

国際協力事業団

キリバス共和国

公共事業・エネルギー省

キリバス共和国太陽光発電
 地方電化計画調査
 ファイナルレポート
 要 約

平成 6 年 3 月

株式会社 四電技術コンサルタント


鉦調資
J R
94-088

国際協力事業団
キリバス共和国太陽光発電地方電化計画調査ファイナルレポート 要約

平成6年3月

四電技術コン

203
643
MPN
BRARY
94-088

JICA LIBRARY

1122737 (8)

Z8510

国際協力事業団

キリバス共和国

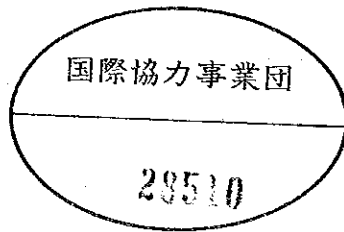
公共事業・エネルギー省

キリバス共和国太陽光発電
地方電化計画調査
ファイナルレポート
要 約

平成 6 年 3 月

株式
会社

四電技術コンサルタント



キリバス共和国太陽光発電地方電化計画

ファイナルレポート 要約

目次

略号・図表一覧

地図・写真

序文

調査の概要

調査の要約

1. 調査の背景	1
2. パイロットプロジェクト地域の選定	15
3. 地方電化の技術およびシステムの選定	18
4. 詳細設計と仕様の決定	27
5. パイロットプラントの設置	37
6. 保守作業および料金の回収	39
7. プロジェクトの評価	44
8. SEC (Solar Energy Company) の経営分析・評価	53
9. 社会影響分析	58
10. 地方電化計画の提案	64

ABBREVIATION

4C	YONDEN CONSULTANTS CO Ltd.
AC	ALTERNATIVE CURRENT
AGM	ASSISTANT GENERAL MANAGER
Ah	AMPERE-HOUR
C/D	CHARGE AND DISCHARGE
DC	DIRECT CURRENT
EC	EUROPEAN COMMUNITY
EEZ	EXCLUSIVE ECONOMIC ZONE
FL	FLUORESCENT LIGHT
FOB	FREE ON BOARD
GDP	GROSS DOMESTIC PRODUCT
GNP	GROSS NATIONAL PRODUCT
HH	HOUSEHOLD
IEEJ	INSTITUTE OF ENERGY ECONOMICS, JAPAN
JICA	JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
KOC	KIRIBATI OIL COMPANY
Kwh	KILO WATT-HOUR(1,000WATT-HOUR)
LED	LIGHT EMITTING DIODE
MPEP	MINISTRY OF FINANCE AND ECONOMIC PLANNING
MWE	MINISTRY OF WORKS AND ENERGY
Mwh	MEGA WATT-HOUR(1,000,000WATT-HOUR)
NEDO	NEW ENERGY AND INDUSTRIAL TECHNOLOGY DEVELOPMENT ORGANIZATION
NFB	NO-FUSE BREAKER
NPO	NATIONAL PLANNING OFFICE
O&M	OPERATIONS AND MAINTENANCE
PPM	PARTS PER MILLION
PUB	PUBLIC UTILITY BOARD
PV	PHOTOVOLTAIC(S)
RERF	REVENUE EQUALIZATION RESERVE FUND
SEC(KSEC)	SOLAR ENERGY COMPANY(KIRIBATI-)
SPMS	SOUTH PACIFIC MARINE SERVICE
TML	TE MAUTARI Ltd.
UK	UNITED KINGDOM
UNDP	UNITED NATIONS DEVELOPING PROGRAMME
VCR	VIDEO CASSETTE RECORDER
Voc	VOLTAGE OF OPEN CIRCUIT
pcs.	PIECES

図および表一覧 (要約)

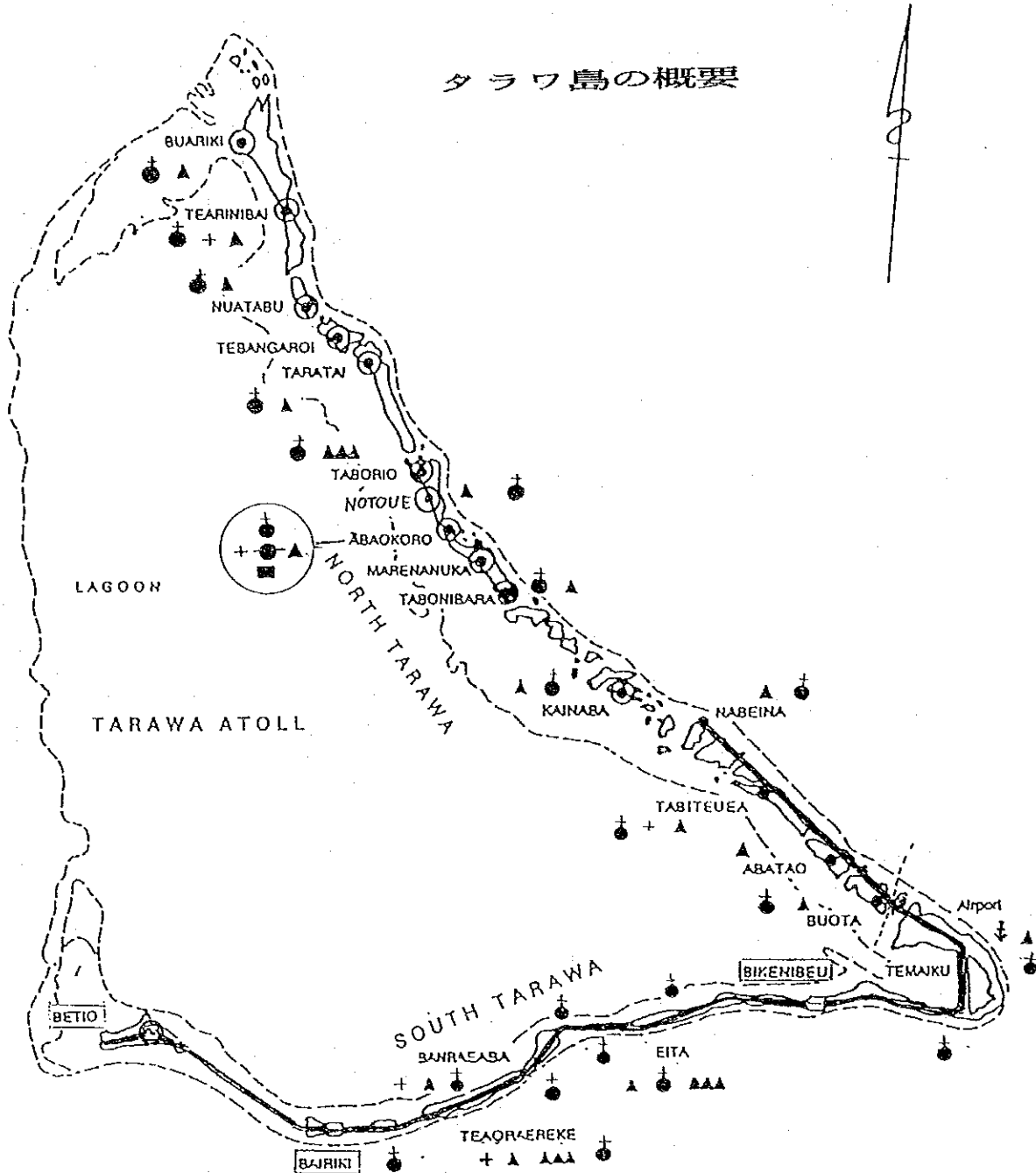
1. 図

Figure 1.2-2	石油製品の輸送ルート
Figure 1.2-1	東南アジアにおける原油・石油製品の流通図
Figure 3.3-1	総コスト(15年間)による比較
Figure 4.3-1	一般住宅の間取り標準
Figure 4.3-2	一般住宅のシステム構成
Figure 4.3-3	集会所のシステム構成
Figure 4.3-4	一般住宅のイメージ図
Figure 4.3-5	集会所のイメージ図
Figure 4.6-1	気象観測装置設置場所
Figure 4.6-2	気象観測装置設置状況図
Figure 7.7-1	Natiria Tamtonの負荷使用状況
Figure 7.7-2	Beia Toaraの負荷使用状況
Figure 9.2-1	住居配置図

