No. 03

マリ共和国
ナラ地域太陽光発電揚水計画調査
予備調査報告書

1993年2月

国際協力事業団
鉱工業開発調査部

鉱調資
CR (3)
93 — 055

25268
JICA LIBRARY
1106343[5]

国際協力事業団
25268

マ リ 共 和 国

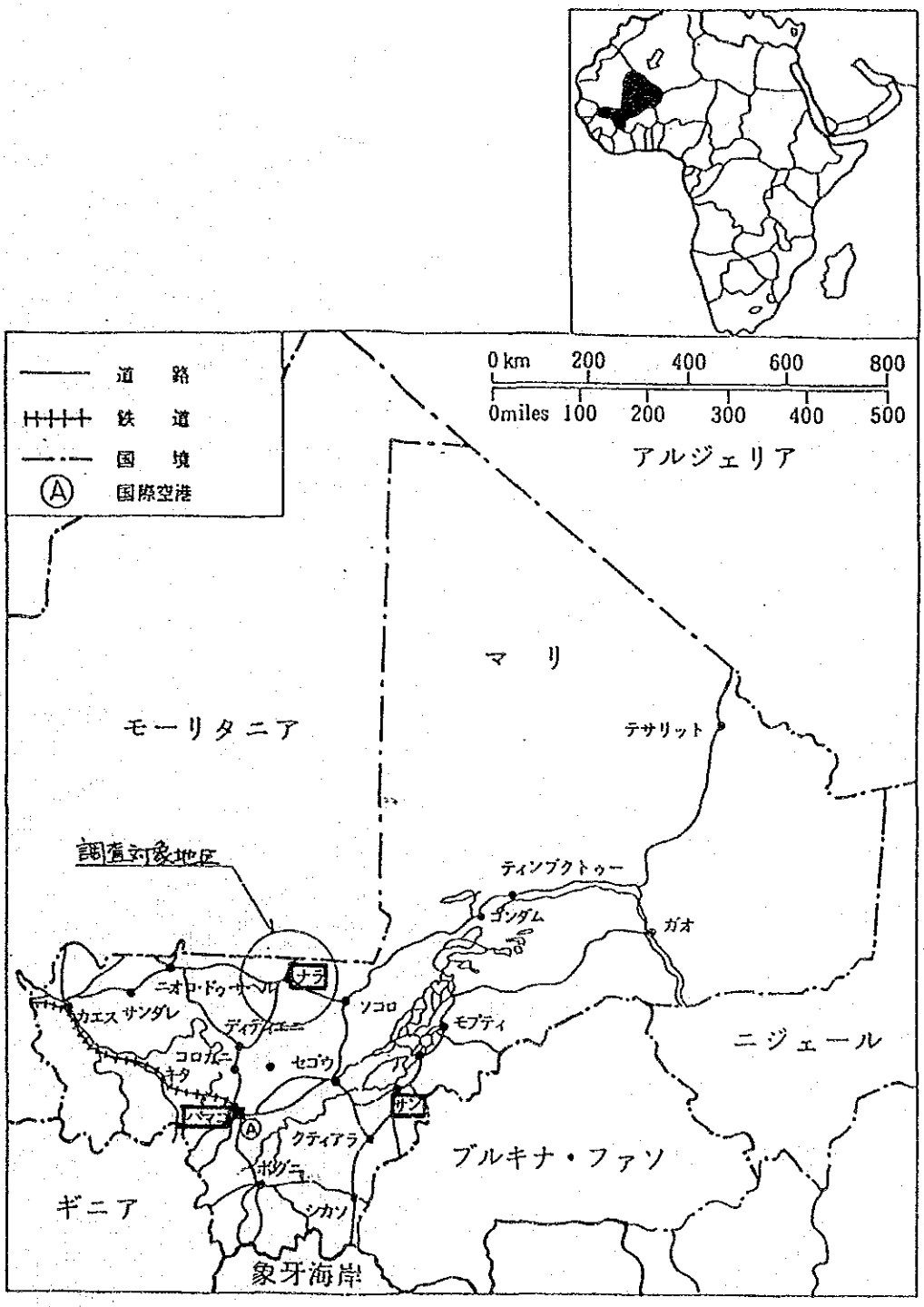
ナラ地域太陽光発電揚水計画調査

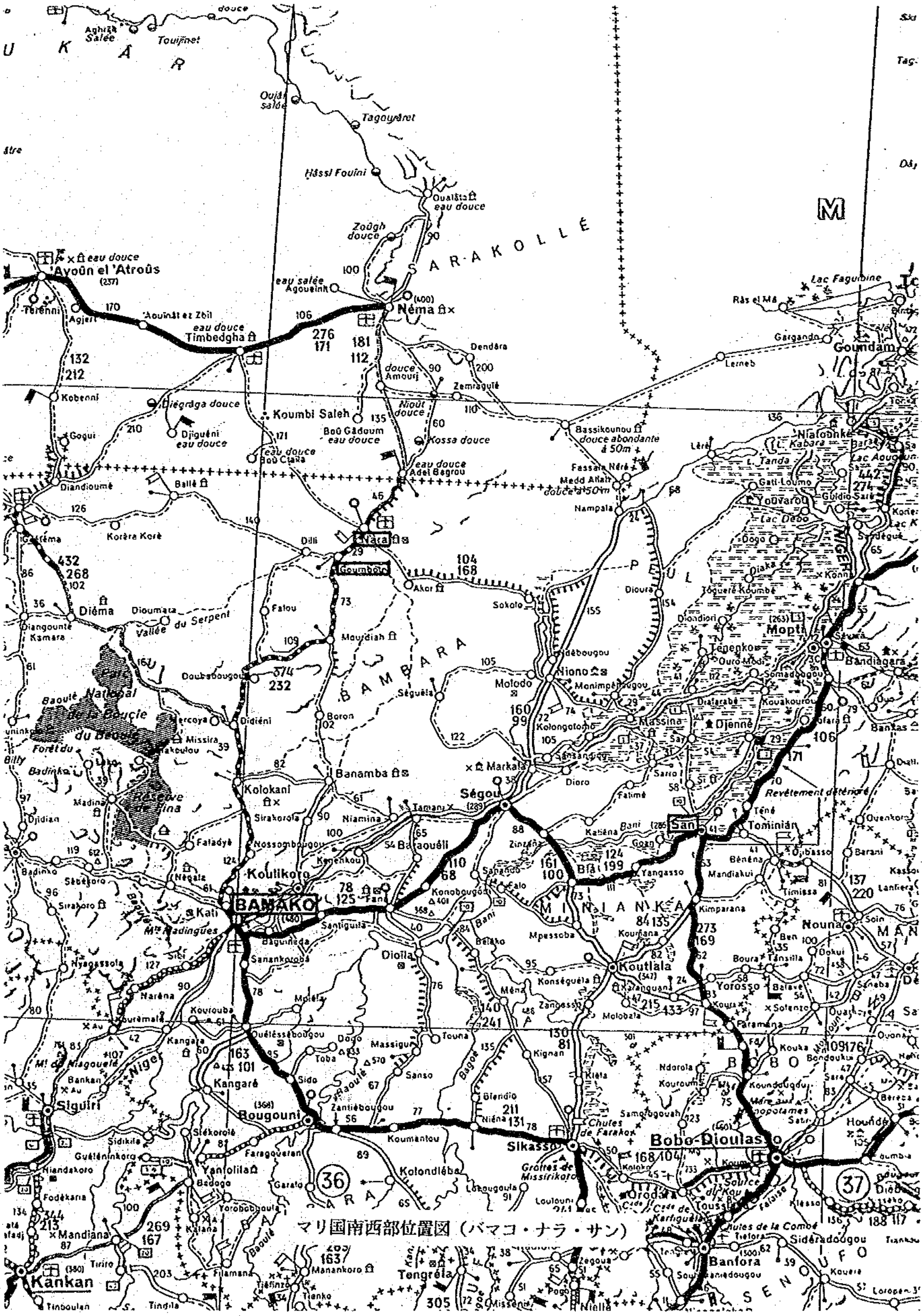
予備調査報告書

1993年 2 月

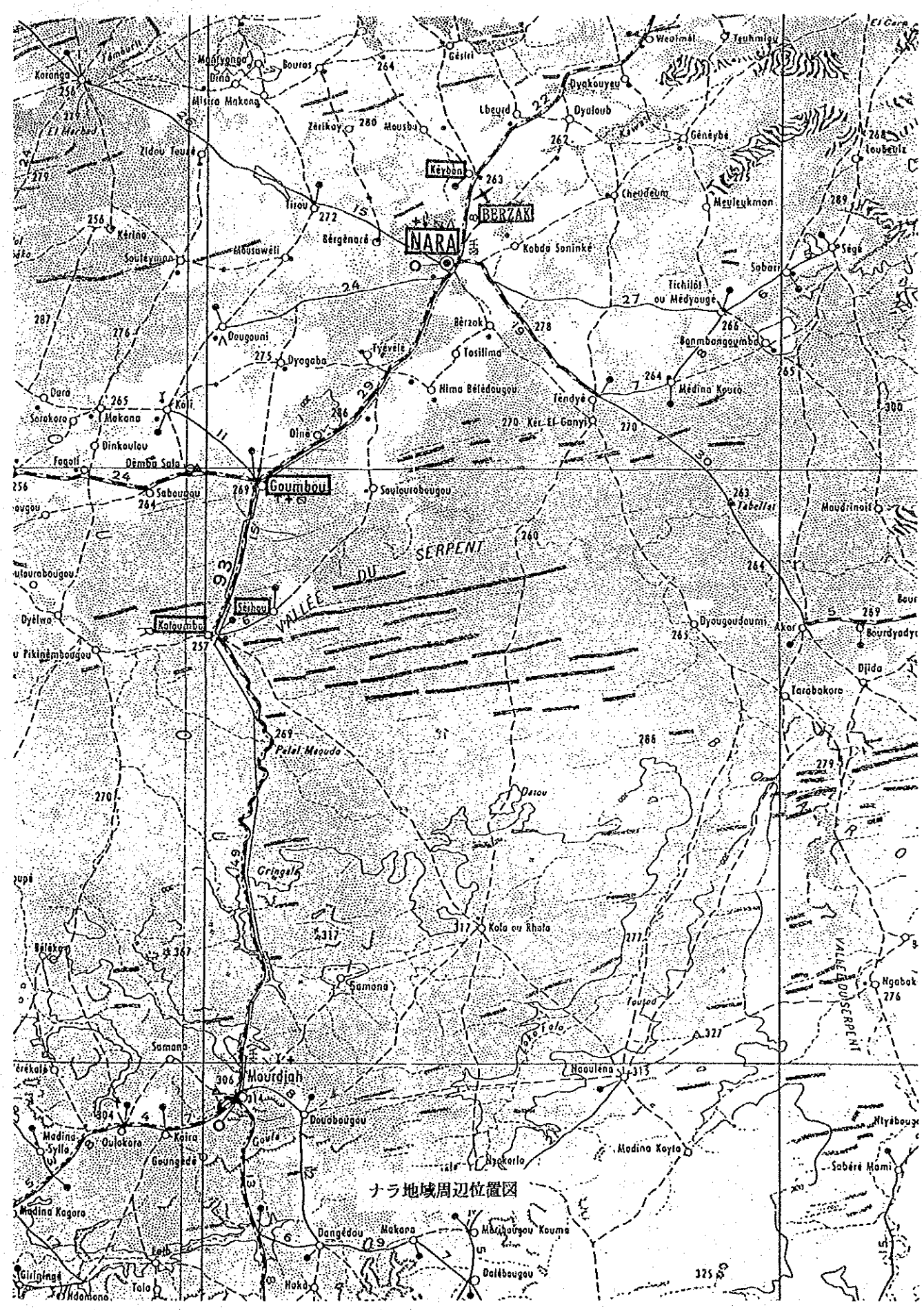
国際協力事業団
鉱工業開発調査部

調査対象プロジェクト位置図





マリ国南西部位置図（バマコ・ナラ・サン）


NARA
BERZAK
Goumbou
VALLÉE DU SERPENT
Kéybon
Bérzok
Tosilima
Hima Bélédougou
Tendyé
Médina Kouro
Dougouni
Dyogaba
Tyévélé
Koli
Makana
Dinkoulou
Fogoli
Dèmba Sala
Sabougou
Soulourabougou
Séréhou
Kaloumbou
Dyougoudoumi
Akor
Djida
Tarabakoro
Kola ou Rhola
Samana
Mourdjah
Douabougou
Madina Kouta
Dangédou
Makana
Dalébougou
Koira
Oulokoro
Madina Sylla
Madina Kagoro
Sabéré Mami
Ngabak
Cheudeum
Meuleukman
Kobda Soninké
Tichilôt ou Médyougé
Bonmbangoumba
Sabari
Ségé
Loubeuiz
Dyakouyeu
Dyaloub
Lbeurd
Généybé
Zérikoy
Mousbu
Bouras
Gésiri
Weulmél
Teuhmlou
Koranga
Mistra Makana
Zidou Touré
Kérina
Souléyman
Mousawéli
Tirou
Bérgénaré
Dara
Sorokoro
Dyélwa
Pikinèmbougou
Gringala
Datou
Touad
Ngoulena
Ntyébougou
Sabéré Mami
Giriningé
Ndomono
Tola
Haka
Maribougou Kouma
Dalébougou
Ngorlo
Goulé
Gounguédé
Bélékoro
Dyé
Kéré El Ganyi
Tabellat
Maudrinoit
El Gara
El Marbad
Kawari
Tamourt
Pelal Meouda
Loka Tala
VALLÉE DU SERPENT

