

国際協力事業団

マリ共和国鉱山・水利・エネルギー省

マリ共和国
ナラ地域太陽光発電揚水計画調査

最終報告書

JICA LIBRARY



1226468 [5]

平成7年1月

日本工営株式会社

純調資

J R

95 - 018

国際協力事業団

マリ共和国鉱山・水利・エネルギー省

マリ共和国

ナラ地域太陽光発電揚水計画調査

最終報告書

平成7年1月

日本工営株式会社



1226468 [5]

序 文

日本政府は、マリ共和国政府の要請に基づき、同国クリコロ行政区のナラ県を対象として、サヘル地帯の砂漠化防止に資するため、地域住民の定住化と農業開発及びそれらに不可欠な水資源の開発計画を策定する目的で実証調査等を行うための農業・水資源・太陽光発電揚水基礎調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は平成5年9月から平成6年10月まで数次にわたり、同調査の太陽光発電揚水部門担当として日本工営(株)の宮川喜章氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はマリ共和国政府関係者と協議を行うとともに、調査対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

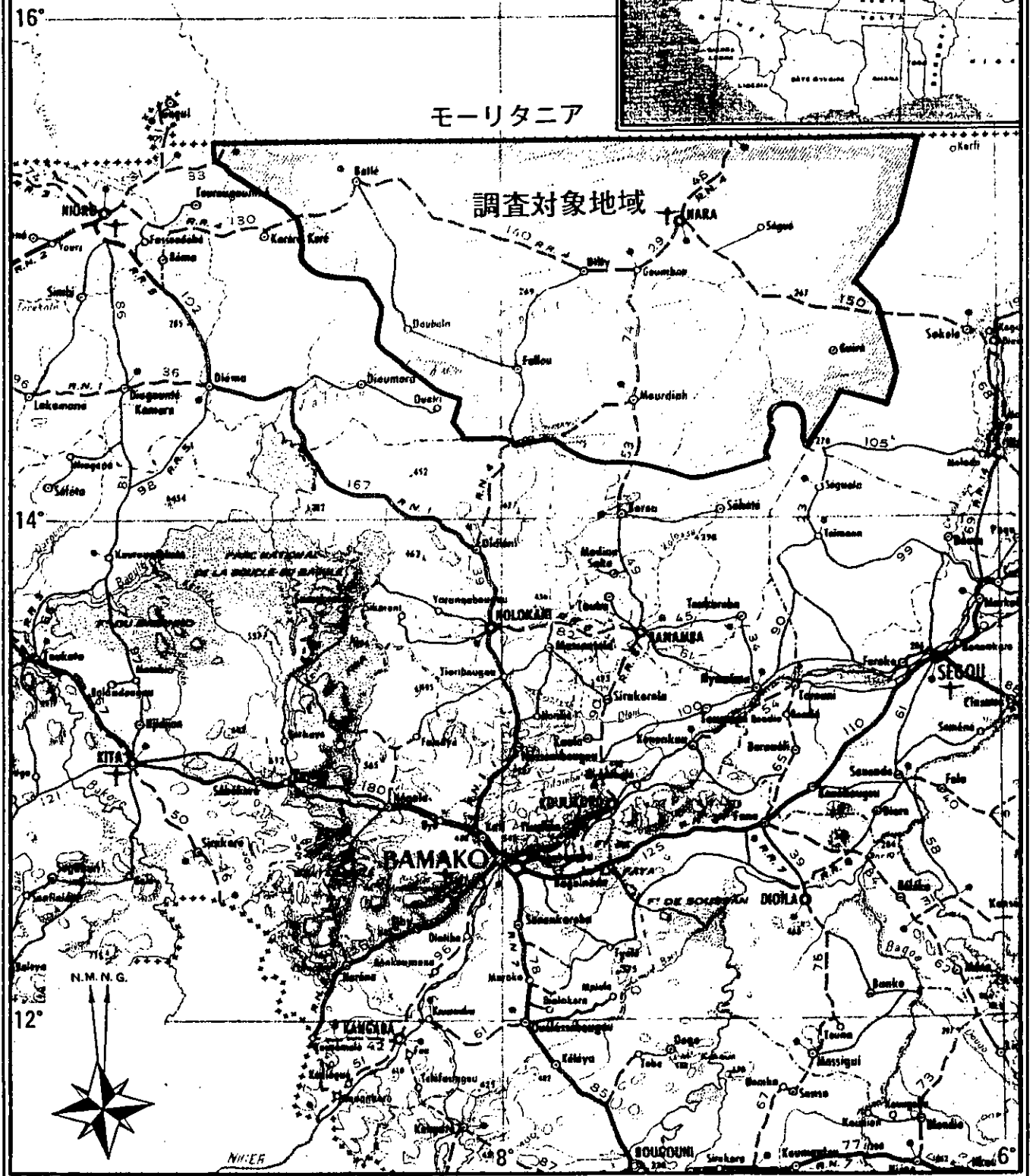
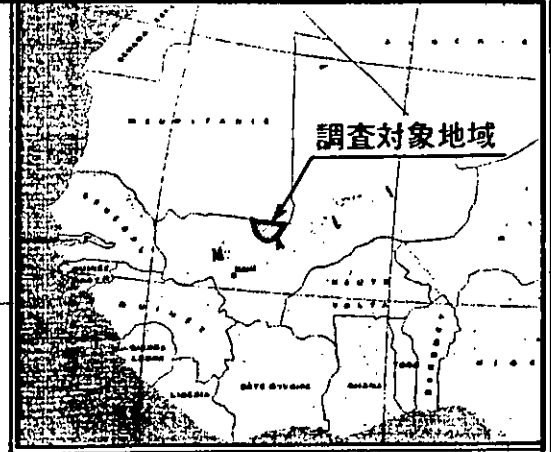
平成7年1月

国際協力事業団
総 裁 藤 田 公 郎

調査対象地域位置図

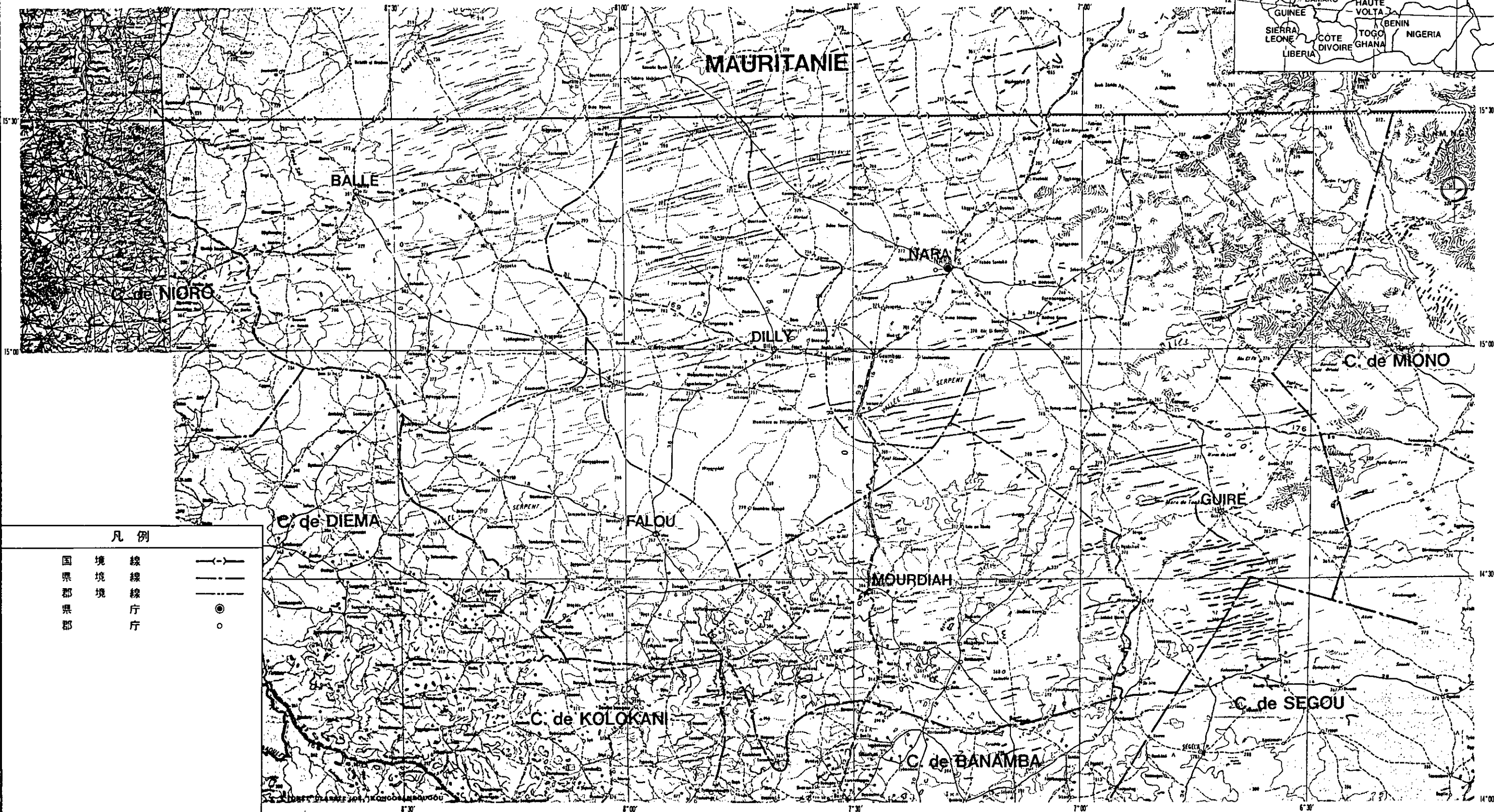
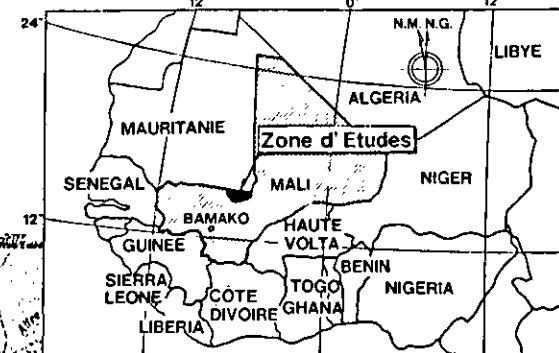
縮尺 1:2,500,000

0 50 100 150 200km



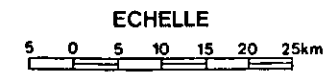
調査地域図

対象調査地域



凡例

- 国境
- 県境
- 郡境
- 線
- 線
- 線
- 線
- 斤



調査対象地域位置図

目次

表の目次

図の目次

資料編の目次

省略記号及び単位

参考文献

頁

要約

第1章 序論

1.1	調査の背景	1-1
1.2	調査の目的	1-2
1.3	調査の経緯	1-3

第2章 気象観測

2.1	既存気象観測システムの現状	2-1
2.2	既存気象観測データ	2-2
2.3	気象観測機器	2-5
2.3.1	システムの概要	2-5
2.3.2	システム設置及び技術移転	2-6
2.3.3	観測・維持管理体制	2-7
2.4	観測データの解析及び既存データとの比較	2-7
2.4.1	調査の概要	2-7
2.4.2	観測データの解析	2-8
2.4.3	既存データとの比較	2-11

第3章 井戸調査

3.1	既存井戸利用の現況	3-1
-----	-----------	-----

3.1.1	井戸の分布と規模	3-1
3.1.2	利用の現況	3-2
3.1.3	井戸の水質	3-3
3.2	揚水試験対象井戸の選定	3-4
3.2.1	既存井戸調査	3-4
3.2.2	揚水試験対象井戸の選定	3-6
3.3	揚水試験	3-7
3.3.1	揚水試験実施箇所	3-7
3.3.2	揚水試験方法	3-9
3.3.3	揚水試験結果	3-10
3.3.4	井戸の水位観測	3-10
3.4	井戸の総合評価及び設置井戸の選定	3-11
3.4.1	井戸条件のランク付け	3-11
3.4.2	システムを設置する既存井戸の条件	3-12
3.4.3	既存井戸の総合評価	3-12
3.4.4	設置井戸の選定	3-16
3.4.5	システム設置を拒絶する住民意識について	3-17
第4章	太陽光発電揚水プロジェクト調査	
4.1	エネルギーセクター	4-1
4.1.1	エネルギーセクターの現状	4-1
4.1.2	電力セクターの現状	4-2
4.1.3	新・再エネルギーセクター	4-3
4.2	太陽光発電揚水プロジェクトの現況	4-4
4.2.1	開発の経緯及び体制	4-4
4.2.2	開発の現状	4-5
4.2.3	維持・管理体制の現況及び問題点	4-7
第5章	太陽光発電揚水システム予備調査	
5.1	システム設置井戸の現況	5-1
5.2	システムの概要	5-2
5.3	システム設置及び技術移転	5-3
5.3.1	設置体制	5-3
5.3.2	設置工事	5-4
5.3.3	設置工程	5-4
5.3.4	技術移転及び指導	5-5
5.4	観測、維持・管理体制	5-7
5.4.1	維持管理体制	5-7

5.4.2	観測	5-11
-------	----	------

第6章 太陽光発電揚水システム予備評価

6.1	太陽光発電揚水システムの運転データの解析	6-1
6.1.1	運転データ解析の目的と方法	6-1
6.1.2	運転実績	6-2
6.1.3	運転特性と運転データの解析	6-3
6.2	太陽光発電揚水システムの評価	6-11
6.2.1	技術的観点からの評価	6-11
6.2.2	経済評価	6-15
6.2.3	維持管理体制の評価	6-18
6.3	家庭用システム設置サイトの選定	6-21
6.4	太陽光発電揚水システムの概念設計	6-22
6.4.1	設計の為の基本条件	6-22
6.4.2	家庭用システム	6-24
6.4.3	農業用システム	6-26
6.5	第2段階に於けるシステムの運営維持管理	6-27

第7章 今後の実証調査の可能性

7.1	太陽光発電揚水システムの農業開発への活用	7-1
7.1.1	太陽エネルギーの有効利用	7-1
7.1.2	太陽光発電揚水システムの農業開発への活用	7-2
7.1.3	太陽光発電揚水システム	7-2
7.1.4	システムの維持管理	7-3
7.2	太陽光発電揚水実証調査の目的	7-3
7.3	太陽光発電揚水実証調査の基本方針	7-4

表の目次

表 番	名 称	頁
表 2.2-1	月別平均日照時間(1951～1980).....	2-14
表 2.2-2	月別平均日射量(1951～1990).....	2-15
表 2.4-1	世界各地の月別平均全天日射量.....	2-16
表 3.1-1	井戸ファイル(Fichier Puits)による井戸の分布状況.....	3-18
表 3.1-2	製作井戸リスト(Situation des Puits de 1985～93 NARA) による井戸の分布状況.....	3-18
表 3.1-3	現地調査結果による井戸の分布状況.....	3-18
表 3.1-4	掘抜井戸からの揚水量.....	3-19
表 3.1-5	掘抜井戸の水質(導電率).....	3-19
表 3.2-1	井戸調査結果一覧表.....	3-20
表 3.2-2	井戸のランク付けの基準.....	3-22
表 3.3-1	揚水試験対象井戸と試験優先順位.....	3-23
表 3.3-2	揚水試験結果の評価.....	3-24
表 3.3-3	井戸調査・揚水試験結果一覧表.....	3-25
表 3.4-1	井戸条件評価結果.....	3-26
表 3.4-2	太陽光発電揚水施設設置井戸総合評価.....	3-27
表 5.3-1	太陽光発電揚水システム設置工程.....	5-12
表 5.4-1	住民アンケート調査結果.....	5-13
表 6.1-1	日別データ(1994年4月1日：Berzack).....	6-29
表 6.1-2	月別データ(1994年4月：Koera).....	6-30
表 6.1-3	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年2月～9月.....	6-31
表 6.1-4	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年2月.....	6-32
表 6.1-5	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年3月.....	6-33
表 6.1-6	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年4月.....	6-34
表 6.1-7	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年5月.....	6-35
表 6.1-8	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年6月.....	6-36
表 6.1-9	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年7月.....	6-37
表 6.1-10	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年8月.....	6-38
表 6.1-11	太陽光システム運転実績(Berzack)：1994年9月.....	6-39
表 6.1-12	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年2月～9月.....	6-40
表 6.1-13	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年2月.....	6-41
表 6.1-14	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年3月.....	6-42
表 6.1-15	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年4月.....	6-43
表 6.1-16	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年5月.....	6-44
表 6.1-17	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年6月.....	6-45
表 6.1-18	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年7月.....	6-46
表 6.1-19	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年8月.....	6-47
表 6.1-20	太陽光システム運転実績(Koera)：1994年9月.....	6-48
表 6.1-21	運転データ(1994年4月16日：Koera).....	6-49
表 6.2-1	経済評価.....	6-50
表 6.2-2	月別揚水使用量.....	6-51
表 6.2-3	日別販売水量：飲料水.....	6-52
表 6.2-4	日別販売水量：家畜.....	6-53
表 6.2-5	月別販売水量：徴収金額.....	6-54

図の目次

図番	名 称	頁
図 2.1-1	気象観測所位置図	2-17
図 2.2-1	マリ国日照時間分布図(1951～1980)	2-18
図 2.2-2	マリ国の年間降雨量分布図(1951～1980)	2-19
図 2.2-3	年間降雨量の推移(1951～1990)	2-20
図 2.3-1	一般配置図	2-21
図 2.4-1	月間平均値(1994年6月)	2-22
図 3.3-1	既存井戸の水位変動	3-28
図 4.1-1	マリ電力系統図	4-10
図 5.1-1	Berzack・Koera配置図	5-14
図 5.2-1	太陽光発電揚水システム	5-15
図 5.3-1	Berzack太陽光発電揚水システム一般配置図	5-16
図 5.3-2	Koera太陽光発電揚水システム一般配置図	5-17
図 6.1-1	月別平均観測結果 1994年2月Berzack	6-55
図 6.1-2	月別平均観測結果 1994年3月Berzack	6-56
図 6.1-3	月別平均観測結果 1994年4月Berzack	6-57
図 6.1-4	月別平均観測結果 1994年5月Berzack	6-58
図 6.1-5	月別平均観測結果 1994年6月Berzack	6-59
図 6.1-6	月別平均観測結果 1994年7月Berzack	6-60
図 6.1-7	月別平均観測結果 1994年8月Berzack	6-61
図 6.1-8	月別平均観測結果 1994年9月Berzack	6-62
図 6.1-9	月別平均観測結果 1994年2月Koera	6-63
図 6.1-10	月別平均観測結果 1994年3月Koera	6-64
図 6.1-11	月別平均観測結果 1994年4月Koera	6-65
図 6.1-12	月別平均観測結果 1994年5月Koera	6-66
図 6.1-13	月別平均観測結果 1994年6月Koera	6-67
図 6.1-14	月別平均観測結果 1994年7月Koera	6-68
図 6.1-15	月別平均観測結果 1994年8月Koera	6-69
図 6.1-16	月別平均観測結果 1994年9月Koera	6-70
図 6.1-17	代表日の外気温(Tenv)と太陽電池温度(Tsc)の関係Berzack	6-71
図 6.1-18	代表日の外気温(Tenv)と太陽電池温度(Tsc)の関係Koera	6-72
図 6.1-19	代表日の外気温(Tenv)と制御盤内温度(Tinv)の関係Berzack	6-73
図 6.1-20	代表日の外気温(Tenv)と制御盤内温度(Tinv)の関係Koera	6-74
図 6.4-1	家庭用太陽光発電揚水システム概念図	6-75
図 6.4-2	農業用太陽光発電揚水システム概念図	6-76

資料編（ANNEX）の目次

ANNEX	A	既存井戸調査
ANNEX	B	気象観測機器の概要
ANNEX	C	気象観測
ANNEX	D	太陽光発電揚水システムの概要
ANNEX	E	太陽光発電揚水システムの運転実績及びデータ解析

省略記号及び単位

省略記号	名 称
MAEME	対外関係・在外法人省
DNC	対外関係・在外法人省、対外関係局
MDR	農村開発省
DNA	農村開発省、農業局
DNGR	農村開発省、農村開発局
IER	農村開発省、農村経済研究所
PRODESO	農村開発省、西サヘル畜産開発計画
MMHE	鉱山・水利・エネルギー省
DNHE	鉱山・水利・エネルギー省、水利・エネルギー局
CNESOLER	鉱山・水利・エネルギー省、太陽・再利用エネルギー資源開発室
LESO	太陽エネルギー研究所
CEES	太陽光発電設備維持管理室
MTC	運輸・商業省
DNM	運輸・商業省、気象局
ME	環境省
PNLCD	環境省、沙漠化防止対策国家計画室
CSE	環境省、沙漠化防止対策国家計画室、沙漠化防止環境対策室
CAC	ナラ県地域開発センター
DNAFLA	識字教育局
EDM	マリエネルギー公社
MAV	マリアクアピバ
FED	ヨーロッパ開発基金
IDA	国連国際開発協会
BM	世界銀行
PNUD	国際連合開発計画
FAO	国際食糧農業機構
WMO	世界気象機構
OERHN	アッパーニジェール水資源公社
OMVS	セネガル川開発局
PRS	地域太陽光開発計画
<u>単 位</u>	
FCFA	アフリカ財政共同体フラン
U.C.	家畜単位 (LU)
<u>用 語</u>	
REGION	行政局
CERCLE	県 (行政単位)
ARRONDISSEMENT	郡 (行政単位)
SECTEUR	郡の下にあり数村落よりなる開発区

参考文献

<太陽光発電揚水部門>

Le Pompage Solaire Photovoltaïque

AGENCE FRANÇAISE POUR LA MAÎTRISE
DE L'ÉNERGIE 1991

Solar Pumping

WORLD BANK TECHNICAL PAPER NUMBER 168

Learning from Success, Photovoltaic-Powered Water Pumping in Mali

MERIDIAN CORPORATION IT POWER LTD.

Issues and Options in the Energy Sector Mali

ESMAP REPORT No. 8423-MLI

Le Prix de l'Eau Solaire au Mali

CEES Juin 1993

Rapport Annuel Exercice 1993

ENERGIE du MALI

Rapport Annuel Exercice 1992

ENERGIE du MALI

Rapport Annuel Exercice 1991

ENERGIE du MALI

Rapport de Fin Travaux

DNHE Projet: 5100. 71. 37. 054

DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

DE L'ELEVAGE ET DE L'ENVIRONNEMENT

INVENTAIRE DES PROGRAMMES ET D'ÉNERGIES RENOUVELABLES

PLANIFICATION DE L'ÉNERGIE

MINISTERE D'ETAT CHARGE DE L'EQUIPMENT

**ETUDE SUR LES CONDITIONS DE RENTABILITE ET DE PRISE EN
CHARGE DES INSTALLATIONS DE PROMPAGE SOLAIRE (MALI)**

**Direction National de l'Hydraulique et de l'Energie
Cellule d'Entretien des Equipements Solaires**

PROJET D'ALIMENTATION EN EAU DES CENTRES RURAUX DU SUD-MALI

**MINISTERE DE L'INDUSTRIE DE
L'HYDRAULIQUE ET DE L'ENERGIE**

ENERGY PLANNING

**MINISTERE D'ETAT CHARGE DE L'EQUIPMENT
DIRECTION NATIONALE DE HYDRAULIQUE
ET DE L'ENERGIE**

**SMALL-SCALE SOLAR-POWER PUMPING SYSTEMS THE TECHNOLOGY,
ITS ECONOMICS AND ADVANCEMENT**

UNDP

**OPERATIONS AND MAINTENANCE MANUAL FOR A PHOTOVOLTAIC
POWER SYSTEM**

U.S. AID, SOLAREX CORPORATION

**THE World Bank's Role in The Electric Power Sector
World bank**

**Energy Efficency and Conservation in The Developing World
World bank**

**Republique du Mali strategie pour l'energie domestique
Energy Sector Management Assistance Programme**

**Desertification Control and Renewable Resource Management in the Sahelian
and Sudanian Zones of West Africa
World bank**

**Water Allocation, Rights, and Pricing
World bank**

**The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa
Volume 1. Country Perspectives
World bank**

**The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa
Volume 2. Economic and Sectoral Policy Issues
World bank**

**The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa
Volume 3. Institutional and Sociopolitical Issues
World bank**

**The Long-Term Perspective Study of Sub-Saharan Africa
Volume 4. Proceedings of a Workshop on Regional Integration and Cooperation
World bank**

要 約

1. 序論

1-1 調査の背景

農業はマリ共和国にとって重要な産業であり、主要穀物の増産を奨励してきたが、需要を満たすに至っておらず、干魃の影響は国民生活に甚大な被害を与えている。

太陽光発電揚水システムは諸外国の援助により、飲雑用水・家畜用水揚水に利用されているが、農民にとって維持管理が困難で、ポンプの故障により運転を停止している設備が多い。しかし砂漠化防止を前提とした経済発展、食料自給、地方分散のためには、太陽光発電は重要なエネルギー源である。

マリ国政府は1991年9月、日本国政府に対し、ナラ県において農村の緑化及び農村活動の活性化を図るための実証調査を内容とする本件調査の要請を行った。この要請を受けて、日本政府は1992年3月及び10月、第一次及び第二次の予備調査を実施した。予備調査において、砂漠化防止のためには、住民の定住化が必要であること、水資源の賦存量が農業開発計画にとって最大の要因となることが判明した。

まず第1段階として、限られた水資源の有効利用方法を含めた農業・水資源・太陽光発電基礎調査を実施することとした。第2段階の農業実証・総合農業開発計画調査、太陽光発電揚水実証・太陽光発電揚水計画調査については、上記調査の結果を踏まえ、実施について検討することが確認された。

以上の結果、第1段階として農業・水資源・太陽光発電基礎調査にかかる実施細則（S/W）が、1993年3月、締結され、これに基づき1993年9月、マリ共和国ナラ地域農業開発計画調査（農業・水資源・太陽光発電）団が派遣された。

1-2 調査の目的

本調査の目的はマリ国ナラ地域を対象としてサヘル地帯の砂漠化防止に資するため、地域住民の定住化と農業開発及びそれらに不可欠な水資源の開発計画を策定する目的で実証調査を行うものである。

この調査は上記の目的を達成するためナラ地域の自然社会経済環境を調査し農業を中心とした地域住民の定住化と水資源開発による砂漠化防止の具体的手法を現地で実証するため2段

階に分けて実施する。

農業部門では当該地域の農業の現状把握と開発の制限要因を検討し、開発の基本条件である利用可能な水資源の評価を主目的とした農業・水資源基礎調査を第1段階として実施する。この調査と同時に太陽光発電揚水部門では、太陽光発電による小規模の地下水揚水のための予備的実証調査を第1段階として実施し、その開発の妥当性・技術移転手法を検討する。

第2段階では上記の調査結果を踏まえ、利用可能な水資源に基づく用水を確保し、農業及び水資源開発の具体的手法を、実地の試験を通じ実証調査を行う。

1-3 調査の経緯

本調査は1993年9月より1994年3月まで現地調査が実施され、調査終了時に現地調査結果をインタビュー・レポートとして取りまとめ、提出・説明協議を行った。

農業・水資源部門では、1994年4月以降は国内作業において、調査結果の詳細解析・検討を行い基本的農業開発戦略の策定を行った。また、太陽光発電揚水部門では気象観測データの収集・解析及び太陽光発電揚水機器の運転維持管理データ収集の現地作業と並行して、国内作業で太陽光発電揚水システム予備評価と農業・水資源部門と共同で総合評価、基本的農業開発戦略を策定し最終報告書として取りまとめたものである。

2. 気象観測

2-1 既存気象観測システムの現状

気象局の管轄している気象観測網は一般気象観測所が18箇所、農業気象観測所が47箇所、及び主に外部に委託している雨量観測所が208箇所より構成されている。本基礎調査において、気象観測機器を設置したナラ気象観測所は一般気象観測所であり、1922年に設置された。

2-2 既存気象観測データ

マリ全国（18の一般気象観測所の観測値平均）及びナラ気象観測所の主要な項目の1951年から1980年までの30年間の月別平均値は以下の通りである。

(1) マリ全国

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
日照時間 (時間)	8.9	9.4	9.0	8.8	8.8	8.4	7.8	7.6	8.0	8.7	9.0	8.6	8.6
日射量 (kWh/m ² /日)	5.21	5.78	6.08	6.18	6.15	5.83	5.71	5.63	5.72	5.66	5.34	4.91	5.68
最低気温 (°C)	15.0	17.4	20.6	23.9	26.0	25.3	23.8	23.0	22.9	22.1	18.3	15.3	21.1
平均気温 (°C)	23.7	26.4	29.4	31.8	32.9	31.4	28.9	27.7	28.3	28.4	26.8	23.6	28.3
最高気温 (°C)	32.2	35.0	33.7	39.3	39.7	37.8	34.7	32.9	34.0	35.7	35.1	32.2	35.5
降雨量 (mm)	0	0	2	12	34	79	149	187	118	37	3	1	622
平均湿度 (%)	31	26	25	29	39	51	64	71	67	53	41	35	44
蒸発量 (mm)	274	291	359	355	335	260	187	131	139	204	234	405	251
最大風速 (m/秒)	14.5	14.5	16.9	19.3	25.2	31.3	33.5	31.8	28.7	20.2	18.3	13.8	33.5

(注) (1) 絶対最大風速は10分間平均月別風速の最大値を、又、年平均の欄は年間最大値を示す(以下同)。

(2) 降雨量の年平均欄は年間平均降雨量を示す(以下同)。

(3) 日射量は1951年から1990年までの40年間の平均値。

(2) ナラ気象観測所

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
日照時間 (時間)	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.8	7.8	8.4	8.4	9.2	8.7	8.1	8.6
日射量 (kWh/m ² /日)	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.62	5.18	4.84	5.64
最低気温 (℃)	12.2	13.9	16.8	20.4	23.5	23.0	21.4	20.5	20.2	19.6	15.8	12.5	18.3
平均気温 (℃)	23.3	26.0	29.0	32.2	34.1	32.3	28.8	27.3	27.7	29.4	27.4	23.8	28.4
最高気温 (℃)	32.0	35.5	37.5	37.7	40.1	41.3	38.8	34.1	32.0	33.5	37.0	36.6	36.3
降雨量 (mm)	0	0	1	5	13	47	108	150	82	19	4	0	429
平均湿度 (%)	29	25	22	25	36	49	63	75	64	45	33	30	41
蒸発量 (mm)	364	377	471	475	416	338	230	123	152	289	343	336	326
最大風速 (m/秒)	11.6	13.4	13.6	16.8	19.8	25.8	23.4	27.2	24.0	14.2	11.6	11.6	27.2

(注) (1) マリ国における絶対最高気温は52℃で1935年5月4日にMenaka観測所で、絶対最低気温1.6℃は1986年12月26日Tessalit観測所で記録されている。

(2) 日射量は1951年から1990年までの40年間の平均値。

2-3 気象観測機器

太陽光発電揚水システム設計のための基盤となる気象データを収集する目的で、ナラ気象観測所の構内に外気温度、風向、風速、湿度、雨量、日照時間、日射量及び蒸発量を測定するための観測機器を、マリ側カウンターパートの協力のもと調査団員が設置した。

設計された気象観測システムは、各計測器のセンサーからの出力信号を電气的に変換し、データロガーのICメモリーカードに15分間隔で収録し、パーソナルコンピュータで解析する。据付工事、調整及び試験中はもとより、観測期間中もナラ気象観測所職員、気象局職員に対し、気象観測システムの概要、各装置の測定原理、運転保守の方法、メモリーカードの交換、観測データの処理、解析方法等に関する技術移転を行った。

2-4 観測データの解析及び既存データとの比較

(1) 観測データの解析

調査団による観測は1994年1月1日から9月30日までの9ヶ月間であったが、システムが順調に稼働し、7月にデータ収録システムの技術移転のため2日間観測を中断しただけで、データの欠損がなかった。

メモリーカードに収録された記録は解析プログラムによって、日ファイル、月ファイル、年ファイルに変換され、それぞれの平均値、合計値、最大値、最小値等が目的、項目別に計算される。しかしながら、月別の日当り平均値、合計値、最大値、最小値を一覧表として整理するプログラムが用意されていなかったため、他の表計算プログラムを使用したため、データ入力に手間がかかった。

観測されたデータの解析結果を以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
日照時間(時間)	9.1	9.6	9.6	9.9	9.6	9.6	9.5	9.2	6.5	9.2
平均日射量(kWh/m ² /日)	5.2	6.0	6.5	6.5	6.1	6.1	5.9	5.6	5.9	6.0
絶対最高気温 (°C)	32.6	39.9	43.2	44.4	45.7	45.8	38.9	35.8	37.5	45.8
絶対最低気温 (°C)	7.2	7.3	14.1	15.4	17.1	21.9	19.6	20.5	20.5	7.2
平均気温 (°C)	20.3	24.9	28.9	32.7	33.7	32.8	29.0	27.3	27.6	28.6
平均湿度 (%)	26.9	14.6	19.6	17.8	40.0	63.7	87.4	74.0	71.4	46.2
降雨量 (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	43.0	94.0	70.5	162.5	370.5
蒸発量 (mm)	187	207	285	159	74	78	56	137	68	1,251

(2) 既存データとの比較

観測機器の現地到着の遅れにより、本調査で実施した期間は9ヶ月間と非常に短いものであった。一応、乾期と雨期の両方の期間にまたがった観測結果が得られたが、既存データと比較するには無理がある。

日射量について、観測結果と①日本では日射量の多い地域の代表として那覇市の月別平均日射量及び②米国ウィスコンシン大学でまとめた世界各地の比較的日射量の多い地域10箇所の日別平均日射量を比較すると次のとおりである。

(単位：kWh/m²/日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
本調査の観測値	5.21	6.00	6.48	6.50	6.07	6.06	5.92	5.63	5.91	5.98
那覇市	2.31	2.83	3.00	4.17	4.39	5.00	5.36	4.92	4.64	4.07
10地点平均値	4.93	5.43	5.72	5.90	5.93	5.89	5.47	5.67	5.70	5.63

ナラ地区の日射量は那覇市のその約1.5倍であり、世界的にみても太陽エネルギーに恵まれた地域の一つであるといえる。尚、上表の世界の日射量の比較的良好な地域として比較に使用した地域は、タイのバンコック、インドネシアのジャカルタ、オーストラリアのアリススプリング、米国のホノルル、フェニックス、インドのニューデリー、イスラエルのエルサレム、ケニアのナイロビ、南アフリカのケープタウン、スペインのアルメリアである。

3. 井戸調査

3.1 既存井戸利用の現況

ナラ地区で生活用水、家畜用水、菜園への灌漑用水などに利用されている井戸には、コンクリート枠製掘抜井戸、木枠や石積などの手製井戸、素掘井戸などがあるが、台帳が完全に整備されていないため実数の把握が困難である。既存の資料、1985-1993年内に製作された井戸リスト及び本調査の現地調査によれば、コンクリート枠製井戸は250~270程度、手製の井戸は1,800~2,000程度と推定される。

今回、調査の対象とした比較的水量が多いと思われたコンクリート枠製掘抜井戸では、通常時の揚水量が5 m³/日以上ある井戸が74%を占めているが、乾期末には50%に減少し、1 m³/日未満しか揚水できない井戸が14%も出現する。一方、手製井戸では、通常時5 m³/日以上ある井戸が約50%であり、これが乾期末に20%程度に減少し、1 m³/日以下の井戸も約40%占めるようになる。この事より、乾期末の水量が大幅に減少することがわかる。

ナラ地区の一般的な水利用のパターンは次のようである。

- (1) マレに水がある期間は、家畜用にはもっぱらマレの水を利用し、生活用水として手製掘抜井戸を使用する。コンクリート枠製掘抜井戸は乾期に備え使用しないことが多い。
- (2) マレに水がなくなる頃は、手製掘抜井戸が利用できる限り生活用水用として使用され、コンクリート枠製掘抜井戸は家畜用に利用されることが多い。又、この期間に揚水量に余裕がある場合、菜園の灌漑に利用する村落が増えてきている。
- (3) 乾期末には手製掘抜井戸が干上がることが多く、生活用、家畜用としてコンクリート枠製掘抜井戸が利用されるのが一般的である。

井戸水の塩分濃度（導電率）の高いものが多いが、帯水層の地質によって差異があり、一般的に、基盤岩内やコンティネンタル・インターカレアに滞水層を持つ井戸では高く、主として沖積層を滞水層とする井戸では低い傾向にある。

3-2 揚水試験対象井戸の選定

(1) 既存井戸調査

(a) 調査の目的

既存井戸の分布状況、村落の分布状況、降雨量の地域差、地質分布等の資料を基に、既存井戸の調査対象を選定し調査を行った。この調査の目的は以下の通りである。

- － ナラ地区の井戸利用の状況の把握
- － 地下水賦存量の推定の為実施する揚水試験対象井戸（20ヶ所）選定の基礎資料収集
- － さらに、太陽光発電揚水システムの実証試験実施井戸（2ヶ所）選定の基礎資料収集

(b) 村落調査結果との整合性

井戸調査に先行して村落調査（30ヶ所）が実施されており、その対象村落（以下代表村落と言う）を優先して既存井戸調査の対象となる井戸の選定を行ったが、本調査の目的の一つである太陽光発電放水システムを設置する井戸の構造上の問題もあり、代表村落30ヶ所のうち、15ヶ所の村落の井戸が調査対象となった。

(c) 調査対象井戸

代表村落の井戸を優先的に選定した後、さらに調査目的を考慮して対象井戸を絞り込み、結果的に以下52ヶ所の井戸を選定した。

地区名	村落数	対象井戸数	内代表村落数
Nara-Central	77	21	5
Balle	74	6	3
Dilly	81	11	3
Falou	53	7	2
Mourdiah	49	7	2
Guire	31	—	—
合計	365	52	15

(d) 井戸調査

既存井戸52ヶ所の内、今回調査で4ヶ所を除き48ヶ所の現地調査を実施した。48ヶ所の井戸の35、コンクリート枠製掘抜井戸は37箇所、手製掘抜井戸は11箇所である。調査の結果、以下の傾向が認められる。

- 乾季末の井戸の水深が殆ど零近くに低下する井戸が圧倒的に多い。これは、手掘りの為、乾季末の水位付近までしか掘削出来ないという技術的制限によるものと考えられる。
- 井戸の深さが20m以下のものが多いが40m前後の井戸は4ヶ村に見られる。
- ナラ中央、ディリ地区の井戸水の導電率が2,000 μ S/cm前後のものが多いがファロ、モルディア地区では1,000 μ S/cm以下の井戸水が多い。
- 揚水可能量（又は揚水実績）が乾季末に日量10m³以上と評価できる井戸は10ヶ所しか見出せず、殆どの井戸では乾期に水量が不足する。

(2) 揚水試験対象井戸の選定

井戸調査結果に基づいて、以下の条件を設定して揚水試験対象井戸としての評価を行い、20ヶ所の井戸を選定した。

(a) 井戸構造

素掘井戸はもとより、手製掘抜井戸も揚水試験によって井戸孔壁が破損する恐れがあるため、これらの構造の井戸を除外することとし、揚水試験及び太陽光発電揚水システムの設置を考慮して、コンクリート枠製の井戸のみを選定した。

(b) 揚水可能量（揚水実績）

太陽光発電揚水システムを設置するという目的から、揚水可能量（又は揚水実績）が大きい井戸を選定するのが望ましく、聴取り調査結果に基づいてランク付けを行った。

(c) 乾季末水深

乾季末においても井戸から一定の揚水量が得られるためには、乾季末の水深が十分に深いことが望まれる。また、揚水試験を行う上でも水中ポンプの安全な設置を保証する水深が必要であり、乾季末の水深によるランク付けを行った。

(d) 水質（導電率）

太陽光発電揚水システム設置井戸を選定するという目的からすれば、井戸の水質が良好であり、飲雑用水、家畜用水、家庭菜園用水等多目的に利用できる井戸であることが求められる。

3-3 揚水試験

(1) 揚水試験実施箇所

揚水試験機材の現地到着の遅れにより、太陽光発電揚水システム設置井戸の選定期限までに試験を実施できる井戸の数が制約されたため、試験対象井戸に優先順位をつけ、優先順位の高い井戸から試験を実施することとした。優先順位の決定は以下の基準によって行った。

(a) 太陽光発電揚水システムの設置条件に適した井戸、つまり、上記の井戸評価結果が良好なものを優先させる。

(b) ただし、太陽光発電揚水システムの設置とその後の維持・管理の容易さを考慮して、アクセス条件の悪い井戸での揚水試験は後日に廻すものとした。

このような基準で選定された20ヶ所の揚水試験対象井戸のうち、太陽光発電揚水システムを設置する目的のために、1993年度は8ヶ所の揚水試験を実施した。なお、Dembasalaは乾期末水深は10mもあり、乾期揚水量も 10m^3 /日以上、導電率も低く、井戸の総合評価として“A”にランク付けされた唯一の井戸であったが、揚水試験に対し住民の強い拒絶があったため、試験は実施できなかった。

なお、残りの11ヶ所の井戸での揚水試験は1994年度に実施する予定であったが、雨季による道路事情の悪化、治安悪化に伴う行動範囲の制約もあり、井戸調査結果及び道路事情にもとづいて、10ヶ所の揚水試験を実施した。

(2) 揚水試験方法

揚水試験はアフリカ統一基準であるC.I.E.H. (Comite Interfricain D'Etudes Hydrauliques) の簡易井戸揚水試験基準 (Essais de Debit Simplifies sur Puits) に準じて実施した。

(3) 揚水試験結果

揚水試験によって得られた揚水量とこれに対応した水位低下量、及び揚水停止後の水位回復速度などの資料にもとづいて、比湧出量や乾季末揚水可能量の解析を行った。

(4) 井戸の水位観測

揚水試験の対象として選定した井戸の水位観測を住民の協力を得て実施した。この水位観測結果から明かとなった水位変動には、次のようなパターンが認められる。

- (a) 連続的な水位変化を示し、観測日間の異常な水位変化が少ないことから、観測水位が静水位を反映していると判断される井戸： これらの井戸においては、日常の揚水による水位低下が急速に回復することを示している。
- (b) 水位記録がジクザクであり、明らかに揚水量が水位を強く規制していると推察されることから、観測水位の多くが静水位よりも低いものと判断される井戸： 揚水によって低下した水位が静水位まで回復する以前に、さらに揚水されていることを示している。ただし、雨季に入ると水位の以上値は少なくなり、比較的安定した水位を示すことが多いが、これは雨季にはマレ等の地表水や村落近くの手製井戸を主に使うため、井戸利用が非常に少なくなることを反映しているものと推察される。

3-4 井戸の総合評価及び設置井戸の選定

(1) 井戸条件のランク付け

井戸調査、揚水試験、水位観測結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する井戸を選定するとの目的で、揚水試験を実施した井戸の構造、揚水可能量、乾期末水深、水質に対する以下の如くランク付けを行った。

評価区分	井戸 (所在地)
A	Kabida Bambara, Kaloumba
B	Kabida Soninke, Koli
B~C	Missira Makana
C	Guineibe, Tendye, Bomandyougou, Mourdia, Koera
C~D	Zidou Toure, dilly
D	Toulel, Berzack
D~E	Fogoti
E	Goumbou, Keyban, dieloua

(2) システムを設置する既設井戸の条件

本調査で太陽光発電揚水システムを設置する既設井戸の選定に当たって、揚水試験実施井戸の選定条件に加えて、調達された水中ポンプの仕様及び井戸を所有する村落の状況を考慮し、以下の項目を設定した。

- (a) 井戸の水位が、導入する水中ポンプの揚程範囲内であること。乾季末に於ても井戸水位が約35mより浅い事が望ましい。
- (b) 乾季末に於ても揚水するためには、少なくとも、井戸の水深が水中ポンプの長さ以上であることが必要であり、余裕を見て乾季末水深が約2m以上であることが望ましい。
- (c) 井戸の周囲に、太陽光発電施設や貯水・給水施設を設置する場所が確保できる事。
- (d) 設置に対する地元住民の理解が得られる事。
- (e) 設置後の維持・管理に対する理解と、これを保証する住民組織の存在及び維持費用負担の意志及び能力があること。
- (f) システムを設置することにより社会的効果が大きい井戸であること。
- (g) 井戸の所有権や他のプロジェクト等との関係で、問題や混乱をもたらさない井戸であること。

(3) 既設井戸の総合評価

既存井戸の現地調査（48ヶ所）、揚水試験結果、及び上記追加条件を加味して、太陽光発電揚水システム据付開始前に揚水試験が完了した7井戸に対して、太陽光発電揚水システムを設置する為の井戸の再評価を実施した。

総合評価の結果、Berzack及びKoeraの両井戸がシステム設置の住民の同意及び維持管理の為の費用負担の意志の有無を考慮すると優先順位が高い。最終的には以下の決定に至る経緯に説明してあるように、マリ側と協議の上両井戸に決定された。

(4) 設置井戸の選定

既存井戸調査から太陽光発電揚水システム設置井戸決定に至るまでの経緯をまとめると以下の様になる。

(a) 既存井戸調査

準備期間を含め、11月10日～12月14日 まで実施した。調査対象井戸として52箇所を選定し、48箇所を終了した。

(b) 揚水試験

(i) 既存井戸調査結果と、これに基づいて選定された揚水試験対象井戸(20箇所)について、マリ側カウンターパートに報告し、了承を得た。

(ii) 揚水試験は、準備期間を含め、12月15日から12月30日まで実施し、優先度の高い8箇所での試験を終了した。ただし、システム設置井戸を選定するための協議までに試験を終了できた井戸は7箇所である。

(iii) 住民の意識調査

12月中旬以降、マリ側カウンターパートによって、優先度の高い揚水試験対象井戸を対象に、システム設置に対する住民意識の調査が行なわれた。

(iv) 設置井戸選定のための合同協議

12月27日に、ナラ事務所に於て、調査団員とマリ側カウンターパートとの合同会議が開催され、当システム設置井戸の候補地選定について協議し、Berzack とKoera の2箇所の井戸が候補地として選定された。

(v) ナラ地域行政関係者への報告と協議

12月28日、ナラのコマンドン事務所に於て、ナラ地域行政関係者に対し、当システム設置井戸候補地選定結果を報告した。ナラ地域行政関係者としては、コマンドンを始め、村長、政党代表者、婦人組織代表、開発担当者等が出席した。

BerzackとKoeraの2箇所が候補地として挙げられた事に対して両村落での活動経験のある開発担当者等から選定の妥当性と歓迎の表明がなされた。

(5) システム設置を拒絶する村民意識について

今回の太陽光発電揚水システム設置井戸選定過程においては、4ヶ所の村落が、当システムを既存井戸に設置することを拒絶したが、住民から出された意見を総合すると、既存井戸へのシステム設置を拒絶する理由は、以下のようにまとめられる。

- (a) これまでは無料で使用できた既存井戸を、システムの設置によって有料化することには住民の強い抵抗がある。
- (b) 手押しポンプは破損率が高いために信頼度が低く、手製井戸は乾季に涸れることが多いために、既存のコンクリート枠製井戸は村民にとっての最後の生命線となっており、これを保守しようとする住民意識が極めて強い。

本格実証段階で当システムを設置する場合には、このような住民意識を十分に配慮することが肝要であろう。

4. 太陽光発電揚水プロジェクト調査

4-1 エネルギーセクター

(1) エネルギーセクターの現状

マリのエネルギーの年間消費量は石油換算で193万トン（1987）と推定されている。その内訳は、薪炭・バイオマス等のエネルギーは90.7%、石油8.6%、電気0.7%となっている。薪炭類の90%は家庭用に石油の70%は運輸部門で消費されているが、森林資源については短・中期的に十分その需要を満たすことが可能と報告されている。

技術的に開発可能な水力資源は800MW、5,700Gwh/年と推定されており、現在の需要レベル500MW、263Gwhに対し十分なポテンシャルといえる。

(2) 電力セクターの現状

マリの電力事業者はマリエネルギー公社（EDM）であり、電力施設の計画・建設、運営を行っている。電力システムはSelengue水力発電所（44MW）を主電源とする150kV、66kV及び33kVの送電線で構成されている中央系統と小型ディーゼル発電機を電源とする孤立系統よりなっている。EDMの発電設備は84MW（内水力60%）で、その他19MW程度の自家用発電設備がある。1993年に於ける発生電力量は268Gwh、消費電力量は219Gwh、需要家数は56,000であった。

現在、世銀の資金でマリ、セネガル、モーリタニア三国共同でManantali多目的プロジェクトが建設中であり、その発電設備容量は200MW、計画発生電力量は800Gwhで、その内52%がマ리에配分される計画である。

(3) 新・再生エネルギーセクター

太陽エネルギー資源は豊富で早くから注目されてきており、1965年に太陽エネルギー研究所（LESO）が設立されたが、現在国立太陽・再利用エネルギー資源開発室（CNESOLER）と名称変更されている。太陽エネルギー開発は太陽熱、太陽光の両分野で進められているが、電気冷蔵庫、ケロシン冷蔵庫、電気ヒーター等の他の競合する従来型の設備が価格的に有利であるため、利用が進んでいない。太陽エネルギーの内、最も広範囲に渡って活用されている分野は飲料

水、農業用水確保のための揚水である。

4-2 太陽光発電揚水プロジェクトの現況

(1) 開発の経緯及び体制

太陽光発電揚水システムの開発は、1977年マリアクワピバ（MAV）により Segou地区に設置されたのを皮切りに、各国政府や国際機関の援助によりニジェール川沿いの地域を中心にサヘル地域も含めて進められてきている。ナラ地区には1981年から1986年にかけてMAV、USAID及びFEDにより6箇所の太陽光発電揚水システムが設置されたが、その内3台が故障で運転されていない。開発は無償援助又は慈善事業とに推進されてきており、システムの運営、維持、管理は住民組織にまかされている。フランスの援助により1987年にDNHEの下にシステムの普及、補修及び技術者養成を目的として、太陽光発電設備維持管理室（CEES）が設置されたが、援助打ちりに合せ、SOMIMAD等民間企業に補修業務を移管しつつある。

(2) 開発の現状

太陽光発電揚水システムのインベントリー調査は1990年6月にフランスの援助により実施されたが、その結果、190箇所のシステムが報告されている。調査団はその後設置されたシステムを含めて222箇所のデータを収集した。その結果は次の通りである。

- (a) Segou地区に55%が設置されており、ついでKoulikoro地区に16%、Sikassoに8%と水資源の比較的豊富なニジェール川沿いに集中している。
- (b) 太陽電池アレイの出力は1.0-1.5kWpは40%、ついで0.5-1.0kWpは20%、1.5-2.0kWpは13%となっており、飲雑用水、家畜用水を目的とした、比較的小規模なものが多い。最大出力は12.96kWpであり、Segou地区に牧畜用水を目的として設置されている。
- (c) 太陽電池は仏国製は54%と一番多く、日本製は22セット（10%）が納入されている。又、ポンプは仏国製は48%で、ついでデンマーク製が38%であり、日本製はない。
- (d) 稼働状況に関するデータ収集、調査は一部を除いて実施されていないので詳細が不

明であるが、1992年CEESが実施したアンケート調査では回答のあった179システムの内、25%は停止中で、稼働しているシステムでも維持管理が満足できるレベルのものが37%だけであると報告されている。

(e) 開発計画

ヨーロッパ基金により西アフリカ諸国8ヶ国を対象として、計800の太陽光発電揚水システムを設置するプログラム（PRS）が進行中であり、マリ国では229システムの設置が予定されている。このうち第一段階として22システムがこれまでに設置され、現在、第二段階として52システムの設置が進行中である。

(3) 維持・管理体制の現況及び問題点

一般に、住民による井戸管理委員会を設置して、システムの維持・管理を行っている。委員会は会長、会計係、書記、設備保守員により構成されているが、実際の運営は村長又は一部の有力者、特定の一族に支配されている場合もあり、委員会の実質的な管理能力が失われているものが多い。又、維持管理のために水料金を設定し、徴収しているが、徴収方法は①家族単位で年間費を徴収、②使用料に応じた徴収、③それらの併用が多い。

設備保守員は日常のポンプの運転停止、太陽電池の清掃、人又は動物による破損防止等を主な仕事としているが、設備が故障、破損した場合に適当な補修を行うことができない。補修はCEESが行って来たが、現在民間企業に補修業務を移管しつつあり、各井戸管理委員会は業者との補修契約の締結を迫られている。しかし、年間補修契約は350,000～560,000CFA（1993年時点）と非常に高価である。

太陽光発電揚水システムの維持管理に関し、以下の問題点がある。

- (a) 太陽光発電揚水システムは住民共通の財産であるとの認識が少ない。その為、設置に伴う責務に関する住民組織の理解、了承が不十分である。
- (b) 支払能力が低く、補修部品の調達、修理のための基金の積立が困難である。水料金を徴収しているが、金額的に十分でない。
- (c) 運営は村長又は一部の派閥に支配される例が多く、又、それを当然とする風習が強い。

く、住民の共同体の一員であるとの自覚に乏しい。そのため、住民のより良い運営体制確立のための熱意が余り感じられない。

- (d) システムの運転、保守を指導する国レベル、地方政府レベルの体制が不十分であり、その上、定期点検、補修を実施又は補助するための体制も十分に機能していない。
- (e) 住民の基礎教育レベルが低く、読み書きがある程度出来る人の殆ど居ない村も多く存在する。そのため、水管理、料金徴収、記帳も満足にできないケースがある。
- (f) 殆どどのシステムは各国政府、国際機関、民間の無償援助又は慈善事業として推進されて来たため、設置されている太陽光システムも技術仕様の統一性に乏しく、保守技術の教育、部品調達等を困難にしている。

5. 太陽光発電揚水システム予備調査

5-1 システム設置井戸の現況

(1) Berzack

Berzackはナラ市の南東約7kmに位置し、人口約1,000人のモール族の部落である。村は35～40mの4つの井戸を所有しており、そのうちの1つにはドイツの援助による風力ポンプとハンドポンプが設置されている。又、1つは塩分濃度が高く、家畜用としても問題が多く、余り使われていない。

太陽光発電揚水システムを設置した井戸は村から500m程離れているが、4つの井戸の中では水質も良く、乾期末に干上がる確率も低く、住民にとって、風力ポンプを取付けた井戸と共に、重要な存在となっている。

(2) Koera

KoeraはMourdiah郡に所属し、ナラ市の南104kmの、バマコ～ナラ間の幹線道路沿いに位置している。人口は約1,000人のサラコレ族の村落であり、合計5箇所
の井戸を所有している。太陽光発電揚水システムを設置した井戸は村の東部に隣接しており、水質が良く、水量も多いので飲雑用水、家畜用水として重要な役割を担っている。

5-2 システムの概要

設置されたシステムは、35枚の太陽電池モジュールで構成される太陽電池アレイによって発生された直流電流をインバーターにより3相交流に変換し、定格容量1.1kwの多段式水中ポンプを駆動するものである。水中ポンプは定格揚程25mで6.9m³/時の揚水能力を持っている。その他の施設として、10m³の容量を持つ貯水タンク、水道栓のタップを備えた水汲み場、容積3.84m³ (9.6m×1m×0.4m)の家畜水飲み場、避雷設備が設置されている。

ポンプの運転は、日射量、貯水タンク水位、井戸水位等の条件を全て考慮して自動制御されている。本システムは、又、気象観測値(日射量、外気温)及び運転状況を示す諸数値を自動的に収録する装置を備えている。

5-3 システム設置及び技術移転

(1) システム設置

太陽光発電揚水システムの設置経験のあるCNESOLERの協力を得て、調査団員の指導のもと、土木構造物の建設、機器の据付、配管・配線工事を実施し、機器の調整、試験は調査団員自身が行った。尚、設置に際して、機器の仕様、地形を考慮し、以下の配慮をした。

- (a) Berzackの井戸深度は水中ポンプの揚程の限度に近いので、配管損失が極力少なくなるような配置とした。
- (b) Koeraでは井戸周りのスペースが十分とれないので太陽電池パネルを離れた所に設置した。
- (c) 乾期末の水位低下によりポンプの稼働が困難になる場合が有りうるので、その場合手汲みができるように、井戸蓋を2つ割れとし、片方が取り外し可能にした。

(2) 技術移転

システムの設置、運転期間を通じ、太陽光発電揚水システムに関するカウンターパートであるCNESOLERの職員及び両井戸の管理担当者に技術移転を行った。主な内容は次の通りである。

- 太陽光発電揚水システムの概要
- 一般的なメンテナンスの対象項目及び方法
- 積算流量計及び各種計測器の読み取り方法
- 自動収録装置の取り扱い方法及びメモリーカードの交換方法
- 解析プログラムの内容及び使い方
- フィルターの取り外し/取付け方法及び清掃方法

5-4 観測、維持・管理体制

(1) 維持・管理体制

太陽光発電揚水システム設置に対する住民の理解を求めため、井戸選定に先立って、マリ政府は設置候補井戸を使用している村にミッションを派遣し、住

民の意識調査を実施した。又、設置を強く希望した Berzack、Koera 両村に対して、システムの運営、維持、管理への住民参加を促す意味で、設置当初において据付費用の一部負担の提案が出され、それぞれ 100,000CFA、200,000CFA の支払いに同意したが、これを維持・管理のための積立金に当てることにした。政府側ミッションの指導のもとに、運営・維持・管理を行うための井戸管理委員会及び利用者による水道利用者組合が設立された。さらに、ナラの地域開発センター（CAC）の指導のもとに、運営を明確にするために、井戸管理委員会、水道利用者組合の内規が作成された。又、水の使用料、徴収方法等についても以下のように決定された。

(a) Berzack

使用量に応じた以下の料金制を採用している。

－ ドラム缶（200l）	50CFA（10円）
－ 50リッタータンク	10CFA（2円）
－ 20リッタータンク	5CFA（1円）
－ 大型家畜（牛、馬、ラクダ）	100CFA/頭/月（20円）
－ 小型家畜（羊、ヤギ）	25CFA/頭（5円）
－ ロバ	10CFA/頭（2円）

但し、水汲み用の荷車を牽引のロバの飲む分は無料

尚、8月末迄に、水料金として徴収した金額は45,825CFA（9,165円）であった。

(b) Koera

維持・管理のための費用は共同菜園（6.8haのミレット畑）の収益を全額当てることにして、使用量に応じた料金の徴収を行わない。

しかしながら、外来者の家畜について以下の料金を徴収している。

－ 牛（群：20～50頭）	2,500CFA/群/月
－ 羊、ヤギ	1,500CFA/群/月

尚、8月末迄に水料金として徴収した金額は3,850CFAであった。又、ミレット畑からの収穫物を販売するのは1995年であり、その時点でなければ正確な金額は判明しない。

村民の教育レベルについては、KoeraはMourdiahに近く基礎教育を受けた村民も居るが、Berzackは村長を除き、読み書きができないことが、水管理の指導をしている過程で判明した。そこで、水管理に最低限必要と思われる数字・文字の

識字教育を10才代の若い人を対象に実施した。

(2) 観測

以下の気象及び運転状況を示す観測値、測定値が自動的にデータ収録装置に記録され、それをパーソナル・コンピューターにより解析する方式をとっている。

- 日射強度 (0 ~ 1 kW/m²)
- 外気温度 (0 ~ 60℃)
- 太陽電池温度 (0 ~ 80℃)
- 制御盤内温度 (0 ~ 80℃)
- インバーター出力周波数 (0.5 ~ 50Hz)
- インバーター出力電流 (0 ~ 17A)
- 揚水量 (0 ~ 12m³/時)

Berzackは1994年2月12日より、Koeraは2月15日より、上記の測定項目の自動観測記録を開始した。

6. 太陽光発電揚水システム予備評価

6-1 太陽光発電揚水システムの運転データの解析

(1) 運転データ解析の目的と方法

データ収録装置に読み込まれた運転記録を解析することにより、設置したシステムの稼働状況を把握すると共に、システム評価の資料とし、本格実証調査に於けるシステム設計、開発のための基礎資料の収集を目的としている。

収録されたデータはJICAより供与された解析プログラムにより、日ファイル、月ファイル、年ファイルを作成し、合わせて最少値、最大値、平均値、合計値等を計算する。尚、日ファイル、月ファイル、年ファイルは各時刻における1ヶ月平均、1年間平均を求め1日分のファイルとしてまとめたものである。又、ファイルの内容をプリントアウト及びグラフ表示をする機能を有する。但し、供与された解析プログラムでは月別の日最大値、最小値、平均値、合計値等をまとめてプリントアウトするプログラムが供与されていないので、別途表計算ソフトを用いて作表、計算を行わなければならなかった。この月別の日データ及び代表日の観測記録の解析結果を評価に使用した。

(2) 運転実績

Berzackのシステムは1994年2月12日より、Koeraは2月15日より運転開始し、10月20日迄の運転データを回収したが、両システムとも、井戸浚い期間（Berzackは4日間、Koeraは7日間）を除いて、故障による停止等による重大なデータの欠落は無く、9月末迄のデータの回収率はそれぞれ98%、96%であった。尚、井戸浚い中でも作業開始前に揚水を行なったため、住民の井戸水の利用には殆んど支障が生じていない。しかしながら、制御盤温度に原因不明の断続的なデータの欠落が見られた。

(3) 運転特性と運転データの解析

(a) 太陽電池発生電力の利用率

太陽電池で発生された電力のうち、どれだけ揚水のために使用されたか（ポンプの消費電力）をチェックする目的で、ポンプ動作時と1日当りの利用率（ η_1 、 η_2 ）

を計算した。

ポンプの消費電力は工場での試験結果をもとに、インバーターの出力電流、出力周波数より近似的に算定されるので、運転時間内の積算値を求めることにより、消費電力量が計算される。利用率を計算した結果は以下の通りである。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
$\eta 1$	0.68	0.67	0.69	0.72	0.73	0.72	0.75	0.82	0.72
$\eta 2$	0.55	0.55	0.55	0.54	0.56	0.2	0.18	0.11	0.41

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
$\eta 1$	0.78	0.77	0.76	0.76	0.78	—	—	—	0.77
$\eta 2$	0.30	0.57	0.60	0.47	0.39	—	—	—	0.47

(b) 外気温度と太陽電池温度の関係

太陽電池出力は通常日射強度によって決定すると考えられがちであるが、素子温度によって変換効率が減少するので、太陽電池温度を把握することは出力を想定するうえで重要である。そこで、太陽電池最高温度とその日の最高外気温度を比較すると次のようになる。

(Berzack)

(単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
電池最高温度	67.2	70.4	71.1	75.0	70.5	66.4	75.0	75.0	71.3
最高外気温度	39.9	42.0	41.4	44.8	43.4	37.4	35.4	35.7	40.0
温度差	27.3	28.4	29.7	30.2	27.1	29.0	39.6	39.3	31.3

(Koera)

(単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
電池最高温度	66.7	72.6	74.9	75.7	71.4	72.0	71.8	72.6	72.2
最高外気温度	39.0	40.6	41.4	44.8	43.4	38.4	34.9	34.6	39.6
温度差	27.7	32.0	33.5	30.9	28.0	33.6	36.9	38.0	32.6

尚、1日当りの外気温度と太陽電池温度を比較すると、太陽電池最高温度の発生時刻は外気最高温度発生時刻より遅れて発生している。これは太陽電池自体の蓄熱効果によるものである。

太陽電池の温度による出力係数を日照がある午前7時から午後6時までの平均温度を用いて算出すると次のようになる。

(Berzack) 月平均値を用いた結果

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均太陽電池温度	41.2	43.9	48.7	49.3	57.1	42.6	42.5	46.1	46.4
出力係数	0.92	0.91	0.89	0.89	0.85	0.92	0.92	0.90	0.90

(Koera) 月平均値を用いた結果

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均太陽電池温度	43.8	45.5	50.7	50.3	48.3	44.4	41.8	46.1	46.4
出力係数	0.91	0.90	0.88	0.88	0.89	0.91	0.92	0.90	0.90

(c) 外気温度と制御盤内温度の関係

制御盤内にインバーター、余剰電力を消費するための抵抗器等の発熱体が内蔵されており、盤内の温度を上昇させる原因となっている。一方、使用されている電子素子は熱に弱く、温度上昇を極力低く抑さえる必要がある。そこで、以下制御盤内の温度について検討した。

太陽電池温度同様、月別の制御盤内最高温度、その日の最高外気温度及び温度差をサイト別に下表に示す。

(Berzack)

(単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
制御盤内温度	47.3	49.7	51.8	54.5	53.8	43.9	42.0	44.0	48.4
外気温度	39.9	42.8	42.8	45.7	45.8	38.4	35.4	37.5	41.0
温度差	7.4	6.9	9.0	8.8	8.0	5.5	6.6	6.5	7.3

(Koera)

(単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
制御盤内温度	46.8	51.2	52.8	54.6	53.6	49.7	43.0	46.5	49.7
外気温度	36.9	42.8	43.7	44.8	45.8	38.4	34.8	35.9	40.4
温度差	9.9	8.4	9.1	9.8	7.8	11.3	8.2	10.6	9.4

(d) 日射量と揚水量の関係

太陽電池アレイはナラ地区の緯度及び傾斜による雨洗効果を考慮して、傾斜角15°で設置されている。又、日射計は太陽電池パネル面に取り付けられているので、観測値は傾斜面全天日射量を示すことになる。両サイトにおける月別の最大日射強度、全天日射平均日量、最大日量、最低日量及び月間日射量は次の通りである。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m ²)	1.14	1.14	1.06	1.00	1.04	1.08	1.14	1.14	1.14
全天日射量 (kWh/m ² /日)									
平均日量	6.50	6.66	6.44	5.91	5.62	5.56	5.22	5.94	5.98
最大日量	7.45	7.67	7.39	7.33	6.40	6.65	7.19	7.71	7.71
最小日量	5.82	5.22	1.84	2.81	1.36	2.34	1.13	2.68	1.13
月間日射量 (kWh/m ² /月)	110.5	206.6	193.3	183.2	157.6	172.2	161.9	178.3	170.5

(注) 月間日射量の2月は17日間分であり、6月は26日分である。

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m ²)	1.05	1.11	1.05	1.02	1.04	0.90	0.52	1.14	1.14
全天日射量 (kWh/m ² /日)									
平均日量	5.91	6.29	6.43	5.62	5.37	3.55	1.16	3.16	4.69
最大日量	6.66	7.43	7.28	7.31	6.16	6.24	3.40	6.76	7.43
最小日量	3.58	4.59	5.02	2.39	3.96	0.79	0	0.42	0
月間日射量 (kWh/m ² /月)	82.7	195.06	192.87	174.24	161.09	85.21	36.0	91.7	127.4

(注) 月間日射量の2月は14日間分であり、7月は24日分である。

積算流量計は設置されているが、水管理の方法を指導してゆく過程で水の管理担当者が読み書きが満足にできないことが判明したりして、十分な記録を残すことができなかった。一方、積算流量計とは別に電磁流量計が設置されており、この観測値がデータロガーに30分毎に収録されている。供与されている解析プログラムでは収録されたデータをもとに、日平均揚水量、日揚水量、月揚水量を求めることができるようになっているが、日平均揚水量は24時間平均であり、ポンプ運転時間内の平均ポンプ揚水量を別途計算した。結果は次の通りである。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均ポンプ揚水量 (m ³ /時)	1.40	1.18	1.08	0.90	0.88	2.32	2.16	2.62	1.57
日揚水量 (m ³)	9.15	8.34	7.60	5.85	5.09	4.12	2.27	1.36	5.47
月揚水量 (m ³)	155.6	258.5	228.0	181.4	132.3	127.6	70.3	40.7	149.3

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均ポンプ揚水量 (m ³ /時)	6.13	3.63	3.22	2.70	1.71	3.93	5.11	3.80	3.78
日揚水量 (m ³)	19.72	21.25	21.35	13.65	6.83	5.57	2.97	3.80	11.90
月揚水量 (m ³)	276.1	655.8	640.5	423.1	204.8	133.7	92.0	110.2	317.0

両サイトの時間当り揚水量の違いは、揚程（井戸水位）の違いによるものである。又、特にKoeraにおいて、3月の揚水量が2月に比較して大幅に減少しているのは、積算流量計の保護のために設置してあるフィルターの目詰まりが主なる原因と考えられる。即ち、7月に井戸浚いと同時にフィルターを清掃した結果、揚水量が倍以上に回復している。

6-2 太陽光発電揚水システムの評価

(1) 技術的観点からの評価

(a) 機器配置

Berzackではフィルター、電磁流量計がフェンスに近く点検に不便を感じる程度で、運用上の問題もなく良い配置である。又、太陽光パネル傾斜角はナラ地区の緯度に合わせて15度とし、最大の日射を受けるようにしたが、15度であれば雨洗効果も期待できる。

(b) 太陽光発電システム

(i) 最高周囲温度

製造業者によれば、設計最高周囲温度を50℃と想定したとのことである。これに対し、ナラ気象観測所における調査期間中の絶対最高気温は45.8℃を、過去の実績では1949年に48℃が記録されている。その結果、制御盤内温度は55℃近くまで上昇していることが今回調査で明らかとなった。各構成素子に設計上の裕度があるとはいえ、長期間の運転を考えた場合、制御盤内温度は50℃近くに抑える必要がある。

今回、制御盤を太陽光パネルの下に設置したため、太陽の直射による温度上昇を防止できたが、太陽電池よりの余剰エネルギーを消費するための制動抵抗が、隔壁板で仕切っており、盤内に取り付けられており、これが温度上昇の原因と考えられる。制御盤内温度を確実に50℃近く迄低下させるために熱交換器等の冷却システムの採用も有効と判断される。

(ii) 設計風速

太陽光パネル架台等の設計風速は、日本の設計基準にしたがって、60 m/秒を採用したとのことだが、ナラ地区の設計では30 m/秒で十分であり、経済的な設計に務めるべきである。

(iii) 防塵対策

細かい砂塵が多く盤内に浸入しており、盤自体の防塵対策を十分に施すだけでなく、砂塵の浸入を100%防止することは物理的に困難であるので継電器、接点等も防塵仕様とする必要がある。

(iv) 劣化防止対策

フランジ部のパッキンに紫外線による著しい劣化が認められた。高温、紫外線等に強い材料を使用する必要がある。

(c) 給水系統

(i) 水中ポンプ

基礎調査では調査期間は短いため止むを得ず、設置井戸選定以前にナラ地区の平均的井戸深さに余裕を見て決定したが、本来、ポンプは井戸の構造、計画揚水量、水位変動等を基に、効率のよい経済的な選定を行うべきである。

(ii) 貯水タンク

タンクは10 m³の容量を持ち、0.9 m高さの基礎コンクリート（設計では0.5 m）上に設置した。Berzackでは、実揚程が定格揚程より高く、時間当り水使用量が揚水量より多く、貯水タンクに水が溜る機会が少なく水圧不足で住民の一部より不満が聞かれた。したがって、ある程度以上の水圧を維持するため架台の高さを2m程度にする必要がある。又、タンクに水位計が設備されていなかったが、運用上必要である。

(iii) フィルター

積算流量計の駆動部の水垢や不純物による目詰まりを防ぐためにフィルターが設備されている。しかしながら、このフィルターの目詰まりによると考えられる揚水量の大幅減少が見られた。そのため、フィルターを定期的に清掃するように指導したが、清掃には数日要するため交換用のフィルターを追加したが、安全、確実に実行させるためには、2台並列に設置して、清掃時は切替えて使うようにするか、積算流量計を水に不純物が含まれていても問題ない型式に変更する必要がある。

(iv) 水汲場

水汲場広さ（7.2m x 5m）、蛇口高さ（75m）及び蛇口数（9個）は、妥当な設計と判断される。又、蛇口にホースを取付けたことによりタンクへの取水が便

利になっている。

(v) ロバ車用給水

ロバ車給水口が貯水タンクに入る前の配管についているため、ポンプが運転している時以外はロバ車給水ができない。従って、タンク満水によりポンプの運転が停止している間は給水出来ず不便である。貯水タンク位置をもっと高くして、ロバ車給水口をタンク下流にする必要がある。

(vi) 家畜水飲場

設置した水飲場 (3.84 m³ : 9.6 m x 1.0 m x 0.4m) は、単一水飲場として妥当な大きさであると判断される。今後のシステム設計において、このサイズをベースとし、家畜数に応じて水飲場の数を増すことで十分と判断される。

(d) 観測システム

(i) 計測項目

太陽電池アレイ、インバーターを介してポンプ駆動のために与えられた電力（電圧、電流）即ち、ポンプ入力記録されているが、揚水量を計測しているだけでポンプ出力を正確に把握出来ない。従って、現在の計測項目に加えて井戸水位、貯水タンク水位及びポンプ吐出圧の自動計測が望ましい。