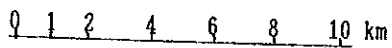
2. 表

Table 1.1-1	キリバス共和国各島のデモグラフィックデータ
Table 1.1-2	キリバス共和国の社会・生活指標(1988)
Table 1.1-3	キリバス共和国経済性指標
Table 1.1-4	中期経済収支見通し
Table 1.1-5	中期発展予測 1990--1999
Table 1.2-1	石油製品輸入量
Table 1.2-2	南トラワの発電設備
Table 1.2-3	PUB電力供給実績
Table 1.2-4	顧客および電力使用量構成(1991年1月)
Table 10.1-1	キリバス共和国各島のデモグラフィックデータ
Table 10.2-1	キリバス共和国における既存PVシステム
Table 10.2-2	導入が予定されるPVシステム数
Table 10.2-3	導入スケジュール
Table 10.2-4	費用の概算
Table 10.2-5	ケーススタディ・1500戸の一般家庭と250件の公的施設に
Table 2.1-1	キリバス共和国各島の社会・経済データ
Table 2.2-1	北トラワ6村落の概要
Table 2.3-1	設置希望家屋数(92/7)と設置家屋数(93/1)
Table 3.2-1	ライフサイクルコストによる発電システムの比較
Table 3.2-2	PVシステムとディーゼルシステムの比較
Table 3.3-1	各システムの経済性比較のための前提
Table 3.4-1	システム構成の比較(分散型と集中型)
Table 4.3-1	一般住宅および集会所の電灯照明
Table 4.4-1	国内調達分の必要資機材数量
Table 4.5-1	村落別設置家屋変更数
Table 4.5-2	機器設置場所の変更戸数
Table 5.4-1	気象観測装置の計測項目
Table 6.1-1	現地における保守作業の指導項目
Table 7.1-2	システム評価用装置の作動状況調査結果
Table 7.2-1	充・放電制御装置の制御電圧
Table 7.3-1	集会所蓄電池液量調査結果
Table 7.3-2	一般家屋の蓄電池液量調査結果
Table 7.4-1	水質分析結果
Table 8.4-1	ケーススタディ、JICA、ECのシステム設置後のSEC収支試算
Table 9.3-1	社会生活と家庭生活へのインパクト
Table 10.2-1	キリバス共和国における既存PVシステム
Table 10.2-2	導入が予定されるPVシステム数
Table 10.2-3	導入スケジュール
Table 10.2-4	費用の概算
Table 10.2-5	ケーススタディ・1500戸の一般家庭と250件の公的施設に PVシステムが導入された場合のSECの収支試算

タラワ島の概要

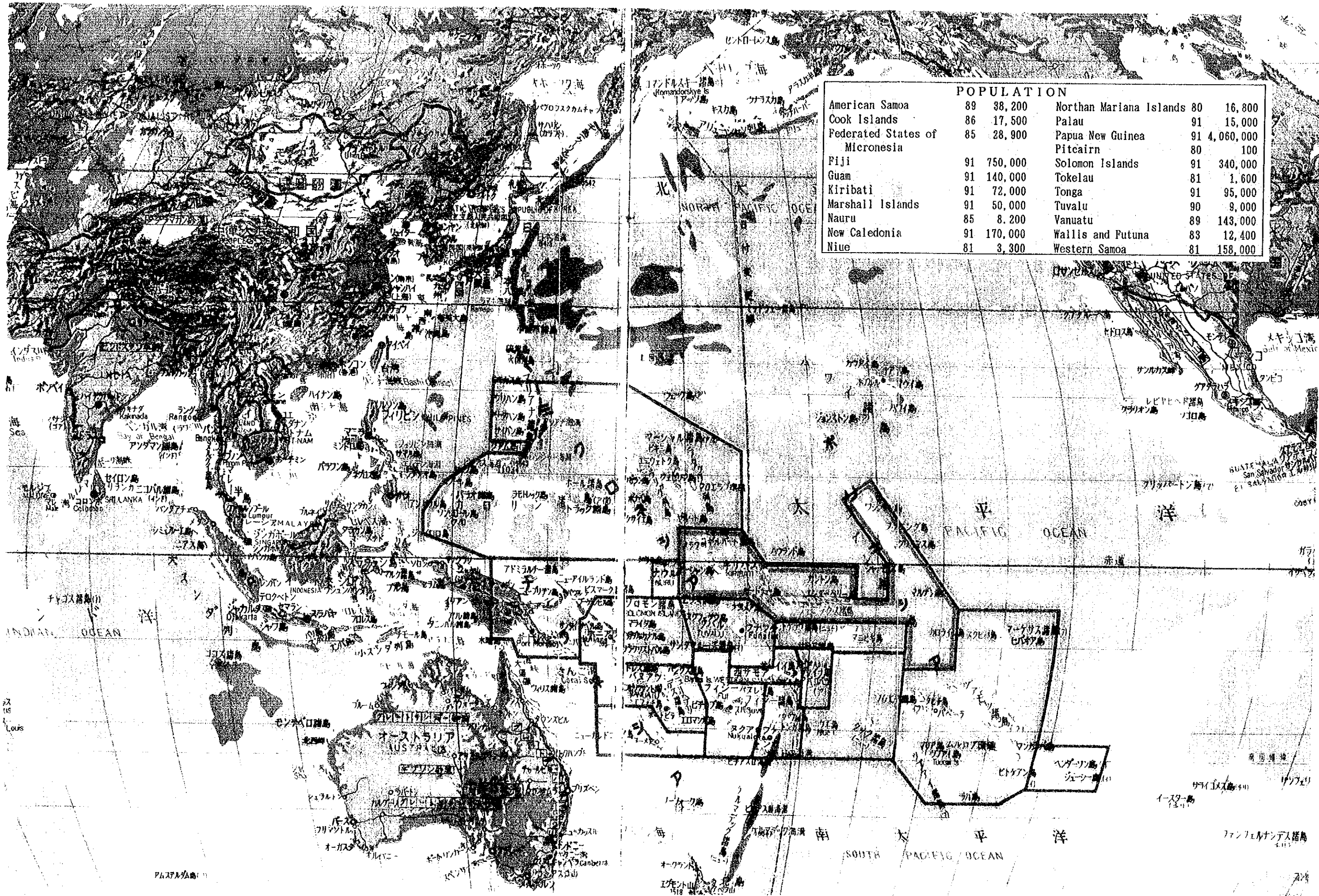


TARAWA ATOLL



LEGEND

- | | | | |
|---|------------|-----|-----------------------|
| + | Church | ▲ | Primary School |
| ■ | Police | ▲▲ | Community High School |
| ● | Rest House | ▲▲▲ | Secondary School |
| ∇ | Anchorage | ○ | Administration Center |
| + | Clinic | ○ | Local Council |
| ◆ | Hotel | | |
| ⊕ | Generator | | |



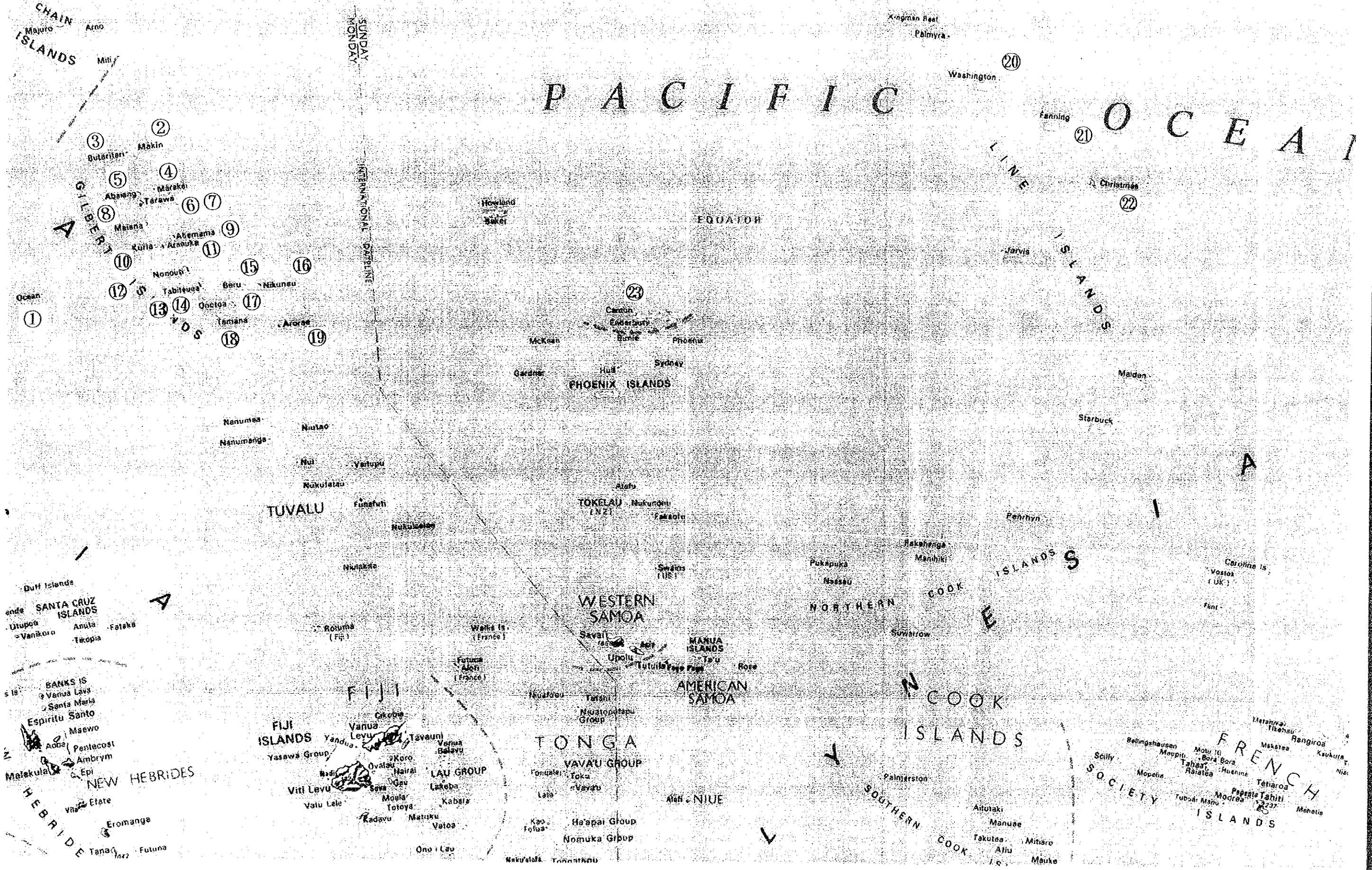
POPULATION					
American Samoa	89	38,200	Northan Mariana Islands	80	16,800
Cook Islands	86	17,500	Palau	91	15,000
Federated States of Micronesia	85	28,900	Papua New Guinea	91	4,060,000
Fiji	91	750,000	Pitcairn	80	100
Guam	91	140,000	Solomon Islands	91	340,000
Kiribati	91	72,000	Tokelau	81	1,600
Marshall Islands	91	50,000	Tonga	91	95,000
Nauru	85	8,200	Tuvalu	90	9,000
New Caledonia	91	170,000	Vanuatu	89	143,000
Niue	81	3,300	Wallis and Futuna	83	12,400
			Western Samoa	81	158,000

