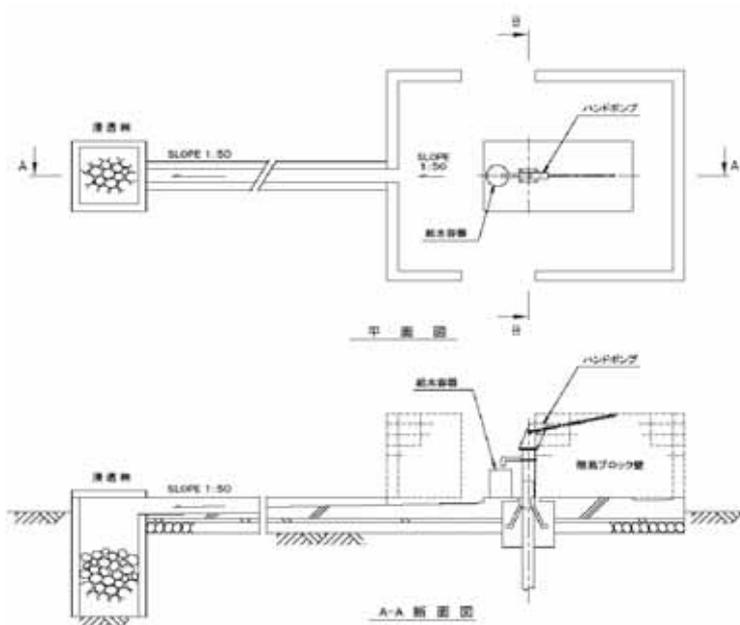


図 3.2.3 レベル 1 給水施設上部工図

3.2.2.2.3 レベル 2 給水施設の計画

1) 水源井戸計画

(1) 水源井戸の概要

前節で述べたように、レベル 2 給水施設の協力対象村落は 5 村落であり、給水施設の水

源となる井戸の詳細は表 3.2.7 (章末) に示すとおりである。既往資料の精査とサイトにおける物理探査調査から井戸の産出量が推定され、各村落とも必要井戸の本数は 2 本となり、単独の井戸で必要水量をまかなえる村落はない。本プロジェクトでは出来るだけ既設井戸の転用をはかることとしており、既往資料から転用が可能な井戸の本数を下表のように算定した。既往資料には各村落に位置する既存井戸の可能揚水量が示されているが、井戸番号が明記されていないため、具体的な井戸位置が特定できない。このため、既存井戸の転用にあたっては、詳細設計時に対象となる既存井戸の揚水試験を試掘調査と平行して実施し、転用する井戸を特定するとともに帯水層の揚水能力を確認する。既存井戸のケーシング口径は 5 インチで、井戸ポンプはこの口径に適合したタイプを選定する。また、新規の井戸建設が必要な村落では、物理探査調査の結果をもとに試掘を行ない揚水試験によって揚水可能量を確認する。試掘と揚水試験は転用井戸と同様詳細設計の中で実施して揚水可能量が確認された後は、レベル 2 給水施設の水源井戸として仕上げるものとする。

表 3.2.18 レベル 2 給水施設建設対象村落の概要

番 号	村落名 (コミューン)	給水人口	必要水量 (m ³ /日)	必要井戸数	井戸の区分	
					新規	転用
J-II-1	Blendio (Blendio)	3,200	64.0	2	0	2
J-II-2	Lofigue (Kadiolo)	1,800	36.0	2	0	2
J-II-4	Loloni (Loloni)	4,100	82.0	2	1	1
J-II-8	Kapala (Kapala)	1,900	38.0	2	2	0
J-II-9	Zangasso (Zangasso)	3,045	60.9	2	1	1

(2) 帯水層試験及び試掘計画

レベル 2 給水施設建設のための帯水層試験と試掘工事は詳細設計期間内に実施する。帯水層試験はレベル 1 の既存井戸をレベル 2 給水施設の水源井戸へ転用をはかるため既存井戸 20 本を対象に実施し、この中から転用井戸を選定する。転用井戸の揚水量が給水施設の必要水量に達しない場合は、既に選定されている掘削候補地点で試掘を行なうものとする。試掘井戸の揚水量が所定の目標値を超え、地下水水質が基準値を満足した場合は、試掘井戸を生産井として仕上げ、レベル 2 施設の水源井戸とする。なお、レベル 1 の既存井戸を転用するにあたっては住民への配慮を十分に留意することとする。水層試験並びに試掘井戸の数量は下表のとおりである。

表 3.2.19 詳細設計時の帯水層試験及び試掘調査箇所数

村落コード	村落	帯水層試験数	試掘計画数	記 事
J-II-1	Blendio	6	0	1 回目の試掘で水量が十分でない場合は更に 1 本の試掘を行う
J-II-2	Lofigue	2	0	
J-II-4	Loloni	5	1-2	
J-II-8	Kapala	2	1-2	
J-II-9	Zangasso	5	1-2	
合 計		20	6(最大)	

掘削深度を平均掘削深度の 80m とし、掘削工事は現地業者への再委託で行なう。現地業者には技術仕様書を提示し、詳細設計の早い時期に見積書と施工計画書を提出させる。

帯水層試験と試掘の管理は本邦コンサルタントが実施する。

施工期間

下に示すように、6カ所の試掘には90日、20本の既存井戸の帯水層試験には120日を要するため、合計の施工日数は210日と算定される。

試掘日数 = 15日 (1カ所あたり試掘日数) × 6カ所 = 90日

ただし、1カ所あたりの試掘日数は10日 (試掘) + 5日 (揚水試験) = 15日

帯水層試験日数 = 6日 (1カ所あたり帯水層試験日数) × 20カ所 = 120日

複数の班数を投入することにより、施工日数210日から施工期間を120日(4ヶ月)とする施工工程を策定する。

技術仕様書

現地業者への技術仕様書は以下の点について留意して作成する。

掘削記録からおこなわれるが、現地業者がガンマ検層器を装備している場合、裂隙水の深度の再確認のためガンマ検層を行なうこととする。

コンダクターパイプ(以下C.P.と略する) 上層部の崩壊防止のため必ず一時的に設置され、埋め戻し後は回収される。しかし、重量のある水中ポンプおよび揚水管、電線等が井戸内に設置される生産井の場合は、CPを残すこととし、これとポンプスラブ基礎とを一体化させる。井戸ケーシングの挫屈を防止するためポンプに係る荷重をすべてPCで支持する構造とし、地表からの浸透による汚染防止のためケーシングとPCの間はベントナイトにより充填する。

井戸の洗浄はエアリフト工法を原則として採用する。

帯水層試験は、予備揚水、段階揚水および連続揚水の3試験から構成されるものとし、回復試験は各試験後に必ず行なうこととする。試験中に汲み上げた地下水は、あらかじめ用意した5m³程度の水槽に蓄え、住民に給水する。

- 予備揚水試験：4時間揚水および2時間の回復試験、汲み上げ量は1m³/時
- 段階揚水試験：5段階揚水、1段階あたりの観測時間は4時間程度、汲み上げ量は、予備揚水試験結果を見て決定する。
- 連続揚水試験：48時間揚水を原則とする。

掘削機は対象となる地質構成から、ロータリー方式およびDTH方式の兼用型とする。

レベル2以上の施設の生産井戸の場合井戸仕上げ口径は大きいほど集水面積が増えることから汲み上げ量が同じでも水位降下が少なくなり産水量が増加するという点では有利である。しかし、口径が大きくなれば必然的に掘削単価が上がること、また、現地業者が大口径に対応できるかという問題もあり、掘削日数も増加する。従い、井戸の構造は前述した井戸構造図のとおりとする。

レベル2施設井戸の成功基準として、水質が「マ」国の水質基準を満足すること。更に揚水量が各対象村落の日消費量を2本の生産井戸で賄えること。

井戸ケーシングは、PVC 製とし、スクリーンの開孔率は以下のとおりとする。

表 3.2.20 開孔率の計算

計算条件	
ケーシング外径：	5" (14.1 cm)
ケーシング外周：	44.27 cm
スロットの幅：	0.15cm
スロット長：	$(44.27-4) \div 4 = 10.06$ cm
スロットの配置：	4 列千鳥
スロットの間隔	上下方向の間隔は 0.5 cm
計算結果	
スロットの面積：	6.036 cm ² /1cm
1 m 当たりのスロット面積：	603.6cm ²
1 m 当たりのスクリーン面積：	15607 cm ²
開孔率： 3.9 %	

(3) 試掘実施方式と瑕疵責任

試掘の実施方法

表 3.2.17、3.2.18 に示すように、新規井戸の試掘回数は 3 村落を対象に 4 回と想定されるが予備回数 2 回を含め最大試掘計画数は 6 回とする。また、1 カ所あたりの掘削延長は平均掘削長 80m を採用し計画掘削総延長は 480m とする。試掘は本邦コンサルタントの管理のもと現地業者に委託して実施するが、現地業者との契約は実際の掘削箇所数と掘削総延長に基づいた数量精算方式によって精算される。本邦コンサルタントは最終的な数量精算方式によって現地業者への支払いを行い、BD/DD の設計変更手続きを行うものとする。

瑕疵責任

試掘調査にかかわる工事請負契約を基に水源井戸を建設する場合、施工に起因する瑕疵責任は工事請負業者が負うことになる。本邦コンサルタントは詳細設計の中で現地井戸業者に委託して試掘を行ない、建設された井戸は井戸口を防護し水利局へ引き渡される。コンサルタントは試掘期間の施工管理責任を負い、水利局は井戸が引き渡された後の管理責任を負うが、両者とも瑕疵責任は生じない。建設された井戸の瑕疵責任は現地の井戸業者が負うことになり、このため、本邦コンサルタントは現地井戸業者と契約を結ぶ際に、瑕疵責任条項を含んだ契約書を結ぶものとする。瑕疵責任には施工に伴って生じる責任が該当するが、井戸枯れ等の井戸の位置決めに起因する問題を工事請負業者に負わせることは出来ない。現地井戸業者との契約を結ぶ際には、瑕疵責任項目を出来るだけ具体的な内容で記述し、その責任の所在を明確にするものとする。

