

モーリタニア国
キブラ市地下水開発計画調査
事前調査報告書

平成9年7月

JICA LIBRARY



J 1137835(3)

国際協力事業団

モーリタニア国
キファ市地下水開発計画調査
事前調査報告書

平成9年7月

国際協力事業団



1137835 (3)

序 文

日本国政府は、モーリタニア国政府の要請に基づき、同国のキファ市地下水開発計画にかかる調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成9年3月12日より3月30日までの19日間にわたり、国際協力専門員 牛木久雄を団長とする事前調査団（S/W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにモーリタニア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS/Wに署名しました。

本報告書は、今回の調査を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

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

平成9年7月

国際協力事業団
理事 佐藤 清



先方実施機関である水利・エネルギー省水利局において行われたS/W協議の様子



水利局長と牛木事前調査団長によるS/Wの交換



ヌアクショットの水利局の建物



水・電気公社 (SONELEC)



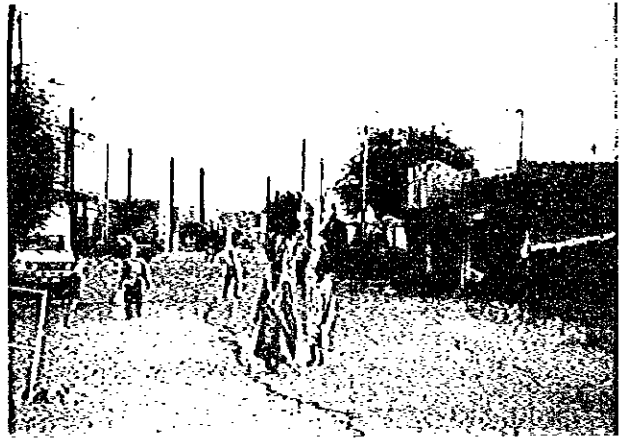
ヌアクショットとキファを結ぶ国道3号線（通称“希望の道”）。途中のAlegまでは舗装状態がよい。