PMスアガ島

ス
ル
バ
バ

0°E 180° 170°W 160°

PACIFIC OCEAN



EQUATOR

SUNDAY MONDAY INTERNATIONAL DATELINE

LINE ISLANDS

PHOENIX ISLANDS

TUVALU

WESTERN SAMOA

AMERICAN SAMOA

N COOK ISLANDS

FRENCH SOCIETY ISLANDS

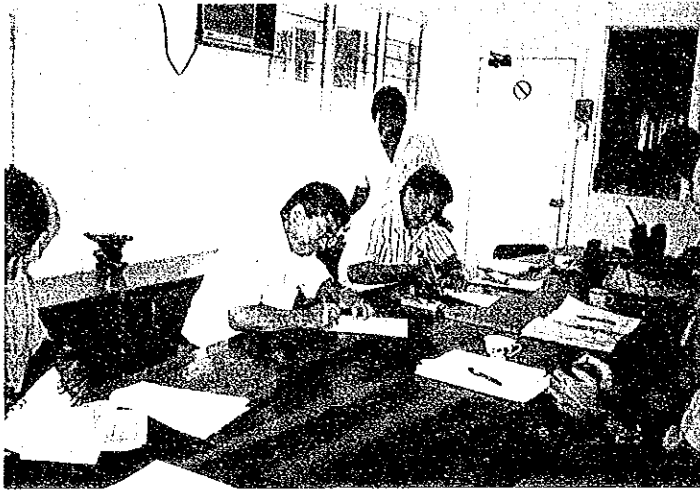
FIJI ISLANDS

TONGA VAVAU GROUP

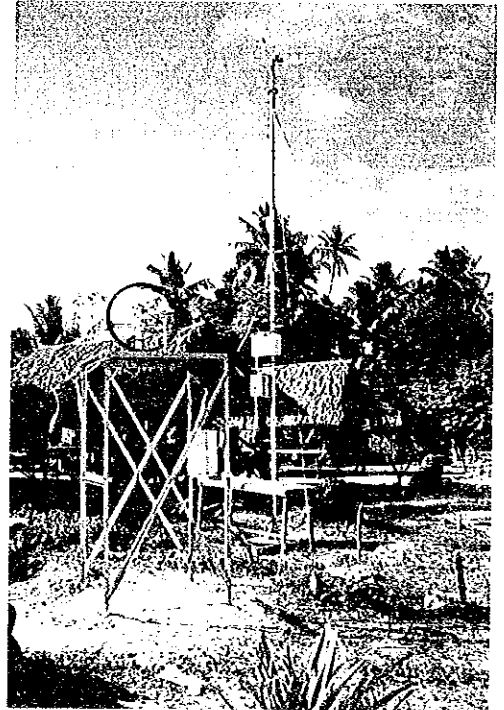
SOUTHERN COOK ISLANDS

SANTA CRUZ ISLANDS

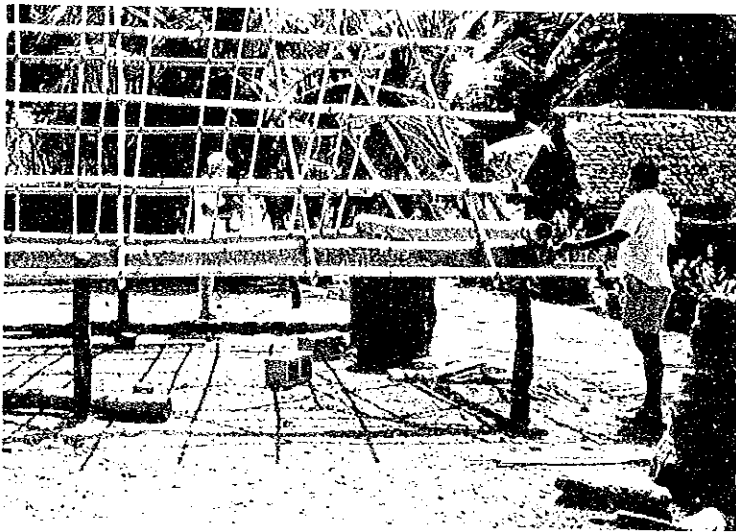
NEW HEBRIDES



インセプションレポートの署名
(1992年3月)

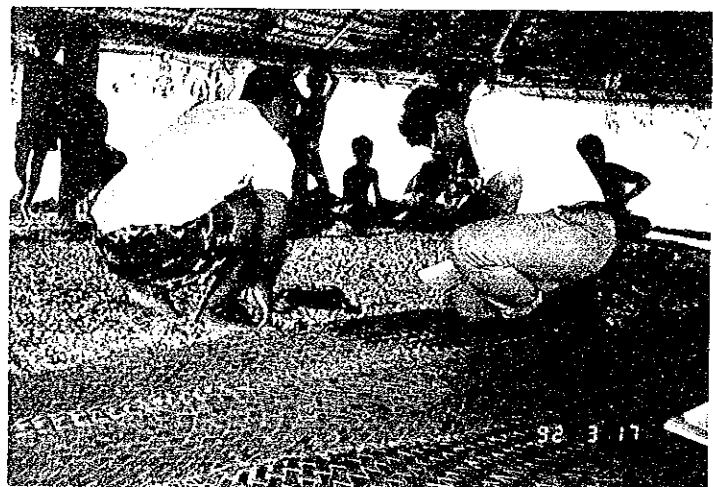


気象観測装置の設置
(1992年7月)

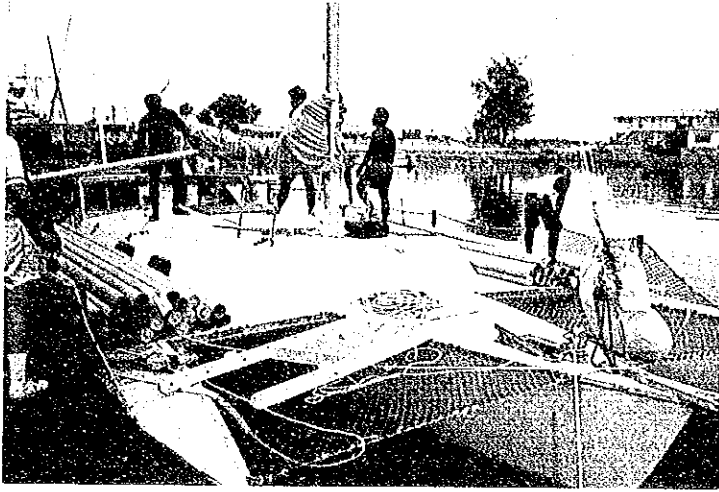


詳細設計のための計測
(1992年7月)

設計のための照度測定
(1992年3月)



92 3 17



システム資材の輸送
南タラワから北タラワへ
(1993年1月)



システム資材の運搬
北タラワにて
(1993年1月)



システム機材の組立
南タラワにて
(1993年1月)



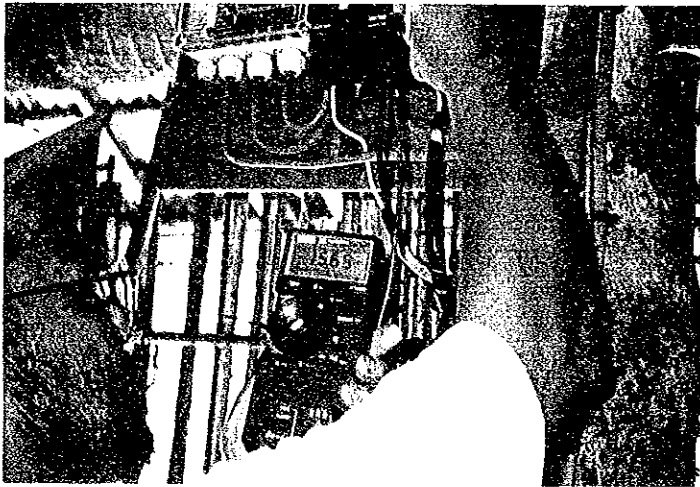
PVパネルをとりつけた
ポールを建てる
北タラワにて
(1993年1月)