2) 給水システムの構成

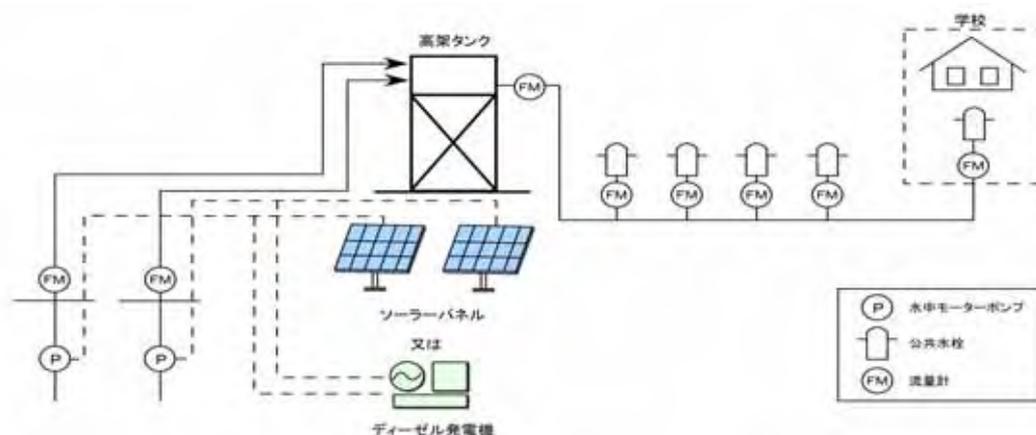


図 3.2.4 レベル 2 給水システムの構成

対象村落の給水人口は 1,800 人から 4,100 人と幅があるが、給水施設は 1 村落 1 システムとし、給水システムはすべて同じ設備構成とする。

全ての村落とも水源井戸の数は 2 本であり、配水池までは揚水ポンプによって圧送する。プロジェクトの対象地区は配電施設がなく当面の配電計画もないため、揚水ポンプの動力源はソーラー発電方式、ディーゼル発電方式が実際の方法であるが、後述する両方式の比較検討から動力源にはソーラー発電方式を採用する。配水池は 1 基とし揚水ポンプにより独立した 2 系統の導水管によって配水池まで送水する。配水池から共同水栓までは配水管を通して自然流下により配水する。給水施設の規模は共同水栓の数によって示され 1 栓あたりの負担人口 (400 人) から求められる。配水池容量、揚水ポンプの揚水量と揚程、管路の口径と延長等の施設内容は各村落の給水量と地形条件等から求めるものとする。なお、マリ国との協議の結果、住民による配水池の定期的な清掃時に配水施設の消毒も合わせて実施することとし、消毒設備は設けないものとする。

3) ソーラー発電設備の動力源としての妥当性の検証

プロジェクト対象地区には既存の配電施設はなく当面の配電計画もない。一部地域では風力発電も利用されているが、風力発電はその緒についたばかりで実績は少なく、本プロジェクトにおいて現実的に考えられる動力源はソーラーパネルによるソーラー発電方式、又はディーゼル発電方式となる。マリ国は水中モーターポンプの動力源にソーラー発電方式の適用を要請している。ソーラー発電方式を導入する際の導入環境と技術的条件を検証するとともにディーゼル発電方式との総合的な比較を実施した。その結果、本プロジェクトの動力源にはソーラー発電方式の採用することとした。

(1) ソーラー発電方式導入に関する確認事項

現地調査によりソーラー発電方式を導入する導入環境と技術的条件を確認した。確認結果を表 3.2.21 に示す。ソーラー発電方式を採用するためには、技術的条件に加え導入の際の周辺環境が整っていることも必要な条件となる。マリ国では電化政策とその推進組織、近年の実績、スペアパーツの供給体制等のソーラー発電方式を受け入れる周辺環境は整備され、農村部を中心にソーラーパネルは急速に普及してきている。パマコを中

心にソーラーパネルの販売代理店も多く存在し、ソーラーパネルは普及品になってきている。とくに電化が進まない農村部でのソーラーパネルの需要熱は高く盗難の問題が顕在化してきている。一方、ソーラー発電方式の技術的問題は自然条件（日射量と日照時間）の影響を受けやすいことであるが、プロジェクト対象地区は赤道に近く太陽光線の入射角が大きいため日射量は多い。同時に年間を通して日照時間の季節変動は少なくソーラー発電方式の立地条件は優れている。

表 3.2.21 ソーラー発電設備導入に関する確認事項

項目	内容
マリ国の電化政策との関連	マリ国の電化率は8%程度ときわめて低く地方の村落部はほとんど電化されていない。 マリ国の電化政策 <ul style="list-style-type: none"> ・ 都市間を結ぶ送電幹線の整備 ・ 地方都市部における独立した小型発電所の建設 ・ <u>地方村落部での太陽光発電等の再生可能なエネルギーの導入</u> 地方村落部における電化政策 <ul style="list-style-type: none"> ・ 推進機関（国家エネルギー局ソーラーセンター） ・ 学校、病院等の公共施設の電化を優先 ・ ソーラーパネルの導入推進措置（免税措置、民間業者の育成と技術指導、研究開発）
地方給水分野における上位計画との関連	本プロジェクトの上位計画「国家水政策」はソーラー発電方式の採用を目標に掲げている。
当該地域における配電状況	地方村落部における配電計画はなく、当面、対象地区においては商用電力の供給はなく、本プロジェクトで採用する動力源はソーラー発電設備又はディーゼル発電設備となる。
自然条件（日射量/日照時間）	本プロジェクトの対象地区は緯度が低く赤道に近い。このため、入射角は大きく日照時間に季節変動が少ない。ソーラー発電設備の設置にとっては好条件である。
自然条件（雨季の影響）	8月を中心に6月～9月までが雨季にあたる。8月の一日あたりの日射量は年平均に比べ12%ほど低下する。雨季において揚水量が極端に低下することはない。
自然条件（動水位）	本調査の結果、動水位は最大でも-40m程度と推定され、高架タンクの水位高さ（15m）を加えてもポンプ揚程は最大55m程度であり、ソーラー発電設備の適用範囲である。
自然条件（設置スペースの確保）	既存施設の実績等からソーラーパネルの設置スペースは最大で25mx25m程度と考えられ、対象地区においてソーラーパネルの設置スペースが問題になることはない。
社会条件（人口規模、村落の広がり）	2000人規模を対象とするレベル2給水施設ではソーラー発電方式の導入に関しての問題はない。
他ドナーの動向	マリ国の政策に乗って、地方給水分野で活動する主要なドナーはほとんどがソーラー発電方式を採用している。とくに、EUはPRSプロジェクトでソーラー発電方式の普及を前提にして給水施設の建設を全国的に展開している。AFDは地方都市を中心にレベル2と3の給水施設を建設してきているが、これらのプロジェクトは基本的に24時間給水が前提であり、動力源には商用電源又はディーゼル発電機を採用している。
スペアパーツ供給環境	マリ国の国家政策によってソーラーパネルを扱うメーカー、業者は数多く存在しており、スペアパーツの供給体制は整備されている。
維持管理体制	ソーラー発電設備の修理業者も多く存在する。一部の電気機器（インバーター）を除きソーラーパネル自体は故障が少なくメンテナンスフリーと見なされる。
電気機器の故障の問題	ソーラー発電設備は従来、インバーター（DC/AC変換器）の故障の発生が問題になることが多くインバーターを用いない方法を採用する。

現地調査の結果、2, 3の課題を除きソーラー発電方式を採用する際の大きな外的阻害要因はないことが確認された。本プロジェクトでは下記の課題に対して必要な対策をとることによりソーラー発電設備の導入は可能なものと判断される。

表 3.2.22 ソーラー発電方式適用の課題と対処

課 題	対 処
雨季の揚水量低下	揚水量の低下は限られた日数であり雨季の全期間にわたることはない。短期間の特に揚水量の低下が大きい時期は既存井戸を利用する
インバーターがソーラー発電方式の故障の主原因	本プロジェクトでは直流モーターポンプを適用してインバーターを必要としないシステムとする。これにより電子制御機器を省いたシステムとし故障の発生を抑える。
ソーラーパネルの盗難	盗難防止対策を設計に反映させる（ソーラーパネルの設置位置、夜警の配置、防犯灯等の防犯装置の設置）

(2) ソーラー発電方式とディーゼル発電方式の比較

前述したように、本プロジェクトの動力源にソーラー発電方式を導入するにあたっての阻害要因はなく、ここではディーゼル発電方式との比較により両方式の優劣を比較する。

表 3.2.23 ソーラー発電方式とディーゼル発電方式の比較

項 目	ソーラー発電方式	ディーゼル発電方式
当該地区での普及度と活用状況	全国レベルでは 50%強がソーラー発電設備であるが、シカソ州においてはソーラーの普及度はさらに高いものと推測される。	ソーラー発電方式以外の動力源の多くはディーゼル発電機を適用。
標準耐用年数	20 年以上	約 9 年
環境への影響	クリーンエネルギーであり、環境への影響はない。	騒音、排ガス等の多少の影響は考えられる。
運転方法	太陽が昇れば井戸ポンプは自動的に稼働し基本的にオペレーターは不要。	発電機の ON/OFF 操作と燃料注入のためのオペレーターが必要。
運転時間	運転は日中に限られ運転時間は 8 時間程度である。	運転時間に制約を受けない。24 時間運転も可能である。
雨季の影響	雨季において揚水量の低下がある。	雨季の影響はない。
点検・維持管理作業	ソーラーパネルの定期的な清掃作業が必要だが、点検作業、維持管理のための特別な作業は必要なく基本的にはメンテナンスフリーである。	日常及び定期点検作業が必要。また、燃料の注入、定期的な潤滑油の注入等の運転維持管理作業も必要になる。
盗難対策	ソーラーパネルの盗難対策が必要となり、夜警の配置、防犯灯の設置等が具体的な対策法となる。	ディーゼル発電機は建屋内に設置されることになり盗難に対する危惧はほとんどない。
当該機材のメーカー代理店等の有無	バマコを中心としてソーラー発電設備のメーカー代理店等数多く存在する。	バマコを中心としディーゼル発電機のメーカー代理店等は数多く存在する。
費用対効果 「両方式のプロジェクトコスト」参照	初期の建設費はディーゼル発電方式より大きいランニングコストを含めた費用では少ない。運転から 7 年後に全体のコストは逆転する。	初期の建設費はソーラーパネル方式より小さいがランニングコストを含めた費用では大きくなる。運転から 7 年後に全体のコストは逆転される。
占有用地	最大 25mx25m 程度のソーラーパネル設置スペースが必要になる。	必要な設置スペースは発電機建屋用に 4mx4m 程度である。
付属設備	防犯灯 防犯フェンス 警備員用監視小屋	ディーゼル発電機建屋 燃料タンク 防犯フェンス

両方式を比べると、ディーゼル発電方式は自然条件の影響がなく運転時間の制約を受けないこと、ソーラー発電方式に比べ初期建設費が安くなる利点があるが、総合的に判断

すると本プロジェクトの動力源としてはソーラー発電方式が有利である。とくに、運転操作と維持管理の面でソーラー発電方式の優位性は高く、運転操作に関してはソーラー発電方式が特別の操作を必要とせず日常の点検作業も不要であり、ほとんどメンテナンスフリーなシステムであること、また、ソーラー発電方式は燃料費が不要で維持管理費が少なく給水施設の継続的な運営が可能であることにより、本プロジェクトの動力源にはソーラー発電方式を採用することとする。なお、初期建設費とランニングコストを合わせたプロジェクトコストは給水施設の稼働後 7 年で逆転するものと想定され、給水施設のライフスパンではソーラー発電方式が安くなり優位である。両方式のコスト比較を下記に示す。