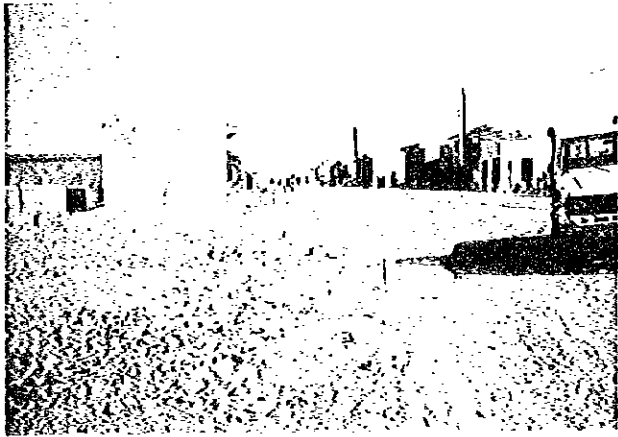
Aleg（ヌアクショットから262km）を過ぎると路面状態は悪くなる。



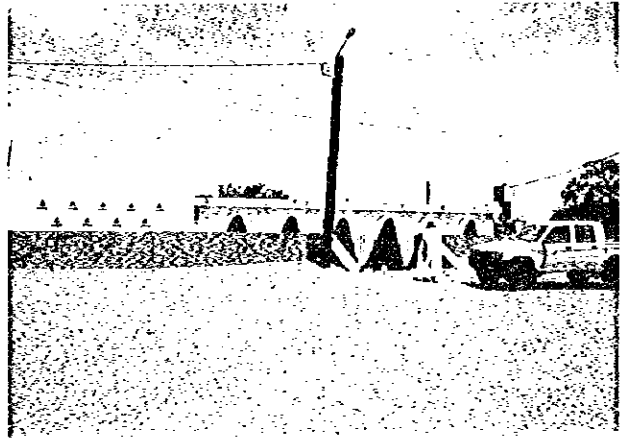
乾季には正規の道路からはずれた側道も走行可能



キファ市内の様子



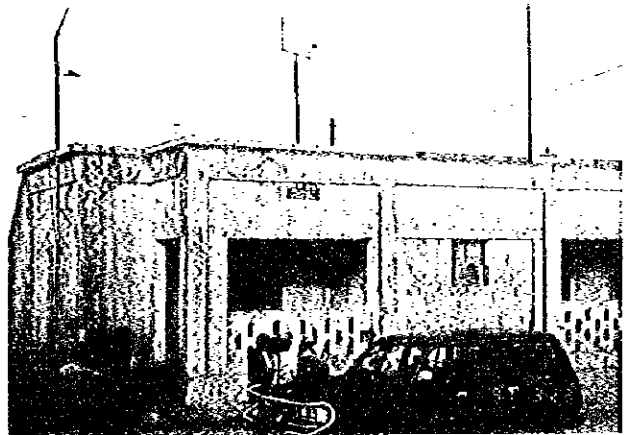
電化されているが、未舗装の街路が多い



アサバ州庁舎



アサバ州副知事（右から3人目）、キファ市長（左から3人目）表敬



計画省が管轄するキファ市の気象観測所



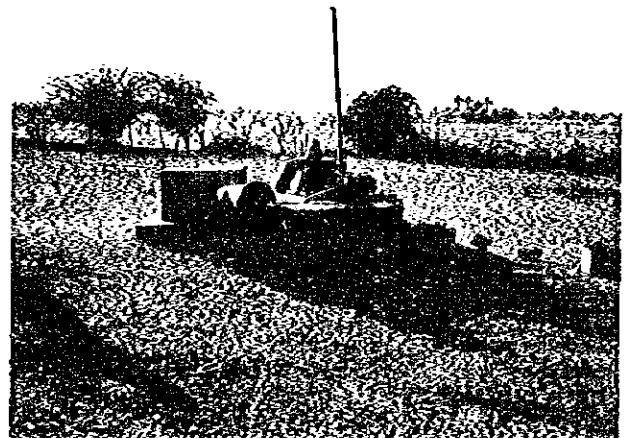
深井戸PK19付近に認められるアユン砂岩の状況



アユン砂岩の層理の状況



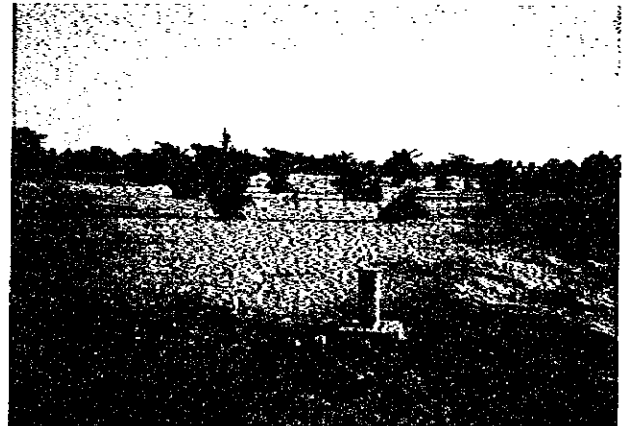
深井戸F6付近におけるペライトの露岩状況。
風化などの影響により、表面は礫状化している。



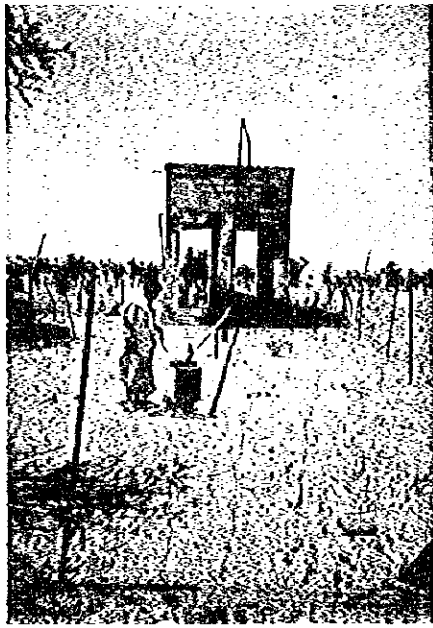
キファ市の公共水源となっている井戸



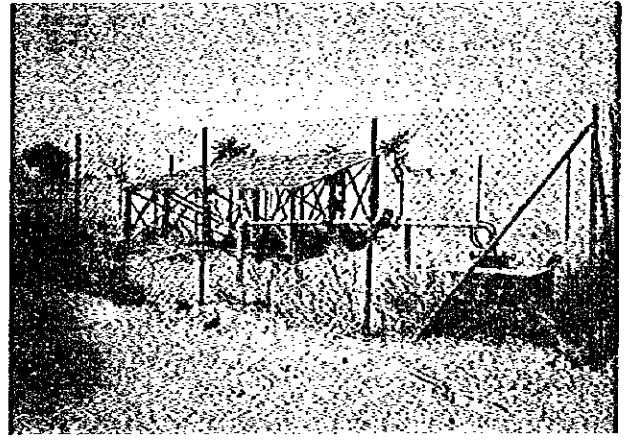
水利局キファ事務所内の井戸。水売り人が自由に水を汲んでいる。



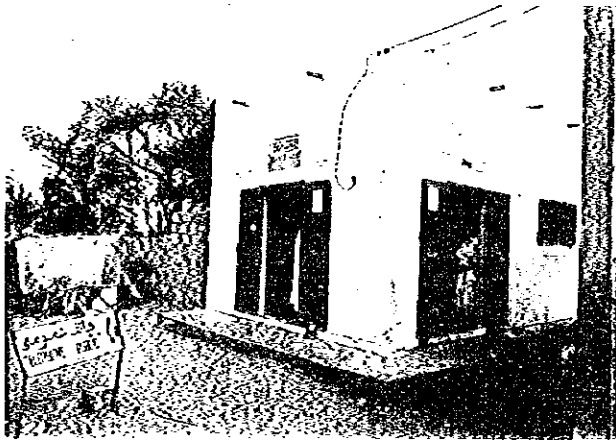
「内陸部10都市における飲料水給水調査」
でキファ市中心部より北西約10kmに掘削された調査井戸。手前がF6でその向こうにF5が位置する。



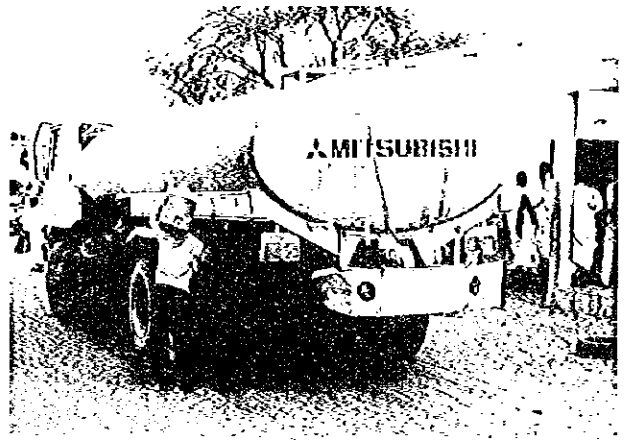
キファ市中心部より19km西方に位置する深井戸PK19。おもに、家畜用の水として利用されている。