ナラ地域周辺位置図

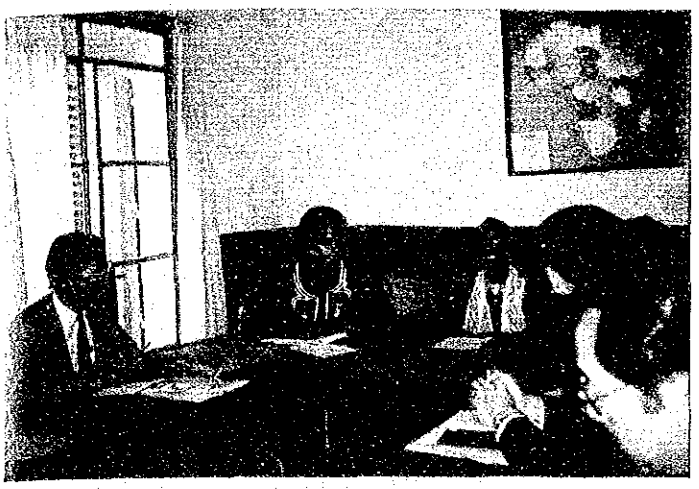


写真１　国際協力局表敬訪問
中央 Koréissi次長
その左 Mr.Cissé

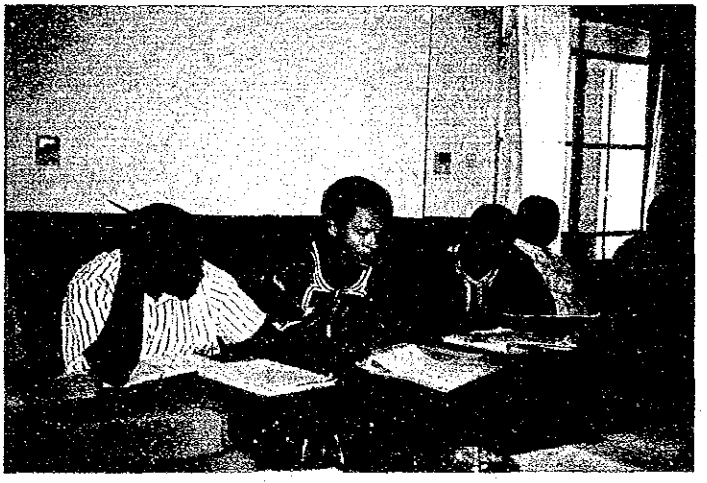


写真２　第一回全体協議
左端　議長後の Mr. Nampa Sanogo

写真3　第一回全体協議
左から３人目　藤田団長
（鉱工業チーム）
左から２人目　川上団長
（農業チーム）

写真４　第二回全体会議

写真５　太陽光研究所
気象観測装置

写真６　ＣＥＥＳ主任 Mr. S. Keita

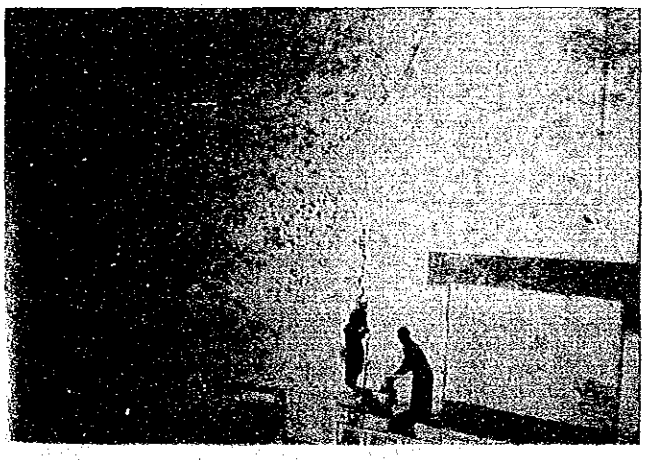


写真７　サン　マリアクアヴィヴァ本部
井戸の分布図

写真８　ナラ気象観測所
日照時間計

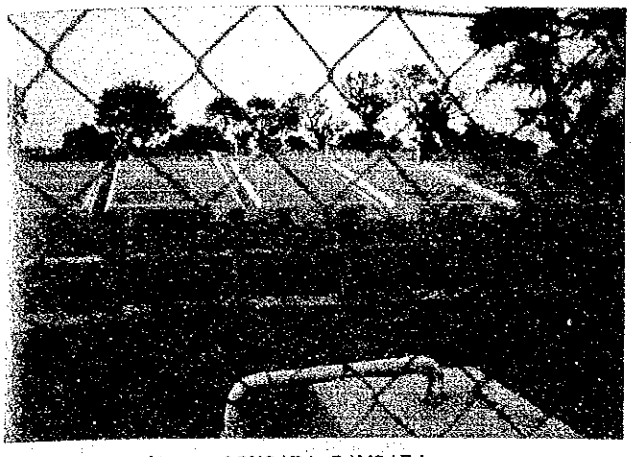


写真９　SINSARA-BAMBARA
ＰＶパネルとポンプ

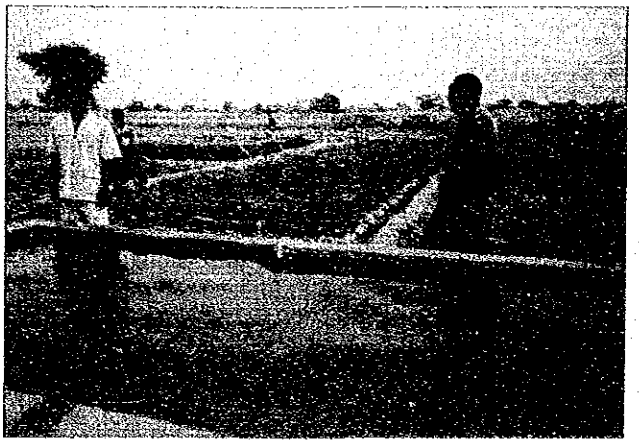


写真10　SINSARA-BAMBARA
地上タンクと試験農場

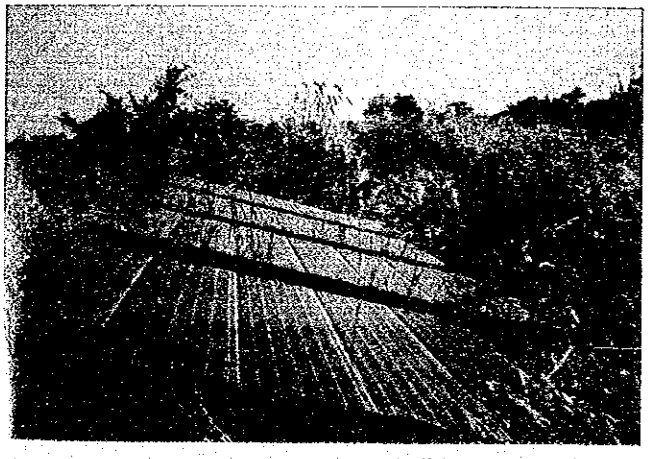
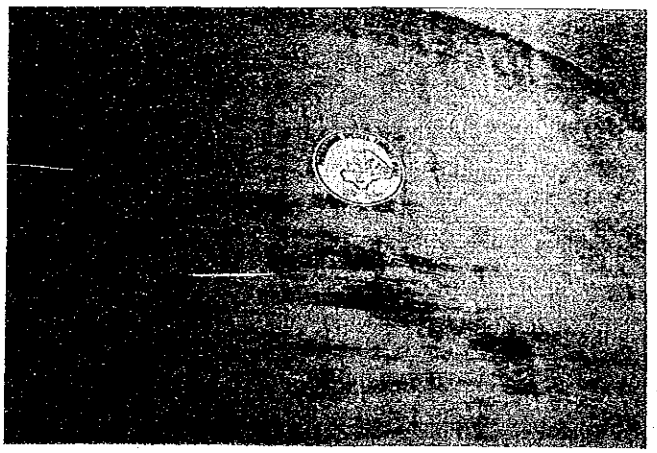