(ii) 温度センサー

外気温度センサーが太陽光パネルの下に取り付けられているため地面や太陽電池からの輻射や熱伝導等の影響を受けていると思われるので、外気以外の影響を受けないセンサーの配置を考慮する必要がある。

(iii) データロガー

操作性は良いが、運転中に確実に動作しているのかどうかICカードを交換するまで判断できないため、動作表示が必要である。制御盤内温度のデータなど、ノイズによると思われるデータの欠落が数多くでており、ノイズ対策が必要である。又、日射量、電流、電圧、流量等積算値又は収録間隔における平均値が重要な意味を持つものがあり、これらを積算し、平均値を求める機能を付加すべきである。さらに、ポンプの1日当りの実運転時間及び総運転時間の計測、記録も重要である。

(iv) データ収録の間隔

30分間隔で各種計測値を自動的にデータロガーに収録しているが、水の使用量によって、運転時間が1～2時間の場合がある。この場合のデータの収録間隔による解析値の誤差の比率が非常に大きいものとなるので、メモリーカードの容量との関係もあるが10～15分間隔とすることが望ましい。

(v) パーソナルコンピュータ

調査団にとっては、使い易い日本仕様のものであるが、技術移転その後の運営を考えた場合、マリ国で普及しているハードウェア及びソフトウェアを使うべきである。

(vi) 使用ソフト

解析ソフト（データロガーからのデータ読み込み及び整理するソフト）は、シンプルに作られている。日本語も使われておらず、操作も単純である。しかし複数のファイルを連続して見る場合、あるいは印刷する場合、操作手続きを、毎回繰り返さなければならず、その点で操作性は悪い。このソフトだけの編集では解析に不十分なので、他の表計算ソフト等にデータを読み込ませる必要があり編集ソフトの改善が必要である。

(vii) その他

調査で設置する太陽光発電揚水システムは実証が目的であり、単にシステムを稼働するだけの場合と比較して、計測用の回路が追加されて構成素子も多く、複雑になっており、その分トラブル発生の確率が高くなっている。実証調査終了後も長い期間、村民の利用に供せられるべきものであり、制御、計測、表示回路は運転に必要なものと実証試験用に必要なものを分離し、実証調査終了後は実証試験用の回路をシステムより簡単にスイッチ等で切り放せるようにした方が良い。

(2) 経済評価

マリ政府は太陽光発電揚水システムを設置する井戸の選定に先立って、設置候補にあがった村落にミッションを派遣し、住民の意識調査を実施した。その際、住民の運営・維持・管理への住民参加を促す意味で、設置に伴うコストの一部住民負担の提案がなされ、Koeraは200,000CFA、Berzackは100,000CFAの徴収に同意した。さらに、ミッションの指導の下に、運営・維持を行うための井戸管理委員会及び利用者による水道利用者組合が設立された。

又、ナラの地域開発センター（CAC）に井戸管理委員会の運営に関する補助を依頼し、委員会の構成、各委員の役割、水料金制度、料金徴収方法等に関する内規が作成された。その結果、Berzack、Koera 両村で決定された水料金体系及び1994年8月末現在徴収された金額は建設時の積立金を含め、Berzack、Koera それぞれ、145,825CFA及び203,850CFAである。

一方、マリ国における太陽光発電揚水システムの維持管理の指導・支援を、仏国の援助で設立されたCEESが行ってきているが、援助の打切りに合わせ、特に施設の補修業務を民間企業に移されつつある。しかしながら、そのような民間企業の一つであるSOMIMADとの補修委託契約額は年間 350,000CFA～560,000CFA/年（1993年価格）であり、設定された水料金の徴収だけでは補修契約すら締結できない状況にある。

しかしながら、Berzackを例にとり経済評価を以下の条件で行った結果、内部収益率（IRR）は9.4%となった。

(a) 輸入資機材

今回設置したシステムは村落の飲雑用水、家畜用水の揚水を目的としたものであり、住民に建設費全てを負担する能力もない。事実、現在迄マリ国に設置された太陽光発電揚水システムの殆どが、外国からの無償援助や慈善事業で建設されて来ている。従って、建設費の内、輸入資機材は無償で供与されるものと仮定した。

(b) コスト

コストとして現地工事費、運転・保守費、補修費用を考慮した。詳細は次の通り。

(i) 建設費

建設費として現地調達 of 建設用資機材、労務費及び輸送費を考慮する、尚、建設工事費はBerzack、Koeraにおける実績をもとに算定した。但し、これには施工管理、据付指導、調整、試験を実施した調査団員の費用は含まない。

(ii) 運転・保守費

施設の警備員のコストが主であり、昼間、夜間各1人とし、昼間の警備員は清掃等の保守作業を行うものと仮定した。

(iii) 補修費用

民間企業に補修業務を委託するものとし、SOMIMADの1993年の契約金額をべ

ースに、付加価値税等及び1994年1月の通貨切下げによる影響を考慮して、調整を行った。

(c) 便益

経済評価のための便益として以下の項目を考慮した。

(i) システム設置前の揚水費用

システム設置前は必要な水を人力又は家畜を使って揚水していたが、設置後は不要になるので、その節約できる分の50%を便益として見込むこととした。しかし、実際には子供又は女性が時間をかけて必要最少限の飲雑用水を汲み上げているわけであるが、計算の都合上、成年男子（住民）を雇うことと仮定した。

(ii) 家畜増

太陽光発電揚水システム設置前と設置後の乾期における1日当りの揚水量をそれぞれ、5m³/日、10m³/日と仮定した。前者はBerzackの井戸の構造よりみて家畜及び人力によって汲み上げることのできる最大揚水可能量として推定した。又、後者は、設置後の水の需要及びフィルターの清掃を行うことによる揚水量の増加を考慮して実績値より多少多めに設定した。本経済評価では、揚水量の半分が飲雑用水で残り半分を家畜用水と仮定したので、家畜のために使用できる水の増加分は2.5m³/日、であり、これをもとに家畜の1日当り必要量、購買価格をもとに便益を計算した。

(3) 維持管理体制の評価

太陽光発電揚水システムの維持管理は、従来マリ国の既存システムで採用されているように、住民による井戸管理委員会を設立し実質的な管理を担当させて、調査団及びカウンターパートが指導する体制を取った。運転、保守、維持管理に係わる指導を行った期間は7ヶ月と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき、水管理、料金徴収及びその管理は低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。

今回の調査を通しての、維持管理体制の問題点及び調査団がとった対応策等について以下説明する。

(a) 井戸管理委員会

マリ国においては、太陽光発電揚水システムを設置する場合、維持・管理を目的として井戸管理委員会が各村落あるいは受益者の間で設立されて来ており、その為の助言、指導を行う担当部門が水資源水利エネルギー省の水利局の下にある。今回のBerzack、Koera両村に対しても、彼等及びナラ地区のCACが主体となって井戸管理委員会のための両村との話し合い、委員会の設立、委員会規約の締結等を行った。両村とも協力的で、太陽光発電揚水システム運開前に井戸管理委員会を設立することができた。委員会そのものの活動を評価するにはあまりにも期間が短い、運開時における維持管理の基礎となる資金の積立は約束通り実行したし、その後の水料金徴集、管理に関し、カウンターパートの協力を得て機会ある毎に指導を行い、記録を正確に残す点を除いて一応評価できる状態になって来ている。

(b) 財務管理

太陽光発電揚水システムの維持・管理及び故障時の修理のため、資金を蓄積する必要がある。その為、井戸管理委員会設立時に協議して、水料金を設定した。これにもとづいて、水料金の徴収を正確に実行させるため、水料金徴収の台帳の記帳指導を実施した。しかし財務担当者が文字、数字の読み書きができず、財務管理について成果があったとはいえない。Berzackでは村長を除き読み書きができる者がいないことが、運転・保守・維持管理の指導を行っている過程で判明した。そのため調査期間中Berzackにおいては調査団の判断で識字教育を実施したが、短期間で成果を得ることは困難であった。

(c) CACの採用

調査団による指導は、言葉の問題（村落ではフランス語は通じず部族の言葉を使用している）及び慣習の問題により限度があるため、本調査期間中にナラの地域開発センター（CAC）に井戸管理委員会の財務管理指導を依頼した。特に今回の調査では治安問題により調査団の動きが大幅に制限を受けたので、CACの指導は委員会にとって有効であったと判断される。

(d) 水管理

日常の水料金の徴収だけでなく、1日当りの揚水量、飲料水としての使用量、家畜の使用量をより正確に把握するために、記録用の各種フォームを調査団が作成し、計器の読み方、記録の仕方を指導した。Koeraについては読み書きができる警備委員がその任に当たったため、一応の成果を得ることができたが、Berzackでは読み書きができるものが居なく、止むを得ず10才代の若い人を対象とした識字教育を実施し

た。教育内容は、(a)積算流量計を読んで数字を記録する、(b)飲雑用水を受け取った家族名が書ける程度のアルファベットの記入、(c)水料金を計算して徴収した金額を記録する、(d)家畜の頭数を数えて持主の名前を記入する、等が出来ただけの極く基礎的なものである。未だ実現していないが、ある程度のレベルに達した者を水管理者として登用してゆくことにより、ある程度の水管理のレベルにすることができるものと判断される。

(e) 補修体制

調査期間中は調査団が不良部品の調達・取替えを実施した。本システムは本調査期間中の実証を主目的としているため十分な予備品が納入されていないので、必要に応じて調査団による購入又は納入業者の好意で、一部取替部品の提供を受けた。今後、稼働時間の増加と伴にトラブルは発生していくものと予想されるが、点検・補修作業は技術移転もかねて、常にカウンターパート及びCNESOLERの技師と共に行ったので、ハイテク製品を除く電気・機械製品の補修はマリ側で充分行えるものと判断できる。頻度が高い水漏れなどの給水系統の故障は、弁・配管類の部品がマリ国でも入手可能であり部品調達の問題は少ない。一方、電気製品は日本規格に準じているため部品によっては調達が困難と思われる。従って、予備品としてシステムを構成している種々の交換用のエレメントが必要となるが、今回調査で納入されている予備品では十分でなく、その上代理店がマリ国になく直接日本メーカーと連絡を取るようになるため調達の時間、経費は多大なものになると予測できる。又、補修体制確立の為に部品調達費用のみならず人件費、通信交通費が必要となりその費用捻出には水料金徴収だけでは補う事ができないのは明らかであり、補修費に対する行政機関の資金援助体制が不可欠である。

6-3 家庭用システム設置サイトの選定

実証調査において、飲雑用水、家畜用水の揚水を主目的とする家庭用太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する計画である。

本調査中に既存井戸調査及び揚水試験を実施し、太陽光発電揚水システムの設置井戸2ヶ所を選定したが、その選定過程において、4ヶ所の村落がシステムを既存井戸に設置することを拒絶した。その理由として、既存のコンクリート枠製井戸は村民にとって最後の生命線となっており、これを保守しようとする住民意識が極めて強いためと思われる。このように、既存井戸へ太陽光発電揚水システムを設置することは、住民意識の点で難しいことが予想される。一方、ハンドポンプの故障等により放置されているボアホールが数多くの村落にみられ、これらのボアホールへのシステム設置は歓迎するという意向が見られた。

実証調査では、この実情を踏まえ、家庭用システム設置対象井戸として、基礎調査において揚水試験を実施した既存井戸に加えて、既存ボアホールもその対象とすることは妥当と判断される。実証調査初めに基礎調査期間中に実施できなかった16ヶ所の既存井戸に対する住民意識調査と共に既存ボアホールの実態調査・住民意識調査及び揚水試験を実施して、システム設置井戸を選定することとなる。

以下に設置サイトの選定手順を示す。

(1) 既存井戸に対する住民意識調査

基礎調査において、揚水試験機器のサイト到着が遅れたため、井戸調査の結果、太陽光発電揚水システム設置の可能性の高い8ヶ所を選んで1993年に揚水試験及び住民意識調査を実施し、Berzack、Koera両村落の井戸への設置を決定した。残り井戸（10ヶ所）に対しても1994年に揚水試験を実施しているため、Berzack、Koeraの両井戸を除いた16ヶ所の井戸に対して太陽光発電揚水システム設置に対する住民意識について調査する。

(2) 既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査

既存資料ではハンドポンプが故障しているかどうか不明であるため、太陽光発電揚水システムを設置する1次候補地として、台帳上ハンドポンプが設置されているボアホール約40ヶ所程度を選定し、使用実態、土地条件などを調査する。また、合せてボアホールに太陽光発電揚水システムを設置することに対する住民の意識調査を実施する。

(3) 既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

上記の既存ボアホール実態調査及び住民意識調査の結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する2次候補地として、10ヶ所程度の既存ボアホールを選定し、揚水試験及び水質調査を実施する。帯水層の水理的性質を詳細に把握するため、揚水試験は長時間揚水（約3日間）とする。また、水質調査は水質分析を含むものとし、地下水利用方法の参考にすると共に、地下水開発の可能性を検討するための資料とする。

(4) 家庭用太陽光発電揚水システムの設置

基礎調査でBerzack、Koeraに設置したシステムと同じく、飲雑用水、家畜用水を主目的とした家庭用太陽光発電用水システムを既存井戸又は既存ボアホールに設置する。システムを設置する井戸又はボアホールは上記の調査にもとづいて、カウンターパート及びナラ地区の関係者と協議のうえ決定する。

6-4 太陽光発電揚水システムのプロトタイプ設計

(1) 設計のための基本条件

太陽光発電揚水システムの設計においては設置する地域の特徴を把握し、設計段階で適切な対策を講じる必要がある。本調査によって得られた観測・運転データの解析結果に基づき、ナラ地区における太陽光発電揚水システムの設計に際し、留意すべき基本条件について以下述べる。

(a) 最高周囲温度

過去、ナラ気象観測所で観測された最高気温は1949年5月の48℃であり、本調査期間中に測定された最高気温は45.8℃となっている。一方、太陽光発電揚水システムの観測システムで記録された外気温度は最高55℃近くまで上がっているが外気温センサー取付け位置に問題があると思われ実際の温度より高めに観測されていると見られる。又、制御盤内温度は55℃近くまで上昇しているが、インバーター自体の発熱及び余剰エネルギーを消費する抵抗による発熱が影響していると考えられる。以上のデータより設計最高周囲温度は55℃以上が適当と考えられるが、インバーター等、耐熱設計上対応できないものもあるので、熱交換器等の冷却システムの採用により盤内温度の上昇を抑制する対策が必要である。

(b) 設計風速

過去30年間のマリ国の気象観測データによると、記録された最大風速はGaoの33.5m/秒であり、一方ナラ地区における最大風速は27.2m/秒となっている。このデータより設計最大風速を30m/秒に低減可能である。

(c) 日射量

太陽電池出力を決定する重要な値であり、正確な把握が必要である。日照時間よりオングストロム式で計算された過去40年間の年平均の日射量はナラ地区では

5.64kWh/m²/日となっている。本調査では9ヶ月間のデータしか回収できなかった為、年間を通したデータが得られなかったが、調査期間中の平均日射量は5.98kWh/m²/日であり、過去40年間のナラ地区での平均値5.64より高い値となっている。設計には安全側をみて5.64kWh/m²/日が太陽電池容量算出の目安と考えられるが、今後の観測データによる見直しが必要である。

(d) 太陽電池温度による出力補正

日射量と共に、太陽電池出力を決定する要因である。解析結果から最高太陽電池温度は約75℃、温度による出力係数は85%から95%となっている。設計には安全側をみて最高太陽電池温度を80℃として出力補正（0.74程度）を行うことが妥当である。

(e) 防塵対策

細かい砂塵が多いため、制御盤は防塵対策を施しても、砂塵の侵入は完全には防止できないので、継電器などの電気制御部品は防塵仕様とすることが必要である。

(f) 劣化防止対策

外気温は50℃近くになり、日射強度も年間を通して高いので、直射日光を受けるフレンジ部のパッキン等は、高温、紫外線に強い材料を使用する。

(g) ノイズ対策

データロガーの計測回路は弱電流を扱うため、外部からのノイズの影響を受けやすく観測データの信頼性を損うことになる。このノイズの影響を抑えるため、シールド付ケーブルの使用、ケーブル配線の方法等を考慮する必要がある。

(2) 家庭用システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールを対象として設置するシステムで、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

ー太陽電池アレイ

ー制御盤（インバーター、ソーラーコントローラー、レベルコントローラー含む）

ー水中ポンプ

ー貯水タンク

ー水汲場

- 家畜水飲場
- 避雷設備
- データ収録装置

家庭用システムの設計において留意する項目を以下に述べる。

(a) 水中ポンプ

井戸の構造、計画揚水量、水位変動等の井戸諸元を考慮の上、選定井戸に最も適したポンプを採用する。

(b) 貯水タンク

給水水圧は貯水タンクの設置高さ、給水配管及び流量計による圧力損失によって左右されるので全体配置レイアウトを検討の上、各蛇口において十分な水圧が得られるように貯水タンクの設置高さを決定する。一般的な目安として架台高さを最低2m確保するようにする。

又、貯水タンクには水位計を取付け目視による水位確認ができるようにする。

貯水タンクの容量は、揚水量と水利用の形態、及び頻度によって決まるもので、揚水ポンプの機能を最適化とするため、貯水タンクの寸法は設置場所ごとに計算して求める必要がある。

井戸あるいはボアホールで揚水した水が家庭菜園に利用される場合は、飲料水用の貯水タンクのほかに、家庭菜園用の貯水槽が必要であり、この場合、貯水槽の給水口（貯水タンクより下位に設置）にはバルブを設ける必要があり、このバルブの開閉によって貯水タンク、あるいは貯水槽へ水が送られる。

(c) ロバ車用給水口

ロバ車用給水口を貯水タンク下流側に設置し、ポンプ停止時においても給水可能な配置とする。

(d) 水汲場

水汲場広さ7.2m×5m、蛇口高さ75cm、蛇口数9個を基本的なサイズとする。各蛇口にはホースを取付け、取水を容易にする。又、水汲場の排水が井戸に逆流しないよう、水汲場の配置及び排水経路を考慮する。

(e) 家畜水飲場

水飲場広さは、3.84m³（9.6m×1.0m×0.4m）を基本的なサイズとし、家畜数に応じ

て水飲場の数を追加する。

(f) フィルター

フィルターの目詰りは揚水量に大きな影響を与え清掃にも日数がかかるため、フィルターを必要としない電磁流量計による揚水量積算を検討する。又、従来の機械式積算流量計を使用する場合には、フィルターを2台並列に設置することにより、清掃中も運転に支障がない設計とする。

(g) 一日当たり必要水量

飲雑用水や家畜用水として水を供給するには、そのために必要な水量を計算する必要がある、1日に必要な水量を計算し、揚水可能量と比較しなければならない。これにより、水の優先利用順位を決定し、また水不足の心配を解消することができる。参考として、以下にサヘルでの一般的な水の必要量を示す。

人 間：20リットル／日／人

家 畜：牛：30リットル／日／頭

山羊、羊：5リットル／日／頭

ロバ、馬：20リットル／日／頭

ラクダ：80リットル／日／頭（ラクダは1週間給水しなくても平気である）

家庭菜園：50～60m³／日／ヘクタール

(h) インバータ

インバータは、電動ポンプの出力及び太陽電池の出力を考慮して機種選定をする必要がある。

(3) 農業用システム

農業実証を対象とした太陽光発電揚水システムの設計は、その規模、地形、取水場の状況によって違いがあるが、基本的な設計条件は家庭用システムと変わらない。マレを灌漑に利用した農業実証が実施された場合、マレ改修による貯水池から農業用水を取水することになる。このケースにおいては、揚程が10m以下と低いので、通常の陸上ポンプを採用するか、又は揚水場を建設するのが困難な貯水池や河川等から取水する時に適用されているフローティングポンプの採用を考える。

陸上ポンプの長所は次の通りである。

- 水中ポンプよりさらに汎用性が高く、補修が簡単である。
- 電動機器部分の防水対策が不要であり、コストが安く耐用年数が高い。
- 故障時の取替えが容易であり、停止期間を大幅に短縮できる。

一方、フローティングポンプの長所として次の点が挙げられる。

- 水面に浮かべるだけで揚水可能であり据付が簡単である。
- 取外し・移動が簡単で保守が容易である。
- 揚水場の建設が不要で土本工事の建設コストを低減できる。

又、農業用水として揚水量が多くなることが考えられるが、複数台のポンプを設置し所要揚水量を確保するとともに、運転台数を制御することにより太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。

農業用システムの詳細は、農業実証の規模、計画内容等が具体化した段階でシステム設計を行うことになるが、設計に必要な諸元として以下の項目が挙げられる。

- (a) 貯水池、農場等の一般配置図
- (b) 各構造物の寸法、特に貯水池
- (c) 作付計画に合せた月別水需要
- (d) 計画された給水方法

6-5 第2段階におけるシステムの運営維持管理

低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的負担能力等に加え、通信手段の不備、不便なアクセス、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等により、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。このような状況の元に、Berzack、Koeraの両施設と新規に設置する施設を対象に、ハイテク技術を駆使した太陽光発電揚水システムをいかに保守するかを、実際のシステムの運転、住民との意見交換、マリ政府関係諸機関との意見交換を通じて、策定していく必要がある。

実証調査での課題として、以下のものが考えられる。

(1) 基礎教育レベルの向上

基礎教育及び識字教育を行なうことは、実証調査の目的ではなく、国レベル、地方自治体レベルで実施するものである。しかしながら、水の管理（販売、記録等）に必要となる数字の読み書き、家族名の記入、簡単な加減算等ができる人が殆んどいない村落が存在することも事実であり、基礎調査で調査団が実施した識字教育の結果を踏まえて、システムを設置した村落の実情に合わせた教育をマリ国の関係機関と協議し、マリ側にその体制を作り実施してもらう必要がある。

(2) 維持・管理用に徴収した金の記録、保管

財務管理について、CACの協力を得て、基礎調査期間中に井戸管理委員会の委員を対象に指導したが、両村落とも財務担当者が文字、数字の読み書きができず、それ迄の村落が実施して来た資金管理の方法をみても、十分な効果があったとは思われない。井戸管理委員会の委員の構成も含めて、もっと若い人を登用し、財務管理の徹底を計らせる必要がある。

徴収した金にしても、記録があいまいで、徴収した金そのものの保管も不明瞭であり、基礎調査では、管理を確実なものとするため、金庫を調査団が用意し使用させるようにした。しかしながら、これだけでは本来の目的である設備の補修に使用されずに他に流用される恐れがあり、村民も安心できる第三者又は機関での資金管理及び目的外に使用させない方策を講ずる必要がある。

(3) 村民の共同所有物に対する意識の高揚

井戸管理委員会もそうであるが、村長を始め一部の年輩の人達により村落共同体の諸々の事項が決定されており、組織が硬直化しているように見受けられる。日常の水管理業務、施設の維持管理のみならず、委員会活動にもっと若い世代の人々の登用を行ない、活性化を計る必要がある。

(4) 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

ポアホールに設置したハンドポンプは構造が簡単で、故障した場合の補修技術

の困難さ、取替部品の品数、費用も太陽光発電揚水システムのそれと比較すると格段に少なくすむ。しかしながら、ナラ地区に設置された約350ヶ所のハンドポンプの内60%近くが、故障したまま放置されている状況にある。それは住民が修復の費用を負担できない、又は他に代替となる井戸がある為に、修復する意欲が不足していることに起因していると思われるが、修復のための技術者への連絡、技術者の巡回が遅かったり、補修機材の不足も、その大きな原因の一つと考えられる。このような状況の中で、実現性の高い支援体制について検討する必要がある。

7. 今後の実証調査の可能性

7-1 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

(1) 太陽エネルギーの有効利用

ナラ地域は、月平均の1日当りの日射量が6.0kWh/m²/日は期待でき、世界的に見ても安定した豊富な日射量が得られる地域である。マリ国においては、太陽エネルギーは太陽熱と太陽光の両分野で進められてきたが、最も広範囲に渡って使用されている分野は飲雑用水、家畜用水、農業用水の確保を目的とした揚水である。ニジェール川沿いの地域を中心に太陽光発電揚水システムの開発が進められてきており、これまでに222システムが設置され世界でも有数の太陽光発電揚水システム保有国になっている。

マリ国は石油資源に恵まれない上に内陸国で、石油を中心とする商業エネルギーコストが非常に高いものになっており、国家財政上も問題となっている。このような状況で、世界的にみても太陽エネルギーに恵まれた国の一つであるマリで、太陽エネルギーの積極的な活用を計ることは重要である。即ち、飲雑用水、家畜用水の確保を通じ砂漠地帯における民生の安定及び定住化の促進、農業用水確保による生産性の向上を計ることは意義のあるものといえる。

しかしながら、石油を燃料とするディーゼル発電機を電源とした揚水システムと比較した場合、以下のような利点、欠点がある。

(利点)

- ・周囲に豊富な太陽光エネルギーを利用するのでエネルギーに対する支出はない。
- ・道路網等を利用して輸送する必要がなく、自然条件を除きエネルギー供給に支障をきたす要因はない。
- ・太陽光発電システムは静止機であり、ディーゼル等の回転機と比較して故障率が低い。
- ・騒音、排ガス、排油等がなく、環境にやさしいシステムである。

(欠点)

- ・初期投資が高い。
- ・高度の技術が使用されており、補修技術の習得に難点があり、一部現地での補修が困難な部分もある。

- ・既存のシステムを含め、予備品等補修部品の汎用性に問題がある。

(2) 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

(a) 家庭用システム

基礎調査の住民の聴取り調査の結果、既存井戸への太陽光発電揚水システムの設置に対する住民の理解を得られなかったケースもあり、飲雑用水、家畜用水及び家庭菜園などの灌漑等のための揚水を目的とした太陽光発電揚水システムの設置を、既存井戸に限定せずボアホールも対象に考えるべきと判断する。尚、既存井戸の揚水試験等は基礎調査で完了しており、システムを設置する井戸およびボアホールを以下の手順で選定する必要がある。

- ・既存井戸に対する住民意識調査
- ・既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査
- ・既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

(b) 農業用システム

飲雑用水、家畜用水と比較して、農業のための揚水量は多く、灌漑規模、作付面積等によって大きく変化するので、以下の緒元が明確になった段階で、最適なシステムを設計することになる。

- ・水源（貯水池等）、農場等の一般配置図
- ・各構造物の寸法、特に貯水池
- ・作付計画に合わせた月別水需要

(3) 太陽光発電揚水システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールに設置する小規模システムは、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

- ・太陽電池アレイ ・制御盤
- ・水中ポンプ ・貯水タンク
- ・水汲場 ・家畜水飲場
- ・避雷設備

一方、灌漑を主目的とした太陽光発電揚水システムでは、上記の小規模システムと比較して、揚水量が非常に多くなり、また、取水場の状況によって機器の設計条件、仕様等が変わるが、基本的なシステム構成、気象条件などは同じである。マレを利用した灌漑システムへの適用を考えた場合、揚程が10m以下と低いので陸上ポンプの採用が妥当と考える。陸上ポンプは、水中ポンプより汎用性が高く補修が容易であり耐用年数が長いなどの長所が挙げられる。一方、代案として、貯水池の建設工程によっては、揚水場を建設するのが困難な貯水池、池、河川等から取水する場合に使用されているフローティングポンプの採用も併せて検討する必要がある。

また、ポンプは複数台設置する。これにより太陽エネルギーに合わせた台数制御も可能となり、太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。尚、計画に示されているように、太陽光発電揚水システムが雨期、乾期を通じた灌漑に利用されることは、設置されたシステムの利用効率を高めることを意味し、石油等の輸入燃料の消費節減の効果も大きいものとなる。

(4) システムの維持管理

ナラ地域の既存6システムは、現在半数は稼働停止しており、システム運営は順調に行われているとはいえない。その理由は、ナラ地域の低い基礎教育レベル及び経済的負担能力に加え通信手段の不備、不便な交通、財政困難による維持管理、補修体制の不備にある。太陽エネルギーの有効活用を計るためには、設置された設備の維持管理が重要であり、そのための長期的体制をいかに確立するかを、次の観点をふまえて策定してゆくことは重要と判断する。

- － 基礎教育レベルの向上
- － 維持・管理用に徴収した金の記録、保管
- － 村民の共同所有物に対する意識の高揚
- － 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

家庭用システムのみならず農業用システムに対して、基礎調査時と同様、マリ政府のミッション及びCACの指導により管理委員会を設立し、維持管理の各担当者の選定、水の利用目的に応じた水料金体系の確立を行い、さらに運転・保守、料金徴収等を行うことになる。

7-2 太陽光発電揚水実証調査の目的

ナラ地区の平均年間降雨量は380mmと少ないうえ、乾期が長く乾燥が厳しいので蒸発散損失の割合が多い。さらに、地形的に地区外流出も多いと予想されるため開発可能な水文循環している地下水は量的に極く限られたものとなっている。しかしながら、マレ等の一時的貯留地表水に限られた期間内、飲雑用水、家畜の飲料水、一部小規模灌漑に利用可能とはいえ、年間を通じて利用可能な水資源は地下水のみである。塩分濃度が高く、飲料水、灌漑用水として問題のある既存井戸、ボアホールは少なくないが、人間がこの地で生活をしてゆく限り、地下水は飲雑用水、家畜の飲料水として最も重要なものである。即ち、地下水の実態をより正確に把握し、その開発の可能性を模索することと併せて、基礎調査で設置した気象観測機器による観測の継続、太陽光発電揚水システムの実運転を通じてのデータの蓄積、加えて、農業実証施設や既存井戸・ボアホールに揚水システムを設置、運転し、データの充実を計ることがこの実証試験の目的である。

7-3 太陽光発電揚水実証調査の基本方針

上記の目的を達成するため、実証調査の実施に当って、以下の各項を基本方針とする。

(1) 地下水開発の可能性の把握

対象地域内の地下水調査、開発の努力が長年続けられてきているが、量的・地域的にも未だ十分とはいえない状況にある。既存資料を基に、既存ボアホールの水質・揚水試験及び追加試験ボーリングを実施し、地下水開発の可能性を検証する。

(2) 太陽光発電揚水システムの追加設置

既存井戸及びボアホールに飲雑用水、家畜の飲料水の揚水を目的とした太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する。合せて、農業実証調査グループにより実施される試験農場等への太陽光発電揚水システムの適用を計る。

(3) 気象観測及び太陽光発電揚水システムに係る基礎データの集積

基礎調査期間内に実施した気象観測は9ヶ月間、太陽光発電揚水システムの実証試験は7ヶ月間と短く、基礎データとしては十分なものでなかった。従って、設

置された設備による観測及びシステムの運転データの収集に加え、(2)で設置する設備の運転データを通じ、基礎データの充実を計る。

(4) 太陽光発電揚水システムの維持・管理体制、方法に関する検討

既存の太陽光発電揚水システムが集中しているニジェール川沿の地域に比較して、低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的負担能力等に加え、通信手段の不備、不便な交通、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等があり、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。基礎調査における運転、保守、維持管理に係る指導を行った期間は7ヶ月と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき、水管理、料金徴収及びその管理すら低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。このような状況に対して、いかに高度な技術を応用した太陽光発電揚水システムの維持・管理体制を確立してゆくかを模索する。

第 1 章

序 論

第1章 序論

1-1 調査の背景

マリ共和国は1960年フランスから独立して以来、農牧畜業に重点を置いてきた。農業はマリ経済にとって重要な産業であり、とうじんびえ、もろこし、とうもろこし等主要穀物の増産を奨励しているが、不安定な天候と干魃により需要を満たすには至っていない。同国はほぼ10年に一度大きな干魃の影響を受け、その都度植生が破壊されるため、農産物や家畜が減少し国民の生活環境に甚大な被害を与えている。

マリ国においては、1960年以来1985年迄に4度の国家開発計画が策定されてきたが、概して過大な成長見込みと必要投資資金の調達が不首尾に終わったことで、計画の達成実績は低調であった。1987年に開始された第5次計画（87～91年）はこれまでの計画の反省から、実質GDP成長率を4%/年、投資目標を5,700億CFAと低めに設定し、計画の完全実現を目指した。

この計画の中では

- (1) 食料自給の達成
- (2) 沙漠化防止
- (3) 国民のBHNの充足
- (4) 雇用の促進
- (5) 交通網の整備拡大

を目標としている。

又、当国の太陽光発電揚水システムは約15年程前から諸外国の援助により設置され、現在約220余りの太陽光発電施設が主に飲料水と牧畜用水の揚水に使用されている。一部で極く小規模のかんがいを目的とした野菜中心の実証圃場に利用されたい。既設設備の問題点は設備の維持管理が農民にとって困難なことである。運転停止している既設設備の多くは主にポンプの故障に起因するが、購入資金の不足等により部品の調達ができないことによる。

沙漠化が進行しつつあるマリ国にとって、沙漠化防止を前提とした経済発展、食料自給、地方分散が最重要課題となっているが、その為にはエネルギー確保が主要課題の一つであり、日射・日照条件において格段に恵まれているので太陽光発電は重要なエネルギー源であり、その開発が強く望まれている。

この様な状況の中、マリ国政府は、1991年9月、日本国政府に対し、同国首都バマコの北方約350kmのモーリタニアと国境を接するナラ県において、地下水を太陽光発電システムにて揚水し、農村の緑化・農業活動の活性化を図る為の実証調査を内容とする本件調査の要請を行った。

この要請を受けて、日本政府は、1992年3月及び10月、マリ政府要請の背景・内容の確認及び日本政府の協力、可能性、作業範囲の検討を行うため、第一次及び第二次の予備調査を実施した。

予備調査において、適切な農業・農村開発による住民の定住化が沙漠化防止の為にも必要であること、同地区の地下水賦存量は当初の予想よりも少なく、地表面流出水の有効利用等も検討する必要があることが確認され、水資源の賦存量が同地区の農業開発計画にとって最大の要因となることが判明した。

まず第1段階として、限られた水資源の有効利用方法を含めた農業・水資源・太陽光発電基礎調査を実施することとした。第2段階の農業実証・総合農業開発計画調査、太陽光発電揚水実証・太陽光発電揚水計画調査については、上記調査の結果を踏まえ、実施について検討することが確認された。

以上の結果、第1段階として農業・水資源・太陽光発電基礎調査にかかる実施細則（S/W）が、1993年3月、締結され、これに基づき1993年9月、マリ共和国ナラ地域農業開発計画調査（農業・水資源・太陽光発電）団が派遣された。

1-2 調査の目的

本調査の目的はマリ国ナラ地域を対象としてサヘル地帯の沙漠化防止に資するため、地域住民の定住化と農業開発及びそれらに不可欠な水資源の開発計画を策定する目的で実証調査を行うものである。

この調査は上記の目的を達成するためナラ地域の自然社会経済環境を調査し農業を中心とした地域住民の定住化と水資源開発による沙漠化防止の具体的手法を現地で実証するため2段階に分けて実施する。

農業部門では地域の農業の現状把握と開発の制限要因を検討し、開発の基本条件である利用可能な水資源の評価を主目的とした農業・水資源基礎調査を第1段階として実施する。この調査と同時に太陽光発電揚水部門では太陽光発電による小規模の地下水揚水のための予備的実証調査を第1段階として実施し、その開発の妥当性・技術移転手法を検討する。

第2段階では上記の調査結果を踏まえ、利用可能な水資源に基づく用水を確保し農業及び水資源開発の具体的手法を実地の試験を通じ、実証調査を行う。

1-3 調査の経緯

本調査は1993年9月より1994年3月まで現地調査が実施され、調査終了時に現地調査結果をインテリム・レポートとして取りまとめ、提出・説明協議を行った。

農業・水資源部門では、1994年4月以降は国内作業において調査結果の詳細解析・検討を行い基本的農業開発戦略の策定を行った。また、太陽光発電揚水部門では気象観測データの収集・解析及び太陽光発電揚水機器の運転維持管理データ収集の現地作業と並行して、国内作業で太陽光発電揚水システム予備評価と農業・水資源部門と共同で総合評価、基本的農業開発戦略を策定し最終報告書として取りまとめたものである。

(1) 作業管理委員会

委員長	中村 良太	東京大学農業部教授
委員	佐藤 正仁	農林水産省国際農林水産業研究センター 企画連絡室海外研究交流科長
委員	長江 亮二	農林水産省東海農政局計画部資源課地質官
委員	山本 雅亮	通産省資源エネルギー庁公益事業部技術課技術班長

(2) 調査団の構成

調査団は農業・水資源部門と太陽光発電揚水部門より成り、農業・水資源部門の総轄である高橋宏徳が調査団全体の団長である。各部門の構成要員は次のとおりである。

(a) 農業・水資源部門

氏 名	職 種
1) 高橋 宏徳	総括
2) 後藤 道雄	水質・水資源・かんがい (副総括)
3) 柿崎 崇	農村社会
4) 西元 弘隆	水理地質・削井指導・地下水
5) グラムホッスイ ン ショコヒファルド	土壌・土地利用
6) 下条 哲成	営農・栽培
7) 柴田 俊英	農業経済・農業普及・農民組織
8) 香西 献	畜産・草地
9) 森丘 直人	環境・農地保全
10) 新井 忠雄	通訳

(b) 太陽光発電揚水部門

氏 名	職 種
1) 宮川 喜章	総括
2) 松島 憲章	太陽光発電施設計画
3) 藤田 元夫	水文・水理/地下水
4) 戸張 延俊	揚水試験
5) 藤井 克己	気象
6) 小川 一郎	給配水設備
7) 橋本 雄生	気象観測機器設置
8) 岩井 順一	太陽光発電揚水機器設置
9) 望月 博道	施設維持管理
10) 山下 哲博	社会組織
11) M. L. Knight	経済
12) 井口 憲彦	通訳
13) 千葉 真	通訳
14) 油本 博	通訳

(3) マリ国カウンターパート

<u>氏 名</u>	<u>担 当</u>	<u>職 種</u>
Ousmane TOURE	コーディネーター	農村開発省 農業局技師
Nanga BERTHE	農業	農村開発省 農業局技師
Madia SIDORO	水利・水資源	鉱山・水利・エネルギー省 水利地質官
Mamadou DIARRA	太陽光発電	太陽・再利用エネルギー資源開発室 太陽光発電課長
Mamadou L.FOFANA	気象	運輸・商業省 気象局 気候部長
Dalla DIARRISSO	土壌・土地利用	農村開発省 農村経済研究所 土壌専門家
Dalinon COULIBALY	畜産・草地	農村開発省 畜産局 獣医・畜産技師
Sangare BOLI	環境・農地保全	環境省 水・森林局技師

第 2 章

気象観測

第2章 気象観測

2.1 既存気象観測システムの現状

マリ国の気象は、運輸大臣 (Ministre charge des transports) の管轄下にあるマリ気象局が観測、解析を行なっている。同国の気象観測は一般気象観測所 (Stations Synoptiques)、農業気象観測所 (Station Climatologiques et Agrometeorologiques)、雨量観測所 (Postes Pluviometriques) の3つのレベルに分類された組織によって実施されている。それらの観測所によって観測された全てのデータは気象局本局に集められ、世界気象機関 (WMO) の開発したソフトウェアである CLIMBASE を使用して解析及びデータベース化等が行なわれている。マリ国に於ける主な気象観測所の分布状況を図2.1-1に示す。

各観測所レベル毎の概要は以下の通りである。

(1) 一般気象観測所 (Stations Synoptiques)

観測所数：18ヶ所

観測項目：風向、風速、視程、大気現象、雲量、雲形、雨量、温度、湿度、気圧、日照時間、日射量 (5ヶ所のみ)、地中温度、蒸発量

観測時間：00:00, 03:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00

観測職員：通常6名 (内、アシスタント1名)

気象局本局 (バマコ) への観測データ送信方法：無線による定時連絡

尚、18ヶ所の気象観測所名及び設置された時期は次の通りである。

観測所名	観測所設置年度	観測所名	観測所設置年度
1. Tessalit	1947	10. Kayes	1897
2. Kidal	1923	11. Segou	1919
3. Tombouctou	1907	12. San	1921
4. Gao	1919	13. Kita	1924
5. Menaka	1923	14. Kenieba	1942
6. Hombori	1920	15. Bamako	1924
7. Nioro	1920	16. Koutiala	1922
8. Nara	1922	17. Bougouni	1921
9. Mopti	1921	18. Sikasso	1919

(2) 農業気象観測所 (Station Climatologiques et Agrometeorologiques)

観測所数：47ヶ所

観測項目：風向、風速、雨量、温度、湿度

観測時間：08:00, 12:00, 18:00

観測職員：通常2名（内、アシスタント1名）

気象局本局（バマコ）への観測データ送信方法：月毎に郵送

(3) 雨量観測所 (Postes Pluviometriques)

観測所数：208ヶ所

観測項目：雨量

観測時間：08:00, 18:00

観測職員：通常1名（外部依頼）

気象局本局（バマコ）への観測データ送信方法：月毎に郵送

尚、本調査で気象観測機器を設置したナラ気象観測所は一般気象観測所に属し、その概要は以下の通りであるが、太陽光発電システム設計に密接な関係のある日射量の観測は行われていない。

位置：緯度 15° 10N

経度 07° 17W

観測項目：風向、風速、視程、大気現象、雲量、雲形、雨量、温度、湿度、気圧、日照時間、地中温度、蒸発量

観測時間：00:00, 03:00, 05:00, 06:00, 07:00, 08:00, 09:00, 10:00, 11:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00, 22:00, 23:00

観測職員：5名（内、アシスタント1名）

気象局本局（バマコ）への観測データ送信方法：衛星回線によるデータ通信

データ送信時間：00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00

尚、現在、風向、風速は測定機器の故障により、観測は行われていない。

2.2 既存気象観測データ

気象観測データの内、太陽光発電システム設計に密接な関係のある項目について以下説明する。

(1) 日照時間

マリ国では、日照計は前述の一般気象観測所18ヶ所に設置されており、さらにCNESOLER等、気象局以外の施設にも設置されているが、気象局以外の実態は不明である。尚、一般気象観測所の日照計はカーベル・ストークス日照計であり、日照時間は記録紙上の焼け跡の長さを目視で測定するものである。

表2.2-1に1951年～1980年までの30年間の観測所別月別平均日照時間を、図2.2-1に年平均日照分布図を示す。これらの図表より、マリの年平均日照時間は、全国平均8.6時間で、Kidal地区の9.5時間が最高、Sikasso地区の7.7時間が最低と記録されている。

一方、全国平均とナラ観測所の記録を比較すると下表のようになっている。

	月別平均日照時間												年平均
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
マリ全土	8.9	9.4	9.0	8.8	8.8	8.4	7.8	7.6	8.0	8.7	9.0	8.6	8.6
ナラ地区	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	9.2	8.7	8.1	8.6

上表より、ナラ地区の平均日照時間は年間を通じて全国平均とほぼ同じである。

(2) 日射量

日射計が1980年にKayes, Bamako, Bougouni, San 及び Tombouctouの気象観測所5ヶ所に設置され現在に至っている。しかしながら、設置された日射計による観測値にバラツキがあり、それ迄のオングストロム式で日照時間より推定した値との整合性がとれなく、解析に多大な時間がかかる等の理由で、これら観測されたデータは利用されていない。マリに於ける日射量は観測機器設置前に行っていた方法、即ちオングストロム式により日照時間より推定している。日照時間は前述の如く全一般気象観測所に於いて観測されて来ており、それらをもとに推定された1951年～1990年の月別平均日射量を表2.2-2に示す。

尚、全国平均とナラ観測所の記録を比較すると次のようになる。

	月別平均日射量												月平均
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
マリ全土	5.21	5.78	6.08	6.18	6.15	5.83	5.71	5.63	5.72	5.66	5.34	4.91	5.68
ナラ地区	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.62	5.18	4.84	5.64

(3) 気温

一般気象観測所18ヶ所に於いて1951年～1980年間に観測された月別平均気温、日最高気温の平均値及び日最低気温の平均値をANNEX Cの表C.1-3から表C.1-5に示す。又、それらの全国の月別平均値、即ち、18ヶ所の観測所の観測値の平均値をナラ地区のそれと合わせ以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
全国平均													
－平均最低気温(℃)	15.0	17.4	20.6	23.9	26.0	25.3	23.8	23.0	22.9	22.1	18.3	15.3	21.1
－平均気温(℃)	23.7	26.4	29.4	31.8	32.9	31.4	28.9	27.7	28.3	28.4	26.8	23.6	28.3
－平均最高気温(℃)	32.2	35.0	37.7	39.3	39.7	37.8	34.7	32.9	34.0	35.7	35.1	32.2	35.5
ナラ地区													
－平均最低気温(℃)	12.2	13.9	16.8	20.4	23.5	23.0	21.4	20.5	20.2	19.6	15.8	12.5	18.3
－平均気温(℃)	23.3	26.0	29.0	32.2	34.1	32.3	28.8	27.3	27.7	29.4	27.4	23.8	28.4
－平均最高気温(℃)	32.0	35.5	37.5	37.7	40.1	41.3	38.8	34.1	32.0	33.5	37.0	36.6	36.3

又、各観測所に於いて観測された絶対最低気温、絶対最高気温及び夫々の発生日を表C.1-6に示す。これによると、マリ国に於ける絶対最低気温1.6℃はTessalit観測所で1986年12月26日に記録されており、絶対最高気温52.0℃はMenaka観測所で1935年5月4日に記録されている。一方、ナラ気象観測所における絶対最高気温は、1949年5月22日に48℃が記録されている。

(4) 降雨量

1951年～1980年間に観測された月別降雨量をANNEX Cの表C.1-7に、又、同期間内の全国の年間降雨量分布を図2.2-2に示す。

過去40年間の全国平均及びナラ地区の年間降雨量の推移を示すと次のようになる。又、その詳細をANNEX Cの表C.1-8、主要な観測所の推移状況を図2.2-3に示す。

年間降雨量

(単位：mm)

	1951	1960	1970	1980	1990	平均
全国平均	795.6	655.5	591.1	557.2	523.1	623.1
ナラ地区	516.0	484.3	449.6	295.5	299.0	436.5

(注) 平均：40年間の平均値 (mm)

一般的にサヘル地区の降雨量は年々減少していると言われているが、上表は、それを裏付けるものといえる。

(5) その他の気象データ

1951年～1980年間の月別平均湿度、平均蒸発量及び最大風速（10分間平均、但し1956年～1985年）をANNEX Cの表C.1-9から表C.1-11に示す。又、それらの全国の平均値とナラ地区のそれらを合わせ以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
全国													
－平均湿度(%)	31	26	25	29	39	51	64	71	67	53	41	35	44
－平均蒸発量(mm)	274	291	359	355	335	260	187	131	139	204	234	245	251
－最大風速 *1	14.5	14.5	16.9	19.3	25.2	31.3	33.5	31.8	28.7	20.2	18.3	13.8	33.5
ナラ地区													
－平均湿度(%)	29	25	22	25	36	49	63	75	64	45	33	30	41
－平均蒸発量(mm)	364	377	471	475	416	338	230	123	152	289	343	336	326
－最大風速 *1	11.6	13.4	13.6	16.8	19.8	25.8	23.4	27.2	24.0	14.2	11.6	11.6	27.2

(注) *1：月別絶対風速最大値（10分間平均）、但し年平均の欄は最大値を示す。

1951年～1980年の30年間に記録された最大風速はGaoの33.5 m/秒であるが、それ以外の地域ではMopti地域の27.7 m/秒が最大風速となっている。一方、ナラ地区では27.2 m/秒であり、太陽光発電設備設計の為の設計風圧としては余裕をみてマリ全体に適用する場合35 m/秒、ナラ地区のみを対象とするのであれば30 m/秒を採用すれば充分と考えられる。

2.3 気象観測機器

2.3.1 システムの概要

太陽光発電揚水システム設計の為の基礎的なデータ収集を目的として、ナラ気象観測所に外気温度、風向、風速、湿度、雨量、日射量、日照時間及び蒸発量を測定する為の観測機器が調査団によって設置された。

設置された気象観測システムは、各計測器の各センサーからの出力信号を電氣的に変換し、デ

ータロガーのICメモリーカードに一定時間毎（本装置では15分）に収録し、パーソナルコンピュータにより解析する。

尚、設置された観測機器の測定項目、測定範囲及び測定精度は以下に示す通りである。

番号	測定項目	測定範囲	精度
1.	風向	0 - 540度	±5度以内
2.	風速	2 - 60 m/sec	10 m/sec以下：±0.5 m/sec 10 m/sec以上：±5 m/sec
3.	温度	0 - 60℃	±0.5℃
4.	湿度	0 - 100%	±3%
5.	雨量	0 - 100 mm	±3 mm
6.	日射量	0 - 1.5 kW/m ²	±3%
7.	日照時間	0.12 kW/m ² 以上	±3%
8.	蒸発量	0 - 100 mm	±1 mm

気象観測システムを構成する各機器の概要及び解析用プログラムについてはANNEX Bに示す。

2.3.2 システム設置及び技術移転

気象観測機器は、1993年12月14日～1993年12月26日に、マリ側カウンターパートの協力のもと調査団員により据付、調整、試験が行なわれ、1994年1月1日より観測、データ収集を開始した。ナラ気象観測所に設置された気象観測機器の一般配置図を図2.3-1に示す。尚、据付工事、調整及び試験に関してはANNEX Bにて説明している。

据付工事、調整及び試験の期間中、ナラ気象観測所職員及びカウンターパートに対し観測機器の概要に関する説明を行ない、その後の気象観測期間中は運転保守の方法、メモリーカードの交換、観測データの処理・解析に関する技術移転を実施した。

気象観測機器の日常の点検・保守・記録は観測所職員が行ない、観測データの整理・解析はマリ気象本局にて実施する現行体制に合せ、本調査に係る技術移転も運転保管、メモリーカードの交換はナラ観測所職員に重点的に行ない、データ処理・解析方法等については気象局本局職員に行なった。調査期間中に実施した技術移転の主なる内容は次の通りである。

マリ気象本局及びナラ観測所職員を対象として：

- (a) 気象観測システム構成、概要及び各装置の測定原理についての説明
- (b) メモリーカードの交換方法及び取扱い方法の説明

(c) データの処理、解析方法、内容の説明

ナラ気象観測所職員に対し：

- (a) 日常的点検項目、方法の説明
- (b) 測定機器の清掃方法、頻度等の説明
- (c) 蒸発計水槽の給水（週一回）及び清掃に関する指導
- (d) メモリーカードの交換及び盤内定期点検項目、内容の説明

気象本局職員に対して：

- (a) データ処理、解析方法、内容のより詳細な説明
- (b) データの処理に係る他機種への変換方法の説明及び実測データを用いた指導

2.3.3 観測、維持管理体制

本調査で気象観測機器を設置した場所は既設ナラ気象観測所内にあるため蒸発計水槽の給水を含めた日常の点検、保守、清掃及びメモリーカードの交換はナラ観測所職員が行ない、データ処理・解析はマリ気象本局員及びJICA調査団員の共同で行なった。データ解析装置は気象局本局に近いバマコ調査団事務所に設置したため、JICA調査団がナラに赴いた際、ナラ気象観測所職員からメモリーカードを受取り、バマコに持ち帰り解析を行なった。また、気象局に設置されているIBM製コンピュータと調査団のNEC製コンピュータはプログラムの互換性はないが、データに関しては互換性があるため、気象局が今まで使い慣れたコンピュータで従来通り解析出来るよう気象観測データのコピーをフロッピーベースで作成し既存のマリ気象解析システムに取り込めるようにした。

2.4 観測データの解析及び既存データとの比較

2.4.1 調査の概要

太陽光発電揚水システム設計の為に基礎的なデータ収集を目的としてナラ気象観測所に日照時間、全天日射量、降雨量、気温、風向、風速、湿度及び蒸発量を測定するための観測機器を1993年12月26日に設置し、1994年1月1日より観測を開始した。

データ収録システムは電源装置、記録装置、各種センサーで構成されており、定期的に記録装置のメモリーカードを交換することと蒸発量計の水の補給を行う以外は無人による連続観測が可能

能なシステムとなっている。本システムの動作電源として太陽電池及び蓄電池を併用し、無日照日が5日間あっても動作に支障のない構成となっている。調査団による観測は1994年1月1日より9月30日までの9ヶ月間実施されたが、システムが順調に稼働し、データの欠損が発生しなかった（但し、7月は気象局職員への技術移転の為、2日間観測が中断）。

本システムは15分間隔で観測データをメモリーカードに収録する方式を採用している。この場合、メモリーカードは6ヶ月分のデータを収録可能な容量があるが、本調査では気象局、ナラ気象観測所職員の協力を得て、1ヶ月に1回の割合でメモリーカードの交換を行った。このメモリーカードはJICAより供与されたパーソナルコンピューター及び解析プログラムにより処理を行った。

2.4.2 観測データの解析

メモリーカードに15分間隔で1日24時間分の観測値が記録されるが、これをパーソナルコンピューターで以下の処理を行った。

- (i) メモリーカードに記録されているデータを日毎に分離し、1日毎に1つのファイル（日ファイル）を作成する。分離されたファイルの内容のプリントアウトの例をANNEX Bの表B.2-1に示す。
- (ii) 1日分のデータを順次読み出し、各測定値の日平均、合計、最大値、最小値を観測値の特性に従って求める。プリントアウトの例を表B.2-2に示す。
- (iii) 指定した年月に対し、各時刻毎の月間平均を求め、月間平均の1日ファイル（月ファイル）を作成すると同時に、各測定値の月間最大値、最小値を求める。月間の時刻毎の平均値をグラフに表示したものの例を図2.4-1に示す。

上記の処理はJICAより供与された解析プログラムを使用して実施したが、比較検討を容易にするため、(ii)で作成されたデータを基に、月毎の観測データの重要なものに対する一覧表を表計算ソフトで作成し、月間の平均値、合計、最大値、最小値を計算した。本調査期間、即ち1994年1月から9月迄の9ヶ月間の月毎表計値をANNEX Cの表C.2-1から表C.2-9に示す。また、各観測項目毎の解析結果について以下説明する。

(1) 日照時間

日照計は日照のしきい値（ 0.12 kW/m^2 ）以上の日照が存在する時間を計測可能な構造となっており、観測された各月の平均日照時間、最大日照時間、最小日照時間は次の通りである。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
平均日照時間 (hr)	9.1	9.6	9.6	9.9	9.6	9.6	9.5	9.2	6.5	9.2
最大日照時間 (hr)	10.5	11.0	11.2	11.2	12.0	11.5	11.7	11.8	11.3	12.0
最小日照時間 (hr)	6.7	8.2	6.0	2.7	5.0	6.2	6.2	2.3	6.5	2.3

(2) 日射量

日射観測は15分毎の日射強度 (kW/m^2) が記録装置でメモリーカードに収録され、それをプログラムで解析する事により、日間合計値を計算する。この日間合計値は1日分の15分平均日射 (kW/m^2) を単に合計したものであるため、乗数0.25 (15分/60分) を掛ける事により1日当りの日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$) が求められる。

ANNEX Cの表C.2-1から表C.2-9には、15分間平均日射の日間最大値 (kW/m^2)、日間合計値 (kW/m^2)、1日当日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$) 及び夫々の各月毎の平均日射量、最大値、最小値、月間日射量が表示されている。

月別の観測結果を整理すると以下のようなになる。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m^2)	0.89	1.13	1.26	1.08	1.02	1.06	1.16	1.20	1.17	1.26
全天日射量 ($\text{kWh/m}^2/\text{日}$)										
平均日量	5.21	6.00	6.48	6.50	6.07	6.06	5.92	5.63	5.91	5.98
最大日量	6.09	6.75	7.62	7.71	7.71	7.00	7.17	7.41	7.04	7.71
最小日量	3.40	5.27	4.77	1.82	3.04	4.77	2.55	1.10	3.26	1.10
月間合計 ($\text{kWh/m}^2/\text{月}$)	161.4	168.1	201.0	194.8	188.1	181.9	171.8	174.5	177.2	201.0

(3) 外気温度

観測期間内の月別絶対最大温度、絶対最小温度、月間平均温度は下表の通りであるが、観測期間内の温度差が約39℃ほどあり、絶対最大温度は6月に絶対最低温度は1月に記録されている。

(単位：℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
絶対最高気温	32.6	39.9	43.2	44.4	45.7	45.8	38.9	35.8	37.5	45.8
絶対最低気温	7.2	7.3	14.1	15.4	17.1	21.9	19.6	20.5	20.5	7.2
平均気温	20.3	24.9	28.9	32.7	33.7	32.8	29.0	27.3	27.6	28.6

(4) 相対湿度

Naraの雨期は6月から10月初め迄あり雨期と乾期の相対湿度の差が大きい。観測された月別最大、最小、平均値は以下の通りであった。

(単位：%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最高湿度	45.0	34.0	37.0	42.0	83.0	93.0	99.0	100	100	100
最低湿度	15.0	7.0	10.0	8.0	12.0	31.0	61.0	36.0	32.0	7.0
平均湿度	26.9	14.6	19.6	17.8	40.0	63.7	87.4	74.0	71.4	46.2

(5) 降雨量

前述の如く、雨期と乾期が明確に分かれており、通常降雨は6月～9月の4ヶ月に集中している。観測された月別の降雨量及び降雨日数を以下に示す。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
降雨量 (mm)	0	0	0	0	0.5	43.0	94.0	70.5	162.5	370.5
降雨日数 (日)	0	0	0	0	1	5	11	10	13	40

(6) 蒸発量

蒸発量は日射のみならず、気温、湿度、風速により影響されるが、観測期間内の月別蒸発量は以下の通りであった。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
蒸発量 (mm)	187	207	285	159	74	78	56	137	68	1,251

2.4.3 既存データとの比較

調査期間そのものは気象観測データを解析、分析するのに短いうえ、観測機器の現地到着の遅れ等により、本調査で実施した期間は1994年1月から9月迄の9ヶ月間と非常に短いものになってしまったが、一応、乾期と雨期の両方にまたがった期間の観測結果が得られている。

各観測項目毎のナラ気象観測所に於ける1951年～1980年の30年間の月別平均値との比較結果について以下説明する。

(1) 日照時間

(単位：時間)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1980平均	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	8.5
観測値	9.1	9.6	9.6	9.9	9.6	9.6	9.5	9.2	6.5	9.2

(2) 全天日射量の月平均日量

(単位：kWh/m²/日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1990平均	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.78
観測値	5.21	6.00	6.48	6.50	6.07	6.06	5.92	5.63	5.91	5.98

観測期間は1月～9月の9ヶ月間と短く、比較するのも問題であると思われるが、以下に示す日本の日射量が比較的多い那覇市に於ける1974年～1980年の月別全天日射量と比較しても0.6～3.5kWh/m²/日（平均で1.91）ナラ地区の観測データの方が高く（平均値で比較すると那覇市の147%）、しかも一年を通じて極めて安定した日射量を得られることがわかる。

那覇市に於ける全天日射量の月平均日量（1974～1980）（単位：kWh/m²/日）

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
2.31	2.83	3.00	4.17	4.39	5.00	5.36	4.92	4.64	3.72	2.86	2.50	3.81
(1～9月平均)											4.07	

一方、米国ウィスコンシン大学でまとめた世界各地の比較的日射量の多い地域10箇所の水平面 全天日射量を表2.4-1に示すが、この月別最大値及び平均値は次の通りである。

(単位：kWh/m²/日)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
月別最大	8.50	7.37	6.56	7.48	8.42	8.61	8.41	7.85	6.73	7.77
月別平均	4.93	5.43	5.72	5.90	5.93	5.89	5.47	5.67	5.70	5.63

(注) 月別最大：月別に最大値を示している都市の日射量を示す。

これより明らかな如く、ナラ地区の日射量は季節的に年間を通じた日射量分布の異なる10地域の月別の最大値、即ち月別の最大値を記録している地域の全天日射量と比較した場合は、その平均の77%と低い値を示すが、10地域の単純平均値よりわずかに高い値(106%)を示しており、世界的にみてもマリ国は安定した、豊富な日射量の得られる地域の一つであるといえる。ちなみに1月から9月迄の平均値に限って言えば、平均全天日射量がナラ地域のそれより高いのはアメリカのホノルル、フェニックス、そしてイスラエルのエルサレムの3地域である(フェニックスが最も高く6.68kWh/m²/日)。

(3) 外気温度

(単位：℃)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1980平均										
—最低気温	12.2	13.9	16.8	20.4	23.5	23.0	21.4	20.5	20.2	19.1
—平均気温	23.3	26.0	29.0	32.2	34.1	32.3	28.8	27.3	27.7	29.0
—最高気温	32.0	35.5	37.5	37.7	40.1	41.3	38.8	34.1	32.0	37.9
観測値(平均)										
—最低気温	12.6	15.7	20.7	24.4	26.4	27.0	23.7	22.8	23.0	21.8
—平均気温	20.3	24.9	28.9	32.7	33.7	32.8	29.0	27.3	27.6	28.6
—最高気温	28.9	34.6	37.3	41.1	41.7	39.7	35.1	33.4	33.8	36.2

(4) 降雨量

(単位：mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
1951-1980平均	0.4	0.2	1.2	5.0	12.9	46.9	107.8	150.0	81.7	406.1
観測値	0	0	0	0	0.5	43.0	94.0	70.5	162.5	370.5

(5) 相対湿度

(単位：%)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
1951-1980平均	29.0	25.0	22.0	25.0	36.0	49.0	63.0	75.0	64.0	43.1
観測値	26.9	14.6	19.6	17.8	40.0	63.7	87.4	74.0	71.4	46.2

(6) 蒸発量

(単位：mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	合計
1951-1980平均	364	377	471	475	416	338	230	123	152	2,946
観測値	187	207	285	159	74	78	56	137	68	1,251

本調査における観測期間内の観測値とナラ気象観測所に於ける1951年～1980年の30年間の月別平均値を比較したわけであるが、著しい違いは蒸発量を除き認められない。あえて比較すれば、既存データに比較して日照時間が平均1時間程度長く、降雨量が少なく、相対湿度は多少低い、外気温度は余り差がないと言える。

尚、蒸発量については、本調査で採用した測定方法は、世界気象機関(WMO)で基準としている大型蒸発計（アメリカークラスAパン：直径120cm 深さ25cm）を使用し、この容器からの蒸発量を測定している。一方、ナラ気象観測所の既存観測システムは、小型蒸発計を用いたPICHE法を採用しており、測定方法が異なる。又、パマコ気象局に於て、両測定方法による蒸発量観測が行なわれているが、ナラにおける程、両観測値の違いは見られない。この様に、測定方法が異なる点が挙げられるが、明確な原因は不明である。

表2.2-1 月別平均日照時間 (1951-1980)

(單位：時間/日)

觀測所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
TESSALIT	9.3	10.0	9.6	10.0	9.6	8.6	8.6	8.8	8.8	9.4	8.6	8.5	9.2
KIDAL	9.1	9.7	9.6	9.8	9.8	9.9	9.7	9.5	9.3	9.8	9.6	8.9	9.5
TOMBOUCTOU	8.8	9.0	8.9	8.7	8.8	8.4	8.5	8.3	8.3	8.9	9.1	8.5	8.7
GAO	9.1	9.3	9.3	9.2	9.2	8.9	9.2	8.9	9.1	9.5	9.7	8.9	9.2
MENAKA	9.0	9.5	8.7	8.4	8.6	8.1	8.1	8.4	8.7	9.2	9.4	8.8	8.7
HOMBORI	8.4	8.9	8.1	8.1	8.2	7.9	7.8	8.0	7.9	8.4	8.8	8.0	8.2
NIORO	8.6	9.6	9.1	9.3	9.3	8.9	8.4	8.2	8.5	8.6	8.4	8.1	8.8
NARA	8.7	8.8	8.8	8.9	8.8	8.1	7.8	8.4	8.4	9.2	8.7	8.1	8.6
MOPTI	8.6	9.3	9.0	8.4	8.5	8.2	7.6	7.5	8.1	8.9	9.0	7.9	8.4
KAYES	8.5	9.2	9.5	9.7	8.9	8.1	7.2	6.7	7.6	8.2	8.4	7.8	8.3
SEGOU	9.3	9.8	9.3	9.0	8.8	8.9	8.1	7.4	8.3	9.2	9.4	9.1	8.9
SAN	9.3	9.7	8.9	8.5	9.0	8.6	8.1	7.7	8.5	9.0	9.3	8.9	8.8
KITA	9.1	9.8	9.1	8.9	8.5	8.2	7.0	9.3	7.2	8.1	8.8	8.7	8.6
KENIEBA	8.6	9.3	9.2	8.8	8.8	7.7	6.0	5.3	6.4	7.6	8.4	8.3	7.9
BAMAKO	8.8	9.1	9.0	8.0	7.7	7.9	6.6	5.5	6.9	7.9	8.7	8.4	7.9
KOUTIALA	9.4	9.8	8.7	8.5	9.1	9.1	8.1	7.3	8.2	8.8	9.6	9.4	8.8
BOUGOUNI	9.1	9.2	8.5	8.0	8.4	8.2	7.2	6.4	7.4	8.4	8.8	8.8	8.2
SIKASSO	8.9	8.8	7.9	7.4	7.9	7.9	6.7	5.9	6.4	7.0	8.6	8.6	7.7
月平均	8.9	9.4	9.0	8.8	8.8	8.4	7.8	7.6	8.0	8.7	9.0	8.6	8.6

表2.2-2 月別平均日射量 (1951-1990)

(単位: kWh/m²/日)

観測所名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
TESSALIT	4.85	5.60	6.09	6.48	6.52	5.79	5.71	5.71	5.67	5.52	4.95	4.35	5.61
KIDAL	4.97	5.72	6.22	6.51	6.54	5.76	6.15	6.24	5.89	5.84	5.24	4.74	5.82
TOMBOUCTOU	5.08	5.74	6.30	6.47	6.61	6.23	6.36	6.33	6.16	5.91	5.43	4.74	5.95
GAO	5.10	5.67	5.90	6.13	6.12	5.80	5.87	5.87	5.79	5.63	5.33	4.75	5.66
MENAKA	5.18	5.77	5.93	6.08	6.08	5.70	5.91	5.88	5.91	5.82	5.43	4.91	5.72
HOMBORI	5.16	5.76	5.94	6.13	6.11	5.79	5.86	5.90	5.87	5.67	5.39	4.85	5.70
NIORO	5.02	5.63	6.08	6.29	6.12	6.00	5.94	5.84	5.85	5.59	5.16	4.67	5.68
NARA	5.08	5.55	6.02	6.12	5.97	5.69	5.76	6.01	5.78	5.62	5.18	4.84	5.64
MOPTI	5.12	5.76	6.10	6.23	6.20	5.89	5.82	5.68	5.83	5.71	5.36	4.84	5.71
KAYES	5.14	5.75	6.30	6.50	6.29	5.85	5.61	5.43	5.64	5.57	5.21	4.75	5.67
SEGOU	5.40	5.97	6.22	6.18	6.11	5.98	5.77	5.61	5.84	5.84	5.46	5.12	5.79
SAN	5.43	5.85	6.04	6.01	6.18	5.90	5.77	5.72	5.85	5.81	5.51	5.10	5.76
KITA	5.41	5.97	6.21	6.28	6.03	5.87	5.46	5.24	5.57	5.61	5.44	5.18	5.69
KENIEBA	5.27	5.90	6.22	6.33	6.15	5.67	5.11	4.95	5.29	5.41	5.27	5.04	5.55
BAMAKO	5.29	5.79	6.02	5.95	5.81	5.68	5.35	5.26	5.50	5.23	5.31	4.92	5.51
KOUTIALA	5.54	6.03	6.10	6.06	6.21	6.00	5.75	5.54	5.84	5.84	5.67	5.35	5.83
BOUGOUNI	5.43	5.83	5.94	5.88	5.85	5.70	5.32	5.12	5.52	5.65	5.38	5.08	5.56
SIKASSO	5.40	5.79	5.76	5.67	5.76	5.59	5.23	4.95	5.20	5.59	5.36	5.10	5.45
月平均	5.21	5.78	6.08	6.18	6.15	5.83	5.71	5.63	5.72	5.66	5.34	4.91	5.68

表2.4-1 世界各地の月別平均全天日射量

(単位: kWh/m²/日)

国名	国名観測地点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
タイ	Bangkok	4.98	5.65	5.26	5.63	5.62	5.28	4.51	4.68	4.36	4.44	5.33	5.05	5.07
インドネシア	Jakarta	4.20	4.44	4.65	4.61	4.35	4.20	4.51	4.95	5.25	4.91	4.62	4.30	4.58
オーストラリア	Alice spring	7.51	7.21	6.47	5.42	4.29	3.92	4.20	5.35	6.41	6.88	7.25	7.45	6.03
アメリカ	Honolulu	4.20	4.81	5.63	6.30	7.20	7.14	7.34	7.05	6.50	5.88	5.00	4.23	5.94
アメリカ	Phoenix	3.45	4.75	6.06	7.48	8.42	8.61	7.58	7.12	6.61	5.26	3.94	3.26	6.05
インド	New delhi	4.09	5.49	6.56	7.00	7.55	7.05	4.64	5.59	5.49	5.55	4.77	3.91	5.64
イスラエル	Jerusalem	3.37	4.20	5.30	6.82	7.84	8.57	8.41	7.85	6.73	5.28	3.74	3.05	5.93
ケニア	Nairobi	6.49	6.92	6.50	5.65	4.84	4.62	3.77	4.26	5.40	5.72	5.65	6.07	5.49
南ア連邦	Capetown	8.50	7.37	6.11	4.27	2.81	2.67	2.80	3.58	5.11	6.41	7.84	8.47	5.50
スペイン	Almeria	2.50	3.44	4.69	5.85	6.42	6.84	6.92	6.29	5.15	3.92	2.80	2.21	4.75
最大値		8.50	7.37	6.56	7.48	8.42	8.61	8.41	7.85	6.73	6.88	7.84	7.46	7.68
世界各国月平均		4.93	5.43	5.72	5.90	5.93	5.89	5.47	5.67	5.70	5.43	5.09	4.80	5.50

(注) (1) 出典: G.O.G.Lof et al, World Distribution of Solar Radiation, Solar Energy Lab. Univ. of Wisconsin, 1966