ソーラーポンプを利用した井戸。周辺住民の共同水栓水源となっている。



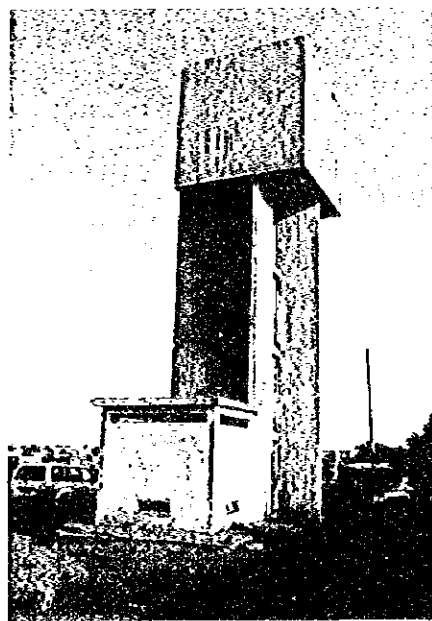
キファ市が委託している水売り業者の事務所。住民はここで料金を前払いし、金券を発行してもらう。



キファ市が所有している給水車



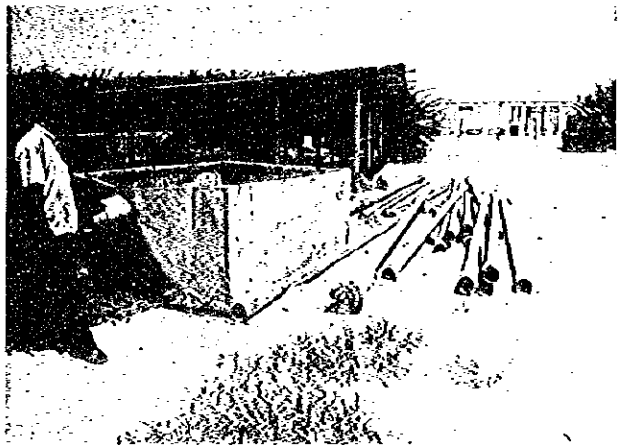
風車を用いて揚水している井戸。汲み上げた地下水を家庭菜園に利用している。



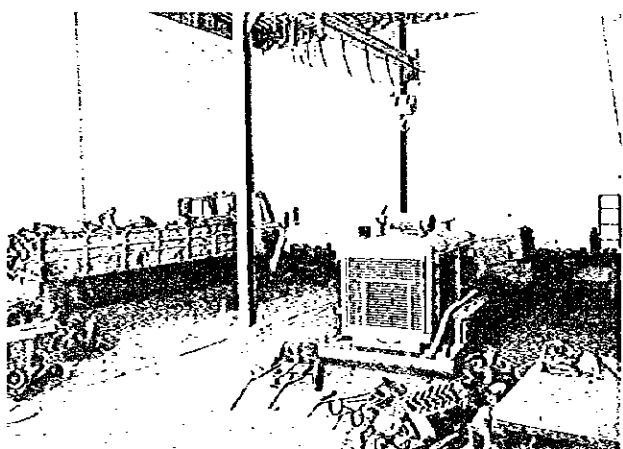
フランス統治時代の配水塔。1972年まで稼動していたが維持管理ができなくなって放棄された。



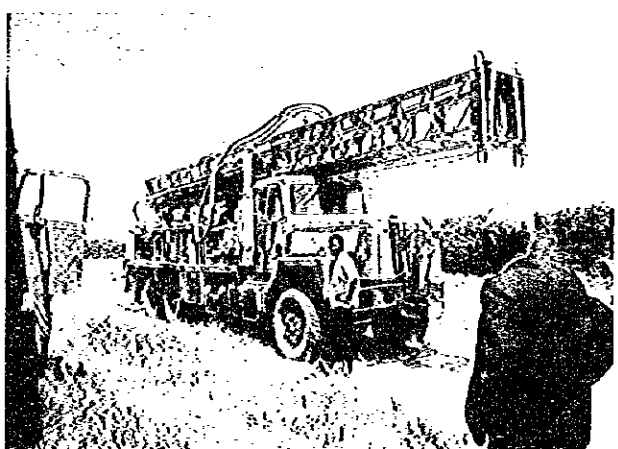
ヌアクショツト
 水利局の資機材置場遠景
 資機材置場としての面積は十分確保されているが、倉庫などが少なく機材が野ざらしになりがちである。