写真11　YANGASSO-ECOLE
草に埋もれたパネル

写真12　YANGASSO-ECOLE
ドイツＧＴＺの援助プロジェクト
である事を示すラベル



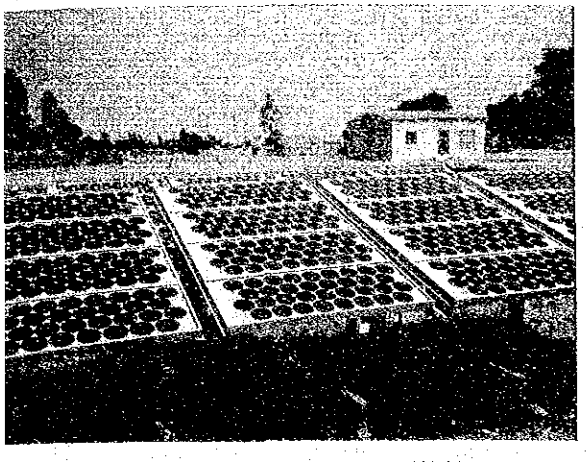


写真13　NABASSO-ECOLE-DISPENSAIRE
ＰＶパネル

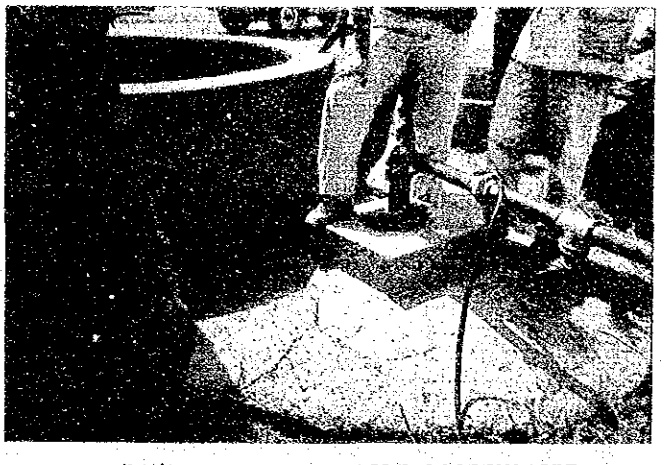


写真14　NABASSO-ECOLE-DISPENSAIRE
井戸（ＣＩＴＥＲＮＥ方式）

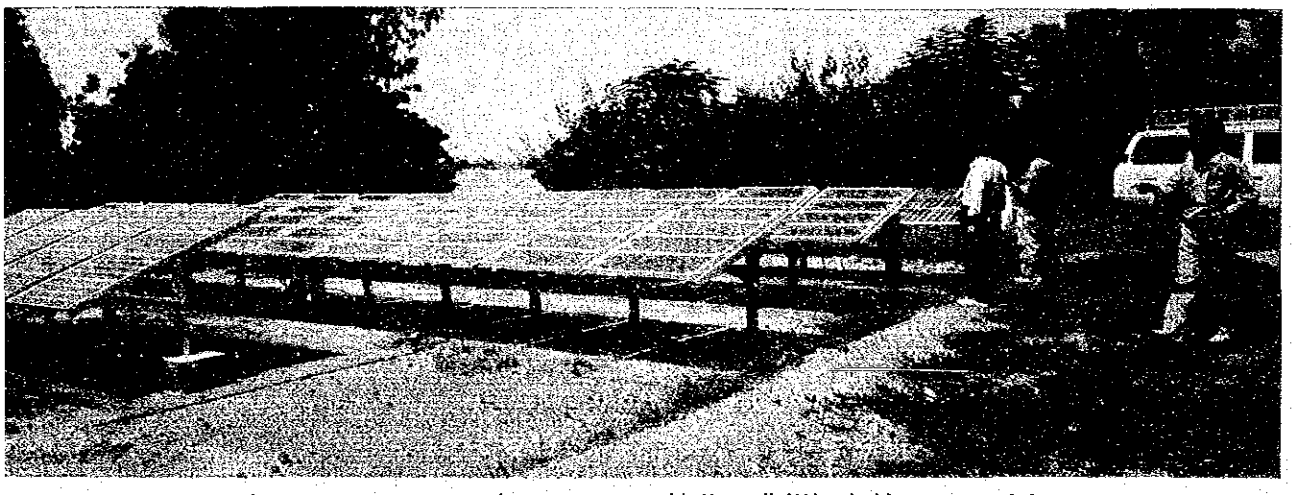


写真15　TERYABOUGOU(VERSPIEREN 神父の農場）各社のＰＶパネル

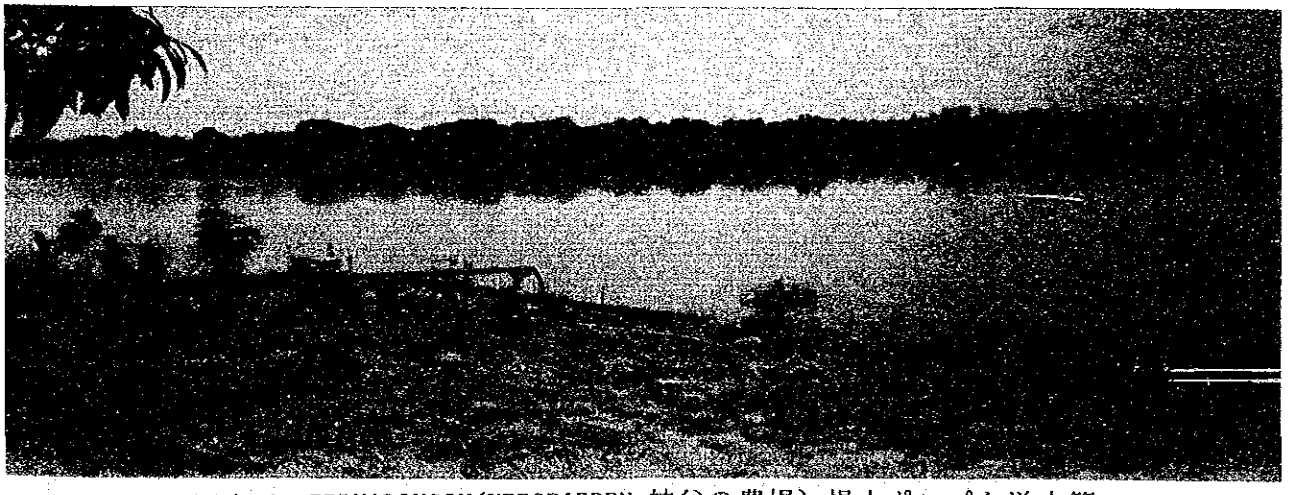


写真16　TERYABOUGOU(VERSPIEREN 神父の農場）揚水ポンプと送水管

写真22　SERHOU(TOULEL)の家畜飲み水用井戸

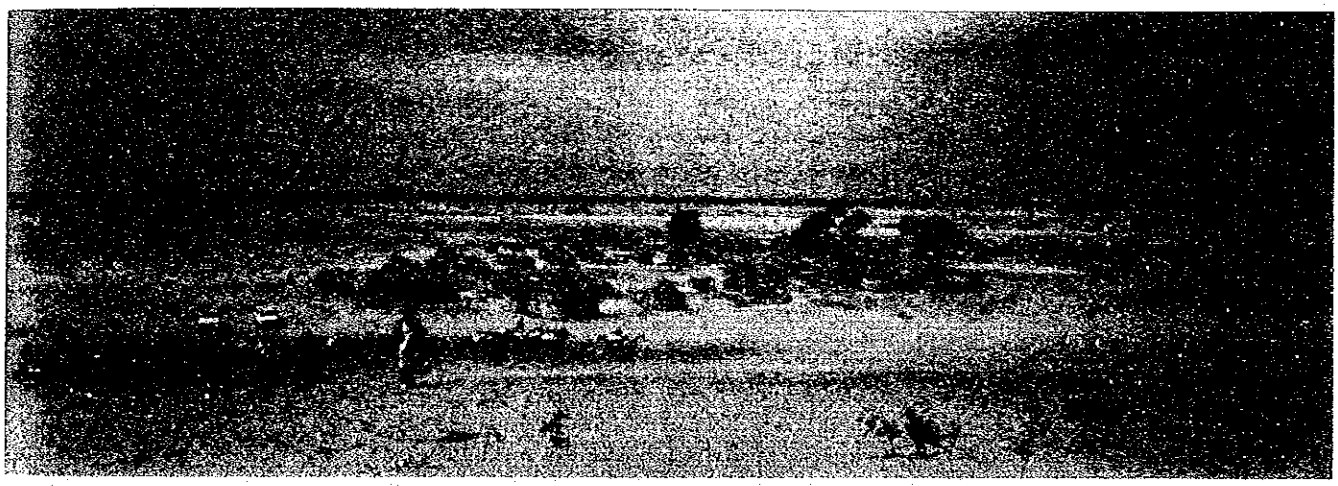


写真23　SERHOU(TOULEL)の村落風景
典型的な遊牧民部落

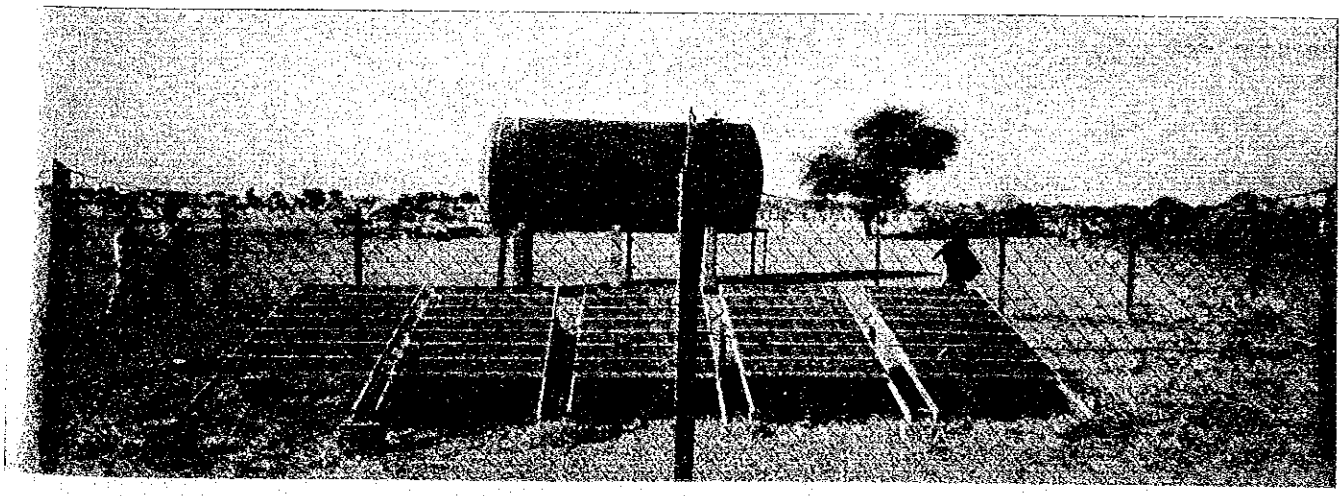


写真24　KEIBAN　ＰＶパネルとタンク

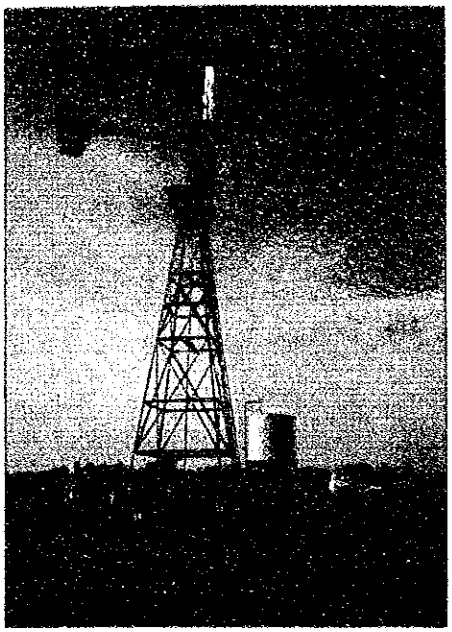


写真25　BERZAK　風車による揚水

写真26　MADINAKAGORO　流量計
（システム全景は前報告書参照）

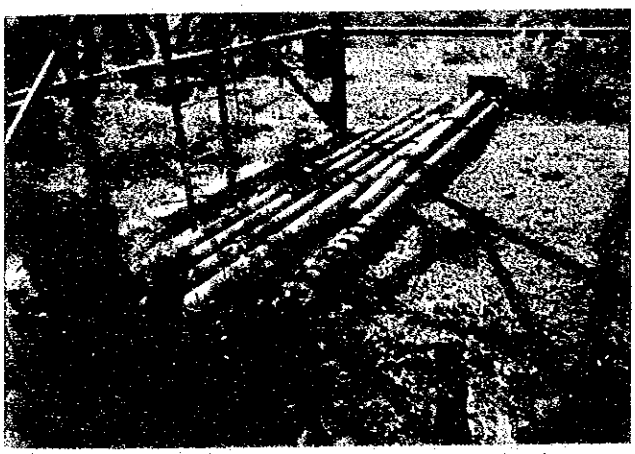


写真27　MADINAKAGORO　取り替えたポンプ

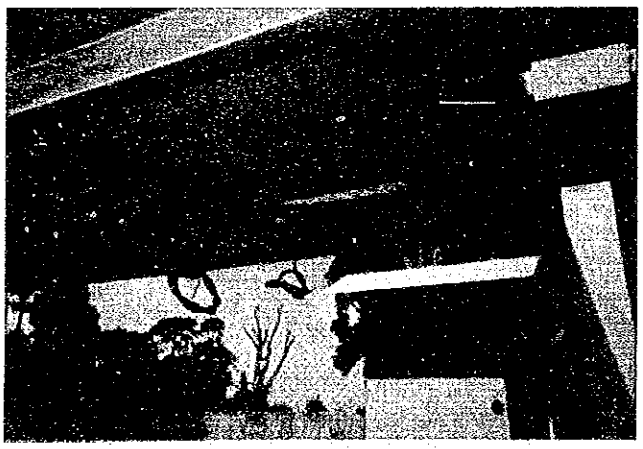


写真28　NOSSOMBOUGOU　破損したパネルのリード線処理
（システム全景は前報告書参照）

写真29　NOSSOMBOUGOU　ポンプ（ＡＬＴＡ－Ｘ）

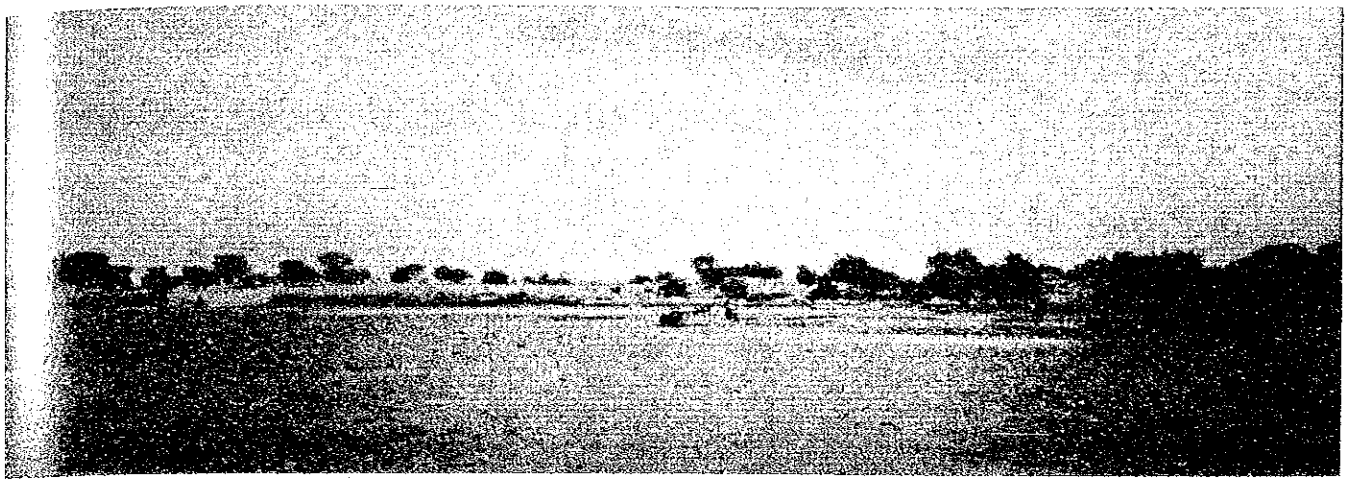


写真30　NARA近郊の溜池　（雨期には全域50～100cmの池になる）

写真31　ＮＡＲＡ　ゲストハウス

写真32　参考：キリバス共和国太陽光発電プロジェクト
で設置した気象観測装置

マリ共和国ナラ地域太陽光発電揚水
計画（予備調査）報告書
目　　次

第１章　総　　論 …… 3
　１．調査団派遣の目的 …… 3
　２．要請の背景・経緯 …… 4
　３．要請案件の概要 …… 4
　４．調査団員構成 …… 6
　５．調査日程 …… 7
　６．主要面会者 …… 8

第２章　マリ国における太陽光発電行政 …… 13
　１．太陽光発電行政 …… 13