(3) ソーラー発電方式とディーゼル発電方式のコスト比較

下記の条件のもとソーラー発電方式とディーゼル発電方式を用いたときのコスト比較を行なった。給水施設のライフスパンを 20 年とし初期建設費とランニングコストを含めたプロジェクトコストを比較した。配水池、共同水栓、管路、井戸掘削工事等の工事内容が同じものについては建設コストに含まない。

表 3.2.24 コスト比較の条件

給水人口	2000 人
必要水量	40m ³ /日 (= 2000 人 x 20 /人/日)
揚程	40m (実揚程 + 配管ロス)
水源井戸の数	1 箇所
運転期間	20 年 (給水施設のライフスパン)

方式ごとにプロジェクトコストを求め、20 年後のプロジェクトコストを表 3.2.25 に示す。初期建設費はソーラー発電方式がディーゼル発電方式に対し約 2 倍となるが、プロジェクトコストは 7 年めに逆転し、20 年後にはディーゼル発電方式がソーラー発電方式の 1.8 倍となる。両方式を比べると、ソーラー発電方式では燃料が不要であるという利点は大きい。

表 3.2.25 プロジェクトコストの比較 (20 年後)

(単位: 万円)

項目	ソーラー発電方式	ディーゼル発電方式
初期建設費	1,598	808
ランニングコスト	燃料費	2,040
	施設維持費	850
	人件費	900
	小計	3,790
合計	2,536	4,598

4) 施設配置計画

レベル 2 給水施設の主要施設は、取水施設、配水池、共同水栓であり、導水管(井戸施設 ~ 配水池)と配水管(配水池 ~ 共同水栓)で施設を結ぶ。2ヶ所の井戸施設の位置は水理条件から自ずと定まることになるが、配水池と共同水栓はある程度自由に配置するこ

とが可能である。とくに、共同水栓は住民が直接利用する施設でもあり、住民による公平なアクセスが保たれるように配慮した配置計画とする。本計画の施設配置計画は次の通りとする。

各井戸施設用のソーラーパネルは配水池と同じ敷地内にまとめて設置し、各井戸施設の水中モーターポンプまではケーブルで送電する。送電ケーブルの距離は電圧降下を考慮して最大 500m とし、この距離を超える場合は、ソーラーパネルをそれぞれの井戸施設敷地内に設置する。

配水池から共同水栓までは自然流下によって送水されるため、配水池は出来るだけ標高が高く堅固な地盤に設置する。また、工事期間及び維持管理の上でのアクセスの容易性と併設されるソーラーパネルの盗難防止を配慮し住民の監視が行き届く立地条件とする。敷地境界はフェンスによる防護、防犯灯を設置し、ソーラーパネルの盗難防止には特に留意することとする。

住民による公平な水へのアクセスが確保できることを留意し、共同水栓の配置計画を行う。1ヶ所あたりの共同水栓の負担人口は 400 人を原則とすると同時に、住民と共同水栓までの距離にばらつきが生じないように配置とする。共同水栓の設置数は対象村落の給水人口から求められるが、既存井戸水源を持たない学校には本プロジェクトの支援による共同水栓を設置する。学校の共同水栓は学校によって管理され、授業が行われる昼間は付近の住民はこれを利用できない(プロジェクトの対象地区はほとんどこの方式)。また、近傍に既存井戸施設を持たない病院、宗教施設(モスク、教会)の近くにも優先的に共同水栓を配置する。

5) 取水施設

(1) 揚水ポンプ

揚水ポンプの型式は深井戸用の水中モーターポンプとする。本計画は既存井戸を転用する方針としており、既存の井戸径に合わせ、水中モーターポンプのサイズは5インチのケーシングに適合したものとする。水中モーターポンプは直流モーター方式を採用しソーラー発電設備はインバーター(AC-DC 変換器)を必要としないシステムとする。直流モーターは交流モーターに比べて出力が弱く、その短所を補うために、ポンプ1台では必要な出力を確保出来ない場合には、複数のポンプによって揚水するものとし、ケーシング内に縦に複数のポンプを配置して並列に連結する方式をとる(図 3.2.5 参照)。本計画における揚水ポンプの基本仕様は次のとおりである。

型式	: 深井戸用水中モーターポンプ
井戸径	: 5 インチ (ケーシング内径 125mm)
モーター	: 直流モーター (DC30V - 300V)
電源	: ソーラーパネルによる直流電源
制御機能	: 空運転防止、温度上昇防止他

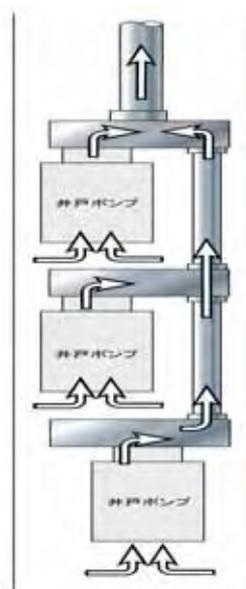


図 3.2.5 水中モーターポンプの接続方式

(2) ソーラー発電設備

ソーラー発電設備の標準的な構成はソーラーパネル、インバーター、バッテリーから成るが、本プロジェクトは、直流モーターによる水中モーターポンプを採用して、インバーターを設けない。また、揚水した地下水は配水池に貯わえバッテリーを必要としない。近年、マリ国ではソーラーパネルが農村を中心に広く普及し販売代理店も多い。本プロジェクトのソーラーパネルはマリ国の普及品を基本に採用するものとする。ソーラーパネルは約 1.6m x 0.7mの角形のモジュールから成り、必要なモジュール数はモーター出力により決定される。既存の給水施設に合わせソーラーパネルは地上置きとし架台の上に設置する。本プロジェクトのソーラー発電設備の基本構成は次のとおりである。

ソーラーパネル

ソーラーパネル用架台

電源ケーブル(水中モーターポンプとソーラーパネル間)及び付属品

6) 導水管(井戸から配水池まで)

(1) 管路計画

配水池への立ち上がり管を除き管路は埋設方式で敷設する。基本的に公道の下に敷設して 85cm 以上の土かぶりをとる。幹線道路の横断部は車両の動荷重に充分配慮した敷設方法を取り、ワジの横断部では乾期の工事が容易であること、水管橋方式に比べコスト的に安くなることを考慮し伏せ越しによる方法とする。伏せ越し部の詳細を図 3.2.6 に示す。伏せ越し管路の凹部には排泥管を設置するとともに、必要に応じ、空気弁、排泥弁を管路に設け、バルブ、計器の設置箇所にはピットを設置する。また、異形管等の不均衡な力が作用する箇所が必要に応じてスラストブロック等を設置する。

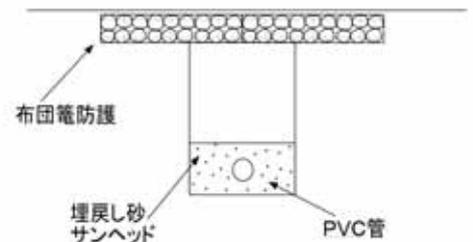


図 3.2.6 伏せ越し部詳細

(2) 配管材料

配管の圧力レーティングは PN10 クラスとし、内圧とともに外圧にも十分配慮した管種とする。給水施設に用いられる配管の種類には ダクトイル管、鋼管、PVC 管、ポリエチレン管等があるが、本計画では現地調達品を前提にマリ国での実績が多く、必要な技術的条件を満足するとともに、価格的にも妥当な材料を選定する。また、対象地区では弱酸性の地下水の存在も予測されるため、耐酸性の特性に優れていることが必要であり、これらの条件に最も適合していることから、基本的に導水管には PVC 管を適用する。ただし、PVC 管は外からの衝撃力に弱いこと、紫外線に対し劣化しやすい欠点があるため、幹線道路の横断部は PVC 管の代わりにダクトイル管を、また、配水池までの立ち上がり管(地上管)はフランジ接合の亜鉛メッキ鋼管とする。

表 3.2.26 導水管の配管材料

設置箇所	管種	
地上管(配水池への立ち上がり管)	亜鉛メッキ鋼管(フランジ接合)	
地下埋設管	幹線道路横断部を除く	PVC 管
	幹線道路横断部	ダクトイル管

7) 配水池

(1) 容量と設置高

配水池は次の要件を満足する容量とする。

揚水ポンプの運転可能時間は8時間(8時から16時)であり一定量で揚水されるが、給水施設の利用時間は11時間(9時から18時)で給水量は時間ごとに変動する(表3.2.13)。揚水ポンプが稼働していない時間でも住民への給水は行われ、住民による需要変動に追従できる必要な量を配水池に確保する。

降雨等によりソーラーポンプが急に停止したとしても、ある一定の時間(2時間程度)は住民への給水が可能な計画とし、2時間分の給水量を配水池に確保する。

上記要件をもとに5村落における配水池の容量を計算した。図3.2.7はLoloni村を対象にした計算例であるが、使用量と揚水量の入力曲線と計算された貯水量曲線を併記した。給水は朝の7時に始まり揚水が始まる8時までは前日までの貯水量は減少し8時になって貯水量は最少となる。このときの量は揚水がなくても2時間程度の給水が可能な量とした。その後、揚水と給水が同時に行われ、揚水が終了する16時までは貯水量が漸次増加し16時の貯水量が最大となってこれを配水池の必要容量とする。配水池容量は必要容量に対して余裕を見込み、Loloniのケースでは、必要容量43.8m³に対し50m³を配水池容量とした。他のケースも同様な方法で配水池容量を求めその結果を表3.2.27に示す。

配水池の設置高は、設計流量(時間最大流量)において配水管と共同水栓の接続管の分岐部での残圧が4m以上確保できることを条件に設定する。表3.2.28は水理計算により求めた最小残圧を示したものである。配水管の圧力クラスを確認するための最大静水圧も合わせて併記する。