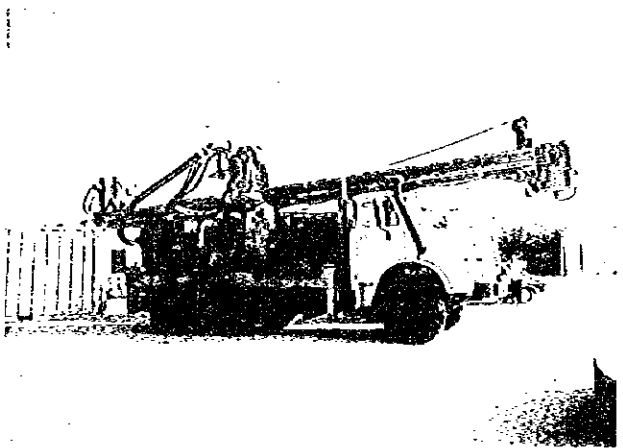
ヌアクショツト
 水利局の資機材置場



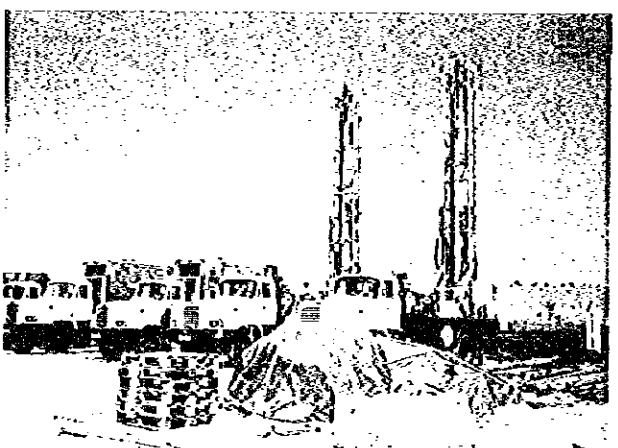
ヌアクショツト
 水利局資機材置場のガレージ
 10トンクレーンが装備されているものの、積極的に使われていないように見受けられる。



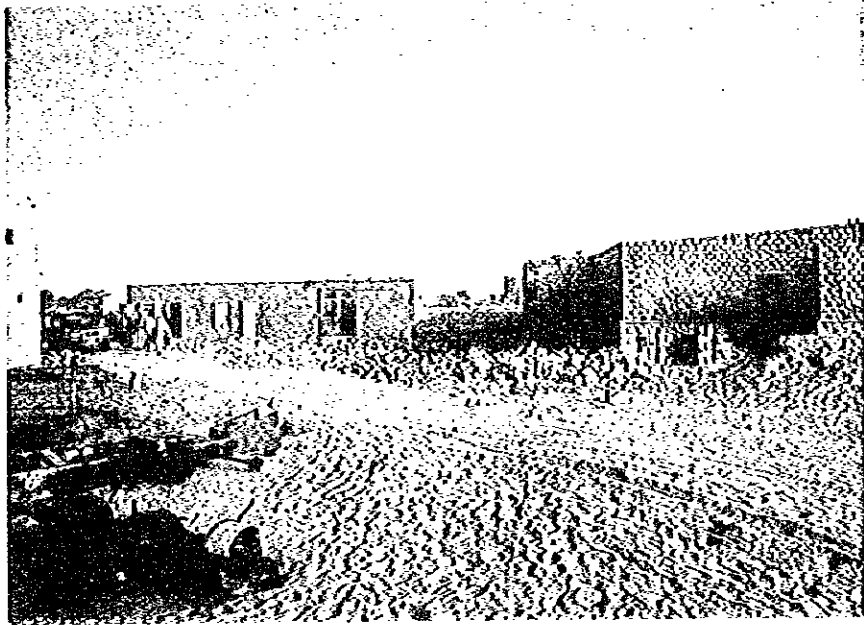
ヌアクショツト
 掘削機“INGERSOLL-TH60”
 スペアパーツを有するものの老朽化が著しく、使用するのは困難である。1980年導入



ヌアクショツト
 掘削機“AG80 600B”
 掘削リグ自体は“ATLAS COPCO”社製を搭載している。正常に稼働しているが、スペアパーツが全くない状態である。1995年導入



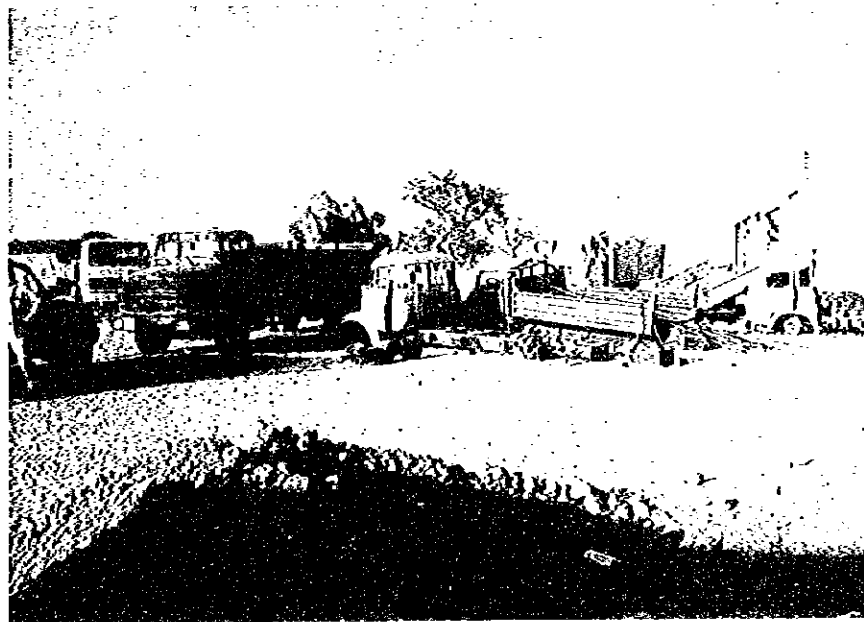
ヌアクショツト
 掘削機“KOKEN FSW-7T”
 「中南部地方水利計画」で1994年に供与された掘削機である。苛酷な動作条件の中3年間で180本以上の井戸を掘削してきたため、特に回転系の摩耗が著しい。細部にわたる整備が必要であり、メーカー技術者の派遣が望まれる。