　２．海外・国際機関の太陽光発電技術協力 …… 14
　３．本案件の整合性 …… 14

第３章　前回のプロジェクト選定確認調査 …… 19
　１．目　　的 …… 19
　２．調査団派遣 …… 19
　３．調査結果 …… 20

第４章　予備協議 …… 23
　１．対処方針 …… 23
　２．日本側の修正調査計画（案） …… 24
　３．予備協議 …… 26

第５章　関係機関等との協議 …… 31
　１．在セネガル日本大使館 …… 31
　２．ＪＩＣＡセネガル事務所 …… 31
　３．対外関係省 …… 31
　４．鉱業・水利省 …… 34
　５．ＵＮＤＰ（国連開発計画） …… 39

6．サン地域 …… 40
7．マリ・アクアヴィヴァ創設者 …… 40
8．ナラ地域 …… 41
9．地方開発・環境省　気象局 …… 43
10．ＩＴ　Ｐｏｗｅｒ－Ｍａｌｉ …… 44

第６章　太陽光発電揚水システム現地調査記録 …… 47
1．ＳＡＮ（サン）地域現地調査 …… 47
2．ＮＡＲＡ（ナラ）地域現地調査 …… 49
3．ナラ・バマコ間現地調査 …… 51

第７章　マリ国への太陽光発電計画導入の予備評価 …… 55
1．マリ国の太陽光発電技術・体制 …… 55
2．太陽光発電システム導入の合理性・必然性 …… 56
3．農業用水のための太陽光発電による地下水揚水の妥当性・可能性 …… 56
4．自主運営に対する村落社会環境の適合性 …… 57
5．マリ国内太陽光発電揚水プロジェクトの概要 …… 58
6．太陽光発電プロジェクト実施における技術的問題点及び提言 …… 59

第８章　マリ国の太陽光発電揚水プロジェクト …… 63
1．プロジェクト事例 …… 63
2．システム設置サイト選定における問題点 …… 64
3．システム導入における問題点 …… 64
4．システム稼働における機器の技術的問題点 …… 65
5．システム稼働における維持管理運営上の問題点 …… 65

第９章　太陽光発電関連事項調査結果 …… 69
1．機材輸送 …… 69
2．地形・地質・地下水調査 …… 69
3．土木・建築・電気工事 …… 70

第10章　事前調査に当たっての留意事項 …… 73
1．調査総括 …… 73
2．今後の検討課題 …… 75

3．事前調査における留意事項 …… 76

第11章　本格調査に当たっての留意事項 …… 81
1．気象観測 …… 81
2．井戸調査 …… 81
3．村落調査 …… 81
4．関連プロジェクト調査 …… 82
5．太陽光発電システムの設置・設計 …… 82

第12章　マリ国の一般事情 …… 85
1．バマコの宿泊施設 …… 85
2．バマコのレンタカー …… 87
3．バマコのレストラン …… 88
4．ナラの宿泊施設 …… 88
5．ナラでの食事 …… 89