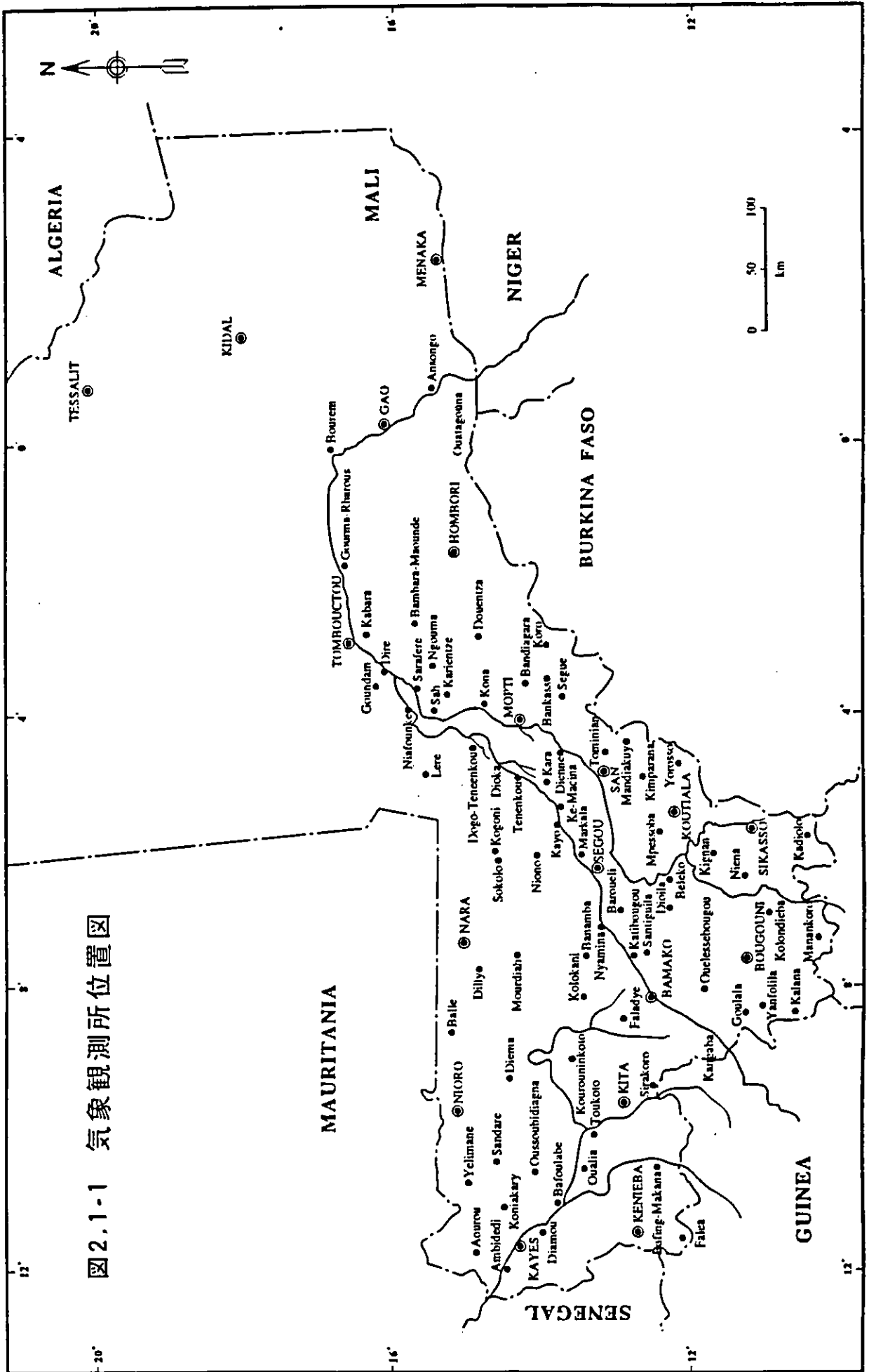


图 2.1-1 气象观测所位置图

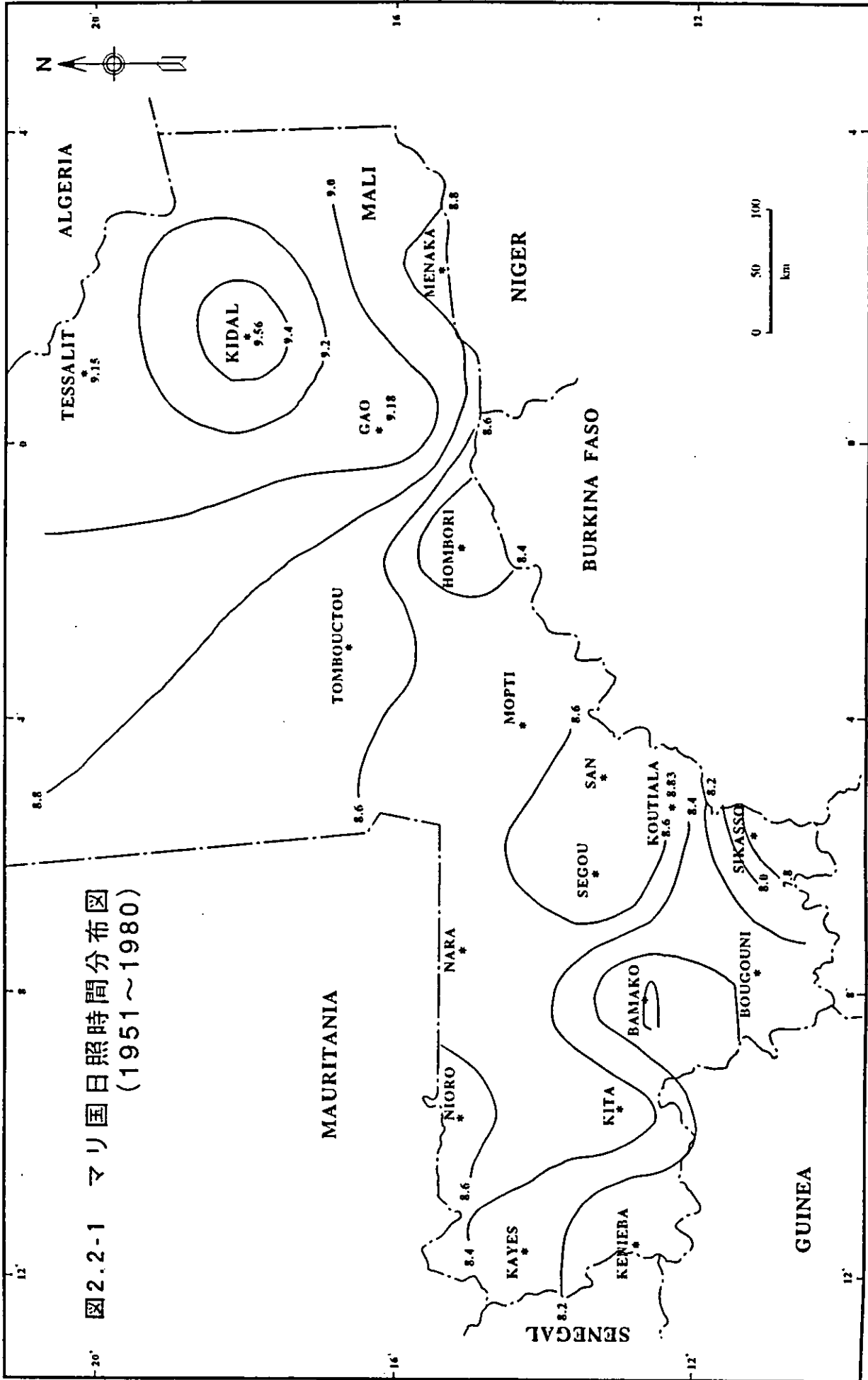


図2.2-1 マリ国日照時間分布図 (1951~1980)

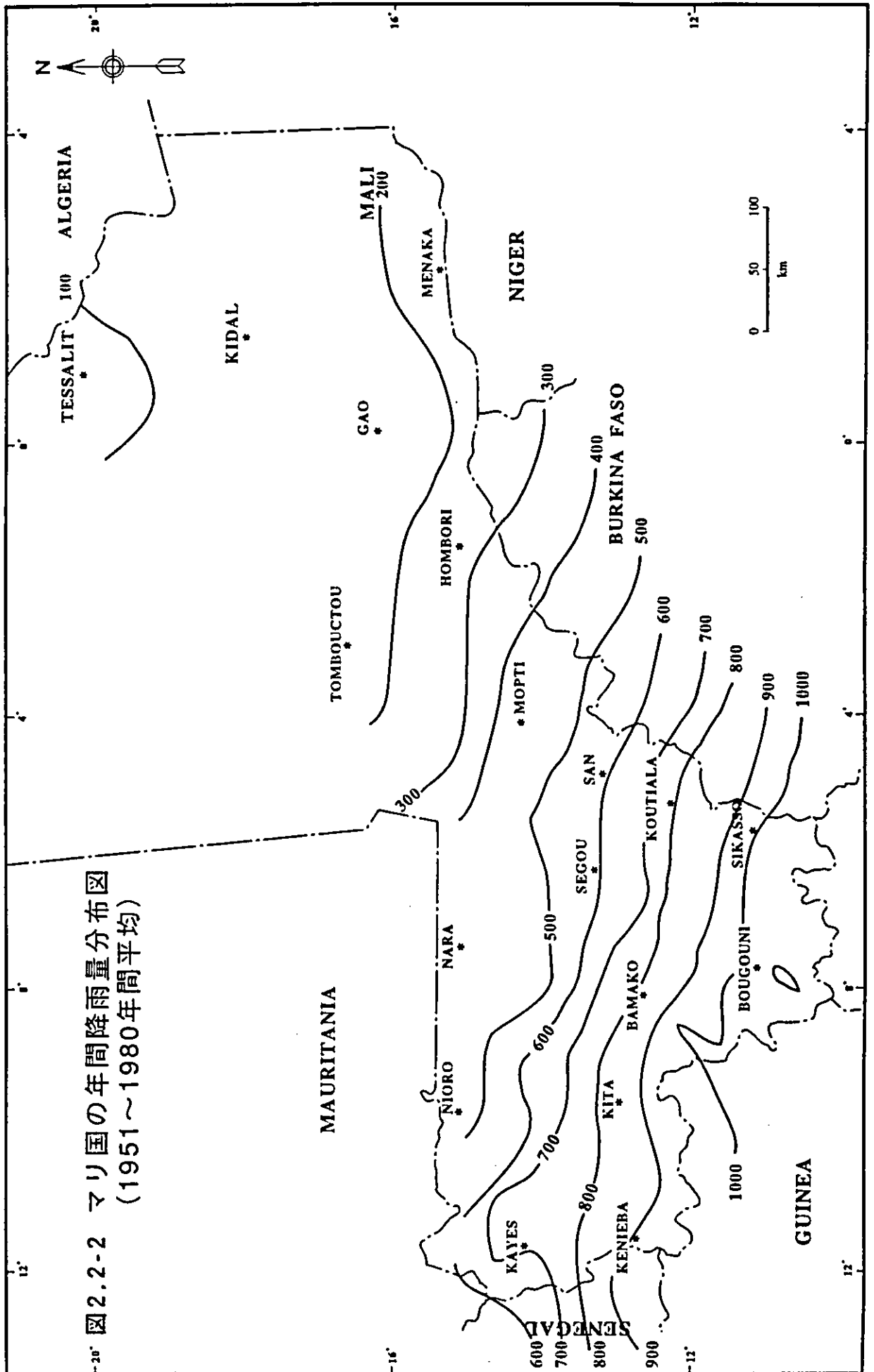
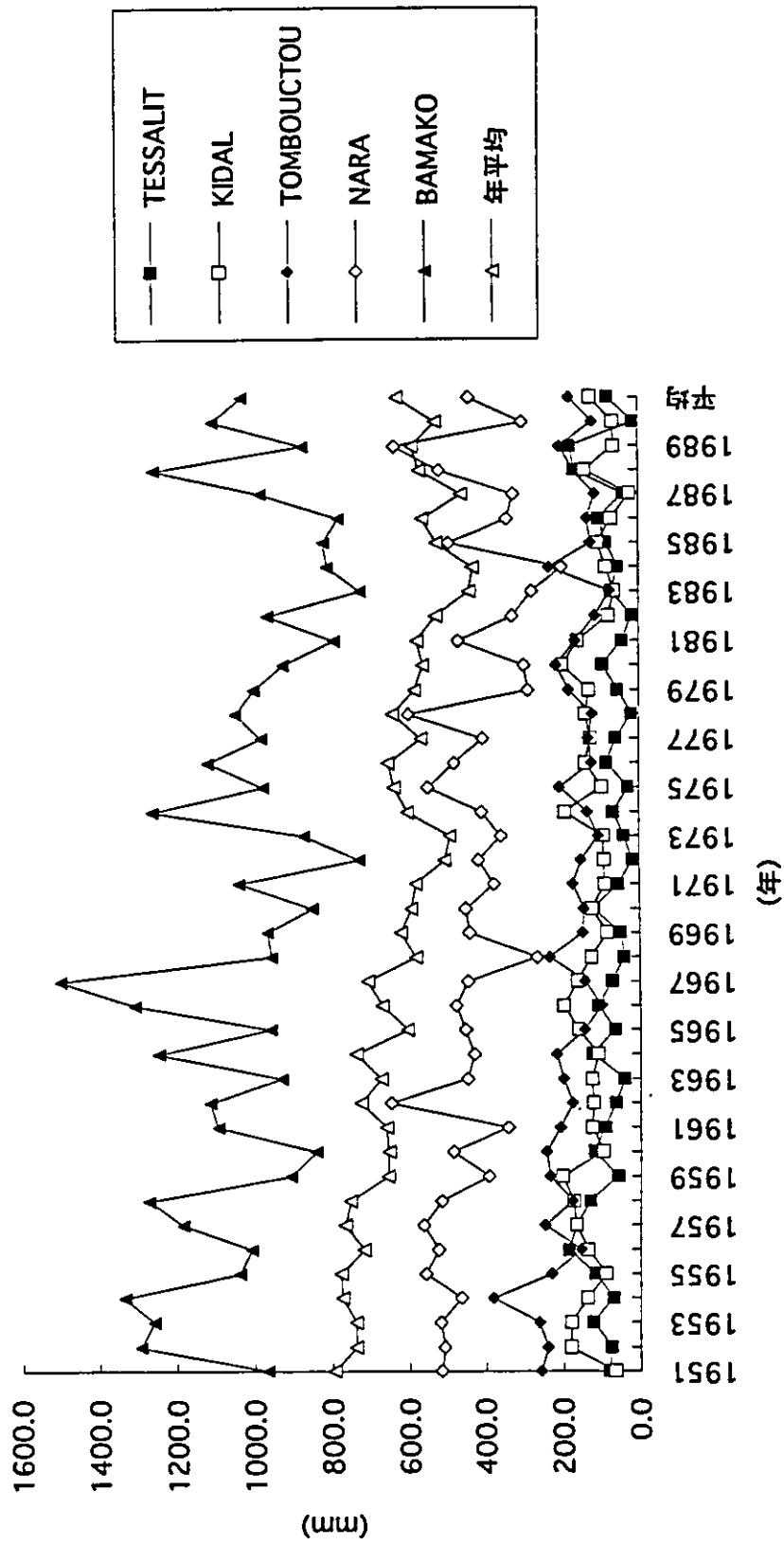


図2.2-2 マリ国の年間降雨量分布図
(1951~1980年間平均)

図2.2-3 年間降雨量の推移 (1951-1990)



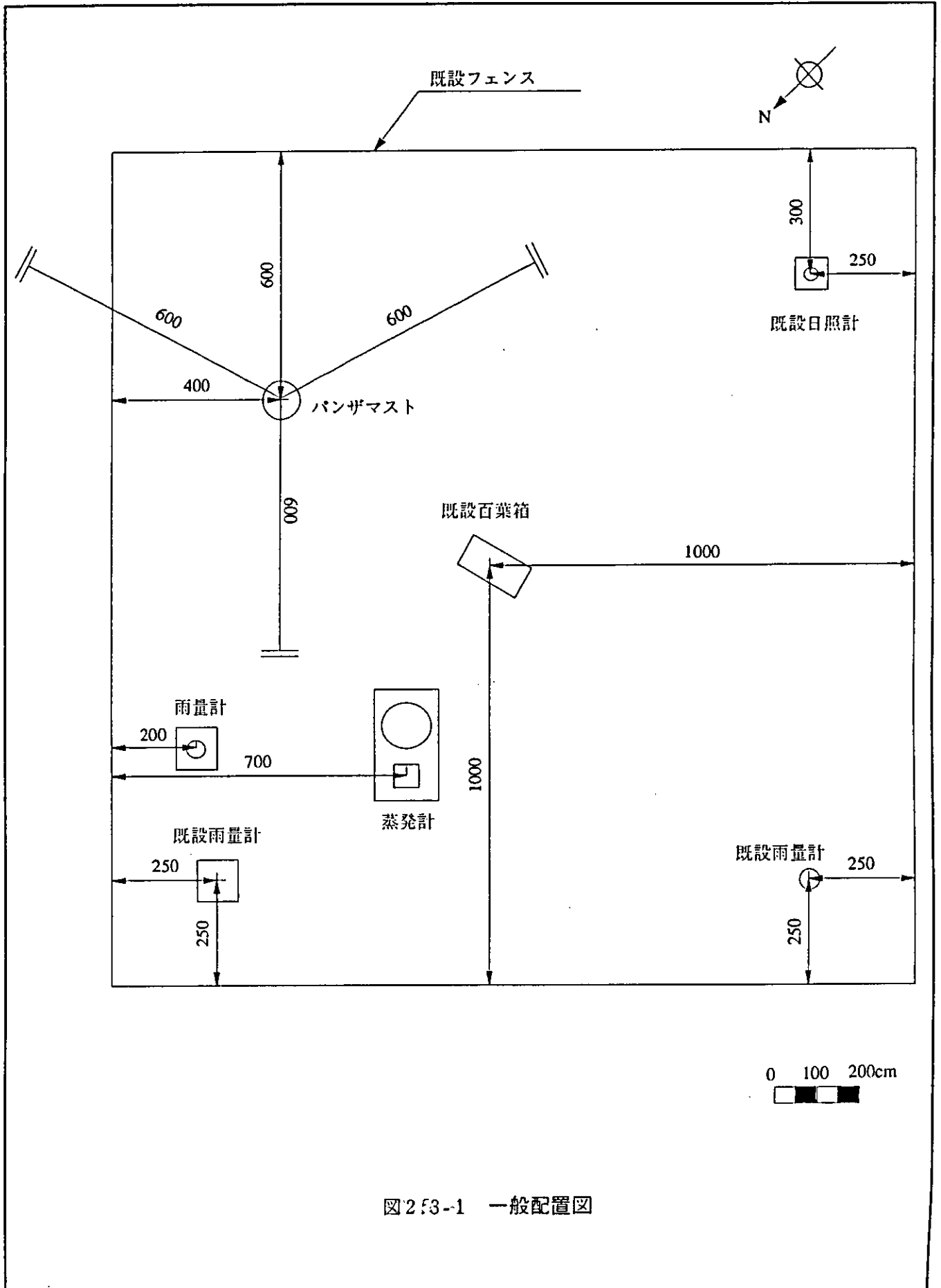
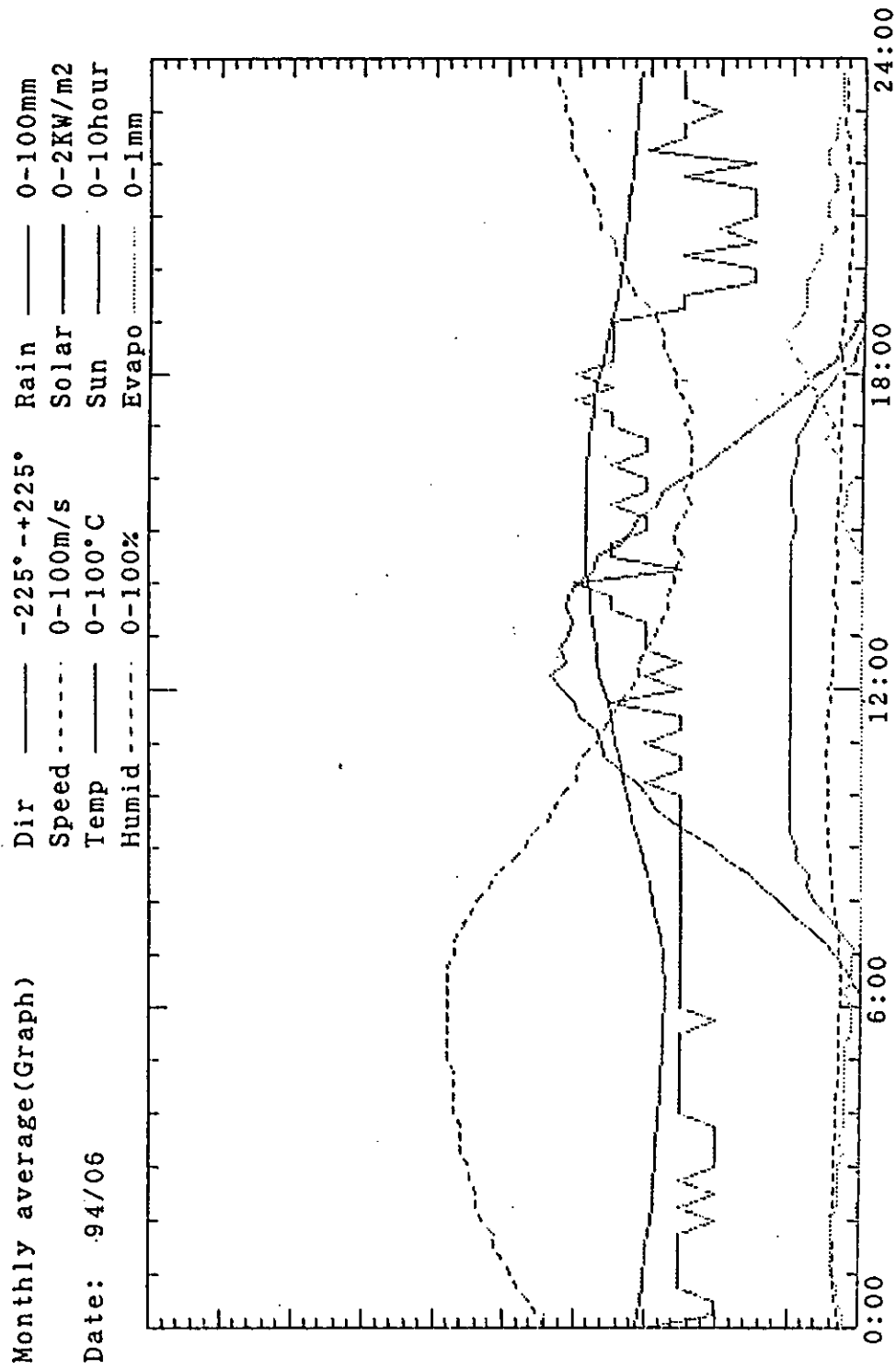


図2 f3-1 一般配置図

図2.4-1 月間平均値 (1994年6月)



第 3 章

井戸調査

第3章 井戸調査

3.1 既存井戸利用の現況

3.1.1 井戸の分布と規模

地下水は、生活用水、家畜用水、小規模な菜園への灌漑用水などとして使われており、地下水揚水施設はその構造から掘抜井戸 (Puits) とボアホール (Forages) に分類される。本節では主として掘抜井戸について、その分布と規模及び利用現況について説明する。

掘抜井戸の分布については、収集資料の井戸ファイル (Fichier Puits) とナラ地域における1985-93年製作井戸リスト (Situation des Puits de 1985-93 NARA) 及び現地調査によって以下の如く推定した。

井戸ファイルに記載されている井戸は全てコンクリート枠製掘抜井戸 (コンクリート枠で補強された井戸) であり、ナラ地域に分布する77ヶ所の井戸が記載されている。それらの井戸の所有村落数は62ヶ村となっている。ナラ地域分として記載されている井戸の地区別分布状況を表3.1-1に示す。今回の現地調査によって所在が確認された65ヶ所 (37ヶ村) のコンクリート枠製掘抜井戸のうち、この資料に記載されているものは8ヶ所 (8ヶ村) に過ぎない。また、この資料には木枠～石積などの手製井戸や素掘井戸 (Puisards) は全く収録されていない。このように、井戸ファイルが作成されていても、井戸分布の実態は十分に把握されていないのが実情である。

また、ナラ地域における1985-93年製作井戸リストはナラ地域井戸製作部 (Secteur Operation Puits de Nara) によって作成された資料であり、1985年以降に製作された54ヶ所のコンクリート枠製掘抜井戸が記載されている。それらの井戸の分布状況は表3.1-2に示す様に、半数近くがナラ中央地区に所在しており、次いでギレ地区に分布している。

今回の現地調査においては、48ヶ所の村落を訪問し、マリ国で使用されている井戸台帳の内容にもとづいて既存井戸の現況を調査した。現地調査を実施した村落の所有するタイプ別の井戸の数を表3.1-3に示す。表より明らかな如く、コンクリート枠製掘抜井戸の村落への普及率は約77%であり、所有村落では1村落当たり平均1.8ヶ所の井戸を所有している。前述の井戸ファイルに示されている1村落当たりの平均井戸数 (1.2) に比較して高い値を示しているのは、この調査はコンクリート枠製掘抜井戸が所在している可能性の高い村落や、人口の多い村落を対象としているためであり、実際の普及率はこれよりも少なく、1村落当たりの井戸所有数も上記の値よりも少ないものと思われる。前述の井戸ファイル、1985-93年製作リスト及び今回の現地調査を考慮すれば、

ナラ地域全体でのコンクリート枠製井戸の総数は約250～270程度と推定される。一方、現地調査による手製井戸の村落への普及率は約88%であり、1村落当たり平均約8ヶ所の井戸を所有している。この比率と調査対象となった村落は比較的大規模なものが多いことを考慮すれば、ナラ地域全体で手製井戸の総数は約1,800～2,000程度と推定される。

尚、コンクリート枠製掘抜井戸の構造としては、内径が一般に1.4～2.0mの範囲にあり、このうち1.8mである井戸が約70%を占めている。また、井戸深度は、最も浅いもので5.0m、最も深いもので83mで、平均深度は約29mである。しかし、井戸深度は帯水層の地質によって強く規制されており、沖積層での平均深度は約12m、基盤岩（schist, sandstone, dolelite）に達している場合の平均深度は約23m、コンティネンタル・インターカレア（Continental Intercalaire）での平均深度は約50mとなっている。

3.1.2 利用の現況

現地調査結果にもとづき、通常及び乾季末における掘抜井戸からの揚水量を表3.1-4に示す。

コンクリート枠製掘抜井戸においては、通常時の揚水量が 5 m^3 /日以上ある井戸が約74%を占めているが、乾季末には約50%に減少し、 1 m^3 /日未満しか揚水できない井戸が14%も出現する。

一方、木製枠を主体とする掘抜井戸においては、両時期ともにコンクリート枠製掘抜井戸に比べて揚水量は少ない。通常時においても揚水量が 5 m^3 /日以上ある井戸が約50%しかなく、乾季末になると約20%に減少し、 1 m^3 /日未満しか揚水できない井戸が約40%も占めることになる。但し、実際の井戸の分布数は、手製掘抜井戸がコンクリート枠掘抜井戸の約5倍もあることを考慮して表3.1-4を見るならば、特に通常時においては、手製掘抜井戸の利用水量がコンクリート枠掘抜井戸を格段に上回っていると推察できる。これは、住民からの聴取結果をまとめた下記の井戸利用方法からも言えることである。

(1) マレに水がある期間における掘抜井戸の利用方法

家畜用にはマレの水を使い、生活用水のためには主に手製掘抜井戸を使用し、コンクリート枠製掘抜井戸は使用しないことが多い。その理由は、手製掘抜井戸に比べてコンクリート枠製掘抜井戸は村落から比較的離れた場所に存在していることが一因でもあるが、これだけではなく、コンクリート枠製掘抜井戸が乾季末における最後の生命線であるため、他の水を利用できるうちは、極力これを使用せずに温存しておきたいとの強い住民意識があるようである。

(2) マレに水がなくなる乾季（初期～中期）における掘抜井戸の利用方法

手製掘抜井戸が利用できる限り、これを生活用水に使用し、コンクリート枠製掘抜井戸は家畜用に利用することが多い。ただし、手製掘抜井戸の水量が少ない場合には、コンクリート枠製掘抜井戸を生活用水にも使用する。家畜用及び生活用を上回る揚水量が得られる時期（又は地域）には、井戸からの揚水を菜園の灌漑に利用している集落がある。

(3) 乾季末における掘抜井戸の利用方法

此の時期は、手製掘抜井戸からの揚水量では生活用水にも決定的に不足することが多く、家畜用及び生活用としてコンクリート枠製掘抜井戸が利用されるのが一般的である。このように、コンクリート枠製掘抜井戸が住民にとっての最後の生命線となっている。ハンドポンプ（殆どボアホールに設置されている）を所有している村落では乾季末にもこれを利用できるが、故障率が高い（現地調査結果によれば、ハンドポンプの52%が破損している）ため、住民の信頼度は低く、主に人力、又は家畜を利用して水を汲み上げているコンクリート枠製掘抜井戸に対する信頼度の方が格段に高い。

一方、現地調査の結果、コンクリート枠製掘抜井戸は手製掘抜井戸に比較して、井戸水の塩分濃度が高い井戸が多く、電気伝導度が $1,000\mu\text{ S/cm}$ 以上であるものが過半数を占め、その内生活用水（飲料水）としては問題の多い $2,000\mu\text{ S/cm}$ 以上の値を示す井戸が24%もある。このため、コンクリート枠製掘抜井戸からの揚水は家畜用にししか使用しない集落もあり、生活用水として主に手製掘抜井戸を利用している一因ともなっているようである。

3.1.3 井戸の水質

現地調査結果に基づき、掘抜井戸における井戸水の導電率を表3.1.5に示す。

ナラ地域には、井戸水の塩分濃度（導電率）が高いものが多いが、帯水層の地質によって塩分濃度に若干の差異が認められる。全般的に、基盤岩内（schist、sandstone）やコンティネンタル・インターカレアに帯水層をもつ井戸で導電率が高く、主として沖積層を帯水層とする井戸では導電率がやや低い傾向にある。

3.2 揚水試験対象井戸の選定

3.2.1 既存井戸調査

(1) 調査の目的

既存井戸の分布状況、村落の分布状況、降雨量の地域差、地質分布等の資料を基に、既存井戸の調査対象を選定し調査を行った。この調査の目的は以下の通りである。

- (a) ナラ地区の井戸利用の状況の把握
- (b) 地下水賦存量の推定の為実施する揚水試験対象井戸（20ヶ所）選定の基礎資料収集
- (c) さらに、太陽光発電揚水システムの実証試験実施井戸（2ヶ所）選定の基礎資料収集

(2) 村落調査結果との整合性

井戸調査に先行して村落調査（30ヶ所）が実施されており、その対象村落（以下代表村落と言う）を優先して既存井戸調査の対象となる井戸の選定を行った。しかし、以下の項目に該当する村落の井戸は除外した。

- (a) 代表村落が特定の地域に集中している場合は人口の多い村落の井戸を選定し、他の人口の少ない村落は除外した（調査対象全域の既存井戸の状況把握の必要上）。
- (b) 揚水試験実施及び太陽光発電揚水システム設置井戸の選定が本調査の目的の1つであるので、揚水試験中の井戸崩壊によるトラブル及び揚水ポンプの実証試験中の崩壊による実証試験中断等のトラブルを避けるため、コンクリート枠製掘抜井戸を優先し、手製掘抜井戸しかない村落の多くを除外した。

その結果、代表村落30ヶ所のうち、15ヶ所の村落の井戸が調査対象に含まれた。

(3) 調査対象井戸

代表村落の井戸を優先的に選定した後、さらに以下の条件で対象井戸を絞り込み、結果的に52ヶ所の井戸を選定した。

- (a) 既存井戸の全体像を把握するため、地区別（Arrondissement）の村落数を考慮する。
- (b) ギレ地区は治安上問題あるとの理由で、立入り禁止通告を受けたので除外した。

- (c) ナラ中央地区は他と比較して村落当たりの人口が多い事、又交通の便が良く、太陽光発電揚水システムの実証試験の候補地としての可能性が高いので、システム設置を意識して選定した。
- (d) 既存井戸と地質条件の関係を把握するため、調査対象村落が以下の地質分布域に配分されるよう考慮した。
- ・ 基盤岩(Precambrian・Ordoviceeu)分布
 - ・ コンティネンタル・インターカレア(Continental Intercalaire)分布域
 - ・ 沖積層(Alluvious)分布域

その結果、選定された井戸は次の通りとなった。

地区名	村落数	対象井戸数	内代表村落数
Nara-Central	77	21	5
Balle	74	6	3
Dilly	81	11	3
Falou	53	7	2
Mourdiah	49	7	2
Guire	31	—	—
合計	365	52	15

(4) 井戸調査

既存井戸52ヶ所の内、今回調査で4ヶ所を除き48ヶ所の現地調査を実施した。48ヶ所の井戸のうち、コンクリート枠製掘抜井戸は37箇所、手製掘抜井戸は11箇所である。調査の結果、以下の傾向が認められる。

- (a) 乾季末の井戸の水深が殆ど零近くに低下する井戸が圧倒的に多い。これは、手掘りの為、乾季末の水位付近までしか掘削出来ないという技術的制限によるものと考えられる。

	乾季末の水深 (d)						計
	d=0m	0m < d ≤ 1m	1m < d ≤ 2m	2m < d ≤ 3m	3m < d ≤ 4m	4m < d	
コンクリート 井戸数	15	11	4	1	0	6	37
枠製井戸 率	41%	30%	11%	3%	0%	16%	100%
手製掘抜 井戸数	6	3	2	0	0	0	11
井戸 率	55%	27%	18%	0%	0%	0%	100%

- (b) 井戸の深さが20m以下のものが多いが40m前後の井戸は4ヶ村に見られ、コンティネンタルインターカレア (Continental Intercalaire) 分布域やその周縁域に分布している。
- (c) ナラ中央、ディリ地区の井戸水の導電率が2,000 μ S/cm前後のものが多いがFalou、Mourdiah地区では1,000 μ S/cm以下の井戸水が多い。これは前者がSchist表層内の地下水が多く、後者はワジ堆積物、化石谷堆積物内に賦存していることによるものと考えられる (表3.1-5参照)。
- (d) 揚水可能量 (又は揚水実績) が乾季末に日量10m³以上と評価できる井戸は10ヶ所しか見出せず、殆どの井戸では乾期に水量が不足する。

3.2.2 揚水試験対象井戸の選定

井戸調査結果に基づいて、以下の条件を設定して揚水試験対象井戸としての評価を行い、20ヶ所の井戸を選定した。

(1) 井戸構造

素掘井戸はもとより、手製掘抜井戸も揚水試験によって井戸孔壁が破損する恐れがあるため、これらの構造の井戸を除外することとし、揚水試験及び太陽光発電揚水システムの設置を考慮して、コンクリート枠製の井戸のみを選定した。

(2) 揚水可能量 (揚水実績)

太陽光発電揚水システムを設置するという目的から、揚水可能量 (又は揚水実績) が大きい井戸を選定するのが望ましく、聴取り調査結果に基づいてランク付けを行った。

(3) 乾季末水深

乾季末においても井戸から一定の揚水量が得られるためには、乾季末の水深が十分に深いことが望まれる。また、揚水試験を行う上でも水中ポンプの安全な設置を保障する水深が必要であり、乾季末の水深によるランク付けを行った。

(4) 水質 (導電率)

太陽光発電揚水システム設置井戸を選定するという目的からすれば、井戸の水質が良好であり、飲雑用水、家畜用水、家庭菜園用水等多目的に利用できる井戸であることが求めら

れる。この観点から、井戸水の導電率が $1,000\mu S/cm$ 未満であることが望ましい、との基準を設定した。

以上を踏まえた井戸のランク付けの結果は前述の現地調査結果と合わせて表3.2-1に示されており、そのランク付けの基準を表3.2-2に示す。井戸評価結果の地域別結果を下表に示す。

	揚水試験対象井戸としての評価結果（井戸数）					
	区 分	A	B	C	D	E
	評価内容	最良	良好	問題あり	問題多し	不適當
地区名	Balle	0	1	0	0	1
	Dilly	0	0	1	2	8
	Falou	0	0	0	2	5
	Mourdiah	0	0	1	4	2
	Nara-Central	1	2	4	7	7
合 計	1	3	6	15	23	

表3.2-1に示す井戸評価結果と次に示す基準にもとづいて20ヶ所の揚水試験対象井戸を選定した。

- (a) 総合評価結果が、A（優良）、B（良好）、又は C（問題あり）となった井戸については全て揚水試験を行うものとした。（計 10 ヶ所）
- (b) Dilly と Fogoty の 2 ヶ所の井戸は、E（不適當）に評価されるが、農業調査の観点から見て注目されている場所にあるため、揚水試験を行うものとした。
- (c) 残りの 8 ヶ所の井戸は、D（問題多い）に評価された計 15 ヶ所の井戸の中から地域的バランスやアクセス条件等を考慮して選定した。

3.3 揚水試験

3.3.1 揚水試験実施箇所

揚水試験機材の現地到着の遅れにより、太陽光発電揚水システム設置井戸の選定期限までに揚水試験を実施できる井戸の数が制約されたため、試験対象井戸に優先順位をつけ、優先順位の高い井戸から試験を実施することとした。優先順位の決定は以下の基準によって行った。

- (1) 太陽光発電揚水システムの設置条件に適した井戸、つまり、上記の井戸評価結果が良好なものを優先させる。
- (2) ただし、太陽光発電揚水システムの設置とその後の維持・管理の容易さを考慮して、アクセス条件の悪い井戸での揚水試験は後日に廻すものとした。

このような基準で選定された20ヶ所の揚水試験対象井戸と、これらの試験優先順位を表 3.3-1 に示す。このうち、太陽光発電揚水システムを設置する目的のために、1993年度は以下の8ヶ所の揚水試験を実施した。なお、Dembasalaは乾期末水深は10mもあり、乾期揚水量も10m³/日以上であり導電率も低く、井戸の総合評価として“A”にランク付けされた唯一の井戸であったが、揚水試験の実施に対し住民の強い拒絶があったため、試験は実施できなかった。

揚水試験実施箇所

- (1) Kaloumba (Nara-Central)
- (2) Kabida Bambara (Nara-Central)
- (3) Kabida Soninke (Nara-Central)
- (4) Toulel (Nara-Central)
- (5) Berzack (Nara-Central)
- (6) Koera (Mourdia)
- (7) Kolly (Nara-Central)
- (8) Missira Makana (Nara-Central)

なお、残りの12ヶ所の井戸での揚水試験は1994年度に実施する予定であったが、雨季による道路事情の悪化、治安悪化に伴う行動範囲の制約もあり、井戸調査結果及び道路事情にもとづいて、結局下表に示す10ヶ所の揚水試験を実施した。

揚水試験の当初予定箇所と試験実施箇所

Arrondissement	当初予定箇所	実施箇所	実施数
Nara	Guineybe Tendye Tichilat Zidou Toure	Guineybe Tendye — Zidou Toure Goumbou Keyban	5
Balle	Kassakare	—	0
Dilly	Debous Dilly Fogoti	— Dilly Fogoti Dyelwa	3
Falou	Karfabougou Sountyana	— —	0
Mourdiah	Bomandyougou Mourdiah	Bomandyougou Mourdiah	2

3.3.2 揚水試験方法

揚水試験はアフリカ統一基準であるC.I.E.H. (Comite Interfricain D'Etudes Hydrauliques) の簡易井戸揚水試験基準 (Essais de Debit Simplifies sur Puits) に準じて実施した。具体的には、以下の要領で実施した。

(1) 準備作業

井戸の上に鉄パイプ製の三又 (簡易やぐら) を組み、チェンブロックを用いて、水中ポンプと揚水管を設置した。水中ポンプは、水深が深い場合には井戸底と水面の中間付近の深度に設置したが、水深が浅い場合には井戸底から10~20cm程度上に設置した。

(2) 揚水方法

ディーゼル発電機を電源とした水中ポンプによって揚水した。揚水量は通常 5~6 m³/時程度としたが、揚水時間は水位低下量や揚水量などを考慮して判断することとし、揚水時間の平均は約60分、最短で25分、最長で100分であった。

(3) 揚水量の計測

揚水量は送出路に組み込まれた水道用流量計によって計測した。計測間隔は以下のとおり。

- ・ 揚水開始~開始後6分まで : 1分間隔
- ・ 開始後6分以降、20分まで : 2分間隔
- ・ 開始後20分以降、60分まで : 5分間隔
- ・ 開始後60分以降 : 10分間隔

(4) 水位低下の測定

手動水位計によって揚水に伴う水位低下を測定した。この測定間隔は揚水量の計測間隔と同様である。

(5) 水位回復の測定

揚水停止後、手動水位計によって水位回復を測定した。この計測中は住民の井戸使用を禁止しなければならないため、計測時間は井戸を利用しようと待っている住民の状況を考慮して判断した。計測時間の平均は80分であり、最短は50分、最長は110分であった。

水位回復の計測間隔は以下のとおり。

- ・ 揚水停止~停止後2分まで : 30秒間隔
- ・ 停止後2分以降、10分まで : 1分間隔
- ・ 停止後10分以降、30分まで : 2分間隔
- ・ 停止後30分以降、60分まで : 5分間隔
- ・ 停止後60分以降 : 10分間隔

(6) 観測井における水位測定について

揚水試験井から約100m以内に他の井戸が所在する場合には、この井戸を観測井として水位変化を計測し、揚水がその周辺に及ぼす影響について調査する計画であった。しかし、いずれの試験井においても、そこから約100m以内には他の井戸は所在していなかったため、この計測は行わなかった。

(7) 住民への水供給

揚水中及びその後の水位回復計測中には住民の井戸使用を停止させなければならないため、簡易水槽を用意し、これに揚水した水を貯めて、住民に供給した。又、備付けの水槽などがある場合には、ホースによってこれらへも給水した。この給水態勢は、住民から揚水試験の了解を得る上で非常に有効であったと共に、一次的にはあれ、自動揚水の便利さを住民に体験してもらう機会ともなり、住民の好評を得た。

3.3.3 揚水試験結果

揚水試験によって得られた揚水量とこれに対応した水位低下量、及び揚水停止後の水位回復速度などの資料にもとづいて、比湧出量や乾季末揚水可能量の解析を行い、1993年実施分の結果を揚水試験表3.3-2に、1994年実施分を表3.3-3に示す。表3.3-2の"乾季末水深"は住民からの聴取に頼らざるを得なかったが、基礎調査期間中継続した井戸水位観測結果にもとづいて、修正を行い、Berzak、Koeraを除く井戸について、比較し易いように表3.3-3に再度掲載してある。尚、解析結果の詳細はANNEX Aに示す。

3.3.4 井戸の水位観測

揚水試験の対象として選定した井戸の水位観測を住民の協力を得て実施した。この水位観測結果から明らかとなった水位変動には、次のようなパターンが認められる。代表的なパターンを図3.3-1に示す。

- (1) 連続的な水位変化を示し、観測日間の異常な水位変化が少ないことから、観測水位が静水位を反映していると判断される井戸。

これらの井戸においては、日常の揚水による水位低下が急速に回復することを示しており、次の2つのパターンに分類される。

- (a) 水位が、乾季末まで緩やかに下降していたものが、雨季に入ると急上昇を示すもので、

Koeraがその典型である。Bomandyougouの水位もこのパターンであり、Kaloumbaもこれに近い。

これは、これらの井戸の帯水層の透水性が高く、地下水位が降雨を敏感に反映することを示しており、これらが位置する埋設谷や化石谷帯水層の特徴であると推察される。

- (b) 水位変動の幅が小さく、雨季に入っても顕著な水位上昇を示さないもので、Toulelがその典型である。Berzak、Kabida Soninke、Kabida Bambaraの水位もこのパターンを示している。

- (2) 水位記録がジグザクであり、明らかに揚水量が水位を強く規制していると推察されることから、観測水位の多くが静水位よりも低いものと判断される井戸。

これは揚水によって低下した水位が静水位まで回復する前に、さらに揚水されていることを示している。ただし、雨季に入ると水位の異常値は少なくなり、比較的安定した水位を示すことが多い。これは雨季にはマレ等の地表水や村落近くの手製井戸を主に使うため、井戸利用が非常に少なくなることを反映しているものと推察される。これは、さらに次の2つのパターンに分類される。

- (a) 水位が、乾季には激しいジグザグを示していたものが、雨季に入ると比較的連続的な上昇を示すものでFogotiがその典型である。Geneybe、Aidou Toure、Dillyの水位もこのパターンを示している。
- (b) 上記と同様に乾季の水位は激しいジグザグを示すが、雨季の水位には顕著な上昇傾向は認められない井戸で、Koliがこの典型である。Missira Makana、Tichilat、Tendye、Mourdiahの井戸もこのパターンを示している。

3.4 井戸の総合評価及び設置井戸の選定

3.4.1 井戸条件のランク付け

井戸調査、揚水試験、水位観測結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する井戸を選定する目的で、揚水試験を実施した井戸の構造、揚水可能量、乾期末水深、水質に対するランク付けを行った。その結果を表3.4-1及び下表に示す。尚、ランク付けの基準は揚水試験対象井戸の選定のためのそれと同じである。

評価区分	井戸（所在地）
A	Kabida Bambara, Kaloumba
B	Kabida Soninke, Koli
B～C	Missira Makana
C	Guineibe, Tendye, Bomandyougou, Mourdia, Koera
C～D	Zidou Toure, dilly
D	Toulei, Berzack
D～E	Fogoti
E	Goumbou, Keyban, dieloua

3.4.2 システムを設置する既設井戸の条件

本調査で太陽光発電揚水システムを設置する既設井戸の選定に当たって、揚水試験実施井戸の選定条件に加えて、調達された水中ポンプの仕様及び井戸を所有する村落の状況を考慮し、以下の項目を設定した。

- (1) 井戸の水位が、導入する水中ポンプの揚程範囲内であること。乾季末に於ても井戸水位が約35mより浅い事が望ましい。
- (2) 乾季末に於ても揚水するためには、少なくとも、井戸の水深が水中ポンプの長さ以上であることが必要であり、余裕を見て乾季末水深が約2m以上であることが望ましい。
- (3) 井戸の周囲に、太陽光発電施設や貯水・給水施設を設置する場所が確保できる事。
- (4) 設置に対する地元住民の理解が得られる事。
- (5) 設置後の維持・管理に対する理解と、これを保証する住民組織の存在及び維持費用負担の意志及び能力があること。
- (6) システムを設置することにより社会的効果が大きい井戸であること。
- (7) 井戸の所有権や他のプロジェクト等との関係で、問題や混乱をもたらさない井戸であること。

3.4.3 既設井戸の総合評価

既存井戸の現地調査（48ヶ所）、揚水試験結果、及び上記追加条件を加味して、太陽光発電揚水システム据付開始前に揚水試験が完了した7井戸に対して、太陽光発電揚水システムを設置する為の井戸の再評価を実施した。評価結果を表3.4-2に示すが各項目毎の評価基準を以下の如く設定した。

(1) 既存井戸評価

既存井戸（48ヶ所）の現地調査に基づく評価結果は乾季末の水深に対する評価を考慮したのものとなっているが、太陽光発電揚水システムを設置することを目的として再評価し直す必要がある。そのためシステムを構成する水中ポンプに密接な関係のある水深に対する評価を除いて井戸評価の見直しを以下の如く行った。

	現地調査時 の総合評価	水深に対する 評価	水深を除いた 評価
Berzack	D	D	C
Kabida Bambara	B	A	B
Kabida Soninke	C	A	C
Kaloumba	B	A	B
Koli	C	C	C
Toulel	C	C	C
Koera	C	D	B

(2) 乾季末井戸水位（水位の地表よりの深さ）

今回設置される太陽光発電揚水システムの水中ポンプは基準揚程25m、揚水量6.9m³/hr、容量1.1kwであり、設置井戸選定には、この技術仕様を考慮する必要がある。

本調査開始前に上記仕様の水中ポンプを選定したのは、現地調査期間が1993年9月～1994年9月と限られている為、井戸調査実施後では、本調査の目的とする“実績による運転及びデータ収集”の期間が短くなり、十分な成果が期待出来なくなる恐れがあるためである。尚、水中ポンプの仕様は、事前調査で収集したデータより推定したナラ地域の平均的な井戸の深さに余裕をみて決定された。

水中ポンプの揚程、水タンクまでの想定配管長、揚水量、配管損失、水タンクの地上高及び適用可能な井戸水位は以下の通りである。

揚程 (m)	配管長 (m)	揚水量 (m ³ /hr)	配管損失 (m)	水タンク高 (m)	適用可能 井戸水位 (m)
40	65	1.32	0.2	3.0	36.8
38	63	2.52	0.6	3.0	34.4
35	60	3.84	1.3	3.0	30.7
30	55	5.58	2.5	3.0	24.5
25	50	7.02	3.6	3.0	18.4
20	45	8.34	4.6	3.0	12.4

以上より、評価基準を以下の如く設定した。

- A： 18.4m以下、即ち水中ポンプの定格値に近い状況以下の水位とする。
- B： 30.7m以下、即ちハンドポンプの3倍程度の揚水能力があり、十分需要に対応できる。
- C： 36.8m以下、即ちハンドポンプの揚水能力を多少上回る程度の揚水量の確保が可能である。
- D： -
- E： 36.8m以上、即ちこれ以上では急速に揚水可能量が減少し、水中ポンプがハンチングを起こす恐れがあるため、絶対避けるべきである。

(3) 乾季末の水深

水中ポンプの長さが1mあり、その中間部分が井戸水の吸入口部となっている。従って、乾季末の井戸水位が低下した場合でも井戸水を有効に利用する為には以下の事項を考慮する必要がある。

- (a) 砂などの堆積を考慮して、水中ポンプを井戸底より0.5m以上離して設置する必要がある。
- (b) 水中ポンプ自体が水面上に出ることは好ましくない。その為、吸入口部より0.5m以上離れた位置に水中ポンプの運転停止の為のセンサーを取付ける必要がある。
- (c) 一方、運転可能な水位を感知する為のセンサーは運転停止のセンサー位置より上部に取付けられるわけであるが、これが近過ぎると水中ポンプがハンチングを起こすので、ある程度離して設置する必要がある。平均的な井戸径（1.8m）及び(b)で説明した適用

可能水位36.8m（揚程40m）の揚水量1.32m³/hrを基に計算すると、両センサー内の離隔距離1mで水中ポンプの運転維持時間は1.9時間、0.5mで1.0時間、0.25mで0.5時間（30分）となる。

上記3条件を考慮したハンチングを起こさないための最低水深は1.75m程度と計算されるが、余裕を見て、2mを必要最低水深とした。

以上より、乾季末水深に対する水深評価基準を以下の如く設定した。

- A： 2m以上、即ち2m以上あれば技術的に問題ないものと判断される。
- B： 2m以下であるが井戸さらいを実施することにより2m以上の水深確保が可能と期待できる井戸。
- C： 2m以下であるが、井戸さらいを実施することにより2m以上の水深確保が困難であるが、乾季末の水深低下による水中ポンプの運転不可となる期間が比較的短くてすむようになる井戸。
- D： 2m以下であり、井戸さらいしても水深を大きくすることが困難であり、比較的長期間水中ポンプ以外の手段で揚水しなければならない井戸。
- E： 乾季末に水深が著しく低下し、いかなる手段を使っても揚水が困難な井戸。

(4) その他

アクセスの容易さ、システムの設置場所の有無、村民の設置に対する同意の有無、維持管理の費用負担意志の有無及び他計画の有無に対しては以下の如く設定した。

	A	B	C	D	E
(i) アクセスの容易さ（時間）	<0.5	<1.0	≤2.0	>2.0	—
(ii) 設置場所	—	有	—	無	—
(iii) 設置に対する同意	—	同意	—	拒否	—
(iv) 費用負担	—	同意	—	拒否	—
(v) 他計画	—	無	有	—	—

表3.4-2に示すようにBerzack及びKoeraの両井戸がシステム設置の住民の同意及び維持管理の為の費用負担の意志の有無を考慮すると優先順位が高い。最終的には次節に説明してあるように、マリ側と協議の上両井戸に決定された。

3.4.4 設置井戸の選定

既存井戸調査から太陽光発電揚水システム設置井戸決定に至るまでの経緯をまとめると以下の様になる。

(1) 既存井戸調査

準備期間を含め、11月10日～12月14日まで実施した。調査対象井戸として52箇所を選定し、48箇所を終了した。

(2) 揚水試験

(a) 既存井戸調査結果と、これに基づいて選定された揚水試験対象井戸(20箇所)について、マリ側カウンターパートに報告し、了承を得た。

(b) 揚水試験は、準備期間を含め、12月15日から12月30日まで実施し、優先度の高い8箇所での試験を終了した。ただし、システム設置井戸を選定するための協議までに試験を終了できた井戸は7箇所である。

(c) 住民の意識調査

12月中旬以降、マリ側カウンターパートによって、優先度の高い揚水試験対象井戸を対象に、システム設置に対する住民意識の調査が行われた。

(d) 設置井戸選定のための合同協議

12月27日に、ナラ事務所に於て、調査団員とマリ側カウンターパートとの合同会議が開催され、当システム設置井戸の候補地選定について協議した。既存井戸調査結果、揚水試験結果、及び住民意識調査結果が報告され当システム設置を住民が歓迎していることを第一条件とするという立場から、Berzack とKoera の2箇所の井戸が候補地として選定された。

(e) ナラ地域行政関係者への報告と協議

12月28日、ナラのコマンダン事務所に於て、ナラ地域行政関係者に対し、当システム設置井戸候補地選定結果を報告した。ナラ地域行政関係者としては、コマンダーを始め、村長、政党代表者、婦人組織代表、開発担当者等が出席した。

BerzackとKoeraの2箇所が候補地として挙げられた事に対して両村落での活動経験のあ

る開発担当者等から、次の様な意見が出された。

- － Berzackは、井戸状況からすれば、当システムの設置に適した井戸であると評価できる。また、村長の指導性も高く、システム設置に賛成である。
- － Koera は、住民の開発意欲が旺盛であり、住民組織もしっかりしており、当システム設置に適した村落であると評価できる。

この選定結果に対する否定的意見は出されず、又、設置井戸の変更を求める意見もなく、満場一致で両井戸へのシステム設置が了承された。なお、婦人組織代表からは、本プロジェクトに対する感謝の表明と共に、“全ての村落に太陽光発電揚水システムが設置され、婦人の揚水労働が軽減される日が早く来ることを望む”という趣旨の期待が表明された。

3.4.5 システム設置を拒絶する住民意識について

今回の太陽光発電揚水システム設置井戸選定過程においては、4ヶ所の村落が、当システムを既存井戸に設置することを拒絶した。ただし、これらのいずれの村落においても、既存井戸へのシステム設置は拒絶するが、新たに掘削する井戸や放棄されているボアホール (forages) にシステムを設置することは歓迎するとの立場であった。

住民から出された意見を総合すると、既存井戸へのシステム設置を拒絶する理由は、以下のようによまとめられる。

- (1) これまでは無料で使用できた既存井戸を、システムの設置によって有料化することには住民の強い抵抗がある。
- (2) 手押しポンプは破損率が高いために信頼度が低く、手製井戸は乾季に涸れることが多いために、既存のコンクリート枠製井戸は村民にとっての最後の生命線となっており、これを保守しようとする住民意識が極めて強い。

本格実証段階で当システムを設置する場合には、このような住民意識を十分に配慮することが肝要であろう。

表3.1-1 井戸ファイル (Fichier Puits) による井戸の分布状況

地区 Arrondissement	コンクリート枠製井戸	
	井戸数	所有村落数
BALLE	1	1
DILLY	7	7
FALOU	2	2
GUIRE	26	19
MOURDIAH	10	9
NARA-CENTRAL	31	24
計	77	62

表3.1-2 製作井戸リスト (Situation des Puits de 1985-93 NARA) による井戸の分布状況

地区 Arrondissement	コンクリート枠製井戸	
	井戸数	所有村落数
BALLE	1	1
DILLY	5	2
FALOU	2	2
GUIRE	8	8
MOURDIAH	5	5
NARA-CENTRAL	25	21
不明	8	8
計	54	47

表3.1-3 現地調査結果による井戸の分布状況

Arrondissement	コンクリート枠製井戸		手製井戸		素掘井戸		調査村落数
	井戸数	所有村落数	井戸数	所有村落数	井戸数	所有村落数	
BALLE	2	2	16	2	0	0	2
DILLY	10	7	74	10	10	1	11
FALOU	9	5	113	7	1	1	7
GUIRE	—	—	—	—	—	—	0 (*)
MOURDIAH	8	5	52	7	3	1	7
NARA-CNETRAL	36	18	83	16	330	3	21
計	65	37	338	42	334	6	48

(注) Guire地区は治安上の問題により現地調査から除外した

表3.1-4 掘抜井戸からの揚水量

季節	井戸の区分	日揚水量 (Q、単位：m ³ /日) による井戸数 (比率)				
		0 ≤ Q < 1	1 ≤ Q < 5	5 ≤ Q < 10	10 ≤ Q < 20	20 ≤ Q
通常時	P.C.	0 (0%)	9 (26%)	7 (21%)	11 (32%)	7 (21%)
	P.V.	0 (0%)	5 (50%)	3 (30%)	2 (20%)	0 (0%)
乾季末	P.C.	5 (14%)	13 (36%)	8 (22%)	9 (25%)	1 (3%)
	P.V.	4 (40%)	4 (40%)	1 (10%)	1 (10%)	0 (0%)

注1： 全て住民からの聴き取り調査結果による。

注2： 井戸の区分におけるP.C.はコンクリート枠製、P.V.は木製枠・石積。

注3： 揚水量が1時期しか分からない井戸もあるため、P.C.の調査井戸総数は両時期によって異なっている。

表3.1-5 掘抜井戸の水質 (導電率)

			導電率 (単位 μ S/cm)				計
			<500	<1,000	<2,000	2,000<	
帯水層 の地質	沖積層	井戸数	4	5	7	2	18
		率	22%	28%	39%	11%	100%
	基盤岩	井戸数	4	7	10	6	27
		率	15%	26%	37%	22%	100%
	C.I.	井戸数	0	1	0	2	3
		率	0%	33%	0%	66%	100%
合計		井戸数	8	13	17	10	48
		率	17%	27%	35%	21%	100%

(注) 現地調査結果による

表 3.2-1(1/2) 井戸調査結果一覽表

No.	村落名	人口	人種	家畜		移牧	穀類	蔬菜	学校/診療所	ハンドポンプ		村内・周辺の水利分布数		マレ	その他	プロジェクト
				大型	小型					稼働	故障	コナート	掘井戸			
NARA CENTORAL																
1	Berzack	1,000 (379)	MAU MAU/PEU	320 500	300 250	400 non >1,000	Mi/Ar Mi/Ar Mi	- To To/Po	E	-	-	3	-	1	風力橋水	-
2	Daye	700	SAR	670	500	7	Mi/Ar	To	-	-	-	4	4	1	-	-
3	Debay Tidoutoureu	(512)	MAU	180	500	7	Mi	To	-	-	1	2	2	2	-	-
4	Dembasala	1,000	MAU	4,000	5,000	7	Mi/Ar	To/Po	E/S	-	4	23	4	2	Solar	-
5	Dyaloub	8,000	MAU	348	700	7	Mi	To	-	-	1	3	1	1	-	-
6	Dougouni	(814)	SAR	354	300	7	Mi/Ar	To/Po	E/S	-	3	1	2	2	-	-
7	Goumbou	726	BAM/SAR	580	300	>4,000	Mi/So	To/Po	-	-	2	2	2	3	-	-
8	Guineiche	(1,038)	SAR	1,500	1,500	>1,000	Mi	To	-	-	3	5	3	3	-	-
9	Kabida Bambara	1,000	SAR/MAU	499	500	7	Mi/Ar	To	E	-	2	1	1	1	Solar	-
10	Kaloumba	1,200	MAU	3,000	600	400	Mi/Ar	To/Po	E/S	-	2	6	1	1	-	-
11	Kebane	(464)	PEU	7	7	non	Mi/Ar	To	-	-	1	1	1	1	-	-
12	Koronga	300	BAM	50	100	10,000	Mi/Ar	To	-	-	1	1	2	1	-	-
13	Missira Makana	160	SAR	134	200	>3,000	Mi/So	To/Oi	-	-	1	1	1	1	-	-
14	Seye	300	MAU	290	600	>1,000	Mi/So	To/Po	-	-	-	2	2	1	-	-
15	Tendye	820	PEU	400	400	non	Mi	-	-	-	1	1	1	1	-	-
16	Tichilat	500	PEU	3,120	5,000	1,200	Mi/Ar	-	-	-	1	1	10	2	-	-
17	Tyofi	1,180	PEU	700	1,400	non	Mi/So	To/Oi	-	-	2	2	2	1	-	-
18	Toulet	6,000	SAR/MAU/PEU	1,140	1,020	900	Mi/Ar	To/Oi	E	-	1	6	6	2	-	-
19	Zidou Ture	3,000	SAR/MAU	1,150	600	>1,600	Mi/Ar	To/Oi	E	-	1	10	10	3	-	-
DILLY																
20	Kassakare	600	PEU	2,150	500	non	Mi/Ar	To	-	-	1	6	6	1	-	-
21	Bakabaka	200	MAU/BAM	130	80	5,000	Mi/Ar	To	-	-	1	20	20	2	-	-
22	Bama	1,500	SAR/PEU	170	300	>1,000	Mi/Ar	To	-	-	-	5	5	3	(Solar)	-
23	Damba	400	PEU/BAM	250	200	>3,000	Mi	-	-	-	1	1	1	1	-	-
24	Debous	200	PEU/BAM	1,200	400	non	Mi	-	-	-	1	10	10	4	-	-
25	Dieloua	4,813	PEU/SAR	2,200	500	>5,000	Mi/So	To/Oi	E/S	-	3	15	15	2	-	-
26	Filoly	2,500	PEU	3,260	4,000	700	Mi	To	-	-	2	2	2	3	Solar	FED/CEAO
27	Fogoty	200	PEU	110	50	non	Mi/Ar	-	-	-	1	3	3	1	-	-
28	Kolai	400	PEU	260	200	non	Mi	-	E	-	1	1	1	1	-	-
29	Mamanibougou	400	BAM	240	200	non	Mi	-	-	-	1	10	10	1	-	-
30	Sambe	>500	PEU	600	300	non	Mi/Ar	To	E	-	1	2	2	1	-	-
31	Touroume	8,084	BAM	2,900	6,000	non	Mi/Ar	-	-	-	3	50	50	3	-	-
32	Digagan	670	SAR	650	400	2,000	Mi/So	Oi/To	E/S	-	(1)	6	6	3	-	-
33	Falou	875	SAR	100	212	non	Mi	-	-	-	3	22	22	1	-	-
34	Karfabougou	800	SAR	300	100	6,000	Mi/Ar	Oi/To	-	-	1	10	10	1	-	-
35	Koron	300	SAR	200	100	non	Mi/Ar	-	-	-	1	2	2	2	-	-
36	Sampaga Koura	1,500	SAR/PEU	1,000	500	non	Mi/So	-	-	-	1	3	3	1	-	-
37	Sountyana	400	BAM	100	300	non	Mi/Ar	Oi/To	E/S	-	3	20	20	-	-	-
38	Wesbougou	800	SAR	400	700	non	Mi	To/Oi	E	-	3	3	3	1	-	-
39	Bomandiougou	(579)	BAM	150	500	non	Mi/So	To/Oi	E	-	1	10	10	1	-	-
40	Daitougou	300	BAM	200	300	non	Mi	To/Oi	E	-	1	8	8	1	-	-
41	Galo	1,000	SAR	600	700	>3000	Mi/Ar	To/Oi	-	-	1	12	12	1	-	-
42	Koera	3,963	SAR	880	669	>>3001	Mi/So	To/Oi	-	-	6	15	15	3	-	-
43	Moudiah	>500	BAN/SAR/MAU	400	600	non	Mi/Ar	Ma	-	-	1	2	2	1	-	-
44	Talan	600	SAR	250	400	3,000	Mi/Ar	-	-	-	1	2	2	3	-	-
45	Yerecoule	600	BAM	400	250	3,000	Mi/Ar	-	-	-	1	2	2	1	-	-

・穀類 Mi:ミレット、Ar:落花生、So:ソルガム
 ・人口の()内の数字は1987年人口統計による。
 ・菜園 To:トマト、Po:ポテト、Oi:玉ネギ、Ma:マンゴー
 ・学校/診療所 E:小学校あり、S:診療所あり

表 3.2-1(2/2) 井戸調査結果一覧表

No.	村落名	構造	直径 (m)	深さ (m)	緑壁高 (m)	調査した井戸の諸元		水位変動 (m)	乾期末水深(m)	日域 (m³/日)	導電率 (水質) (μS/cm)	プロジェクト	アクセス	井戸評価		総合評価	
						測定水位(測定日) (m)	水位変動 (m)							構造	水量		水深
NARA CENTORAL																	
1	Berzack	PC	1.8	35.7	0.10	24.3	1/12/93	13	22-35	>20	4	975	0.4	B	D	D	
2	Dave	PC	1.2	5.0	0.00	4.7	19/11/93	>5	0	7	1030	1	1.1	E	E	E	
3	Debay Jidoutoureu	PR	1.2	15.0	0.40	7.0	19/11/93	10	0	8	1912	1.1	0.6	A	A	A	
4	Dembasala	PC	1.6	32.0	0.30	7.2	13/12/93	21	0.7-22	20	369	0.6	0.9	E	C	D	
5	Dyaloub	PC	1.0	15.5	1.00	10.9	20/11/93	8	7-15.5	8	1373	0.6	0.6	E	D	E	
6	Dougouni	PT	0.6	15.8	0.00	11.8	3/11/93	12	1.5	>10	6	2540	0.6	0.4	E	D	E
7	Goumbou	PC	1.9	29.0	0.60	19.0	21/11/93	23	6-29	4	1903	1	0.4	B	B	B	
8	Guineibe	PC	1.8	27.5	0.40	19.0	20/11/93	13	14-27	8	2063	1	0.4	B	B	B	
9	Kabida Bambara	PC	1.8	14.5	0.55	4.0	21/11/93	1	4-5	>>10	4	764	0.4	B	B	B	
10	Kabida Sominke	PC	1.8	7.0	0.30	2.6	22/11/93	1	0.5-1.5	>8	942	0.4	0.4	A	A	B	
11	Kaloumba	PC	1.8	18.4	0.70	13.0	21/11/93	2	9-11	>10	708	0.6	0.6	B	B	B	
12	Keibane	PC	1.2	17.0	0.20	7.0	19/11/93	11	6-17	8	1257	0.4	0.5	E	C	C	
13	Kolly	PC	1.7	27.0	0.30	25.3	3/12/93	5	21-26	>>10	1219	1.2	1.2	B	B	B	
14	Koronga	PC	1.8	14.5	0.40	12.0	22/11/93	2	12-14	7	1770	1	1	B	B	B	
15	Missira Makana	PC	1.8	30.8	0.40	37.4	22/11/93	8	22.5-30.3	>>10	1696	1	1.5	B	B	B	
16	Seye	PC	1.8	39.0	0.30	37.4	1/12/93	0	37-37	>>2	677	0.6	0.6	B	B	B	
17	Tendye	PC	1.8	43.1	0.40	42.0	2/12/93	3	40-43	>3	2150	0.8	0.8	B	B	B	
18	Tichibat	PC	1.8	41.4	0.50	39.9	2/12/93	3	40-43	10	2490	0.8	1.4	B	B	B	
19	Tyofi	PC	1.9	29.0	0.70	23.3	22/11/93	7	22-29	3	2014	0.9	0.9	B	B	B	
20	Toutel	PC	1.3	8.2	0.70	7.2	12/12/93	1	5.6-6.6	>20	2780	0.9	0.9	B	B	B	
21	Zidou Ture	PC	1.8	30.0	0.35	25.2	22/11/93	1	1.5	>20	10	2780	0.9	0.9	B	B	B
BALLE																	
22	Kassakare	PC	1.8	22.5	0.70	18.7	7/12/93	0	14-14	>20	10	1122	3	B	B	B	
23	Sampaka	PC	1.5	16.0	0.70	16.0	7/12/93	16	0-16	1	884	3	3	B	B	B	
DILLY																	
24	Bakabaka	PC	1.4	18.1	0.80	11.5	3/12/93	10	8-18	10	852	1.6	1.6	B	B	B	
25	Bana	PT	0.7	9.0	0.50	5.1	4/12/93	5	2.7-7	>>5	>4	1765	2.1	2.1	B	B	B
26	Damba	PT	1.0	6.3	0.00	4.3	5/12/93	9	2-5	>>10	>10	940	1.4	1.4	E	B	C
27	Debous	PC	1.4	14.0	0.90	9.3	4/12/93	9	3-12	40	2193	2.5	2.5	B	B	B	
28	Dieloua	PC	1.0	9.4	1.10	8.1	5/12/93	3	6-9	20	1149	1.2	1.2	B	B	B	
29	Dilly	PC	1.8	10.2	0.40	8.5	14/12/93	7	3-9	11	873	1	0.8	B	B	B	
30	Fogoty	PC	1.4	15.4	0.80	12.3	12/12/93	8	7.4-15	2	2580	0.8	0.8	B	B	B	
31	Kolal	PT	0.6	8.8	0.50	5.5	6/12/93	9	0-9	5	350	2.4	2.4	E	E	E	
32	Mamaribougou	PC	1.6	12.7	1.20	8.7	5/12/93	4	7-11.2	3	1915	1.4	1.4	B	B	B	
33	Sambe	PT	0.6	19.9	0.00	19.8	4/12/93	2	18-20	2	1399	2	2	E	E	E	
34	Touroume	PC	1.7	19.0	0.40	18.9	6/12/93	18.5	0.5-19	7	0	dry	2.6	2.6	B	B	B
FALOU																	
35	Diganan	PC	1.5	33.0	0.50	22.5	28/11/93	29	4-33	>4	<3	1071	4.5	4.5	B	B	B
36	Falou	PC	1.8	5.4	0.00	3.3	27/11/93	-	no use	-	331	3.5	3.5	E	E	E	
37	Karfabougou	PC	1.5	14.3	0.80	7.2	28/11/93	9	5-14.3	>10	107	1110	3.5	3.5	B	B	B
38	Koron	PC	1.2	11.2	0.80	10.6	27/11/93	2	9-11	4	906	3.5	3.5	B	B	B	
39	Sampaga Koura	PT	0.7	8.5	0.00	7.8	28/11/93	2	6-8	3	524	3.5	3.5	B	B	B	
40	Sounnyana	PC	1.9	18.9	0.70	16.9	26/11/93	3	15-18	>3	997	3.2	3.2	B	B	B	
41	Weebougou	PT	1.0	11.2	0.00	10.2	28/11/93	6	4-10	<2	848	4	4	E	E	E	
MOURIDIAH																	
42	Bomandiougou	PC	1.5	15.7	0.60	9.9	24/11/93	6	9-15.2	>5	1037	2.4	2.4	B	B	B	
43	Dalibougou	PT	0.8	5.0	0.00	4.0	24/11/93	1	4-5	3	1385	2.5	2.5	E	E	E	
44	Galo	PC	1.8	19.8	0.40	15.1	25/11/93	6	14-20	>>5	266	3.5	3.5	B	B	B	
45	Koera	PC	1.4	8.6	0.80	3.9	25/11/93	5	3-8	>>10	132	1.6	1.6	B	B	B	
46	Moudiah	PC	1.8	6.9	0.40	3.2	26/11/93	5	1.6-6.5	>5	193	1.5	1.5	B	B	B	
47	Talan	PT	1.0	6.3	0.40	5.0	25/11/93	2	4-6	2	452	3	3	E	E	E	
48	Yerecoule	PC	1.8	26.3	0.30	20.2	25/11/94	6	18.5-25	6	431	2.5	2.5	B	B	B	

注1: 水位は全て井戸の緑壁上端から測定した値である。
 注2: 井戸構造のPCはコンクリート構製、PTは木枠製、PSは石積製、PSは手掘穴。
 注3: No.36Falou: の井戸は汚染により放棄されているため、構造詳細及び水質評価をEとした。

表 3.2-2 井戸のランク付けの基準

	評 価 点				
	A	B	C	D	E
(a) 井戸の構造	—	PC	—	—	Others
(b) 揚水可能量 (乾期末揚水量)					
(雨期末揚水量) : $\geq 20\text{m}^3$	$\geq 20\text{m}^3$	$\geq 10\text{m}^3$	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$	—
揚水量) : $\geq 10\text{m}^3$	—	—	$\geq 10\text{m}^3$	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$
: $\geq 5\text{m}^3$	—	—	—	$\geq 5\text{m}^3$	$< 5\text{m}^3$
: $< 5\text{m}^3$	—	—	—	—	$< 5\text{m}^3$
(c) 乾期末水深	$\geq 3\text{m}$	$\geq 2\text{m}$	$\geq 1\text{m}$	$\geq 0.5\text{m}$	$< 0.5\text{m}$
(d) 水質(導電率, $\mu\text{S/cm}$)	< 500	$< 1,000$	$< 2,000$	$< 3,000$	$\geq 3,000$
(e) 総合評価	A or B only	$C \geq 1$ and Non D or E	D=1 and Non E	$D \geq 2$ or E=1	$E \geq 2$

(注) (1)井戸の構造のPCはコンクリート枠製掘抜井戸をしめす。

(注) (2)総合評価は上記基準で行うが、井戸の構造評価が"E"の場合は無条件で総合評価は"E"となる。

表3.3-1 揚水試験対象井戸と試験優先順位

地区名	村落名	総合評価	所要時間	優先順位	対象井戸数
NARA-CENTRAL	Berzack	D	0.4	6	11
	Dembasala	A	0.6	1	
	Guineive	D	1.0	16	
	Kabida Bambara	B	0.4	3	
	Kabida Soninke	C	0.4	4	
	Kaloumba	B	0.6	2	
	Kolly	C	0.5	8	
	Missira Makana	C	1.0	9	
	Tichilat	D	0.8	14	
	Toulel	C	0.9	5	
	Zidou Toure	D	0.9	15	
BALLE	Kassakare	B	3.0	11	1
DILLY	Debous	C	2.5	12	3
	Dilly	E	1.0	20	
	Fogoty	E	0.8	19	
FALOU	Karfabougou	D	3.5	18	2
	Sountyana	D	3.2	17	
MOURDIAH	Bomandiougou	D	2.4	13	3
	Koera	C	1.6	7	
	Mourdiah	D	1.5	10	