キファ

水利局地方事務所

左側の建物がブリガード現事務所であり、右側がアフリカ開発銀行の出資により現在増築中（宿泊施設含む）の事務所である。



キファ

水利局地方事務所

資機材はほとんどなく、故障した車輛などは修理されることもなく放置されている。

目 次

序文

調査対象プロジェクト位置図

写真

第1章 事前調査の概要	1
1-1 要請の背景・経緯	1
1-2 要請の内容	1
1-3 事前調査の目的	2
1-4 事前調査団の構成	3
1-5 相手国受入機関	3
1-6 調査日程	4
1-7 協議の概要	5
第2章 調査対象地域の概要	10
2-1 一般	10
2-2 気象及び水系	13
2-3 地形・地質、水理地質	16
2-4 社会・経済	26
2-5 生活実態	31
2-6 水利用・地下水利用実態	34
2-7 保健衛生	36
2-8 キファ市の生活環境	40
第3章 モーリタニア国の地下水開発・給水事業における組織・体制・制度	44
3-1 行政・組織	44
3-2 実施機関の組織・運営	46
3-3 維持管理体制	51
3-4 既往及び関連計画・調査	53
3-5 水道法及び水道政策	66
3-6 機材保有状況	66
3-7 地下水開発・給水事業の問題点と留意点	71

3-8	ローカルコンサルタントなど	74
第4章	環境予備調査	77
4-1	環境行政組織	77
4-2	環境問題と環境管理制度	77
4-3	スクリーニング、スコーピングの結果	77
第5章	本格調査の基本方針	80
5-1	本格調査の目的	80
5-2	調査対象地域	80
5-3	基本方針	80
5-4	調査項目	81
5-5	調査工程	82
5-6	本格調査団の構成	83
5-7	調査実施体制	83
5-8	調査用資機材	83
5-9	ボーリング計画	85
付属資料		
1	要請書（仏文）	91
2	要請書（和訳）	103
3	S/W（英文）	109
4	S/W（仏文）	119
5	M/M（英文）	129
6	M/M（仏文）	137
7	質問票と回答	145
8	環境予備調査結果	179
9	収集資料リスト	185
10	面会者リスト	201

通貨単位

1 モーリタニアウギア（UM）＝約0.81円（97年3月）

第1章 事前調査の概要

1-1 要請の背景・経緯

モーリタニア・イスラム共和国（人口214万人（93年）、面積103万km²）はアフリカ北西岸に位置する国である。早魃と砂漠化の進行により農業生産が落ち込んでいるほか、主要な外貨獲得源である鉄鉱石と水産物も国際価格の低迷などの困難を抱えている。1人当たりのGNPは約510ドル（93年）であり、L.L.D.C.に分類される。国土の大半が砂漠であり早魃にしばしば見舞われることから、衛生的な水の安定供給は国家の最重要課題と認識されており、1989年「水資源開発マスタープラン」、1990年「地方給水井戸建設計画」などの計画を策定してドナーの支援を得つつ給水事情の改善に努めている。日本も給水セクターに対する協力として、「中南部水利計画」（93年度基本設計調査）及び「ギニア・ウォーム撲滅対策飲料水供給計画」（96年度基本設計調査）の2件の無償資金協力を実施している。

本件対象地域のキファ市（人口約6.1万人（96年））は、モーリタニア国第2の人口を擁する都市である。首都ヌアクショットの東約600kmのモーリタニア国南部に位置し、首都と内陸部を結ぶ物資輸送の重要な中継点となっている。また、早魃などの影響により遊牧民が比較的雨量の多い南部に定住を始めたため、急激に人口が増加している。年間降水量は100～400mmである。

同市には整備された給水網がなく、住民は水質、水量ともに問題の多い浅井戸や溜まり水を利用している。深井戸の水源となりうる滞水層については過去にいくつかの調査がなされているものの、いずれも不十分な内容にとどまっており、情報が不足している。

このような状況を背景として、1995年9月、モーリタニア国政府は我が国に対し、キファ市に対する水源開発計画及び給水計画に係る協力を正式に要請した。

1-2 要請の内容

(1) プロジェクトタイトル

キファ市水源開発調査

(2) 実施機関

水利・エネルギー省水利局、人員約250名、年間予算約30万米ドル

(3) プロジェクトの必要性と目的

- 1) 現状：深井戸設備が少なく、住民は表流水を利用することが多いが、量、質ともに不十分である。

- 2) 国家政策：キファ市の電化プロジェクトが完成し、次の第1優先課題が水供給整備である。
- 3) 解決すべき問題点：キファ市周辺住民に2,400m³/日と推定される需要水量を安定供給する
住民の生活・衛生条件の改善
住民の定住化
- 4) プロジェクト内容：キファ周辺の水源に関する水理的及び地学的調査、水源地点の特定、水量把握のための試掘調査
キファ市への水供給計画の基本プラン立案
キファ市への導水計画に係る技術的研究
- 5) 短期目的：十分な水源の把握、特定と導水の技術的研究
- 6) 長期目的：キファ市の飲料水供給の永続的確保
- 7) 裨益者：キファ市内及び近郊併せて約97,000人の住民