6．ナラの電力供給 …… 89
7．ナラの通信事情 …… 89
8．ナラのその他の事情 …… 90

第13章　関連資料 …… 93
1．要請書（T／R）原文（仏文）…… 95
2．面談内容 …… 117
3．質問表及び回答 …… 125
4．収集資料 …… 141
5．収集資料リスト …… 157

第1章　総　　論

第1章 総　論

1. 調査団派遣の目的

(1) 目　的

マリ共和国政府の要請（1991.9『ナラ地域総合開発計画：開発調査技術協力要請書』）に基づき、同国が1991年まで実施していた国家開発計画（5ヵ年計画）の重点5項目の1つである「旱魃並びに砂漠化防止対策」を推進するため、砂漠化進行地域（半乾燥地域）における総合農業開発計画の根幹をなす農業用給水設備として、太陽光発電揚水システムに関する実証調査を行うことを目的とする。

今回の調査団派遣は、前回のプロジェクト選定確認調査（1992.3.20～4.1）の成果を受け、本プロジェクトの調査手法検討に資することを目的として、具体的調査手法に関する先方政府・関係機関等との協議、現地踏査及び追加資料収集を行うもので、S／W締結に向けての予備調査である。

具体的な調査項目は次のとおりである。

① 調査コンセプトの協議

② 関連情報・データの収集

③ プロジェクト・サイトの現地調査

④ 既存プロジェクト調査

⑤ 事前調査時に署名予定のS／W（案）に関する意見交換

(2) 予備調査とした理由

① 前回調査の結果、農業調査団サイドより、要請内容そのままでは農業開発計画の策定は困難である旨の意見が出され、開発手法の変更を余儀なくされるに至った。このため、実施手法を〔地下水＋地表水〕とする可能性について先方政府と協議することが必要となった。

② 前回の調査では十分な調査期間が確保できず、太陽光発電分野の責任官庁である鉱業・水利・エネルギー省水利・エネルギー局担当者及び実証調査の対象地域であるナラ地区の行政担当者との協議等、必要な打合せが実現できなかった。また、太陽光発電による揚水を実施している事例について、特に運営、維持管理体制をさらに詳細に把握する必要がある。

③ 現在のT／Rそのままでは実行が困難と考えられること、S／Wを各段階で締結することから、全体計画を考慮しつつ、当面第1段階調査における範囲等を提示し、具体的に協議する必要がある。

2．要請の背景・経緯

① マリ国の人口は現在約800万人と推定され、そのうち80%以上が農業と牧畜で生計を維持しており、農業牧畜産業はマリ国の基幹産業をなしている。

② マリ国はサハラ砂漠の南方に位置し、概して降水量は少ない。特にマリ国を広く覆うサヘル気候区は年間降水量200～700㎜で、乾期が長く、雨期は夏の４ヶ月のみと短い。このため、農業牧畜産業は雨期の降水状況に強く依存している。