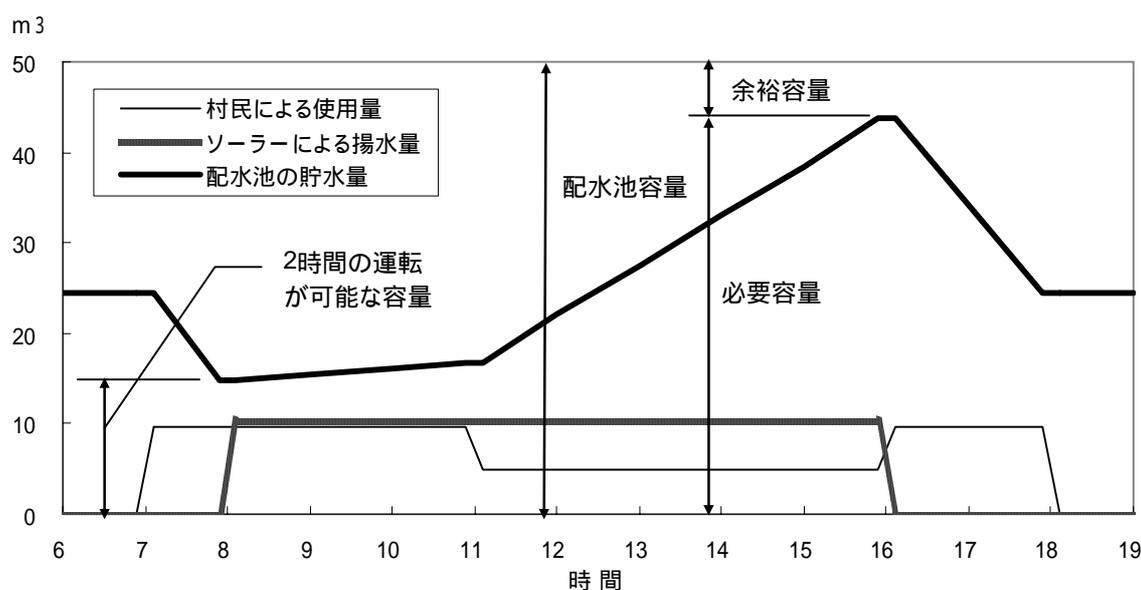


図3.2.7 配水池容量の確認

表 3.2.27 配水池の容量

番号	村落名 (コミューン)	給水人口	必要水量 (m ³ /日)	必要容量 A(m ³)	配水池容量 B(m ³)	余裕率 B/A
J-II-1	Blendio (Blendio)	3,200	64.0	34.2	40	1.17
J-II-2	Lofigue (Kadiolo)	1,800	36.0	19.3	30	1.55
J-II-4	Loloni (Loloni)	4,100	82.0	43.8	50	1.14
J-II-8	Kapala (Kapala)	1,900	38.0	20.3	30	1.48
J-II-9	Zangasso (Zangasso)	3,045	60.9	32.6	40	1.23

表 3.2.28 配水池の設置高と最小残圧

番号	村落名 (コミューン)	配水池設置高 (m) (地盤-底板)	最大静水圧 (m)	最小残圧 (m)
J-II-1	Blendio (Blendio)	7.0	14.8	4.1
J-II-2	Lofigue (Kadiolo)	10.0	12.9	4.1
J-II-4	Loloni (Loloni)	15.0	35.3	4.0
J-II-8	Kapala (Kapala)	10.0	11.5	4.2
J-II-9	Zangasso (Zangasso)	8.5	11.7	4.1

(2) 型式・構造・材質

Loloni を除き配水池は高架タンク方式として鋼製の円形タンクを鋼製架台の上に設置する。円形タンクの内面は耐酸性のコーティングを施し外面は塗装により保護する。円形タンクは現地調達を前提にしており、タンク径は現地加工工場での曲げ加工能力に適したサイズとする。Loloni では配水池を井戸近傍の小高い丘に設置することが可能なため、矩形コンクリートの地上置きタンクとする。

(3) 付属設備

配水池の付属設備は次に示すとおりであり、Loloni の配水池は地上置きのコンクリートタンクのため鋼製架台は設けない。

- 水位計(フロート式)
- オーバーフロー管
- ドレン管
- 避雷針 (タンクの天端に設置)
- 鋼製架台 (トラス構造、梯子等)

8) 配水施設

(1) 配水管路 (配水池から共同水栓まで)

管路計画

配水池から共同水栓までを樹状方式で敷設する。共同水栓の接続管との分岐部での残圧が4m以上確保できることを条件に水理計算により管路口径を決定した。配水管の分岐部には必要に応じ制水弁を設ける。管路の凸部には空気弁を設け、管路の凹部には排水管を設置する。配水管の敷設方式は全長にわたって地下埋設管方式を採用し、埋設方法は導水管と同様とする。幹線道路横断面とワジ横断面についても導水管と同じ方式で敷設する。

配管材料

配水管の圧力レーティングは PN10 とし、幹線道路の横断部を除き配水管に用いる配管材料は PVC 管とする。共同水栓との接続管には 32mm の PVC 管を用い、幹線道路の横断部にはダクティル管を採用する。バルブ、異形管も直管に合わせた材料とする。

(2) 共同水栓

既存の給水施設に合わせ共同水栓は 2 給水栓方式とし、給水栓のサイズは 13mm とする。1 給水栓の最大流量は 150 /分とし共同水栓 1 カ所あたりの最大給水量は 300 /分となる。給水栓は 25mm の亜鉛メッキ鋼管に接続しコンクリートで防護する。亜鉛メッキ鋼管には量水器と止水栓を設置しピット内に格納する。また、共同水栓には排水用の浸透升を併設するものとする。

9) 付帯施設

レベル 2 給水施設の付帯施設は次のとおりである。

(1) 防護用フェンス

既存の給水施設に合わせて、取水施設用地、配水池とソーラー発電設備用地には防護用のネットフェンスと出入口用のゲートを設置する。十分な防犯用効力を持たせるためネットフェンスには忍び返しを設けるとともに、十分な高さのフェンスとする。ネットフェンスは日本の業者により建設される。

(2) 防犯灯

既存の給水施設に合わせて、配水池とソーラー発電設備用地にはソーラーパネルの盗難対策用として 3 カ所の防犯灯を設置する。防犯灯は 20W 相当の LED 光源とし、電源には専用のソーラーパネルとバッテリーによるソーラー発電方式を採用する。

(3) 監視小屋

ソーラーパネルの盗難防止用に夜警用の監視小屋を配水池とソーラー発電設備用地の近傍に設ける。監視小屋はマリ国によって建設する。

(4) 排水処理施設（浸透枘）

各公共水栓と配水池には排水処理用に浸透枘を設置する。浸透枘は 1.5m の深さを持ち内部には採石を充填する。

3.2.3 基本設計図

本プロジェクトの基本設計図は図 3.2.8 から図 3.2.17（章末）に示す通りである。

3.2.4 施工計画

3.2.4.1 施工方針

本計画はマリ国政府と日本政府との間で交換される交換公文(E/N)に記載された条件によって実施される。本プロジェクトのマリ国側実施機関はエネルギー・鉱山・水省(MEME)

の国家水利局（DNH）と DNH の地方支局にあたる国家水利局地方支局（DRHE）であり、MEME が責任機関となる。本プロジェクトによって建設される施設は最小の行政単位であるコミューンに帰属することになり、施設の運営維持管理は住民、コミューン、DRHE シカソ支局によって行われることになる。本計画はわが国の無償資金協力で実施されるため、契約者は邦人企業となり、詳細設計、入札図書の作成、入札にかかる補佐、建設工事の監理及びソフトコンポーネントの実施といったサービスを受けるために DNH は邦人コンサルタントを雇用する（なお、コンサルタントによる詳細設計のレベル2施設の水源井戸を確保するために実施する試掘調査、井戸水源開発を含めたさく井工事、施設建設工事の実施においては現地下請業者の活用を図るものとする）。本計画に関連する諸機関とその関係は下図に示すとおりである。

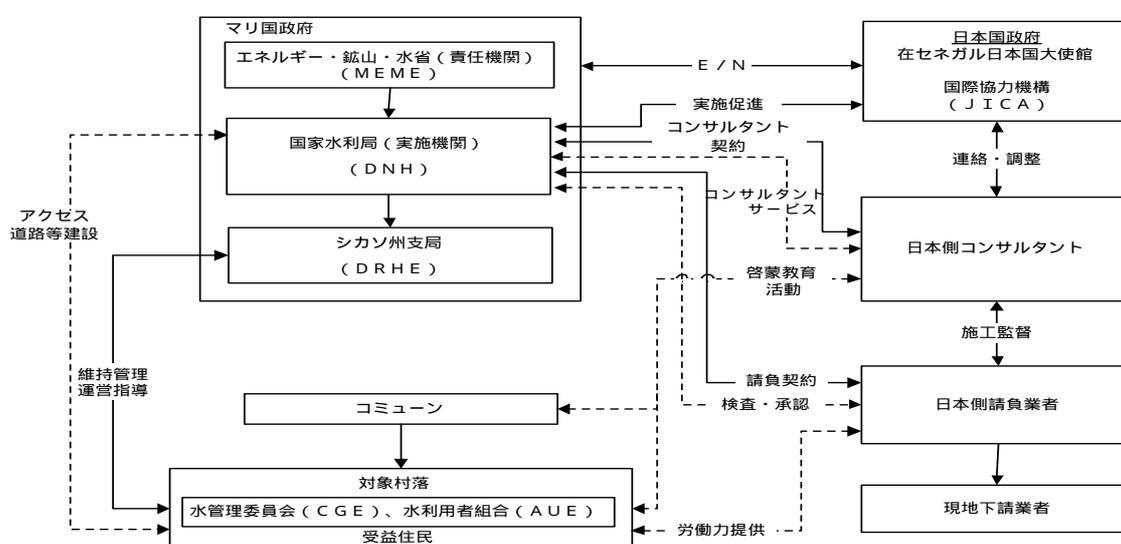


図 3.2.18 関係諸機関の関係

3.2.4.2 施工上の留意事項

1) 雨期における施工性を考慮した工程計画

プロジェクト対象地区は雨期と乾期が明確に分かれ、雨期の間はアクセスが困難なサイトも多く、施工工程の策定にあたっては、雨期の期間は比較的アクセスが容易な幹線道路沿いの村落を中心に優先的に実施する計画とした。雨期の施工効率は乾期に比べて低下することが予測されるため、工事が開始された後も、雨期における施工実績を配慮しながら、全体の工程管理を行うことに留意する。

2) 住民の啓発活動を考慮した工程計画

本プロジェクトにおける井戸位置の選定及びハンドポンプ据付工事等は、水理地質面のみでなく給水施設の持続性を高めるため、住民の意向を考慮して行う必要がある。従って、井戸掘削地点の決定や井戸施設の建設は、平行して実施されるソフトコンポーネント活動と整合性の取れた工程で効率的に実施しなければならない。全体工程計画を策定する際は詳細設計の工程から建設工事実施時の工事工程計画まで、綿密な工程の調整を行い、でき得る限り住民の意向に基づき建設工事が実施されるように配慮することが肝