PVパネルからの配線取付
北タラワにて
(1993年1月)



照明器具取付及び屋内配線
北タラワにて
(1993年1月)



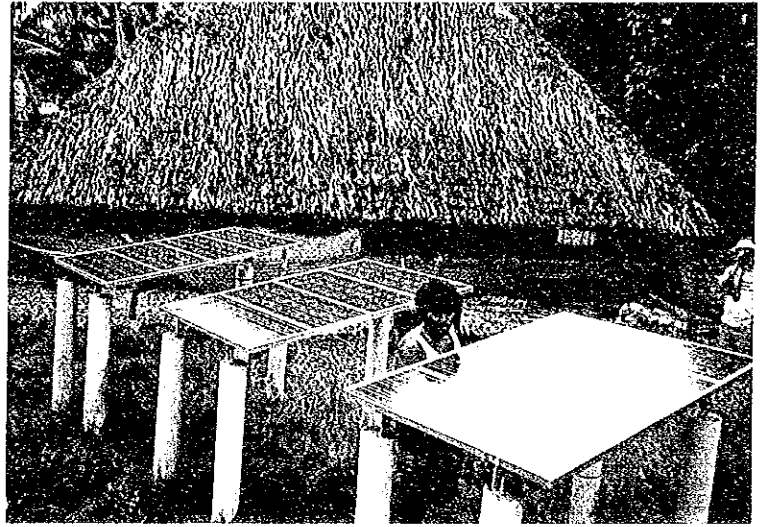
完成したシステムのチェック
(1993年1月)



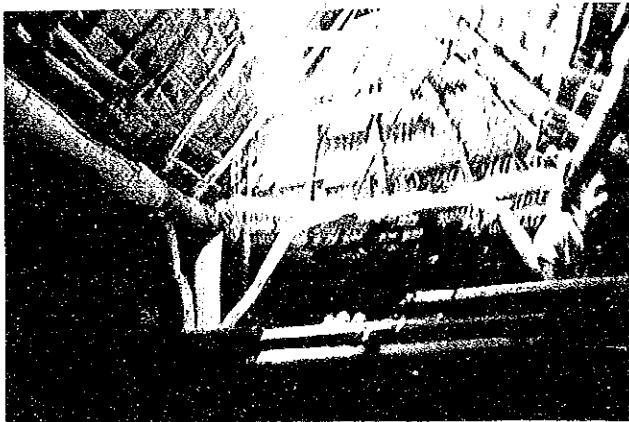
PVによる照明が点いた
(1993年1月)



PVシステムが設置された
村落の風景
(1993年7月)



マネアバ（集会所）に設置された
PVパネル
(1993年7月)



PVシステムによる照明
(1993年7月)



PVシステムによる照明
(1993年7月)

序 文

日本国政府は、キリバス共和国の要請に基づき、同国の北タラワ地区に太陽光発電による地方電化計画の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4年3月より、平成6年2月までの間、5回にわたり、四電技術コンサルタント（株）の高橋昌英氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団はキリバス共和国関係者と協議を行うとともに、対象地域にパイロットプラントを設置し、現地における調査を実施、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、キリバス共和国の地方電化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あります。

おわりに、調査に御協力と御支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成6年3月

柳谷謙介

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

調査の概要

I. 調査の目的

S / Wに掲げられている調査の目的は次の4点である。

- (1) 村落住民の電化に対する需要と地方電化の問題点を明らかにすること。
- (2) 太陽光発電とディーゼル自家発電を比較検討し、地方電化の方法と実施体制について提案すること。
- (3) 太陽光発電を利用した地方電化計画の持続可能性を検証するため、パイロットプロジェクトを実施すること。
- (4) パイロットプロジェクトから得られた教訓を基にして本格的な地方電化計画を提案すること。

II. 調査の経過

- (1) 1988年3月「南太平洋島嶼国における太陽エネルギーの利用可能性調査」が、新エネルギー・産業技術総合開発機構によって実施され、南太平洋諸国において太陽光発電による地方電化の可能性が調査された。
- (2) 1989年11月、キリバス共和国より地方電化に関する技術協力の要請（T / R）が提出された
- (3) 1989年12月、国際協力事業団（J I C A）のプロジェクト形成調査団がキリバス共和国を訪問、3カ所をプロジェクト実施の候補地として選定した。
北タラワ、マラケイ、ノノウチの3島である。
- (4) 1991年3月、J I C A予備調査団がキリバス共和国を訪問、候補地としてキリバス共和国の要望をいれて、北タラワとした。
- (5) 1992年3月、本格調査が開始、第1回の現地調査を実施。主契約者は四電技術コンサルタント、日本エネルギー経済研究所、及びSPIRE(South Pacific Institute for Renewable Energy, French Polynesia)が補強として参加した。

(6) 1992年6月、第2回現地調査、気象観測装置の設置、及び55件の一般家屋と、1件の集会所の現地調査を実施。

(7) 1993年1月、第3回現地調査、パイロットプラントの設置、一般家屋55件と集会所1件に太陽光発電による照明システムを設置した。システムの概要は：

	P V パネル	バッテリー	照 明	コントローラ
一般家屋	60W x 2	12V 100Ah x 1	11W x 1, 7W x 2, 1W x 1	1
集会所	60W x 12	24V 100Ah x 2	20W x 4	2

(8) 1993年7月、第4回現地調査、パイロットプラントの稼動状況調査、及びSEC (Solar Energy Company)による保守管理の状況や、保守料金の徴収状況等について調査。

(9) 1994年1月、第5回現地調査、これまでの調査状況をまとめたドラフトファイナルレポートの説明、及びパイロットプラントの稼動状況調査。設置後1年を経過したが全数正常に稼動している。

Ⅲ. キリバス共和国における太陽光発電システムの現状及び将来

(1) J I C A の P V システムが設置される以前に、キリバス共和国国内には約280の P V システムが導入されているが、最近SECによって設置され、保守が委託されている診療所等のシステムを除いては、十分に稼動しているとはいえない。

(2) J I C A が北タラワに56のシステムを設置し、SECの保守により順調に稼動している。

(3) EC(European Community)の援助資金で、北タラワ、マラケイ、ノノウチの3島に、約250の P V システムが1994年中に設置される予定である。

(4) UNDP(United Nations Development Programme)が太陽光発電によって作動する水ポンプの設置を進めている。またキリバス共和国政府の要請が有れば、太陽光発電による照明システムの設置に百万US\$を提供する意向である。

調査の要約

キリバス共和国における地方電化は現在その緒についたところであり、地方住民の生活レベルの向上を図るために、今後キリバスのエネルギー環境に応じた、しかも現地住民の経済状態も考慮した地方電化計画を進めていく必要がある。

今回の調査で明らかになった点は以下のような事項である。

- (1) キリバス共和国政府は地方住民の生活レベルの向上に大きな努力を払っており、特に電力の供給（電気による照明の普及）は優先度の高い項目としており、住民からの要請も強い。
- (2) キリバス共和国政府の投資は大部分海外からの投資に依存しており、独力での資金調達は困難である。一方国民の収入は一家族あたりA\$2,000から3,000で、照明にケロシンを使用している家庭では月にA\$5～10を消費しており、P Vシステムの保守費としてA\$9/月支払うことは困難ではないと見られる。
- (3) 電力供給システムの方法としてP V (Photovoltaics)とディーゼル発電システムを比較したが、このプロジェクトのように消費電力が少なく、利用者が分散しており、しかも利用者の数が少ない場合には分散型のP Vシステムが適している。
- (4) 地方電化計画を成功させる最重要要因は、システムの保守、維持管理を担当する機関の育成であり、このプロジェクトにおいて、S E C (Solar Energy Company)はその要求に十分応えられる機関である。
- (5) パイロットプラントでの結果は、まだ設置後1年間しか経過していないが、ほぼ調査団が最初に予想した通りであり、地方電化の手段として採用可能と考えられる。
- (6) キリバス共和国の今後の地方電化計画としてP Vシステムを採用した場合の計画を作成したが、S E Cが推進機関として実現することが可能である。

1. 調査の背景

1.1 キリバス共和国の概要

(1) 背景

キリバス共和国は赤道と、日付変更線を跨いで南太平洋に広がる23の島よりなるが、大きく3つのグループ、ギルバート諸島、フェニックス諸島、ライン諸島に分けられる。

陸地面積はわずか725平方Kmにすぎないが、海域は3.5百万平方Kmに達する。大部分の島はbanaba島を除いて、海拔数メートルの平たい珊瑚礁から成り立っている。

キリバス共和国の農業分野は、余り豊かでない土地でも生育可能な、椰子、ブレッドフルーツ、パンダナス、タロ芋、かぼちゃと一部に生育するバナナ、パパイヤなどより成り立っている。森林資源や、鉱物資源もあまりなく、僅かにBanaba島に燐鉱石の採掘残があるのみである。しかし、この国には広大な200海里の経済専管海域EEZ (Exclusive Economic Zone)が属しており、漁業資源、深海鉱物資源の可能性が残されている。

キリバス共和国は1979年英国より独立したが、キリバス人たちは独自の文化を保有し、相互扶助や協同作業の習慣を維持してきた。過去、この国における自給経済は十分機能していたが、最近近代化、都市化の進展に従い、海外からの輸入に頼らざるを得なくなった。