③ マリ国における国家開発計画は、1960年の独立後今日に至るまで、農業立国をスローガンに数次にわたり策定されているが、これまでに1972～73年、1977～78年、1982～84年の３回にわたり大旱魃に見舞われ、農業・牧畜に甚大な被害を生じ、その都度ＧＤＰ成長率の目標を大きく下回ることとなった。

④ マリ国政府は、サヘル地域における旱魃を克服し食糧の自給自足を達成するため、農業生産増大に力点を置いた国家開発５ヵ年計画を策定したが、その重点項目の１つに「旱魃並びに砂漠化防止対策」が盛り込まれ、過去の旱魃の教訓を生かして、食糧の自給体制を確立しようとしている。

⑤ 砂漠化防止には、植林、農業、牧畜等に要する水の確保と、それを常に維持するための住民の生活環境の確保が不可欠である。

⑥ マリ国で消費される主要なエネルギー源は薪、石油、電力の順になっているが、薪は自然環境の破壊につながること、石油は全て輸入に頼るため恒常的対外貿易赤字が国家財政を圧迫していること、電力は送配電網が大都市にのみ集中していること、等の理由から、地域住民の生活環境改善を実現することは、現状では困難と言わざるを得ない。

⑦ マリ国内には、海外からの協力による太陽光発電システムが200ヶ所以上設置されており、それらの実績から、マリ国政府は太陽光エネルギーの機能性、将来性に大きな期待を寄せている。

⑧ 今回の調査対象地域であるナラ地区は、首都バマコから北方約350㎞に位置し、サハラ砂漠の南縁に隣接する半砂漠乾燥地域に属している。旱魃で大きな被害を被ったナラ地区は、マリ国が推進する砂漠化防止プロジェクトの対象地域の一つでもある。

⑨ ナラ地区には一部にワジが分布することから、地下水がある程度存在するものと考えられ、その地下水を有効利用することにより将来の発展が期待できる地域である。

⑩ これらの背景を踏まえ、マリ国政府は1991年９月、高度技術と、サハラ砂漠を含めた砂漠・半乾燥地の豊かな経験を誇る我が国に技術協力を要請したものである。

3．要請案件の概要

(1) プロジェクトの課題

1991年９月にマリ国政府より日本側に提出されたＴ／Ｒによれば、本プロジェクトは、

サヘル地方のワジに存在する循環性の地下水開発を中心とした、地域的な砂漠化防止計画を機軸とする総合的な環境改善を行う開発計画を目指すもので、解明すべき特に重要な課題は次の５点である。

① 水資源の開発可能量の把握

② 営農環境の整備・維持に必要な技術の調査と実証

③ 暴風・防砂林の植生技術の実証と樹木の選定

④ 太陽エネルギーを利用した揚配水施設の実証

⑤ 砂漠化防止計画（基本構想）の将来展望と、特に全体システムの維持管理に関する提言

このうち、鉱工業分野では④を担当し、他の４点に関しては農業部門の担当となる。

(2) プロジェクトの手順

前回調査時における実施手順では、本件は農業総合開発計画を主眼とするプロジェクトであり、農業分野が計画する水資源調査、実証調査、開発計画調査の流れに合わせて、太陽光分野でも次の３段階の調査を実施することとしている。

① 第１段階：気象・社会調査（約３年間）

a. 関連資料収集、検討

b. 気象観測、井戸調査

c. 自然、社会、経済調査

d. 関連プロジェクト等調査

② 第２段階：太陽光発電揚水実証調査（約５年間）

a. 揚水地点の選定

b. 太陽光発電システムの設計

c. 太陽光発電システムの施工

d. 太陽光発電揚水実証調査

e. 維持管理手法の検討

f. 経済性の検討

③ 第３段階：太陽光発電運用計画調査（約２年間）

a. 維持管理技術計画

b. 維持管理体制計画

c. 太陽光発電投資計画

d. 太陽光発電運用計画

各調査段階毎に調査結果を評価し、妥当と判断された場合にのみ次の段階に進むこととし、各々の段階毎にＳ／Ｗを締結する。全調査期間は各段階調査期間をラップさせ７～８年とする。

4．調査団員構成

(1) 鉱工業部門（6名）

氏　名	担当業務	所　　属
藤田　廣巳	団長・総括	ＪＩＣＡ鉱工業開発調査部資源開発調査課長
井上　幹邦	技術協力行政	通商産業省通商政策局経済協力部技術協力課総括係長
永井　一嘉	太陽光技術	通商産業省工業技術院サンシャイン計画推進本部研究開発官付
矢部　哲雄	調査企画	ＪＩＣＡ鉱工業開発調査部資源開発調査課
谷　　隆之	太陽光発電	(財)日本エネルギー経済研究所国際協力プロジェクト部研究主幹
町谷　弘治	通　　訳	(財)国際協力サービス・センター

(2) 農業部門（6名）

氏　名	担当業務	所　　属
川上　　徹	団長・総括	ＪＩＣＡ農林水産開発調査部農業開発調査課長
稲葉　　誠	調査企画	ＪＩＣＡ農林水産開発調査部農業開発調査課
菅原　利夫	農村開発	農林水産省構造改善局資源課地質官
佐藤　正仁	農　　業	農林水産省熱帯農業研究センター研究技術情報官
大谷　重雄	集水・貯留	(株)協和コンサルタンツ
鈴木源太郎	通　　訳	(財)国際協力サービス・センター

5．調査日程

日数	月 日 曜	行 程	内 容	宿泊
1	10／24 土	東京→パ リ	移動	パ リ
2	25 日	パ リ→ﾀﾞｶｰﾙ	移動	ﾀﾞｶｰﾙ
3	26 月	ﾀﾞｶｰﾙ	大使館、ＪＩＣＡ事務所表敬	ﾀﾞｶｰﾙ
4	27 火	ﾀﾞｶｰﾙ→ﾊﾞﾏｺ	移動	ﾊﾞﾏｺ
5	28 水	ﾊﾞﾏｺ	先方政府表敬・全体協議、太陽光研究所協議	ﾊﾞﾏｺ
6	29 木	ﾊﾞﾏｺ	ﾏﾘ･ｱｸｱﾃﾞｨﾊﾞｧ、水利･ｴﾈﾙｷﾞｰ局、UNDP協議	ﾊﾞﾏｺ
7	30 金	ﾊﾞﾏｺ →サ ン	移動、サン県表敬、現地調査	サ ン
8	31 土	サ ン→ﾊﾞﾏｺ	ﾏﾘ･ｱｸｱﾃﾞｨﾊﾞｧ本部表敬、現地調査、移動	ﾊﾞﾏｺ
9	11／1 日	ﾊﾞﾏｺ	ﾏﾘ･ｱｸｱﾃﾞｨﾊﾞｧ創設者打合せ	ﾊﾞﾏｺ
10	2 月	ﾊﾞﾏｺ →ﾅ ﾗ	移動、ﾅﾗ県表敬	ﾅ ﾗ
11	3 火	ﾅ ﾗ	現地調査（ｸﾞﾝﾌﾞｰ、ｺﾛｶﾆ、ｾﾙｰ、ﾅﾗ気象台、ｹｲﾊﾞﾝ）	ﾅ ﾗ
12	4 水	ﾅ ﾗ→ﾊﾞﾏｺ	移動、太陽光ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ調査（ﾏﾃﾞｨﾅｶｺﾛ、ﾉｿﾝﾌﾞｸﾞ）	ﾊﾞﾏｺ
13	5 木	ﾊﾞﾏｺ	太陽光研究所、水利･ｴﾈﾙｷﾞｰ局協議	ﾊﾞﾏｺ
14	6 金	ﾊﾞﾏｺ	先方政府全体協議、IT Power打合せ	ﾊﾞﾏｺ
15	7 土	ﾊﾞﾏｺ →パ リ	移動	パ リ
16	8 日	パ リ	資料整理	パ リ
17	9 月	パ リ→	国土地理院資料収集、移動	機中
18	10 火	→東京	移動	

6．主要面会者

(1) 対外関係省 (Ministére Relations Exterieures)

- 国際協力局 (Direction Nationale Coopération Internationale)

Mr. Sékou Almami Koréissi　Directeur Adjoint (次長)

Mr. Cissé Sekou Dit Gaoussou　Charge Coopération Bilaterale avec Asie (アジア二国間協力担当官)

(2) 鉱業・水利省 (Ministére de Mines et l'Hydraulique)

- 水利・エネルギー局 (Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie)

Mr. Madia Sidoro　Ing. Hydrogéologique (水文地質技官)

Mr. Navon Cissé　Ing. Hydraulique (水利技官)

Mr. Seydou Keita　Ing. Chef de C.E.E.S. (太陽光設備維持管理組織責任者)

- 太陽エネルギー・再生可能エネルギー国立センター (Centre Nationale d'Energie Solaire et d'Energie Renouvelables)