表3.3-2 揚水試験結果の評価

	井戸の 深さ (m)	井戸の 直径 (m)	静水位 (試験時) (m)	雨季直後 の水深 (m)	乾季末 の水深 (m)	水位の 季節変動量 (m)	揚水試験結果		比濁量 (m ³ /h/m)	雨季直後の揚水可能量		乾季末の揚水可能量		(水質) 導電率 (μ S/cm)	井戸条件 の評価		
							揚水量 (m ³)	揚水時間 (分)		揚水速度 (m/h)	水位低下 (m)	水位回復速度 (m/h)	揚水量 (m ³ /日)			試験結果 (m ³ /日)	揚水量 (m ³ /日)
Berzack	36.10	1.80	25.73	14.10	1.50	13.00	90	7.06	2.16	0.25	0.63	20	35	4	5	975	D
Kabida Bambara	14.70	1.80	4.06	10.50	9.00	1.00	45	3.99	1.15	0.46	1.17	10	60	10	50	765	B
Kabida Soninke	6.96	1.80	2.72	6.50	5.50	1.00	30	2.87	1.34	0.51	0.90	10	25	8	20	942	C
Kaloumba	18.60	1.80	8.32	11.40	9.00	2.00	100	8.98	2.77	0.37	0.57	10	22	10	18	708	B
	1.40	1.80	26.17	6.50	1.00	5.00	65	4.06	0.29	0.29	0.74	10	30	8	7	1219	C
Kolly	27.50	1.80	24.42	8.30	0.50	8.00	80	6.46	1.13	0.16	0.41	10	20	10	2~3	1696	C
Missira Makana	30.80	1.80	6.34	2.60	1.50	1.00	25	1.06	0.54	0.24	0.47	20	7	10	4	2780	C
Toulel	8.30	1.80	4.42	5.80	0.5~3	2.5~5	60	6.05	0.09	0.02~0.8	0.04~1.42	10	13~25	10	1.5~15	132	C
Koera	8.80	1.80															

※1: 水位回復速度と井戸径より求めた井戸への地下水涵養速度

※2: NARA現地宿舎からの車による片道所要時間

※3: 評価区分は以下の通り

- A: 最良
- B: 良好
- C: 問題あり
- D: 問題多し
- E: 不適當

表3.3-3 井戸調査・揚水試験結果一覧表

所在地	井戸の深度 (m)	井戸の直径 (m)	静水位 (試験時) (m)	雨季直後の水深 (m)	乾期末の水深 (m)	水位の季節変動量 (m)	揚水時間 (min)	揚水試験結果		涌水量 (m ³ /h)	涌水量の比 (m ³ /h/m)	雨季直後の揚水可能量		乾季末の揚水可能量		水質 (導電率) (μS/cm)	井戸条件の評価
								揚水量 (m ³)	水位低下 (m)			試験結果 (m ³ /日)	採取結果 (m ³ /日)	試験結果 (m ³ /日)	採取結果 (m ³ /日)		
(NARA CENTRAL Arr.)																	
Barzak	36.1	1.8	25.73	(14.1)	(1.5)	13.0	90	7.06	2.16	0.63	3.30	20	(35)	4	5	975	D
Goumbou	29.2	1.7	9.84	(23)	(0)	(23.0)	100	7.73	3.19	0.2	2.42	4	(13)	2	(0.5)	1,884	E
Guinebe	29	1.9	19.56	(15)	1.0-8.5	14.0-6.5	80	5.57	2.01	0.92	2.77	8	(46)	4	3-35	2,230	C
Kabida Bambara	14.5	1.8	4.06	(10.5)	8.5	2.0	45	3.99	1.15	1.17	3.5	10	(60)	10	45	764	A
Kabida Soninke	7	1.8	2.77	(6.5)	1.7-3.1	1.8-3.4	30	2.87	1.34	0.9	2.1	10	(25)	5	7-13	942	B
Kaloumba	18.4	1.8	8.32	(11.4)	10	1.4	100	8.95	2.77	0.57	3.2	10	(22)	10	18	708	A
Keyhan	17.5	1.8	9.01	(11.5)	(0)	(11.5)	90	7	3.82	0.32	1.83	8	(9)	2	(0.1)	1,330	E
Koli	29.5	1.8	26.17	(8.5)	2.2	6.3	65	4.06	0.29	0.74	7.5	10	(30)	8	10	1,219	B
Missira Makana	30.8	1.8	24.42	(8.3)	0.8-4.6	7.5-3.7	80	6.46	1.13	0.41	5.72	10	(20)	10	3-12	1,696	B~C
Tendye	46.1	1.8	44.5	(6.1)	1.8-1.1	4.3-5.0	70	4.13	0.52	0.84	7.94	>3	(10)	2	4-6	1,226	C
Toutel	8.2	1.6	6.34	(2.6)	1.9	0.7	25	1.08	0.54	0.47	2	20	(7)	10	5	2,780	D
Zidou Toure	30.7	1.8	26.64	(5.7)	0-1.3	5.7-4.4	70	4.23	0.85	0.32	4.97	10	(12)	>5	0.2-3	2,780	C~D
(DILLY Arr.)																	
Dieioua	9.2	1.6	7.76	(3.2)	(0.2)	(3.0)	14	1.09	0.43	0.26	1.82	20	(8)	<10	(0.1)	1,369	E
Dilly	10.3	1.8	6.85	(7.3)	0.3-1.3	7.0-6.0	60	4.99	1.18	1	4.22	11	(31)	1.6	1-5	1,034	C~D
Fogoti	15.5	1.4	10.38	(8.1)	1.2-0	6.9-8.0	55	5	2.27	0.24	2.2	2	(9)	0	0.1-1	2,310	D~E
(MOURDIAH Arr.)																	
Bomandyougou	15.7	1.6	10.88	(6.7)	3.6	3.1	60	4.76	0.37	0.08	12.86	>5	(14)	>5	6	979	C
Mourdiah	7.1	1.8	3.55	(5.5)	3.4	2.1	100	8.3	1.42	2.13	5.85	>5	(23)	>5	2	233	C
Koera	8.8	1.8-1.5	4.42	(5.8)	(0.5-3)	2.5-5	60	6.05	0.09	0.04-1.42	67.3	10	(13-25)	10	1.5-15	132	C

注1: 雨季直後の水深及び乾季末の水深の () 内の数字は住民からの聴取によるもの。注2: 揚水可能量の () 内の数字は、水位変動量を主として住民から聴取したデータをを用いて算出したもの。

注3: 導電率は最新値を採用した。

表3.4-1 井戸条件評価結果

井戸所在地	井戸の構造	揚水可能量	乾季末水深	水質	総合評価
Barzack	B	D	D	B	D
Goumbou	B	E	E	C	E
Guineibe	B	D	A~C	C	C
Kabida Bambara	B	A	A	B	A
Kabida Soninke	B	B	C	B	B
Kaloumba	B	B	A	B	A
Keyban	B	E	E	C	E
Koli	B	B	B	C	B
Missira Makana	B	B	A~D	C	B~C
Tendye	B	D	C	C	C
Toulel	B	D	B	D	D
Zidou Toure	B	E	C~E	D	C~D
Dieloua	B	E	E	C	E
Dilly	B	D	C~E	C	C~D
Fogoti	B	E	C~E	C	D~E
Bomandyougou	B	D	A	B	C
Mourdiah	B	D	A	A	C
Koera	B	C	D	A	C

※評価基準は表3.2-2と同様。

表 3.4-2 太陽光発電揚水施設設置井戸総合評価

番号	村落名	井戸 評価	乾期末 井戸 水位(m)	乾期末 水深 (m)	7ヶ月 (hr)	施設 設置 スペース	設置 同意 の有無	費用 負担 の有無	他計画 の有無	総合 評価
1	Berzack	C	C(35.7)	C(0.5)	A(0.4)	B	B	B	B	B
2	Kabida Bambara	B	A(14.5)	A(9.0)	A(0.4)	D	D	D	C	D
3	Kabida Soninke	C	A(7.0)	A(5.5)	A(0.4)	B	B	D	C	C
4	Kaloumba	B	A(18.4)	B(1.0)	B(0.6)	B	D	D	B	D
5	Kolly	C	B(27.0)	B(1.0)	A(0.5)	B	D	D	B	D
6	Toulel	C	A(8.2)	B(1.5)	B(0.9)	B	—	—	B	—
7	Koera	B	A(8.6)	B(1.0)	C(1.6)	B	B	B	B	B

(註) Touelについては水質(導電率 $2,780\mu\text{S/cm}$)が悪く、牧畜用にしか使用されていらない。太陽光発電揚水システムを設置する井戸として、生活用水及びその他(牧畜、菜園等)多用途に使用されている井戸が望ましいので、マリ側による村民の設置に対する意識調査を実施しなかった。

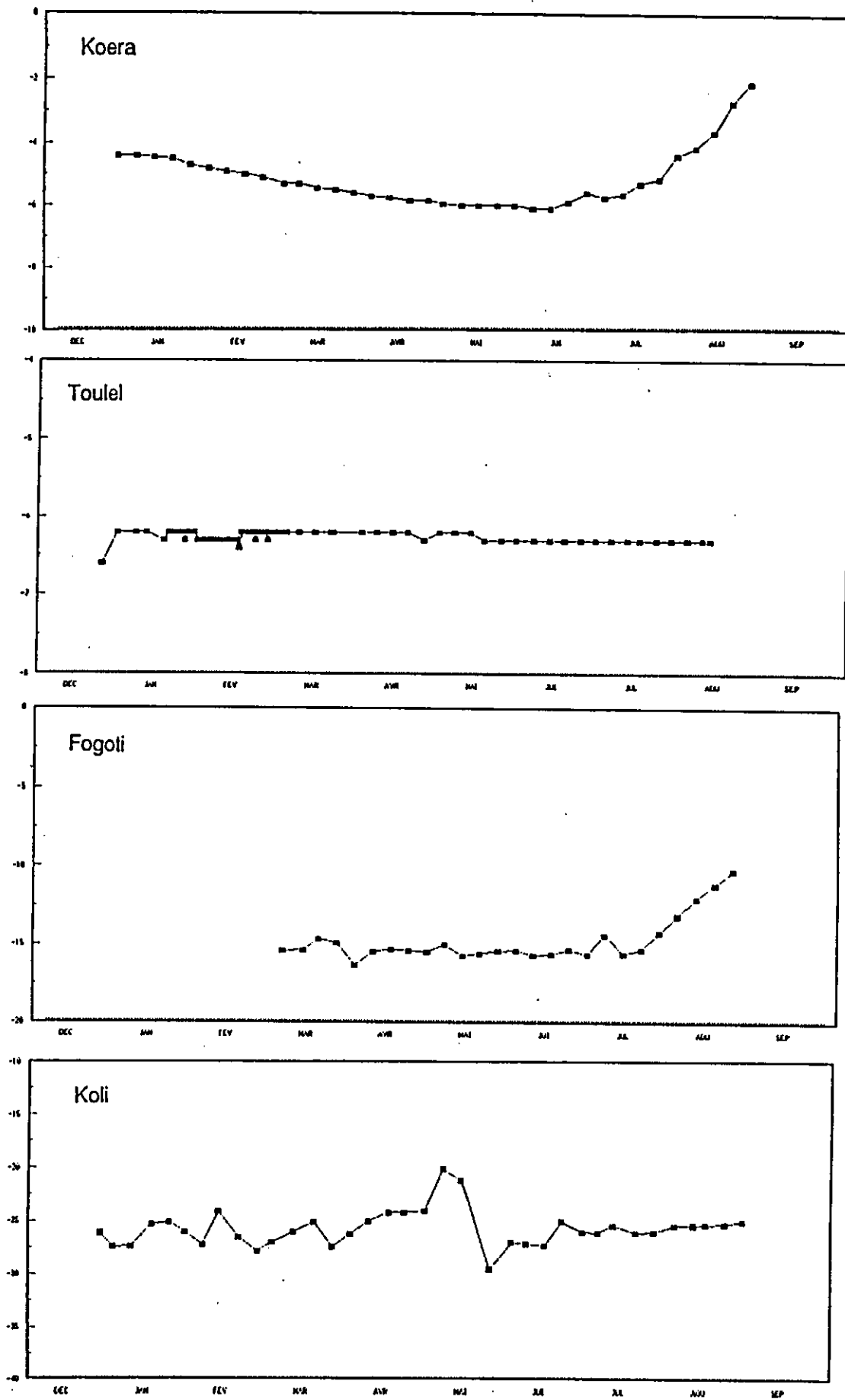


図 3.3-1 既存井戸の水位変動

第 4 章

太陽光発電揚水プロジェクト調査

第4章 太陽光発電揚水プロジェクト調査

4.1 エネルギーセクター

4.1.1 エネルギーセクターの現状

他の非産油、低所得国と同様、マリ共和国も (a) 石油製品の全面的輸入、(b) 環境悪化をもたらす薪炭類の無計画な開発、(c) 代替エネルギーとしての新・再生エネルギーの高い開発コスト等の問題点に直面している。一方、1981年にIDAの資金で実施された石油探査の評価の結果では、経済的開発可能な石油の埋蔵量は存在しないとされている (ESMAP、Report No. 8423-MLI)。

同国のエネルギー消費量は従来型のエネルギー関連のデータの不備により、全体像が把握困難な状況にあるが、ESMAPにより、1987年最終消費量が石油換算で193万トンと推定されている。その内訳は、薪炭、バイオマス等の従来型のエネルギーは90.7%、石油は8.6%、電気は0.7%となっており、この内薪炭類の90%は家庭の調理用に、石油の70%は運輸部門で消費されている。

エネルギー需給バランス概要-1987

(単位：1000 t 石油相当)

	製品	輸入	最終需要	最終需要率
薪	1,786	-	1,601	83%
バイオガス	111	-	111	6%
炭	-	-	38	2%
電力	40	0	13	1%
石油	-	174	166	9%
合計	1,937	174	1,929	100%

出典： Table 1.1, p 6 : Report No. 8423-MLI : Mali - Issues & Options in the Energy Sector; ESMAP.

気候的に土地の侵食や生産力を低下させ易い環境にあり、さらに森林資源は薪炭需要や農・牧畜業の為の無計画な開発にさらされているが、最近の調査では需要に比較して、森林資源がかなり多く、枯木のストックも相当量存在するので、短・中期的に需要を十分に満たすことが可能と報告されている。しかし、特に都市周辺部に於ける過大な乱伐等により将来的な環境の大幅な悪

化、供給可能量の不足が危惧されている。

石油は全量輸入されている上、内陸国の為、輸送費が非常に高い比率になっている。その結果、1987年時点に於ける石油製品の輸入額は全輸入額の14%（全輸出額の27%）を占めるに至っており、国家財政上厳しい状況にある。政府としては、石油の輸入、配分等の効率的な管理体制の確立をエネルギーセクターの重要な課題であるとしている。

水力資源は現在の電力需要に対し十分なポテンシャルを有している。即ち、1993年時点の50 MW、263 GWh 需要レベルに対して、技術的に開発可能なポテンシャルは800 MW、5,700 GWh/年と推定されている。このような状況にあるため、石油の代替エネルギーとして水力発電プロジェクトの一層の開発を進めることを基本政策のひとつとしており、現在、世銀の資金協力で、マリ、モーリタニア、セネガルの三国共同でManantali多目的ダムプロジェクトが進められている。

4.1.2 電力セクターの現状

エネルギーセクター全体を統轄している鉱山水利エネルギー省（Minister des Mines, de l'Hydraulique et de l'Energie : MMHE）、水利エネルギー局（Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie : DNHE）の配下にエネルギー局（Division de l'Energie）があり、同国の電力部門の直接の運営及び管理を実施している。最近の世銀が行った電力部門の評価によれば、電力部門の現状は、組織、運営、財務及び制度上において統一性に欠けており、より効率の良い運営及び発展をするためには大きな改革が必要とされている。

マリエネルギー公社（Energie du Mali : EDM）はマリ国に於ける電力及び水道事業を行なっている公社であり、国営企業である。原則的に電力施設の計画、施工、運営を実施しているが、全ての設備に対して関与しているわけではない。マリで最大規模の設備であるSélingué水力発電所はアッパーニジェール水資源公社（the Office pour l'Exploitation des Ressources Hydrauliques du Haut Niger : OERHN）により開発され運営されてきたが、最近EDMはこの設備の運営を引き継いでいる。また現在建設中のものとして、Manantali多目的プロジェクトがあり、このプロジェクトはセネガル川開発局（the Organisation pour la Mise en Valuer du Fleuve Senegal : OMVS）により開発が進められている。

マリ国の電力システムはSélingué水力発電所（44 MW）を主電源とする150kV、60kV及び30kV送電線でBamako、Fana、Segou、Kulikoro、Kalana等の需要地を連系した系統（以後中央系統と呼ぶ）と小規模のディーゼル発電機（Kayesに小水力有）を電源として、夫々の地域毎に15kV又は低圧配電線で供給している孤立系統（1993年時点で10ヶ所）で構成されている。将来計画を含めた中央系統の系統図を図4.1-1に示す。

発電設備は1993年時点で中央系統71.8 MW（内水力：49.4 MW）、孤立系統12 MWであり、その他19 MW程度の自家用発電設備がある。設備容量は現在の需要に対し、妥当な水準にあるが、水主火従の設備構成による乾期の出力低下（水力は約60%程度に低下）及びディーゼル発電設備の老朽化が著しく、部分的に不足が生じている。

1993年度の発生電力量は中央系統で243 GWh（ピーク：46 MW）、孤立系統25 GWh、合計268 GWhであった。一方、需要家数は56,027（内中央系統：45,468）で、国民の約5%のみが公共の電気の恩恵を受けており、その消費電力量は中央系統200 GWh（損失：18%）、孤立系統19 GWh（損失：23%）である。

現在、世銀の資金協力でマリ、セネガル、モーリタニア三国共同で開発を進めているManantali多目的プロジェクトはセネガル川上流、マリ国内に位置している。全体計画の内、多目的ダム（貯水面積 450平方キロ、貯水容量 110億トン）が既に完成しているが、発電機の据付工事、送電線の建設工事が大幅に遅れている。バマコに電力を送る220 kV一回線送電線（295 km）の完成が1996年以降と予想されており、それ迄の供給力不足を補う為にディーゼル発電機の増設が必要であるが未だ目途が立っていない。Manantali発電所の設備容量は4 x 50 MWで年平均可能発生電力量は800 GWhであり、その配分比率はマリ52%、セネガル33%、モーリタニア15%と計画されている（ESMAP Report No. 8423-MLI）。

4.1.3 新・再生エネルギーセクター

日射量は年間を通じて月平均4~7 kWh/m²/日と、太陽エネルギー資源は豊富で、安定している。一方、風力エネルギーは不規則で、地域のバラツキが大きく、全体的に小さなポテンシャルしかない。農業の副産物である麦わらやトウモロコシの茎等の資源は量的に多いが、エネルギー以外の目的に既に利用されており、農工業の残留物は燃料及び動物のエサに利用されている。

新・再生エネルギーとして十分なポテンシャルを有する太陽エネルギーは早くから、注目されてきており、1965年に太陽エネルギー研究所（LESO）が設置された。25年以上たった現在、サヘル地区では卓越した位置を占めるに至っているが、非常に限られた役割しか与えられていない。LESOが現在国立太陽・再利用エネルギー資源開発室（Centre National de l'Énergie Solaire et des Énergies Renouvelables : CNESOLER）と名称変更している。

太陽エネルギーの開発は太陽熱と太陽光の両分野で進められている。太陽熱は家庭、ホテル、工場等の湯沸器、穀物の乾燥等への利用が主体であり、太陽光は揚水、照明、バッテリー充電、

冷蔵庫、通信機器等への利用が行なわれている。

家庭用の太陽熱を利用した湯沸器は1975年以来、LESOにより200台余りが設置されたが電気ヒーターに比較して、初期投資が約2倍程度と高い上、技術的な問題も多く、熱湯を必要とする期間も短く（約3ヶ月／年）、その後市場が拡大されていない。太陽エネルギーの内、最も広範囲に渡って活用されている分野は飲料水、農業用水確保の為の揚水である。1987年時点で全世界で20,000セット程度の設置が報告されているが、マリには約220セット設置されており、サヘル地区でも最大の太陽光ポンプ設備の保有国となっている。これらポンプの殆どはボアホールに設置されており容量的に0.9 kW～1.6 kWである。

4.2 太陽光発電揚水プロジェクトの現況

4.2.1 開発の経緯及び体制

マリ国における太陽光発電揚水システム開発は、1977年マリアクワビバ（MAV）によりSegou地域のNabasso及びKoniに900Wpのシステムが設置されたのを皮切りにして、Segou/San地域を対象として進められてきた。また、以後アメリカ、フランス、ドイツ、サウジアラビアをはじめとする各国政府及び国際機関の援助による開発も同地域及びサヘル地域において展開されてきた。

ナラ地区には、1981年より1986年にかけてMAV、USAID及びFEDにより計6箇所の太陽光発電揚水システムが設置された。設置村落はDally, Dilly Diawara, Dilly Modibo, Goumbou, Keybane, Madina Kagoroの6箇所である。

これらの開発は無償援助あるいは慈善事業として推進されてきており、実際の太陽光発電揚水システムの運営・維持・管理は住民組織にまかされている。しかしながら、行政区あるいは県レベルによる運営・維持・管理に対する指導はなされておらず、国レベルにおいては、システムの普及、補修及び技術者の養成を目的として太陽光発電設備維持管理室（CEES）が、フランスの援助により1987年DNHEの下に設立された。CEESは、BamakoのDNHE内の中央基地、及びSan、Tombouctou、Bamakoの3ヶ所の地方基地を拠点として発足したが、San地方基地は1993年6月に閉鎖され、現在同地区の太陽光発電揚水システムの補修は、民間企業であるSOMIMADに移管されている。Tombouctou、Bamakoの地方基地も、1994年には、その機能を民間企業に移管する計画である。

4.2.2 開発の現状

太陽光発電揚水システムに関する全国規模でのインベントリ調査が1990年6月にフランスの援助により実施され、その詳細はDNHE発行の太陽光発電揚水（Le Pompage Solaire Photovoltaïque）に報告されている。報告書には190箇所のシステムが記載されているが、調査団はその後設置されたシステムを含め計222システムのデータを収集した。そのデータに基づきマリ国に於ける太陽光発電揚水システムの現状を以下に示す。

(1) 地域別設置箇所

次表に示す様に半数以上がSegou地域に集中している。これは同地域がニジェール川沿いにあり水源が豊富でボアホールあるいは表面ポンプにより比較的容易に多量の水を確保できる事、又マリ国に於ける太陽光発電揚水システム開発の先駆者であるMAVが同地域で成功を取めたことにより各国援助が集中した事由によると考えられる。

地域	Bamako	Kayes	Koulikoro	Mopti	Segou	Sikasso	Tombouctou	計
箇所	2	11	35	13	123	18	20	222
%	1.0	4.9	15.8	5.8	55.4	8.1	9	100

(2) 出力分布

太陽光発電揚水システムの総出力合計は、1993年現在において339kWpと積算される。また下表の各システムの出力分布に見られるように1.0-1.5 kWpのシステムが約半数を占めている。これは太陽光発電揚水システムの多くが飲雑用水あるいは家畜用水を目的として単一のボアホールあるいは井戸にポンプを設置することにより揚水する小規模なシステムに適用されていることを示している。一方、最大出力をもつシステムはSokolo(Segou地域)に1985年に牧畜用水の揚水を目的として設置されたもので12,960Wpの出力をもっている。

出力 (kWp)	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-5.0	5.0-10	10-15	計
台数	9	44	109	28	7	20	4	1	222
%	4.1	19.8	49.1	12.6	3.2	9.1	1.8	0.4	100

(3) 太陽電池／ポンプメーカー

太陽光発電揚水システムに於ける太陽電池及びポンプのメーカー別分布を下表に示す。

太陽電池

メーカー	PHOTOWATT (仏)	ARCO SOLAR (米)	FRANCE PHOTON (仏)	KYOCERA (日)	SIEMENS (独)	PRAGMA (伊)	OTHERS	計
台数	90	37	30	22	19	14	10	222
%	40.5	16.7	13.5	10	8.5	6.3	4.5	100

ポンプ

メーカー	GRUNDFOS (デンマーク)	TOTAL ENERGIE (仏)	GUINARD (仏)	KSB (独)	OTHERS	計
台数	83	84	22	15	18	222
%	37.4	37.8	10	6.7	8.1	100

フランスをはじめとするヨーロッパ製が大半を占めているが日本製としては京セラの太陽電池が22セット納入されている。しかし、これは直接販売されたものではなくMAVが設置したシステムに組み込まれているものである。又、開発当初は陸上モーターと水中ポンプを組み合わせたGUINARD製のシステムが多々採用されていたが、連結部など機械構造上のトラブルが多く、これまでにモーターと一体型の水中ポンプに逐次取り替えられており、1988年以降GUINARD製のポンプは採用されていない。

(4) 稼働状況

欧州のコンサルタントによって1983年1月より1989年6月までの78箇月に亘って66システムの稼働状況のモニター調査が実施され、この期間中に発生した故障は37件と報告されている。これはシステム当たり139箇月に1件の故障が発生した事になり、故障間の平均時間 (Mean Time Between Failure: MTBF) は、30,000時間以上であり、ディーゼル発電機又はハンドポンプの一般的な値である1,500時間を遙に上回っていると報告されている (World Bank Technical Paper No.168)。一方、1992年CEESが実施した調査に拠れば、回答があった179システムの内25%が停止中であり、稼働しているシステムに於ても保守を含む維持・管理体制が十分満足できる状態のシステムは37%しかないと報告されており、前記モニター調査と大きな隔りがある。

ナラ地区に於ては、Goumbou, Madina Kagoro及びDilly Modiboの3システムは、調査団が訪問した1993年時点では運転稼働していたが、他のシステムは停止中であった。

このように、上記の両調査結果に大きな違いが認められるのは、実際のシステムの維持・管理は住民組織にまかされているが、技術的な補修技術だけでなく、管理技術、特に運転記録の作成・管理に関する指導も十分になされていないうえ、それらを集計・管理する組織も確立されてい

いことが原因と考えられる。本調査においても、カウンターパートの協力を得てデータの収集に務めたが、調査期間も限られていたこともあり、既存太陽光発電揚水施設の稼働状況に対する満足な結果が得られなかった。

(5) 開発計画

ヨーロッパ基金により西アフリカのサヘル諸国8か国を対象として、計800の太陽光発電揚水システムを設置するプログラム(Programme Regional Solaire : PRS)が進行中であり、マリ国に於て229システムの設置が予定されている。当初、第一段階としてTombouctou/Mopti地域への設置が計画されていたが、住民の賛成が得られずKoutiala/Sikasso地域に変更して22システムが、これまでに設置されている。現在第二段階として52システムの設置が進行中である。

(6) ナラ地区の現況

先に述べたようにナラ地区には6箇所の太陽光発電揚水システムが設置されているが、その現状を次表に示す。

場所	設置年月	出力(kWP)	太陽電池	ポンプ	稼働状況
Dally	'84/1	1.43	France Photon	Solar Forc	停止
Dilly Diawara	'81/1	1.73	France Photon	Guinard	停止
Dilly Modibo	'83/1	2.59	France Photon	Guinard	稼働
Goumbou	'86/1	1.12	Arco Solar	Grundfos	稼働
Keybane	'86/1	1.4	Arco Solar	Grundfos	停止
Madina Kagoro	'84/1	3.88	France Photon	Guinard	稼働

4.2.3 維持・管理体制の現況及び問題点

(1) 維持・管理体制

システムの維持・管理のため、住民による井戸管理委員会(Comite de Point d'Eau : CPE)を設立しているのが一般的である。しかし一部(小数)ではあるが、井戸を利用している農家や放牧者によって直接管理されている例もある。又、管理委員会が設立されているものの、村長又は有力者によって管理されているケースも見られる。これは村の権力構造において委員会の立場が弱く一族または一部の派閥により支配されているため、委員会の実質的管理能力が失われているものと

思われる。井戸管理委員会は通常、会長、会計係、書記官、1～2名の設備保守員により構成されており、水料金設定、料金徴収、財務管理を行なっている。水料金徴収方法は各村落によって異なるが通常以下の方法で行われている。

- (a) 家族単位で年間費を徴収
- (b) 使用量に応じて徴収
- (c) 上記の併用

設備保守員はポンプの運転停止、太陽電池の定期清掃、人及び動物による破損防御を通常任務としているが、主要な問題点は設備が故障破損した時の補修である。従来CEESが行ってきた補修体制が民間企業に移行するため、委員会は業者と直接補修契約を結ぶ必要性に迫られている。しかし年間補修契約料が350,000～560,000CFA（1993年時点）と高価なため、システムの多くが契約締結に至っていない。特にナラ地域のように遠隔地で且つ設置台数の少ない地域のシステムの補修では契約料がさらに上乘せされる可能性があり、対応方針が決定していないのが実情である。マリ中央部においては民間企業であるSOMIMADがこのような補修契約取得を進めている。

(2) 維持・管理体制の問題点

太陽光発電揚水システムの維持・管理体制の問題点として以下が挙げられる。

a) 所有権に関する認識

太陽光発電揚水システムは住民の共同所有物であるとの認識が不足している。そのため、維持管理等は井戸管理委員会の委員、村の実力者等一部の人達にまかせておけばよいと考えており、積極的に維持管理に協力しようとしない。

住民にシステム設置に伴う何らかの支払（資金負担または労務者提供、資材提供）の義務を負わせることは、住民共通の所有物であるとの認識を深める一助となるものである。

b) 支払能力

ナラ地区のボアホールに設置された約350のハンドポンプの内200箇所では故障で使用できない状態のまま放置されていると報告されている。その理由は、水利用に対する切実な要求が少ないことになるのかも知れないが、修理に要する住民の費用負担能力が低く、迅速な対応が取れないのが主原因となっている。太陽光発電揚水システムの維持管理にはハンドポンプと比較にならない程費用がかかり、飲雑用水、家畜用水等の料率、料金徴集に対する住民の合意形式が重要である。

c) 住民意識

村の運営は部族長または一部の派閥に支配されている例が多く村落における住民の共同体の一員であるとの自覚が乏しい。住民としての義務意識を涵養するために、水の管理、日常的な点検を含めた施設の維持・保安等に、住民を積極的に参加させる必要である。

d) 運転・保守に対する指導

太陽光発電揚水システムの維持管理を行うために、政府の指導により井戸管理委員会が設立されて、実際の運転、保守が委員会を構成する住民によって行われているが、日常点検、清掃等の極く初歩的なことしかできないのが殆どである。運転・保守要員を組織的に教育、指導を行う国レベル、地方政府レベルの体制が不十分である。

e) 住民の教育レベル

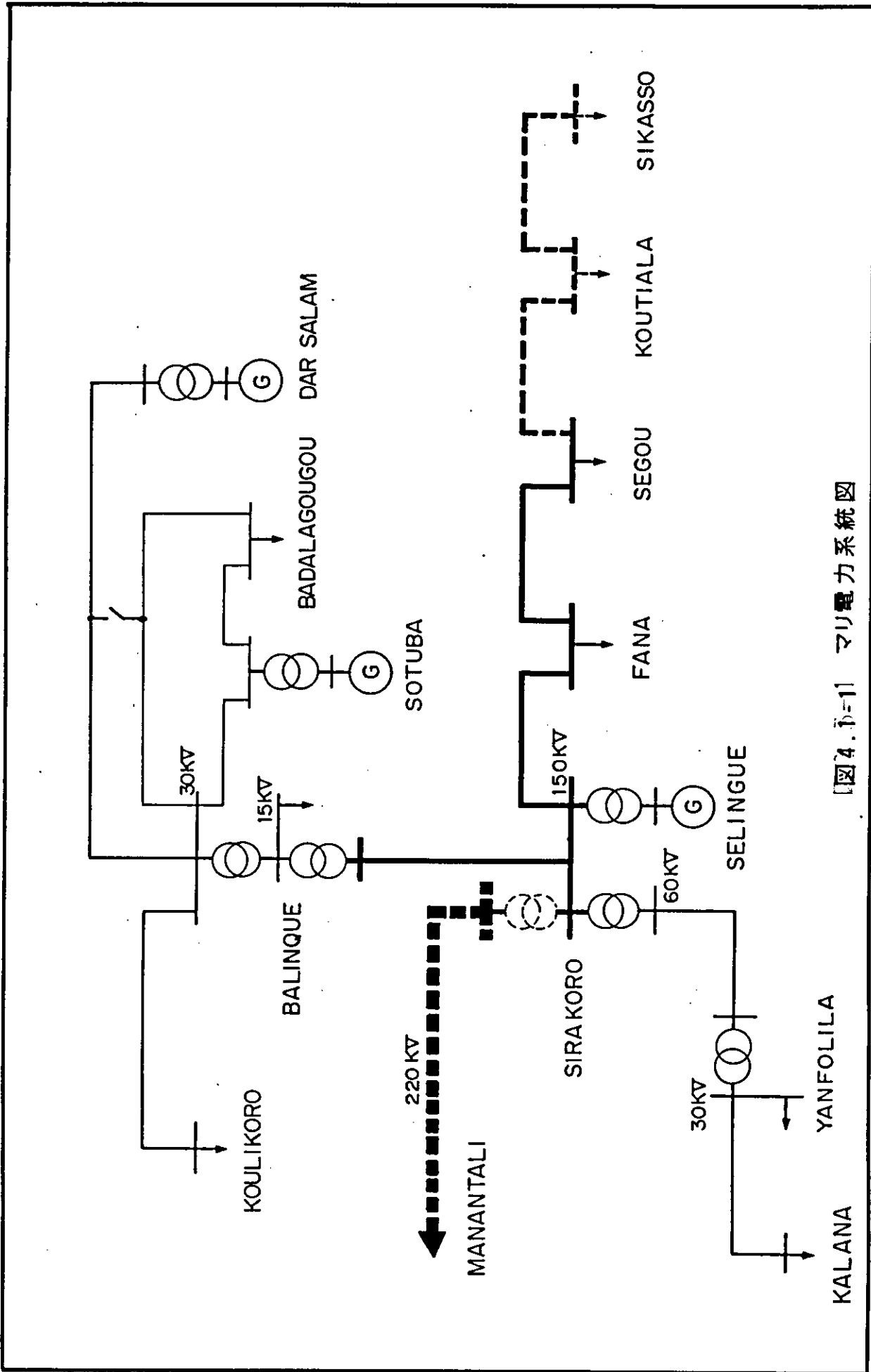
ニジュール川沿いに比較してサヘル地域は基礎教育レベルが非常に低く、特に、町より離れた農村部では読み書きができる人が殆ど居ない村が存在する。そのため、水管理、料金徴集に伴う記録も満足にできないケースがあり得る。

f) 管理人の教育

全員参加して管理を行う経験に乏しく、極く基礎的な簡単な給水管理すら満足に出来ない状況にある。従って、経過的処置として管理委員会が中心となり施設及び水の管理を行うわけであるが、彼ら自身経験に乏しく組織的な教育が必要である。

g) アフターサービス体制確立

同国の太陽光発電揚水システムの大部分が、各国政府及び国際機関の援助によって推進されてきており、また設置されている太陽光システムも技術的な仕様の統一性が乏しいので、民間または公的なサービス会社(または組織)の設立及び技術者の養成を困難にしている。これらの会社(または組織)の設立、技術者の養成及び交換部品の供給保証等に対する積極的な支援が必要である。



[图4.1-1] マリ電力系統図

第 5 章

太陽光発電揚水システム予備調査

第5章 太陽光発電揚水システム予備調査

5.1 システム設置井戸の現況

本太陽光発電揚水システムを設置するBerzack及びKoera両村落の位置を図5.1-1に示す。

(1) Berzack

Berzackは、Nara-Central郡に属しナラ市の南東約7kmに位置している。人口約1000人のモール族の村落である。村は4箇所の35～40mの深さの井戸を保有している。4つのうち3つは手汲み井戸で残りの1つにドイツの援助によって風力ポンプとハンドポンプが設置されているが、トラブルが多く並置されているハンドポンプを使って水を汲み上げている期間の方が長い。手汲み井戸の内1つは塩分濃度が高く、家畜の飲料水としても問題が多く、1つは水質の問題はないが乾期に干上がることが多い。

今回太陽光発電揚水システムを設置した井戸は手汲み井戸の残りの井戸で、村から約500m程離れているが、飲雑用水及び家畜用水に活用されており、風力ポンプ設置井戸と共に村にとって重要な存在となっている。1978年に掘削された内径2m 外径2.8mのコンクリートライニングされた井戸である。井戸深度が36m以上ありその底部は基盤岩（カンブリア紀）にまで達していると推測される。基盤岩の風化層を滞水層としており周辺に浸透した降水が水源となっており、乾季末の揚水可能性が日当たり5m³程度と推測される。水質は比較的良好で、同村の4箇所の井戸のなかでは、975 μ S/cmと一番低い導電率を示している。Berzack周辺の小村落も、乾季になりマレの水が枯れるとこの井戸を利用している。しかし井戸深度が深いため、水汲みは相当の労力を要しラクダやロバ等も利用しており、太陽光発電揚水システム設置による経済的効果が大きい。

聴取り調査に寄れば、この井戸は乾季末水深が0.5～1.5m程度しかなく、これは乾季の水量低下のみならず、前述の様に乾季の水源が少なくなった時に需要が増えること及び井戸底部に砂が推積したためと考えられる。1993～1994年の乾期には太陽光発電揚水システムを設置して、従来の手汲みによる取水量より多量の水を汲み上げたにもかかわらず揚水システムの水位低下による稼働停止が無かったが（風力ポンプが設置されている井戸は干上がった）、村民にとって乾期末における最後の重要な井戸でもあり、1994年6月に調査団によって井戸浚いを行い、井戸底を約2.4m掘下げポンプ位置もそれに合わせて変更した。この結果、この井戸の乾期末に干上がる頻度が極端に少なくなったものと確信する。

住民の太陽光発電揚水システム設置に対する関心は高く今回の設置に多大なる期待をもってお

り、設置後の維持運営についても十分な体制をとっていく姿勢を見せている。

(2) Koera

Koeraは、Mourdiah郡に属しナラ市の南約104kmに位置しており、バマコーナラ間の幹線道路沿いに位置している。人口約1000人のサラコレ族の村落である。村には5箇所の井戸があるが、今回太陽光発電揚水システムを設置する井戸は、村の東部に隣接しており飲雑用水及び家畜用水として村にとって最も重要な存在となっている。

設置井戸はフランス植民地時代の1960年に掘削されたものであるが、井戸周囲は内径1.85m、外径2.7mのコンクリートで補強されており頑丈な構造となっている。井戸深度が約10mと浅く沖積砂層に掘られており基盤岩までは達していない。旧河川堆積物と考えられる沖積砂層を滞水層としており周辺域に浸透した降水及び旧河川（化石谷）内を上流から流下してきた地下水が水源となっている。比湧出量が揚水試験を行なった他の井戸の10～20倍の67.3m³/hもあり、乾季末の揚水可能量も日当たり10m³を期待できる。水質が非常によく今回井戸調査を実施した井戸のなかで、導電率は132μS/cmと最も良い値を示している。また井戸に近接して大きな木があり、井戸周辺は住民にとって憩いの場となっている。聞き取り調査結果ではこの井戸の乾季末水深が0.5～1.5m程度に低下するようであり、乾季末には揚水システムが稼働しなくなる可能性がある。聴取り調査及び井戸水深の実測等により、井戸底部には沈泥が厚く堆積している模様であり、乾期末でも揚水システムが問題なく稼働できるよう、Berzackと同様、1994年7月に調査団が井戸浚いを実施し井戸底を約1.2m掘下げた。

住民の太陽光発電揚水システム設置に対する期待は大きく、設置後の維持・管理を積極的に行なっていく姿勢が見られる。

5.2 システムの概要

本調査で設置された太陽光発電揚水システムは、35枚の太陽電池モジュールから構成される太陽電池アレイにより発生された直流電圧を、インバーターにより3相交流に変換し、定格容量1.1kw多段式水中ポンプを駆動するものである。水中ポンプは定格揚程25mにおいて6.9m³/時の揚水能力を有している。揚水された水は10m³の貯水タンクに蓄えられた後、飲雑用水及び家畜用水として供給される。ポンプの運転は、全て自動制御され、日射量・貯水タンク水位・井戸水位の各条件を検知することにより運転制御される。主要構成要素の仕様を下記に示し、図5.2-1にシステム構成図を示す。また本システムは、気象条件（日射量、外気温）及び運転状況のデータ収録

装置を備えている。

太陽電池アレイ	:	最大出力 1.79kW(ポンプ用)/0.11kW(制御用)
制御盤	:	電圧/周波数比一定制御型(V/f一定VVVF制御)インバータ 定格容量6.5kW,入力電圧DC416V(max),定格出力電圧3相200V
水中ポンプ	:	3相200V 1.1kW,定格容量0.115m ³ /分,定格揚程25m
貯水タンク	:	容量10m ³ (2.0m x 2.5m x 2.0m)、パネルタンク
水汲み場	:	コンクリート(7.2m×5m)、水道栓9タップ
家畜水飲場	:	容量3.84m ³ (9.6m×1.0m×0.4m)
避雷設備	:	高さ6m、10cmφポール
データ収録装置	:	ICカード式データロガー

主要構成要素の詳細はANNEX-Dに示す。

太陽光発電揚水システムが設置されたBerzack及びKoeraの井戸の深さはそれぞれ36m、10mであり上述のポンプの定格揚程と比較して上下に大きく離れている。本来、ポンプの選定及びその電源となる太陽光発電設備の設計は設置される井戸の構造（特に深さ）、計画揚水量、井戸の水位変動（季節、揚水による）等を基に行なわれるべきものである。しかしながら、本調査の調査期間は2年間と短く、所定の井戸調査、村落調査、住民の意識調査を実施した後、揚水システムを設計、調達、据付を行なうのはシステムの据付すらおぼつかなく、例えば、据付が調査期間内に完了したとしてもシステム稼働に伴う調査は時間的に困難になる。このため、事前調査の段階で得られた井戸に関する情報を基に、ある程度の余裕を見込んでポンプの仕様を事前に決定したものである。

5.3 システム設置及び技術移転

5.3.1 設置体制

太陽光発電揚水システム設置は、同様なシステムの据付及び維持管理に実績がある太陽・再利用エネルギー資源開発室(CNESOLER)と協力し、調査団員の統括のもとに実施した。CNESOLERは水利エネルギー局(DNHE)に属し、マリ国に於ける太陽光発電技術を実質的に支えている国立研究機関であるが、太陽光を含むエネルギー開発の研究はもとより、Kayes,Mopti, Koulikoroの各地域に於ける太陽光発電揚水システムの据付実績を有し、その規模も本システムとほぼ同様であり、本システム設置に対し十分な協力を得ることができた。

5.3.2 設置工事

当システム設置井戸が、1993年12月28日に決定された後、カウンターパートと共に現地を詳細に調査し、システムを設置する上での留意事項を洗いだすと共に、設置工程の説明及び設置期間中の村民の協力依頼を行ない、住民の当調査に対する理解を要請した。太陽光発電揚水システム設置に先立って、地形測量を実施した。この地形測量結果と今回据付けられるシステムの技術的仕様（特に水中ポンプ）を考慮して、システムを構成する諸設備の配置を決定した。両システムの一般配置図を図5.3-1及び図5.3-2に示す。

尚、配置決定及びシステム設置に関し、実情に合わせ、以下の配慮を行なった。

- (1) Berzackでは井戸深度が据付を予定している水中ポンプの仕様の上限に近いので、井戸と給水タンクの距離を極力短くして配管損失を少なくした。
- (2) Koeraでは設置井戸は村落に隣接しておりスペースが限られ有効な配置決定が要求された。特に井戸近辺に太陽光パネルを設置するスペースがなく井戸北側の空きスペースまで約60m離し、単独にフェンスで囲った。
- (3) Berzackの井戸は上部のコンクリート枠が破損しており補修を行なった。
- (4) 両井戸共、乾期末には水深が低下してポンプの稼働が不可能になる恐れがあるので、井戸蓋を2つ割れとし片方をスチール製として取り外し可能とし、水深低下により揚水システムが停止した時、従来の手汲みによる汲みあげができるようにした。
- (5) 太陽光パネルの基礎周辺を広くコンクリートでおおい、風によるパネル基礎及び草木によるパネルへの影響をなくすよう配慮した。

5.3.3 設置工程

設置工事はナラ事務所に近いBerzackに於て1994年1月8日の現地測量をもって着手し、2月20日に全据付工事が完了した。全体設置工程を表5.3-1に示す。

水汲み場、家畜水飲み場、貯水タンク基礎及びネットフェンスの土木工事をBerzack、Koeraの順で先行させ、引き続き機器据付を両サイトシリーズに実施した。

延べ工事日数はBerzackで22日、Koeraで17日であり、当初予定していた1サイト1ヶ月をかなり短縮出来た。この理由として、資材の現地搬入が遅れたため多くの労働力を投入した事、時期的

に1～2月は乾期に当り雨による中断が無かった事及びアクセス道路状態が良くスムーズな資材運搬が出来た事、又 Koera においてはナラより1時間30分と遠隔のためサイトに近いMourdiah を拠点とした点などが挙げられる。

5.3.4 技術移転及び指導

マリ側への技術移転は平成5年度と平成6年度に分けて実施したが、5年度は資機材の現地搬入の遅れによりシステム運開が3月初旬となった為、システム概要及び保守上の留意点を説明するに留まり本格的な技術移転は平成6年度に実施した。調査期間を通しての技術移転項目を以下に示す：

- (a) 太陽光システム機器概要
 - －水中ポンプ運転制御
 - －観測装置の測定原理

- (b) 一般的なメンテナンスの対象項目及び方法
 - －太陽光パネル清掃
 - －フィルター清掃
 - －貯水タンク清掃

- (c) 積算流量計及び各種計測機器の読み取り

- (d) 観測データ解析
 - －メモリーカード交換方法
 - －データロガー取扱方法
 - －パソコン操作方法

主な技術移転内容は以下の通りである：

(1) 運転データの処理・解析に関する技術移転

94年6月から9月の現地調査、及びバマコでのデータ解析期間中、カウンターパート2名を対象に、データロガー装置、ロガーデータ解析ソフトの取り扱い説明を行った。ICカードの交換、ICカードからデータの読み込み、処理データの打出しは、充分できる程度まで技術移転は行なわれた。納入されたパソコンが日本仕様でマニュアルも日本語版しか用意されてお

らず応用面において対処するのは難しいが、今後必要となってくる運転データの処理という最低限の技術指導は実施できた。

(2) 計測装置の読み方指導

積算流量計をはじめとする計測機器の読み方の指導をカウンターパートの協力の下に計測に携わる村民に指導した。

項目別による理解度を、下表にまとめた。

項目	対象者理解度	
	Berzack村民	Koera村民
積算流量計	C	A
電圧計	C	B
電流計	C	B
状態表示ランプ	C	A
圧力計	C	B
水位測定	C	A

(理解度ランク) A：良く理解している

B：まあまあ理解している

C：理解が十分とはいえない

(3) 一般的なメンテナンスに関する指導

太陽光システムは日常実施する簡単な保守を除いて、技術的に困難な保守を必要としない事を、その長所としている。本システムにおいては住民が行う日常保守として、太陽光パネル面清掃、積算流量計の保護用として設置されているフィルターエレメントの清掃及び貯水タンクの清掃があげられる。

フィルターは円筒形をしており、0.1mmの溝を持つ円盤型のエレメント板が重なって構成されている。指導はフィルターの取外し/取付方法及び清掃方法について行なった。

フィルターの清掃中はシステムが運転できなくなるため、日射量が弱くなる夕方に行う様指導したが、内部を分解してエレメント板を1枚1枚洗う必要があり、村民が慣れない事もあり清掃に2日程かかるため、エレメント一式を予備品として供給し、交換する事により運転に支障がでないよう配慮した。メーカーの指針では月一度の清掃を推奨していたが、0.1mmとフィルターの目が非常に細かいため目づまりによる流量低下が著しく清掃は2週間に一度行う事とした。

5.4 観測、維持・管理体制

5.4.1 維持・管理体制

太陽光発電揚水システム設置に対する住民の理解を求めため、設置井戸の選定に先だつて、マリ政府は設置候補井戸に挙がっている各村落にミッションを派遣し当調査の意義・目的の説明を行なうと同時に、住民のシステム設置に関する意識調査を実施した。

Berzack, Koera 両村落共、システム設置を強く歓迎しており設置後の運営・維持・管理も積極的に行なっていく姿勢を見せ、システム設置に大きな期待を示した。また当システムの運営・維持・管理への住民参加を促す意味で、設置当初に於て一部住民負担する案がミッションより提示され、Koeraに於ては総建設費の0.5%に相当する200,000CFA, Berzackに於ては0.25%に相当する100,000CFAを、運営・維持費として徴収する同意を得た。最大の問題点は運営・維持・管理体制にあると言われているマリの太陽光発電揚水行政に於て、長期的な体制を確立していく上で住民の理解協力は不可欠であり、今回の選定は妥当なもの判断される。

マリ側ミッションの指導の下に、Berzack及びKoeraに太陽光発電揚水システムの運営、維持を行なうための井戸管理委員会が設立された。また利用者による水道利用者組合も設立された。維持管理には、運営、修理に関わる費用とともに、それを実行しうる人材が必要である。学校教育、識字教育等、基礎教育が行き届いていない両村では、料金会計、使用水量記録などを行える人材の育成が必要なため、ナラの地域開発センター（Centre d'Action Cooperative: CAC）に運営の助力を依頼した。CACは、労働組合、畜産組合、女性組合、農業生産組合、穀物貯蔵販売組合等の組合活動を支援する地域開発センターである。

また、運営を明確化する必要があり、水道利用者会及び管理委員会の内規が、CAC指導で作成された。内規は委員会役員の構成、役割、水料金、料金徴収方法等を規定したものでANNEX-Dに添付している。以下各村落毎の維持管理体制を示す。

(1) Berzack

井戸管理委員会は6名により構成され、以下の役割になっている。

<u>役職</u>	<u>役割</u>	<u>補足</u>
委員長	委員のまとめ、議長の選出、会議の発令	村長が兼任
副委員長	委員長の補佐、欠席時の代行	女性
財務管理	運営費用の予算管理、出納監査	
財務管理補佐	財務運営の補佐	
会計	水販売金の出納管理	
広報・連絡	決議事項の連絡、会議の召集	

料金徴収は水の使用量に応じた料金制を採用している。料金は、下記の通り。

－ドラム缶（200 l）	50 CFA	（10円）
－50 l タンク	10 CFA	（2円）
－20 l タンク	5 CFA	（1円）
－大型家畜（牛、馬、ラクダ）	100 CFA	／頭／月
－小型家畜（羊、ヤギ）	25 CFA	／頭／月
－ロバ	10 CFA	／頭／回

（但し、水汲みの為の荷車牽引のロバの飲む分は無料）

8月26日の委員会との打合せ時、以下の金額が徴収保管されている事を確認した。

住民の拠出金	100,000CFA
6月迄の徴収	22,535CFA
7月の徴収	12,930CFA
8月の徴収	10,360CFA
合計	145,825CFA

しかし、徴収した料金の保管方法及び他の資金との区別が不明瞭であったため管理用の金庫を調査団より提供し、他の金との区別を明確にするよう指導した。

料金徴収収支は、委員長である村長が自ら記帳している。これは、他に文字及び数字の読み書きが出来る者が村長以外いないからである。マリ国の教育事情が以下に示すようなものであるが、Berzackでは修学したことのある人は一人もいなく、村長のみがDNAFLAの制度を利用して一応読み書きができるということである。その後の聴き取り調査では子供の教育については積極でない親が殆んどであった。

- －基礎教育省が同国の学校教育を統括しているが、学校そのものの数が少なく、学校があっても、修学しない人が多い。
- －学校に行かなかった人に言葉を教える制度があり、識字教育局（DNAFLA）が当たっている。
- －70%が回教徒であり、コーラン学校に行く子供が多いが、仏語等の基礎教育を受けている子供は少ない。

水の使用状況を把握する目的で水台帳を作成し、住民に記帳指導する予定であったが、村長以外記帳ができない事実を踏まえ、調査団が教師及び教材を用意し、10人程度の10才代の

子供を対象として4ヶ月間午前2時間午後2時間、2クラスに分けて識字教育を実施した。

料金制度、管理委員会の役割にも、認識の薄かった住民が、8月に実施した、アンケート調査によると、かなり料金制度を理解してきており、料金徴収も順調に行われてきている。8月に実施したアンケート結果を表5.4-1に示す。

(2) Koera

15歳以上の村民全員が会員となる水道利用者組合が結成された。組合員の中から井戸管理委員会メンバー（8名）が選出され、井戸管理を受け持つ制度となっている。

役職	役割	補足
委員長	委員のまとめ、議長の選出、会議の発令	
副委員長	委員長の補佐、欠席時の代行	女性
財務管理	運営費用の予算管理、出納監査	
財務管理補佐	財務運営の補佐	
会計、2名	水販売金の出納管理	
広報・連絡、2名	決議事項の連絡、会議の召集	

維持管理費として共同畑の開墾、耕作による農作物の売り上げを、その費用に全額支出する方法を採用し、村民の日常の水利用に対しては料金を徴収していない。但し外来者（季節移動の家畜等）には次の料金制を採用している。

－牛（群：20～50頭）	2,500 CFA	／群／月
－羊、ヤギ	1,500 CFA	／群／月

共同畑として、村有の耕作地（全て村有）の中でも生産性の高いミレット畑6.8haを、村長が太陽光発電揚水システムの維持・管理用として指定した。設定されたミレット畑は今年（1994年）開墾され植付けられたため収穫が本年10～11月、加工が来年4月、そして販売されるのは8月になる。今迄、若い人達の為の共同畑があり、今回用意された土地の約半分の面積で2トン程度の収穫があったそうで、その実績からすれば4トン程度の収穫が期待でき、300.000CFA程度の収益が期待される。委員会の話では全額維持管理費として充当されるとのことである。また、共同畑の共同作業に参加できない人より1日当たり1,000CFA徴収し、それも維持管理費に用いられることになっている。

8月29日までに以下の金額が徴収保管されていることを確認した。尚、徴収した金の保管方法に不安があるとのことであったので、Berzackと同様、管理用の金庫を調査団が用意した。

住民の拠出金	200,000CFA
外来家畜	
牛群	2,500CFA
ロバ(55頭)	1,350CFA
	<u>203,850CFA</u>

(3) 村民の太陽光発電揚水システムに対する認識

システム運開に先立ち3月初旬に村民と話し合った時は、以下のような印象を受けた。

- (a) 村落毎に同族、同家族的な色彩が強く、一部の村役人、長老の意見で物事が決定されており、皆が力を合わせて全員の利益の為に積極的に何かを行なうとの意識が弱い。
- (b) 設立された委員会は今回設置された太陽光発電揚水システムを村民全体の利益のために、共同で維持・管理を行なうための調整的なものでなく、決められた料金を徴集し、それを管理することに重点を置いているように見受けられる。
- (c) 従って、料金徴集もシステム設置の条件に入っているので徴集するもので、それが適当なものか、又どのように運用されるべきものか等明確に認識されていないように見受けられる。

今回の調査を通して村民との意見交換や村民への指導の結果、井戸管理委員会の委員だけでなく村民の意識は少しずつではあるが改善されてきていると感じられた。しかしながら、本調査期間は短かく充分な維持・管理体制を作り上げるまでには至らず、長期的な指導が必要である事を痛感させられた。

又、地下水資源に自ら限度があり、手汲みを行なっている時には、季節の変動、揚水量によって地下水が減少することを直接体感することが可能であるが、太陽光発電揚水システムを利用した場合、便利さが先に立ち、地下水の摂取量に限度があることを忘れがちになる。揚水システムが稼働してから、機会ある毎に村民とシステム及びその運用について意見交換をして来たが、特に、このことが痛感させられた。計画性の乏しい揚水は乾期末に地下水位の著しい低下をまねき、その結果、システムの運転が不可能になり、システムそのものに対する村民の不信感を増大させる恐れがあるので、特に砂漠地帯では利用可能な地下水資源には自ら限度があることを十分認識、理解させ、より充実した利用方法を確立する必要がある。

今回は懸念していた乾期末水位低下によるシステム停止はなく順調に稼働を続けてきたが、井戸水位と揚水可能量との関係、季節的な井戸水位の変動実績に対応した計画的揚水量を決定して水の有効利用を行うためには、少なくとも年間を通した長期的なデータが必要であり今回の短い調査期間では満足のゆく結果が得られたとはいえない。

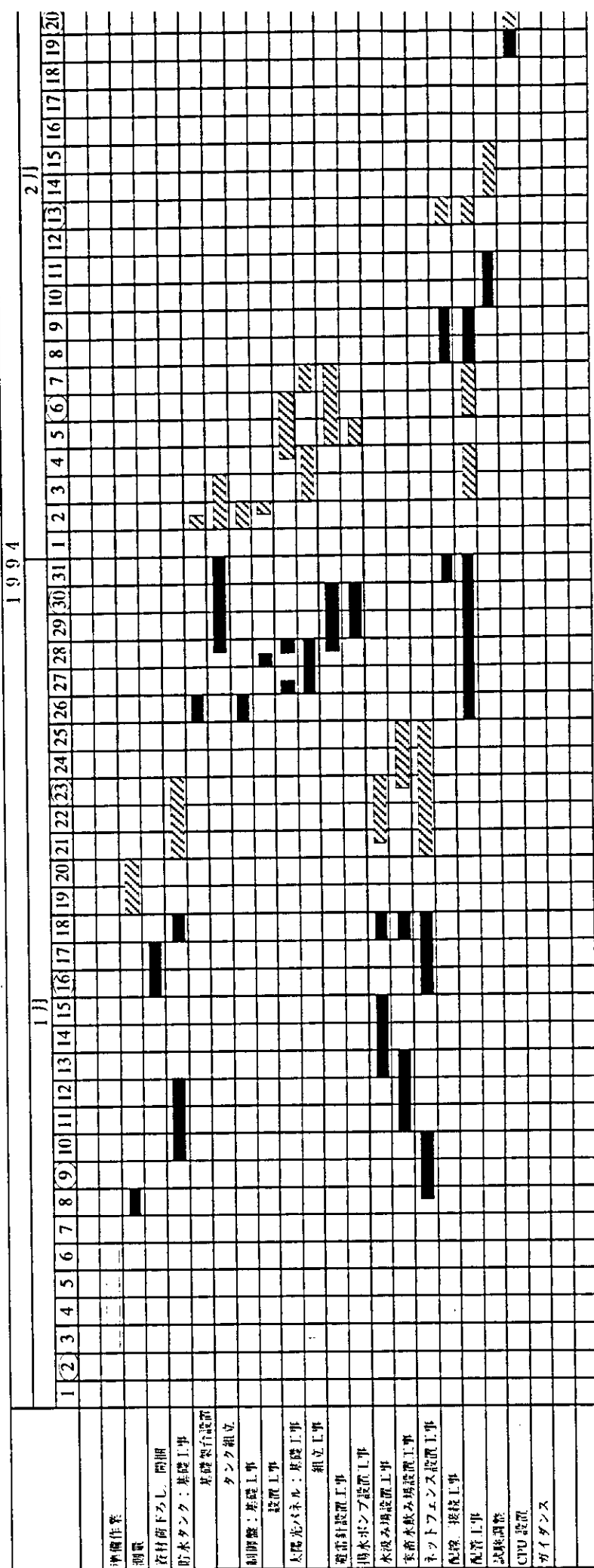
5.4.2 観測

システムの運転状況及び気象条件を記録し今後のシステム設計に寄与するために、本システムは自動データ収録装置を備えており、観測されたデータはパーソナルコンピュータにより解析される。観測項目・測定範囲は以下に示す通りである。

<u>測定項目</u>	<u>測定範囲</u>
1. 日射量	0～1 kW/m ²
2. 外気温度	0～60℃
3. 太陽電池温度	0～80℃
4. 制御盤内温度	0～80℃
5. インバーター出力周波数	0.5～50Hz
6. インバーター出力電流	0～17A
7. 揚水量	0～12m ³ /時

システム設置終了に引続き、Berzackでは94年2月12日より、Koeraにおいては、2月15日より、データロガーにより、上記測定項目の自動観測・記録を開始した。データは自動収録されるため観測のための人員配置は井戸水位観測員以外特に考慮しなかった。これらの観測データから、次章に述べる運転特性の解析を行なった。

表5.3.1-1 太陽光発電揚水システム設置工程



脚注： ■ ベルザック

▨ コイラ

□ 共通

表5.4-1 住民アンケート調査結果

項目	質問	回答
1. 井戸の機能	便利になった	17
	不便になった	0
	変わらない	0
2. 料金制度を	知っている	11
	知らない	6
3. 料金制度の説明を	聞いたことがある	10
	聞いたことが無い	6
4. 料金制度は	納得出来る	11
	納得出来無い	6
5. 料金は	高い	4
	妥当	10
6. ドラム缶1本 () CFA位が妥当だ	25CFA	3
	30CFA	1
	50CFA	10
7. 料金は	払うべきだ	15
	払う必要は無い	0
8. 料金を払えるか	払える	13
	払えない	1
	払えるが払わない	1
	払えないが、払うべきだ	2
	解らない	0
9. 今までに料金を払った事があるか	ある	15
	無い	2
10. 水くみ時間は減ったか?	減った	17
	減ら無い	0
	解らない	0
11. ポンプが故障したら困るか	困る	10
	困らない	6
	解らない	1
12. ポンプの保守は必要か	必要	17
	不要	0
	解らない	0
13. 汲み上げた水は主になにに使うか	飲料水	17
	洗濯水	16
	畑に撒く	0
	家畜に与える	2
	その他の生活用水	0
14. この井戸を一日何回利用するか	1回	13
	3回以下	3
	5回以下	0
	5回以上	1

(注) 調査場所：Berzack
 調査時期：1994年8月
 調査人数：17名

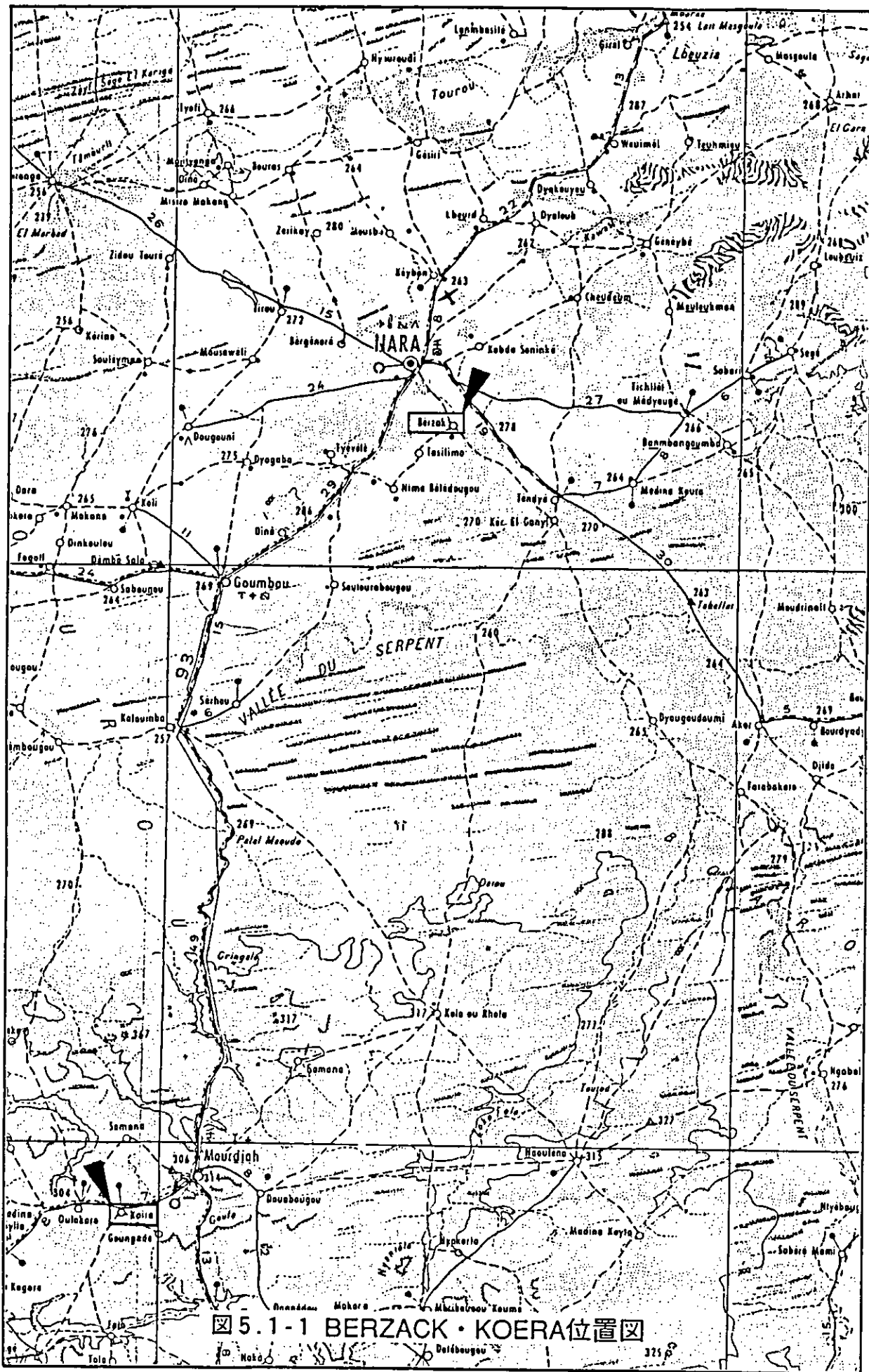
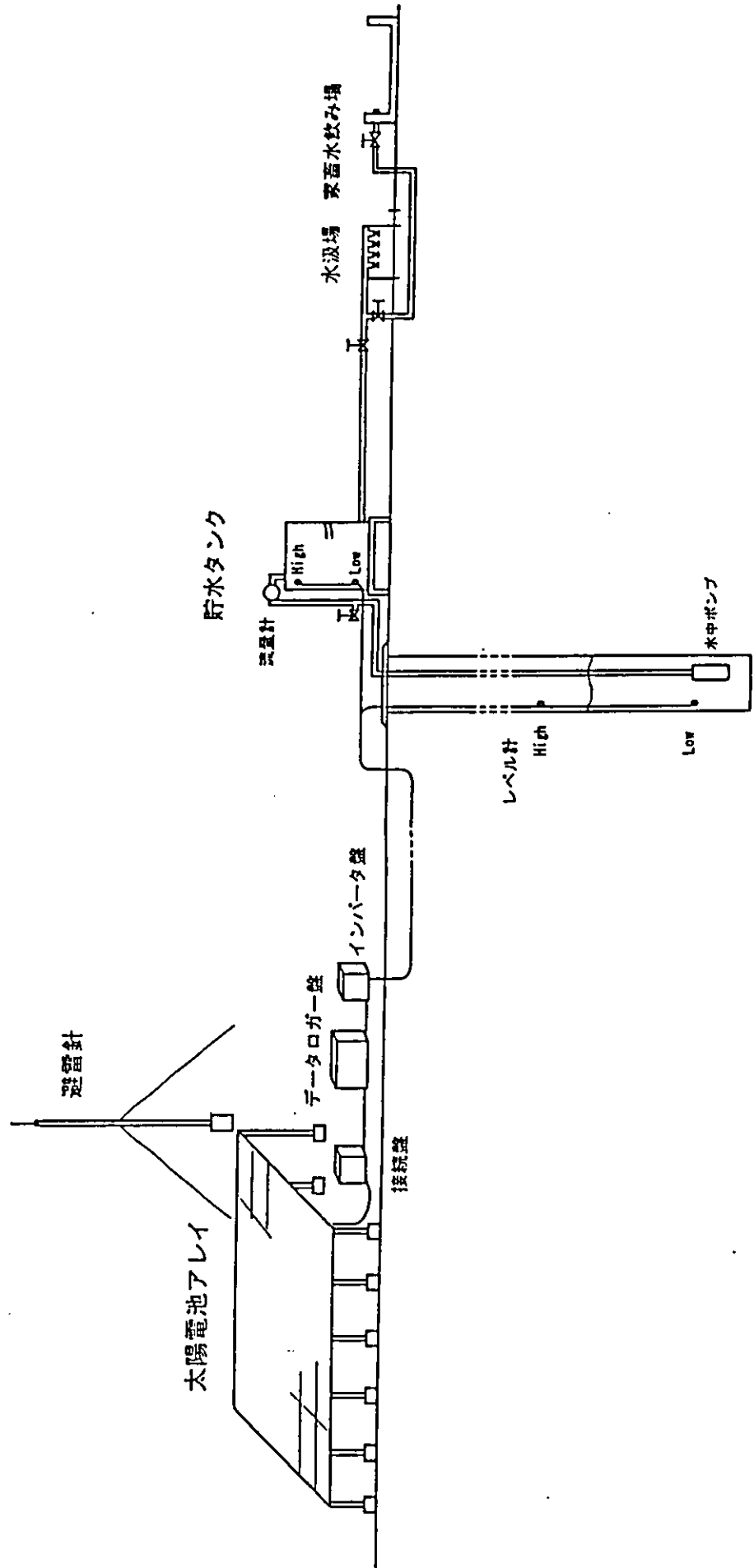