人口は1988年には68,200、1991年が72,300で、人口分布は島によって大きく異なっており、首都のある南タラワは面積が全体の2%しかないにも拘らず、人口では約1/3を占めており、人口密度が1,345人/平方Kmである。一方ライン諸島は面積で60%を占めるが、人口はわずか4%しかいないので、政府は人口過多の南タラワから人口の少ないライン諸島への移住促進政策を実施中である。

(2) 最近の経済状況

独立以前のキリバス共和国の経済はBanaba島から産出される燐鉱石の輸出に大きく依存していた。この資源は1979年にほぼ枯渇したといわれている。しかし、資源が枯渇する前に、1956年歳出平均化準備資金RERF(Revenue Equalization Reserve Fund)の設置を決め積立を行った。燐鉱石の枯渇にともなう実質GNPの減少は大きく、1978年のGNPがUS\$35.2millionであったのが、1987年にはUS\$15.4millionしか到達していない。

1980年代は生産物(コブラ、魚)の生産が天候に左右されたり、輸出価格が世界市場の振れに左右され安定していなかったが、海外からの無償供与、資金援助および海外送金や、RERFからの繰り入れなどで1988は国民一人当たりのGDPがUS\$470となっている。

国際収支におけるアンバランスは輸入がほぼGDPに等しく、輸出はその1/5にしか過ぎないことから、経常的に輸入超過であり、その差額は海外からの援助、海外からの送金、RERFからの補填などで補っている。

輸出の主要品目はコブラ及び魚類で有るが、1986年以降海草類の輸出が軌道に乗り、一定の市場を確保している。コブラについては1982から86年にかけてその国際価格が急落したり、1984から85年には干ばつにより収穫が激減した。このような変動を避けるために、英国、カナダ、ニュージーランドなどがコブラ及びその関連製品、その他の農産品などの市場安定化を図るプロジェクトの支援を行っている。

漁業はこの国において、現金収入を図る重要な産業であるとともに自給食料の主要な部分を占めている。この産業の開発を図るために政府は1981年に漁業公社TML(Te Mautari Ltd.)を設立し、冷凍魚(鯖)の輸出を計画した。しかし経営能力の不足と1987年の天候不良による漁獲不足から経営困難となっている。

クリスマス島には、冷蔵魚(Kingfish, Milkfish, Lobster, etc.)の輸出を目的としたMED(Marine Export Division)を設立したが、輸送手段の不足から予期した成果は得られていない。

Table 1.1-1 キリバス共和国各島のデモグラフィックデータ

島名	面積 km ²	村落数	人口 1991	所帯数 1991	平均収入 AS
①Banaba	6	3	284(238)	62(52)	3,440
②Makin	8	2	1,762(-15)	295(8)	2,381
③Butaritai	13	8	3,774(152)	633(52)	2,794
④Marakei	14	8	2,863(170)	443(-21)	2,223
⑤Abaiang	17	18	5,233(847)	743(95)	2,143
⑥N. Tarawa	15	14	3,648(443)	551(95)	2,043
⑦S. Tarawa	16	17	25,380(3,987)	3,297(390)	4,847
⑧Maiana	17	13	2,180(39)	378(25)	2,403
⑨Abemama	27	8	3,218(252)	534(42)	2,863
⑩Kuria	15	4	990(-62)	187(15)	2,566
⑪Aranuka	12	3	1,002(18)	169(-4)	4,107
⑫Nonouti	20	8	2,814(-116)	539(5)	2,567
⑬N. Tabiteua	26	12	3,201(30)	586(-5)	1,766
⑭S. Tabiteua	12	6	1,331(9)	250(4)	1,601
⑮Beru	18	9	2,909(207)	539(18)	1,822
⑯Nikunau	19	6	1,994(-67)	369(9)	2,037
⑰Onotoa	16	7	2,100(173)	431(54)	2,043
⑱Tamana	5	3	1,385(7)	263(-4)	1,855
⑲Arorae	9	2	1,440(-30)	276(-16)	1,925
⑳Washington	10	5	936(485)	163(96)	1,015
21Fanning	34	8	1,309(864)	244(175)	4,796
22Christmas	388	4	2,537(806)	341(53)	4,286
23Canton	9	1	45(21)	8(3)	3,500
					平均
Total	726	169	72,335(8,458)*	11,301(1,141)*	3,067
除S. Tarawa					
Christmas		148	44,418	7,663(698)	2,274

() 内は1985から1991間の増減を示す

Table1.1-2 キリバス共和国の社会・生活指標 (1988)

指 標	単位	キリバス共和国	アジア平均
人 口	人	68,208	
人口増加率	%/年	2.1	1.8
国民総生産(GDP)	US\$	470	
カロリー摂取量	Kcal/人	2,935	
出生率	人/千人	37.5	26.8
死亡率	人/千人	14	8.8
幼児死亡率	/千出生	82	
平均余命	年	53	63.7
人口/医師	人	1,967	1,422
人口/病院ベッド	人	209	
上水普及率 都市	%	95.0	72.5
地方	%	54.0	
就学率	%	84.0	
成人識字率	%	10.0	39.5

(3) 中期的な見通し

キリバス共和国における経済的開発可能な手段は限られている。広大な海域における漁業資源、人口希薄なライン諸島及びフェニックス諸島、それにBanaba島の燐鉱石採掘で身に付けた海外における採鉱技術、海運及び建設などの技術である。

最も期待されるのは漁業であり、TML, MEDの再建、拡張が期待される。TMLには一本釣り漁船の他、延縄漁船がECの援助で供与されており、事業の拡張が期待される。

1988年、EEZ経済専管海域における漁業権供与による受取金額は僅かにUS\$1.5millionに過ぎなかった（韓国45%、日本27%）が、更に増加させ得るであろう。それには効果的に海域の取締ができる能力が、キリバス共和国政府に必要であり、オーストラリア政府が巡視艇とその運営費の供与を行った。

観光事業は漁業の次に発展が期待される産業であり、特にライン諸島の開発が期待されている。この諸島は比較的面積が大きく、人口が希薄であり、1989年にクリスマス島で開催されたキリバス開発会議では多くの国から開発の支援が申し出されている。

クリスマス島は既にスポーツフィッシングやバードウォッチングなどで知られているが、今後大規模に開発する上で水供給の問題がある。一方ファニング島がもし空港その他の設備が設置できれば観光地として開発可能となろう。

1乃至それ以上の観光施設が開発されれば、2,000人以上のキリバス人の雇用が期待でき、移住政策の推進にも貢献でき、手工業品などの市場の拡大も期待できる。

その他の開発可能な項目としてBanaba島の燐鉱石の再開発と、クリスマス島の人工衛星発射基地である。Banaba島の残鉱再開発ではUS\$2.5millionが3年間は回収でき、更にその間の雇用が確保できる。クリスマス島の発射基地構想は更に検討が必要である。

農業の開発（増収）に関しては余り期待できないが、海草類の市場開発は期待でき、一部の島ではコプラによる収入を置き換える可能性がある。一方、現金経済の普及に

ともない地方においても、果物、野菜、肉類の消費が増加し、それに対する供給や、加工、流通、販売などの私企業部門の経済が出現するだろうが、規模的にはまだ小さい。

製造業に関してもまだ初歩の段階でGDPに占める比率は2.5%に過ぎない。即ち大部分は輸入に依存しているわけであり、この輸入を減らすべく政府は南タラワに工業開発地を作り、ライセンス生産を奨励しているが、国内の購買力がまだ小さく、国外への輸送コストが高いため、規模の拡大は限定されている。従って小規模で、労働力集中型の製品で且つ国内市場に向けた企業を中心に、1990～99年にかけて年率6～7%の増加率を期待している。

サービス産業に関しては1980年代とほぼ同様の増加率3～4%を1990年代も見込んでいる。即ち運送業、小売り販売業及び観光産業などである。

キリバス共和国の経済発展に関する基本的な問題は、収入や貯蓄を上回る消費の増大であり、自立するためには消費の抑制が必要であり、そのために税制の改革と、輸入の抑制が必要となろう。そして、1990年代に予定している成長を持続するためには、高率の投資が必要であり（GDPの30～40%）、その投資をするためには海外からの援助及び送金の継続が条件となる。

Table 1.1-3 キリバス共和国経済性指標

経済性指標	1985	1986	1987	1988	1989
実質国民総生産 (百万US\$(1978年))	17.35	17.84	16.45	19.25	19.44
政府予算(対GDP%)					
歳入	52.6	38.6	54.9	44.4	40.9
税金	16.1	16.7	21.3	17.3	18.2
税外収入	37.6	22.7	33.3	28.3	22.5
支出					
経常支出	51.2	46.3	47.8	45.4	74.6
投資の支出	33.5	45.6	41.4	34.3	43.1
バランス					
トータル	5.9	-9.5	5.1	-1.6	-5.3
除く援助	-32.2	-53.4	-34.6	-34.3	-39.2
消費者物価指数(1975=100)	160.2	172.7	183.9	189.6	197.0
GDPデフレーター(1978=100)	168.2	179.3	191.0	196.9	204.6
国際収支(百万US\$)					
輸出(FOB)	4.3	1.6	2.1	4.5	4.7
輸入(CIF)	15.1	14.4	12.6	19.0	22.3
貿易バランス	-10.8	-12.8	-10.5	-14.5	-17.6
サービス収入	0.9	6.2	3.1	3.2	4.0
海外送金(私的)	0.9	1.6	2.2	2.4	2.9
公的移入	12.5	14.8	16.4	13.2	16.5
バランス	3.5	9.8	6.2	4.3	5.8
最終バランス	2.9	4.6	2.1	-1.2	6.3