(4) 国家開発計画における本件優先度

全てに優先する

(5) 調査項目

水理地質上の調査

水源地点把握のためのボーリング

給水網の調査

最終報告作成

1-3 事前調査の目的

モーリタニア国政府の要請に基づき、同国の内陸部に位置するキファ市に対して衛生的な水を安定して供給するため、地下水を対象とする水源開発計画及び給水計画を策定することを目的とするものであり、今回は本格調査のS/W協議・署名を目的として事前調査団を派遣した。

1-4 事前調査団の構成

事前調査は、以下の団員構成で実施した。

氏名	担当業務	所属	派遣期間
1) 牛木 久雄 <small>うしきま ひさお</small>	総括／地下水開発	国際協力事業団 国際協力専門員	3/18～3/29
2) 松本 重行 <small>まつもと しげゆき</small>	調査企画	国際協力事業団 社会開発調査部社会開発 調査第二課	3/18～3/30
3) 古賀 芳郎 <small>こが よしろう</small>	水理地質	梶谷エンジニア（株）	3/15～3/30
4) 藤山 剛敏 <small>ふじやま たけとし</small>	導水・給水計画／環境	三井金属資源開発（株）	3/15～3/30
5) 平本 弘 <small>ひらもと ひろし</small>	ボーリング・機材計画	梶谷エンジニア（株）	3/12～3/30
6) 松原 雅男 <small>まつばら まさお</small>	通訳（フランス語）	（財）日本国際協力センター	3/15～3/30

1-5 相手国受入機関

相手国受入機関は、水利・エネルギー省水利局（Department of Hydraulics, Ministry of Hydraulics and Energy）である。おもな面会者は巻末に添付した。

1-6 調査日程

事前調査は、以下の日程で実施した。

日 順	月日	曜日	宿泊地	官ベース	役務提供団員
1	3/12	水	パリ		(ボーリング・機材計画) 東京(11:50)→ パリ(16:30) (NH205)
2	13	木	"		在オルレアンBRGM-ANIEAにおいて再委託業者 (試験調査) などに係る調査
3	14	金	"		再委託業者 (試験調査) に係る調査
4	15	土	"		(ボーリング・機材計画) 資料収集 (水理 地質、導水・給水計画/環境、通訳) 東京 (11:50)→パリ(16:30) (NH205)
5	16	日	ヌアクシヨット		パリ(11:50)→ヌアクシヨット(16:30) (AF7264)
6	17	月	"		クエスチョネアに対する回答ヒアリング、 物価・機材・再委託業者等調査
7	18	火	パリ/ ヌアクシヨット	東京(10:25)→パリ(16:55) (NH203)	クエスチョネアに対する回答ヒアリング、 物価・機材・再委託業者等調査
8	19	水	ヌアクシヨット	パリ(11:00)→ヌアクシヨット(15:20) (AF2764)	クエスチョネアに対する回答ヒアリング、 物価・機材・再委託業者等調査
9	20	木	"	水利・エネルギー省、計画省、水・電気公社表敬、水利局と打合せ (開発調査の説明、現地踏査打合せ、S/W (案) 説明)	
10	21	金	アエオン	キファへ移動 (陸路)	
11	22	土	キファ	アサバ州・キファ市表敬、現地踏査	
12	23	日	"	現地踏査	
13	24	月	ヌアクシヨット	ヌアクシヨットへ移動 (陸路)	
14	25	火	"	S/W協議	
15	26	水	"	S/W協議・署名	補足調査
16	27	木	ダカール	ヌアクシヨット(11:30)→ダカール(12:40) (MR161)	
17	28	金	機中泊	セネガル事務所・セネガル大使館報告	ダカール(23:50)→
18	29	土	"	→パリ(6:30) (AF419)、(総括) パリ(18:55)発 (AF128) (残りの団員) パリ(18:30)発 (NH206)	
19	30	日		(総括) 引き続き中国にて別件調査に参加(北京着11:40) (総括を除く団員) →東京(14:20)	

1-7 協議の概要

事前調査団は、1997年3月13日よりモーリタニア国内における現地調査を開始し、水利・エネルギー省、計画省、アサバ州庁、キファ市役所、水・電気公社（SONELEC）などを訪問した。これら関係者から有益な情報を収集するとともに、現地踏査を実施し調査対象地域の現状把握を行った。水利・エネルギー省水利局、同局の出先機関であるキファ事務所（ブリガード）、キファ市役所などの積極的な協力を得てこれらの作業は順調に進捗し、3月26日予定どおりMr. Ely Ould El Hadj水利局長と牛木事前調査団長（JICA国際協力専門員）との間で本件S/W及びM/Mに署名を了した。