图 5.1-1 BERZACK · KOERA位置图

図5.2-1 太陽光発電揚水システム



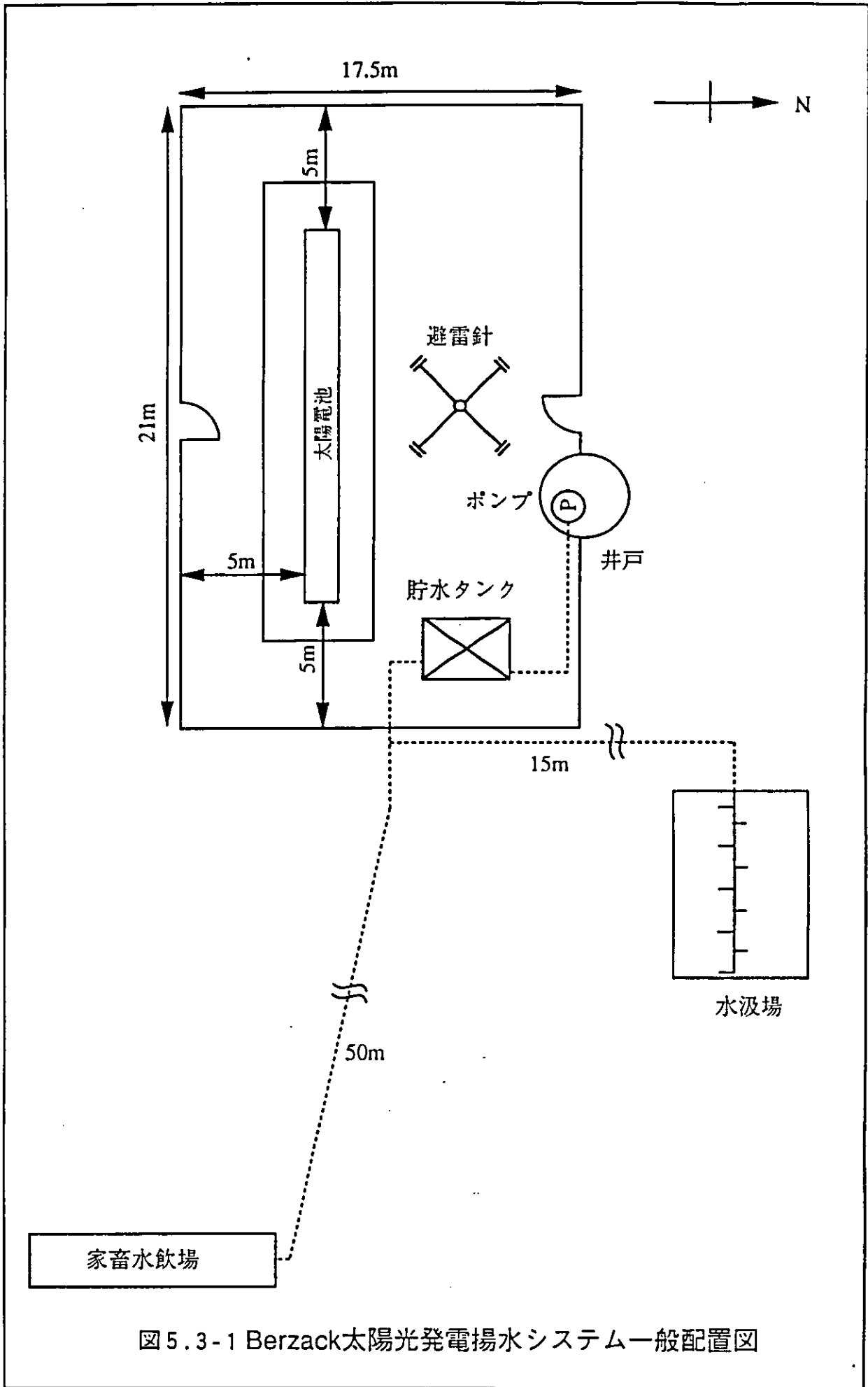


図5.3-1 Berzack太陽光発電揚水システム一般配置図

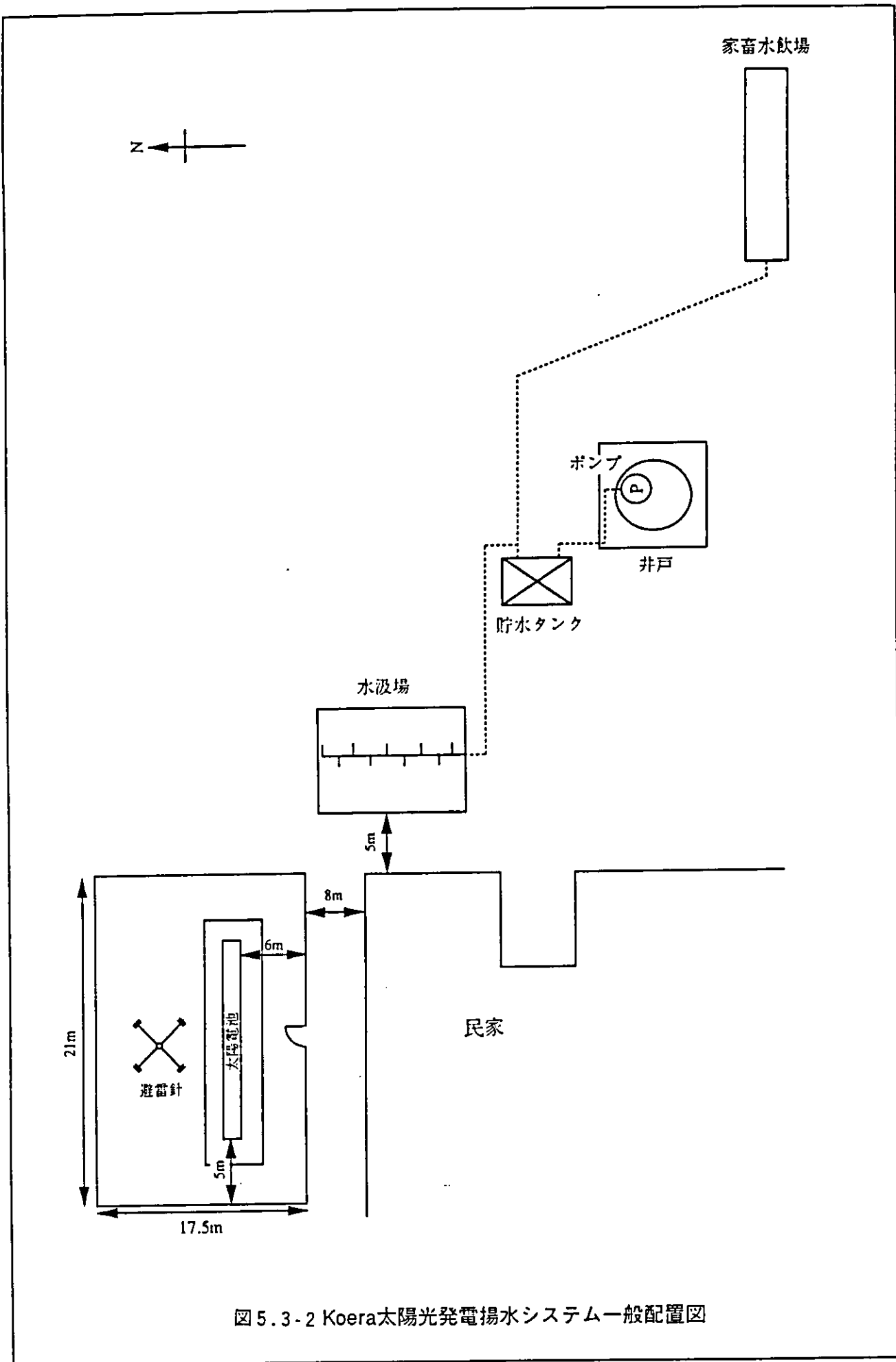


図 5.3-2 Koera太陽光発電揚水システム一般配置図

第 6 章

太陽光発電揚水システム予備評価

第 6 章 太陽光発電揚水システム予備評価

6.1 太陽光発電揚水システムの運転データの解析

6.1.1 運転データ解析の目的と方法

(1) 目的

Berzack 及び Koera に設置された太陽光発電揚水システムのデータ収録装置に読み込まれたデータを解析することにより、本システムの運転稼働状況を把握すると共にシステム評価の為の資料とし、本格実証調査におけるシステム設計に寄与すること、又開発への参考となるべき提言を行うことを目的としている。

(2) 解析の方法

収録されたデータは、本調査のために別途 JICA により調達されたパーソナルコンピューター及び解析プログラムによって、日別、月別、年別のファイルに整理される。それぞれの処理の内容は以下の通りである。

(a) 日ファイル

メモリーカードに30分間隔で、外気温度、太陽電池温度、制御盤内温度、インバーター出力電流、インバーター出力周波数、日射量及び揚水量の7項目の値が連続して記録されているが、これより1日分のデータを分離し1日分のファイル（以下“日ファイル”という）を作成する。合せて、各項目の最大値、最小値、平均値を算出し、最大値、最小値についてはその発生日時を、又、インバーター出力電流、日射量、揚水量については一日の積算量を併せて計算し、ファイルに記録する。

日ファイルの内容は30分間隔の計測値及び計算された諸数値をプリントアウトできるだけでなく、時間による変化をグラフ表示することもできる。グラフ表示する範囲は、ポンプが運転される時間帯が重要であり、4時から20時までとしており、各測定項目の単位は(%)表示で下記の範囲になる。

計測項目	表示符号	0~100%表示範囲
1. 外気温	Tenv	0~100℃
2. 太陽電池温度	Tsc	0~100℃
3. 制御盤内温度	Tinv	0~100℃

4. インバーター出力電流	Current	0～10A
5. インバーター出力周波数	f	0～50Hz
6. 日射量	Rad.	0～1kW/m ²
7. 揚水量	flow	0～12m ³ /時

日ファイルのプリントアウトの例を表6.1-1に示す。

(b) 月ファイル

一ヶ月分の日ファイルより同一時刻における平均値を計算し、月別の1日分（24時間）の日ファイル（以下“月ファイル”という）を作成する。更に、各項目の最大値、最小値、平均値を計算し、インバーター出力電流、日射量、揚水量については一ヶ月の積算量を求め、ファイルに記録する。

日ファイルと同様に、ファイル内容のプリントアウトと測定項目の時間による変化を表したグラフによる表示ができる。尚、月ファイルのプリントアウトの例を表6.1-2に示す。

(c) 年ファイル

一年間の月ファイルより同一時刻における平均値を計算し、一年間の1日分（24時間）の日ファイルを作成する。各項目の最大値、最小値、平均値、インバーター出力電流、日射量、揚水量及び表示方法については月ファイルと同じである。

運転データの解析には日別の各項目の最大値、最小値、平均値及び月ファイルより出力されたグラフを用いて解析した。又、外気温度と太陽電池温度、制御盤内温度の関係をみるために、以下の代表日を選定し、検討した。

Berzack: 2月17日、3月1日、4月17日、5月13日、6月20日、7月20日、8月20日、9月16日

Koera : 2月 24日、3月27日、4月16日、5月15日、6月18日、7月15日、8月26日、9月16日

6.1.2 運転実績

Berzackの太陽光発電揚水システムは2月12日より、Koeraは2月15日より運転開始し、ナラに於ける現地調査が終了した10月20日までの約8ヶ月の運転データを回収したが本報告書では9月末迄のデータを示す。両システム共、井戸浚い期間中のシステム停止を除いてシステムの故障停止による重大なデータの欠落は見られなかったが、制御盤温度については原因不明な断続的なデータ欠落が認められた。両システムの有効計測日数を下表に示す。全調査期間日数に対するデータ回収率はそれぞれ98%、96%であった。

有効計測日数 (2月-9月/1994)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	計	回収率(%)
Berzack	17	31	30	31	26	31	31	30	227	98
Koera	14	31	30	31	30	24	31	29	220	96

(註) Berzackの6月、Koeraの7月に於ける無効計測日数はいずれも井戸さらいのための停止による。

Berzackの調査期間中の運転実績概要を表6.1-3から表6.1-11に、月毎の時間別平均値パターンを図6.1-1から図6.1-8に示す。又、Koeraの概要を表6.1-12から表6.1-20に月毎の時間別平均値パターンを図6.1-9から図6.1-16に示す。

6.1.3 運転特性と運転データの解析

(1) 太陽電池発生電力の利用率

データ収録されたインバーター出力電流とインバーター出力周波数より、ポンプの消費電力は工場試験結果により次の近似式で式えられることが確かめられている。

$$P = 0.383 \times I + \frac{F}{50} - 1.65$$

ここで P : ポンプの消費電力 (kW)

I : インバーター出力電流 (A)

F : インバーター出力周波数 (Hz)

上式で求められたポンプ消費電力を用いて、設置された太陽電池より取出される利用可能な太陽光エネルギーのシステム別の利用率を評価する目的で、次の2つの値を算出した。

(i) ポンプ動作時利用率： η_1

ポンプが稼働している時の、利用可能な太陽電池発生電力に対するポンプ消費電力の比として表わされ、ポンプ動作時のシステムの電力損失を把握する目安となる。即ち、

$$\eta_1 = \frac{\text{1日当りポンプ消費電力量}}{\text{ポンプ動作期間内の電池の発生電力量}}$$

(ii) 1日当り利用率： η_2

1日の太陽電池発電電力に対する、ポンプが揚水に消費した電力の比として表わされる。
即ち、

$$\eta_2 = \frac{\text{1日当りポンプ消費電力量}}{\text{1日当りの太陽電池の発生電力量}}$$

ポンプ動作時と1日当り太陽電池の発生電力量の月別利用率は次のようになる。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
η_1	0.68	0.67	0.69	0.72	0.73	0.72	0.75	0.82	0.72
η_2	0.55	0.55	0.55	0.54	0.56	0.2	0.18	0.11	0.41

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
η_1	0.78	0.77	0.76	0.76	0.78	—	—	—	0.77
η_2	0.30	0.57	0.60	0.47	0.39	—	—	—	0.47

(注) 7月、8月、9月は日射量データ不備のため算出できず。

(2) 外気温度と太陽電池温度の関係

太陽電池出力は通常日射強度のみによって決まると考えられがちであるが、素子温度によっても大きく変化、即ち減少するので、太陽電池温度を把握することは出力を想定する際の重要な要因となる。太陽電池出力は一般に標準温度25℃を基準に規定されており、使用時には太陽電池温度に伴い変動するが、この太陽電池温度と出力係数の関係は次式で表される。

$$\mu = 1 - \alpha \times (T_{sc} - 25)$$

ここで μ = 出力係数

α : モジュールの温度依存率=0.00465 (製品により若干変動する)

T_{sc} : 太陽電池温度 (°C)

ナラ地区に設置したBerzack、Koeraの両システムの太陽電池温度について以下検証する。

外気温の各月毎の最高、最低及び平均温度を下表に示す。

(Berzack) (単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
最高気温	46.8	51.6	51.9	55.0	52.8	43.1	43.5	43.9	48.6
最低気温	13.5	14.1	14.8	17.0	21.1	19.1	20.0	20.3	17.5
平均気温	27.5	29.7	34.1	35.1	34.1	30.0	27.8	28.9	30.9

(Koera) (単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
最高気温	45.3	50.1	51.7	53.3	51.2	44.8	41.2	45.5	47.9
最低気温	15.3	14.4	16.9	15.9	19.4	17.8	19.5	15.0	16.8
平均気温	28.7	29.7	33.9	33.7	32.6	29.4	26.8	28.3	30.4

ナラ気象観測所で観測されたデータ(2.4.3節(3))と比較すると調査期間平均値で両サイトとも最高気温で約11.0℃(2月から9月の間の単純平均、以下同)、平均気温で約1.3℃高くなっている。これは外気温度センサーは太陽電池の下に取付けられているため、日中の大地や太陽電池よりの輻射熱や熱伝導の影響を受けたものと考えられる。今後設置するシステムにおいては、外気以外の要因の影響を受けないための対策が必要と判断される。

上記の理由により、本システムで観測された外気温度データは信憑性に欠けると判断されるため、以下の本節での解析には、ナラ気象観測所で観測された最高外気温度を用いた。

次表に太陽電池温度の各月毎の最高、最低、平均及び最高温度を記録した日の最高外気温度との差を示す。

(Berzack) (単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
最高温度	67.2	70.4	71.1	75.0	70.5	66.4	75.0	75.0	71.3
最低温度	11.3	11.9	12.8	14.6	20.3	18.9	19.7	20.1	16.2
平均温度	30.4	33.4	37.8	38.9	38.1	34.0	32.6	34.5	35.0
最高外気温度	39.9	42.0	41.4	44.8	43.4	37.4	35.4	35.7	40.0
温度差	27.3	28.4	29.7	30.2	27.1	29.0	39.6	39.3	31.3

(Koera)

(単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
最高温度	66.7	72.6	74.9	75.7	71.4	72.0	71.8	72.6	72.2
最低温度	12.2	10.7	13.0	12.3	19.2	19.4	18.2	19.6	15.6
平均温度	32.5	33.9	38.5	38.6	37.8	34.7	31.6	34.3	35.2
最高外気温度	39.0	40.6	41.4	44.8	43.4	38.4	34.9	34.6	39.6
温度差	27.7	32.0	33.5	30.9	28.0	33.6	36.9	38.0	32.6

一方、Berzack及びKoeraの2月から7月までの代表日における外気温度と太陽電池温度の関係を図6.1-17、図6.1-18に各々示す（相関を見るのが目的のため、本システムにおける外気温度観測値を採用、以下同様）。これらのデータから見られるように太陽電池温度は外気温度に比例して上昇、下降しているが、太陽電池自体の蓄熱のためやや遅れて下降しているのが分かる。

最高温度は5月にKoeraで測定された75.7℃となっているが、5月は一年を通して最も外気温度が高く、この75.7℃が年間を通しての最高温度と見做される。又、太陽電池温度は27℃～40℃外気温度より上昇していることになる。

外気最低温度と太陽電池の最低温度を比較すると、太陽電池温度の方が月平均で1℃ないし3.9℃低い。表6.1-21にKoeraの4月16日の日間の各時刻の測定値をプリントアウトした例を示すが、日出に伴う外気温度の上昇が認められる7:30から日没による外気温度の低下の始まる18:00の間は当然のことながら太陽電池温度は外気温度より高いが、それ以外、即ち日照のない間は最大で3.6℃太陽電池温度の方が低くなっている。又、Berzackのシステムでも程度の差がKoeraよりも少ないが、同じ現象がみられるし、調査観測を実施した期間全てに渡って同じ現象が起きている。この現象はメーカーの説明によると一般的に起きている現象であり、太陽電池からの輻射（放射）によることである。上表において、Koeraの7月の太陽電池最高温度がBerzackのそれより5.6℃高くなっており、差が大きすぎるように見受けられる。この原因は太陽電池温度センサー回路の何らかの一時的なトラブルとも考えられる。

太陽電池の温度上昇による出力係数を、日照がある午前7時より午後6時までの平均太陽電池温度を用いて算出した結果を代表日及び月平均と分けて次表に示す。

(Berzack) 代表日を用いた結果

	2/17	3/1	4/17	5/13	6/20	7/20	8/20	9/16	平均
平均太陽電池温度	36.0	40.4	51.5	47.4	50.7	43.3	40.1	49.3	44.8
出力係数	0.95	0.93	0.88	0.90	0.88	0.91	0.93	0.89	0.91

(Berzack) 月平均値を用いた結果

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均太陽電池温度	41.2	43.9	48.7	49.3	57.1	42.6	42.5	46.1	46.4
出力係数	0.92	0.91	0.89	0.89	0.85	0.92	0.92	0.90	0.90

(Koera) 代表日を用いた結果

	2/24	3/27	4/16	5/15	6/18	7/15	8/26	9/16	平均
平均太陽電池温度	45.6	48.8	51.4	55.1	47.7	46.5	45.5	48.1	48.6
出力係数	0.90	0.89	0.88	0.86	0.89	0.90	0.90	0.89	0.89

(Koera) 月平均値を用いた結果

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
平均太陽電池温度	43.8	45.5	50.7	50.3	48.3	44.4	41.8	46.1	46.4
出力係数	0.91	0.90	0.88	0.88	0.89	0.91	0.92	0.90	0.90

上記結果より、太陽電池温度による出力係数の範囲は、85%から95%、平均で90%となっている。但し、前述の太陽電池温度センサーの問題点を考慮すると出力係数はさらに小さくなると思われる。

(3) 外気温と制御盤内温度の関係

制御盤内にインバーター、余剰電力を消費するための抵抗器等の発熱体が内蔵されており、盤内の温度を上昇させる原因となっている。一方、使用されている電子素子は熱に弱く、温度上昇

を極力低く抑える必要がある。そこで、以下制御盤内の温度について検討する。

太陽電池温度同様、月別の制御盤内最高温度、その日の最高外気温度及び温度差をサイト別に下表に示す。

(Berzack) (単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
制御盤内温度	47.3	49.7	51.8	54.5	53.8	43.9	42.0	44.0	48.4
外気温度	39.9	42.8	42.8	45.7	45.8	38.4	35.4	37.5	41.0
温度差	7.4	6.9	9.0	8.8	8.0	5.5	6.6	6.5	7.3

(Koera) (単位：℃)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
制御盤内温度	46.8	51.2	52.8	54.6	53.6	49.7	43.0	46.5	49.7
外気温度	36.9	42.8	43.7	44.8	45.8	38.4	34.8	35.9	40.4
温度差	9.9	8.4	9.1	9.8	7.8	11.3	8.2	10.6	9.4

Berzack、Koeraにおける2月から7月までの代表日の外気温と制御盤内温度の関係を、図6.1-19及び図6.1-20に示す。これらのデータより、制御盤内温度は外気温に比例しており、その最高値は外気温が最高となる5月に発生すると見れば、54.6℃が年間最高値と見做される。又、外気温に対する最大温度上昇値は11.3℃である。

一方、太陽電池温度と同様、表6.1-21に示すように制御盤内温度の表示にも異常が認められる。即ち、表6.1-21についていえば、1:30の外気温27℃に対して盤内温度は22.5℃であり、同じ現象は全期間に渡って時々現れている。又、その前後は0℃や100℃が表示されており、これも全期間に渡って、断続的に認められる。これらの現象は明らかに温度センサー又はその回路上の問題と思われるが、正確な原因は不明である。

(4) 日射量と揚水量の関係

(a) 日射量

太陽電池アレイは、設置場所の緯度に相当する傾斜角をつけることにより最大日射エネルギーが得られる。ナラ地区は、北緯 14° 04′ から 15° 30′ に及ぶが、15度以上の角度とする事により雨洗効果が期待できることにより、本システムは水平面に対して15度の傾斜角がつけられている。この傾斜角度15度の太陽光パネル面に備え付けられた全天日射計により、

30分毎の日射強度即ち傾斜面全天日射強度 (kW/m²) がデータロガーに収録され、それをプログラムで解析する事により、日間及び月間積算値を計算する。月別の観測結果を整理すると以下のようなになる。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m ²)	1.14	1.14	1.06	1.00	1.04	1.08	1.14	1.14	1.14
全天日射量 (kWh/m ² /日)									
平均日量	6.50	6.66	6.44	5.91	5.62	5.56	5.22	5.94	5.98
最大日量	7.45	7.67	7.39	7.33	6.40	6.65	7.19	7.71	7.71
最小日量	5.82	5.22	1.84	2.81	1.36	2.34	1.13	2.68	1.13
月間日射量 (kWh/m ² /月)	110.5	206.6	193.3	183.2	157.6	172.2	161.9	178.3	170.5

(注) 月間日射量の2月は17日間分であり、6月は26日分である。

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	全期間
最大日射強度 (kW/m ²)	1.05	1.11	1.05	1.02	1.04	0.90	0.52	1.14	1.14
全天日射量 (kWh/m ² /日)									
平均日量	5.91	6.29	6.43	5.62	5.37	3.55	1.16	3.16	4.69
最大日量	6.66	7.43	7.28	7.31	6.16	6.24	3.40	6.76	7.43
最小日量	3.58	4.59	5.02	2.39	3.96	0.79	0	0.42	0
月間日射量 (kWh/m ² /月)	82.7	195.1	192.9	174.2	161.1	85.2	36.0	91.7	127.4

(注) 月間日射量の2月は14日分であり、7月は24日分である。

日射量は3月に最大値を示し以後減少している。最大日射強度は3月24日にBerzackで観測された1.14kW/m²であった。一年を通してのデータが回収されていないため年間平均値が算出できないが月平均日射量は調査期間中平均でBerzack 5.98kWh/m²/日、Koera 4.69kWh/m²/日と非常に高い値となっている。しかし、Koeraの7月から9月の観測値は、Berzack及びナラ気象観測所のそれと比較して2~5kWh/m²/日も低く、計測回路上の問題があると思われる。一方、最大値はBerzackの9月の7.71kWh/m²/日であった。

本システムの概念設計に於ては設置予定のナラ地区の日射量データがないため、計画地とほぼ同緯度にあり気候的にも半乾燥地域に属するニジェール共和国のニアメ近郊の観測データが参考とされた。Berzackの傾斜面日射量の平均値は、概念設計の設計値4.34kWh/m²/日を約40%上回っており、各月においても設計値以上の日射量が得られている。

(b) 揚水量

揚水ポンプと貯水タンクの間設置されている電磁流量計により30分毎のポンプ流量がデータロガーに収録され、それをプログラムで解析する事により日平均ポンプ流量、日揚水量及び月揚水量を計算する。解析プログラムでは、日平均ポンプ流量として24時間平均値を採用しているが、より実地的なポンプ流量を把握するためポンプ運転時間に対する平均流量を算出した。月別の観測結果を下表に示す。

(Berzack)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
日平均ポンプ流量 (m ³ /時)	1.40	1.18	1.08	0.90	0.88	2.32	2.16	2.62	1.57
日揚水量(m ³)	9.15	8.34	7.60	5.85	5.09	4.12	2.27	1.36	5.47
月揚水量(m ³)	155.6	258.5	228.0	181.4	132.3	127.6	70.3	40.7	149.3

(Koera)

	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均
日平均ポンプ流量 (m ³ /時)	6.13	3.63	3.22	2.70	1.71	3.93	5.11	3.80	3.78
日揚水量(m ³)	19.72	21.25	21.35	13.65	6.83	5.57	2.97	3.80	11.90
月揚水量(m ³)	276.1	655.8	640.5	423.1	204.8	133.75	92.0	110.2	317.0

上表において、Koeraの日平均ポンプ流量がBerzackより2 m³/時近く多いのは、揚程（井戸水位）の違いに因るものである。2月と3月のポンプ流量を比較すると、特にKoeraにおいて急激に落ちており、以後6月までポンプ流量は徐々に減少している。この原因として、井戸水位低下、日射量低下が考えられるが、最も大きな原因は、積算流量計の保護のために設置したフィルターの目詰まりと考えられる。すなわち、フィルターの目詰まりは、井戸さらい(Berzack:6月末、Koera:7月初)と同時に実施したフィルター清掃後にポンプ流量が倍以上回復したのを見ると、その影響は明らかである。又、7月以降は、雨期に入り需要が減少したため、両システム共日射があってもポンプを起動しなかった期間が増え揚水量が低下している。

(c) 両サイトの特徴

・ Berzack

日平均 5.47m^3 の水が使用されたことを示しているが、揚水量は3月、4月に最も多く以後減少している。1日の最大使用量は2月15日の 11.17m^3 であった。雨期に入る前の6月までのデータをみると、日射強度が起動条件の $0.4\text{kW}/\text{m}^2$ 以上になるとポンプは起動しほぼ毎日 $5\sim 10\text{m}^3$ の揚水が行われている。この期間の1日当りの平均ポンプ運転時間は6.8時間、平均ポンプ流量は $1.09\text{m}^3/\text{時}$ である。これは、水の需給関係がバランスしているか、やや需要が上回っていることを示している。一方、7月以降は日射量が十分あってもポンプが起動しない日が多く見られる。これは、貯水タンクが一杯、即ち需要が供給を下回っているためである。この時期は、村の他の井戸も十分に湧水量があり、又マレが出来て水源が豊富になった為と思われる。7月の1日当りの平均ポンプ運転時間は1.8時間で、月揚水量は最も多かった3月の約半分となっている。

・ Koera

日平均揚水量は 11.9m^3 でBerzackの倍近い水が使われている。1日の最大使用量は2月22日の 30.4m^3 であった。井戸が浅く揚程が低いため揚水量が多く貯水タンク満水で停止するケースが1日1~2回みられる。従い、太陽電池の動作時利用率はBerzackより高いが、1日利用率は低くなっている。雨期に入る7月の月揚水量は最も揚水量が多い3月、4月に比べ約1/5に減少しており、季節による揚水量の変動がはげしい事を示している。

6.2 太陽光発電揚水システムの評価

6.2.1 技術的観点からの評価

(1) 機器配置

機器配置は、地理的条件に左右される。Berzackは、地理的制限が無かったが、管路損失を少なくする目的で貯水タンクを井戸に接近して設置したため、フィルター、電磁流量計がフェンスに近すぎ点検が不便であった。保守スペースを考慮した機器配置が必要である。一方、Koeraは設置場所が限られていたため、太陽光発電パネルは井戸、水タンクから離して設置したが、運用上の問題もなく良い配置となっている。又、太陽光パネル傾斜角 15 度は、揚水の需要が多い乾季（冬）に最大の日射を受け、かつ雨洗効果もあり妥当である。

(2) 太陽光発電システム

(i) 最高周囲温度

温度の影響を最も受ける制御盤の耐熱設計は製造業者の説明によれば最高許容周囲温度を50℃と想定したとのことである。一方、発熱によるインバーター自体の温度は、さらに30℃の余裕をみて80℃となっている。ナラ気象観測所における調査期間内の絶対最高温度は45.8℃、過去の実績では1949年の48℃と記録されている。しかし、制御盤内温度は、温度を極力低く抑えるために制御盤を太陽光パネルの下に設置し、太陽の直射による温度上昇の対策を取ったが、55℃近くまで上昇しており、外気温度との温度差は10℃近くになっている。これは、インバーター自体の発熱に加え、太陽電池の余剰エネルギーを消費する制動抵抗が制御盤内に取付けられており、隔壁板を介しているとはいえ、この熱源が制御盤温度上昇の1つの原因となっていると思われる。従って、制御盤の温度を確実に50℃近くまで低下させるために熱交換器等の冷却システムの採用も有効と判断される。

(ii) 設計風速

太陽光パネル架台の設計風速として日本の設計基準に従って60m/秒を採用したため過剰設計となっている。2.1で述べたようにナラ地区の設計最大風速は30m/秒であり、この風速に見合った経済設計をすべきである。

(iii) 防塵対策

細かい砂塵が非常に多く、十分な防塵対策が必要である。制動抵抗を制御盤内に設けたため通風孔よりかなりの砂塵が入っていた。盤自体の防塵対策を十分施すだけでなく、砂塵の侵入を100%防止することは物理的に不可能であるので、継電器の接点等も、防塵仕様とする必要がある。

(iv) 劣化防止対策

合成樹脂（ゴム、プラスチック）の経年劣化は、温度、日射などの気象条件からみてかなり速い速度で進むと予想される。特にフランジ部のパッキンについては紫外線による劣化、破損がみられ、高温、紫外線等に強い材料を使用する必要がある。

(3) 給水系統

(i) 水中ポンプ

Barzack、Koeraの井戸の深さはそれぞれ36m、10mであり、設置された水中ポンプの定格

揚程25mから上下に大きく離れている。これは、本調査期間が短く、止むを得ず既存井戸の情報にある程度の余裕をみて、事前にポンプの仕様を決定したものであるが、本来ポンプは設置される井戸の構造、計画揚水量、水位変動等を基に効率のよい経済的な選定を行うべきである。

(ii) 貯水タンク

タンクは10m³の容量を持ち、0.9m高さの基礎コンクリート（設計では0.5m）上に設置した。Koeraにおいては、ポンプの定格揚程に比較して実揚程が低く、時間当たり水使用量に比較して揚水量が多い。そのため、貯水タンク内の水位が常時高く保たれていたため使用上の支障は無かった。一方、Berzackでは、特に乾期は時間当たり水使用量が揚水量より多いため貯水タンクに水が溜ることがなく、水圧不足で村民の一部より不満が聞かれた。従って、このようなケースを考え、貯水タンクの架台の高さは2m程度にする必要がある。又、タンクに水位計が付いていないため貯水タンク内水位を把握できないため、朝貯水タンクが空のため水の使用ができないことが多く、水汲みに来た村民に不安をいだかせた恐れがある。従って、水位を常時目視できるように水位計の設置が必要である。

(iii) フィルター

積算流量計の駆動部の水垢や不純物による目詰まりを防ぐためにフィルターが設備されている。しかしながら、このフィルターの目詰まりによると考えられる揚水量の大幅減少が見られた。そのため、フィルターを定期的に清掃するように指導したが、清掃には数日要するため交換用のフィルターを追加したが、安全、確実に実行させるためには、2台並列に設置して、清掃時は切替えて使うようにするか、積算流量計を水に不純物が含まれていても問題のない型式に変更する必要がある。

(iv) 水汲場

水汲場広さ（7.2m×5m）、蛇口高さ（75cm）及び蛇口数（9個）は、妥当な設計と判断される。又、蛇口にホースを取付けたことによりタンクへの取水が便利になっている。

(v) ロバ車用給水

ロバ車給水口が貯水タンクに入る前の配管についているため、ポンプが運転している時以外はロバ車給水ができない。従って、タンク満水によりポンプの運転が停止している間は給水出来ず不便である。貯水タンク位置をもっと高くして、ロバ車給水口をタンク下流にする必要がある。

(vi) 家畜水飲場

設置した水飲場 (3.84m³ : 9.6m×1.0m×0.4m) は、単一水飲場として妥当な大きさであると判断される。今後のシステム設計において、このサイズをベースとし、家畜数に応じて水飲場の数を増すことで十分と判断される。

(4) 観測システム

(i) 計測項目

太陽電池アレイ、インバーターを介してポンプ駆動のために与えられた電力（電圧、電流）即ち、ポンプ入力記録されているが、揚水量を計測しているだけでポンプ出力を正確に把握出来ない。従って、現在の計測項目に加えて井戸水位、貯水タンク水位及びポンプ吐出圧の自動計測が望ましい。

(ii) 温度センサー

外気温度センサーが太陽光パネルの下に取り付けられているため地面や太陽電池からの輻射や熱伝導等の影響を受けていると思われるので、外気以外の影響を受けないセンサーの配置を考慮する必要がある。

(iii) データロガー

操作性は良いが、運転中に確実に動作しているのかどうかICカードを交換するまで判断できないため、動作表示が必要である。制御盤内温度のデータなど、ノイズによると思われるデータの欠落が数多く出ており、ノイズ対策が必要である。又、日射量、電流、電圧、流量等積算値又は収録間隔における平均値が重要な意味を持つものがあり、これらを積算し、平均値を求める機能を付加すべきである。さらに、ポンプの1日当りの実運転時間及び総運転時間の計測、記録も重要である。

(iv) データ収録の間隔

30分間隔で各種計測値を自動的にデータロガーに収録しているが、水の使用量によって、運転時間が1～2時間の場合がある。この場合のデータの収録間隔による解析値の誤差の比率が非常に大きなものとなるので、メモリーカードの容量との関係もあるが10～15分間隔とすることが望ましい。

(v) パーソナルコンピュータ

調査団にとっては、使い易い日本仕様のものであるが、技術移転その後の運営を考えた場合、マリ国で普及しているハードウェア及びソフトウェアを使うべきである。

(vi) 使用ソフト

解析ソフト（データロガーからのデータ読み込み及び整理するソフト）は、シンプルに作られている。日本語も使われておらず、操作も単純である。しかし複数のファイルを連続して見る場合、あるいは印刷する場合、操作手続きを、毎回繰り返さなければならず、その点で操作性は悪い。

このソフトだけの編集では解析に不十分なので、他の表計算ソフト等にデータを読み込ませる必要があり編集ソフトの改善が必要である。又、主要な項目の一日データを月別にまとめ、作表するソフトが用意されていなかったため、データ整理に時間がかかり過ぎた。

(vii) その他

調査で設置する太陽光発電揚水システムは実証が目的であり、単にシステムを稼働するだけの場合と比較して、計測用の回路が追加されて構成素子も多く、複雑になっており、その分トラブル発生の確率が高くなっている。実証調査終了後も長い期間、村民の利用に供せられるべきものであり、制御、計測、表示回路は運転に必要なものと実証試験用に必要なものを分離し、実証調査終了後は実証試験用の回路をシステムより簡単にスイッチ等で切離せるようにした方が良い。

6.2.2 経済評価

(1) 維持管理のための資金積立

マリ政府は太陽光発電揚水システムを設置する井戸の選定に先立って、設置候補にあがった村落にミッションを派遣し、住民の意識調査を実施した。その際、住民の運営・維持・管理への住民参加を促す意味で、設置に伴うコストの一部住民負担の提案がなされ、Koeraは200,000CFA、Berzackは100,000CFAの徴収に同意した。さらに、ミッションの指導の下に、運営・維持を行うための井戸管理委員会及び利用者による水道利用者組合が設立された。

又、ナラの地域開発センター（CAC）に井戸管理委員会の運営に関する補助を依頼し、委員会の構成、各委員の役割、水料金制度、料金徴収方法等に関する内規が作成された。その結果、Berzack、Koera 両村で決定された水料金体系及び1994年8月末現在徴収された金額は第5.3.4節に説明した通りである。

一方、マリ国における太陽光発電揚水システムの維持管理の指導、支援を仏国の援助で設立さ

れたCEESが行ってきているが、援助の打切りに合わせ、特に施設の補修業務を民間企業に移されつつある。しかしながら、そのような民間企業の一つであるSOMIMADとの補修委託契約額は年間350,000CFA～560,000CFA/年（1993年価格）であり、設定された水料金の徴収だけでは補修契約すら締結できない状況にある。

(2) 経済評価のための輸入資機材の取扱い

太陽光発電揚水システムはディーゼル発電機を電源とする揚水システムに対し、以下の特徴がある。

- (i) 太陽光発電設備（太陽電池やインバーター等）はディーゼル発電機に比し、価格が高く、建設単価がかなり高いものになる。
- (ii) 燃料は不要であり、運転経費が格段に安い。
- (iii) 太陽発電設備は静止機であり、回転機であるディーゼル発電機に比して、故障が少ない。

しかしながら、今回設置したシステムは村落の飲雑用水、家畜用水の揚水を目的としたものであり、住民に建設費全てを負担する能力もない。事実、現在迄マリ国に設置された太陽光発電揚水システムの殆どが、外国からの無償援助や慈善事業で建設されて来ている。従って、建設費の内、輸入資機材は無償で供与されるものと仮定した。

(3) 計算のための条件

現在、Berzack、Koeraで徴収している水料金又は共同畑からの収益を便益と考えて経済評価（内部収益率の計算）を実施することは、便益がコストに比較して少なすぎる。従って、一例として実施した経済評価に考慮した項目は次のとおりである。

(a) コスト

コストとして現地工事費、運転・保守費、補修費用を考慮した。詳細は次の通り。

(i) 建設費

建設費として現地調達为建设用資機材、労務費及び輸送費を考慮する、尚、建設工事費はBerzack、Koeraにおける実績をもとに算定した。但し、これには施工管理、据付指導、調整、試験を実施した調査団員の費用は含まない。

(ii) 運転・保守費

施設の警備員のコストが主であり、昼間、夜間各1人とし、昼間の警備員は清掃等の保守作業を行うものと仮定した。

(iii) 補修費用

民間企業に補修業務を委託するものとし、SOMIMADの1993年の契約金額をベースに、付加価値税等(20%と仮定)及び1994年1月の通貨切下げによる影響を考慮して、調整を行った。

(b) 便益

Barzackにおける太陽光発電揚水システム設置前と設置後の水の使用量を次のように仮定した。

	雨期(5ヶ月)	乾期(7ヶ月)
a) 井戸の平均水位	24m	28m
b) 揚水量: 設置前	3 m ³ /日	5 m ³ /日
設置後	5 m ³ /日	10 m ³ /日
c) 設置に伴う増揚水量	300 m ³	1,075 m ³

便益として以下の項目を考慮した。

(i) システム設置前の揚水費用

システム設置前は必要な水を人力又は家畜を使って揚水していたが、設置後は不要になるので、その節約できる分を便益として見込む。尚、便益は次の条件で算出した。

- ・ 実際には子供又は女性が時間をかけて必要最少限の飲雑用水を汲み上げているわけであるが、計算の都合上、成年男子(住民)を雇うことと仮定した。
- ・ 太陽光発電揚水システムが設置されたことにより、水の汲み上げに従事していた人が他の雇用機会が得られることになるが100%振替えが、実際問題として、困難であるので上記雇用費用の50%を便益として計上する。

(ii) 家畜増による便益

太陽光発電揚水システム設置前と設置後の乾期における1日当りの揚水量をそれぞれ、5 m³/日、10 m³/日と仮定した。前者はBarzackの井戸の構造よりみて家畜及び人力によって汲み上げることのできる最大揚水可能量として推定した。又、後者は、設置後の水の需要及びフィルターの清掃を行うことによる揚水量の増加を考慮して実績値より多少多めに設定した。本経済評価では、揚水量の半分が飲雑用水で残り半分を家畜用水

と仮定したので、家畜のために使用できる水の増加分は2.5m³/日、であり、これをもとに家畜の1日当り必要量、購買価格をもとに便益を計算した。

(4) 内部収益率 (IRR)

以上の仮定のもとに20年間を対象とした内部収益率 (IRR) を計算した結果を表6.2-1に示す。計算結果ではIRRは9.4%となっているが、9.4%が高いか、低いかの判定には以下の事項を考慮する必要がある。

- (i) 建設費の内、無償援助を仮定して、輸入資機材費、輸送費、設計・施工監理・据付指示等の技術経費を除外している。従って、設備更新のための積立も考慮していない。
- (ii) ナラ地区は太陽光発電揚水システムの設置台数が少ないうえ、バマコより遠隔地にあり、民間企業がニジュール川沿いに設置されているシステムと同等の条件で補修を引き受けるか疑問である。
- (iii) 便益のうち、水汲みコストが大きな割合を占めるが、水汲みの労働力が軽減されたとしても、その分、一般労務者としての雇用機会がナラ地区では得ることが困難である。

6.2.3 維持管理体制の評価

太陽光発電揚水システムの維持管理は、従来マリ国の既存システムで採用されているように、住民による井戸管理委員会を設立し実質的な管理を担当させて、調査団及びカウンターパートが指導する体制を取った。運転、保守、維持管理に係る指導を行った期間は7ヶ月と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき、水管理、料金徴収及びその管理は低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。

今回の調査を通しての、維持管理体制の問題点及び調査団がとった対応策等について以下説明する。

(1) 井戸管理委員会

マリ国においては、太陽光発電揚水システムを設置する場合、維持・管理を目的として井戸管理委員会が各村落あるいは受益者の間で設立されて来っており、その為の助言、指導を行う担当部門が水資源水利エネルギー省の水利局の下にある。今回のBerzack、Koera両村に対しても、彼等及びナラ地区のCACが主体となって井戸管理委員会のための両村との話し合い、委員会の設立、委員

会規約の締結等を行った。両村とも協力的で、太陽光発電揚水システム運開前に井戸管理委員会を設立することができた。しかし、通常村長を始め一部の實力者により村落共同体の諸々の事項が決定されており、設立された委員会も長老中心の構成となっている。特にBerzackにこの傾向が強い。調査期間中若い世代の参入を推奨してきたが、出稼ぎなど難しい実情をかかえている様子であった。委員会そのものの活動を評価するにはあまりにも期間が短い。運開時における維持管理の基礎となる資金の積立は約束通り実行したし、その後の水料金徴収、管理に関し、カウンターパートの協力を得て機会ある毎に指導を行い、記録を正確に残す点を除いて一応評価できる状態になって来ており、引き続き指導してゆく体制を整えれば十分に維持管理ができるようになるものと思われる。

(2) 財務管理

太陽光発電揚水システムの維持・管理及び故障時の修理のため、資金を蓄積する必要がある。その為、第5章で説明したように、井戸管理委員会設立時に協議して、水料金を設定した。これにもとづいて、水料金の徴収を正確に実行させるため、水料金徴収の台帳の記帳指導を実施した。しかし財務担当者が文字、数字の読み書きができず、財務管理について成果があったとはいえない。Berzack、Koera共ナラ地区においては経済的にも比較的裕福な村である。Koeraにおいては、太陽光発電揚水システムの警備及び水管理に選任された者は読み書きが出来るため、村民全体の教育レベルについて調査しなかったが、Berzackでは村長を除き読み書きが出来る者がいないことが、運転・保守・維持管理の指導を行っている過程で判明した。そのため調査期間中Berzackにおいては調査団の費用で識字教育を実施したが、短期間で成果を得ることは困難であり、長期的に国又は地方自治体レベルの腰をすえた指導を継続していかない限り、有用な人の育成は困難と思われる。このようにして基礎教育を施した人達を管理に登用してゆくに従って、管理技術も向上することになる。

(3) CACの採用

調査団による指導は、言葉の問題（村落ではフランス語は通じず部族の言葉を使用している）及び慣習の問題により限度があるため、本調査期間中にナラの地域開発センター（CAC）に井戸管理委員会の財務管理指導を依頼した。特に今回の調査では治安問題により調査団の動きが大幅に制限を受けたので、CACの指導は委員会にとって有効であったと判断される。ただ、CACの活動資金がここ数年凍結されており、今回調査では調査団は交通費、日当等を止むを得ず負担したが、このような組織は住民の組織運営の支援のために創設されたものであり、今後はより充実した内容にすべく、国又は地方政府の強力なバックアップが必要と判断される。

(4) 水管理

日常の水料金の徴収だけでなく、1日当りの揚水量、飲料水としての使用量、家畜の使用量をより正確に把握するために、記録用の各種フォームを調査団が作成し、計器の読み方、記録の仕方を指導した。Koeraについては前述の如く読み書きが出来る警備員がその任に当たったため、一応の成果を得ることができたが、Berzackでは読み書きが出来るものが居なく、止むを得ず10才代の若い人を対象とした識字教育を実施した。教育内容は、(a) 積算流量計を読んで数字を記録する、(b) 飲雑用水を受け取った家族名が書ける程度のアルファベットの記入、(c) 水料金を計算して徴収した金額を記録する、(d) 家畜の頭数を数えて持主の名前を記入する、等が出来るだけの極く基礎的なものである。未だ実現していないが、ある程度のレベルに達した者を水管理者として登用してゆくことにより、ある程度の水管理のレベルにすることができるものと判断される。調査団が水管理用に作成した水管理記録のフォームを表6.2-2から表6.2-5に示す。

(5) 補修体制

調査期間中は調査団が不良部品の調達・取替えを実施した。本システムは本調査期間中の実証を主目的としているため十分な予備品が納入されていないので、必要に応じて調査団による購入又は納入業者の好意で、一部取替部品の提供を受けた。今後、設計条件以上の厳しい気象条件により稼働時間の増加と伴にトラブルは発生していくものと予想されるが、点検・補修作業は技術移転もかねて、常にカウンターパート及びCNESOLERの技師と共に行ったので、ハイテク製品を除く電気・機械製品の補修はマリ側で充分行えるものと判断できる。頻度が高い水もれなどの給水システムの故障は、弁・配管類の部品がマリ国でも入手可能であり部品調達の問題は少ない。一方、電気製品は日本規格に準じているため部品によっては調達が困難と思われる。特にデータロガー、インバーター、ソーラコントローラー等のハイテク製品は、一般的にあって、補修技術をいくら指導したとしても現地での補修は故障していると思われるエレメントの取替えができる程度で本格的な補修は困難であり、メーカーに送って、工場で検査・修理しなければならないのが実情である。従って、予備品としてシステムを構成している種々の交換用のエレメントが必要となるが、今回調査で納入されている予備品では十分でなく、その上代理店がマリ国になく直接日本メーカーと連絡を取ることになるため調達の時間、経費は多大なものになると予測できる。又、補修体制確立の為には部品調達費用のみならず人件費、通信交通費が必要となりその費用捻出には水料金徴収だけでは補う事ができないのは明らかであり、補修費に対する行政機関の支金援助体制が不可欠である。

6.3 家庭用システム設置サイトの選定

実証調査において、飲雑用水、家畜用水の揚水を主目的とする家庭用太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する計画である。

本調査中に既存井戸調査及び揚水試験を実施し、太陽光発電揚水システムの設置井戸2ヶ所を選定したが、その選定過程において、4ヶ所の村落がシステムを既存井戸に設置することを拒絶した。その理由として、既存のコンクリート枠製井戸は村民にとって最後の生命線となっており、これを保守しようとする住民意識が極めて強いと思われる。このように、既存井戸へ太陽光発電揚水システムを設置することは、住民意識の点で難しいことが予想される。一方、ハンドポンプの故障等により放置されているボアホールが数多くの村落にみられ、これらのボアホールへのシステム設置は歓迎するという意向が見られた。

実証調査では、この実情を踏まえ、家庭用システム設置対象井戸として、基礎調査において揚水試験を実施した既存井戸に加えて、既存ボアホールもその対象とすることは妥当と判断される。実証調査初めに基礎調査期間中に実施できなかった16ヶ所の既存井戸に対する住民意識調査と共に既存ボアホールの実態調査・住民意識調査及び揚水試験を実施して、システム設置井戸を選定する。

以下に設置サイトの選定手順を示す。

(1) 既存井戸に対する住民意識調査

基礎調査において、揚水試験機器のサイト到着が遅れたため、井戸調査の結果、太陽光発電揚水システム設置の可能性の高い8ヶ所を選んで1993年に揚水試験及び住民意識調査を実施し、Berzack、Koera両村落の井戸への設置を決定した。残り井戸（10ヶ所）に対しても1994年に揚水試験を実施しているため、Berzack、Koeraの両井戸を除いた16ヶ所の井戸に対して太陽光発電揚水システム設置に対する住民意識について調査する。

(2) 既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査

ハンドポンプが設置されなかったボアホールは大部分破損しており、使用することが困難なうえ、ハンドポンプの故障がなく使用されているボアホールへの太陽光発電揚水システムを設置することは、維持管理のための費用負担の増大に対する住民感情からいって困難が予想されるので、システム設置の対象となるボアホールとしては、ハンドポンプが故障したまま放置されているボアホールが適当と考えられる。

しかしながら、既存資料ではハンドポンプが故障しているかどうか不明であるので、太陽光発電揚水システムを設置する1次候補地として、台帳上ハンドポンプが設置されているボアホール約40ヶ所程度を選定し、使用実態、土地条件などを調査する。また、台せてボアホールに太陽光発電揚水システムを設置することに対する住民の意識調査を実施する。

(3) 既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

上記の既存ボアホール実態調査及び住民意識調査の結果にもとづいて、太陽光発電揚水システムを設置する2次候補地として、10ヶ所程度の既存ボアホールを選定し、揚水試験及び水質調査を実施する。帯水層の水理的性質を詳細に把握するため、揚水試験は長時間揚水（約3日間）とする。また、水質調査は水質分析を含むものとし、地下水利用方法の参考にすると共に、地下水開発の可能性を検討するための資料とする。

(4) 家庭用太陽光発電揚水システムの設置

基礎調査でBerzack、Koeraに設置したシステムと同じく、飲雑用水、家畜用水を主目的とした家庭用太陽光発電用水システムを既存井戸又は既存ボアホールに設置する。システムを設置する井戸又はボアホールは上記の調査にもとづいて、カウンターパート及びナラ地区の関係者と協議のうえ決定する。

6.4 太陽光発電揚水システムの概念設計

6.4.1 設計の為の基本条件

太陽光発電揚水システムの設計においては設置する地域の特徴を把握し、設計段階で適切な対策を講じる必要がある。本調査によって得られた観測・運転データの解析結果に基づき、ナラ地区における太陽光発電揚水システムの設計に際し、留意すべき基本条件について以下述べる。

(1) 最高周囲温度

過去、ナラ気象観測所で観測された最高気温は1949年5月の48℃であり、本調査期間中に測定された最高気温は45.8℃となっている。一方、太陽光発電揚水システムの観測システムで記録された外気温度は最高55℃近くまで上がっているが6.1で述べた様に外気温センサー取付け位置に問

題があると思われ実際の温度より高めに観測されていると見られる。又、制御盤内温度は55℃近くまで上昇しているが、インバーター自体の発熱及び余剰エネルギーを消費する抵抗による発熱が影響していると考えられる。以上のデータより設計最高周囲温度は55℃以上が適当と考えられるが、インバーター等、耐熱設計上対応できないものもあるので、熱交換器等の冷却システムの採用により盤内温度の上昇を抑制する対策が必要である。

(2) 設計風速

過去30年間のマリ国の気象観測データによると、記録された最大風速はGaoの33.5m/秒であり、一方ナラ地区における最大風速は27.2m/秒となっている。このデータより設計最大風速を30m/秒に低減可能である。

(3) 日射量

太陽電池出力を決定する重要な値であり、正確な把握が必要である。日照時間よりオンゲストロム式で計算された過去40年間の年平均の日射量はナラ地区では5.64kWh/m²/日となっている。本調査では9ヶ月間のデータしか回収できなかった為、年間を通したデータが得られなかったが、調査期間中の平均日射量は5.98kWh/m²/日であり、過去40年間のナラ地区での平均値5.64より高い値となっている。設計には安全側をみて5.64kWh/m²/日が太陽電池容量算出の目安と考えられるが、今後の観測データによる見直しが必要である。

(4) 太陽電池温度による出力補正

日射量と共に、太陽電池出力を決定する要因である。解析結果から最高太陽電池温度は約75℃、温度による出力係数は85%から95%となっている。設計には安全側にみて最高太陽電池温度を80℃として出力補正(0.74程度)を行うことが妥当である。

(5) 防塵対策

細かい砂塵が多いため、制御盤は防塵対策を施しても、砂塵の侵入は完全には防止できないので、継電器などの電気制御部品は防塵仕様とすることが必要である。

(6) 劣化防止対策

外気温は50℃近くになり、日射強度も年間を通して高いので、直射日光を受けるフランジ部の

パッキン等は、高温、紫外線に強い材料を使用する。

(7) ノイズ対策

データロガーの計測回路は弱電流を扱うため、外部からのノイズの影響を受けやすく観測データの信頼性を損うことになる。このノイズの影響を抑えるため、シールド付ケーブルの使用、ケーブル配線の方法等を考慮する必要がある。

6.4.2 家庭用システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールを対象として設置するシステムで、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

- －太陽電池アレイ
- －制御盤（インバーター、ソーラーコントローラー、レベルコントローラー含む）
- －水中ポンプ
- －貯水タンク
- －水汲場
- －家畜水飲場
- －避雷設備
- －データ収録装置

システムの概念図を図6.4-1に示す。

家庭用システムの設計において留意する項目を以下に述べる。

(a) 水中ポンプ

井戸の構造、計画揚水量、水位変動等の井戸諸元を考慮の上、選定井戸に最も適したポンプを採用する。

(b) 貯水タンク

給水水圧は貯水タンクの設置高さや給水配管及び流量計による圧力損失によって左右されるので全体配置レイアウトを検討の上、各蛇口において十分な水圧が得られるように貯水タンクの設置高さを決定する。一般的な目安として架台高さを最低2m確保するようにする。又、貯水タンクには水位計を取付け目視による水位確認ができるようにする。

貯水タンクの容量は、揚水量と水利用の形態、及び頻度によって決まるもので、揚水ポンプの機能を最適化とするため、貯水タンクの寸法は設置場所ごとに計算して求める必要がある。

井戸あるいはボアホールで揚水した水が家庭菜園に利用される場合は、飲料水用の貯水タンクのほかに、家庭菜園用の貯水槽が必要であり、この場合、貯水槽の給水口（貯水タンクより下位に設置）にはバルブを設ける必要があり、このバルブの開閉によって貯水タンク、あるいは貯水槽へ水が送られる。

(c) ロバ車用給水口

ロバ車用給水口を貯水タンク下流側に設置し、ポンプ停止時においても給水可能な配置とする。

(d) 水汲場

水汲場広さ7.2m×5m、蛇口高さ75cm、蛇口数9個を基本的なサイズとする。各蛇口にはホースを取付け、取水を容易にする。又、水汲場の排水が井戸に逆流しないよう、水汲場の配置及び排水経路を考慮する。

(e) 家畜水飲場

水飲場広さは、 3.84m^3 ($9.6\text{m}\times 1.0\text{m}\times 0.4\text{m}$) を基本的なサイズとし、家畜数に応じて水飲場の数を追加する。

(f) フィルター

フィルターの目詰りは揚水量に大きな影響を与え清掃にも日数がかかるため、フィルターを必要としない電磁流量計による揚水量積算を検討する。又、従来の機械式積算流量計を使用する場合には、フィルターを2台並列に設置することにより、清掃中も運転に支障がない設計とする。

(g) 一日当たり必要水量

飲雑用水や家畜用水として水を供給するには、そのために必要な水量を計算する必要がある。1日に必要な水量を計算し、揚水可能量と比較しなければならない。これにより、水の優先利用順位を決定し、また水不足の心配を解消することができる。

参考として、以下にサヘルでの一般的な水の必要量を示す。

人 間：20リットル／日／人

家畜：牛：30リットル／日／頭
山羊、羊：5リットル／日／頭
ロバ、馬：20リットル／日／頭
ラクダ：80リットル／日／頭（ラクダは1週間給水しなくても平気である）
家庭菜園：50～60m³／日／ヘクタール

(h) インバータ

インバータは、電動ポンプの出力及び太陽電池の出力を考慮して機種選定をする必要がある。

6.4.3 農業用システム

農業実証を対象とした太陽光発電揚水システムの設計は、その規模、地形、取水場の状況によって違いがあるが、基本的な設計条件は家庭用システムと変わらない。マレを灌漑に利用した農業実証が実施された場合、マレ改修による貯水池から農業用水を取水することになる。このケースにおいては、揚程が10m以下と低いので、陸上ポンプを採用するか、又は揚水場を建設するのが困難な貯水池や河川等から取水する時に適用されているフローティングポンプの採用を考える。陸上ポンプの長所は次の通りである。

- －水中ポンプよりさらに汎用性が高く、補修が簡単である。
- －電動機器部分の防水対策が不要であり、コストが安く、耐用年数が長い。
- －故障時の取替えが容易であり、停止期間を大幅に短縮できる。

一方、フローティングポンプの長所として次の点が挙げられる。

- －水面に浮かべるだけで揚水可能であり据付が簡単である。
- －取外し・移動が簡単で保守が容易である。
- －揚水場の建設が不要で土本工事の建設コストを低減できる。

又、農業用水として揚水量が多くなることが考えられるが、複数台のポンプを設置し所要揚水量を確保するとともに、運転台数を制御することにより太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。

農業用システムの詳細は、農業実証の規模、計画内容等が具体化した段階でシステム設計を行うことになるが、設計に必要な諸元として以下の項目が挙げられる。

- (a) 貯水池、農場等の一般配置図
- (b) 各構造物の寸法、特に貯水池
- (c) 作付計画に合せた月別水需要
- (d) 計画された給水方法

農業実証調査用太陽光発電揚水システムの概念図を図6.4-2に示す。

6.5 第2段階におけるシステムの運営維持管理

低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的負担能力等に加え、通信手段の不備、不便なアクセス、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等により、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。このような状況の元に、Berzack、Koeraの両施設と新規に設置する施設を対象に、ハイテク技術を駆使した太陽光発電揚水システムをいかに保守するかを、実際のシステムの運転、住民との意見交換、マリ政府関係諸機関との意見交換を通じて、策定していく必要がある。

実証調査での課題として、以下のものが考えられる。

(1) 基礎教育レベルの向上

基礎教育及び識字教育を行なうことは、実証調査の目的ではなく、国レベル、地方自治体レベルで実施するものである。しかしながら、水の管理（販売、記録等）に必要となる数字の読み書き、家族名の記入、簡単な加減算等ができる人が殆んどいない村落が存在することも事実であり、基礎調査で調査団が実施した識字教育の結果を踏まえて、システムを設置した村落の実情に合せた教育をマリ国の関係機関と協議し、マリ側にその体制を作り実施してもらう必要がある。

(2) 維持・管理用に徴収した金の記録、保管

財務管理について、CACの協力を得て、基礎調査期間中に井戸管理委員会の委員を対象に指導したが、両村落とも財務担当者が文字、数字の読み書きができず、それ迄の村落が実施して来た資金管理の方法をみても、十分な効果があったとは思われない。井戸管理委員会の委員の構成も含めて、もっと若い人を登用し、財務管理の徹底を計らせる必要がある。

徴収した金にしても、記録があいまいで、徴収した金そのものの保管も不明瞭であり、基礎調査では、管理を確実なものとするため、金庫を調査団が用意し使用させるようにした。しかしながら、これだけでは本来の目的である設備の補修に使用されずに他に流用される恐れがあり、村民も安心できる第三者又は機関での資金管理及び目的外に使用させない方策を講ずる必要がある。

(3) 村民の共同所有物に対する意識の高揚

井戸管理委員会もそうであるが、村長を始め一部の年老いた人達により村落共同体の諸々の事項が決定されており、組織が硬直化しているように見受けられる。日常の水管理業務、施設の維持管理のみならず、委員会活動にもっと若い世代の人々の登用を行ない、活性化を計る必要がある。

(4) 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

ボアホールに設置したハンドポンプは構造が簡単で、故障した場合の補修技術の困難さ、取替部品の品数、費用も太陽光発電揚水システムのそれと比較すると格段に少なくすむ。しかしながら、ナラ地区に設置された約350ヶ所のハンドポンプの内60%近くが、故障したまま放置されている状況にある。それは住民が修復の費用を負担できない、又は他に代替となる井戸がある為に、修復する意欲が不足していることに起因していると思われるが、修復のための技術者への連絡、技術者の巡回が遅かったり、補修機材の不足も、その大きな原因の一つと考えられる。このような状況の中で、実現性の高い支援体制について検討する必要がある。

表6.1-1 日別データ (1994年4月1日:BERZACK)

Daily Report

1994/04/01 BERZACK

	Tenv (Deg)	Tsc (Deg)	Tinv (Deg)	Current (A)	f (Hz)	Rad. (KW/m2)	flow (T/h)
00:00	32.4	31.6	32.0	0.00	0.0	0.002	0.00
00:30	32.2	31.3	31.8	0.00	0.0	0.001	0.00
01:00	31.5	30.6	31.6	0.00	0.0	0.002	0.00
01:30	31.1	29.9	30.9	0.00	0.0	0.001	0.00
02:00	30.6	29.5	30.4	0.00	0.0	0.001	0.00
02:30	30.2	29.0	30.0	0.00	0.0	0.000	0.00
03:00	29.8	28.4	29.6	0.00	0.0	0.000	0.00
03:30	29.2	28.2	29.2	0.00	0.0	0.000	0.00
04:00	28.9	27.6	28.7	0.00	0.0	0.000	0.00
04:30	28.4	26.8	28.4	0.00	0.0	0.000	0.00
05:00	28.1	26.1	27.9	0.00	0.0	0.000	0.00
05:30	27.2	25.9	27.4	0.00	0.0	0.000	0.00
06:00	27.2	25.4	27.0	0.00	0.0	0.000	0.00
06:30	27.3	26.1	27.1	0.00	0.0	0.007	0.00
07:00	27.4	27.0	28.0	0.00	0.0	0.060	0.00
07:30	28.6	29.2	28.0	0.00	0.0	0.156	0.00
08:00	30.0	32.7	29.6	0.00	0.0	0.274	0.00
08:30	31.3	36.1	31.4	0.00	0.0	0.405	0.00
09:00	33.1	39.2	33.5	4.13	43.5	0.533	0.60
09:30	34.7	42.4	35.3	4.20	47.8	0.649	0.85
10:00	36.7	45.7	37.7	4.17	49.2	0.753	1.16
10:30	36.8	48.4	39.7	4.15	49.2	0.829	1.10
11:00	38.0	50.1	41.0	4.14	49.2	0.880	1.08
11:30	39.0	52.4	42.1	4.14	49.1	0.923	1.36
12:00	39.6	53.7	43.0	4.15	49.1	0.947	1.29
12:30	40.9	55.1	44.1	4.14	49.1	0.942	1.09
13:00	42.1	56.4	44.9	4.15	49.1	0.928	1.04
13:30	42.1	56.4	45.4	4.13	49.0	0.911	0.93
14:00	42.9	56.0	46.0	4.12	49.0	0.886	1.08
14:30	43.8	55.0	46.3	4.20	49.0	0.796	1.89
15:00	43.6	54.4	46.6	4.22	49.0	0.719	0.90
15:30	44.3	53.7	46.4	4.23	49.0	0.706	0.74
16:00	42.1	48.1	45.8	0.00	0.0	0.290	0.00
16:30	41.2	46.3	44.0	0.00	0.0	0.305	0.00
17:00	41.0	45.2	42.5	0.00	0.0	0.332	0.00
17:30	39.6	41.3	41.3	0.00	0.0	0.171	0.00
18:00	38.4	38.4	40.0	0.00	0.0	0.078	0.00
18:30	37.1	36.7	37.4	0.00	0.0	0.028	0.00
19:00	35.8	35.0	35.8	0.00	0.0	0.006	0.00
19:30	34.7	33.5	34.7	0.00	0.0	0.004	0.00
20:00	33.5	32.5	33.5	0.00	0.0	0.004	0.00
20:30	32.6	31.6	32.6	0.00	0.0	0.003	0.00
21:00	32.0	30.8	31.8	0.00	0.0	0.002	0.00
21:30	31.2	30.2	31.2	0.00	0.0	0.002	0.00
22:00	30.8	29.6	30.8	0.00	0.0	0.001	0.00
22:30	29.9	28.9	30.1	0.00	0.0	0.001	0.00
23:00	29.3	28.3	29.5	0.00	0.0	0.000	0.00
23:30	28.8	27.6	29.0	0.00	0.0	0.000	0.00

1994/04/01 BERZACK

	Tenv (Deg)	Tsc (Deg)	Tinv (Deg)	Current (A)	f (Hz)	Rad. (KW/m2)	flow (T/h)
Min	27.2	25.4	27.0	0.00	0.0	0.000	0.00
Max	44.3	56.4	46.6	4.23	49.2	0.947	1.89
Ave	34.3	37.6	35.2	1.21	14.2	0.282	0.31
Int	--	--	--	29.14	--	6.769	7.50

No. of Data : 48

	Maximum (yy/mm/dd hh/mm)	Minimum (yy/mm/dd hh/mm)
Tenv (Deg)	44.3 (94/04/01 15:30)	27.2 (94/04/01 06:00)
Tsc (Deg)	56.4 (94/04/01 13:00)	25.4 (94/04/01 06:00)
Tinv (Deg)	46.6 (94/04/01 16:00)	27.0 (94/04/01 06:00)
Current (A)	4.23 (94/04/01 15:30)	0.00 (94/04/01 00:00)
f (Hz)	49.2 (94/04/01 10:00)	0.0 (94/04/01 00:00)
Rad. (KW/m2)	0.947 (94/04/01 12:00)	0.000 (94/04/01 03:30)
flow (T/h)	1.89 (94/04/01 14:30)	0.00 (94/04/01 00:00)

Daily Report

表G.1-2 月別データ (1994年4月: KOERA)

Monthly Report

1994/04 KOERA

	Tenv (Deg)	Tsc (Deg)	Tinv (Deg)	Current (A)	f (Hz)	Rad. (KW/m2)	flow (T/h)
00:00	29.2	26.7	26.1	0.00	0.0	0.001	0.00
00:30	28.9	26.6	26.4	0.00	0.0	0.001	0.00
01:00	28.5	26.2	25.1	0.00	0.0	0.001	0.00
01:30	28.1	25.7	25.6	0.00	0.0	0.001	0.00
02:00	27.7	25.4	23.8	0.00	0.0	0.000	0.00
02:30	27.2	24.7	23.4	0.00	0.0	0.000	0.00
03:00	27.0	24.4	23.8	0.00	0.0	0.000	0.00
03:30	26.7	24.3	23.5	0.00	0.0	0.000	0.00
04:00	26.4	24.2	21.9	0.00	0.0	0.000	0.00
04:30	26.0	23.7	21.6	0.00	0.0	0.000	0.00
05:00	25.4	23.1	21.4	0.00	0.0	0.000	0.00
05:30	25.1	22.6	21.9	0.00	0.0	0.000	0.00
06:00	24.7	22.3	22.2	0.00	0.0	0.000	0.00
06:30	24.8	22.6	21.2	0.00	0.0	0.014	0.00
07:00	25.6	24.6	29.1	0.19	0.0	0.069	0.00
07:30	27.8	28.8	23.5	0.00	0.0	0.170	0.00
08:00	30.4	34.6	26.3	0.00	0.0	0.281	0.00
08:30	32.5	39.3	27.2	0.00	0.0	0.393	0.00
09:00	32.3	43.4	32.2	2.16	20.0	0.503	1.25
09:30	33.3	46.0	35.6	3.16	29.9	0.579	1.96
10:00	34.4	50.0	37.6	4.68	44.7	0.712	3.16
10:30	36.2	53.0	39.6	4.47	43.1	0.763	3.17
11:00	37.4	56.0	41.4	4.85	46.9	0.847	3.56
11:30	38.6	58.9	42.7	4.89	47.5	0.903	3.65
12:00	39.2	59.9	43.9	4.88	47.5	0.915	3.60
12:30	41.0	62.0	45.5	4.74	46.0	0.915	3.51
13:00	41.5	63.2	46.4	4.88	47.4	0.912	3.60
13:30	42.1	63.0	46.9	4.83	46.7	0.857	3.47
14:00	43.1	63.0	47.9	4.76	45.7	0.799	3.31
14:30	42.7	60.7	48.0	4.35	41.5	0.708	2.91
15:00	42.9	59.8	48.3	3.91	36.8	0.627	2.44
15:30	42.5	57.8	48.5	3.90	36.1	0.557	2.20
16:00	44.8	55.6	48.4	1.67	14.7	0.451	0.92
16:30	45.3	52.5	47.9	0.00	0.0	0.346	0.00
17:00	44.4	48.9	47.3	0.00	0.0	0.246	0.00
17:30	43.2	44.9	46.2	0.00	0.0	0.151	0.00
18:00	41.7	41.3	43.9	0.08	0.0	0.074	0.00
18:30	39.5	38.0	41.1	0.00	0.0	0.027	0.00
19:00	37.5	35.1	38.4	0.00	0.0	0.009	0.00
19:30	35.9	33.3	36.6	0.00	0.0	0.006	0.00
20:00	34.5	31.7	35.1	0.00	0.0	0.005	0.00
20:30	33.3	30.5	33.7	0.00	0.0	0.004	0.00
21:00	32.4	29.7	32.9	0.00	0.0	0.003	0.00
21:30	31.8	29.0	32.1	0.00	0.0	0.003	0.00
22:00	31.0	28.4	30.6	0.00	0.0	0.002	0.00
22:30	30.6	27.9	30.1	0.00	0.0	0.002	0.00
23:00	30.1	27.6	29.6	0.00	0.0	0.001	0.00
23:30	29.6	27.1	29.1	0.00	0.0	0.001	0.00

1994/04 KOERA

	Tenv (Deg)	Tsc (Deg)	Tinv (Deg)	Current (A)	f (Hz)	Rad. (KW/m2)	flow (T/h)
Min	24.7	22.3	21.2	0.00	0.0	0.000	0.00
Max	45.3	63.2	48.5	4.89	47.5	0.915	3.65
Ave	33.9	38.5	34.2	1.30	12.4	0.268	0.89
Int	--	--	--	935.91	--	192.869	640.54

No. of Data : 1440

	Maximum (Deg)	(yy/mm/dd hh/mm)	Minimum (Deg)	(yy/mm/dd hh/mm)
Tenv	51.7	(94/04/18 14:30)	16.9	(94/04/07 02:00)
Tsc	74.9	(94/04/29 13:30)	13.0	(94/04/07 02:00)
Tinv	100.0	(94/04/07 07:00)	0.0	(94/04/01 00:00)
Current (A)	5.27	(94/04/09 07:00)	0.00	(94/04/01 00:00)
f (Hz)	48.6	(94/04/02 11:00)	0.0	(94/04/01 00:00)
Rad. (KW/m2)	1.047	(94/04/03 12:00)	0.000	(94/04/01 03:30)
flow (T/h)	4.09	(94/04/02 11:30)	0.00	(94/04/01 00:00)

表6.1-3 太陽光システム運転実績 (バルザック) :94年2月-9月

月	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(KW/m2)			ポンプ流量(T/h)			揚水量(T)		ポンプ 運転時間(h)	井戸水位 (m)
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	日積算	月積算		
2	46.80	13.50	27.45	67.20	11.30	30.44	47.30	14.70	28.54	4.66	1.18	482.26	49.40	13.20	1.14	0.27	6.50	110.53	2.48	0.38	9.15	155.60	111.00	26.73	
3	51.60	14.10	29.72	70.40	11.90	33.44	49.70	14.90	30.75	4.44	1.25	927.40	49.50	14.13	1.14	0.28	6.66	206.58	3.19	0.35	8.34	258.47	219.50	27.40	
4	51.90	14.80	34.11	71.10	12.80	37.81	51.80	16.40	34.80	4.34	1.23	884.54	49.40	14.10	1.06	0.27	6.44	193.25	1.89	0.32	7.60	227.99	211.50	27.23	
5	55.00	17.00	35.07	75.00	14.60	38.89	54.50	17.60	35.80	4.68	1.13	842.22	49.30	12.80	1.00	0.25	5.91	183.23	1.63	0.24	5.85	181.44	201.00	27.31	
6	52.80	21.10	34.08	70.50	20.30	38.08	53.80	24.50	35.66	4.74	1.01	629.80	49.20	11.37	1.04	0.24	5.76	150.57	3.40	0.21	5.09	132.27	150.50	27.35	
7	43.10	19.10	29.55	66.40	18.90	33.95	43.90	20.10	30.43	4.97	0.31	232.15	49.20	3.09	1.08	0.23	5.56	172.22	4.50	0.17	4.12	127.62	55.00	27.60	
8	43.50	20.00	27.77	75.00	19.70	32.64	42.00	13.10	28.73	4.98	0.19	137.17	49.30	1.88	1.14	0.22	5.22	161.91	4.82	0.10	2.27	70.25	32.50	27.62	
9	43.90	20.30	28.85	75.00	20.10	34.49	44.00	16.20	29.74	4.90	0.10	68.91	48.40	0.94	1.14	0.25	5.94	178.27	4.69	0.06	1.36	40.67	15.50	-	
最高	55.00	21.10	35.07	75.00	20.30	38.89	54.50	24.50	35.80	4.98	1.25	927.40	49.50	14.13	1.14	0.28	6.66	206.58	4.82	0.38	9.15	258.47	219.50	27.62	
最低	43.10	13.50	27.45	66.40	11.30	30.44	42.00	13.10	28.54	4.34	0.10	68.91	48.40	0.94	1.00	0.22	5.22	110.53	1.63	0.06	1.36	40.67	15.50	26.73	
平均	48.58	17.49	30.83	71.33	16.20	34.97	48.38	17.19	31.81	4.71	0.80	525.56	49.21	8.94	1.09	0.25	6.00	169.57	3.33	0.23	5.47	149.29	124.56	27.32	
合計												4,204.45						1,356.56				1,194.31	996.50		