Mr. Yaya Sidibé　Directeur (所長)

Mr. Mamadou Diarra　Ing. Chef de la Section Photovoltaique (技官、太陽光部門チーフ)

(3) 地方開発・環境省 (Ministére du Development Rural et de l'Environment)

- 水・森林局 (Direction Nationale des Eaux et Foréts)

Mr. Nampa Sanogo　Ing. Forestier (水・森林技官)

Mr. Mamadou Touré　Ing. Forestier (水・森林技官)

- 農業局 (Direction Nationale de l'Agriculture)

Mr. Moussa Keita　Responsable MALI-EST (マリ東部責任者)

- 地方開発局 (Direction Nationale du Génie Rural)

Mr. Boureima Guindo

- 牧畜局 (Direction Nationale d'Elevage)

Mr. Amadou Diallo

- 計画局 (Direction Nationale de la Planification)

Mr. Aliou Coulibaly　Ing. Agriculture et du Génie Rural (農業・地方開発技官)

- 気象局 (Direction Nationale de la Météorologie)

Mr. Kaliba Konaré　Directeur de la Météorologie (気象局局長)

Mr. Aria Borcana

Mr. Djibrilla Maiga

・ 砂漠化防止対策国家計画室 (Programme National de la Lutte Contre Désertification)

Mr. Boubacar Coulibaly

・ 地方経済研究所 (Institut de l'Economie Rurale)

Dr. Moussa D. Traore　　Directeur Adjoint (次長)

Mr. Amadou Mocar Thiam

(4) サン県 (Cercle de SAN)

Mr. Irissa Kanté　　1ér Adjoint au Commandant de SAN (サン県第1副司令官)

Mr. Amadou Diakité　　2me Adjoint au Commandant de SAN (サン県第2副司令官)

Mr. Tamoussa Samaké　　Chef du Cantonnement Forestier (森林管理事務所責任者)

(5) マリ・アクアヴィヴァ計画

Mr. Bernard Verspieren　　Fondateur, Operations Manager (創設者、経営管理者)・

Mr. Djimé Soumaré　　Directeur (責任者)

(6) ナラ県 (Cercle de NARA)

Mr. Guiro Cheikh Tidiane　　Captaine, Cercle de NARA (ナラ県司令官)

Mr. Kamori Dembélé　　Chef. Météorologie de NARA (ナラ気象観測所長)

(7) ＵＮＤＰ (国連開発計画)

Mr. Fernand Lostanlen　　Direction Nationale de l'Agriculture, MDRE (地方開発・環境省農業局専門家)

(8) IT Power－Mali (IT Power－マリ事務所)

Mr. Modibo Dicko　　Directeur (所長)

Mr. Souleymane Koné　　Ing. Senior (上級技師)

(9) 在セネガル日本大使館

中村　武　　大　使

胡麻窪純二　　三等書記官

(10) ＪＩＣＡセネガル事務所

朝日　紀樹　　所　長

青木　利道　　所　員

第２章　マリ国における太陽光発電行政

第２章　マリ国における太陽光発電行政

１．太陽光発電行政

マリ国における太陽光発電に関係する行政組織としては、鉱業・水利省（ＭＭＨ）の中の水利・エネルギー局（ＤＮＨＥ）が中心となり、太陽光・再生可能エネルギー国立センター（ＣＮＥＳＯＬＥＲ；以下太陽光研究所と呼ぶ）、太陽光発電設備維持管理室（ＣＥＥＳ）を直接管理するほか、ＰＳＥ（LE PROGRAMME SPECIAL ENERGIE：ドイツＧＴＺのファイナンスにより活動)、ＣＲＥＳ（LE CENTRE REGIONAL DE L'ENERGIE SOLAIRE：ドイツ、フランスのファイナンスにより活動)、ＣＩＬＳＳ（COMITE INTER-ETATS DE LUTTE CONTRE LA SECHERESSE AU SAHEL)／ＥＣ（EUROPIAN COMMUNITY）などの活動の調整に当たっている。

太陽光研究所に関しては前回の調査報告書に詳しく述べられている（マリ共和国鉱工業プロジェクト選定確認調査団報告書1992年４月)。

太陽光発電設備維持管理室（ＣＥＥＳ）は1987年より設置されているが、ＤＮＨＥの局長に任命されたチーフが総責任者となり、バマコに中央基地がある。

そのほかサン、トンブクトゥ、バマコに地方基地があり、技能者および機械工兼運転手が駐在し、設備のメンテナンス等に対応することとなっている。

ＣＥＥＳの業務内容は、

- 既存太陽光発電設備のメンテナンス
- 新システムの設置
- 関心のあるユーザーへの情報の伝達（地方住民、個人、ＮＧＯ、その他）
- 各種国際協力計画間の調整
- マリ国に設置される機器・設備の標準化の試みと、メーカーとの協力による補修部品ストックの設置
- 太陽光発電装置への投資とメンテナンス分野へのユーザー参加に関する政策決定
- 機器・装置の設置とメンテナンスに従事する技能者の教育

ＣＥＥＳの活動はＦＡＣ（仏援助協力基金）のファイナンスによっているが、下記の国際機関のプロジェクトに関する事業の管理を行っている。

- 仏エネルギー庁
- ＵＮＩＣＥＦのプロジェクトＲＯ25
- ヨーロッパ開発基金（ＦＥＤ）
- オランダの国際協力

これからの太陽光発電の普及に関しては：

- 太陽光発電による揚水プロジェクトの推進

・　太陽光発電による地方電化計画の推進（マイクロエレクトリフィケーション、太陽光電化村構想等）

・　太陽光発電に関連する私企業の成立とその定着をめざす

等があげられる。

2．海外・国際機関の太陽光発電技術協力

(1)　過去の太陽光発電技術協力の内容

これまでのマリ国に対する太陽光発電に関する技術協力の大部分は太陽光発電揚水ポンプに関するものであり、その内容は“LEARNING FROM SUCCESS, Photovoltaic-Powered Water Pumping in Mali(MERIDIAN CORP & IT POWER LTD))”によくまとめられている。

揚水ポンプ以外の分野では、病院の電源、ワクチン貯蔵用の冷蔵庫、街路照明などの実績がある。

(2)　現在予定されている技術協力の内容

現在実施中の太陽光発電に関する海外からの技術協力のプロジェクトは“SAHEL SOLAR PROGRAMME”に基づくもので、ＥＣのファイナンスでマリ国内にさらに200基以上のＰＶポンプと、一部はワクチン冷蔵庫、照明、ＡＶ機器用電源を設置しようとするものである。

3．本案件の整合性

(1)　マリ国の目標との整合性

マリ共和国では、豊富に存在する太陽エネルギーを活用して生活環境の改善向上をはかり、住民の定着を進めることを目標としており、本案件はこの目標に合致している。

また上記“SAHEL SOLAR PROGRAMME”は対象地域をトンブクトゥ地域としており、本案件のナラ地域とは重複しない。

(2)　システムの整合性

システムに関しては、従来のシステムが大部分住民または家畜の飲み水供給を主目的としており、本案件の農業灌漑用水供給を主目的とするシステムとはその目的が異なるが、システム自体としては特に違いがあるわけではない。

システムの詳細設計に当たっては、メンテナンス、補修部品のストック等ＣＥＥＳとよく協議して他のシステムとの整合性を考慮する必要があろう。

揚水の方法としては、太陽光発電の他に人力、畜力、ディーゼルエンジン等があるが、必要水量、耐久性、燃料入手可能性、地域の技術力等を考慮すると初期投資の資金を確保できれば、太陽光発電システムはメンテナンスに手がかからない点で当該地域の最適システムとなる。

(3)　住民要求との整合性

今回の調査でマリ共和国政府はナラ地域の生活の基本は牧畜であり、農業は副次的であるとの解釈から、太陽光発電による揚水は農業用のみに使用するのではなく住民の生活用水、家畜の飲み水としても供給を希望しており、得られた水の配分については充分事前に協議し、確認を得ておく必要がある。

第３章　前回のプロジェクト選定確認調査

第３章　前回のプロジェクト選定確認調査

１．目　　的

マリ国政府の要請（1991.9『ナラ地方の開発総合プロジェクト：開発調査及び技術援助の要請』）に基づき、同国が1991年まで実施していた国家計画（開発５ヶ年計画）の重点事項のひとつである『旱魃並びに砂漠化防止対策』の一助として、半乾燥地域における農業用給水設備として中規模程度の太陽光発電揚水システムの性能を実証することを目的とする。本調査団派遣は、先方政府の意向、協力の背景、要請内容の確認、及びわが国の協力可能性・範囲等の検討に資するための情報を集めることを目的としたプロジェクト選定確認調査団である。

２．調査団派遣

(1)　調査団員構成

〔鉱工業部門〕

①	野中　哲昌	技術協力行政	通産省通商政策局経済協力部技術協力課課長補佐
②	本多　武夫	太陽光発電行政	通産省工業技術院サンシャイン計画推進本部
③	矢部　哲雄	揚水計画	ＪＩＣＡ鉱工業計画調査部資源調査課
④	村瀬　達哉	調査企画	ＪＩＣＡ鉱工業計画調査部鉱工業計画課
⑤	町谷　弘治	通訳	(財)国際協力サービスセンター