要である。また、工事期間中は同様の目的で住民に工事進捗や問題点を開示し、住民の意向に基づいた建設工事や給水施設であることを自覚させ、住民のオーナーシップを高めることに努めることとする。

3.2.4.3 施工区分

本プロジェクトが実施された場合のわが国とマリ国政府側との負担区分は下表に示す通りである。

表 3.2.29 マリ国側及び日本側の施工負担区分

項 目	日本国側	マリ国側
(1) 施設用地(含工事用地)の確保		
(2) 仮設ヤード用地の確保		
(3) 井戸建設地までのアクセス道路整備		
(4) 井戸掘削工事・付帯施設建設工事(レベル1施設)		
(5) 井戸掘削工事・給水施設建設工事(レベル2施設)		
(6) ブロック掘取付工事(レベル1施設)*		
(7) フェンス取付工事(レベル2施設)		
(8) ソーラー発電設備の監視小屋		

* ブロック掘材料は日本側手配

3.2.4.4 施工監理計画

本計画は日本国の無償資金協力制度により実施され、コンサルタントは実施設計、施工監督、及び施設維持管理の持続性を確保するためのソフトコンポーネントに関わる活動を実施する。

1) 実施設計

実施設計は、詳細設計、入札図書の作成等、事業実施に必要な書類の作成を行うとともに、レベル2給水施設の水源井戸を確保するための新規井戸の開発(物理探査、試掘、帯水層試験)ならびに既存井から転用する井戸を特定するための帯水層試験も含むものとする。また、本プロジェクトにおいては工事開始前の住民の啓発にかかるソフトコンポーネントを実施する。

2) 入 札

コンサルタントはDNHを補助し入札の執行を行う。

3) 施工監督

コンサルタントはDNHを補佐し、着工前打合せ、工事及び据付、試運転、竣工検査等について工程・品質管理を主眼としたコントラクターの指導監督を行い、E/Nに定められた期間内に工事を完成させる。また、工事実施期間中及びその後においても継続的にソフトコンポーネント活動を実施し、建設される給水施設の住民による維持管理の持続性確保に努める。

3.2.4.5 品質管理計画

本プロジェクトでは、本邦請負業者が現地の下請さく井業者や土木建設業者を活用して工事を遂行することを前提としている。従って、本邦業者の施工管理要員として派遣される職員は工事の技術的ノウハウ以外にこれら現地業者に工事業務を遅滞なくかつ所定の品質を維持しつつ実施させる交渉力と統率力が要求される。また、わが国無償資金協力案件として要求される工物品質を確保するため、本邦さく井業者は工事サイトに現場監督者(現地雇用)を配し、工事の進捗及び品質管理にあたらせることとする。

コンサルタント側の監督要員は常駐監理者を配置し、土木及びさく井担当の監督要員(現地雇用)各1名を巡回させ、品質及び進捗管理にあたらせる。コンサルタントは品質管理のために本邦業者に掘削記録、電気検層記録、揚水試験結果、水質検査結果等の記録を提出させる。コンサルタントの監督要員は電気検層や揚水試験にも現地で立ち会う。さく井業者が実施する電気検層にも立会い、結果の確認とケーシングプログラムの承認作業を実施する。

本邦請負業者は、コンクリートの打設時の現場試験を規定量適切に実施し、強度試験は供試体を首都パマコ大学に送り試験を委託する。なお、配筋検査は写真監理を原則とする。水質検査は本邦請負業者がDNHの水質試験所に委託して実施する。これらの検査結果は全てコンサルタントに提出し承認を受けるものとする。

3.2.4.6 資機材等調達計画

本プロジェクトの工事用資機材は一部の機材を除き全て現地調達とする。下表に本プロジェクトで調達を予定している資機材の調達先を示す。

表 3.2.30 工事用資機材と調達先

区分	品目	調達先			備考
		マリ国	第三国	日本	
骨材・セメント・鉄筋等	普通ポルトランドセメント				
	鉄筋				
	粗骨材				
	細骨材				
燃料油脂類	ガソリン				
	軽油				
	潤滑油				
鉄鋼製品	鋼材・H形鋼				
	鋼材・L形鋼				
	高架水槽(鋼製タンク)				
	高架水槽(鋼製架台)				
	手摺金物				
深井戸建設資材	硬質塩化ビニルケーシング				
	硬質塩化ビニルスクリーン				
	ベントナイト				
	人力ポンプ				

表 3.2.30 工事用資機材と調達先

区 分	品 目	調達先			備 考
		マリ国	第三国	日本	
配管材	水中モーターポンプ				
	水道用亜鉛メッキ鋼管				
	水道用硬質塩化ビニル管				
	同上バルブ類				
	同上エア弁類				
	特殊継輪（カップリング）				
	水道メータ				
	計器（流量計、水圧計）				
	計器（フロート式レベル計）				
ソーラー発電資材	ソーラーシステム				
	ケーブル				
	電気機材（配電盤、スイッチ）				
	ソーラー街灯（LED）				
	避雷針				フランス
仮設材	木材、型枠用木材				
	型枠用合板				
	足場材料				
	支保工材				
	止水板				

3.2.4.7 初期操作指導・運用指導等計画

1) 初期操作指導

本計画で建設する給水施設に特別な設備はなく、プロジェクトサイトでは広く普及した標準の設備内容であり特別な設備操作指導は必要としない。初期操作指導はレベル2の給水施設を対象に試運転、引き渡し時に住民によって設立される住民組織を対象に標準的な操作法を実施するものとする。初期操作指導は設備の運転操作、維持管理マニュアルをもとに本邦の請負業者によって行なうものとする。

表 3.2.31 初期操作指導の内容

対象施設	指導内容
レベル2 給水施設	水中モーターポンプの操作法 バルブの開閉操作法（ウォーターハンマー発生防止のための適正な開閉時間） ソーラー発電設備の操作法

2) 運用等の指導

本計画で建設する給水施設が適正に管理され持続的な運用が行なわれるためには、設備に対する日常の点検・管理が実施されるとともに、給水状況の変化に応じた適正な施設の運用が行われることが求められる。本プロジェクトでは施設の試運転と引き渡し時に日常の点検・管理に関する指導と施設の運用にかかわる基本的な方法を住民によって設

立される住民組織を対象に指導するものとする。この指導は本邦の請負業者によって実施される。

表 3.2.32 運用等の指導の内容

対象施設	指導種別	指導内容
レベル1 給水施設	日常点検・管理	定期的な清掃等の実施指導を含めた井戸まわりの衛生管理
レベル2 給水施設	日常点検・管理	流量計、水圧計、量水器を含めた計器類の日常点検 ソーラーパネルの清掃法 バルブ、共同水栓の漏水を含めた点検法 配水池（高架タンク、地上置タンク）のタンク内の消毒を含めた定期的な清掃の実施法 空気弁の点検と管理法 管路での漏水点検
	運用法	流量計、量水器によるデータ収集と配水管理 水位計を利用した配水池での配水管理 上記のデータを元にした給水施設の給水状況の確認法と運転モードのパターンの設定

3.2.4.8 ソフトコンポーネント計画

1) ソフトコンポーネント導入の必要性

マリ国においては、地方分権化の政策の下で給水施設はコミュニティの資産としてコミュニティと利用者となる村落住民が主体となって維持管理することが義務付けられており、そのために必要な行政上の手続きも完了しているが、実際リーダーシップを発揮しなければならぬコミュニティの体制が脆弱である。

施設の持続性を高め維持管理が継続的に実施されるように施設建設に当たっては住民が満足すべき条件が定められているが、コミュニティのリーダーシップの下で実際に施設運営の中心となる住民側の安全な水と健康のかかわりやその重要性にかかる理解が不足しているため、水代徴収等運営面で問題となる可能性が高く、その意識改革が望まれている。また、直接水料金を徴収することにより、新規施設の利用が進まず既存の伝統的井戸からの飲料水取水が継続される可能性もある。

国家水利局シカソ支局に配備されているアニメータは3名と少なく既存施設の運営状況のモニタリングやフォローアップが主要業務となっている。マリ国では新規施設建設に向けたアニメーション活動は各ドナー等の実施主体の責任で行うこととなっており、本プロジェクトの対象村落住民の啓蒙活動については協力の一環として実施する必要がある。

同時期にシカソ州で実施が予定されている他ドナー案件では、住民の啓蒙活動を中心とした実施方式を採用する予定で、本プロジェクトにおいても同様の方式を採用することが求められている。

啓蒙活動をプロジェクトで実施しなかった過去の類似案件での水委員会設立の達成率

が低水準であったことから、本プロジェクトにおいては同様の轍を踏まぬよう、住民の意識改革を図り、施設の運営・維持管理の土台となる AUE/CGE の設立を促進する必要がある。

本プロジェクトでは上記の問題や課題に対処し、建設する給水施設の持続的な運営のため、本プロジェクトの協力村落の住民とコミューン担当者を対象としてソフトコンポーネントを実施する。

2) ソフトコンポーネントの目標

上述の本プロジェクトの課題を踏まえ、本計画では以下の事柄を目標とするソフトコンポーネントプログラムを実施する。

- ・ 建設された給水施設が有効に利用され、公平かつ積極的な水代徴収が行われる。
- ・ コミューンと村落の AUE/CGE との連携による自律的な給水施設の運営・維持管理が持続的に行われる。

ソフトコンポーネントプログラムの PDM は表 3.2.33 (章末) に示す通りである。

3) ソフトコンポーネントの成果

ソフトコンポーネントプログラムの成果は次の通りである。

- 成果 住民が CGE/AUE の目的・役割・重要性を理解し、積極的な CGE/AUE の活動が実施できる体制が整う。
- 成果 住民が安全な水の重要性、安全な水と健康・保健・衛生との関係を理解し、建設した施設の有効利用が図られ、水代徴収等の基本的な活動が円滑に実施される体制が整う。
- 成果 CGE/AUE 代表者やコミューン担当者が CGE/AUE の目的、各々の役割の内容、及び組織運営方法を理解し、コミューンと CGE/AUE の連携による施設運営がなされる体制が整う。

4) 成果達成度の確認方法

前項であげたソフトコンポーネントプログラムの成果の達成度を示す指標と達成度確認の方法は以下に示すとおりである。

表 3.2.34 成果達成度の確認方法

成果	指標	確認方法
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ CGE/AUE 総会の開催頻度 ・ 総会参加者数 	各 AUE/CGE が記載する会議開催記録を建設後の活動モニタリングの際にアニメータが確認し、役員会・総会等の開催頻度と参加者数を確認する。
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設定された水料金 ・ 総給水量と売上高 	水料金やその徴収方法はコミューンと村落の AUE/CGE が中心となって住民の合意の基で決定されるもので、アニメータが料金について確認する。 レベル1 給水施設の場合、CGE の料金徴収担当者と会計担当者が水料金の売上高を記録している。また、レベル2 給水施設の場合、配水池出口と各共同水栓にメーターを設置し給水量を容易に把握できる計画としている。維持管理担当者が給水量を、会計担当者が売