Table 1.1-4 中期經濟收支見通し 1988--1993 (百万US\$)

經濟性指標	1988	1989	1990	1991	1992	1993
国際収支(百万US\$)						
輸出(FOB)	4.5	4.7	4.6	4.7	5.0	5.1
輸入(CIF)	19.0	22.3	23.2	24.2	25.5	26.8
貿易バランス	-14.5	-17.6	-18.6	-19.5	-20.5	-21.7
サービス収入	3.2	4.0	2.8	3.1	3.5	3.7
海外送金(私的)	2.4	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4
公的移入	13.2	16.5	18.2	19.0	19.9	20.8
バランス	4.3	5.8	5.8	6.3	6.8	7.3
資本収支	-5.5	0.5	-0.6	-0.8	-1.2	-1.4
最終バランス	-1.2	6.3	5.1	5.4	5.6	6.0

Table 1.1-5 中期發展予測 1990--1999

經濟指標	1985--89	1990--94	1995--99
成長率(%/年)			
GDP	1.9	3.3	4.5
Agriculture/Fishery	1.5	3.5	5.0
Industry	4.0	6.0	7.0
Services	1.8	3.0	4.0
消費	1.0	2.5	3.0
投資	7.0	7.5	8.0
輸出	2.4	5.0	8.0
輸入	7.8	4.1	4.5
物価	5.1	5.0	5.0
対GDP比率(%)			
総投資額	30.8	35.8	40.0
貯蓄	53.5		
債務返済比率(%)	1.4	1.5	1.5

1.2 キリバス共和国におけるエネルギー需給の状況

(1) エネルギー需給

キリバス共和国では全エネルギー消費量の30%が国外からの輸入エネルギーとなっており、残りは国内で自給しているバイオマス（薪）となっている。

キリバス共和国では国内で石油の生産はなく全量海外からの輸入で有るが、1982年から1991年まで、ほぼ年間 1万キロリットルの石油製品を輸入している。

(1)石油製品輸入量及び金額

表1.2-1 石油製品輸入量（k l）、輸入金額（百万A \$）

石油製品	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Jet fuel	2832	1001	1017	702	1098	1555				1647
Motor spirit	1653	1716	1954	1797	1511	1738	1883			2698
Av. gasoline	558	586	550	443	413	234				402
Kerosene	629	644	669	660	557	888	773			875
Distillate	4772	4122	5526	5100	5114	5277	6548			5979
Lubricant	369	18	123	148	147	172				109
Total	10813	8087	9839	8850	8840	9864	9204	7200	9100	11610
輸入金額										
Mineral fuels	3.44	2.52	3.09	3.24	2.24	2.67	2.96	3.20	3.69	3.63
										*Jet fuel, Av gasoline含ま

輸入された石油製品の約90%は南トラワで消費され、残りの10%がその他の島で消費されており、開発段階の差をはっきりと現している。

キリバス共和国へ輸入される石油製品の大部分は製油所のあるシンガポール等からフィジーへ中型のタンカーで運ばれた後、小型のコースタルタンカーに積み替えて南トラワまたはクリスマス島へ輸送される。（図1.2-1、1.2.2 参照）

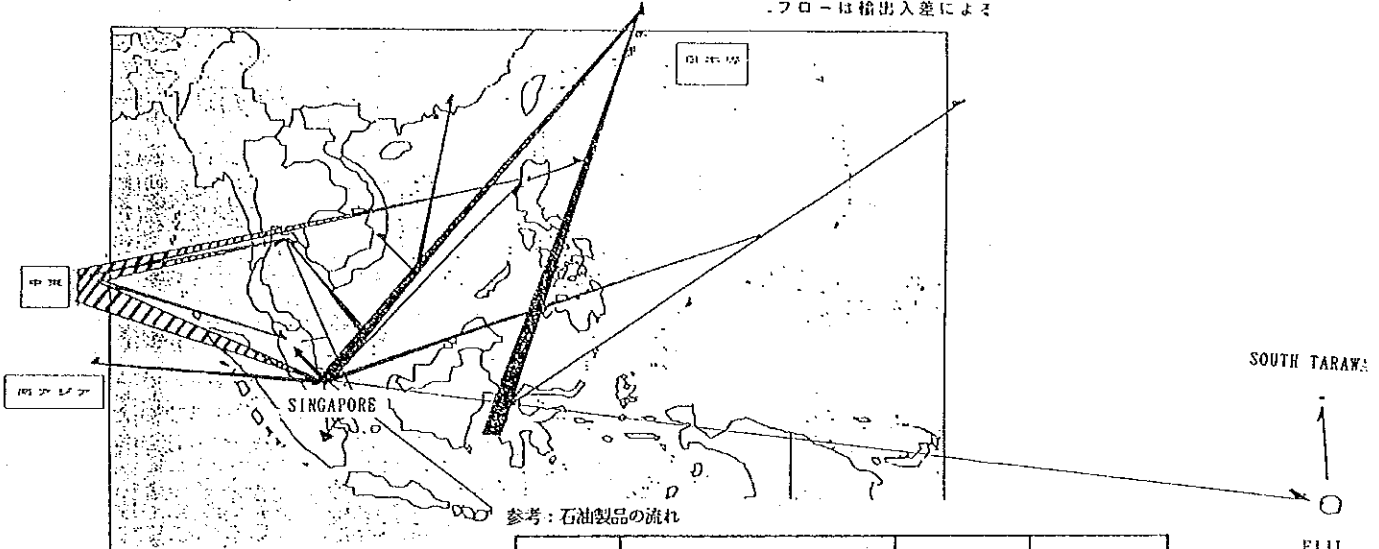
キリバス共和国においてバイオマスは当分の間、そのエネルギー需要の大部分を供給する資源である。椰子、ブレッドフルーツ、パンダナス、マングローブなどの植物資源は、地方におけるエネルギー需要に十分応じることができる。

一方、太陽エネルギーや風力などの再生可能エネルギーは、まだ当分の間は実験の段階と思われる。

現状(1990)の東南アジアの原油・石油製品の流通図

(石油製品)

フローは輸出入差による



参考：石油製品の流れ

Copyright 1991 PC Globe, Inc. Tempe,

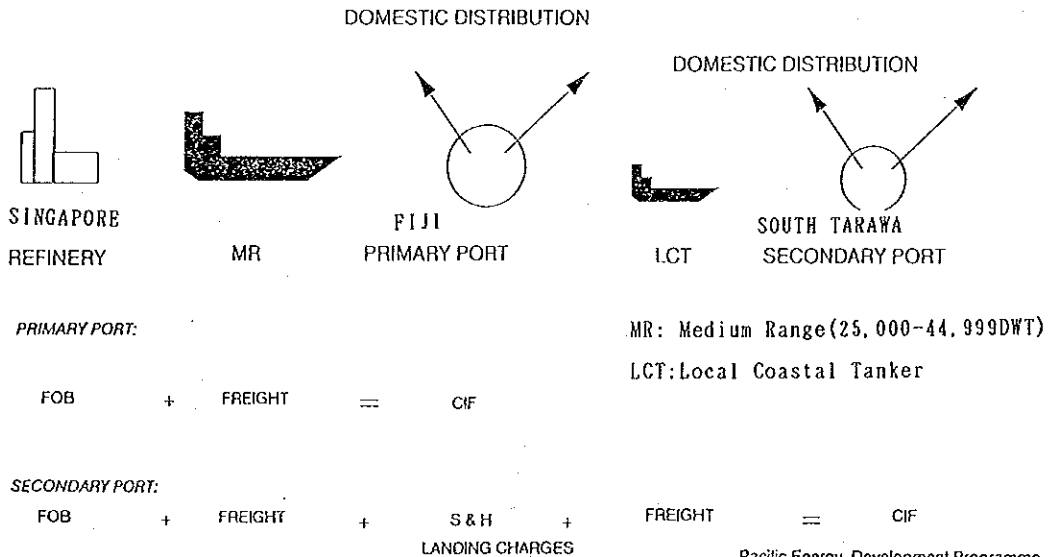
石油製品	シンガポール		フィジー (輸入:千ト)	キリバス (輸入:千ト)
	(輸出:千ト)	(輸入:千ト)		
ガソリン	4,300	2,100	75	1
ナフサ	2,700	400	—	—
灯油	1,100	90	37	1
ジェット燃料	5,900	20	95	1
軽油	10,900	1,200	172	5
重油	9,700	13,700	13	—