表6.1-4 太陽光システム運転実績（ベルザック）：94年2月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(L/min)			ポンプ 運転時間(h)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12	38.60	15.20	24.90	53.50	12.70	28.20	40.00	16.10	26.10	4.59	0.00	1.03	24.74	49.30	0.00	11.00	0.94	0.00	0.26	6.23	2.41	0.00	0.43	10.30	5.50	
13	39.40	15.90	26.20	53.60	13.90	29.30	42.00	17.30	27.70	4.57	0.00	1.28	30.64	49.20	0.00	13.70	0.89	0.00	0.25	5.89	2.29	0.00	0.43	10.30	7.00	
14	39.20	17.20	27.20	53.50	15.70	30.20	42.40	18.40	28.60	4.60	0.00	1.28	30.72	49.20	0.00	13.80	0.92	0.00	0.25	6.04	2.36	0.00	0.46	11.01	7.00	
15	43.80	20.30	29.70	56.60	18.50	32.70	44.80	20.90	30.70	4.66	0.00	1.20	28.72	49.20	0.00	12.90	0.95	0.00	0.25	6.01	2.37	0.00	0.47	11.17	6.50	
16	39.40	21.80	29.00	52.10	19.80	31.60	42.40	22.30	30.20	4.60	0.00	1.11	26.62	49.30	0.00	11.90	0.96	0.00	0.24	5.82	2.48	0.00	0.42	9.99	6.00	
17	33.70	17.90	25.40	46.80	15.70	28.00	37.60	18.50	27.00	4.52	0.00	1.28	30.61	49.30	0.00	14.00	0.96	0.00	0.27	6.56	2.25	0.00	0.45	10.85	7.00	
18	34.60	16.40	24.60	49.30	14.80	27.80	37.50	16.60	26.00	4.44	0.00	1.35	32.32	49.40	0.00	15.00	1.00	0.00	0.29	6.94	2.07	0.00	0.44	10.54	7.50	
19	35.50	16.00	25.00	50.70	13.90	28.20	39.30	14.70	26.40	4.34	0.00	1.31	31.46	49.40	0.00	15.10	1.03	0.00	0.30	7.08	1.36	0.00	0.32	7.68	7.50	
20	41.50	16.70	27.40	56.30	15.00	30.80	41.60	17.60	28.30	4.37	0.00	1.33	31.96	49.40	0.00	15.10	1.03	0.00	0.30	7.15	1.51	0.00	0.36	8.53	7.50	
21	40.70	19.10	28.00	55.70	17.10	30.70	42.00	19.50	28.80	4.39	0.00	1.25	29.98	49.30	0.00	14.00	1.01	0.00	0.28	6.74	1.47	0.00	0.34	8.14	7.00	
22	40.80	14.90	27.10	56.50	12.20	29.70	41.70	16.10	27.70	4.45	0.00	0.81	19.50	49.40	0.00	9.10	1.14	0.00	0.28	6.67	1.61	0.00	0.27	6.58	4.50	
23	41.30	15.70	26.90	55.30	13.30	29.40	41.90	16.30	27.40	4.41	0.00	0.99	23.88	49.30	0.00	11.10	1.11	0.00	0.31	7.45	1.82	0.00	0.32	7.71	5.50	
24	40.30	13.50	27.20	59.80	11.30	30.30	44.50	15.20	28.40	4.46	0.00	1.17	28.10	49.40	0.00	13.10	1.04	0.00	0.28	6.69	1.69	0.00	0.37	9.00	6.50	
25	42.90	15.40	28.00	62.70	13.40	30.60	45.70	16.80	29.10	4.46	0.00	1.08	25.94	49.30	0.00	11.90	1.12	0.00	0.25	6.00	1.61	0.00	0.34	8.22	6.00	
26	45.00	18.70	29.60	61.20	16.10	32.50	46.80	19.20	30.60	4.43	0.00	1.11	26.65	49.20	0.00	11.90	1.04	0.00	0.25	5.99	1.70	0.00	0.33	7.82	6.00	
27	46.80	17.30	30.20	67.20	15.30	33.90	47.30	18.70	31.00	4.43	0.00	1.17	28.17	49.20	0.00	13.00	0.98	0.00	0.27	6.45	1.58	0.00	0.34	8.08	6.50	
28	44.20	18.00	30.20	59.40	16.20	33.60	46.30	19.70	31.20	4.41	0.00	1.34	32.25	49.30	0.00	14.80	1.07	0.00	0.28	6.83	1.70	0.00	0.40	9.68	7.50	
29																										
30																										
31																										
最高	46.80	21.80	30.20	67.20	19.80	33.90	47.30	22.30	31.20	4.66	0.00	1.35	32.32	49.40	0.00	15.10	1.14	0.00	0.31	7.45	2.48	0.00	0.47	11.17	7.50	
最低	33.70	13.50	24.60	46.80	11.30	27.80	37.50	14.70	26.00	4.34	0.00	0.81	19.50	49.20	0.00	9.10	0.89	0.00	0.24	5.82	1.36	0.00	0.27	6.58	4.50	
平均	40.45	17.06	27.45	55.89	14.99	30.44	42.58	17.88	28.54	4.48	0.00	1.18	28.37	49.30	0.00	13.02	1.01	0.00	0.27	6.50	1.90	0.00	0.38	9.15	6.53	
合計													482.26							110.53					155.60	111.00

表6.1-5 太陽光システム運転実績 (ベルザック) :94年3月

月日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御盤内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力効率(%)			日射強度(W/m ²)			ポンプ流量(l/min)			ポンプ 運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	40.00	16.50	26.90	54.90	14.30	30.10	43.20	17.40	28.60	4.35	0.00	1.25	29.94	49.30	0.00	14.00	1.00	0.00	0.28	6.67	1.57	0.00	0.37	8.80	7.00
2	31.80	17.40	24.20	45.60	15.40	26.90	36.10	18.00	26.20	4.44	0.00	1.06	25.47	49.30	0.00	11.70	0.96	0.00	0.23	5.52	1.43	0.00	0.25	6.06	6.00
3	38.60	15.20	24.70	54.40	12.40	28.50	40.30	16.00	26.50	4.44	0.00	1.17	27.97	49.40	0.00	13.20	1.14	0.00	0.29	6.97	1.62	0.00	0.40	9.64	6.00
4	34.80	14.10	24.00	51.20	11.90	27.40	38.30	14.90	25.30	4.33	0.00	1.23	29.56	49.50	0.00	14.10	1.03	0.00	0.30	7.31	1.48	0.00	0.34	8.26	7.50
5	36.60	15.80	25.20	53.20	13.60	28.70	39.40	16.40	26.60	4.33	0.00	1.41	33.75	49.40	0.00	16.00	1.03	0.00	0.31	7.41	1.41	0.00	0.36	8.73	8.00
6	39.10	14.10	26.00	60.30	11.90	30.20	42.10	15.50	27.50	4.32	0.00	1.41	33.79	49.40	0.00	15.90	1.04	0.00	0.30	7.28	1.65	0.00	0.43	10.33	8.00
7	43.30	16.60	28.70	65.00	14.20	31.70	44.90	17.90	29.30	4.34	0.00	1.15	27.54	49.30	0.00	12.60	1.05	0.00	0.23	5.58	1.68	0.00	0.29	7.02	6.50
8	42.40	21.50	29.90	65.80	20.50	34.00	44.20	22.20	30.70	4.40	0.00	1.25	30.02	49.20	0.00	14.00	0.96	0.00	0.26	6.33	1.63	0.00	0.35	8.38	7.00
9	38.40	20.10	28.40	56.00	18.10	32.10	41.40	20.80	29.80	4.28	0.00	1.32	31.66	49.30	0.00	15.00	0.99	0.00	0.29	6.88	1.69	0.00	0.42	10.00	7.50
10	42.00	24.00	30.90	57.50	22.20	34.60	42.80	24.10	31.80	4.36	0.00	1.16	27.77	49.20	0.00	13.20	0.98	0.00	0.27	6.47	1.67	0.00	0.41	9.88	6.50
11	45.40	21.60	31.80	60.10	19.80	35.10	45.80	22.30	32.50	4.33	0.00	1.32	31.75	49.20	0.00	14.90	0.93	0.00	0.27	6.36	1.53	0.00	0.34	8.10	7.50
12	47.00	24.00	33.20	65.20	22.80	37.50	47.00	24.20	33.80	4.35	0.00	1.24	29.76	49.30	0.00	14.00	1.00	0.00	0.29	6.90	1.53	0.00	0.37	8.89	7.00
13	47.40	20.80	31.80	69.10	18.80	36.30	47.40	21.40	32.80	4.36	0.00	1.36	32.62	49.30	0.00	15.00	0.98	0.00	0.29	7.00	1.46	0.00	0.38	9.06	7.50
14	39.90	19.70	28.40	63.40	18.00	33.40	42.40	20.50	29.80	4.35	0.00	1.33	31.95	49.30	0.00	15.00	0.98	0.00	0.29	6.88	1.48	0.00	0.38	9.13	7.50
15	37.80	18.30	27.10	58.40	16.70	31.70	41.50	19.10	28.60	4.33	0.00	1.33	31.82	49.40	0.00	15.10	1.03	0.00	0.30	7.07	1.53	0.00	0.40	9.50	7.50
16	39.00	20.60	27.60	55.30	18.80	30.70	42.00	20.90	29.00	4.33	0.00	0.97	23.25	49.20	0.00	10.70	0.95	0.00	0.22	5.31	1.51	0.00	0.25	5.91	5.50
17	38.70	21.40	28.80	57.00	20.30	32.20	42.80	21.50	30.10	4.35	0.00	1.33	31.81	49.30	0.00	15.00	1.02	0.00	0.28	6.79	1.51	0.00	0.38	9.10	7.50
18	38.30	19.40	28.60	56.00	17.60	32.10	41.80	19.80	29.60	4.30	0.00	1.31	31.54	49.30	0.00	14.80	1.04	0.00	0.28	6.73	1.45	0.00	0.34	8.25	7.50
19	37.50	18.60	27.70	52.80	16.20	31.20	40.30	19.60	29.00	4.33	0.00	1.31	31.39	49.30	0.00	15.20	0.99	0.00	0.30	7.22	1.46	0.00	0.38	9.24	7.50
20	37.80	17.00	26.70	56.50	14.60	30.90	40.80	17.60	28.10	4.33	0.00	1.39	33.41	49.30	0.00	16.00	0.98	0.00	0.31	7.33	1.36	0.00	0.38	9.09	8.00
21	36.90	16.80	26.50	52.70	14.40	30.10	40.20	17.40	27.80	4.28	0.00	1.29	31.08	49.30	0.00	15.10	1.02	0.00	0.31	7.48	1.40	0.00	0.36	8.58	7.50
22	39.60	16.00	26.90	61.80	13.90	31.70	41.80	16.20	28.10	4.25	0.00	1.39	33.46	49.40	0.00	16.10	1.03	0.00	0.32	7.67	1.35	0.00	0.36	8.54	8.00
23	44.90	18.50	30.90	67.00	16.50	35.70	45.10	19.40	31.40	4.26	0.00	1.39	33.46	49.30	0.00	16.00	1.05	0.00	0.31	7.53	1.42	0.00	0.36	8.74	8.00
24	46.40	26.10	33.30	62.00	25.80	36.30	47.30	26.20	33.70	4.25	0.00	1.04	25.04	49.10	0.00	11.40	1.14	0.00	0.22	5.22	1.50	0.00	0.22	5.33	6.00
25	43.50	27.00	33.30	57.20	26.40	36.50	46.60	27.20	33.90	4.37	0.00	0.88	21.15	49.30	0.00	10.20	0.94	0.00	0.22	5.27	1.36	0.00	0.26	6.28	5.00
26	43.10	26.30	33.80	57.90	25.30	36.80	46.50	26.60	34.80	4.30	0.00	1.05	25.24	49.20	0.00	11.70	0.91	0.00	0.23	5.53	1.35	0.00	0.26	6.16	6.00
27	43.80	24.40	33.10	58.00	22.50	36.50	46.90	24.90	34.20	4.31	0.00	1.23	29.40	49.20	0.00	14.00	0.94	0.00	0.27	6.54	1.46	0.00	0.33	8.03	7.00
28	46.80	23.40	33.90	64.50	21.90	38.30	47.60	24.40	34.70	4.25	0.00	1.23	29.45	49.20	0.00	14.00	0.95	0.00	0.27	6.58	1.35	0.00	0.32	7.67	7.00
29	50.30	25.80	36.00	70.40	24.00	40.10	49.70	26.00	36.00	4.29	0.00	1.32	31.60	49.20	0.00	15.00	0.99	0.00	0.30	7.09	1.39	0.00	0.34	8.20	7.50
30	49.80	26.10	36.20	63.20	24.70	39.50	49.30	26.30	36.30	4.25	0.00	1.31	31.33	49.20	0.00	15.00	0.98	0.00	0.29	6.97	1.51	0.00	0.36	8.57	7.50
31	51.60	27.80	36.70	63.80	26.60	39.90	49.70	27.60	36.60	4.31	0.00	1.23	29.42	49.20	0.00	14.10	1.04	0.00	0.28	6.70	3.19	0.00	0.37	9.00	7.00
最高	51.60	27.80	36.70	70.40	26.60	40.10	49.70	27.60	36.60	4.44	0.00	1.41	33.79	49.50	0.00	16.10	1.14	0.00	0.32	7.67	3.19	0.00	0.43	10.33	8.00
最低	31.80	14.10	24.00	45.60	11.90	26.90	36.10	14.90	25.30	4.25	0.00	0.88	21.15	49.10	0.00	10.20	0.91	0.00	0.22	5.22	1.35	0.00	0.22	5.33	5.00
平均	41.69	20.48	29.72	59.23	18.71	33.44	43.72	21.04	30.75	4.32	0.00	1.25	29.92	49.28	0.00	14.13	1.00	0.00	0.28	6.66	1.55	0.00	0.35	8.34	7.08
合計													927.40							206.58				258.47	219.50

表6.1-6 太陽光システム運転実績 (ベルザック) :94年4月

月日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御盤内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力電流(A)			日射強度(kWh/m ²)			ポンプ流量(m ³ /h)			ポンプ 運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	44.30	27.20	34.30	56.40	25.40	37.60	46.60	27.00	35.20	4.23	0.00	1.21	29.14	49.20	0.00	14.20	0.95	0.00	0.28	6.77	1.89	0.00	0.31	7.50	7.00
2	40.40	21.10	29.80	56.80	19.50	33.60	43.10	20.80	31.00	4.25	0.00	1.29	31.08	49.30	0.00	15.20	0.98	0.00	0.30	7.22	1.48	0.00	0.35	8.48	7.50
3	41.70	16.70	29.30	56.00	14.30	32.90	43.40	17.40	30.30	4.25	0.00	1.29	30.98	49.30	0.00	15.20	1.00	0.00	0.31	7.33	1.41	0.00	0.35	8.49	7.50
4	37.10	23.80	29.00	47.20	21.80	31.20	41.20	24.00	30.40	4.18	0.00	1.11	26.75	49.30	0.00	13.10	0.85	0.00	0.24	5.78	1.41	0.00	0.30	7.12	6.50
5	36.90	18.80	26.80	52.30	17.20	30.10	41.10	19.60	28.60	4.21	0.00	1.28	30.74	49.30	0.00	15.00	0.98	0.00	0.28	6.68	1.38	0.00	0.31	7.54	7.50
6	42.00	14.80	27.60	67.70	12.80	32.60	43.10	16.40	28.70	4.23	0.00	1.29	31.02	49.40	0.00	15.20	1.03	0.00	0.31	7.39	1.63	0.00	0.36	8.64	7.50
7	45.40	17.20	30.70	69.00	14.20	34.90	47.70	17.80	31.40	4.23	0.00	1.30	31.24	49.30	0.00	15.10	0.98	0.00	0.30	7.13	1.61	0.00	0.32	7.76	7.50
8	46.40	24.60	33.60	59.50	23.20	36.60	48.40	24.60	34.20	4.22	0.00	1.13	27.01	49.20	0.00	13.00	0.89	0.00	0.25	6.07	1.72	0.00	0.30	7.10	6.50
9	45.00	27.30	34.90	56.60	26.30	37.60	46.80	27.30	35.50	4.23	0.00	1.13	27.15	49.20	0.00	13.00	0.82	0.00	0.24	5.80	1.71	0.00	0.29	6.88	6.50
10	37.40	26.20	30.80	45.60	23.90	31.90	38.40	26.60	31.30	4.14	0.00	0.13	3.22	44.90	0.00	0.90	0.52	0.00	0.08	1.84	0.61	0.00	0.01	0.31	0.50
11	47.60	21.20	33.30	61.50	19.00	36.30	47.80	22.40	33.70	4.24	0.00	1.30	31.32	49.20	0.00	14.90	0.95	0.00	0.27	6.53	1.42	0.00	0.32	7.69	7.50
12	48.40	25.60	35.50	65.70	23.80	39.20	49.50	25.80	35.90	4.27	0.00	1.30	31.28	49.20	0.00	14.90	0.93	0.00	0.27	6.48	1.37	0.00	0.33	7.91	7.50
13	50.40	26.40	36.20	68.20	24.90	41.30	50.40	27.00	36.80	4.28	0.00	1.23	29.44	49.10	0.00	13.90	0.89	0.00	0.25	6.01	1.37	0.00	0.31	7.56	7.00
14	47.10	24.50	34.20	65.10	22.90	38.10	48.70	24.70	35.30	4.26	0.00	1.31	31.34	49.20	0.00	15.00	0.92	0.00	0.28	6.73	1.56	0.00	0.36	8.68	7.50
15	50.80	22.60	34.50	66.50	20.90	38.90	49.60	23.10	35.30	4.26	0.00	1.31	31.45	49.20	0.00	15.00	0.91	0.00	0.29	6.90	1.55	0.00	0.36	8.71	7.50
16	51.10	24.00	35.60	67.70	22.10	39.80	50.40	24.50	36.00	4.31	0.00	1.40	33.62	49.20	0.00	15.90	0.94	0.00	0.29	6.91	1.44	0.00	0.36	8.62	8.00
17	50.10	24.30	35.50	67.20	22.90	39.20	50.10	24.70	35.90	4.31	0.00	1.23	29.57	49.20	0.00	14.20	0.91	0.00	0.27	6.37	1.37	0.00	0.35	8.38	7.00
18	50.10	25.60	36.70	69.10	23.60	41.90	50.80	26.30	37.40	4.34	0.00	1.32	31.68	49.10	0.00	15.00	0.93	0.00	0.28	6.82	1.39	0.00	0.36	8.55	7.50
19	51.90	24.20	36.10	67.90	22.60	40.30	50.80	24.60	36.40	4.33	0.00	1.32	31.58	49.20	0.00	15.10	0.94	0.00	0.29	6.96	1.48	0.00	0.37	8.88	7.50
20	51.20	25.00	36.10	69.60	23.00	41.30	50.60	25.10	36.70	4.27	0.00	1.32	31.67	49.10	0.00	15.00	0.94	0.00	0.29	7.03	1.38	0.00	0.36	8.63	7.50
21	47.20	26.10	35.70	64.80	24.60	39.80	48.50	26.40	36.10	4.29	0.00	1.31	31.46	49.20	0.00	15.10	0.92	0.00	0.29	6.96	1.44	0.00	0.38	9.01	7.50
22	49.10	25.30	36.10	69.30	23.70	40.40	49.70	26.00	36.70	4.31	0.00	1.31	31.47	49.20	0.00	15.00	1.06	0.00	0.29	7.05	1.35	0.00	0.34	8.26	7.50
23	48.70	28.50	37.30	62.50	27.70	40.90	49.50	28.50	37.50	4.27	0.00	1.31	31.52	49.20	0.00	15.10	0.95	0.00	0.30	7.23	1.36	0.00	0.37	8.86	7.50
24	48.90	24.00	36.30	60.10	22.10	39.10	49.50	24.30	36.60	4.26	0.00	1.30	31.21	49.20	0.00	14.90	0.94	0.00	0.28	6.64	1.40	0.00	0.32	7.61	7.50
25	44.80	26.90	36.10	55.20	24.70	38.90	47.10	27.80	36.90	4.25	0.00	1.22	29.19	49.20	0.00	13.90	0.83	0.00	0.25	5.90	1.35	0.00	0.28	6.79	7.00
26	50.50	26.40	37.30	60.80	24.80	40.00	50.10	26.60	37.30	4.28	0.00	1.31	31.48	49.20	0.00	14.70	0.85	0.00	0.25	6.01	1.45	0.00	0.32	7.60	7.50
27	49.80	28.30	37.90	71.00	26.90	41.60	51.80	28.70	38.60	4.25	0.00	1.04	25.03	49.10	0.00	11.50	0.86	0.00	0.22	5.35	1.42	0.00	0.21	5.05	6.00
28	51.00	27.10	37.20	65.50	25.00	40.60	51.50	27.30	37.60	4.30	0.00	1.22	29.31	49.20	0.00	14.00	0.89	0.00	0.26	6.20	1.36	0.00	0.27	6.56	7.00
29	49.60	27.60	36.30	71.10	26.70	41.50	50.80	27.80	37.00	4.28	0.00	1.32	31.59	49.20	0.00	14.90	0.91	0.00	0.27	6.38	1.23	0.00	0.30	7.16	7.50
30	41.50	25.50	32.50	57.30	24.60	36.20	45.00	25.90	33.80	4.24	0.00	1.29	30.98	49.20	0.00	15.10	0.94	0.00	0.28	6.80	1.29	0.00	0.32	7.66	7.50
31																									
最高	51.90	28.50	37.90	71.10	27.70	41.90	51.80	28.70	38.60	4.34	0.00	1.40	33.62	49.40	0.00	15.90	1.06	0.00	0.31	7.39	1.89	0.00	0.38	9.01	8.00
最低	36.90	14.80	26.80	45.60	12.80	30.10	38.40	16.40	28.60	4.18	0.00	0.13	3.22	44.90	0.00	0.90	0.52	0.00	0.08	1.84	0.61	0.00	0.01	0.31	0.50
平均	46.55	24.23	34.11	62.44	22.50	37.81	47.73	24.63	34.80	4.16	0.00	1.23	29.48	49.07	0.00	14.10	0.91	0.00	0.27	6.44	1.43	0.00	0.32	7.60	7.05
合計												884.54								193.25				227.99	211.50

表6.1-7 太陽光システム運転実績 (ベルザック) :94年5月

月日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御室内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力電圧(V)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(加)			持水量(t)	ポンプ 運転時間(h)		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	42.40	19.90	30.60	61.00	17.50	34.80	44.20	20.80	31.60	4.22	0.00	1.38	33.01	49.30	0.00	16.10	0.98	0.00	0.30	7.23	1.36	0.00	0.35	8.50	8.00
2	39.60	21.60	29.40	53.30	19.00	32.40	42.80	21.80	30.80	4.68	0.00	1.30	31.21	49.30	0.00	13.90	0.91	0.00	0.27	6.46	1.55	0.00	0.30	7.24	7.50
3	40.70	17.00	28.40	59.70	15.60	32.70	42.00	18.60	29.90	4.20	0.00	1.37	32.85	49.30	0.00	15.90	1.00	0.00	0.30	7.13	1.50	0.00	0.32	7.65	8.00
4	45.10	17.00	29.50	67.00	14.60	34.60	45.10	17.60	30.60	4.30	0.00	1.38	33.22	49.30	0.00	16.10	0.96	0.00	0.31	7.33	1.57	0.00	0.34	8.09	8.00
5	48.20	17.70	32.30	66.70	15.50	36.30	47.70	18.50	32.50	4.24	0.00	1.39	33.29	49.30	0.00	16.10	0.95	0.00	0.30	7.13	1.56	0.00	0.34	8.16	8.00
6	46.20	23.40	34.20	57.90	21.50	37.00	45.90	23.40	34.30	4.22	0.00	1.21	28.95	49.20	0.00	13.80	0.92	0.00	0.24	5.85	1.45	0.00	0.24	5.83	7.00
7	48.40	25.00	36.30	68.10	25.00	40.70	50.10	27.20	37.20	4.27	0.00	1.05	25.16	49.20	0.00	11.90	0.86	0.00	0.23	5.46	1.56	0.00	0.23	5.61	6.00
8	40.40	21.90	28.40	61.10	21.10	30.70	41.50	22.50	29.40	4.24	0.00	0.39	9.39	49.20	0.00	3.90	0.76	0.00	0.13	3.03	1.25	0.00	0.07	1.62	2.00
9	46.60	25.60	34.70	65.70	24.50	39.90	48.10	26.00	35.50	4.23	0.00	1.22	29.27	49.30	0.00	14.10	0.91	0.00	0.26	6.32	1.57	0.00	0.30	7.20	7.00
10	53.00	26.60	37.80	72.00	24.60	42.80	52.70	26.50	38.20	4.27	0.00	1.23	29.41	49.10	0.00	14.00	0.91	0.00	0.27	6.49	1.33	0.00	0.28	6.61	7.00
11	52.20	27.50	37.50	72.20	25.70	42.30	51.80	27.70	37.80	4.27	0.00	0.96	23.15	49.10	0.00	11.10	0.92	0.00	0.26	6.13	1.38	0.00	0.22	5.30	5.50
12	46.10	28.50	35.40	62.40	27.70	38.50	47.40	28.90	36.00	4.23	0.00	0.93	22.31	49.20	0.00	9.90	0.89	0.00	0.21	5.08	1.63	0.00	0.22	5.27	5.00
13	44.20	26.50	35.20	58.80	24.70	38.60	47.10	27.20	36.30	4.21	0.00	1.03	24.80	49.10	0.00	12.10	0.86	0.00	0.25	5.97	1.33	0.00	0.25	6.11	6.00
14	50.00	28.80	37.80	66.60	27.20	42.10	50.30	29.40	38.50	4.28	0.00	1.22	29.21	49.00	0.00	13.80	0.84	0.00	0.24	5.78	1.52	0.00	0.28	6.71	7.00
15	49.50	27.40	37.80	65.80	25.60	41.00	51.70	28.00	38.30	4.29	0.00	1.26	30.31	49.10	0.00	13.80	0.84	0.00	0.24	5.81	1.56	0.00	0.27	6.41	7.00
16	51.00	29.20	38.90	72.10	27.50	42.50	51.90	29.40	39.20	4.24	0.00	1.13	27.16	49.10	0.00	12.90	0.91	0.00	0.25	6.06	1.20	0.00	0.25	5.88	7.00
17	55.00	29.00	39.10	72.80	27.80	43.70	53.90	29.10	39.50	4.25	0.00	1.31	31.36	49.10	0.00	14.80	0.99	0.00	0.28	6.62	1.18	0.00	0.26	6.32	7.50
18	47.40	28.10	36.80	64.70	27.60	39.90	50.00	28.50	37.60	4.29	0.00	1.13	27.23	49.10	0.00	12.70	0.93	0.00	0.23	5.42	1.14	0.00	0.21	5.09	6.50
19	49.20	27.90	38.30	64.60	25.50	42.40	50.70	28.50	38.90	4.26	0.00	1.31	31.48	49.10	0.00	14.70	0.88	0.00	0.27	6.42	1.09	0.00	0.25	5.91	7.50
20	40.00	26.30	32.30	48.50	23.60	33.60	41.60	26.70	32.70	4.17	0.00	0.34	8.26	47.30	0.00	3.70	0.58	0.00	0.12	2.81	0.79	0.00	0.04	0.90	2.00
21	48.50	23.90	34.60	60.80	21.70	38.40	48.40	24.70	35.70	4.26	0.00	1.30	31.10	49.20	0.00	14.90	0.88	0.00	0.27	6.56	1.28	0.00	0.29	7.01	7.50
22	52.70	25.10	37.20	75.00	23.60	41.30	51.60	25.50	37.50	4.31	0.00	1.31	31.47	49.20	0.00	14.90	0.89	0.00	0.28	6.70	1.22	0.00	0.29	6.92	7.50
23	54.70	27.80	39.00	70.10	26.00	42.90	54.50	28.00	39.40	4.30	0.00	1.22	29.36	49.10	0.00	14.00	0.86	0.00	0.26	6.30	1.09	0.00	0.24	5.74	7.00
24	52.40	30.60	39.40	65.60	29.30	43.50	53.60	30.60	40.00	4.27	0.00	1.31	31.36	49.10	0.00	14.80	0.88	0.00	0.27	6.45	1.14	0.00	0.25	5.99	7.50
25	42.80	30.50	36.50	53.60	29.80	39.10	45.50	30.50	37.10	4.25	0.00	0.95	22.78	49.10	0.00	10.90	0.76	0.00	0.22	5.27	1.32	0.00	0.20	4.80	5.50
26	48.00	31.60	37.80	60.90	31.30	41.40	49.90	31.50	38.40	4.19	0.00	1.12	29.96	49.10	0.00	12.80	0.80	0.00	0.23	5.50	1.24	0.00	0.21	5.09	6.50
27	48.50	28.40	35.10	67.40	28.00	39.10	50.30	28.90	36.20	4.27	0.00	1.05	25.22	49.10	0.00	11.90	0.79	0.00	0.22	5.30	1.32	0.00	0.22	5.25	6.00
28	43.00	25.30	32.80	57.60	24.60	36.30	45.90	25.70	34.20	4.17	0.00	1.03	24.74	49.10	0.00	11.50	0.99	0.00	0.22	5.18	1.23	0.00	0.17	4.17	6.00
29	49.50	26.20	33.50	70.90	24.80	37.30	50.70	26.60	34.20	4.24	0.00	0.79	18.92	49.10	0.00	9.00	0.96	0.00	0.22	5.17	1.22	0.00	0.19	4.56	4.50
30	45.30	26.00	33.50	59.40	25.00	38.00	47.40	26.40	34.70	4.23	0.00	1.30	31.11	49.20	0.00	14.80	0.89	0.00	0.27	6.37	1.17	0.00	0.24	5.81	7.50
31	49.50	28.10	37.00	68.60	27.30	41.80	51.10	28.30	37.70	4.28	0.00	1.05	25.17	49.10	0.00	11.90	0.88	0.00	0.25	5.94	1.22	0.00	0.24	5.69	6.00
最高	55.00	31.60	39.40	75.00	31.30	43.70	54.50	31.50	40.00	4.68	0.00	1.39	33.29	49.30	0.00	16.10	1.00	0.00	0.31	7.33	1.63	0.00	0.35	8.50	8.00
最低	39.60	17.00	28.40	48.50	14.60	30.70	41.50	17.60	29.40	4.17	0.00	0.34	8.26	47.30	0.00	3.70	0.58	0.00	0.12	2.81	0.79	0.00	0.04	0.90	2.00
平均	47.42	25.75	35.07	64.22	24.30	38.89	48.56	26.23	35.80	4.26	0.00	1.13	27.17	49.10	0.00	12.80	0.88	0.00	0.25	5.91	1.32	0.00	0.24	5.85	6.48
合計													842.22							183.23				181.44	201.00

表6.1-8 太陽光システム運転実績（ベルザック）：94年6月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(m ³ /h)			ポンプ 運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	52.80	28.50	39.20	69.90	27.10	43.40	53.80	28.70	39.60	4.27	0.00	1.13	27.20	49.10	0.00	13.00	0.83	0.00	0.24	5.87	1.20	0.00	0.25	5.89	
2	50.00	30.10	37.70	64.20	28.80	41.50	51.30	30.10	38.50	4.28	0.00	1.13	27.16	49.10	0.00	12.90	0.85	0.00	0.24	5.83	1.26	0.00	0.23	5.56	
3	48.80	26.50	36.10	63.00	25.90	40.40	49.40	27.00	37.10	4.25	0.00	1.13	27.19	49.10	0.00	13.00	0.84	0.00	0.25	5.98	1.13	0.00	0.24	5.68	
4	49.60	28.20	36.20	68.90	27.40	41.30	51.10	28.40	37.30	4.29	0.00	1.22	29.38	49.10	0.00	14.10	0.85	0.00	0.26	6.16	1.19	0.00	0.28	6.72	
5	41.60	24.90	31.40	56.00	24.10	35.90	44.20	25.30	33.10	4.24	0.00	1.29	30.97	49.20	0.00	14.70	0.80	0.00	0.25	5.94	1.17	0.00	0.24	5.81	
6	39.50	24.00	31.40	54.50	23.20	35.10	42.90	24.50	32.60	4.17	0.00	1.16	27.82	49.20	0.00	12.00	0.90	0.00	0.21	4.94	1.16	0.00	0.14	3.34	
7	43.90	28.50	35.20	56.70	28.10	38.90	46.50	28.70	36.30	4.26	0.00	1.13	27.13	49.20	0.00	13.00	0.84	0.00	0.25	6.11	1.24	0.00	0.27	6.56	
8	38.70	25.60	31.50	50.60	25.20	34.40	41.60	26.00	32.70	4.18	0.00	1.03	24.80	49.20	0.00	11.40	0.86	0.00	0.21	5.08	1.30	0.00	0.18	4.27	
9	47.60	26.40	35.20	63.10	25.40	39.40	48.80	26.60	36.20	4.29	0.00	1.13	27.05	49.10	0.00	13.00	0.85	0.00	0.25	6.01	1.20	0.00	0.24	5.67	
10	43.60	25.60	34.40	56.60	24.60	38.20	46.30	26.50	35.50	4.21	0.00	1.21	28.99	49.20	0.00	13.80	0.86	0.00	0.26	6.21	1.38	0.00	0.27	6.41	
11	46.40	27.30	35.30	59.90	27.30	39.70	48.00	27.70	36.50	4.19	0.00	1.21	29.05	49.20	0.00	13.80	0.87	0.00	0.26	6.29	1.24	0.00	0.26	6.23	
12	43.60	26.50	31.00	61.20	25.00	34.20	46.20	26.90	32.00	4.64	0.00	0.96	23.08	49.20	0.00	10.10	0.89	0.00	0.20	4.74	1.17	0.00	0.20	4.82	
13	41.80	24.60	32.30	56.70	24.30	36.70	45.60	25.00	33.90	4.16	0.00	1.20	28.74	49.20	0.00	14.00	1.04	0.00	0.27	6.40	1.19	0.00	0.27	6.38	
14	44.10	26.10	34.80	54.20	25.30	37.30	46.90	26.40	35.60	4.20	0.00	0.86	20.66	49.10	0.00	9.60	0.77	0.00	0.20	4.71	1.08	0.00	0.15	3.54	
15	44.80	28.60	35.40	58.50	28.20	38.90	46.60	28.60	36.30	4.28	0.00	1.13	27.07	49.10	0.00	12.50	0.78	0.00	0.22	5.36	1.10	0.00	0.20	4.75	
16	43.70	28.40	35.40	58.60	27.80	39.60	46.70	28.60	36.60	4.25	0.00	1.12	26.99	49.10	0.00	12.90	0.84	0.00	0.25	5.91	1.03	0.00	0.21	5.11	
17	45.30	23.40	33.90	55.10	23.80	37.30	47.60	24.70	35.10	4.23	0.00	1.12	27.00	49.20	0.00	13.00	0.76	0.00	0.24	5.64	1.04	0.00	0.22	5.30	
18	41.00	26.40	33.40	60.00	26.20	37.80	45.80	26.80	35.10	4.21	0.00	1.17	28.02	49.20	0.00	13.00	0.81	0.00	0.25	5.88	1.02	0.00	0.22	5.28	
19	44.50	25.10	34.20	66.10	23.70	39.60	46.70	25.50	35.60	4.24	0.00	1.30	31.25	49.20	0.00	14.90	0.88	0.00	0.27	6.36	0.99	0.00	0.23	5.49	
20	49.40	26.10	34.90	70.50	24.60	39.60	50.80	26.50	35.70	4.28	0.00	1.22	29.17	49.20	0.00	13.80	0.86	0.00	0.24	5.79	0.93	0.00	0.22	5.22	
21	46.30	25.70	36.20	58.30	24.30	39.60	48.60	26.10	37.00	4.20	0.00	1.12	26.83	49.10	0.00	12.60	0.87	0.00	0.24	5.66	0.94	0.00	0.16	3.85	
22	46.30	29.20	35.60	59.20	29.00	39.40	46.00	28.80	36.30	4.21	0.00	0.95	22.88	49.20	0.00	11.00	0.90	0.00	0.25	5.89	0.93	0.00	0.17	4.04	
23																								0.00	
24																									
25																									
26																									
27	39.00	27.10	32.00	55.70	26.30	35.80				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.25	6.10	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	36.80	21.10	28.10	52.40	20.30	32.10				4.74	0.00	0.76	18.16	49.00	0.00	7.90	0.90	0.00	0.24	5.78	3.39	0.00	0.40	9.59	
29	39.00	24.20	31.20	59.40	22.90	35.80				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.24	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	42.50	27.00	34.20	58.50	26.40	38.30				4.65	0.00	0.55	13.21	47.20	0.00	5.60	0.89	0.00	0.26	6.21	3.40	0.00	0.28	6.76	
31																									
最高	52.80	30.10	39.20	70.50	29.00	43.40	53.80	30.10	39.60	4.74	0.00	1.30	31.25	49.20	0.00	14.90	1.04	0.00	0.27	6.40	3.40	0.00	0.40	9.59	
最低	36.80	21.10	28.10	50.60	20.30	32.10	41.60	24.50	32.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.20	4.71	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	44.25	26.35	34.08	59.53	25.58	38.08	47.34	26.97	35.66	3.96	0.00	1.01	24.22	45.30	0.00	11.37	0.86	0.00	0.24	5.79	1.22	0.00	0.21	5.09	
合計													629.80								150.57			132.27	150.50

(注) 6/23～6/26：非戸さらい実施により停止

表6.1-9 太陽光システム運転実績 (ベルザック) :94年7月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御室内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力回送数(回)			日照強度(W/m ²)			ポンプ流量(L/h)			ポンプ 運転時間(h)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1	35.50	26.10	31.10	42.70	26.70	33.40				4.50	0.00	0.44	10.67	45.90	0.00	4.50	0.74	0.00	0.18	4.27	3.02	0.00	0.17	4.12	2.50	
2	40.50	24.80	32.10	53.70	24.00	36.00				4.60	0.00	0.19	4.56	46.40	0.00	1.90	0.89	0.00	0.22	5.38	3.96	0.00	0.12	2.89	1.50	
3	34.30	19.10	25.50	50.10	18.90	28.60				0.85	0.00	0.02	0.42	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.14	3.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4	36.50	20.90	27.10	59.70	20.80	32.60				4.84	0.00	0.20	4.76	47.90	0.00	2.00	0.98	0.00	0.22	5.36	4.50	0.00	0.17	4.01	1.50	
5	42.20	23.50	31.40	66.40	22.40	37.80				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.00	0.28	6.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6	40.80	26.00	32.50	56.50	25.20	36.90				4.59	0.00	0.90	21.60	46.60	0.00	9.10	0.83	0.00	0.23	5.44	3.16	0.00	0.37	8.83	5.00	
7	38.70	26.10	31.60	54.90	25.50	35.30				4.94	0.00	0.47	11.25	49.10	0.00	4.70	0.96	0.00	0.25	6.04	4.28	0.00	0.27	6.52	2.50	
8	37.30	25.70	30.20	49.90	25.50	33.30				0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.74	0.00	0.19	4.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
9	31.80	19.40	26.10	42.20	19.20	28.00	33.60	20.10	27.00	0.08	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.10	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
10	36.50	21.90	28.30	56.00	21.10	33.00	38.90	22.40	29.70	4.81	0.00	0.57	13.59	48.10	0.00	5.70	0.92	0.00	0.23	5.62	4.15	0.00	0.36	8.61	3.00	
11	39.20	22.80	30.00	60.80	22.00	35.50	40.50	23.20	30.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.27	6.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12	35.00	20.80	28.40	51.80	20.70	32.10	37.30	22.30	29.60	4.61	0.00	0.37	8.92	46.70	0.00	3.80	0.90	0.00	0.21	5.00	3.28	0.00	0.22	5.37	2.00	
13	40.10	24.20	30.70	56.30	23.50	35.20	42.60	24.40	31.80	4.60	0.00	0.19	4.60	46.40	0.00	1.90	0.80	0.00	0.25	5.93	3.30	0.00	0.14	3.25	1.00	
14	37.20	25.40	30.70	52.30	24.80	34.60	39.50	25.80	31.50	4.59	0.00	0.37	8.80	45.90	0.00	3.70	0.85	0.00	0.26	6.20	3.10	0.00	0.19	4.62	2.00	
15	39.00	23.70	30.40	57.90	22.90	35.30	41.50	24.10	31.50	4.72	0.00	0.20	4.69	46.80	0.00	1.90	0.88	0.00	0.27	6.44	3.52	0.00	0.15	3.51	1.00	
16	40.90	25.00	31.40	54.30	23.90	35.50	42.30	25.40	32.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.84	0.00	0.24	5.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17	40.90	23.30	30.30	60.50	22.40	35.70	42.80	23.70	31.50	4.64	0.00	0.46	11.03	47.00	0.00	4.60	0.87	0.00	0.26	6.32	3.43	0.00	0.25	6.05	2.50	
18	40.40	24.90	30.10	56.80	23.90	34.50	42.50	25.40	31.70	4.74	0.00	0.28	6.64	47.50	0.00	2.80	0.96	0.00	0.21	5.01	3.81	0.00	0.14	3.35	1.50	
19	43.10	24.80	31.70	62.70	23.20	37.20	43.90	25.10	32.60	4.89	0.00	0.28	6.83	48.40	0.00	2.80	0.98	0.00	0.27	6.58	4.39	0.00	0.25	6.09	1.50	
20	40.40	24.30	29.90	60.00	23.50	34.10	42.60	21.10	31.10	4.52	0.00	0.50	12.02	45.60	0.00	4.60	0.98	0.00	0.23	5.48	2.93	0.00	0.21	4.96	3.50	
21	40.20	22.80	28.90	55.20	21.80	33.00	41.70	23.30	30.20	4.46	0.00	0.45	10.86	45.00	0.00	4.60	0.81	0.00	0.24	5.81	2.62	0.00	0.22	5.16	2.50	
22	37.30	22.20	28.20	61.50	21.70	33.90	39.00	22.20	29.30	4.97	0.00	0.30	7.12	49.20	0.00	2.90	1.08	0.00	0.25	6.02	4.43	0.00	0.22	5.33	1.50	
23	33.70	21.50	26.80	52.50	21.20	30.20	36.50	22.30	28.10	4.72	0.00	0.56	13.46	47.70	0.00	5.60	0.92	0.00	0.20	4.87	3.88	0.00	0.34	8.06	3.00	
24	36.40	21.20	28.30	59.40	20.20	34.80	39.30	21.40	29.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.88	0.00	0.27	6.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
25	42.10	25.70	32.20	59.50	25.40	37.60	42.90	25.90	33.30	4.68	0.00	0.63	15.03	47.60	0.00	5.50	0.91	0.00	0.28	6.64	3.63	0.00	0.27	6.38	3.50	
26	40.60	26.40	33.00	57.00	25.60	37.80	42.90	26.70	34.00	4.60	0.00	0.46	11.09	47.00	0.00	4.70	0.89	0.00	0.27	6.49	3.27	0.00	0.27	6.36	2.50	
27	36.70	21.30	25.70	51.40	20.80	28.30	38.60	21.70	26.70	4.66	0.00	0.45	10.91	47.30	0.00	4.60	1.07	0.00	0.18	4.42	3.52	0.00	0.21	5.08	2.50	
28	36.60	21.40	27.50	58.10	20.40	31.80	38.00	21.70	28.40	4.43	0.00	0.27	6.47	44.20	0.00	2.70	1.03	0.00	0.22	5.22	2.71	0.00	0.11	2.72	1.50	
29	39.80	23.10	30.50	62.70	21.70	36.10	41.10	23.60	31.60	4.75	0.00	0.56	13.33	48.20	0.00	5.60	1.04	0.00	0.28	6.65	3.82	0.00	0.32	7.78	3.00	
30	33.60	20.60	26.30	53.40	19.90	30.50	35.40	21.00	27.20	4.74	0.00	0.28	6.76	48.00	0.00	2.80	0.90	0.00	0.21	5.10	3.84	0.00	0.19	4.45	1.50	
31	37.70	22.80	29.10	51.90	21.60	33.70	39.50	23.10	30.00	4.59	0.00	0.28	6.70	46.00	0.00	2.80	0.87	0.00	0.27	6.40	3.22	0.00	0.17	4.12	1.50	
最高	43.10	26.40	33.00	66.40	26.70	37.80	43.90	26.70	34.00	4.97	0.00	0.90	21.60	49.20	0.00	9.10	1.08	0.00	0.28	6.65	4.50	0.00	0.37	8.83	5.00	
最低	31.80	19.10	25.50	42.20	18.90	28.00	33.60	20.10	26.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.10	2.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	38.23	23.28	29.55	55.75	22.59	33.95	40.13	23.30	30.43	3.65	0.00	0.31	7.49	36.40	0.00	3.09	0.88	0.00	0.23	5.56	2.77	0.00	0.17	4.12	1.77	
合計													232.15							172.22					127.62	55.00

表6.1-10 太陽光システム運転実績 (ベルザック) :94年8月

月日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御室内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(T/h)			排水量(T)	ポンプ運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1	37.20	24.90	30.20	50.70	24.50	33.70	38.90	25.10	30.90	4.67	0.00	0.19	4.43	46.60	0.00	1.80	0.87	0.00	0.25	5.94	3.43	0.00	0.07	1.71	1.00	
2	37.10	25.10	29.60	54.70	24.60	32.90	39.30	25.30	30.60	4.65	0.00	0.63	15.02	46.80	0.00	6.30	0.80	0.00	0.20	4.89	2.83	0.00	0.18	4.22	3.50	
3	33.70	21.40	26.10	54.90	20.50	29.40	36.70	22.00	27.70	4.50	0.00	0.53	12.65	45.50	0.00	5.10	0.88	0.00	0.16	3.94	3.00	0.00	0.15	3.56	3.00	
4	39.20	21.60	29.50	61.80	20.40	35.30	39.80	22.00	30.60	4.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.26	6.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	31.70	20.00	25.80	41.20	19.70	27.20	33.50	18.90	26.60	4.02	0.00	0.08	2.01	37.60	0.00	0.80	0.48	0.00	0.09	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
6	35.40	20.90	27.20	59.10	19.90	32.50	37.50	20.90	28.50	4.80	0.00	0.65	15.49	48.50	0.00	6.50	0.99	0.00	0.26	6.14	4.04	0.00	0.35	8.42	3.50	
7	38.30	22.10	28.20	61.60	21.30	34.50	39.40	22.70	30.00	4.97	0.00	0.19	4.50	49.20	0.00	1.90	1.05	0.00	0.23	5.44	4.69	0.00	0.10	2.39	1.00	
8	38.70	23.10	28.70	64.20	22.30	35.10	39.60	23.50	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	0.24	5.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	32.70	23.10	26.80	50.30	21.70	30.40	35.10	19.80	28.10	4.96	0.00	0.30	7.22	49.30	0.00	3.00	1.14	0.00	0.20	4.69	4.82	0.00	0.26	6.27	1.50	
10	35.30	21.20	27.60	54.70	20.50	33.40	37.90	21.50	29.00	4.17	0.00	0.09	2.08	41.40	0.00	0.90	1.02	0.00	0.25	5.93	0.87	0.00	0.02	0.43	0.50	
11	35.60	21.60	26.40	55.80	21.20	30.20	37.50	22.50	27.60	4.98	0.00	0.55	13.27	49.20	0.00	5.50	1.11	0.00	0.18	4.30	4.73	0.00	0.30	7.23	3.00	
12	38.10	21.80	27.80	65.60	21.20	34.00	38.90	22.10	28.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.23	5.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13	38.10	20.70	26.20	61.10	20.90	30.50	39.10	21.90	27.40	4.93	0.00	0.55	13.17	49.20	0.00	5.50	1.14	0.00	0.21	5.03	4.65	0.00	0.23	5.60	3.00	
14	34.70	21.00	26.70	59.00	19.90	32.20	37.50	21.00	27.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.23	5.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15	34.70	21.40	24.60	51.30	20.80	27.40	37.20	13.10	25.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.00	0.15	3.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
16	36.70	20.90	27.90	65.70	20.10	34.60	39.10	21.30	29.00	4.82	0.00	0.28	6.67	48.10	0.00	2.80	1.02	0.00	0.24	5.83	4.26	0.00	0.18	4.23	1.50	
17	41.50	22.80	29.60	65.40	21.50	35.40	40.60	13.20	30.00	4.64	0.00	0.10	2.32	46.40	0.00	1.00	0.98	0.00	0.25	6.08	3.86	0.00	0.08	1.93	0.50	
18	41.20	23.20	30.50	60.80	21.60	36.10	40.50	23.70	31.30	4.61	0.00	0.37	8.77	46.30	0.00	3.70	0.94	0.00	0.28	6.78	3.46	0.00	0.20	4.72	2.00	
19	38.40	24.80	30.80	56.50	23.80	36.00	40.10	25.20	31.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.28	6.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	35.60	21.60	28.40	49.10	21.20	32.00	37.80	23.20	29.70	4.75	0.00	0.38	9.21	47.20	0.00	3.80	0.86	0.00	0.23	5.51	4.06	0.00	0.31	7.38	2.00	
21	25.90	20.20	22.50	32.10	20.20	23.20	27.20	20.50	22.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.05	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22	37.60	21.70	28.30	64.90	21.00	35.20	38.30	21.90	28.80	0.46	0.00	0.01	0.23	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00	0.24	5.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
23	43.50	22.90	30.90	72.00	21.70	38.00	41.50	23.10	31.30	4.55	0.00	0.36	8.74	46.20	0.00	3.70	0.94	0.00	0.29	6.93	3.40	0.00	0.21	5.00	2.00	
24	37.90	21.30	26.80	57.80	20.60	30.90	40.60	21.80	27.90	0.18	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.22	5.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
25	38.30	21.40	27.10	68.00	20.70	33.90	37.70	21.80	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.23	5.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
26	42.50	22.00	27.90	75.00	20.80	34.60	42.00	22.30	28.60	4.59	0.00	0.37	8.82	46.30	0.00	3.70	0.98	0.00	0.25	6.11	3.52	0.00	0.21	5.15	2.50	
27	38.80	21.90	26.80	64.80	20.90	31.00	39.10	22.50	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.00	0.18	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	30.40	22.50	24.70	45.40	21.20	27.00	31.20	23.10	25.20	4.95	0.00	0.23	2.48	49.00	0.00	2.20	0.83	0.00	0.15	1.62	4.02	0.00	0.18	2.01	0.50	
29	40.50	22.10	29.50	61.40	21.10	36.10	39.70	22.70	30.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.30	7.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	39.40	23.60	29.30	56.80	22.20	33.60	39.80	24.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.25	5.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
31	39.90	21.00	28.40	67.10	20.10	35.40	38.90	21.20	29.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.26	6.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
最高	43.50	25.10	30.90	75.00	24.60	38.00	42.00	25.30	31.70	4.98	0.00	0.65	15.49	49.30	0.00	6.50	1.14	0.00	0.30	7.19	4.82	0.00	0.35	8.42	3.50	
最低	25.90	20.00	22.50	32.10	19.70	23.20	27.20	13.10	22.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.05	1.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	37.05	22.06	27.77	58.35	21.23	32.64	38.13	21.74	28.73	2.59	0.00	0.19	4.42	25.57	0.00	1.88	0.94	0.00	0.22	5.22	1.92	0.00	0.10	2.27	1.05	
合計													137.17							161.91					70.25	32.50

表6.1-11 太陽光システム運転実績（ベルザック）：94年9月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日照強度(kW/m ²)			ポンプ流量(T/h)			ポンプ運転時間(h)		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均			
1	41.10	22.60	30.10	69.30	21.00	36.80	41.00	23.00	30.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.12	0.00	0.32	7.71	0.00	0.00	0.00	0.00	
2	42.80	22.80	30.70	75.00	21.40	37.50	42.30	23.40	31.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.09	0.00	0.26	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	39.80	24.40	30.70	62.90	22.90	35.50	43.00	24.90	32.10	4.46	0.18	4.28	43.80	0.00	1.80	0.92	0.00	0.26	6.23	2.89	0.00	0.07	1.73	
4	38.30	23.60	30.10	58.30	23.00	35.50	39.80	24.30	31.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02	0.00	0.28	6.76	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	39.20	24.20	30.50	57.40	23.40	35.30	40.40	24.70	31.30	4.50	0.27	6.44	44.70	0.00	2.70	0.95	0.00	0.26	6.12	3.09	0.00	0.14	3.42	
6	39.20	23.50	30.20	58.40	22.30	35.30	40.90	24.20	31.30	4.75	0.19	4.55	46.80	0.00	1.90	1.04	0.00	0.27	6.36	4.14	0.00	0.13	3.13	
7	35.50	23.40	28.60	55.50	22.20	32.40	38.80	24.20	29.90	4.09	0.09	2.04	40.50	0.00	0.80	1.07	0.00	0.23	5.51	0.51	0.00	0.01	0.25	
8	43.90	22.30	31.70	70.70	21.10	38.50	44.00	23.00	32.30	4.49	0.27	6.52	44.80	0.00	2.70	1.07	0.00	0.29	6.89	3.10	0.00	0.15	3.57	
9	42.30	23.10	28.40	66.90	22.10	33.30	43.00	23.60	29.40	4.63	0.19	4.51	45.90	0.00	1.90	0.99	0.00	0.22	5.38	3.69	0.00	0.13	3.17	
10	39.40	22.10	28.90	62.00	21.10	34.80	39.50	21.70	29.40	4.50	0.19	4.67	45.00	0.00	1.80	0.96	0.00	0.28	6.79	3.19	0.00	0.12	2.80	
11	42.10	21.60	29.20	63.50	20.40	35.30	42.70	21.60	29.90	4.43	0.09	2.21	44.00	0.00	0.90	0.95	0.00	0.28	6.69	2.78	0.00	0.06	1.40	
12	35.40	21.80	26.20	64.40	20.60	31.40	36.50	16.20	27.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.22	5.20	0.00	0.00	0.00	0.00	
13	33.10	22.10	25.10	51.50	21.10	27.50	32.10	22.70	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.11	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	42.90	22.80	29.30	70.00	22.20	36.20	41.50	23.00	29.60	4.90	0.39	9.47	48.40	0.00	3.80	1.14	0.00	0.27	6.43	4.69	0.00	0.28	6.77	
15	43.20	21.20	29.60	70.60	20.70	36.00	42.70	22.10	30.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.27	6.45	0.00	0.00	0.00	0.00	
16	38.90	22.00	29.00	64.60	20.60	35.70	40.00	22.10	29.70	4.54	0.36	8.68	45.20	0.00	3.60	0.97	0.00	0.29	7.03	3.27	0.00	0.19	4.55	
17	41.70	22.40	29.50	67.30	21.60	36.10	41.30	22.70	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.27	6.49	0.00	0.00	0.00	0.00	
18	41.60	20.30	29.50	71.80	20.30	35.30	41.80	22.40	30.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.26	6.34	0.00	0.00	0.00	0.00	
19	39.60	21.00	27.50	69.30	20.10	35.10	40.00	21.30	28.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.00	0.26	6.33	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	31.70	22.60	25.40	53.10	21.60	28.50	34.70	23.00	26.70	4.08	0.09	2.04	40.30	0.00	0.80	0.76	0.00	0.13	3.13	0.70	0.00	0.01	0.35	
21	36.60	21.70	26.80	65.50	21.40	33.00	39.30	22.60	28.30	4.76	0.29	7.06	47.40	0.00	2.80	1.10	0.00	0.26	6.20	4.32	0.00	0.25	6.10	
22	35.90	20.70	26.00	65.60	20.50	31.10	37.20	20.70	26.80	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.04	0.00	0.20	4.74	0.00	0.00	0.00	0.00	
23	37.60	22.90	27.10	63.00	22.10	31.60	39.00	23.50	28.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	0.17	4.17	0.00	0.00	0.00	0.00	
24	38.30	22.80	27.90	62.50	21.70	33.10	38.80	23.00	28.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07	0.00	0.22	5.31	0.00	0.00	0.00	0.00	
25	39.60	21.90	28.60	65.60	20.20	35.20	40.40	22.30	29.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	0.29	6.95	0.00	0.00	0.00	0.00	
26	42.60	21.70	30.10	72.10	20.30	37.40	42.50	22.20	31.00	4.45	0.27	6.44	44.10	0.00	2.70	0.96	0.00	0.28	6.70	3.02	0.00	0.14	3.43	
27	41.40	23.20	30.80	64.20	21.90	36.20	43.50	23.90	31.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.27	6.47	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	42.70	22.50	30.90	68.20	21.10	37.10	42.50	23.40	31.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	0.00	0.27	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	
29	40.60	23.00	29.50	65.80	21.90	35.30	42.20	23.80	30.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.08	0.00	0.24	5.70	0.00	0.00	0.00	0.00	
30	41.60	22.30	27.50	67.90	21.30	32.70	42.60	23.50	28.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.21	5.03	0.00	0.00	0.00	0.00	
31																								
最高	43.90	24.40	31.70	75.00	23.40	38.50	44.00	24.90	32.30	4.90	0.39	9.47	48.40	0.00	3.80	1.14	0.00	0.32	7.71	4.69	0.00	0.28	6.77	
最低	31.70	20.30	25.10	51.50	20.10	27.50	32.10	16.20	25.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.11	2.68	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	39.62	22.42	28.85	64.76	21.40	34.49	40.47	22.77	29.74	1.95	0.10	2.30	19.36	0.00	0.94	1.01	0.00	0.25	5.94	1.31	0.00	0.06	1.36	
合計												68.91							178.27				40.67	15.50

表6.1-12 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年2月-9月

月	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(T/h)			揚水量(T)			ポンプ 運転時間(h)	井戸水位 (m)
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	平均	標計(Ah)	最高	平均	最低	最高	平均	最低	最高	平均	最高	平均	最低	最高		
2	45.30	15.30	28.70	66.70	12.20	32.51	46.80	15.10	28.21	5.72	0.66	217.25	47.80	5.56	1.05	0.26	5.91	82.70	8.11	0.84	19.72	276.07	45.00	5.08		
3	50.10	14.40	29.65	72.60	10.70	33.85	51.80	17.30	27.85	5.34	1.16	865.72	48.70	10.88	1.11	0.26	6.29	195.06	5.73	0.88	21.25	655.80	180.50	5.46		
4	51.70	16.90	33.85	74.90	13.00	38.51	52.80	21.70	34.17	5.27	1.30	935.91	48.60	12.39	1.05	0.27	6.43	192.87	4.09	0.89	21.35	640.54	198.50	5.82		
5	53.30	15.90	33.69	75.70	12.30	38.56	54.60	17.40	34.70	4.95	0.96	716.59	48.60	9.17	1.02	0.23	5.62	174.24	3.94	0.57	13.65	423.07	156.50	6.00		
6	51.20	19.40	32.58	71.40	19.20	37.82	53.60	20.50	34.26	4.90	0.76	544.40	48.70	7.17	1.04	0.22	5.37	161.09	2.75	0.28	6.83	204.79	120.00	5.93		
7	44.80	17.80	29.34	72.00	19.40	34.65	49.70	20.30	30.95	5.34	0.26	148.06	46.30	2.26	0.90	0.15	3.55	85.21	8.32	0.23	5.57	133.65	34.00	5.25		
8	41.20	19.50	26.83	71.80	18.20	31.62	43.00	20.30	28.62	5.47	0.08	62.61	45.20	0.67	0.52	0.05	1.16	36.04	9.86	0.12	2.97	92.02	18.00	3.15		
9	45.50	15.00	28.33	72.60	19.60	34.33	100.00	0.00	30.83	5.65	0.12	84.16	46.50	0.91	1.14	0.13	3.16	91.71	8.30	0.16	3.80	110.17	29.00	-		
最高	53.30	19.50	33.85	75.70	19.60	38.56	100.00	21.70	34.70	5.72	1.30	935.91	48.70	12.39	1.14	0.27	6.43	195.06	9.86	0.89	21.35	655.80	198.50	6.00		
最低	41.20	14.40	26.83	66.70	10.70	31.62	43.00	0.00	27.85	4.90	0.08	62.61	45.20	0.67	0.52	0.05	1.16	36.04	2.75	0.12	2.97	92.02	18.00	3.15		
平均	47.89	16.78	30.37	72.21	15.58	35.23	56.54	16.58	31.20	5.33	0.66	446.84	47.55	6.13	0.98	0.20	4.69	127.37	6.39	0.50	11.89	317.01	97.69	5.24		
累計												3,574.70						1,018.92				2,536.11		781.50		

表6.1-13 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年2月

日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御盤内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日照強度(W/m ²)			ポンプ流量(l/h)			ポンプ 運転時間(h)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1																										
2																										
3																										
4																										
5																										
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15	45.10	27.80	36.50	65.80	25.60	42.70	46.80	27.60	37.20	5.00	0.00	0.40	4.84	41.10	0.00	3.30	0.86	0.00	0.30	3.58	7.14	0.00	0.56	6.73	1.00	
16	40.30	18.80	29.20	56.70	15.80	32.00	43.10		25.20	5.06	0.00	0.68	16.29	42.10	0.00	5.50	0.87	0.00	0.22	5.35	7.36	0.00	0.95	22.72	3.50	
17	36.20	20.00	27.30	55.20	17.40	30.90	39.90	20.40	28.60	5.35	0.00	0.51	12.17	44.20	0.00	4.20	0.93	0.00	0.26	6.25	8.11	0.00	0.75	18.08	2.50	
18	36.40	16.40	25.20	55.70	13.80	29.20	38.40	17.40	26.60	5.21	0.00	0.62	14.91	43.50	0.00	5.10	0.95	0.00	0.27	6.44	8.05	0.00	0.95	22.70	3.00	
19	38.30	15.40	25.30	56.40	12.20	28.70	40.80	15.10	26.70	5.11	0.00	0.50	12.11	43.20	0.00	4.20	0.98	0.00	0.26	6.24	7.53	0.00	0.74	17.82	2.50	
20	40.70	15.30	27.20	60.30	12.30	31.20			27.70	5.37	0.00	0.72	17.21	45.20	0.00	6.00	0.97	0.00	0.27	6.58	7.60	0.00	0.97	23.21	3.50	
21	42.00	21.60	29.50	60.90	19.60	33.10	42.90	21.60	30.10	5.16	0.00	0.51	12.22	43.80	0.00	4.30	0.95	0.00	0.26	6.32	7.00	0.00	0.77	18.58	2.50	
22	41.10	18.90	28.30	60.60	15.70	31.90	42.40	19.10	29.40	5.72	0.00	0.94	22.63	47.80	0.00	7.80	1.05	0.00	0.28	6.66	7.59	0.00	1.25	30.04	4.50	
23	41.90	15.70	27.90	61.70	12.70	31.50	42.80	17.50	28.90	5.28	0.00	0.72	17.36	45.00	0.00	6.20	0.99	0.00	0.27	6.55	6.88	0.00	0.98	23.58	3.50	
24	41.90	17.40	28.70	63.90	14.20	32.50	44.90	18.90	30.00	5.24	0.00	0.68	16.34	45.40	0.00	5.80	0.96	0.00	0.26	6.13	6.40	0.00	0.80	19.10	3.50	
25	43.10	17.00	28.40	65.00	15.00	31.70	44.50	18.40	29.80	4.99	0.00	0.66	15.86	43.60	0.00	5.50	0.97	0.00	0.21	4.97	5.85	0.00	0.68	16.38	3.50	
26	44.10	16.50	28.30	64.50	13.70	31.90	46.10		24.90	5.02	0.00	0.81	19.41	44.00	0.00	6.90	0.92	0.00	0.23	5.50	5.80	0.00	0.88	21.20	4.00	
27	45.30	16.70	29.60	65.30	13.70	33.40			24.50	5.16	0.00	0.70	16.71	45.50	0.00	6.10	0.95	0.00	0.24	5.71	5.63	0.00	0.75	17.98	3.50	
28	44.70	20.10	30.40	66.70	17.30	34.40			25.30	5.27	0.00	0.80	19.19	46.40	0.00	6.90	1.05	0.00	0.27	6.43	6.04	0.00	0.75	17.95	4.00	
29																										
30																										
31																										
最高	45.30	27.80	36.50	66.70	25.60	42.70	46.80	27.60	37.20	5.72	0.00	0.94	22.63	47.80	0.00	7.80	1.05	0.00	0.30	6.66	8.11	0.00	1.25	30.04	4.50	
最低	36.20	15.30	25.20	55.20	12.20	28.70	38.40	15.10	24.50	4.99	0.00	0.40	4.84	41.10	0.00	3.30	0.86	0.00	0.21	3.58	5.63	0.00	0.56	6.73	1.00	
平均	41.51	18.40	28.70	61.34	15.64	32.51	42.96	19.56	28.21	5.21	0.00	0.66	15.52	44.34	0.00	5.56	0.96	0.00	0.26	5.91	6.93	0.00	0.84	19.72	3.21	
合計													217.25								82.70				276.07	45.00

表6.1-14 太陽光システム運転実績(コイラ):94年3月

日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日照強度(W/m ²)			ポンプ流量(m ³ /h)			ポンプ運転時間(h)	
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均		
1	41.20	18.20	28.30	59.20	15.00	31.80	43.10	27.10	5.23	0.00	0.81	19.41	47.00	0.00	7.20	0.98	0.00	5.81	5.68	0.00	0.82	19.62	4.00
2	35.60	17.30	25.30	58.90	14.50	29.50	39.30	27.40	5.34	0.00	0.92	22.03	48.40	0.00	8.10	0.99	0.00	5.80	5.73	0.00	0.91	21.83	4.50
3	38.80	16.30	25.90	63.80	13.90	30.70	42.30	27.80	5.19	0.00	1.11	26.58	46.90	0.00	9.70	1.09	0.00	6.63	5.39	0.00	1.01	24.19	5.50
4	36.10	15.30	24.50	55.90	12.30	28.50	39.50	23.20	5.23	0.00	0.94	22.62	47.80	0.00	8.50	1.02	0.00	6.98	5.17	0.00	0.83	19.91	4.50
5	38.70	15.30	24.80	56.90	12.50	29.10		21.70	5.25	0.00	1.03	24.65	48.70	0.00	9.70	1.05	0.00	6.99	4.95	0.00	0.82	19.57	5.00
6	40.10	17.00	27.20	61.60	14.30	31.90	42.20	28.20	5.14	0.00	0.95	22.76	48.60	0.00	8.40	0.99	0.00	6.73	4.44	0.00	0.74	17.80	4.50
7	41.60	19.20	28.50	57.60	15.50	31.90		17.30	4.97	0.00	1.21	29.00	46.40	0.00	10.20	0.84	0.00	4.75	4.14	0.00	0.80	19.11	6.00
8	41.40	20.20	30.00	66.40	17.60	34.70	44.80	22.60	5.02	0.00	1.21	28.95	47.70	0.00	11.40	0.96	0.00	6.15	4.02	0.00	0.92	22.10	6.00
9	37.50	20.20	28.60	57.80	17.20	32.80	42.20	28.80	5.16	0.00	1.20	28.77	48.60	0.00	11.30	1.00	0.00	6.70	4.75	0.00	0.92	22.11	6.00
10	40.90	23.80	29.90	60.50	19.70	33.60		25.30	5.12	0.00	1.20	28.82	48.60	0.00	10.70	0.98	0.00	5.37	4.27	0.00	0.91	21.73	6.00
11	43.70	22.30	31.30	61.40	19.60	34.90	47.00	32.70	5.03	0.00	1.27	30.49	48.50	0.00	12.00	0.94	0.00	5.88	4.19	0.00	0.91	21.96	6.50
12	45.40	23.50	32.60	64.10	21.20	37.00	48.40	23.50	5.05	0.00	1.47	35.27	48.50	0.00	13.90	0.98	0.00	6.55	3.93	0.00	1.02	24.58	7.50
13	47.10	19.70	32.00	72.60	16.50	36.60	46.90	23.90	4.99	0.00	0.90	21.50	48.60	0.00	8.60	1.00	0.00	6.75	3.93	0.00	0.63	15.12	4.50
14	38.60	19.40	28.70	61.20	16.60	32.30		25.10	5.05	0.00	0.97	23.37	47.70	0.00	8.90	0.92	0.00	4.87	4.50	0.00	0.65	15.70	5.00
15	40.00	19.40	26.60	63.70	17.10	31.80	40.80	24.20	5.21	0.00	0.83	19.98	48.70	0.00	7.80	1.05	0.00	6.23	5.09	0.00	0.71	17.01	4.00
16	39.10	18.90	27.30	56.90	15.90	31.20	42.80	23.80	5.22	0.00	1.21	29.08	48.60	0.00	11.40	1.01	0.00	5.92	5.19	0.00	0.97	23.22	6.00
17	40.20	21.20	28.50	58.20	19.20	32.40	43.50	26.30	5.03	0.00	1.34	32.28	48.60	0.00	12.50	1.03	0.00	6.54	4.36	0.00	0.97	23.38	6.50
18	38.50	19.70	27.40	58.20	17.00	30.60	43.10	26.30	5.08	0.00	1.34	32.15	48.60	0.00	12.60	1.02	0.00	5.86	4.60	0.00	0.99	23.75	7.00
19	39.30	19.10	27.40	58.40	16.10	32.10	42.10	29.40	5.02	0.00	1.42	33.97	48.60	0.00	13.70	1.04	0.00	7.20	4.31	0.00	1.07	25.61	7.00
20	38.80	16.60	27.40	62.10	13.20	32.40	42.20	29.10	5.02	0.00	1.00	24.08	48.60	0.00	9.60	1.05	0.00	7.26	4.09	0.00	0.76	18.18	5.00
21	37.70	18.80	26.40	53.60	15.90	30.90	41.50	28.70	4.99	0.00	1.32	31.71	48.60	0.00	12.80	1.04	0.00	7.34	4.11	0.00	1.03	24.69	6.50
22	42.60	14.40	26.90	61.10	10.70	32.20	42.50	26.80	4.99	0.00	1.22	29.34	48.60	0.00	11.90	1.07	0.00	7.43	4.13	0.00	0.94	22.67	6.00
23	46.10	20.10	30.70	66.50	17.00	36.10	46.40	25.40	5.03	0.00	1.40	33.64	48.60	0.00	13.50	1.03	0.00	7.09	4.02	0.00	1.04	24.91	7.00
24	44.60	26.30	32.50	60.20	25.10	35.30	46.80	33.40	5.06	0.00	0.87	20.89	48.60	0.00	8.10	1.11	0.00	4.59	4.43	0.00	0.66	15.96	4.50
25	44.40	25.80	33.30	62.50	24.60	37.00	48.40	34.50	5.05	0.00	1.00	24.09	48.50	0.00	9.50	0.99	0.00	5.34	4.11	0.00	0.71	17.09	5.00
26	44.70	23.70	33.40	58.60	21.40	36.80		34.10	4.95	0.00	1.16	27.82	48.60	0.00	11.00	0.93	0.00	5.56	4.03	0.00	0.86	20.69	6.00
27	45.30	23.20	33.10	63.10	21.20	37.40	49.40	34.80	5.00	0.00	1.37	32.78	48.50	0.00	12.60	0.93	0.00	6.28	3.84	0.00	0.91	21.92	7.00
28	45.30	25.20	34.20	64.10	22.80	38.80	48.10	34.50	5.00	0.00	1.26	30.33	48.50	0.00	12.00	0.94	0.00	6.18	3.74	0.00	0.86	20.65	6.50
29	47.00	26.60	34.60	68.60	23.90	39.50	49.80	27.40	4.98	0.00	1.37	32.91	48.50	0.00	13.10	1.01	0.00	6.77	3.89	0.00	0.98	23.46	7.00
30	50.10	26.10	36.00	63.70	22.90	40.00	51.10	33.00	4.96	0.00	1.38	33.03	48.50	0.00	13.10	0.96	0.00	6.61	3.91	0.00	0.98	23.48	7.00
31	49.20	25.50	35.80	65.80	23.40	39.50	51.20	24.10	5.00	0.00	1.39	33.42	48.50	0.00	13.40	1.00	0.00	6.92	3.94	0.00	0.99	23.80	7.00
最高	50.10	26.60	36.00	72.60	25.10	40.00	51.20	34.80	5.34	0.00	1.47	35.27	48.70	0.00	13.90	1.11	0.00	7.43	5.73	0.00	1.07	25.61	7.50
最低	35.60	14.40	24.50	53.60	10.70	28.50	39.30	21.70	4.95	0.00	0.81	19.41	46.40	0.00	7.20	0.84	0.00	4.59	3.74	0.00	0.63	15.12	4.00
平均	41.92	20.59	29.65	61.39	17.86	33.85	44.82	27.85	5.08	0.00	1.16	27.93	48.31	0.00	10.88	1.00	0.00	6.29	4.42	0.00	0.88	21.15	5.82
累計												865.72						195.06				655.80	180.50