表 3.2.34 成果達成度の確認方法

成 果	指 標	確認方法
	・ 伝統的井戸の利用状況(用途・頻度)	上高を定期的に記録する。これらの給水記録と売上高をアニメータが活動モニタリングの際に記録する。直接水料金を徴収することにより、新規施設の利用が進まず既存の伝統的井戸からの飲料水取水が継続される可能性もあることから、活動モニタリングの際にアニメータが、安全な水や水料金徴収に対する理解が住民に浸透しているかどうか確認するため、伝統的井戸の利用状況を利用者への聴き取り調査を実施し、給水施設建設後の飲料水への利用状況を確認する。
成果	<ul style="list-style-type: none"> ・ CGE/AUE 総会の開催頻度 ・ 水代売上金と会計の管理状況 ・ 運営上のトラブル発生の頻度と内容 ・ トラブル解決の手段 	<p>各 AUE/CGE が記載する会議開催記録を建設後の活動モニタリングの際にアニメータが確認し、役員会・総会等の開催頻度と参加者数を確認する。</p> <p>活動モニタリングの際にアニメータが収入と支出が適正であるか会計管理について確認する。</p> <p>AUE/CGE 役員からの聴き取り調査をアニメータが行い、その際どういった事項が AUE/CGE 運営の問題となったか、また、トラブルの有無やその解決方法について確認し、運営が適切になされているか確認する。</p>

上記の達成度については、コンサルタントの維持管理専門家がローカルコンサルタントとともに取りまとめ、業務主任がソフトコンポーネント完了報告書としてマリ国実施機関に提出する。

5) ソフトコンポーネントの活動

上記の成果を導くためのアニメーション活動は、次に示す通り、給水施設の建設前、建設中及び建設後の3段階で実施する。

- 建設前: 村民の意識向上と組織化を図るための村落代表/コミュニティ担当者及び一般住民を対象とするワークショップ
- 建設中: 建設サイトの確認等建設に向けた準備、人力ポンプ据付時の説明ワークショップ(施設の利用方法、点検方法等)、住民参加により建設する井戸周りのフェンス建設、施設引渡し等
- 建設後: 施設運営に必要な事項にかかる村落代表/コミュニティ担当者を対象とするワークショップ及び自律的な運営・維持管理活動ができているか確認のためのモニタリングと必要な場合は追加ワークショップ

これらの活動のフローは図 3.2.20 (章末) に示す通りである。

(1) 建設前アニメーション活動

工事前ワークショップは活動を委託したコンサルタントのアニメータが全ての村落を訪れ、それぞれの村落でワークショップを4回ずつ行なう。国家水利局シカソ支局のアニメータ(3名)の業務は、新施設にかかる啓発業務の実施はローカルコンサルタントの業務とされこの3名の本来業務ではなく、ローカルコンサルタントの業務を監督することであるが、啓発業務の内容を理解し実践面での経験を積むことも重要であることから、通常の業務に影響しない範囲で実際に業務にも参加させローカルコンサルタントと行動を共にし一緒に業務を実施させる。ワークショップの活動内容は次のとおりである。

表 3.2.35 工事前ワークショップ活動内容

	活 動	対 象	必要 日数
第 1 回 ワ ー ク シ ョ ッ プ	コミューン担当者・村落代表者への表敬・挨拶 - プロジェクトの紹介/説明 - プロジェクトへの協力・援助の依頼 直接裨益者は村落住民であるが、コミュニティの役割も大きい。コミュニティ等地方政府末端機関によるサポート体制を確認・強化させるために、コミュニティ担当者と密接な関係を保ち、プロジェクトの理解促進を図る。	コミューン担当者・ 村落代表者(役員・ 長老・教師・聖職者・ 医療関係者等)	1.0 日
	対象村落への最初の訪問 - プロジェクトの紹介/説明 - 井戸建設前ワークショップの説明(目的・時期・回数) - プロジェクトが村落に望む事項の説明 - 安全な水と健康(これからのアプローチ)についての簡単な説明	村落代表者(役員・ 長老・教師・聖職者・ 医療関係者等)	
第 2 回 ワ ー ク シ ョ ッ プ	参加型アセスメントと給水システムの紹介 - 村落での水・保健衛生の状況・問題・解決方法についての話合い - 給水施設の紹介(種類、機能、水の安全性、建設費用、修理/点検/維持管理費用等) プロジェクトの受け入れ(レベル1・2 給水施設建設)についての意思決定 - コミューンと村落(AUE/CGE)の役割と責任 井戸・共同水栓建設候補地の選出 水と保健衛生のプロモーション	村落代表者(村長・ 長老・教師・聖職者・ 医療関係者・女性グ ループリーダー等) を含む住民	1.0 日
第 3 回 ワ ー ク シ ョ ッ プ	井戸建設地の決定：技術的見地・社会的見地の調整 CGE/AUE の紹介・説明 - 役割・責任・規則 - 維持管理・定期点検の重要性 - AUE/CGE 役員決定 維持管理費(貢献金)の徴収方法の決定と徴収開始 給水施設建設に関する活動計画 - 村落の役割・参加事項	村落代表者(村長・ 長老・教師・聖職者・ 医療関係者・女性グ ループリーダー等) を含む住民	1.0 日
第 4 回 ワ ー ク シ ョ ッ プ	CGE/AUE 役員の能力開発(概要の説明) - 維持管理費徴収・管理方法 - 帳簿のつけ方 - 集会記録・修理記録 - 予防・維持管理 - 各役員・担当の役割・責任 - コミューンとの関係 - モニタリングの必要性と手法 貢献金積立等建設前に満足すべき条件の確認	CGE/AUE 役員	1.0 日

<貢献金の額>

第3回ワークショップで CGE/AUE 役員が決定した時点で給水施設の維持管理費となる貢献金の徴収が始まる。貢献金の額は以下のとおりとするが、詳細設計時に同時期に実施される他ドナー案件での金額を確認し必要があれば調整する。

- ・ レベル1 給水施設: 100,000FCFA/施設 (約 2.5 万円/施設)
- ・ レベル2 給水施設: 1,000,000FCFA/施設 (約 25 万円/施設)

<給水施設建設の要件による村落の建設に向けた意欲の確認>

先の述べたとおり、マリ国では給水施設建設に先立ち住民が4項目の条件を満足するこ

とを義務付けている。これは施設建設の対象となる村落住民の給水施設建設に向けた意欲やその後の運営・維持管理活動の自律性や持続性を担保するために有効な方法と考えられる。従って、本プロジェクトにおいてもこれらの要件の達成度を施設建設の必要条件として位置づけ、建設前に実施するソフトコンポーネント活動の方向性を示すゴールとして捉えることとする。

建設前アニメーション期間が3ヶ月程度と非常に短期間であること、また、建設の条件は活動のゴールとしてと捉えるものの必ずしも村落住民の意欲と行動に反映するものでないことから、これらの項目は厳密な必要条件とはせず達成度の判定は柔軟におこなう。これらの条件を満足できない村落については、満足できない理由を調査・検討し、住民の施設建設に向けた意思や意欲を確認することとするが、施設の運営・維持管理が危ぶまれるような状況であることが判明した場合は施設建設を見送る。

協力対象村落の最終確認は下表に示すようなチェックリストを作成して実施する。

表 3.2.36 村落選定チェックリスト

給水施設建設の要件		内 容	状 況	具体的な 状況説明	条件を満たしていない場合 の理由・説明	最終判定
1	受諾意思 (Acceptation)	受諾書	有 無			
2	貢献金 (Contribution/ Sécurisation)	積立てられた貢献金の額 (目標額 _____ FCFA)	_____ FCFA			
		銀行口座の残高証明書	有 無			
		維持管理費や水代に対する 住民の理解・支払い意 志	良い・悪い			
		工事への参加同意	有 無			
3	CGE/AUE の設立 (Organisation)	役員の選定	有 無			
		定 款	有 無			
		国家水利局地方支局 (CGE)/ 県長官 (AUE) への 登録	有 無			

チェックリストは建設前ワークショップ終了時に、CGE/AUE 役員、村落代表者、国家水利局シカソ支局のアニメータ、及びコンサルタントのアニメータが協議して記入する。このリストと共に添付書類として受諾書・貢献金が所定の銀行口座に積立てられていることを示す証明書、CGE/AUE が設立・登録されたことを示す証明書が必要である。チェックリストの記入方法・取り扱い方法等については活動開始前に啓蒙活動を実施するローカルコンサルタントに邦人コンサルタントが詳しく説明する。

記入が終了したチェックリストは次のような基準で最終判定を行う。

表 3.2.37 協力対象村落確認のための判定基準

給水施設建設の要件	内容	判定基準
1. 受諾意思	受諾書	「有」でなければならない。
2. 貢献金	積立てられた貢献金の額 (目標額_____FCFA)	必用額に達しない場合は適切な理由があればよい。建設する給水施設が住民自らによる施設の維持管理を必要としていることを理解することが重要で、額が不足していても維持管理の意欲が認められる場合は協力対象村落となりうる。不足分の積立方法については村落がどのように考えているか積立計画を提出させる。
	銀行口座の残高証明書	「有」でなければならない。金額が不足していても、積み立ては開始されている必要がある。
	維持管理費や水代に対する住民の理解・支払い意志	「よい」でなければならない。積立金が集まっても住民が施設完成後に維持管理費を支払う気持がなければならない。
	工事への参加同意	「有」でなければならない。レベル1給水施設では施設外周のフェンス工事を住民が実施する必要がある。
3. CGE/AUE の設立	役員の選定 定款 国家水利局地方支局(CGЕ)/県長官(AUE)への登録	「有」でなければならない。

条件を満足できそうでない場合は国家水利局シカソ支局と本邦コンサルタントがその運営・維持管理能力について協議し、施設建設の是非について検討する。これらの作業に工事前ワークショップ終了後2週間程を考慮し、対象村落全体の結果を取りまとめる。検討の結果はリストの一番右にある項目欄に書き入れる。さらに、項目ごとの判定はマリ国側と日本側の意見が一致したものを最終決定とする。

(2) 建設中・後アニメーション活動

工事前アニメーション活動完了後、建設業者選定のための入札業務を行い、建設業者の着工とともに建設中・後アニメーション活動を開始する。建設中アニメーション活動は工事期間中にローカルコンサルタントが各村落を訪れ、レベル1給水施設の場合、建設業者が実施する人力ポンプ据付の際のデモンストレーション及び住民によるフェンス工事に立会い、コミュニオンへの施設引渡し式を行う。給水施設建設中アニメーション活動の内容は次表に示すとおりである。