シンガポール：1990年、フィジー、キリバスは1989年のデータ

Figure 1.2-1 東南アジアにおける原油・石油製品の流通図

SUPPLY LOGISTICS FOR PACIFIC ISLAND COUNTRIES

キリバス共和国のケース



Pacific Energy Development Programme
October 30, 1990

Figure 1.2-2 石油製品の輸送ルート

(2) キリバスの電力事情

キリバスの電力は、公共事業エネルギー省の傘下にあるPUB (Public Utility Board)が運営しているディーゼル発電による設備がタラワ島のほか2~3の島に点在しているに過ぎない。PUBの配電システムによりカバーされているのは、首都(南タラワ)、ライン諸島のキリティマティ(クリスマス)島のライン・フェニックス諸島管理センターのみであり、他の島々は配電されていない。これらの離島は人口が分散しており、配電システムを配備するには経済性に欠けている。したがって、各々の島の役場、学校等では小型自家発電機を備えているに過ぎない。発電施設と供給実績は次の表1.2-2の通りである。

(1) 発電施設 (南タラワ)

表1.2-2 EXISTING DIESEL SETS ON SOUTH TARAWA

Location	Manufacturer	Type	Nameplate Rating (KW)	Available Capacity (KW)	Year of Installation	備考
Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	
Betio	English Electric	4SRK	300	C/	1968a/	廃棄処分
Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	
Betio		VOBA6	140	100	1968a/	
Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	
Betio	English Electric	6RK3C	750	700	1976	
Betio	English Electric	6RK3C	750	700	1976	
Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	
Betio	Wartsila	F38	1,000	1,000	1988	

a/ : 1953年製及び1954年製の機器(再利用機器)

c/ : すでに廃棄処分にされたもの

(出所 : PUB)

(2) 電力の需要

南タラワにおける電力需要のピークは年々増加しており、1991年2月には、1,350KWを記録している。電力量についても1989年の年間使用電力量が、6,026MWh、1983年～1989年の6年間に於ける年平均増加率は6.6%である。(表1.2-3参照)

表1.2-3 P U B 電力供給実績

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
発電電力量(MWh)	5161	5521	5990	6371	6536	6758	7233
販売電力量(MWh)	4103	4333	4554	5056	5342	5759	6026
前年比増加率(%)		5.6	5.1	11.0	5.7	7.8	4.6
損失率 (%)	20.5	21.5	24.0	20.6	18.3	14.8	16.7

(3) 使用量構成

1991年1月現在の顧客構成は、住宅用80%、商業用10%、工業用9%となっており、使用量構成は、住宅用31%、商業用12%、工業用51%となっている。(表1.2-4参照)住宅用顧客の多くは、電力を照明用に使っている。電気料金は、住宅用で32豪セント/KWh、商業用で36豪セント/KWhであるが、電気料金を値上げすると、電力消費量が減少するといわれている。

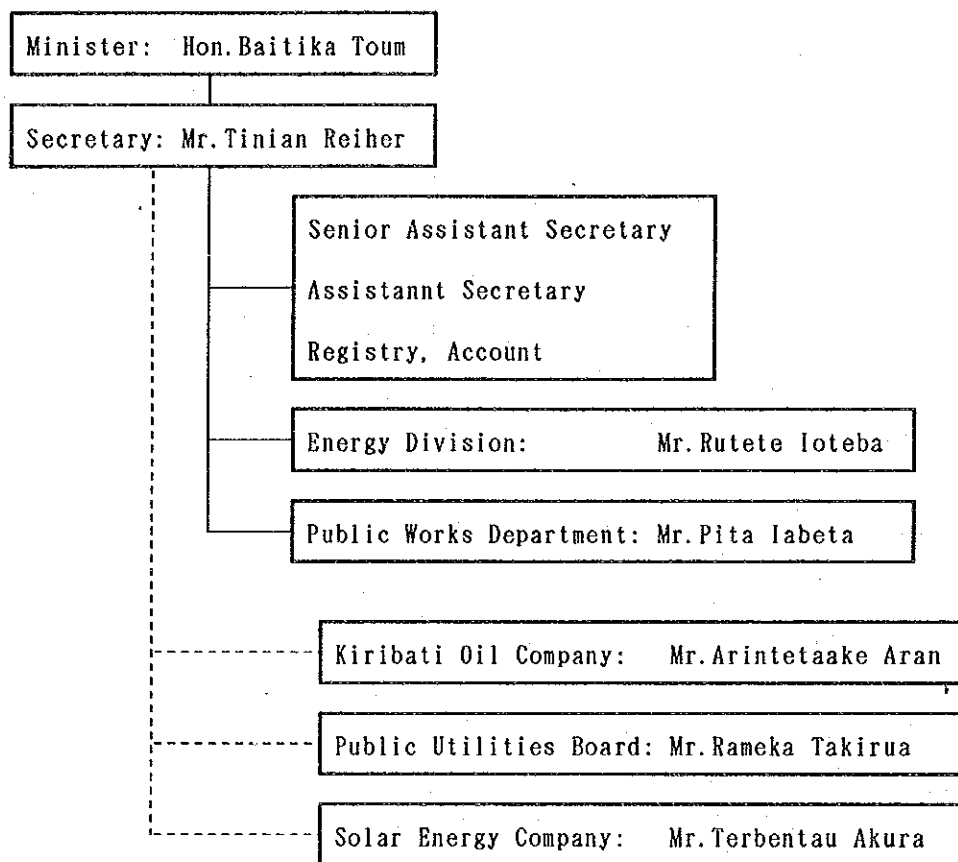
表1.2-4 1991年1月の顧客構成と使用量構成

顧客種類	顧客数		使用量	
	世帯	%	KWh	%
住宅用	1937	79.5	166954	30.9
商業用	237	9.7	66873	12.4
工業用	216	8.9	272833	50.6
公共用	49	2	32789	6.1
合計	2436	100.0	539449	100.0

(3) エネルギー関連機関

公共事業・エネルギー省 MWE(Ministry of Works and Energy)

a) 組織図



MWEは管理部門と3つの実務部門からなっている。

Energy DivisionはかつてEnergy Planning Unitと呼ばれていたが、業務としては石油製品の価格、消費量のデータを解析して供給の安定を図ること、及び電力の需給方針の立案、省エネルギー計画などを立案する。

Kiribati Oilは南トラワの航空燃料（B.Pが供給）以外の石油製品の貯蔵、流通、販売を行う。

Public Utilities Boardは都市部の電力、上水の供給及び排水処理を担当する。

Solar Energy Companyは国内におけるPVプロジェクトの実行機関であり、PV関連の設備、器具の販売を行う、こととなっている。

(4) エネルギー開発と地方電化計画への提言

a) エネルギー開発

経済的に満足し得る自給エネルギー資源の開発は、キリバス共和国にとって輸入石油製品の削減につながり望ましいものである。

再生可能エネルギーとして考えられるのが、太陽、風力、海洋エネルギーであるが、南太平洋地域においては太陽エネルギーのみが経済的、技術的に実用が可能となっている。キリバス共和国政府においては太陽エネルギーによる温水供給及び光発電による電力供給は実現の可能性があるが、風力や海洋エネルギーによるエネルギー利用は情報収集のみにとどめ、実験に参加することは薦められない。

太陽光発電による電化計画の実行に関し、政府は環境に対する影響、特に、使用済みバッテリーによる環境汚染の防止を、はっきり認識しておくべきである。

b) 地方電化計画

地方電化計画の実行に当たって政府が認識しておくべきことは、この電化は経済開発の推進力として多くを期待してはならないこと、即ち、第一義的には地方住民生活レベルの向上、快適性、便利性の供与と考えるべきである。

キリバス共和国の地方において、最小のコストで家庭に照明及び若干の小型電気製品を使用するための電気を供給するには、太陽光発電の利用が最良であることがほぼ判明している。

1984年にKSEC(Kiribati Solar Energy Company)を設立し、太陽光発電設備の導入を試みたが、設備の販売のみで適切な設置や、維持管理が行われなかったため殆ど満足に働かなかった。この経験を基に今後はKSECはユーティリティ供給会社として、設備を保管し、管理運営を行い、利用者は電気の供給を受けてその利用代金を支払う形態に変更することを提言する。

2. パイロットプロジェクト地域の選定

2.1 北タラワの概要

キリバス共和国には23の人が住んでいる島（地域）がある。その人口・所帯数、および経済状況を表2.1-1に示す。

北タラワはキリバス共和国の首都がある南タラワとは同じ環礁（Atoll）にあり、干潮時にはトラック等大型車による輸送が可能であるが、通常は南タラワとは船により連絡している。

北タラワには15の村落があり、人口は1991年には3650名、所帯数が550であった。行政の中心はアバオコロであり、住人のほとんどは政府の役人である。

北タラワの南部（南タラワより）の4村落には南タラワからの送電線による電化計画があるが、更に北への延長は予定されていない。

今回 J I C A による調査の対象地域として北タラワを選定した理由は、

- (1) 南タラワから近く、機材の輸送、調査員のアクセスが比較的容易である
- (2) 設置後保守を担当する S E C としても現地保守担当者の管理が容易である
- (3) 南タラワに近いので現金経済が普及している

等の理由により、カウンターパートが指定したことにより決定された。

2.2 村落の選定

北タラワにおける15の村落から P V を設置する6村落を選定したのは、アバオコロを現地保守担当者の基地としたときに、徒歩または自転車で巡回可能な範囲として、TARATAI から KAINABA までとした。村落の概要は表2.2-1に示す