〔農業部門〕

①	小林　弘裕	総括・団長	外務省経済協力局開発協力課首席事務官
②	田中　龍太	灌漑・排水	農水省構造改善局建設部設計課
③	石原　修二	栽培	農水省熱帯農業経済センター調査情報部
④	花谷　厚	調査企画	ＪＩＣＡ農林水産計画調査部農林水産技術課
⑤	安田　正	水文地質・地下水	北海道開発コンサルタント㈱
⑥	三浦　浩子	通訳	(財)国際協力サービスセンター

(2)　調査日程

３／20（金）移動（成田～パリ）

21（土）移動（パリ～ダカール）

22（日）在セネガル日本大使館、ＪＩＣＡセネガル事務所打合せ

23（月）移動（ダカール～バマコ）、マリ国計画・国際協力省表敬

24（火）第１回円卓会議、太陽光研究所協議、太陽光発電プロジェクト視察

25（水）太陽光研究所協議

26（木）現地踏査（バマコ～ナラ）

27（金）現地踏査（ナラ周辺）

28（土）現地踏査（ナラ～バマコ）

29（日）団内打合せ

30（月）第２回円卓会議、ＵＮＤＰ会談、移動（バマコ～）

31（火）移動（～パリ～）

４／１（水）移動（～成田）

３．調査結果

① 受入れ機関は計画・国際協力省が窓口となり、農業・畜産・環境省と鉱業・水利・エネルギー省が必要に応じスタッフを提供する体制であった。

② マリ国では、砂漠化防止を前提とした経済発展、食糧自給、地方活性化が最重要課題であり、本プロジェクトはマリ国政府の政策と整合性がとれていることが確認できた。

③ マリ国側の本件調査の要請に関する意向を確認し、また本件調査に対する現地の期待は極めて大きいことが理解された。

④ 要請のあったナラ地区については、サハラ砂漠に近接し、砂漠化の進行が著しいこと、砂漠化防止プロジェクトの対象地域の１つとなっていること、対策が未定であること、農業環境上６地域に区分したうち日本に依頼したい地区であること、等から、調査対象地域として適当であることが判明した。

⑤ マリ国内には、海外の支援による200を越える太陽光プロジェクトが存在するが、地下水を利用した灌漑については実績が少なく、住民の飲料水、生活用水、家畜用水が主な使途であった。

⑥ それらの維持管理は村落住民の自主的な運営に委ねられているが、機器の故障（特にポンプ）、運転資金繰りの困難さ等から、放棄されたプロジェクトも少なくなかった。

⑦ 要請のあったナラ地区における地下水は、地域住民の唯一の水源として用いられており、豊富ではないにしても、開発の余地がある程度見込める地下水の賦存量は期待できる。

⑧ マリ国が要望する「砂漠化防止」は間口が非常に広く、我が国の知見、経験からしても不透明であるため、ナラ地区の様な砂漠化の最前線に位置している村落を緑地化の前線として位置づけることが適当である。

⑨ 太陽光分野では、現地状況から燃料を要さず、維持管理に手のかからない太陽光発電の導入は適切であり、ハード、ソフト両面の技術指導を通じ、地元に根づかせることは十分に可能である。

第4章　予　備　協　議

第４章　予備協議

１．対処方針

(1) 農業分野

① マリ国側の要請は、砂漠化防止計画を念頭に置いた内容となっているが、これを正面から取り上げることは、技術的・経済的な観点から、困難と言わざるを得ない。日本側としては、サヘル地域に属する村落単位を対象としたＦ／Ｓを実施し、それを全体計画に反映させるアプローチをとる旨の協議を行う。

② サヘル地域での大規模な灌漑農業開発の実施については、当該地域における地下水賦存量に限界があり、社会・経済的実施可能性、環境的持続性の観点からも慎重論がある。

③ 従って、これまでのプロジェクトコンセプトを次の様に変更する旨の案を提示し、協議する。

- 実証調査に用いる農業用水は、地下水揚水の他に地表水の有効活用を図る「集水灌漑法」を導入する。
- 対象地域はナラ県全域とし、環境条件がより緩やかな南部についても検討する。
- 調査段階を２段階方式とし、第１段階の「農業・水資源基礎調査」で農業開発計画策定が可能と結論づけられた場合に、第２段階として「農業実証調査・農村総合開発計画調査」を行う。このため、Ｓ／Ｗは個々に２段階で署名するものとする。

(2) 鉱工業分野

① 本プロジェクトは本質的に農業案件であることから、計画の遂行にあたっては、調査時期、調査段階、対象地域、調査手法等は農業側と充分連携を図りつつ統一的方針を決定し、その方針に則って鉱工業側の細目を決定することとする。

② 太陽の日射量が強いこと、太陽光プロジェクトが多数存在していること、等から、マリ国における太陽光発電による地下水揚水は可能であり、農業側が選定する対象地域における太陽光発電揚水実証調査には技術的な問題は特にない。ただし、鉱工業側からは、地点選定において次の２点を基本条件とすることとする。

- 農業実証調査に必要な農業用水のための揚水量が十分で、かつ長期間継続して確保できる地下水賦存量があること。
- 当該部落が水への切実な要望を有し、かつ共同体としての組織運営体制が強固に確立し、地域住民が積極的に本プロジェクトに参加する条件が整っていること。

③ マリ国内には２00を越える太陽光発電プロジェクトが国際機関等の協力により設置されているが、稼働中であっても維持管理法・運営組織に問題のあるものが少なくなく、既に放棄されたものも散見された。本案件の太陽光分野における最大の課題は、維持管

理を地域住民に定着し自主運営させることであり、当該村落のみならず、マリ国政府関係機関の全面的な協力が不可欠となることから、これについて確認することとする。

④ 前述の如く、マリ国内には多数の太陽光プロジェクトが国際機関等の協力により導入されているが、稼働状況が思わしくないものも多く、また地下水を揚水し灌漑に用いる事例は数が少ない上に小規模なもののみであり、相当の困難を伴うとされている。これら事例について、国際機関等の担当者と面談し、問題点を洗い出すこととする。また、この類の技術協力に際しては、先行している国際機関等との協力方針に整合性を持たせる必要があり、十分な連携を保持することとする。

このため、マリ国内に多くの太陽光プロジェクトの実績を有するアクアヴィヴァマリ支部サン地方及びパリ本部、ＵＮＤＰ等への訪問、協議は重要である。

⑤ 今回の予備調査は、今年度末のＳ／Ｗ締結（第１段階）を前提としており、鉱工業分野としては、本格調査の第１段階において、次の項目を調査することで協議することとする。

- 気象観測（観測機器の供与）
- 井戸調査（井戸台帳整備）
- 村落調査（地域社会・経済等）
- 関連プロジェクト等調査
- 関連資料収集・検討
- 総合評価

また、第２段階については、必要に応じマリ国側に説明するものとするが、コミットは一切しない。

２．日本側の修正調査計画（案）

前回のプロジェクト選定確認調査の成果を受け、本格調査における調査項目の概要（案）を修正・作成し、10月28日の第１回全体協議において、マリ国側に提示・説明した。その概要（案）は次のとおりである。

本格調査の概要（案）

第１段階：農業・水資源・太陽光発電等基礎調査（１～２年）

1）目　　的：基礎データの収集及びナラ県農村総合開発基本戦略の策定

2）対象地域：ナラ県全体（定着農耕民、半農・半牧民を主要対象とする）

3）調査手法：①既存資料収集・整理・分析

②気象観測

③全村落対象インベントリー調査

④井戸調査

⑤代表村落農家調査（全体の10%、30ヶ村程度）

⑥関連プロジェクト等調査

⑦村落の類型化（開発ポテンシャル、営農システム等により４～５パターンを想定）

⑧各類型における開発制限要因・営農上問題点の分析

⑨各類型における開発基本戦略の策定

第２段階：農業実証調査・農村総合開発計画調査（６～７年）

1）目　　的：農業実証調査及び開発計画の策定

2）対象地域：各類型モデル地区

3）調査手法：①各類型モデル地区の選定（４～５ヶ所、１ヶ所当たり２～３村落を含む）

②モデル地区詳細調査

③農業実証調査（実証地区選定、実証試験項目の検討と実施）

④太陽光発電揚水実証調査（揚水地点の選定、実証調査項目の検討と実施）

⑤太陽光発電運用計画調査

⑥モデル地区に係る農村総合開発計画策定

この案は、農業部門を主体とした記述となっているが、第１段階の①②③④⑥、第２段階の④⑤は鉱工業部門の担当ともなる。

なお、11月６日の第２回全体会議において、第１段階の調査手法①～⑨は、次のように変更する旨マリ側に提案した。

①　既存資料収集・整理・分析

②　気象観測