表 3.2.38 建設中アニメーション活動内容

主要項目と内容	対象者	必要日数
<p><u>施設建設サイトの確認</u> 建設サイトの決定・承認は建設前に完了しているが、開始直前に最終確認をし施設建設後に位置にかかる論争・思い違いなどを防ぐため、関係者の立会いのもとで施設建設サイトの確認を行う。</p> <p><u>工事への参加についての確認・計画・実施</u> 住民による工事への参加についても建設前に説明・承認済みだが、具体的な建設スケジュールが決まり次第それを住民に伝え、工事への参加として何時、何処で、どの住民が、どのようなことをするのかについて確認する。住民が自ら工事に参加することで住民は社会活動をすすめる手順を身につけ、工事に参加することで施設をより身近なものと感じる。前者はエンパワーメント、後者はオーナーシップの形成に結びつき、持続的維持管理を実現するための中心的要因となる。具体的な労働提供としてはサイトまでの支線道路の整備、フェンスの建設などが想定される。</p>	CGE/AUE 役員、住民、村落代表	1.0 日
<p><u>施設の使用方法等の説明・確認</u> 給水施設の供用を開始するにあたり施設の利用者である住民が行うべき事項、施設の取扱い方、給水栓や人力ポンプ回りの清掃等の方法を説明し、担当者を決定する。施設の取扱いで技術的な事項については建設業者が実施しローカルコンサルタントはそれに立会うこととするが、担当者の決定や方法等についてはローカルコンサルタントのアニメーション活動として実施する。</p>	CGE/AUE 役員、維持管理担当者	1.0 日
<p><u>フェンスの建設</u> レベル 1 給水施設のフェンス工は建設業者が調達する資材を利用して住民の参加で建設する。工事全体の監理はローカルコンサルタントが行い、技術面での指導を建設業者が行い、工事の品質を確保する。建設に参加する住民の選定はローカルコンサルタントのアニメーション活動の中で実施する。</p>	CGE/AUE 役員、建設参加住民	0.5 日
<p><u>コミュニティへの施設引渡し</u> 住民による給水施設の使用開始時に、施設の完成とコミュニティへの引渡しを公式に確認するための集会を各施設整備村落で開催し、給水施設に対するオーナーシップを住民自らが確認するためのものである。内容は、AUE/CGE 役員やコミュニティ担当者による簡単な挨拶とできれば簡単な引渡書を準備し、住民のオーナーシップ促進を図る。</p>	CGE/AUE 役員、住民、村落代表、コミュニティ担当者	1.0 日

施設建設後には、施設の運営維持管理にかかわる事項について CGE/AUE の役員の能力開発を目的とするワークショップを開催する。また、数ヶ月の間隔で定期的に村落を訪れ、施設の維持管理状況、維持管理にかかわる住民や CGE/AUE の活動状況について確認するとともに、必要に応じて追加アニメーションを実施し、住民の活動の定着化を図る。さらに、施設の運営や維持管理において問題があると判断される村落については、プロジェクト完了後も継続的に状況をモニタリングし、ワークショップ等を追加開催する必要があることから、その状況、問題の内容等につきとりまとめ、国家水利局シカソ支局のアニメータに引継ぐ。建設後アニメーション活動の内容は下表に示すとおりである。

表 3.2.39 建設後アニメーション活動内容

主要項目と内容	対象者	必要日数
<p><u>CGE/AUE 役員の能力開発とモニタリングシステム</u> 建設前アニメーション活動で行なった能力開発を引き続き行ない、CGE/AUE の組織運営能力の向上を目指す。建設前アニメーション活動で実施した CGE/AUE の運営能力開発のための課題(組織運営、会計等)の復習、及びモニタリング・フォームを活用したセルフモニタリングシステムについても説明する。セルフモニタリン</p>	CGE/AUE 役員、コミュニティ担当者	1.0 日

表 3.2.39 建設後アニメーション活動内容

主要項目と内容	対象者	必要日数
<p>グシステムでは自らが定期的に活動の内容等について記録するので、フォームの内容確認や記録方法について説明・確認する。フォームの主な項目は次のとおりである。</p> <p>組織運営について： 維持管理費の徴収状況、残高、会議での討議内容、運営上の問題等</p> <p>住民の意識・状況について： 住民の意欲・要望等</p> <p>給水施設について： 水量、水質、周辺の掃除、点検・修理状況等</p> <p>維持管理費の取扱い方は特に重要なので、徴収状況・管理状況・使用状況をローカルコンサルタントのアニメータが確認・指導する。</p>		
<p><u>レベル1給水施設の井戸掘削に失敗した場合の説明・今後の方向にかかる指導</u></p> <p>レベル1給水施設の建設において井戸掘削の成否は重要で、本プロジェクトでは1サイトでの掘削回数は2回に制限され、2回目の掘削も失敗した場合はそのサイトでの掘削を断念し予め準備しておく代替サイトで掘削工事を行うこととなっている。この際、元のサイトの住民が納得しないことも予想され、国家水利局シカソ支局と住民との間に摩擦が生じてしまうことも想定される。このような状況を回避し、掘削を断念しなければならないサイト住民にこういった地下水開発の特徴について理解させ、失敗した場合の他の選択肢や積立てられた貢献金の用途について指導するためのアニメーション活動を実施する。こういった事項については建設前アニメーション活動においても十分説明すべきであるが、給水施設の必要性が高い村落が協力対象となっていることを考慮すると、実際に断念しなければならなくなった場合の住民の落胆は大きく、マリ国当局に対する不信感や反感を抱かせてしまわないよう、アニメーション活動の一環としてそれまでの活動を担当したアニメータが、住民が引き続き高い意欲と意識のもとで次の給水施設建設に向けて活動を継続するように働きかえることが重要である。また、断念する際には必ずコンサルタントとシカソ支局のアニメータが立会い説明・指導に当たることも重要である。さらに、代替サイトによる施設建設を予定している場合は、そのサイトでのアニメーション活動も実施する。</p>	CGE/AUE 役員、村落代表、コミュニケーション担当者	必要に応じて契約の範囲で対応。
<p><u>コミュニケーションと村落の連携による運営・維持管理活動の実施状況モニタリング</u></p> <p>ローカルコンサルタントは施設引渡後も各村落を回り、引渡した施設の利用状況、運営・維持管理活動の継続状況、活動の内容や問題点の有無等を確認し、活動の自立性や持続性確保の阻害となるような問題の存在が確認された場合、事情調査、問題の内容等について調査し、必要に応じて追加ワークショップの開催等についても検討する。モニタリングは主としてCGE/AUEが記録しているモニタリングフォームの点検とCGE/AUE役員との面談を通して実施される。こういったフォローアップ活動は、問題が無いような場合においても、役員や種々の担当者に対する励ましや助言をするのみでも、活動の持続性を高めるために有効であることから、プロジェクト完了時まで数ヶ月に1度の頻度で各村落を訪問して行う。</p>	CGE/AUE 役員	1.0日

建設中アニメーション活動は、工事の実施工程に合わせて行う活動が多く、スケジュールが重なってしまったりするようなことが多いが、2名のアニメータがスケジュールを調整しながら建設後アニメーション活動とともに実施する。

<引渡し後のモニタリング活動の重要性>

住民による施設の運営・維持管理が本格化するのとは実質的にはプロジェクト完了後で、住民は施設の運営にかかる様々な対立や揉め事に直面し、CGE/AUEの役員の運営能力やコミュニケーションのリーダーシップが問われることになる。運営・維持管理体制が有名無実化したり崩壊したりする要因の多くがこういったトラブル時の対応のまずさやリーダーシップの欠如によることを考慮すると、住民への施設引渡し後も住民とのかかわりを絶

やさないようにし、なるべく助言の機会を多く持ち、不適切な運営の早期発見に努め、本格的な運営を開始する前の助走期間の支援を行うことは、給水施設の運営・維持管理体制の持続性を担保するために、非常に有効な手法である。

<関連行政機関との連携>

アニメーション活動のためにコンサルタントが雇用するローカルコンサルタントは、啓蒙・普及活動を行うかたわら、村落、コミュン及び県等の役員への活動の進捗状況報告、情報交換を行い、地元行政機関による支援体制の強化に努める。

6) 投入計画

アニメーション活動の対象となる村落は 96 村落で、その内訳は以下のとおりである。

・ レベル 1 給水施設のための建設を予定している村落:	91 村落
・ レベル 2 給水施設のための建設を予定している村落:	4 村落
・ レベル 1 及び 2 の建設を予定している村落:	1 村落
・ 合計	96 村落

一部の村落では 2 ヶ所以上のレベル 1 給水施設の建設が計画されているが、組織する CGE は各村落ひとつであることから、アニメーション活動は建設する施設単位ではなく村落単位で実施することとする。

<建設前アニメーション活動>

建設前アニメーション活動は表 3.2.35 に示すように、各村落最低 4 回のワークショップが計画されている。これらの活動は、詳細設計調査期間(国内作業も含めた 4.0 ヶ月)中に実施することとし、現地要員の選任の後、業務実施の準備(使用するハンドアウトの準備、スケジュールの詳細、マニュアル作成等)期間として約 2 週間、及びワークショップ完了後の成果・達成度の確認・取りまとめ等に 2 週間を予定すると、残りの約 3.0 ヶ月間で全ての村落に対するアニメーション活動を完了する必要がある。

<建設中・後アニメーション活動>

各村落で実施される建設中・後アニメーションは図 3.2.19 に示すように実施される。図に示すように、建設中アニメーションは施設建設の工程に合わせて実施する必要があるため、工事実施の際に定期会議等を通じて施工業者と実施の時期について十分打ち合わせタイミングがずれないように配慮する必要がある。また、レベル 1 給水施設の建設後アニメーションは、井戸掘削が失敗した場合、その説明と他水源への移行等にかかわる指導のためのワークショップを開催し、住民から無用な誤解を受けることのないよう配慮する。また、代替サイトでの井戸掘削を実施する場合は、施設追加建設に伴うワークショップを開催し、追加建設される給水施設の運営・維持管理が円滑に実施されるようにする必要がある。井戸掘削が成功した場合、CGE/AUE の能力開発に向けたワークショップを開催し自律性をたかめるためセルフモニタリングに関する説明も行い、その後、定期的(最低数カ月間隔)な活動モニタリングをプロジェクトの完了まで実施し、活動の定着化を図る。