表6.1-15 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年4月

日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御盤内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日射強度(W/m ²)			ポンプ流量(Q/h)			ポンプ 運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	44.50	25.40	34.60	59.50	22.10	39.00	48.90	28.70	5.00	0.00	1.39	33.33	48.50	0.00	13.40	1.00	0.00	0.29	6.88	3.88	0.00	0.99	23.67	7.00	
2	41.10	23.30	30.10	61.10	20.20	35.10	44.90	23.10	4.99	0.00	1.40	33.57	48.60	0.00	13.50	1.05	0.00	0.29	7.01	4.09	0.00	1.05	25.14	7.00	
3	40.60	18.30	28.90	61.70	14.50	33.80	45.90	26.70	4.95	0.00	1.48	35.61	48.60	0.00	14.50	1.05	0.00	0.30	7.28	3.64	0.00	1.01	24.22	7.50	
4	38.70	22.80	28.90	50.10	20.00	31.90	43.10	22.90	31.00	4.93	0.00	1.16	27.87	48.60	0.00	11.20	0.87	0.00	0.23	5.61	3.53	0.00	0.75	18.06	6.00
5	37.30	18.90	26.50	58.80	16.70	30.90	44.10	28.80	4.95	0.00	1.38	33.08	48.60	0.00	13.30	0.96	0.00	0.27	6.37	4.02	0.00	0.99	23.85	7.00	
6	41.60	17.20	26.60	64.80	14.20	32.10	45.50	24.90	4.99	0.00	1.49	35.75	48.60	0.00	14.40	1.04	0.00	0.29	7.03	4.01	0.00	1.08	25.95	7.50	
7	43.30	16.90	29.80	69.70	13.00	34.50		25.80	4.99	0.00	1.39	33.25	48.50	0.00	13.30	0.96	0.00	0.28	6.69	3.87	0.00	0.99	23.73	7.00	
8	46.10	20.50	33.00	63.10	18.20	36.50	49.40	21.70	34.30	4.90	0.00	1.17	28.16	47.80	0.00	11.20	0.88	0.00	0.25	5.90	3.68	0.00	0.81	19.46	6.00
9	45.60	26.40	34.50	61.80	24.40	39.00	48.60	26.70	36.00	5.27	0.00	1.26	30.25	46.70	0.00	11.00	0.83	0.00	0.24	5.64	3.36	0.00	0.75	18.11	6.00
10	44.00	26.80	32.70	63.40	25.00	36.50	46.80	27.20	34.20	4.97	0.00	1.00	23.90	48.60	0.00	9.50	0.96	0.00	0.22	5.31	3.91	0.00	0.72	17.37	5.00
11	44.80	23.20	33.90	66.20	20.70	38.20	49.70	24.10	35.10	4.97	0.00	1.27	30.59	48.50	0.00	12.10	0.93	0.00	0.26	6.19	3.66	0.00	0.87	20.76	6.50
12	47.10	25.40	35.90	70.00	22.70	41.10	50.80	26.20	37.10	4.96	0.00	1.27	30.39	48.50	0.00	12.00	0.99	0.00	0.26	6.32	3.78	0.00	0.88	21.21	6.50
13	48.30	26.30	36.30	70.80	24.10	41.80	51.10	26.90	37.40	4.94	0.00	1.08	25.81	47.70	0.00	10.00	0.99	0.00	0.25	5.92	3.75	0.00	0.71	17.10	6.00
14	46.70	27.90	34.40	65.40	20.60	39.00	50.30	24.90	36.20	4.94	0.00	1.37	32.98	48.50	0.00	13.20	0.95	0.00	0.28	6.68	3.51	0.00	0.89	21.42	7.00
15	48.10	22.00	33.90	68.40	19.10	39.00	49.60	22.70	35.50	4.98	0.00	1.29	31.03	48.50	0.00	12.50	0.98	0.00	0.28	6.79	3.46	0.00	0.82	19.66	6.50
16	47.10	25.40	34.10	62.60	22.40	38.30		28.20	4.92	0.00	1.31	31.53	48.50	0.00	12.30	1.04	0.00	0.27	6.50	3.56	0.00	0.80	19.17	6.50	
17	46.80	23.10	34.60	70.80	20.80	40.40	50.60	24.30	36.00	4.96	0.00	1.37	32.78	48.00	0.00	13.00	0.95	0.00	0.27	6.59	3.57	0.00	0.88	21.13	7.00
18	51.70	24.80	37.00	72.20	22.00	42.70	52.80	25.60	38.00	4.89	0.00	0.99	23.84	47.30	0.00	9.50	0.97	0.00	0.27	6.51	3.59	0.00	0.69	16.61	5.00
19	50.40	23.60	35.10	66.20	20.30	39.90	50.80	24.30	36.60	5.02	0.00	1.39	33.34	48.50	0.00	13.30	1.00	0.00	0.29	6.98	3.90	0.00	0.99	23.80	7.00
20	51.20	24.80	35.80	66.10	21.90	40.50	51.20	25.60	37.00	4.99	0.00	1.39	33.35	48.50	0.00	13.30	1.00	0.00	0.29	6.99	3.81	0.00	0.97	23.24	7.00
21	48.70	28.00	36.60	64.30	25.70	41.40	49.70	28.40	37.60	4.99	0.00	1.38	33.16	48.50	0.00	13.20	0.96	0.00	0.29	6.83	3.96	0.00	1.00	23.98	7.00
22	48.40	24.80	35.50	67.40	22.10	40.10	50.50	25.60	37.20	4.96	0.00	1.38	33.01	48.10	0.00	13.10	0.96	0.00	0.28	6.68	3.89	0.00	0.98	23.58	7.00
23	49.60	26.90	36.30	64.60	24.40	40.60	51.70	26.90	37.50	5.06	0.00	1.48	35.64	48.50	0.00	14.10	0.98	0.00	0.29	7.05	4.08	0.00	1.07	25.78	7.50
24	50.10	26.40	36.70	63.90	24.60	40.40	50.70	26.20	37.50	4.98	0.00	1.19	28.57	48.10	0.00	11.40	0.94	0.00	0.28	6.59	3.87	0.00	0.87	20.81	6.00
25	47.40	28.00	36.00	59.80	24.90	40.00	49.30	28.20	37.70	4.99	0.00	1.38	33.05	48.10	0.00	13.10	0.92	0.00	0.27	6.48	3.99	0.00	1.00	23.90	7.00
26	48.90	27.80	37.10	59.70	25.40	40.40	50.60	28.40	38.40	4.78	0.00	1.24	29.65	45.90	0.00	11.70	0.80	0.00	0.24	5.71	3.52	0.00	0.77	18.50	6.50
27	46.60	27.80	35.30	62.60	25.90	39.80	49.60	28.20	37.20	4.88	0.00	1.03	24.80	47.20	0.00	9.70	0.84	0.00	0.21	5.02	3.63	0.00	0.68	16.22	5.50
28	50.00	26.00	36.90	71.00	24.00	43.10	52.80	27.30	38.70	4.82	0.00	1.34	32.26	46.20	0.00	12.60	0.88	0.00	0.26	6.20	3.40	0.00	0.87	20.80	7.00
29	50.50	26.40	35.90	74.90	24.00	41.90	52.00	27.60	37.70	4.82	0.00	1.35	32.37	46.90	0.00	12.90	0.93	0.00	0.27	6.51	3.43	0.00	0.87	20.87	7.00
30	42.70	26.10	32.60	59.40	24.40	37.30	47.30	26.10	35.00	4.94	0.00	1.37	32.99	48.50	0.00	13.30	0.95	0.00	0.28	6.62	3.77	0.00	0.93	22.44	7.00
31																									
最高	51.70	28.00	37.10	74.90	25.90	43.10	52.80	28.40	38.70	5.27	0.00	1.49	35.75	48.60	0.00	14.50	1.05	0.00	0.30	7.28	4.09	0.00	1.08	25.95	7.50
最低	37.30	16.90	26.50	50.10	13.00	30.90	43.10	21.70	23.10	4.78	0.00	0.99	23.84	45.90	0.00	9.50	0.80	0.00	0.21	5.02	3.36	0.00	0.68	16.22	5.00
平均	46.26	24.24	33.85	64.68	21.61	38.51	49.22	25.91	34.17	4.96	0.00	1.30	31.20	48.05	0.00	12.39	0.95	0.00	0.27	6.43	3.74	0.00	0.89	21.35	6.62
累計												935.91								192.87				640.54	198.50

表6.1-16 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年5月

日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御室内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力回数(Hz)			日射強度(W/m ²)			ポンプ流量(m ³ /h)			ポンプ 運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均				
1	43.00	20.40	29.40	60.30	17.00	34.10	46.20	30.60	30.60	4.95	0.00	1.30	31.26	48.60	0.00	12.70	1.01	0.00	0.29	7.03	3.94	0.00	0.93	22.32	6.50
2	40.50	21.50	29.10	62.50	19.10	33.60	44.80	22.60	22.60	4.95	0.00	1.08	25.83	48.60	0.00	10.40	0.99	0.00	0.28	6.74	3.86	0.00	0.73	17.54	5.50
3	42.60	18.50	27.90	61.90	15.60	33.10	45.50	26.80	26.80	4.91	0.00	1.10	26.48	48.60	0.00	10.90	1.02	0.00	0.30	7.09	3.69	0.00	0.77	18.52	5.50
4	44.80	15.90	29.00	74.90	12.30	34.50	49.10	17.40	31.00	4.91	0.00	0.89	21.34	48.60	0.00	8.70	1.01	0.00	0.30	7.31	3.58	0.00	0.60	14.30	4.50
5	48.30	16.80	30.20	69.90	13.40	35.40	50.40	17.80	32.00	4.92	0.00	1.38	33.11	48.60	0.00	13.50	1.00	0.00	0.30	7.17	3.67	0.00	0.91	21.94	7.00
6	50.20	21.20	33.30	65.10	18.20	37.60	49.90	22.70	34.50	4.86	0.00	1.05	25.26	47.90	0.00	10.10	0.85	0.00	0.23	5.42	3.37	0.00	0.66	15.73	5.50
7	45.70	24.30	34.00	65.70	23.30	38.60	49.80	34.50	34.50	4.75	0.00	0.77	18.49	46.40	0.00	7.40	0.81	0.00	0.19	4.61	3.30	0.00	0.51	12.17	4.00
8	35.50	20.70	26.40	48.80	20.20	28.60	35.60	25.40	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.00	0.10	2.39	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
9	46.40	23.60	33.30	67.30	22.30	39.80	49.20	24.00	34.50	4.91	0.00	0.88	21.05	48.50	0.00	8.50	0.92	0.00	0.28	6.64	3.54	0.00	0.56	13.38	4.50
10	50.20	25.30	36.70	71.50	22.70	42.30	51.30	27.90	37.40	4.83	0.00	0.76	18.34	47.60	0.00	7.40	0.90	0.00	0.26	6.24	3.29	0.00	0.46	11.15	4.00
11	46.70	27.40	35.80	71.80	24.90	41.90	50.40	27.80	37.10	4.76	0.00	1.14	27.40	46.70	0.00	11.00	0.90	0.00	0.25	5.89	3.07	0.00	0.67	16.20	6.00
12	47.20	28.60	35.50	68.80	26.70	40.90	48.80	28.60	36.90	4.88	0.00	0.76	18.33	48.20	0.00	7.30	1.01	0.00	0.24	5.81	3.47	0.00	0.47	11.28	4.00
13	47.90	27.50	35.60	63.60	25.00	39.90	50.70	27.90	37.20	4.83	0.00	0.96	22.94	46.90	0.00	9.10	0.85	0.00	0.23	5.48	3.54	0.00	0.62	14.79	5.00
14	49.70	30.00	37.10	74.90	28.30	42.50	53.40	30.20	38.70	4.73	0.00	1.04	24.96	45.80	0.00	9.80	0.92	0.00	0.24	5.68	3.26	0.00	0.63	15.18	5.50
15	49.70	27.50	37.20	70.40	25.20	42.00	52.60	27.70	38.90	4.74	0.00	1.12	26.98	45.80	0.00	10.40	0.92	0.00	0.23	5.56	3.32	0.00	0.64	15.30	6.00
16	50.10	30.30	38.30	75.00	28.30	44.00	53.50	30.30	39.80	4.67	0.00	1.22	29.27	44.70	0.00	11.50	0.87	0.00	0.25	6.03	3.12	0.00	0.74	17.73	6.50
17	51.60	29.90	35.60	69.80	27.40	39.80	51.30	35.70	35.70	4.73	0.00	0.92	22.14	45.30	0.00	8.30	0.88	0.00	0.19	4.48	3.18	0.00	0.51	12.28	5.00
18	44.80	25.30	33.00	60.20	23.00	37.10	49.30	25.40	34.90	4.58	0.00	1.00	23.92	44.00	0.00	9.20	0.74	0.00	0.20	4.82	3.04	0.00	0.58	13.97	6.00
19	51.00	25.70	36.30	69.30	22.90	41.70	53.50	26.20	38.00	4.73	0.00	1.31	31.42	45.20	0.00	12.30	0.86	0.00	0.25	6.08	3.12	0.00	0.74	17.75	7.00
20	34.90	22.20	29.70	44.40	21.00	31.70	36.50	22.60	30.30	0.98	0.00	0.02	0.49	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.10	2.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	42.60	24.60	32.00	59.70	22.20	37.10	46.20	24.80	33.50	4.87	0.00	0.87	20.90	47.80	0.00	8.40	0.87	0.00	0.25	6.08	3.11	0.00	0.51	12.28	4.50
22	51.50	24.90	36.30	75.70	22.10	41.60	52.30	25.00	36.80	4.79	0.00	0.59	14.19	46.50	0.00	5.70	0.89	0.00	0.27	6.37	2.97	0.00	0.32	7.65	3.00
23	53.30	29.00	38.30	75.00	26.80	43.80	53.30	29.00	39.00	4.74	0.00	1.05	25.09	46.00	0.00	10.00	0.87	0.00	0.26	6.21	3.00	0.00	0.61	14.54	5.50
24	53.30	30.50	38.30	64.50	28.50	43.40	54.60	29.70	39.70	4.73	0.00	1.23	29.54	46.40	0.00	11.80	0.85	0.00	0.25	6.10	3.00	0.00	0.70	16.77	6.50
25	42.70	29.80	34.90	55.90	30.50	39.10	45.90	30.60	36.90	4.90	0.00	1.30	31.26	48.50	0.00	12.40	0.88	0.00	0.23	5.52	3.44	0.00	0.76	18.18	7.00
26	44.50	30.00	35.60	58.70	29.00	40.10	47.90	30.00	37.40	4.64	0.00	1.19	28.68	44.60	0.00	11.20	0.73	0.00	0.21	5.00	2.81	0.00	0.63	15.14	6.50
27	44.70	27.30	33.60	66.20	26.50	38.80	49.80	27.90	35.60	4.61	0.00	1.03	24.77	44.60	0.00	9.90	0.78	0.00	0.22	5.18	2.82	0.00	0.58	14.02	5.50
28	43.50	24.80	31.90	58.60	23.50	35.30	46.50	25.20	33.50	4.50	0.00	0.44	10.67	43.20	0.00	4.00	0.66	0.00	0.16	3.77	2.28	0.00	0.20	4.76	2.50
29	46.00	26.60	33.60	70.90	24.30	38.90	50.90	27.00	35.40	4.78	0.00	1.12	26.87	47.00	0.00	10.50	0.91	0.00	0.23	5.41	2.69	0.00	0.53	12.74	5.50
30	45.30	26.90	32.10	64.50	25.10	37.90	48.50	27.30	34.30	4.84	0.00	1.15	27.56	47.20	0.00	11.00	0.90	0.00	0.24	5.76	2.52	0.00	0.53	12.79	6.00
31	47.50	27.70	34.50	67.40	25.50	40.40	52.70	28.00	36.70	4.86	0.00	1.17	28.05	47.40	0.00	10.90	0.96	0.00	0.25	5.96	2.65	0.00	0.53	12.67	6.00
最高	53.30	30.50	38.30	75.70	30.50	44.00	54.60	30.60	39.80	4.95	0.00	1.38	33.11	48.60	0.00	13.50	1.02	0.00	0.30	7.31	3.94	0.00	0.93	22.32	7.00
最低	34.90	15.90	26.40	44.40	12.30	28.60	35.60	17.40	22.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.10	2.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
平均	46.31	25.31	33.69	65.59	23.25	38.56	48.97	26.35	34.70	4.51	0.00	0.96	23.12	43.72	0.00	9.17	0.86	0.00	0.23	5.62	2.99	0.00	0.57	13.65	5.00
合計													716.59								174.24			423.07	156.50

表6.1-17 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年6月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力容量(kVA)			日照強度(kW/m ²)			ポンプ流量(m ³ /h)			揚水量(m ³)	ポンプ運転時間(h)			
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1	51.20	28.60	37.30	69.60	26.70	42.90	53.60	28.80	39.00	4.64	0.00	1.12	26.88	45.10	0.00	10.70	0.80	0.00	0.24	5.78	1.86	0.00	0.40	9.66	6.00	
2	48.20	29.00	35.70	64.50	27.00	40.70	50.80	29.00	37.90	4.67	0.00	1.21	28.98	45.60	0.00	11.50	0.79	0.00	0.23	5.53	2.02	0.00	0.43	10.22	6.50	
3	46.20	26.20	35.10	66.40	25.00	41.00			34.10	4.74	0.00	1.14	27.30	46.40	0.00	11.00	0.83	0.00	0.25	5.89	2.06	0.00	0.44	10.47	6.00	
4	44.30	25.30	32.00	70.80	24.30	37.10	49.90	25.90	33.70	4.71	0.00	1.04	25.06	45.90	0.00	10.10	0.85	0.00	0.21	5.03	2.13	0.00	0.41	9.93	5.50	
5	42.50	21.90	29.40	60.60	20.50	35.80	46.70	22.20	31.40	4.66	0.00	0.64	15.39	45.30	0.00	6.10	0.85	0.00	0.24	5.84	2.10	0.00	0.25	5.98	3.50	
6	41.80	24.50	31.70	60.80	23.60	36.70	45.90	24.80	33.20	4.88	0.00	0.60	14.52	47.50	0.00	5.20	0.87	0.00	0.19	4.54	2.40	0.00	0.24	5.86	3.50	
7	44.90	28.10	34.60	61.20	27.20	39.90	47.80	28.20	36.40	4.72	0.00	0.85	20.40	46.10	0.00	8.10	0.81	0.00	0.24	5.76	2.18	0.00	0.35	8.32	4.50	
8	36.60	25.20	30.10	49.60	24.20	33.90	41.10	25.50	32.30	4.60	0.00	0.80	19.17	44.70	0.00	7.50	0.68	0.00	0.17	4.11	1.86	0.00	0.28	6.78	4.50	
9	46.70	26.80	34.90	65.90	25.10	40.00	49.80	26.90	36.30	4.66	0.00	0.56	13.49	45.30	0.00	5.40	0.78	0.00	0.23	5.58	2.15	0.00	0.22	5.40	3.00	
10	44.60	22.80	33.80	59.20	21.70	39.00	48.60	24.20	35.80	4.78	0.00	0.97	23.27	47.00	0.00	9.40	0.84	0.00	0.25	6.00	2.75	0.00	0.49	11.74	5.00	
11	46.10	26.40	34.40	64.10	25.30	40.10	50.30	26.80	36.30	4.77	0.00	0.86	20.55	46.50	0.00	8.30	0.82	0.00	0.25	5.99	2.52	0.00	0.38	9.23	4.50	
12	42.90	24.60	29.70	62.30	22.80	33.20	44.90	25.50	31.00	4.75	0.00	0.57	13.75	46.60	0.00	5.50	0.94	0.00	0.17	3.96	2.25	0.00	0.25	5.98	3.00	
13	42.60	24.50	32.40	60.10	23.30	38.00	46.70	24.90	34.20	4.73	0.00	0.57	13.64	46.80	0.00	5.50	0.82	0.00	0.25	5.92	2.11	0.00	0.23	5.40	3.00	
14	44.70	25.50	33.50	56.90	23.90	37.50	47.50	25.80	35.30	4.60	0.00	0.74	17.71	45.10	0.00	7.10	0.73	0.00	0.19	4.56	1.80	0.00	0.29	7.08	4.00	
15	43.70	28.30	33.80	61.00	27.20	38.60	47.60	28.30	35.90	4.70	0.00	1.11	26.56	46.40	0.00	10.70	0.79	0.00	0.21	4.95	1.75	0.00	0.35	8.41	6.00	
16	44.70	28.30	34.20	61.30	26.70	39.50	46.90	28.30	36.00	4.68	0.00	0.75	18.05	45.80	0.00	7.30	0.79	0.00	0.23	5.62	1.80	0.00	0.28	6.74	4.00	
17	40.00	19.40	29.60	54.40	19.20	34.90	41.70	21.20	31.20	4.77	0.00	0.68	16.23	47.20	0.00	6.60	0.79	0.00	0.22	5.22	1.92	0.00	0.24	5.74	3.50	
18	42.70	25.90	31.60	61.90	24.80	37.40	46.10	26.10	33.80	4.76	0.00	0.85	20.33	45.60	0.00	7.20	0.75	0.00	0.22	5.37	1.62	0.00	0.23	5.64	4.00	
19	45.20	25.30	33.30	68.80	24.30	40.30	49.10	25.60	35.10	4.71	0.00	0.66	15.82	46.30	0.00	6.40	0.83	0.00	0.26	6.16	1.99	0.00	0.22	5.22	3.50	
20	50.10	25.60	34.30	71.40	23.20	40.30	52.70	26.40	35.90	4.67	0.00	0.76	18.28	46.00	0.00	7.40	0.85	0.00	0.25	6.07	1.94	0.00	0.27	6.39	4.00	
21	47.70	24.70	34.20	65.70	22.40	39.30	48.70	24.70	35.30	4.73	0.00	0.66	15.79	46.40	0.00	6.40	0.84	0.00	0.25	5.96	1.77	0.00	0.21	5.09	3.50	
22	41.90	28.10	33.60	59.60	27.70	38.50	44.40	28.50	35.30	4.73	0.00	0.77	18.60	46.80	0.00	7.20	0.81	0.00	0.22	5.26	1.78	0.00	0.25	5.89	4.00	
23	46.30	23.70	31.80	69.50	22.90	36.60	47.70	25.90	33.20	4.71	0.00	0.57	13.68	45.90	0.00	5.50	0.85	0.00	0.19	4.49	1.99	0.00	0.24	5.72	3.00	
24	39.50	20.10	27.30	62.60	19.50	32.40	44.20	20.70	29.20	4.79	0.00	0.56	13.46	47.20	0.00	5.40	0.84	0.00	0.18	4.30	1.95	0.00	0.18	4.40	3.00	
25	37.20	19.90	28.50	53.70	23.40	32.50	41.40	24.70	30.50	4.90	0.00	0.58	13.90	48.60	0.00	5.60	0.84	0.00	0.18	4.23	1.91	0.00	0.19	4.51	3.00	
26	41.50	25.90	32.20	58.70	24.60	37.50	44.90	26.00	33.70	4.77	0.00	0.62	14.78	46.80	0.00	5.40	0.83	0.00	0.24	5.83	1.89	0.00	0.20	4.70	3.00	
27	42.50	26.30	31.40	63.90	24.50	37.10	44.40	20.50	33.70	4.89	0.00	0.68	16.37	47.90	0.00	5.80	0.90	0.00	0.22	5.33	2.49	0.00	0.29	6.93	3.50	
28	44.60	21.20	29.60	58.70	20.20	35.00	47.80	21.40	31.80	4.87	0.00	0.55	13.30	48.70	0.00	5.30	1.04	0.00	0.24	5.63	2.69	0.00	0.23	5.43	3.00	
29	44.30	24.10	32.80	66.20	21.90	38.80	47.20	24.60	34.10	4.71	0.00	0.55	13.24	45.80	0.00	5.20	0.85	0.00	0.25	6.05	2.32	0.00	0.22	5.37	3.00	
30	44.70	27.20	34.70	60.40	25.40	40.00	47.70	27.40	36.10	4.79	0.00	0.66	15.90	46.90	0.00	6.40	0.84	0.00	0.26	6.14	2.31	0.00	0.27	6.56	3.50	
31																										
総高	51.20	29.00	37.30	71.40	27.70	42.90	53.60	29.00	39.00	4.90	0.00	1.21	28.98	48.70	0.00	11.50	1.04	0.00	0.26	6.16	2.75	0.00	0.49	11.74	6.50	
最低	36.60	19.40	27.30	49.60	19.20	32.40	41.10	20.50	29.20	4.60	0.00	0.55	13.24	44.70	0.00	5.20	0.68	0.00	0.17	3.96	1.62	0.00	0.18	4.40	3.00	
平均	44.00	25.11	32.58	62.33	23.95	37.82	47.11	25.48	34.26	4.74	0.00	0.76	18.15	46.41	0.00	7.17	0.83	0.00	0.22	5.37	2.08	0.00	0.28	6.83	4.00	
累計													544.40							161.09					204.79	120.00

表6.1-18 太陽光システム運転実績(コイラ):94年7月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力回送電圧(V)			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(l/min)			ポンプ運転時間(h)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1	36.70	22.40	29.60	51.90	21.20	33.40	39.90	23.40	31.70	4.68	0.00	0.75	17.93	45.80	0.00	7.20	0.76	0.00	0.20	4.87	2.17	0.00	0.30	7.13	4.00	
2	41.20	24.70	31.80	59.00	23.10	36.60	45.00	25.10	33.60	4.74	0.00	0.56	13.40	46.30	0.00	5.40	0.82	0.00	0.23	5.59	2.31	0.00	0.23	5.60	3.00	
3	35.30	19.90	25.90	53.60	19.70	31.00	40.40	20.80	28.70	4.63	0.00	0.89	21.34	44.80	0.00	8.30	0.70	0.00	0.17	4.07	2.12	0.00	0.31	7.56	5.00	
4	35.80	20.90	26.70	60.20	20.40	31.70	42.80	21.10	28.70	4.46	0.00	0.18	4.32	42.50	0.00	1.70	0.90	0.00	0.18	4.24	1.74	0.00	0.06	1.52	1.00	
5	44.50	23.20	31.50	67.40	21.40	38.30	47.60	23.40	33.00	4.62	0.00	0.37	8.87	45.10	0.00	3.50	0.87	0.00	0.26	6.24	1.94	0.00	0.13	3.04	2.00	
6																										
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13	37.30	23.40	29.40	54.60	22.40	34.40	40.20	23.50	30.90	4.71	0.00	0.28	6.83	39.70	0.00	2.40	0.53	0.00	0.14	3.36	5.84	0.00	0.35	8.42	1.50	
14	35.90	25.40	29.80	53.30	24.30	33.80	39.50	25.50	31.20	4.77	0.00	0.19	4.57	40.00	0.00	1.60	0.43	0.00	0.11	2.61	6.86	0.00	0.27	6.38	1.00	
15	38.80	23.50	30.40	58.50	22.10	35.60	42.90	23.90	31.90	4.50	0.00	0.28	6.66	37.00	0.00	2.20	0.54	0.00	0.14	3.44	6.29	0.00	0.35	8.35	1.50	
16	38.60	24.80	31.00	55.50	23.50	35.70	41.50	25.10	32.30	4.64	0.00	0.19	4.55	38.40	0.00	1.60	0.57	0.00	0.15	3.63	6.74	0.00	0.26	6.23	1.00	
17	42.20	25.40	32.00	61.90	23.60	37.90	44.90	25.40	33.40	4.64	0.00	0.19	4.51	38.10	0.00	1.50	0.61	0.00	0.17	3.97	6.51	0.00	0.25	6.05	1.00	
18	43.60	25.20	32.20	66.30	23.80	38.30	46.40	25.50	33.40	4.86	0.00	0.10	2.43	40.30	0.00	0.80	0.63	0.00	0.15	3.69	5.79	0.00	0.13	3.06	0.50	
19	44.80	25.80	32.80	72.00	23.50	39.60	49.70	26.00	34.70	4.69	0.00	0.19	4.62	38.30	0.00	1.60	0.71	0.00	0.20	4.90	5.21	0.00	0.22	5.21	1.00	
20	38.90	25.10	30.30	58.50	23.80	34.10	41.80	25.50	31.80	4.73	0.00	0.19	4.65	39.30	0.00	1.60	0.53	0.00	0.12	2.93	6.80	0.00	0.25	6.08	1.00	
21	40.70	22.70	28.70	58.50	21.40	34.00	43.50	23.10	30.30	4.75	0.00	0.29	6.86	39.60	0.00	2.30	0.59	0.00	0.16	3.91	5.34	0.00	0.32	7.70	1.50	
22	38.20	22.30	28.80	61.10	20.90	34.80	42.40	22.70	30.50	5.16	0.00	0.21	4.96	42.60	0.00	1.70	0.54	0.00	0.13	3.17	8.21	0.00	0.29	6.96	1.00	
23	30.80	20.70	25.40	50.60	20.70	28.50	33.50	22.40	26.90	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.03	0.79	1.11	0.00	0.03	0.83	0.00	
24	40.30	20.40	28.10	67.10	19.40	35.10	43.60	20.80	29.80	5.07	0.00	0.20	4.82	42.00	0.00	1.70	0.57	0.00	0.14	3.23	7.31	0.00	0.26	6.26	1.00	
25	41.10	24.30	31.10	66.00	22.70	37.80	45.80	24.70	32.70	5.11	0.00	0.20	4.79	42.20	0.00	1.60	0.58	0.00	0.17	4.11	7.07	0.00	0.27	6.37	1.00	
26	40.40	25.90	31.60	60.50	24.50	37.20	42.70	26.10	33.00	4.46	0.00	0.10	2.29	36.60	0.00	0.80	0.59	0.00	0.16	3.94	4.95	0.00	0.10	2.47	1.00	
27	34.90	17.90	23.60	57.30	19.90	26.80	36.20	21.00	25.10	5.31	0.00	0.20	4.87	44.10	0.00	1.70	0.43	0.00	0.04	0.95	6.39	0.00	0.26	6.22	1.50	
28	35.90	21.10	27.20	58.90	20.10	32.50	38.60	21.50	28.40	5.34	0.00	0.22	5.31	44.10	0.00	1.80	0.47	0.00	0.10	2.35	8.32	0.00	0.30	7.13	1.00	
29	38.60	22.90	29.90	63.40	21.50	36.40	43.90	23.20	31.40	4.53	0.00	0.09	2.27	37.10	0.00	0.80	0.59	0.00	0.16	3.77	4.73	0.00	0.24	5.74	0.50	
30	36.20	17.80	27.00	65.30	19.60	32.90	39.90	20.30	28.60	5.32	0.00	0.11	2.66	44.20	0.00	0.90	0.47	0.00	0.09	2.16	6.40	0.00	0.13	3.20	0.50	
31	37.40	23.20	29.40	58.00	21.60	35.10	40.90	23.40	30.90	4.66	0.00	0.19	4.55	38.50	0.00	1.50	0.50	0.00	0.14	3.31	7.09	0.00	0.26	6.14	1.50	
最高	44.80	25.90	32.80	72.00	24.50	39.60	49.70	26.10	34.70	5.34	0.00	0.89	21.34	46.30	0.00	8.30	0.90	0.00	0.26	6.24	8.32	0.00	0.35	8.42	5.00	
最低	30.80	17.80	23.60	50.60	19.40	26.80	33.50	20.30	25.10	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.39	0.00	0.03	0.79	1.11	0.00	0.03	0.83	0.00	
平均	36.67	22.87	29.34	59.98	21.88	34.65	42.23	23.48	30.95	4.60	0.00	0.26	6.17	39.44	0.00	2.26	0.60	0.00	0.15	3.55	5.30	0.00	0.23	5.57	1.42	
累計													148.06							85.21					133.65	34.00

(注) 7/6~7/12: 井戸さらい実施により停止

表6.1-19 太陽光システム運転実績 (コイラ) :94年8月

月日	外気温(℃)			太陽電池温度(℃)			制御盤内温度(℃)			太陽電池電流(A)			インバータ出力増減数Hz			日射強度(kW/m ²)			ポンプ流量(T/h)			揚水本(円)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	日積算	平均	最高	最低	
1	38.10	24.40	30.20	57.50	22.80	35.30	43.00	20.30	31.50	4.46	0.00	0.19	4.64	35.80	0.00	1.50	0.52	0.00	0.14	3.40	6.52	0.00	0.24	5.71	2.00	
2	39.60	24.90	29.90	59.30	23.90	34.70	41.10	21.60	31.10	4.42	0.00	0.18	4.42	36.20	0.00	1.50	0.51	0.00	0.13	3.11	5.22	0.00	0.21	5.09	1.00	
3	30.80	20.60	25.20	59.50	20.60	28.30	33.90	21.50	26.50	4.61	0.00	0.10	2.30	37.40	0.00	0.80	0.38	0.00	0.04	1.00	5.92	0.00	0.12	2.96	0.50	
4	39.90	21.40	29.10	66.60	20.00	35.90	41.80	21.70	30.20	5.33	0.00	0.11	2.67	44.10	0.00	0.90	0.51	0.00	0.14	3.30	8.43	0.00	0.18	4.21	0.50	
5	30.30	20.20	23.90	39.50	19.50	25.10				0.47	0.00	0.01	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
6	36.20	19.90	26.40	60.30	18.50	32.60				4.77	0.00	0.29	6.89	39.70	0.00	2.40	0.37	0.00	0.07	1.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1.50	
7	37.40	22.60	27.40	66.70	22.00	32.60				5.32	0.00	0.11	2.76	44.10	0.00	0.90	0.42	0.00	0.05	1.08	6.48	0.00	0.14	3.24	1.00	
8	39.50	22.50	27.90	71.80	21.60	33.80				0.15	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.45	0.00	0.06	1.38	3.59	0.00	0.53	12.82	0.50	
9	26.50	22.20	23.80	34.30	21.50	25.10				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	33.30	21.30	25.80	54.50	20.80	30.60				4.42	0.00	0.09	2.21	35.80	0.00	0.70	0.21	0.00	0.03	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
11	34.80	21.40	25.80	59.20	20.50	30.40				4.55	0.00	0.09	2.28	36.60	0.00	0.80	0.33	0.00	0.03	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
12	38.30	21.00	26.90	65.20	20.30	33.50				0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.06	1.50	3.38	0.00	0.54	12.85	0.50	
13	39.70	21.70	26.60	65.70	21.00	32.70				4.31	0.00	0.11	2.65	33.10	0.00	0.70	0.33	0.00	0.06	1.35	3.24	0.00	0.44	10.45	1.00	
14	32.40	21.40	25.20	45.60	20.30	28.30				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15	29.60	20.20	22.70	37.20	19.20	23.40				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
16	37.20	19.60	26.90	68.00	18.20	33.30				4.67	0.00	0.19	4.48	38.70	0.00	1.50	0.31	0.00	0.04	1.01	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
17	37.40	21.50	27.40	63.60	21.10	31.80				5.23	0.00	0.11	2.64	43.40	0.00	0.90	0.27	0.00	0.03	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
18	39.90	22.30	29.70	65.60	21.00	36.50				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.07	1.75	2.31	0.00	0.45	10.73	0.00	
19	37.30	23.80	29.70	59.00	22.40	35.50				4.36	0.00	0.09	2.18	33.20	0.00	0.70	0.32	0.00	0.07	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
20	33.10	20.30	27.10	46.70	20.10	31.20				5.35	0.00	0.11	2.67	44.30	0.00	0.90	0.19	0.00	0.03	0.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
21	24.00	19.90	21.60	28.10	19.70	21.80				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
22	40.80	21.20	28.40	70.90	20.20	35.50				4.51	0.00	0.09	2.26	36.60	0.00	0.80	0.31	0.00	0.05	1.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
23	41.20	22.00	30.10	71.40	20.40	37.50				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.09	2.20	2.55	0.00	0.59	14.12	0.00	
24	39.30	20.90	26.20	62.90	20.10	30.80				4.50	0.00	0.18	4.40	36.60	0.00	1.50	0.36	0.00	0.06	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
25	34.90	19.50	25.60	54.60	20.30	30.40				0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.01	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	
26	40.60	21.10	26.70	66.40	19.70	32.70				4.61	0.00	0.20	4.76	38.10	0.00	1.50	0.31	0.00	0.05	1.21	0.98	0.00	0.05	1.13	1.50	
27	30.80	21.20	23.00	55.10	19.90	25.20				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
28	35.50	22.70	26.90	62.40	21.70	30.90				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
29	39.90	21.50	29.50	68.50	20.10	36.70				5.35	0.00	0.22	5.31	44.40	0.00	1.80	0.31	0.00	0.06	1.44	9.86	0.00	0.36	8.71	1.00	
30	40.60	22.90	29.50	66.90	21.90	35.60				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.08	1.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
31	37.20	20.70	26.70	61.90	19.50	32.40				2.75	0.00	0.11	2.75	45.20	0.00	0.90	0.24	0.00	0.04	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
最高	41.20	24.90	30.20	71.80	23.90	37.50				6.89	0.00	0.29	6.89	45.20	0.00	2.40	0.52	0.00	0.14	3.40	9.86	0.00	0.59	14.12	2.00	
最低	24.00	19.50	21.60	28.10	18.20	21.80				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	36.00	21.51	26.83	58.55	20.61	31.62				2.02	0.00	0.08	2.02	22.69	0.00	0.67	0.27	0.00	0.05	1.16	1.89	0.00	0.12	2.97	0.58	
累計										62.61			62.61								36.04				92.02	18.00

表6.1-20 太陽光システム運転実績(コイラ):94年9月

月日	外気温(°C)			太陽電池温度(°C)			制御盤内温度(°C)			太陽電池電流(A)			インバータ出力周波数(Hz)			日照強度(W/m ²)			ポンプ流量(丁/分)			ポンプ 運転時間(h)				
	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均					
1	39.40	22.80	29.00	68.60	21.50	36.50	40.60	0.00	25.90	5.65	0.00	0.22	5.31	46.50	0.00	1.80	0.29	0.00	0.06	1.38	7.18	0.00	0.25	5.93	1.00	
2	40.90	22.60	30.00	68.60	21.20	37.30	41.80	0.00	29.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.05	1.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	40.80	15.00	29.80	61.70	22.30	35.70	46.50	0.00	19.90	5.19	0.00	0.16	3.75	10.10	0.00	0.30	0.36	0.00	0.08	1.89	1.43	0.00	0.21	5.01	1.00	
4	36.70	23.10	28.90	57.50	22.00	34.50	100.00	0.00	30.00	5.34	0.00	0.11	2.67	44.30	0.00	0.90	0.26	0.00	0.04	1.04	5.80	0.00	0.12	2.90	0.50	
5	39.30	23.50	29.90	61.70	22.20	35.70	100.00	0.00	20.80	5.38	0.00	0.11	2.69	44.50	0.00	0.90	0.31	0.00	0.06	1.41	7.57	0.00	0.16	3.78	0.50	
6	36.80	23.50	29.00	58.80	22.40	33.90	100.00	0.00	26.30	4.78	0.00	0.11	2.69	39.60	0.00	0.80	0.25	0.00	0.05	1.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7	38.50	23.70	27.80	63.50	22.10	31.70	100.00	0.00	37.50	4.45	0.00	0.09	2.23	35.80	0.00	0.70	0.33	0.00	0.03	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8	41.10	22.80	30.10	68.10	21.30	36.50	100.00	0.00	32.40	4.54	0.00	0.19	4.49	37.10	0.00	1.50	0.33	0.00	0.07	1.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9	45.50	22.50	28.90	72.20	20.80	35.90	100.00	0.00	37.90	4.46	0.00	0.09	2.23	35.90	0.00	0.70	0.43	0.00	0.09	2.06	1.54	0.00	0.18	4.38	0.50	
10	40.60	21.60	28.50	66.20	20.10	35.60	41.10	20.70	29.80	4.56	0.00	0.18	4.42	37.60	0.00	1.50	0.29	0.00	0.06	1.35	2.65	0.00	0.33	7.82	1.00	
11	39.90	22.60	28.10	65.40	21.80	33.70	42.40	23.60	29.50	4.38	0.00	0.09	2.19	34.90	0.00	0.70	0.40	0.00	0.06	1.44	1.91	0.00	0.04	0.95	0.50	
12	35.90	22.40	27.60	60.30	20.80	33.00	39.60	22.70	29.30	4.96	0.00	0.10	2.48	41.20	0.00	0.90	0.23	0.00	0.03	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13	36.60	22.70	27.10	69.00	21.50	32.20	39.30	23.00	28.70	1.04	0.00	0.02	0.52	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.02	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14	39.90	22.80	28.30	71.70	22.10	35.30	40.90	23.00	29.20	5.05	0.00	0.21	5.05	42.00	0.00	1.70	0.34	0.00	0.03	0.80	1.48	0.00	0.11	2.60	1.00	
15	40.40	22.80	29.80	66.30	21.50	36.40	41.00	23.20	30.50	4.65	0.00	0.29	6.70	38.60	0.00	2.30	0.61	0.00	0.10	2.33	1.70	0.00	0.10	2.32	1.50	
16	39.20	19.80	28.30	65.40	19.60	34.70	41.90	21.90	29.80	4.61	0.00	0.19	4.62	38.10	0.00	1.50	0.64	0.00	0.16	3.71	6.83	0.00	0.55	13.31	1.00	
17	40.50	21.80	28.90	72.60	20.60	35.70	41.70	22.00	29.90	4.43	0.00	0.19	4.35	36.00	0.00	1.50	0.98	0.00	0.20	4.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18																										
19	35.10	20.60	26.60	51.80	20.50	31.50	36.40	21.20	27.80	4.39	0.00	0.09	2.26	34.70	0.00	0.70	0.87	0.00	0.18	4.25	6.08	0.00	0.17	4.11	0.50	
20	37.30	22.10	25.30	70.00	20.70	29.20	39.40	22.40	26.40	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.15	3.66	1.33	0.00	0.19	4.54	5.00	
21	36.50	21.70	26.60	66.00	20.70	32.90	39.90	0.00	26.90	5.64	0.00	0.13	3.08	46.40	0.00	1.00	1.07	0.00	0.24	5.71	8.30	0.00	0.48	11.64	6.50	
22	38.00	20.00	26.70	65.40	19.60	33.10	100.00	0.00	31.20	4.25	0.00	0.09	2.18	29.30	0.00	0.60	1.14	0.00	0.24	5.78	4.50	0.00	0.34	8.27	4.00	
23	37.30	22.80	27.30	60.30	21.80	33.00	100.00	0.00	31.20	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.19	4.49	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	
24	36.70	21.90	27.20	58.30	21.10	33.10	100.00	0.00	25.00	4.24	0.00	0.09	2.17	30.20	0.00	0.60	1.10	0.00	0.20	4.72	6.58	0.00	0.14	3.30	0.50	
25	38.90	20.90	27.90	65.50	19.60	34.90	100.00	0.00	35.00	4.59	0.00	0.19	4.63	37.50	0.00	1.60	1.06	0.00	0.27	6.47	8.07	0.00	0.30	7.29	1.00	
26	42.00	21.40	29.70	70.40	19.60	37.10	100.00	0.00	43.60	4.31	0.00	0.09	2.22	32.90	0.00	0.70	0.96	0.00	0.28	6.76	7.11	0.00	0.26	6.35	0.50	
27	43.70	23.20	30.80	68.60	21.70	37.20	100.00	0.00	44.80	4.39	0.00	0.18	4.38	34.70	0.00	1.40	0.91	0.00	0.26	6.26	5.60	0.00	0.25	6.10	1.00	
28	40.40	22.90	29.90	64.50	21.20	36.30	100.00	0.00	38.00	4.50	0.00	0.10	2.31	36.10	0.00	0.80	0.97	0.00	0.26	6.22	5.96	0.00	0.12	3.00	0.50	
29	40.20	23.10	28.80	67.10	21.50	35.60	100.00	0.00	44.00	4.41	0.00	0.09	2.26	34.90	0.00	0.70	1.10	0.00	0.27	6.58	5.82	0.00	0.12	2.92	0.50	
30	37.10	21.70	24.90	58.90	20.50	27.50	100.00	0.00	22.90	4.28	0.00	0.09	2.17	31.80	0.00	0.70	0.89	0.00	0.12	2.93	6.93	0.00	0.15	3.64	0.50	
31																										
最高	45.50	23.70	30.80	72.60	22.40	37.30	100.00	23.60	44.80	5.65	0.00	0.29	6.70	46.50	0.00	2.30	1.14	0.00	0.28	6.76	8.30	0.00	0.55	13.31	6.50	
最低	35.10	15.00	24.90	51.80	19.60	27.50	36.40	0.00	19.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.02	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
平均	39.14	22.01	28.33	64.98	21.11	34.33	71.47	7.71	30.83	4.09	0.00	0.12	2.90	31.40	0.00	0.91	0.64	0.00	0.13	3.16	3.60	0.00	0.16	3.80	1.00	
累計													84.16								91.71				110.17	29.00

表6.1-21 運転データ (1994年4月16日: KOERA)

	Tenv (Deg)	Tsc (Deg)	Tinv (Deg)	Current (A)	f (Hz)	Rad. (KW/m2)	flow (T/h)
0:00	28.1	24.9	0	0	0	0	0
0:30	28	25.3	0	0	0	0	0
1:00	27.7	24.7	0	0	0	0	0
1:30	27	24	22.5	0	0	0	0
2:00	27.6	24.7	0	0	0	0	0
2:30	26.7	23.6	0	0	0	0	0
3:00	26.7	23.9	0	0	0	0	0
3:30	26.9	24.5	0	0	0	0	0
4:00	26.4	23.8	0	0	0	0	0
4:30	25.7	22.9	0	0	0	0	0
5:00	26	23.9	0	0	0	0	0
5:30	25.8	23.6	0	0	0	0	0
6:00	25.4	22.4	0	0	0	0	0
6:30	25.4	22.8	0	0	0	0.012	0
7:00	25.8	24.4	100	0	0	0.056	0
7:30	28.4	29.2	0	0	0	0.188	0
8:00	31.1	36.3	0	0	0	0.353	0
8:30	33.3	40.3	0	0	0	0.42	0
9:00	31.8	45.4	34	4.33	40.6	0.566	2.25
9:30	38.5	48.2	37.4	0	0	0.479	0.03
10:00	37.9	54.4	39.2	4.89	48	0.832	3.47
10:30	38.1	54.3	40.8	4.71	45.5	0.73	2.86
11:00	36.3	58.9	42.3	4.88	48.5	0.948	3.43
11:30	37.4	60.1	43.5	4.92	48.5	1.006	3.33
12:00	38.4	56.1	43.7	4.82	46.9	0.833	2.73
12:30	41.9	59.4	47.4	4.79	46.4	0.81	2.81
13:00	41.2	62.3	47.1	4.91	48.5	1.044	3.56
13:30	44	60.5	48.3	4.76	45.8	0.79	3.15
14:00	44.2	60.5	48.7	4.79	46.2	0.786	3
14:30	43.4	62.6	48.7	4.61	43.7	0.716	2.83
15:00	44.6	60.9	49.3	4.58	43.3	0.681	2.67
15:30	43.7	59.8	50.5	4.2	38	0.523	2.22
16:00	47.1	56.4	49.4	0	0	0.412	0
16:30	46.7	52.6	48.5	0	0	0.307	0
17:00	46.4	51.5	48.7	0	0	0.247	0
17:30	45.8	45.8	47.3	0	0	0.156	0
18:00	43	42.3	45.5	1.87	0	0.063	0
18:30	40.8	39	42.3	0	0	0.024	0
19:00	38.4	35.1	39.3	0	0	0.009	0
19:30	36.3	32.7	37.3	0	0	0.006	0
20:00	34.1	30.6	35.4	0	0	0.004	0
20:30	32.5	29	34	0	0	0.003	0
21:00	30.9	27.8	32.7	0	0	0.002	0
21:30	30	26.7	31.4	0	0	0.001	0
22:00	29.2	25.9	30.4	0	0	0.001	0
22:30	28.6	25.3	29.6	0	0	0	0
23:00	28	24.7	29	0	0	0	0
23:30	27.4	24.1	28.2	0	0	0	0

表 6.2-1 経済評価 (BERZACK)

	プロジェクト年	建設費		運転維持費		合計費用	揚水費用	家畜販売	合計便益	便益
		労務費	その他	労務費	その他					
1994	0	34,000	64,000			98,000			0	-98,000
1995	1			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1996	2			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1997	3			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1998	4			7,400	7,300	14,700	17,900		17,900	3,200
1999	5			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2000	6			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2001	7			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2002	8			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2003	9			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2004	10			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2005	11			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2006	12			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2007	13			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2008	14			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2009	15			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2010	16			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2011	17			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2012	18			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2013	19			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500
2014	20			7,400	7,300	14,700	17,900	12,300	30,200	15,500

IRR 9.4%

表6.2-2 月別揚水・使用量

村名：ベルザック

月：

日付	測定時刻		揚水量				使用量			
			積算流量計読み (A)		1日当揚水量 (B)		積算流量計読み (C)		1日当使用量 (D)	
	時	分	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)	m3	L(リットル)
			先月末積算流量計読み		先月末積算流量計読み					
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
			月間揚水量				月間使用量			
							揚水・使用流量差			

1日当揚水流量 = 前日の揚水積算流量計読み - 当日の揚水積算流量計読み

1日当使用流量 = 前日の使用積算流量計読み - 当日の使用積算流量計読み

表6.2-3 日別販売水量：飲料水

村名：ベルザック

日付 / /

NO.	家族名	容 器						販売水量 L (リットル) a+c+e	徴収額 (CFA) b+d+f
		ドラム缶(200L)		50L以上		50~20L			
		本数	200L×本数 a(リットル) b(CFA)	本数	50L×本数 c(リットル) d(CFA)	本数	20L×本数 e(リットル) f(CFA)		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
計									

記帳：

確認：

日付：

表6.2-4 日別販売水量記録：家畜 村名：ベルザック

日付		/		/		/		日付						
NO.	家族名		家畜頭数			氏	NO.	家族名		家畜頭数				
	名	氏	大型	小型	ロバ			名	氏	大型	小型	ロバ		
1							1							
2							2							
3							3							
4							4							
5							5							
6							6							
7							7							
8							8							
9							9							
10							10							
11							11							
12							12							
13							13							
14							14							
15							15							
						計								
									計					

記帳： _____
 確認： _____
 日付： _____
 記帳： _____
 確認： _____
 日付： _____

表6.2-5 月別販売水量・徴収額

村名：ベルザック

月：

日付	販売水量				徴収額				家畜頭数		
	m3		L(リットル)		(CFA)				大型	小型	ロバ
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
合計											