- (1) 本件調査団受入に対しモーリタニア側は、終始、水利局長、キファ市長以下全面的協力の姿勢を示し、長時間にわたる協議や踏査、短期間での資料収集であったにも関わらず、十分な協力が得られた。S/W協議にはすべて水利局長もしくは水利局次長が出席し、また、調査対象地域の現地調査には2名の本省担当者とキファ事務所所長、キファ市副市長が同行するなど、本件調査に対するモーリタニア側の真剣かつ積極的な取り組みがうかがわれた。また、関係者からは等しく本件調査の必要性、緊急性についての言及があり、キファ市に対する給水が同国において極めて重要な課題と位置づけられているとの印象を受けた。
- (2) 本件調査に関して、モーリタニア側が我が方の協力を期待するところは、主として
 - 1) キファ地域における適切な地下水開発計画の策定
 - 2) 水・電気公社による給水計画の予備的検討の見直し
 - 3) 調査期間を通じてのモーリタニア側カウンターパートに対する技術移転の3点である。
- (3) 本件調査は当初無償資金協力の要請が提出されたのに対し、水源のポテンシャルとフィージビリティに不確定な要因があるため、開発調査を実施することとなったものである。無償要請で水源として挙げられていた帯水層は、キファ市東方約40kmのアユン（Aioun）砂岩層であったが、現地踏査の結果、キファ市中心部から北西約10km泥岩層が有望であること及びキファ市内にも多数の浅井戸が掘られており、中には良質なものがあることが判明した。事前調査団はこの結果に基づき、上記2つの浅層地下水を主たる調査対象とすることを提案し、モーリタニア側の合意が得られた。これら市中心部に近く、かつ浅層の地下水を保全しつつ利用することにより、財政的にもフィージブルな給水計画の策定が可能と思われる。

(4) キファ市内では、市役所が民間業者に委託して2台の給水車を使用した水供給を行っているが、需要に遙かに及ばない能力であり、市民はロバにドラム缶を引かせる水売りから購入したり、自宅や近所の浅井戸から汲み上げたりしている。井戸は柵や蓋などの保護策がとられておらず、家畜の排泄物を中心とする汚染源にさらされている。また、アサバ州庁とキファ市役所によると、キファ市はモーリタニア第2の人口と擁し、サヘルの旱魃により人口の集中が進んでいるとのことであった。両者には、電気を引き続いて給水網を整備し、内陸部の中心都市として発展させたいという強い要求がある。これらの事実より、本件調査の必要性、緊急性が感じられた。

(5) キファ市に対する給水計画調査としては、アフリカ開発銀行の資金により水・電気公社がコンサルタント会社に委託して行った調査が存在する。同調査は1995年に終了したが、水源の確定にはいたらず、事業の実施には至っていない。しかし、社会経済調査、市内給水網の設計、費用積算などは行われており、本件調査にとって十分参考になる内容を含んでいることがわかった。モーリタニア側からは、上記調査の見直しを本件調査の中で行ってほしいとの要望があった。また、Mauritania Public Works Agency (AMEXTIPE、世界銀行資金による事業団) によって、市内のインフラ及び公共施設のインベントリー調査が始まっており、1カ月後に報告書が完成することが判明した。これらの既存及び進行中の調査の結果を有効に活用することにより、本件調査の円滑な進捗と質的向上を図ることが可能であると思われる。なお、水・電気公社による調査は、地方都市10カ所を対象としたものであるが、キファ市を除く残り9都市はアラブ社会経済基金 (FADES) の資金によって1997年度より建設工事が始まる予定である。これら同種の地方都市におけるプロジェクト例も参考になるものと思われる。

(6) 上記を踏まえモーリタニア側と協議を行った結果、当初のS/W案は一部修正の上、署名された。S/W案の主要な変更点及びM/Mの要点は次のとおりである。

1) 署名相手及び使用言語

S/W及びM/Mの署名相手方としては、先方の意向に基づき、水利・エネルギー省水利局長とし、英語版及び仏語版を作成した。翻訳上の疑義が生じた場合には、英語版を正文とする旨、S/Wに記載した。

2) 調査名

対処方針では“L'Etude sur le Developpement de l'Eau Souterraine pour la Ville de Kiffa”としていたが、現地踏査の結果、先方では行政区分としてのキファ市を指す言葉としてcommuneを使用しており、villeは市街地を意味する言葉として区別していることが判明したことから、“L'Etude sur le Developpement de l'Eau Souterraine pour la

Commune de Kiffa”とした。英文名はcommuneの英訳がcityに相当するという理解の下、対処方針どおり“The Study on Groundwater Development for Kiffa City in Mauritania”とし、M/Mの2.に明記した。

3) 調査対象区域

給水施設計画の対象範囲は、市街地 (ville) とし、キファ市 (commune) 外縁部の村落部は対象外とすることで合意した。また、地下水賦存量調査の主たる対象は市街地及び地下水脈の上流側にあたるキファ市北部とすることで合意した。ただし、気象データの収集や社会経済調査などに関しては、上記のエリアの周辺部も含める必要が生じると思われるため、補足的調査の対象とする旨、S/W調査対象地域の項に記載した。

4) 実施機関

対処方針どおり水利・エネルギー省水利局とし、関係機関、特に事業化後の維持管理を委託することになる水・電気公社との調整を図るよう先方に特に要望した。先方からは、水・電気公社は水利局の監督下にある組織であり、調整は同局が責任をもって行うこと、及びC/Pとして同公社の技術者の参画を得る用意があることが示された。水・電気公社の参画については、M/Mの7.に明記すると共に、その他関係機関との調整についてもM/Mの8.(1)に明記した。また、カウンターパートにも同公社のエンジニアを含めるよう要請し、M/Mの8.(2)に記載した。モーリタニア側からは財務関係の技術者を水・電気公社からカウンターパートとして参加させたいとの回答があった。