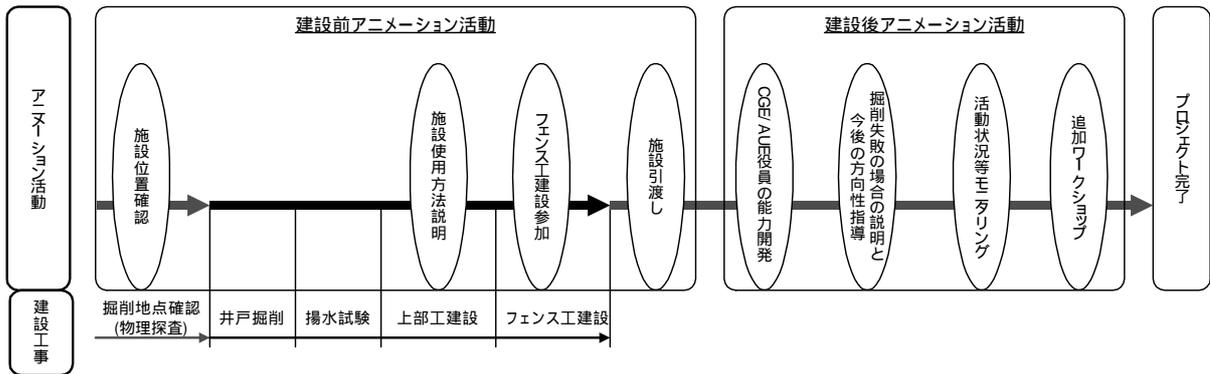


図 3.2.19 建設中・後アニメーション実施のタイミング

表 3.2.33 (章末) に示すように、上記の活動実施のためにアニメータを雇用し、アニメータの活動管理、マニュアル作成、維持管理専門家(日本人)への報告等のためにコミュニティ開発専門家をローカルコンサルタントとして雇用する。

7) ソフトコンポーネントの実施工程

本ソフトコンポーネントプログラムの活動は、建設前アニメーション活動及び建設中・後アニメーション活動からなり、前者は詳細設計期間中に、後者は工事実施期間中に工事工程に合わせて実施する。ソフトコンポーネント活動工程は図 3.2.21 (章末) に示すとおりである。

建設前アニメーション活動

給水施設建設前に実施するアニメーション活動は詳細設計調査の期間中に実施する。コンサルタント契約後直ちにローカルコンサルタント要員の選抜し、選抜されたコミュニティ開発専門家とともに実施するアニメーション活動の内容や工程、使用するハンドアウト等を含むマニュアルを準備する。マニュアルに基づきアニメータと実際の作業分担等について調整し、現地での活動準備を行う。これらの準備作業に約 1.0 ヶ月を予定する。現地でのアニメーション活動の期間は 3.0 ヶ月とし、全ての村落で必要なワークショップを開催する。その後、活動の成果確認に 1.0 ヶ月を予定し、各村落の達成度を確認する。これら全ての活動に 5.0 ヶ月を予定する。建設前アニメーション活動の成果と実施した活動の概要等を取りまとめたソフトコンポーネント実施状況報告書(1)を建設前アニメーション活動の最終段階で提出する。

建設中・後アニメーション活動

建設中アニメーション活動は、実際の工事工程に合わせて実施する必要があるため、活動はレベル 1 給水施設の井戸掘削作業の開始に合わせて実施される。着工後約 2.0 ヶ月は準備工に費やされ、着工後 3.0 ヶ月後から工事開始に合わせてアニメーション活動を開始する。コンサルタントは着工 1.0 ヶ月前から、ローカルコンサルタント選抜、マニュアル準備等を開始する。実際のアニメーション期間は 25.0 ヶ月で最終 1.0 ヶ月はそれまでに実施したアニメーション活動の成果等の取りまとめ作業を行い、活動開始からの全ての活動の内容、工程、成果について取りまとめたソフトコンポーネント完了報告書を提出する。建設中・後アニメーション活動は 25.0 ヶ月という長期間で実施されるので、途中、各タームの節目で各期間中に実施した活動の内容や成果について取りまとめ

たソフトコンポーネント実施状況報告書(2)及び(3)を提出する。建設中・後アニメーション活動全体の工期は26.5ヶ月となる。

8) ソフトコンポーネントの成果品

ソフトコンポーネントプログラムの各活動の成果品は次のとおりである。

表 3.2.40 ソフトコンポーネントの活動と成果品

成果品	内容
建設前アニメーション活動マニュアル	プロジェクト概要表
	住民参加型維持管理ハンドアウト(HO)/教材
	給水施設の紹介 HO/教材
	水と保健衛生 HO/教材
	意識教育 HO/教材
	O&M 計画 HO/教材
建設中・後アニメーション活動マニュアル	モニタリング HO/教材
	活動概要 HO/教材
	活動運営 HO/教材
	維持管理費徴収記録フォーム
	維持管理費出納記録フォーム
	会議・集会記録フォーム
アニメーション活動計画書	給水施設稼動モニタリングフォーム
	CGE/AUE 運営モニタリングフォーム
アニメーション活動計画書	活動の内容・手順・手法など
アニメーション活動報告書	活動の進捗状況、結果報告等

上記の成果品は活動成果と合わせて施主ソフトコンポーネント報告書に取りまとめマリ国政府実施機関に提出する。

9) 相手国実施機関の責務

ソフトコンポーネント活動による効果やその持続性を高めるため、また、活動を円滑に実施するためにマリ国側の負担で実施する事項は以下のとおりである。

- ・ シカソ支局に配属されているアニメーター(3名)の人件費と現場手当にかかる予算
- ・ 上記要員が使用する車輜と必要な燃料の供給にかかる予算
- ・ 協力対象村落に設立される水管理委員会(CG・AUE)の登録の際のシカソ支局による補助・便宜
- ・ 水理地質条件が悪く地下水開発が不可能であることが判明した結果、井戸建設を断念した協力対象村落に対するフォローアップ活動
- ・ ソフトコンポーネント活動実施後の協力対象村落の施設運営及び維持管理にかかる持続性維持のためのモニタリング及びフォローアップ活動

なお、レベル1 給水施設の建設で人力ポンプの据付時に住民に対して行う技術指導や構造説明、及び施設外周部に建設するフェンス工の建設指導は工事を受注する建設業者が工事の一環として必要な人材を派遣して実施することとし、プロジェクトのアニメータはそれらの活動が適切に実施されていることを確認するためのモニタリングを実施する。

3.2.4.9 実施工程

本事業はA国債（3ターム）として実施するものとし、レベル2 給水施設の水源井戸は本邦コンサルタントが実施設計期間内に開発・整備する。施工工程の策定にあたっては、雨期における施工性と施工効率に配慮しながら対象となる村落の施工手順を決定するとともに、工期の算定においては、雨期等による天候不良による年間労働不能日数を考慮して施工日数を算出した。マリ国の就労時間は週6日制であり、日曜日と年間の祝日が9日であることから年間労働日数は304日となるが、雨期を考慮すると実年間労働日数は225日と算定される。

レベル1 とレベル2 給水施設の工事は首都バマコに近いブグニ県から開始しクチアラ県で終わる工程順序としレベル1 とレベル2 の給水施設の建設を同時並行で実施する。作業基地はブグニ地区、シカソ地区、クチアラ地区に設営し本邦の請負業者とコンサルタントの現場事務所を置くとともに、建設資機材置場用の仮設ヤードを設けるものとする。また、本事業では建設された給水施設がマリ国側へ引き渡された後も適正な維持管理と運営が行われるように住民を対象にソフトコンポーネントによる啓蒙活動を実施するが、啓蒙活動は建設前と建設中・後に実施され、建設前の啓蒙活動はコンサルタントの実実施設計期間中に行うものとする。事業全体の実施工程表を図3.2.22に示す。

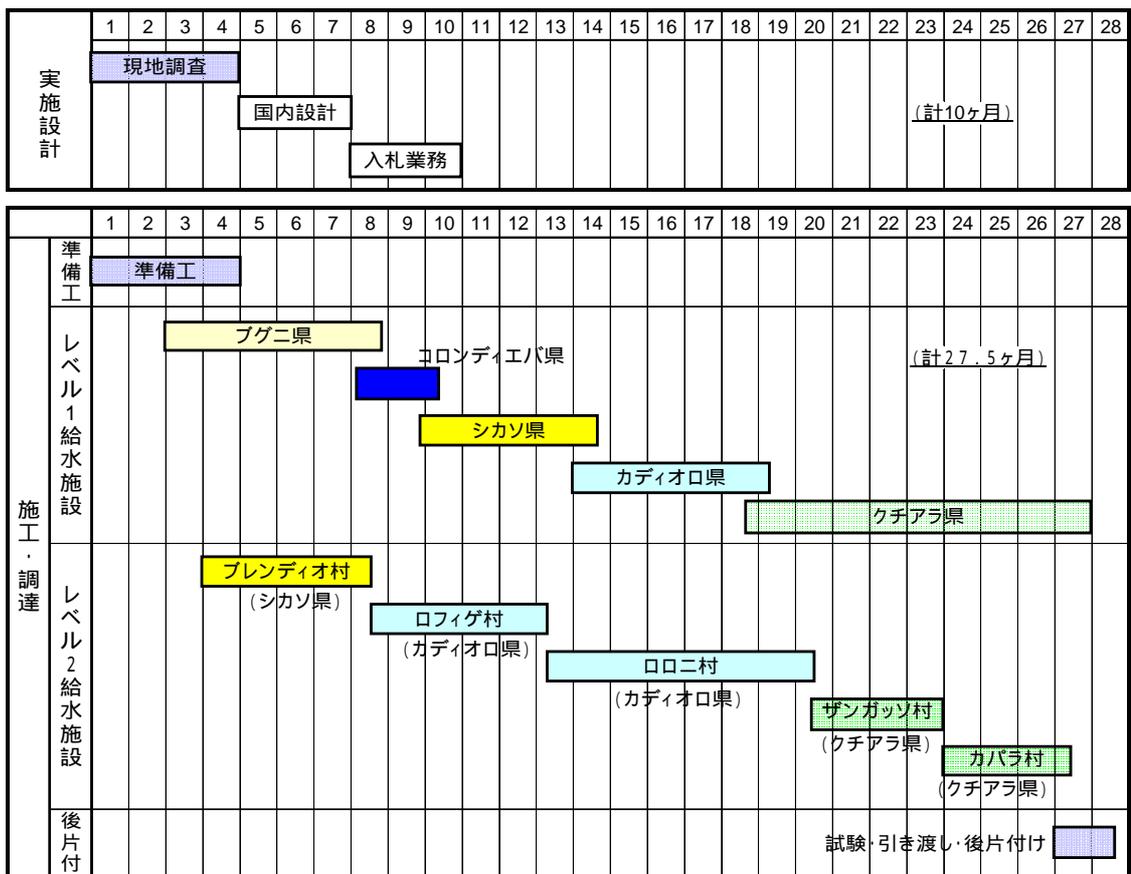


図 3.2.22 事業実施工程表