図6.1-1 月別平均観測結果 1994年2月 Berzack

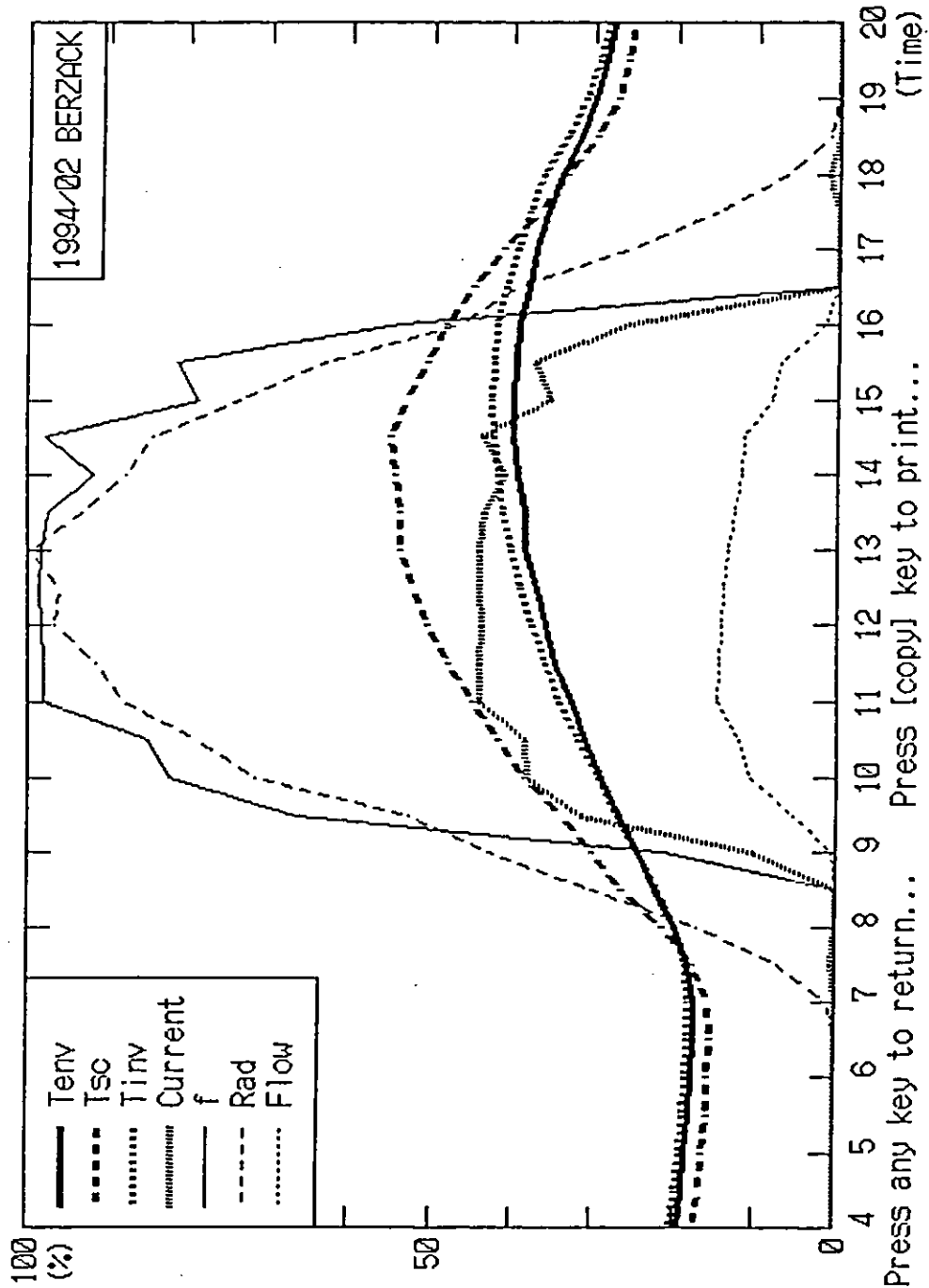


図6.1-2 月別平均観測結果 1994年3月 Berzack

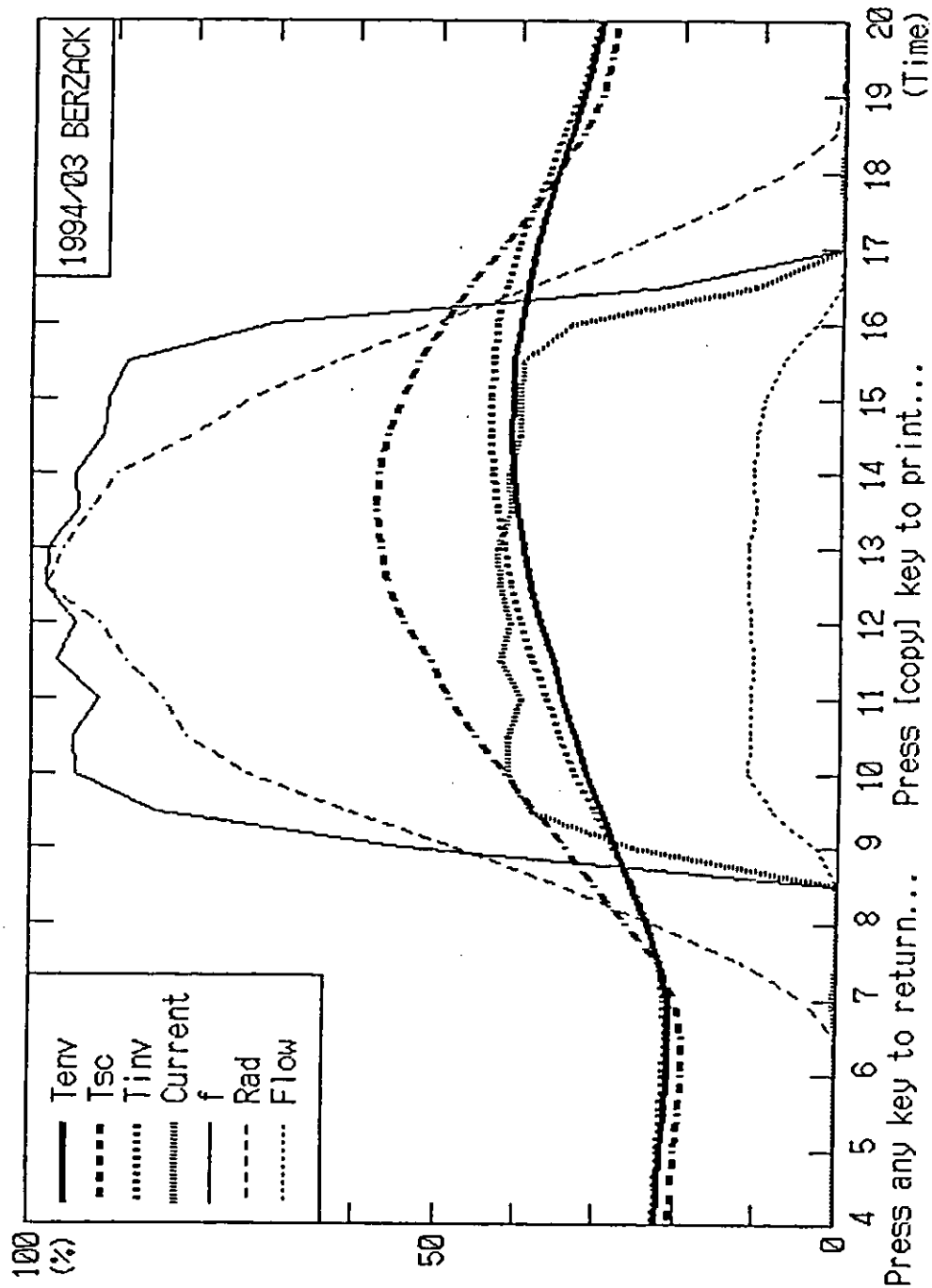


図6.1-3 月別平均観測結果 1994年4月 Berzack

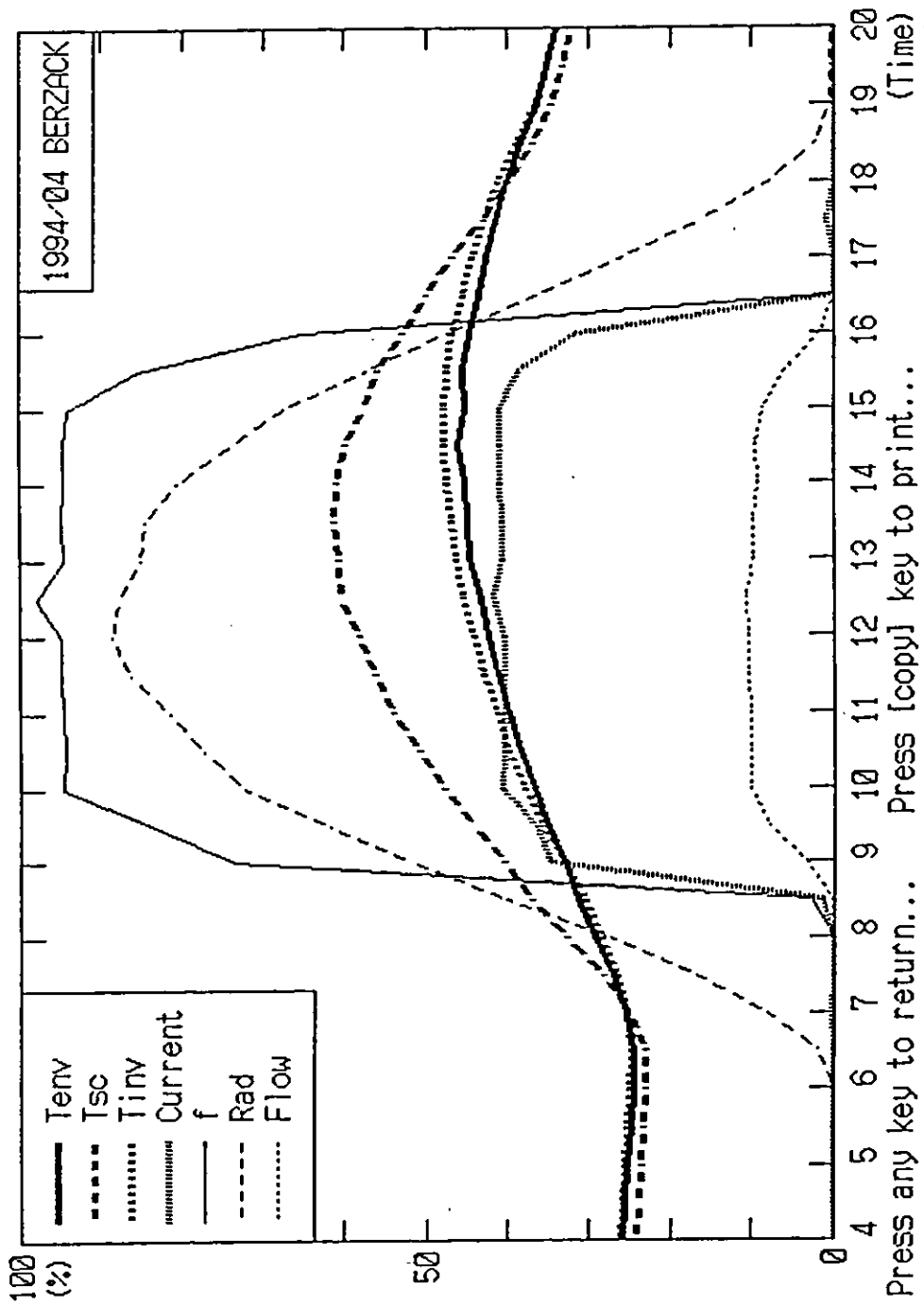


図6.1-4 月別平均観測結果 1994年5月 Berzack

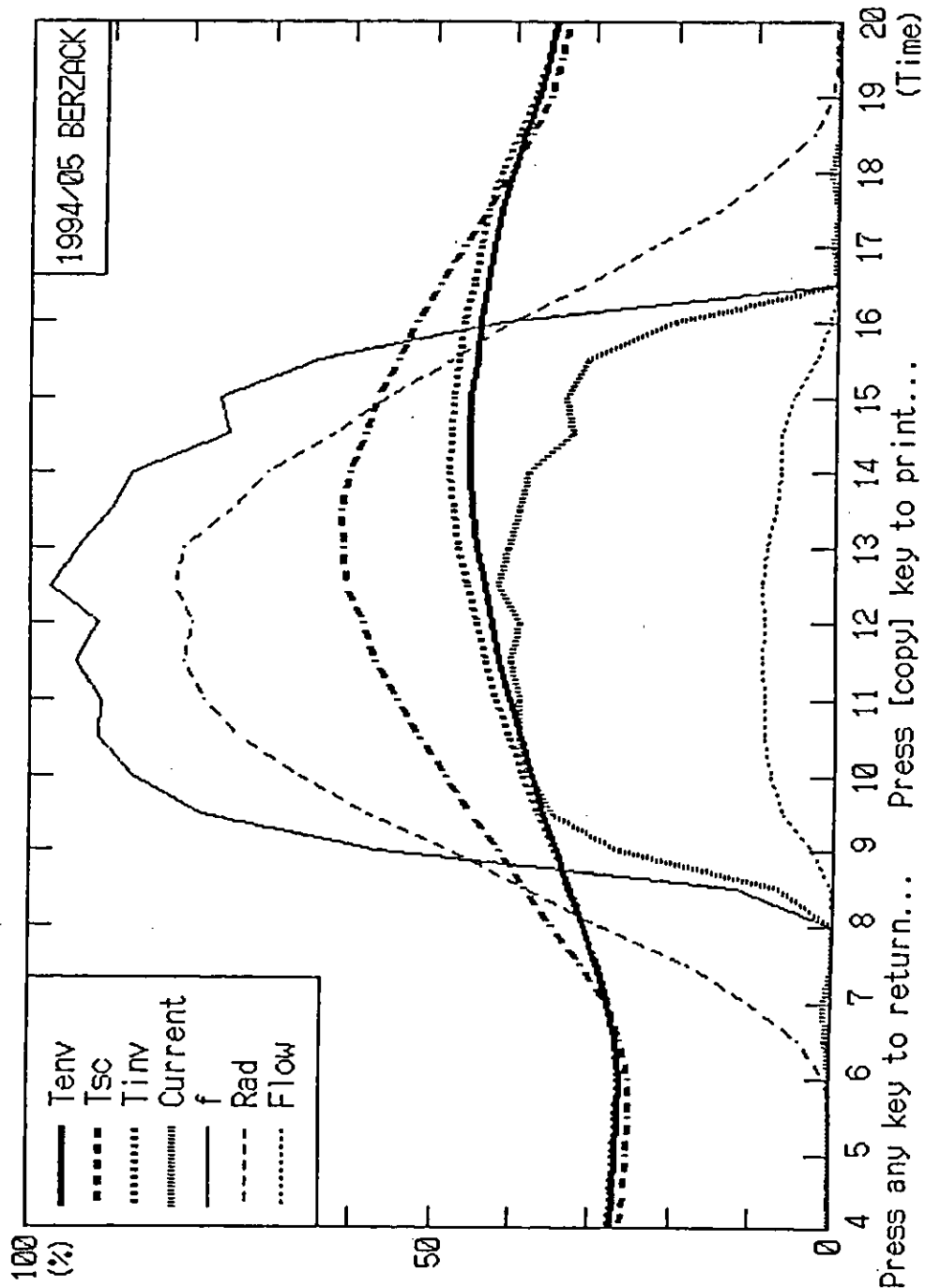


図6.1-5 月別平均観測結果 1994年6月 Berzack

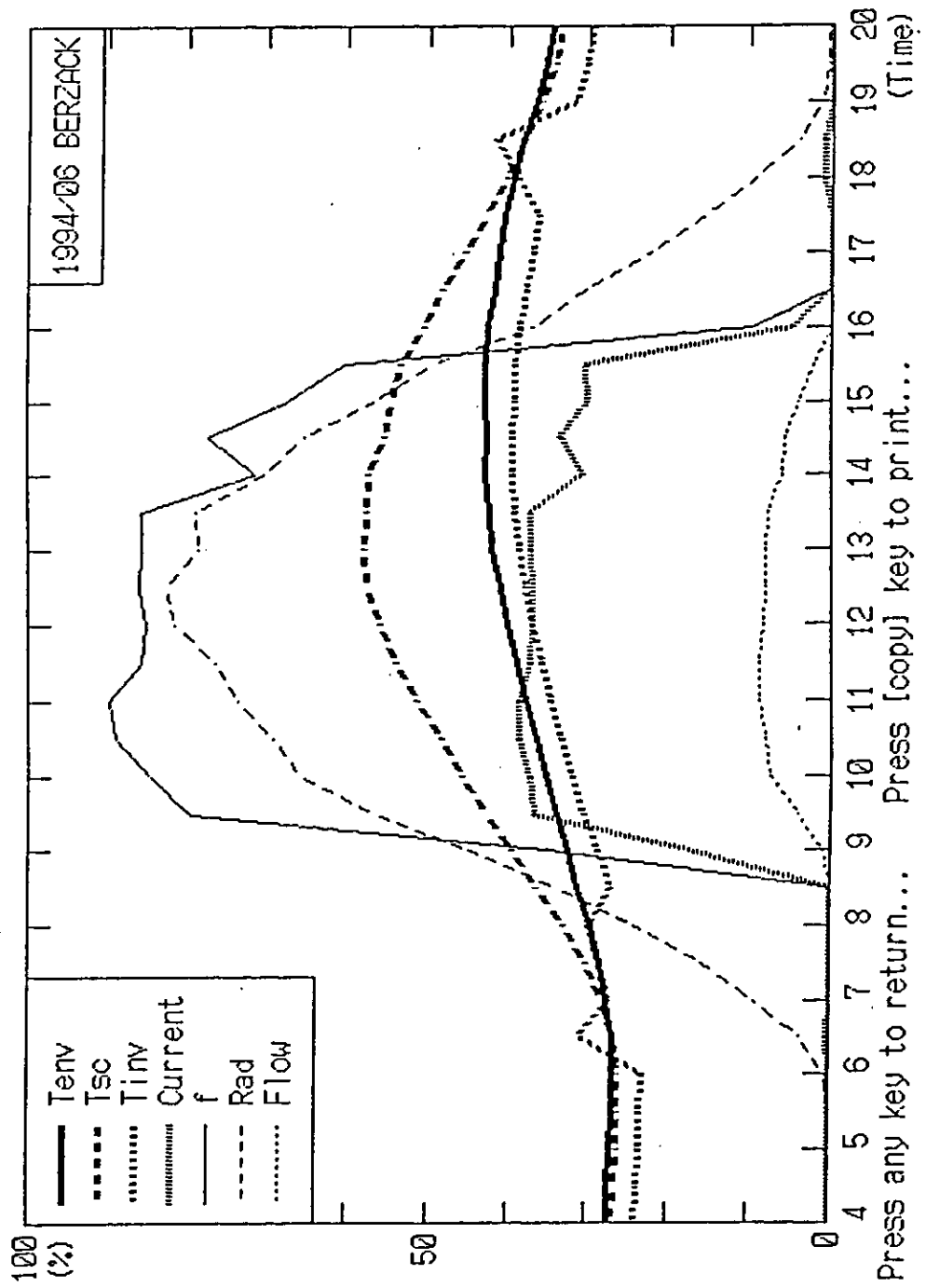


図6.1-6 月別平均観測結果 1994年7月 Berzack

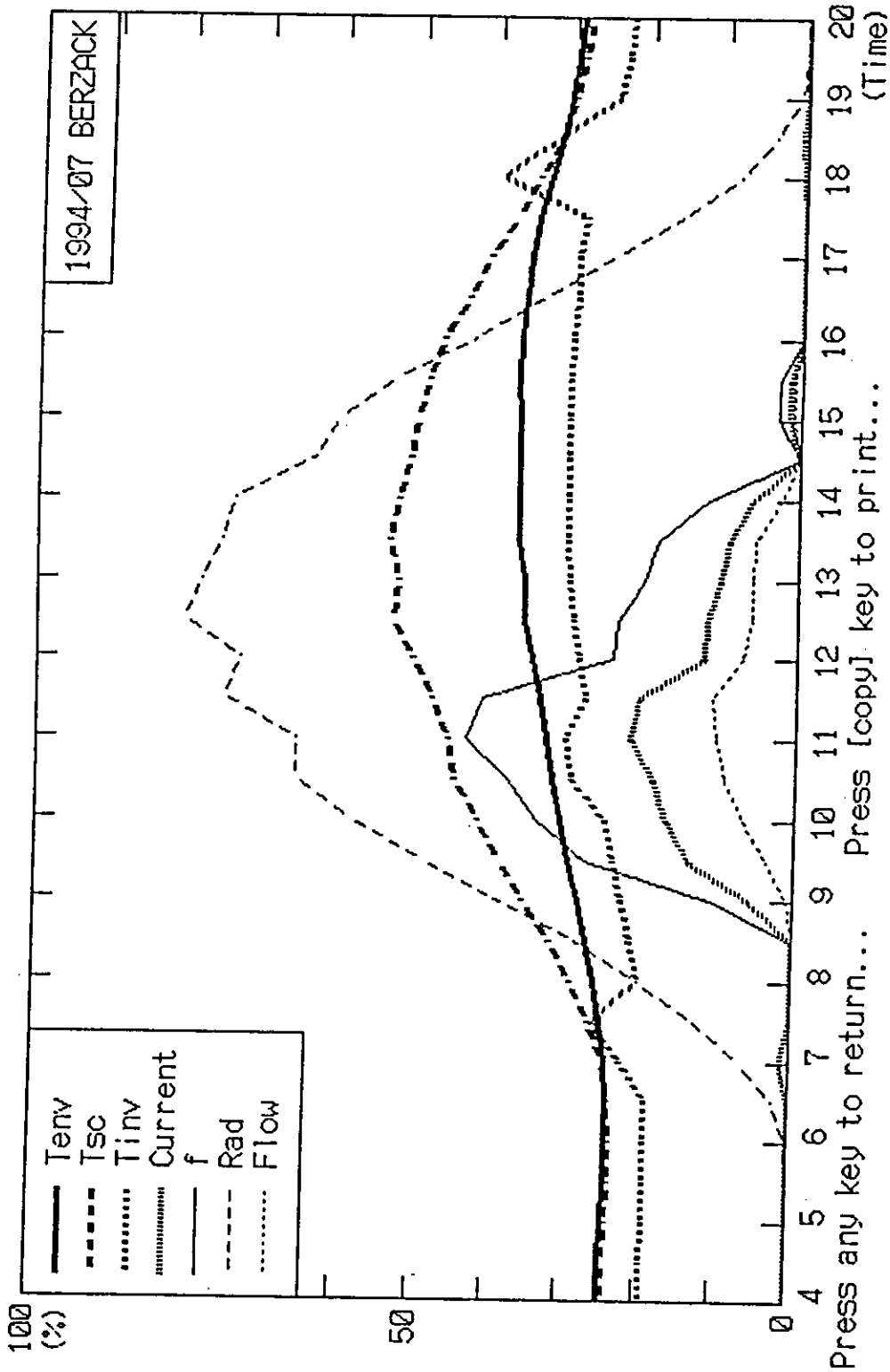


圖6.1-7 月別平均觀測結果 1994年8月 Berzack

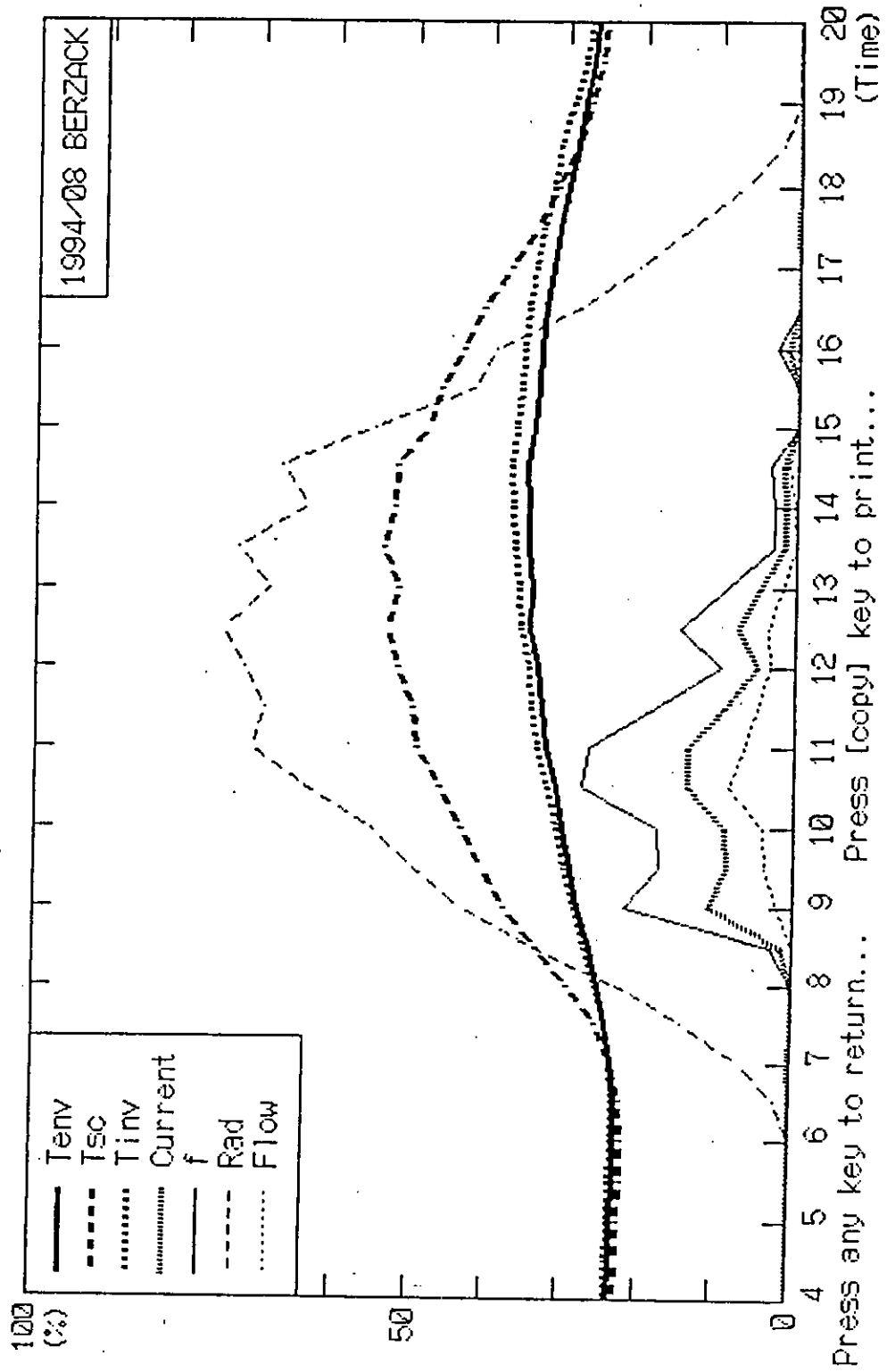


図6.1-8 月別平均観測結果 1994年9月 Berzack

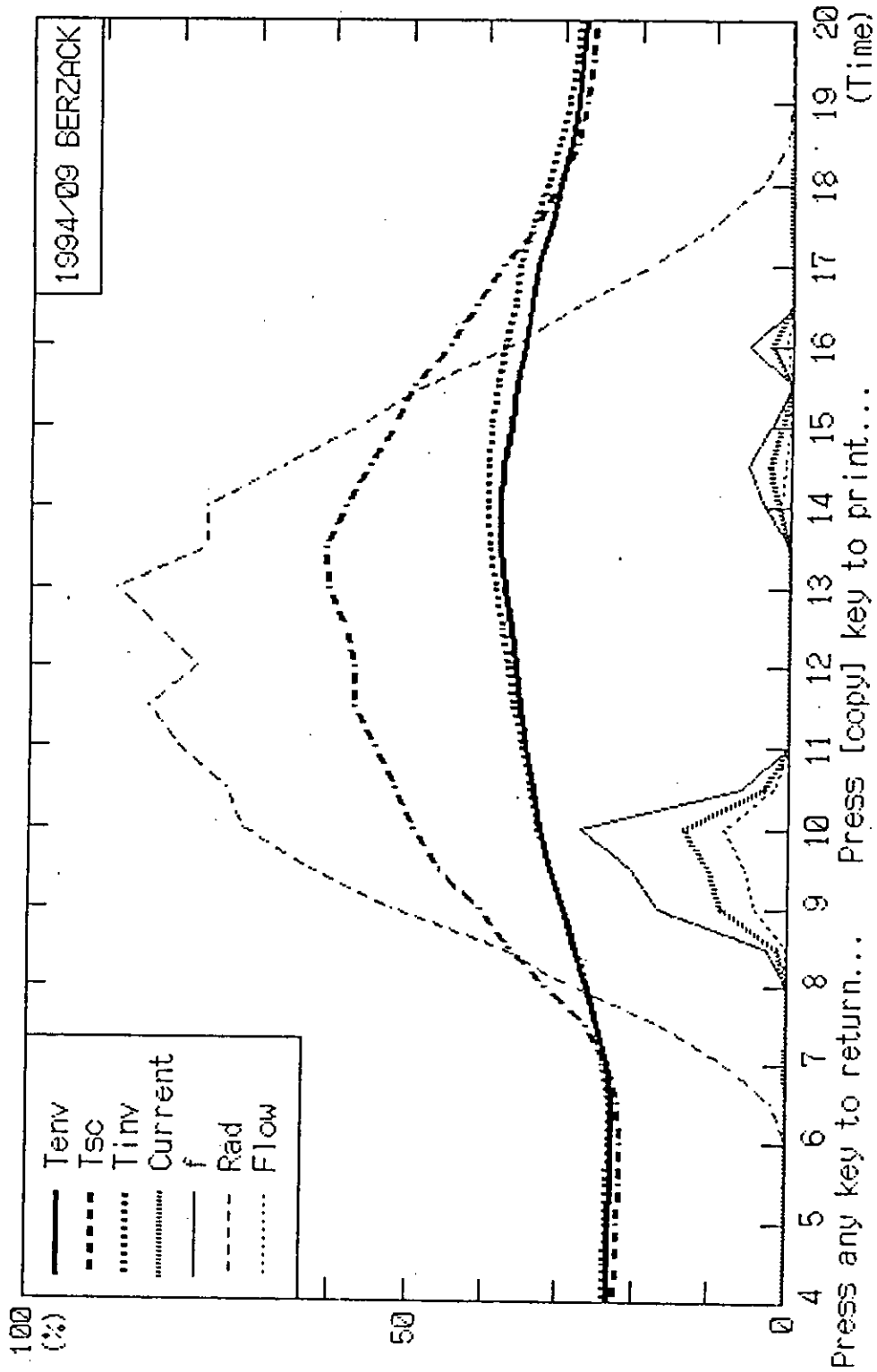


図6.1-9 月別平均観測結果 1994年2月 Koera

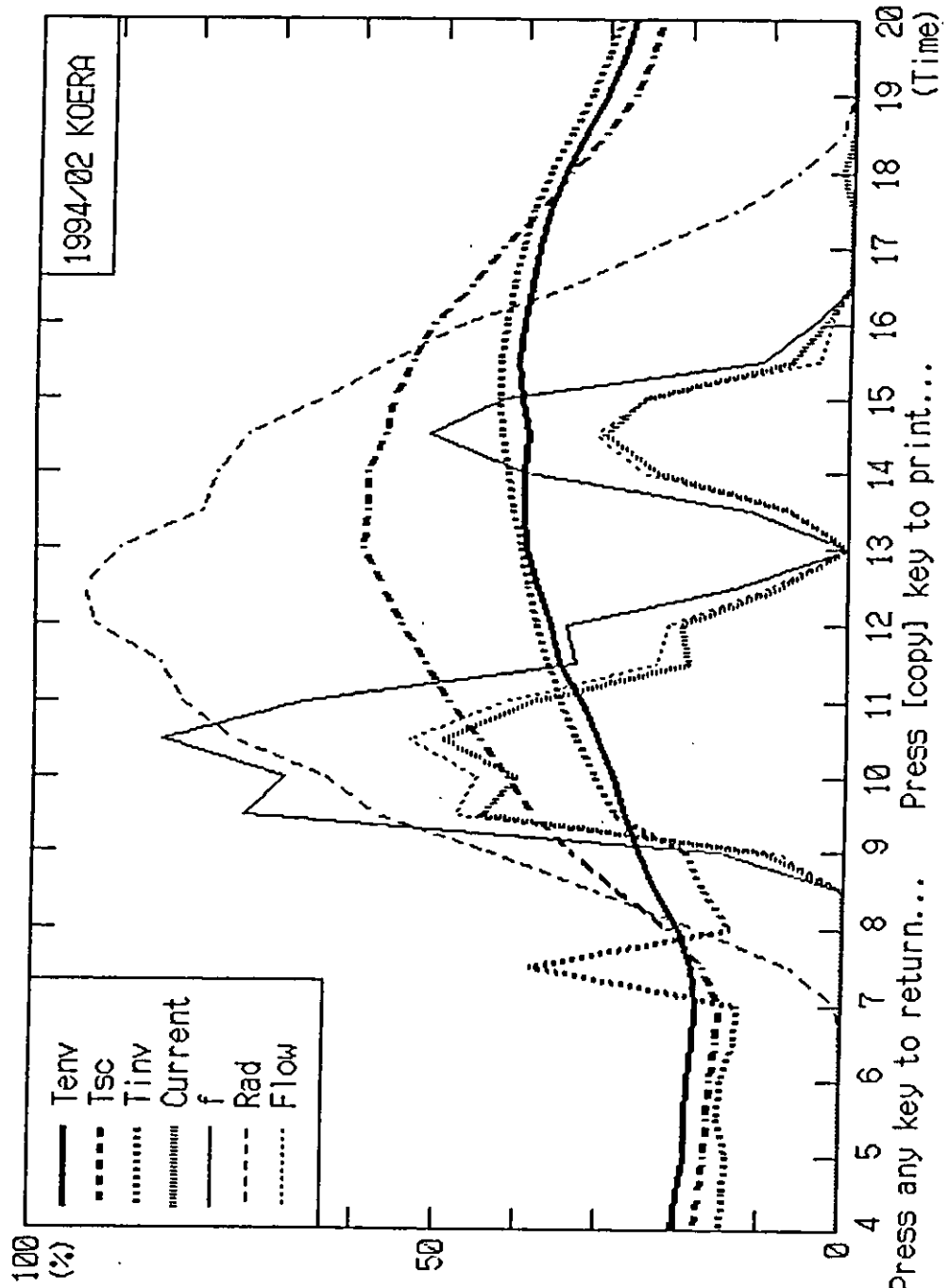


図6.1-10 月別平均観測結果 1994年3月 Koera

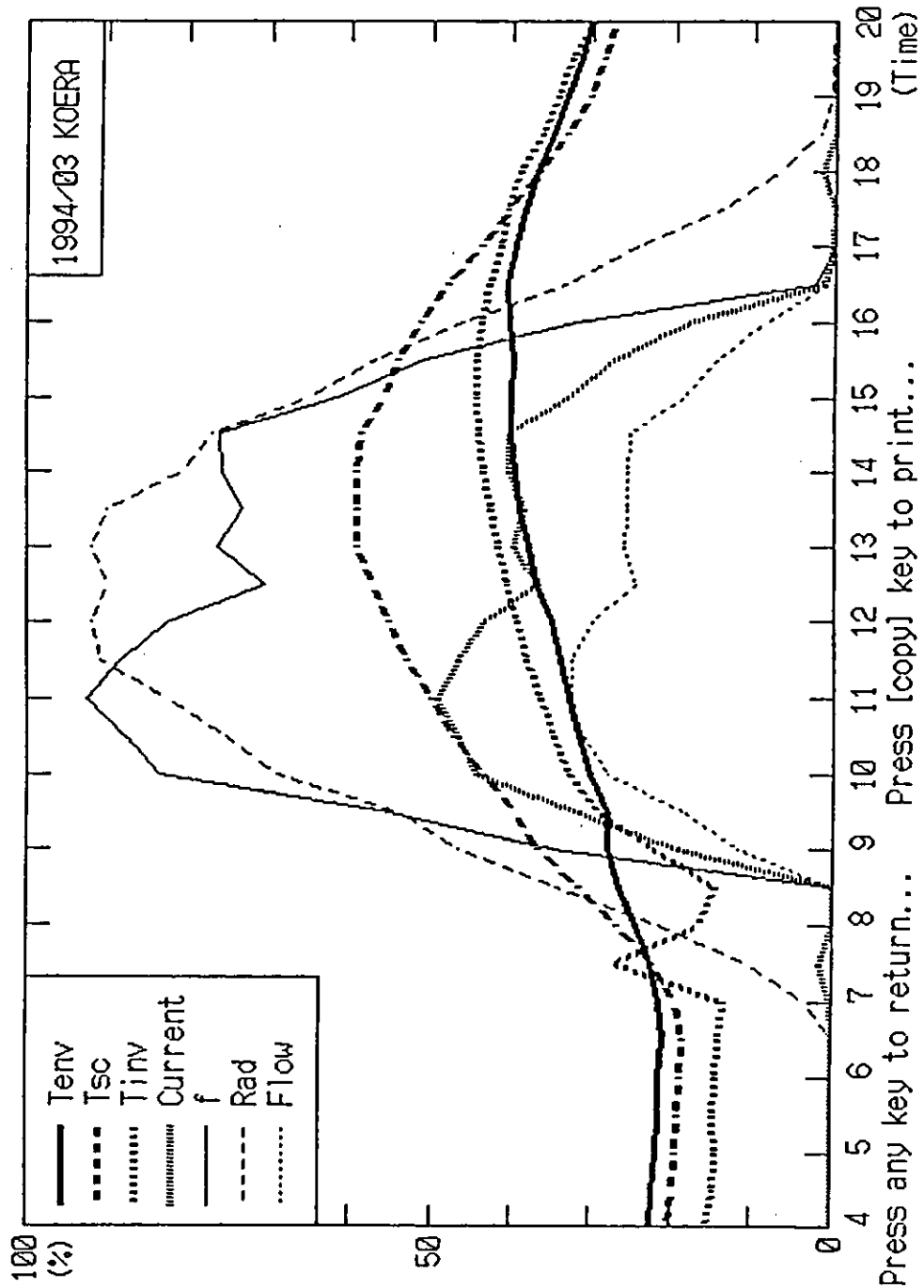


図6.1-11 月別平均観測結果 1994年4月 Koera

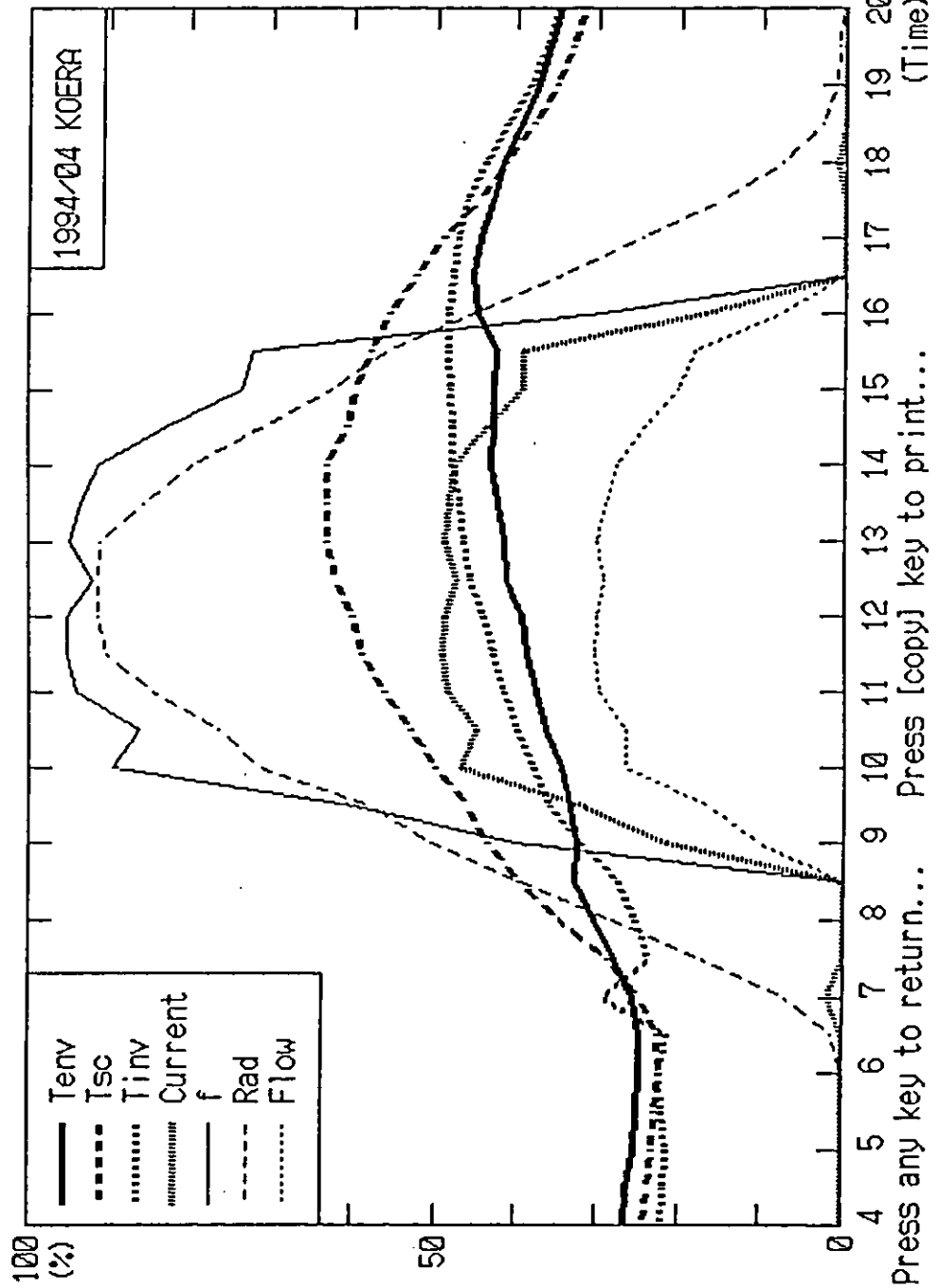


図6.1-12 月別平均観測結果 1994年5月 Koera

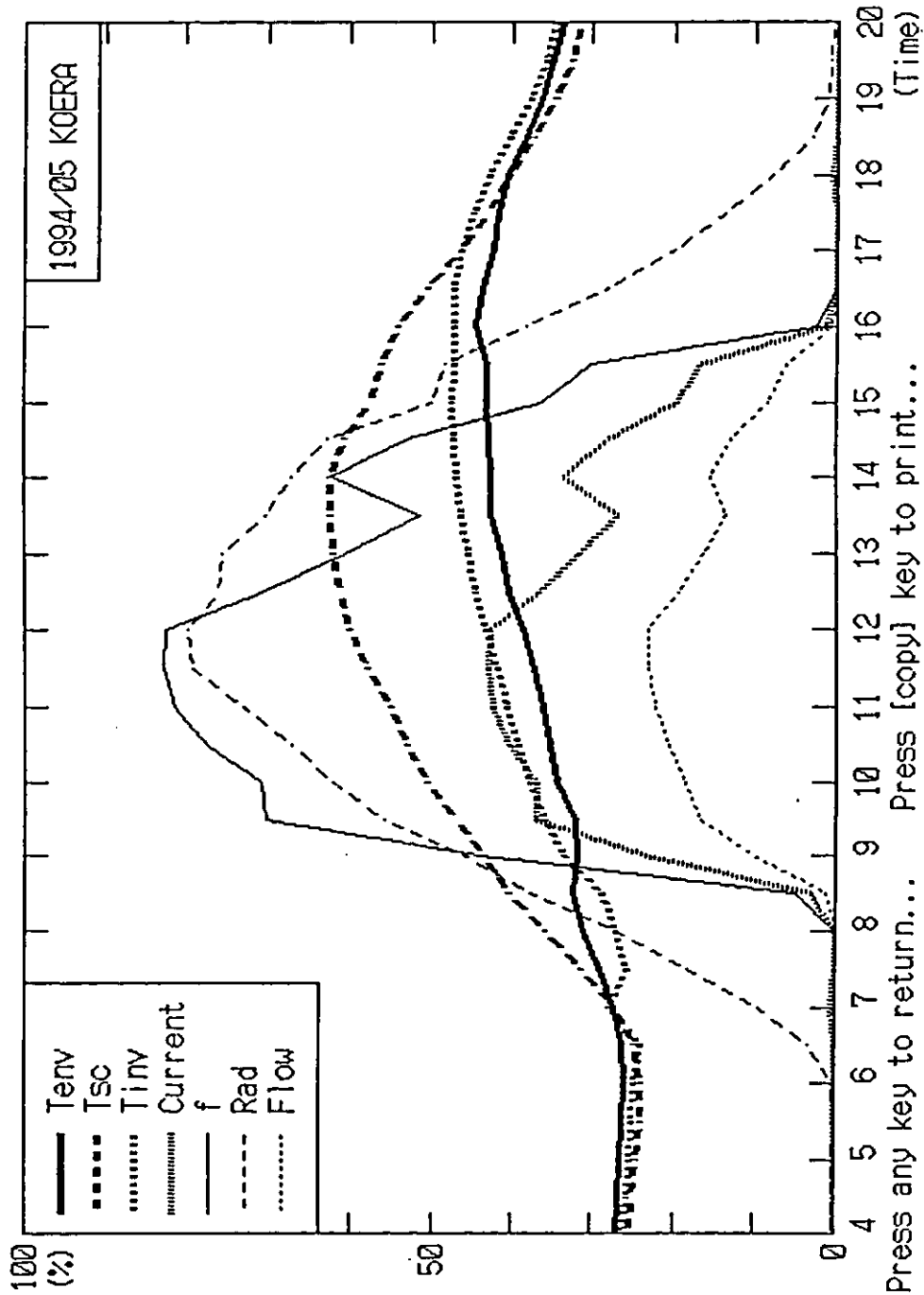


図6.1-13 月別平均観測結果 1994年6月 Koera

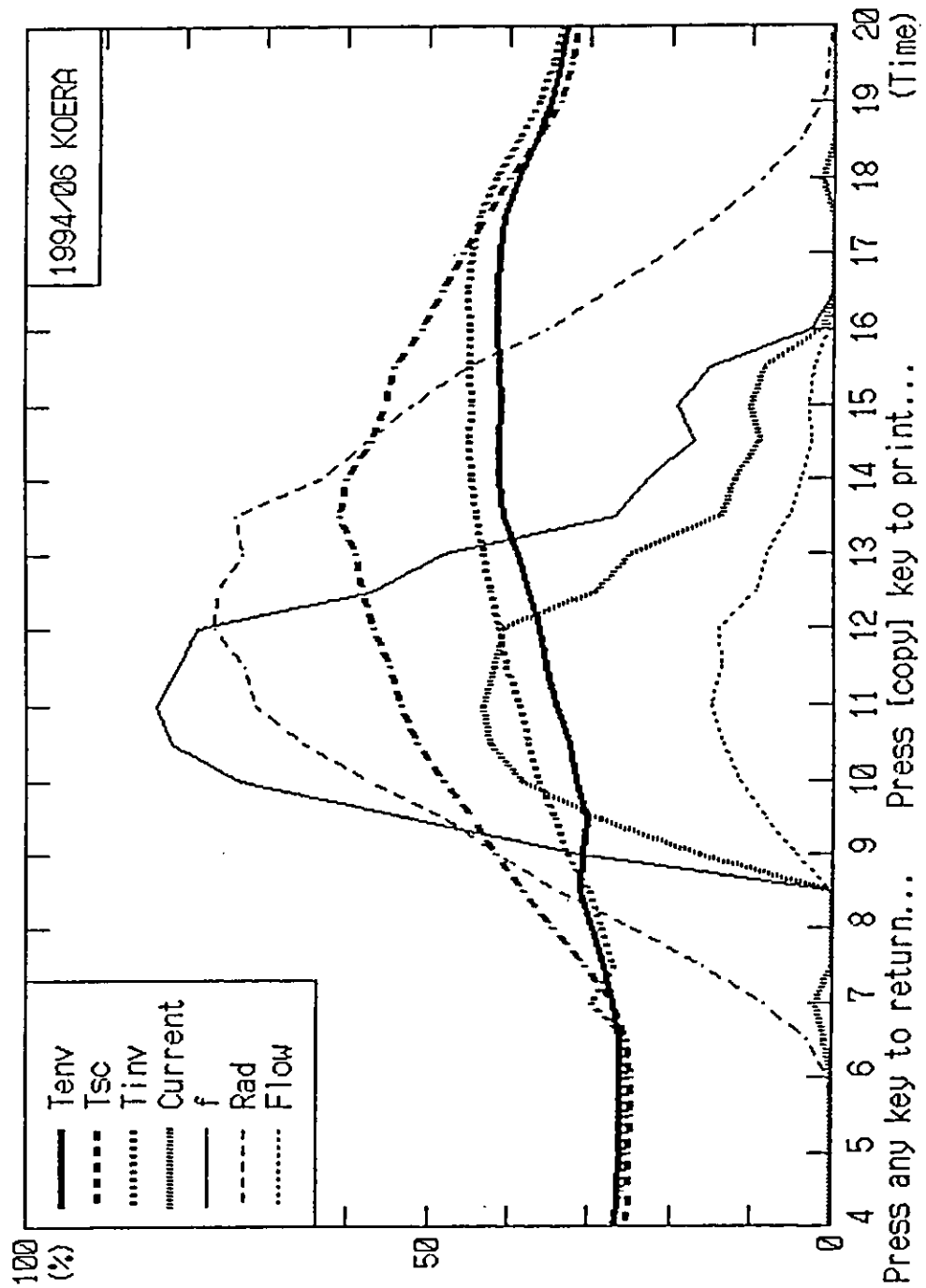


図6.1-14 月別平均観測結果 1994年7月 Koera

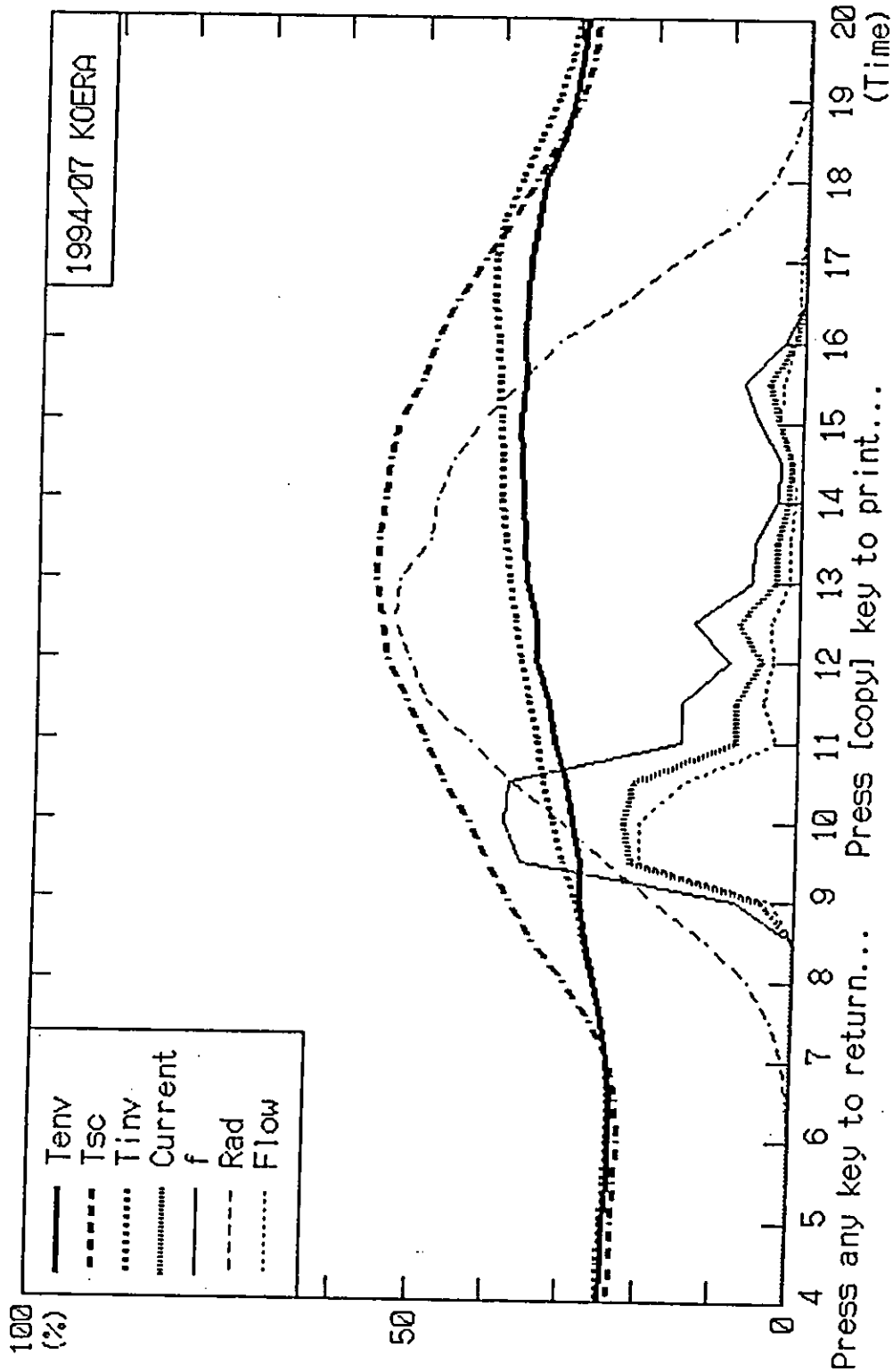


図6.1-15 月別平均観測結果 1994年8月 Koera

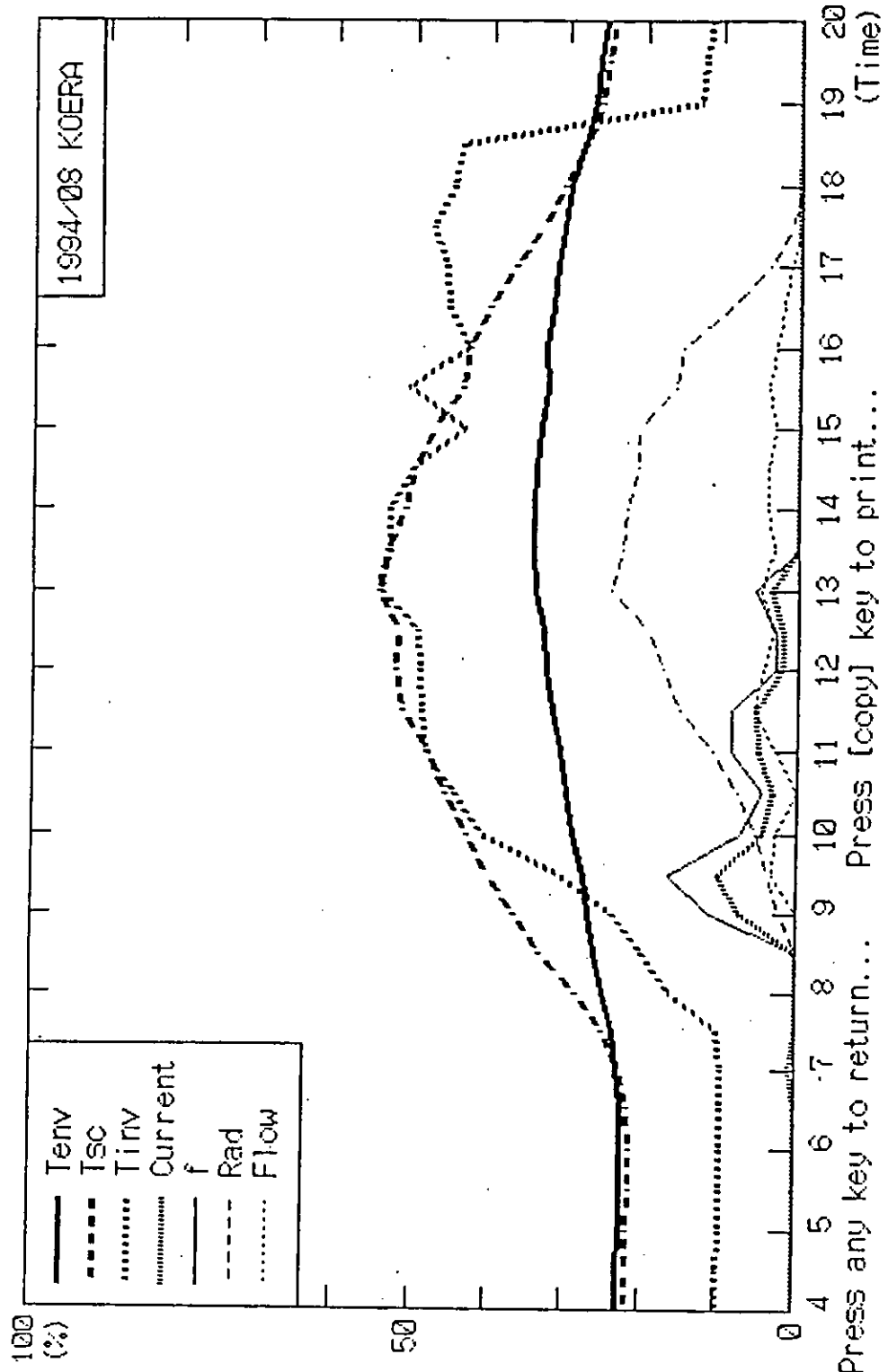


図6.1-16 月別平均観測結果 1994年9月 Koera

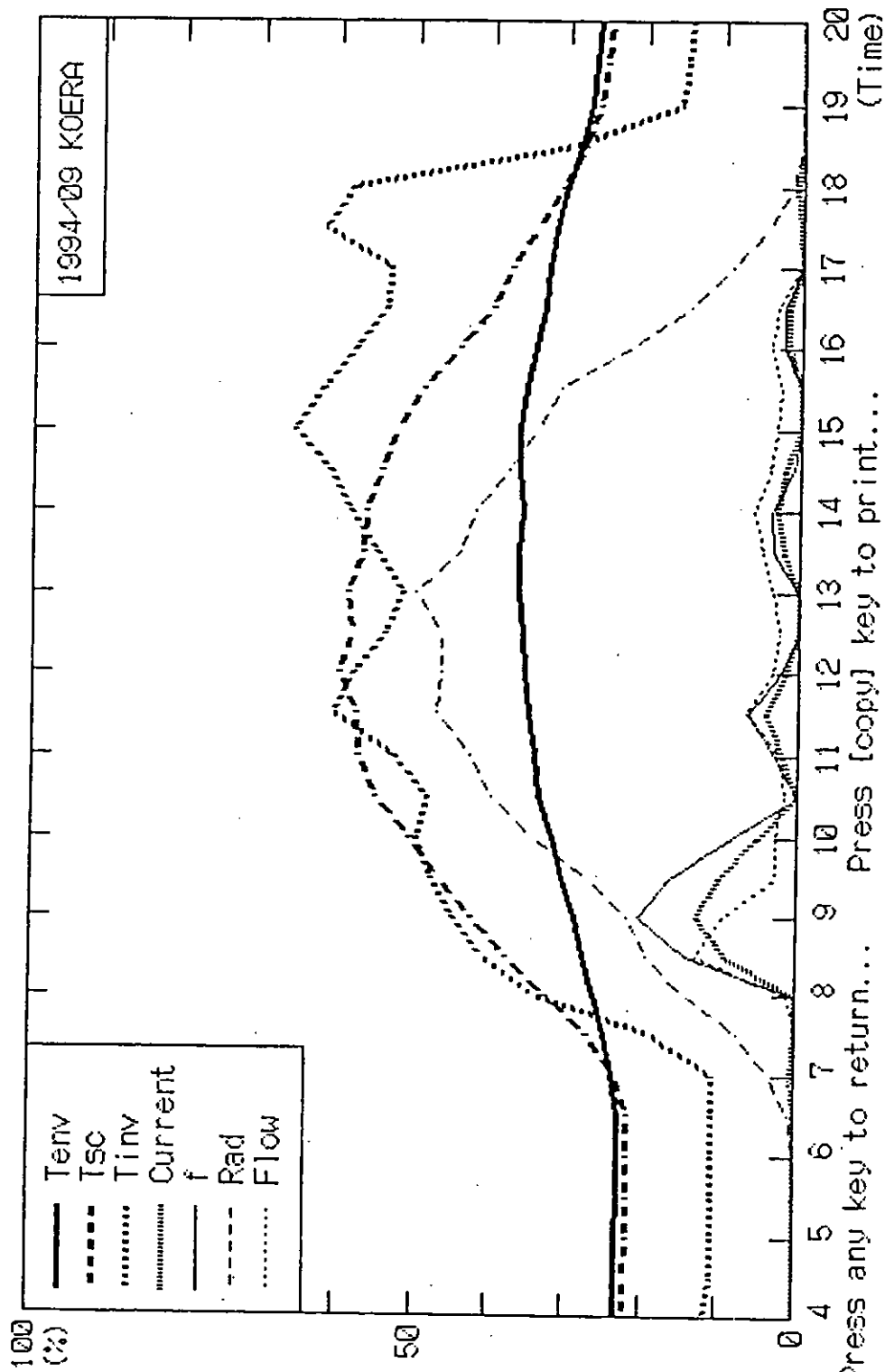


図6.1-17 代表日の外気温(T_{env})と太陽電池温度(T_{sc})の関係 Berzack

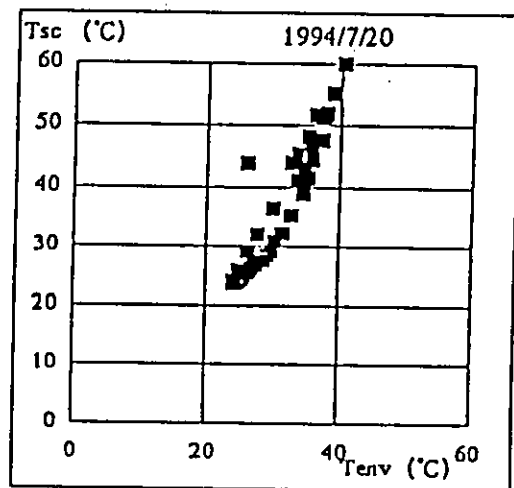
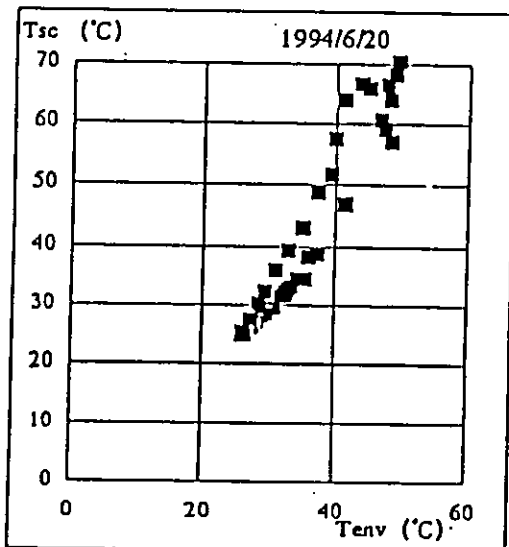
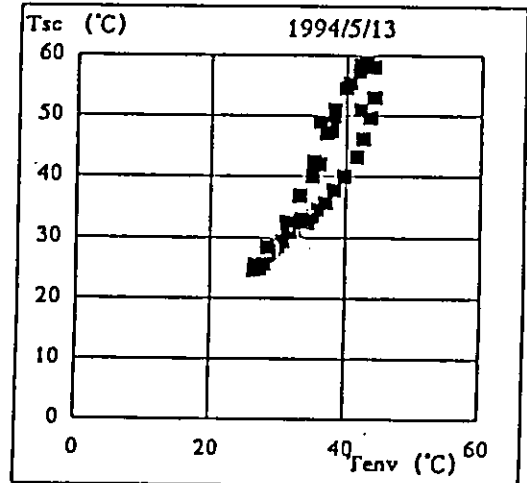
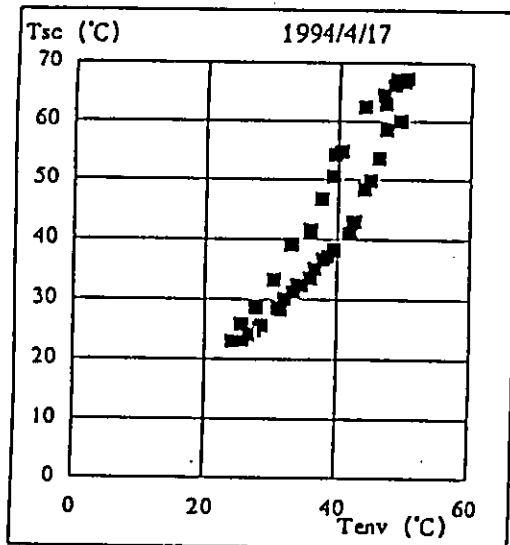
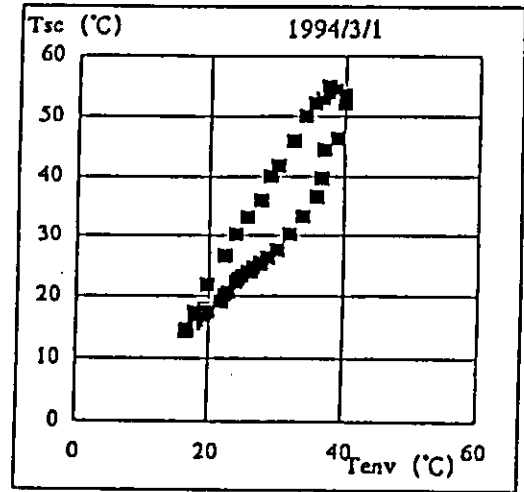
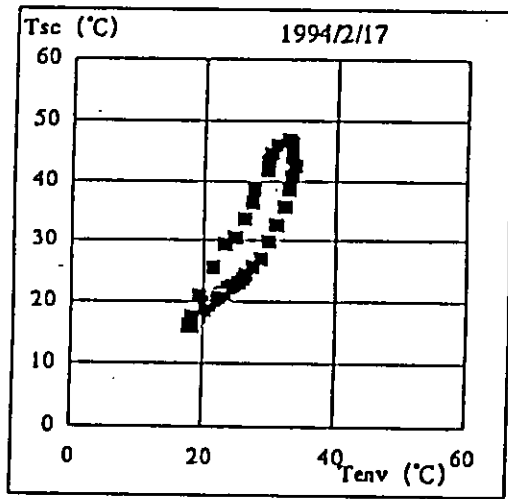


図6.1-18 代表日の外気温(Tenv)と太陽電池温度(Tsc)の関係 Koera

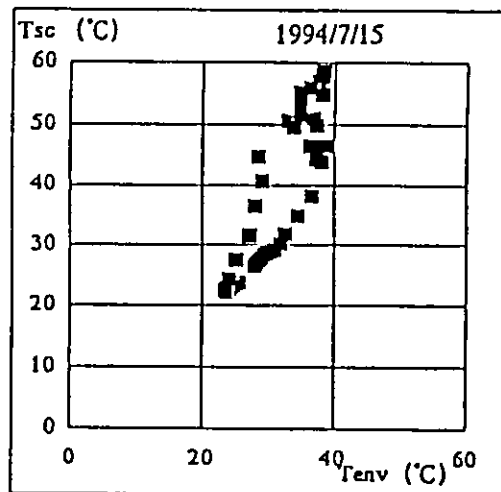
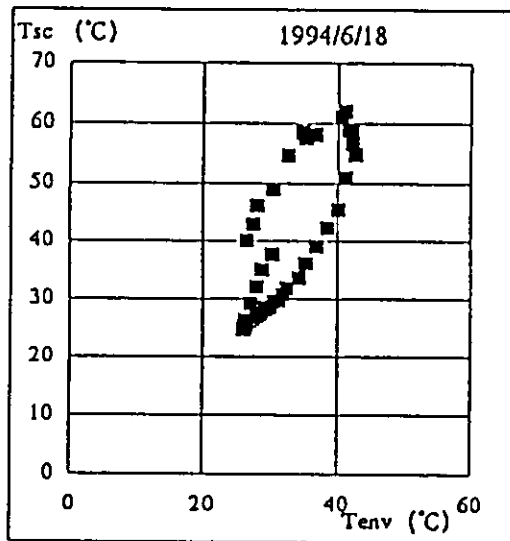
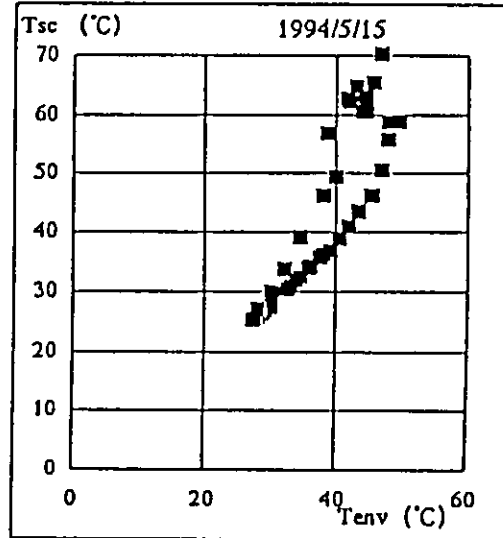
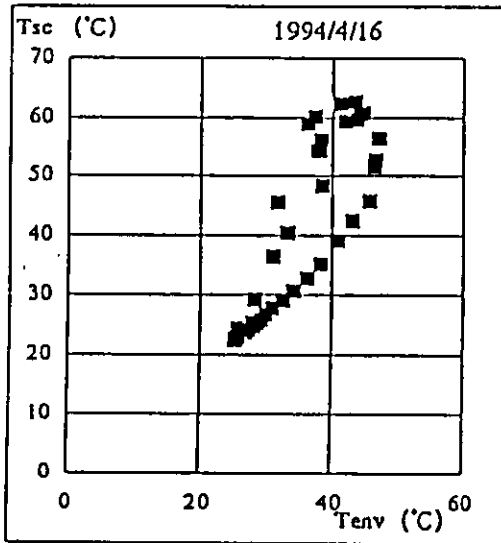
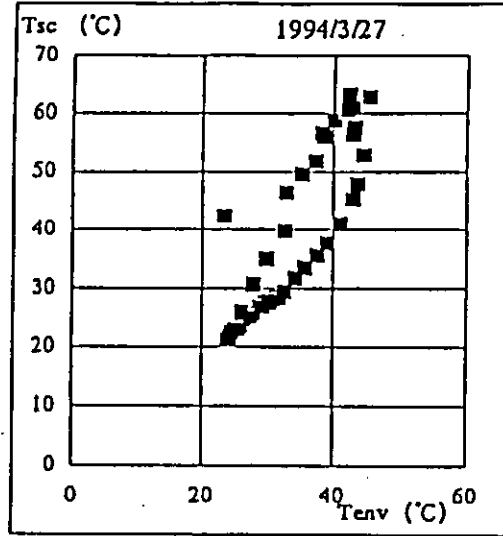
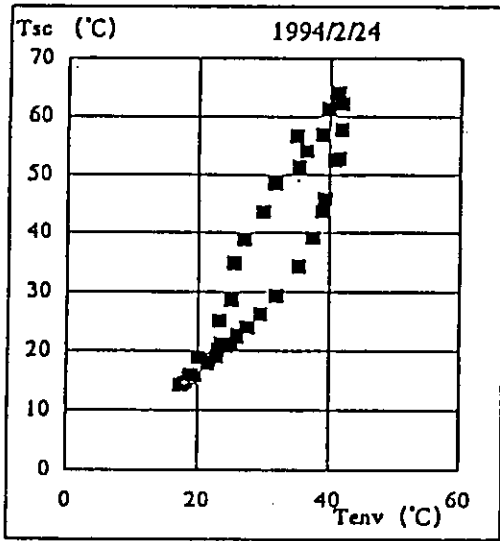


図6.1-19 代表日の外気温(T_{env})と制御盤内温度(T_{inv})の関係 Berzack

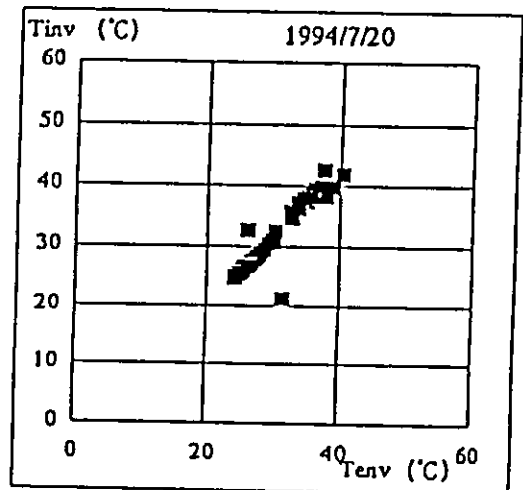
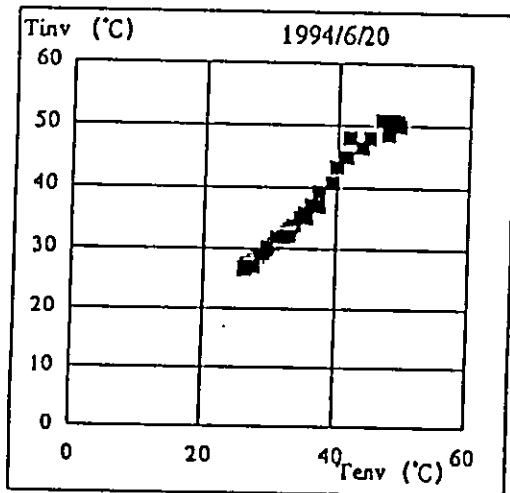
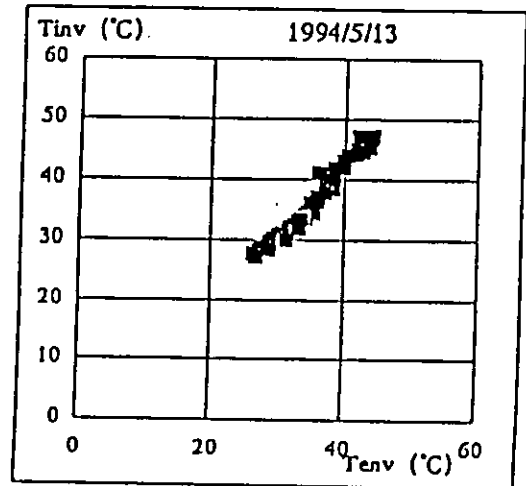
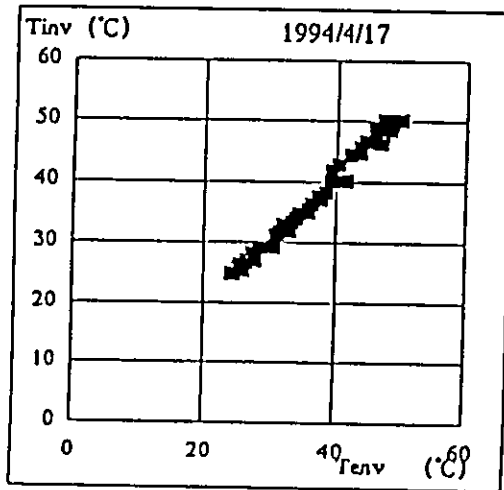
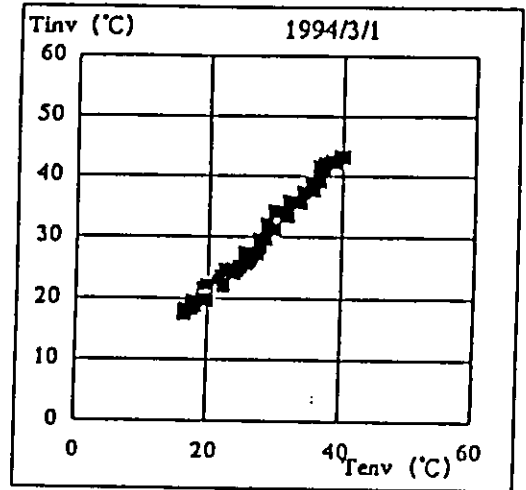
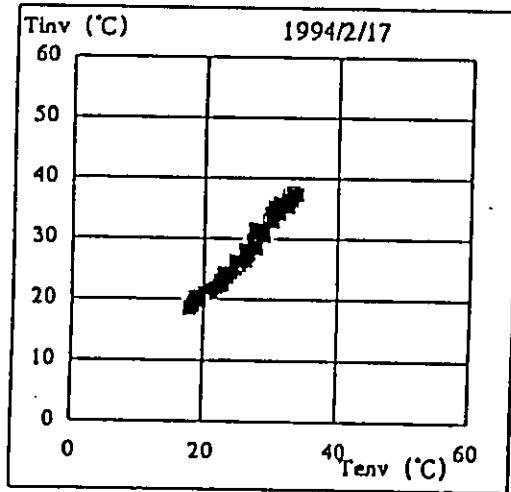


図6.1-20 代表日の外気温(T_{env})と制御盤内温度(T_{inv})の関係 Koera

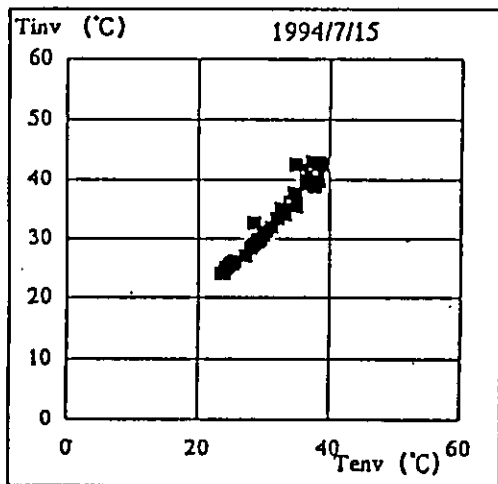
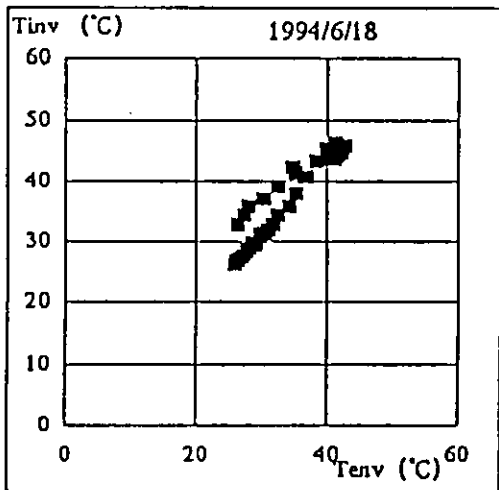
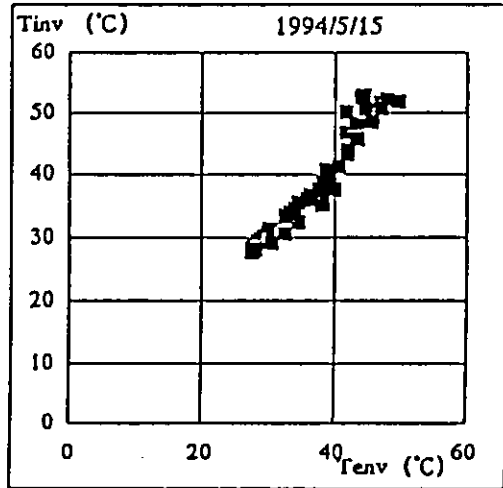
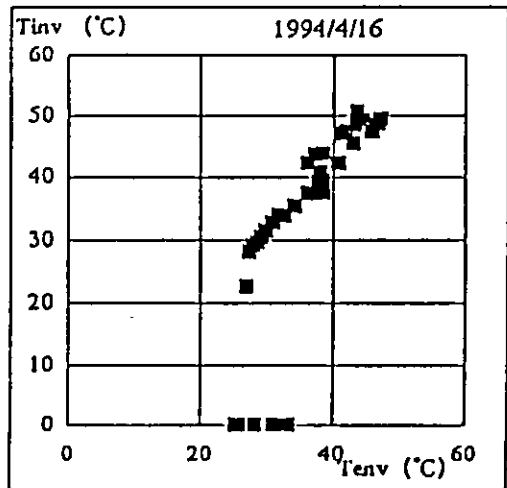
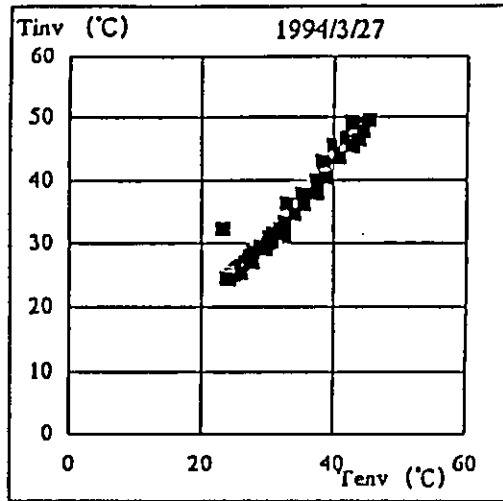
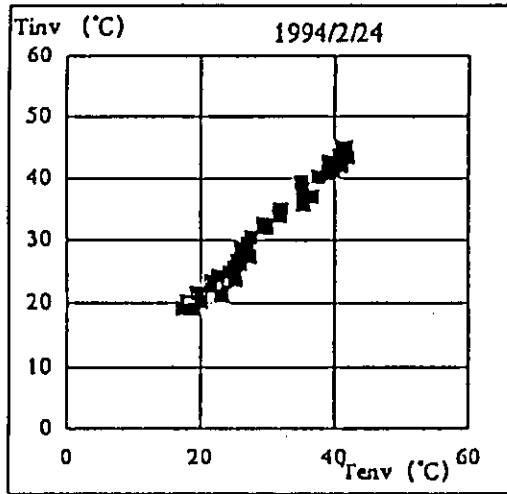


図6.4-1 家庭用太陽光発電揚水システム概念図

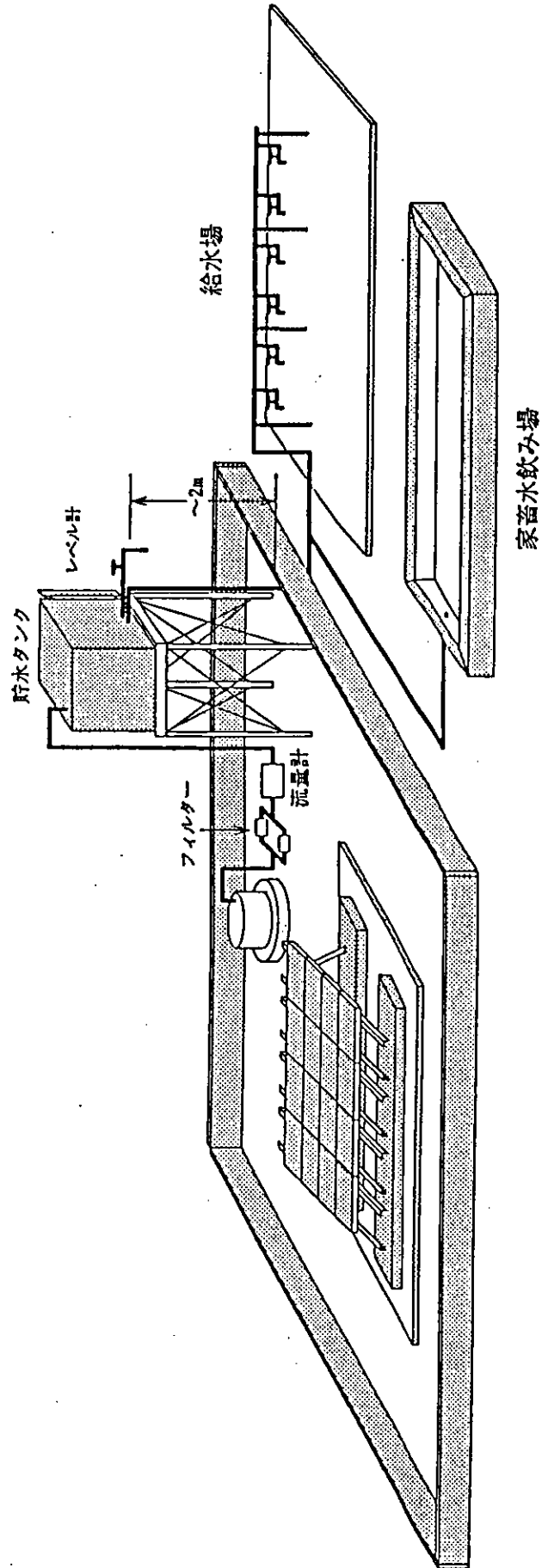
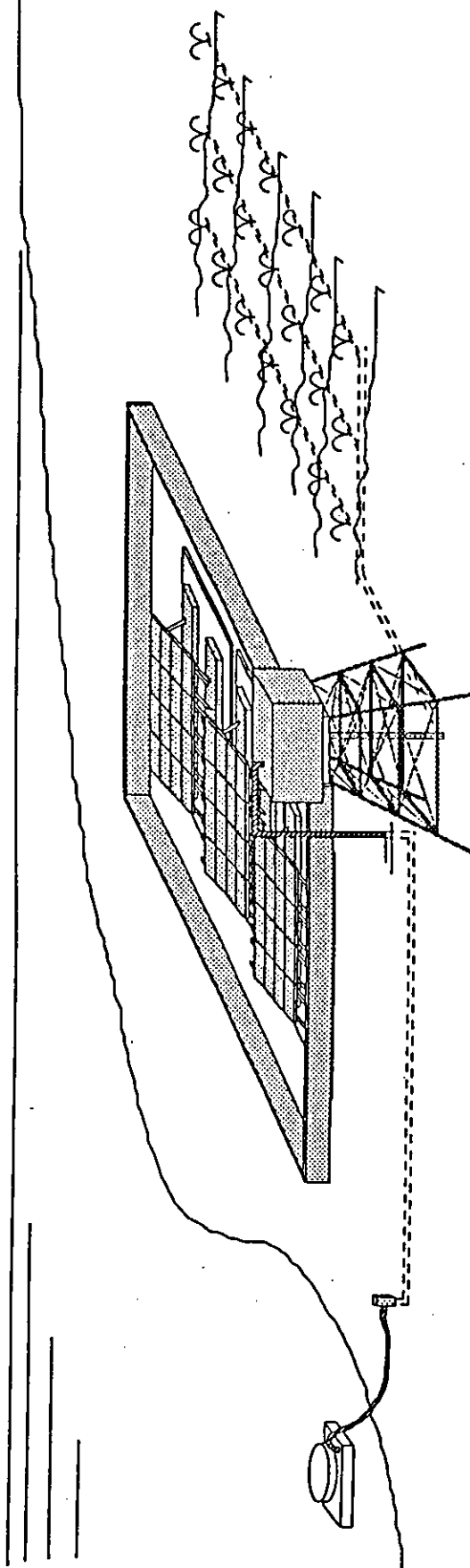


図6.4-2 農業用太陽光発電揚水システム概念図



第 7 章

今後の実証調査の可能性

第7章 今後の実証調査の可能性

7.1 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

7.1.1 太陽エネルギーの有効利用

ナラ地域は、月平均の1日当りの日射量が6.0kWh/m²/日は期待でき、世界的に見ても安定した豊富な日射量が得られる地域である。マリ国においては、太陽エネルギーは太陽熱と太陽光の両分野で進められてきたが、最も広範囲に渡って使用されている分野は飲雑用水、家畜用水、農業用水の確保を目的とした揚水である。ニジェール川沿いの地域を中心に太陽光発電揚水システムの開発が進められてきており、これまでに222システムが設置され世界でも有数の太陽光発電揚水システム保有国になっている。

マリ国は石油資源に恵まれない上に内陸国で、石油を中心とする商業エネルギーコストが非常に高いものになっており、国家財政上も問題となっている。このような状況で、世界的にみても太陽エネルギーに恵まれた国の一つであるマリで、太陽エネルギーの積極的な活用を計ることは重要である。即ち、飲雑用水、家畜用水の確保を通じ砂漠地帯における民生の安定及び定住化の促進、農業用水確保による生産性の向上を計ることは意義のあるものといえる。

しかしながら、石油を燃料とするディーゼル発電機を電源とした揚水システムと比較した場合、以下のような利点、欠点がある。

(利点)

- ・周囲に豊富な太陽光エネルギーを利用するのでエネルギーに対する支出はない。
- ・道路網等を利用して輸送する必要がなく、自然条件を除きエネルギー供給に支障をきたす要因はない。
- ・太陽光発電システムは静止機であり、ディーゼル等の回転機と比較して故障率が低い。
- ・騒音、排ガス、排油等がなく、環境にやさしいシステムである。

(欠点)

- ・初期投資が高い。
- ・高度の技術が使用されており、補修技術の習得に難点があり、一部現地での補修が困難な部分もある。
- ・既存のシステムを含め、予備品等補修部品の汎用性に問題がある。

7.1.2 太陽光発電揚水システムの農業開発への活用

(1) 家庭用システム

基礎調査の住民の聴取り調査の結果、既存井戸への太陽光発電揚水システムの設置に対する住民の理解を得られなかったケースもあり、飲雑用水、家畜用水及び家庭菜園などの灌漑等のための揚水を目的とした太陽光発電揚水システムの設置を、既存井戸に限定せずボアホールも対象に考えるべきと判断する。尚、既存井戸の揚水試験等は基礎調査で完了しており、システムを設置する井戸およびボアホールを以下の手順で選定する必要がある。

- ・ 既存井戸に対する住民意識調査
- ・ 既存ボアホールの実態調査及び住民意識調査
- ・ 既存ボアホールでの揚水試験・水質調査

(2) 農業用システム

飲雑用水、家畜用水と比較して、農業のための揚水量は多く、灌漑規模、作付面積等によって大きく変化するので、以下の緒元が明確になった段階で、最適なシステムを設計することになる。

- ・ 水源（貯水池等）、農場等の一般配置図
- ・ 各構造物の寸法、特に貯水池
- ・ 作付計画に合わせた月別水需要

7.1.3 太陽光発電揚水システム

飲雑用水、家畜用水を目的として既存井戸またはボアホールに設置する小規模システムは、本調査で設置した太陽光発電揚水システムと同様に次の構成要素から成る。

- ・ 太陽電池アレイ
- ・ 水中ポンプ
- ・ 水汲場
- ・ 避雷設備
- ・ 制御盤
- ・ 貯水タンク
- ・ 家畜水飲場

一方、灌漑を主目的とした太陽光発電揚水システムでは、上記の小規模システムと比較して、揚水量が非常に多くなり、また、取水場の状況によって機器の設計条件、仕様等が変わるが、基

本的なシステム構成、気象条件などは同じである。第7.1.2節で示されているマレを利用した灌漑システムへの適用を考えた場合、揚程が10m以下と低いので陸上ポンプの採用が妥当と考える。陸上ポンプは、水中ポンプより汎用性が高く補修が容易であり耐用年数が長いなどの長所が挙げられる。一方、代案として、貯水池の建設工程によっては、揚水場を建設するのが困難な貯水池、池、河川等から取水する場合に使用されているフローティングポンプの採用も併せて検討する必要がある。

また、ポンプは複数台設置する。これにより太陽エネルギーに合わせた台数制御も可能となり、太陽光発電電力の有効利用を計ることが可能となる。尚、計画に示されているように、太陽光発電揚水システムが雨期、乾期を通じた灌漑に利用されることは、設置されたシステムの利用効率を高めることを意味し、石油等の輸入燃料の消費節減の効果も大きいものとなる。

7.1.4 システムの維持管理

ナラ地域の既存6システムは、現在半数は稼働停止しており、システム運営は順調に行われているとはいえない。その理由は、ナラ地域の低い基礎教育レベル及び経済的負担能力に加え通信手段の不備、不便な交通、財政困難による維持管理、補修体制の不備にある。太陽エネルギーの有効活用を計るためには、設置された設備の維持管理が重要であり、そのための長期的体制をいかに確立するかを、次の観点をふまえて策定してゆくことは重要と判断する。

- － 基礎教育レベルの向上
- － 維持・管理用に徴収した金の記録、保管
- － 村民の共同所有物に対する意識の高揚
- － 設備の保守・管理をバックアップする体制の確立

家庭用システムのみならず農業用システムに対して、基礎調査時と同様、マリ政府のミッション及びCACの指導により管理委員会を設立し、維持管理の各担当者の選定、水の利用目的に応じた水料金体系の確立を行い、さらに運転・保守、料金徴収等を行うことになる。

7.2 太陽光発電揚水実証調査の目的

ナラ地区の平均年間降雨量は380mmと少ないうえ、乾期が長く乾燥が厳しいので蒸発散損失の割合が多い。さらに、地形的に地区外流出も多いと予想されるため開発可能な水文循環している地下水は量的に極く限られたものとなっている。しかしながら、マレ等の一時的貯留地表水が限られた期間内、飲雑用水、家畜の飲料水、一部小規模灌漑に利用可能とはいえ、年間を通じて利

用可能な水資源は地下水のみである。塩分濃度が高く、飲料水、灌漑用水として問題のある既存井戸、ボアホールは少なくないが、人間がこの地で生活をしてゆく限り、地下水は飲雑用水、家畜の飲料水として最も重要なものである。即ち、地下水の実態をより正確に把握し、その開発の可能性を模索することと併せて、基礎調査で設置した気象観測機器による観測の継続、太陽光発電揚水システムの実運転を通じてのデータの蓄積、加えて、農業実証施設や既存井戸・ボアホールに揚水システムを設置、運転し、データの充実を計ることがこの実証試験の目的である。

7.3 太陽光発電揚水実証調査の基本方針

上記の目的を達成するため、実証調査の実施に当って、以下の各項を基本方針とする。

(1) 地下水開発の可能性の把握

対象地域内の地下水調査、開発の努力が長年続けられてきているが、量的・地域的にも未だ十分とはいえない状況にある。既存資料を基に、既存ボアホールの水質・揚水試験及び追加試験ボーリングを実施し、地下水開発の可能性を検証する。

(2) 太陽光発電揚水システムの追加設置

既存井戸及びボアホールに飲雑用水、家畜の飲料水の揚水を目的とした太陽光発電揚水システムを1ないし2組設置する。合せて、農業実証調査グループにより実施される試験農場等への太陽光発電揚水システムの適用を計る。

(3) 気象観測及び太陽光発電揚水システムに係る基礎データの集積

基礎調査期間内に実施した気象観測は9ヶ月間、太陽光発電揚水システムの実証試験は7ヶ月間と短く、基礎データとしては十分なものでなかった。従って、設置された設備による観測及びシステムの運転データの収集に加え、(2)で設置する設備の運転データを通じ、基礎データの充実を計る。

(4) 太陽光発電揚水システムの維持・管理体制、方法に関する検討

既存の太陽光発電揚水システムが集中しているニジェール川沿の地域に比較して、低い基礎教育レベル、公共の目的に対する村民の活動経験の不足、低生産性による低い経済的負担能力等に

加え、通信手段の不備、不便な交通、マリ国に於ける施設の維持・管理のバックアップ体制の不備等があり、ナラ地区に於ける太陽光発電揚水システムの維持・管理を非常に困難なものとしている。基礎調査における運転、保守、維持管理に係る指導を行った期間は7ヶ月と短く、井戸管理委員会が本来実施すべき、水管理、料金徴収及びその管理すら低い基礎教育レベル、村民の経験不足等により十分な成果をあげるに至らなかった。このような状況に対して、いかに高度な技術を応用した太陽光発電揚水システムの維持・管理体制を確立してゆくかを模索する。