5) 給水用途・給水施設レベル

対処方針では生活用水と家畜用水を給水対象とする方針であったが、現地踏査においてキファ市及びアサバ州より家庭菜園用水と地元産業用水についても含めてほしいとの強い要望があったため、これらの用途も対象とすることとし、M/Mの4.に記載した。家庭菜園については水・電気公社による調査においても水需要に含まれており、家畜用水と同様にキファの市民生活にとって重要な活動となる可能性がある。産業用水は現在のところみるべき工場がないため、産業立地の動向に関する調査を行った上、将来予測のみ実施することとなる。

また、給水施設のレベルについては、レベル2 (公共水栓)、レベル3 (各戸給水) の組み合わせとし、どの地区にどのレベルを適用するかという点については社会経済調査によって得られる住民の支払い能力などによって技術的に検討してほしいとの要望がモーリタニア側から出されたため、M/Mの16.に記載した。

6) 本格調査の調査項目

調査項目はほぼ原案どおりであるが、先方の強い要望により、実態調査の項目に「料金体系に関連する項目」を追加した。また、地下水賦存量調査の一環として実施する予定とされていた水収支解析について、現地踏査の結果必要な気象・水文データが乏しく、十分な

精度を確保することが困難であることがわかったため、「予備的水収支解析」とした。以上の2点に関してS/W案を修正した。

また、維持管理計画・組織計画の策定、下水対策、地下水モニタリングの重要性を指摘し、それぞれM/Mの7.、14.、17.に記載した。

7) 調査期間

現地踏査の結果、調査対象とする帯水層を浅層地下水とする判断に到達した(M/Mの15.に記載)ことから、地下水位及び水質の観測に既存井が使用できるという見通しがあった。また、本格調査開始に先立ち、モーリタニア側があらかじめ観測を開始しておくことを事前調査団から提案し、モーリタニア側の同意が得られた(M/Mの6.に記載)。これらのことより、当初試掘井に関して1水文年実施する予定としていた試掘井の水位・水質観測を省略することが可能と判断されたため、調査期間を短縮した。これに伴い、プログレスレポートの提出回数を3回から2回に減らした。より早く事業化に結び付けるため、調査期間を短縮してほしい旨、先方より要請がなされたため、本格調査の基本方針立案の際に考慮することとし、M/Mの10.に記載した。全体調査期間は約19カ月、本格調査開始は1997年(平成9年)7月を予定している。

8) 調査用資機材

井戸掘削機については、無償資金協力(中南部地方水利計画)にて1994年に供与された欽研工業製FSW-7T型機を1台借用することで合意した。同機は1996年12月に行われたギニアウォーム撲滅対策飲料水供給計画B/Dの際には別のプロジェクトに使用するため、同計画に動員することはできないとの回答があったものであるが、本件調査に関しては、プロジェクトの優先度が高いこと及び掘削期間が短いことから1台の活用を認められた。しかし、3年に亘って90本余りの井戸を過酷な条件下で掘削してきたため、整備が必要であることから、メーカー技術者の派遣、消耗品の補給などを日本側が検討することとした。

9) カウンターパート研修員の受け入れ

要請があったため、その旨本部に伝えることとし、M/Mの9.に記載した。

10) 技術移転セミナー

先方からドラフトファイナルレポート提出時に技術移転セミナーを開催してほしいとの要請があったため、その旨本部に伝えることとし、M/Mの10.に記載した。

11) レポート

レポートは公開とすることで合意し、M/Mの11.に記載した。

12) モーリタニア側の便宜供与事項

以下の事項をモーリタニア側の便宜供与事項とすることを確認し、M/Mの8.に記載した。

①本件調査に対する関係機関の支援と参加を保証する。

②適切な数のカウンターパートを配置すること。また、事業実施後の維持管理を受託することが想定される水・電気公社からもカウンターパートを出すこと。カウンターパートについては、先方の意向を踏まえ、総括・業務調整、水理地質、物理探査、水道料金計画、水道計画、試掘、社会学の各分野をカバーする技術者を最低6名配置することを確認した。このうち、総括・業務調整としては今回のS/W協議、現地踏査に参加したMohamed El Moctar水利施設課長が、また、水道料金計画は水・電気公社からの技術者が参画する旨回答があった。

③ヌアクションとキファの双方においてエアコン、電話、備品のついた事務所スペースを提供すること。

車輛については、財政上の理由により負担できないとの回答があったため、本部にその旨伝えることとした。

現地踏査時のカウンターパートの日当、宿泊費については、先方負担であるとの日本側の基本スタンスを説明し、モータニア側からは必要な措置をとるとの回答があった。水利局には出張旅費を支給するという制度自体がないが、計画省にプロジェクトのための予算があるとのことであり、そちらの予算の利用を申請するということであった。

また、限られた調査期間において不足している地下水観測データをより多く蓄積し、事業化時期を早めるため、本格調査団の現地入りに先立って日本側が指定した井戸の水位と水質の連続観測（隔週）を実施するよう依頼し、M/Mの6.に記載した。

13) スキーム説明

本件調査は水利・エネルギー省をカウンターパートとする初めての開発調査であり、同省は無償資金協力の経験しかないため、スキームの混同が懸念されたことから、開発調査の仕組み、両スキームの違いを中心として繰り返し説明を行った。その旨M/Mの12.に記載した。