表2.2-1 北タラワ6村落の概要

村落名	所帯数	人口	平均年収 (A\$/所帯)
TARATAI	41	195	1,938
NOTOUE	54	324	1,876
ABAOKORO	32	218	2,165
MARENANUKA	10	60	1,760
TABONIBARA	43	300	3,215
KAINABA	21	150	2,033
合計	201	1,247	2,152

平均年収は村落調査に対する回答(150/201)の結果を集計したもの

Table 2.1-1 キリバス共和国各島の社会・経済データー

Name of Island	Area K m ²	Population 1991	Household 1991	Number of Village	Number of Maneaba	Fish Sales 1000AS 1985	Copla Sale 1000AS 1985	Number of Employee 1985	Wage income 1000AS	Remittance 1000AS	Total income 1000AS	Income/per son AS
① BANABA	6	284	62	3	0			12	32	2	34	748
② MAKIN	8	1,762	295	2	2	48	143	83	224	268	683	384
③ BUTARITARI	13	3,774	633	8	6	188	228	230	621	586	1,623	448
④ MARAKEI	14	2,863	443	8	7	144	222	116	313	352	1,031	383
⑤ ABALANG	17	5,233	743	18	15	127	243	241	651	368	1,389	317
⑥ NORTH TARAWA	15	3,648	551	14	10	293	128	118	319	192	932	291
⑦ SOUTH TARAWA	16	25,380	3,297	17	8	1,738	0	4,076	11,005	1348	14,091	659
⑧ MAIANA	17	2,180	378	13	9	34	184	109	294	336	848	396
⑨ ABEMAMA	27	3,218	534	8	6	235	296	185	500	378	1,409	475
⑩ KURIA	15	990	187	4	3	69	133	50	135	104	441	420
⑪ ARANUKA	12	1,002	169	3	2	23	330	76	205	152	710	722
⑫ NONOUTI	20	2,814	539	8	6	211	225	184	497	438	1,371	468
⑬ TABITEUA NORTH	26	3,201	586	12	10	54	274	157	424	292	1,044	329
⑭ TABITEUA SOUTH	12	1,331	250	6	4	26	0	91	246	122	394	298
⑮ BERU	18	2,909	539	9	6	147	95	162	437	270	949	351
⑯ NIKUNAU	19	1,994	369	6	4	33	175	93	251	274	733	356
⑰ ONOTOA	16	2,100	431	7	7	112	144	92	248	266	770	400
⑱ TAMANA	5	1,385	263	3	2	20	96	79	213	166	495	359
⑲ ARORAE	9	1,440	276	2	2	38	81	64	173	270	562	382
⑳ WASHINGTON	10	936	163	5	2	0	68	0	0	0	68	151
㉑ FANNING	34	1,309	244	8	4	0	22	107	289	20	331	744
㉒ CHRISTMAS	388	2,537	341	4	4	0	23	439	1,185	26	1,234	713
㉓ CANTON (KANTON)	9	45	8	1	1	0	0	5	14	4	18	729
TOTAL	726	72,335	11,301	169	120	3,542	3110	6,769	18,276	6,234	81,162	488

Average remittance/HH:2,000AS

Average wage:2,700AS/Y

2.3 P Vシステム設置家屋の選定

上記6村落、201所帯から55のP Vシステム設置家屋の選定は、92年3月度の調査時に、北タラワアバオコロのマネアバにおいて希望者を召集して行った。

希望者は予約金である50A\$を納め登録し、希望者が55を越えた場合は抽選を予定していたが、実際には若干予定数に達せず、アバオコロの政府関係者の家に取り付けることとなった。設置希望家屋について92年6月度の調査時に家屋毎の詳細設計を行い、設計図を用意して93年1月度調査時の設置作業に備えたが、実際に設置した家屋は設計対象の家屋と違ったケースが多数現れた。

表2.3-1に各村落別の設置希望家屋数と実際に取り付けた家屋数を示す

表2.3-1 設置希望家屋数(92/7)と設置家屋数(93/1)

村落名	設置希望(92/7)	設置家屋(93/1)
TARATAI	5	2
NOTOUE	12	15
ABAOKORO	20	25
MARENANUKA	5	3
TABONIBARA	4	6
KAINABA	9	4
	(Maneaba 1)	(Maneaba 1)
合 計	55	55

3. 地方電化の技術及びシステムの選択

3.1 キリバス共和国における発電方式の検討

キリバス共和国における自給可能なエネルギーはバイオマスと再生可能エネルギーそれも太陽と風力、海洋エネルギーに限られる。

バイオマスもそれによって発電するほど集めることは困難であるし、風力は赤道直下であるため、クリスマス島など一部を除いてはそれほど大きくない。また、海洋エネルギーの利用はいまだ実験段階で開発途上国に導入するほどには至っていない。

一方太陽光発電については、その技術は既に十分開発され、利用についても仏領ポリネシア、ツバル、フィジーなど近隣の地域において既に導入され、或程度の評価が得られている。しかもキリバス共和国は太陽の日射量は日本の2倍に近く、また風も強くないということで、太陽光発電には最適の地域の一つである。

従って発電方式を検討する上で、対象となるのは既に多数の実績のあるガソリンまたはディーゼルの発電機による発電と、太陽光発電の両者を比較すればよいと考えられる。

3.2 ディーゼル発電方式と太陽光発電(PV)の比較

PVシステムとディーゼル発電システムを機器まで含めたライフサイクルコストで比較した。即ち、発電システムと電気利用機器を含む初期の設備投資と交換機器の投資、及び運転と保守管理費の合計での比較である。

システムの設計で重要な要素はシステムの電気供給に関する信頼性と、電気利用機器の使用時間である。信頼性を高くしようとするシステムは当然高くなり、どこで折り合いをつけるかが設計では重要なポイントとなる。

一般的にPVシステムはディーゼル発電に対し、a)配電線が来ていない地域、b)燃料の供給が定常的でないか、高価になる場合、c)配電線や、発電所への取り付けが困難な場所、d)一時的に大量の電気を使用したい場合、e)利用者の数が時間とともに増加する場合、f)騒音及び排ガスが問題になる場合、g)ディーゼル発電機の技術者が確保、または訓練が出来ない場合。

一方P Vシステムが適当でないケースは、a)電気の使用量が大きい場合、b)日射量が十分にとれない地域、c)交流の電気が大量に必要な場合。などとなっている。

計算結果は、南太平洋の島嶼国地域ではP Vシステムによる地方電化のライフサイクルコストが、ディーゼル発電システムより若干安くなる結果となった。

特に電気の使用量の小さい家庭でその差が大きく、電気の使用量が多くなるにつれてその差は余り明確にならない。

この計算の前提としてP Vシステム及びディーゼル発電システムとも適正に設計され、適正にメンテナンスされているものとする。

この計算で得られるディーゼル発電の電力単価は、一般のディーゼル発電の単価に比較して高いものとなったが、発電量が少なく、僻地における燃料費がコスト高であることを含んでいる。

Table 3.2-1 ライフサイクルコストによる発電システムの比較(US\$)

システム	照明のみ	照明+TV/VCR	照明+冷蔵庫
P Vシステム	1,386	4,015	7,818
ディーゼル発電	1,604	4,378	8,093

Table3.2-2 P Vシステムとディーゼルシステムの比較

項目	ディーゼル集中方式	P V分散方式
初期投資	発電システムは安いが配電等にコストがかかる	発電システムは高いが配電コストは安い
システム寿命	発電機の寿命は適正な保守がないと寿命が短くなる	P Vモジュールの寿命は長いが、バッテリーの寿命が短く交換が必要
運転性能	需要の変動に追従可能 低需要の時効率が悪い	非常に容易
燃料供給	都市では供給が容易だが地方では供給が問題になる	燃料の必要がない 日照量が確保できること
保守管理	保守要員の確保、訓練がやや困難 保守用部品の種類が多く、供給管理が困難	保守要員の訓練が簡単で採用が容易 必要部品が少なく管理が容易
環境影響	燃料の漏れ、騒音、排ガスの臭いなどの問題有り	影響はほとんど無いが、使用済みバッテリーの回収処理が必要
適用地域	商用配線(Grid)がすでにある地域 燃料の入手が容易で確実な地域 電気の使用量が多く長時間使用する 場合	Gridがなく、燃料が高く、入手がコンスタントに期待できないような地域 電気の使用量の多い時間が短時間しかないような地域 利用者が少しずつ増えるような場合 環境影響を最小限にしたい場合、等

3.3 P Vシステムと配線（Grid）延長のケース比較

キリバスにおいて、北タラワの一部に配線を延長する計画があり、その時にP Vシステム及びディーゼル発電を設置する場合との比較が検討された。

コスト比較はそれぞれの電化システムで初期投資、運転・保守費用、各家庭の配線・電気機器の費用を含めて行われた。

比較の期間は15年ですべての機器は計算の初年度に購入され、寿命がきたときは次の年に更新されるものとした。主要な前提条件はTable 3.3-1に掲げた。

15年間の必要な費用を算出し、10%の割引率で初年度の現在価値に引きなおして比較した。結果はFig 3.3-1 に示したが、配線延長がもっとも高くつくことが示されている。

ディーゼル発電とP Vシステムはほぼ同じ費用となった。

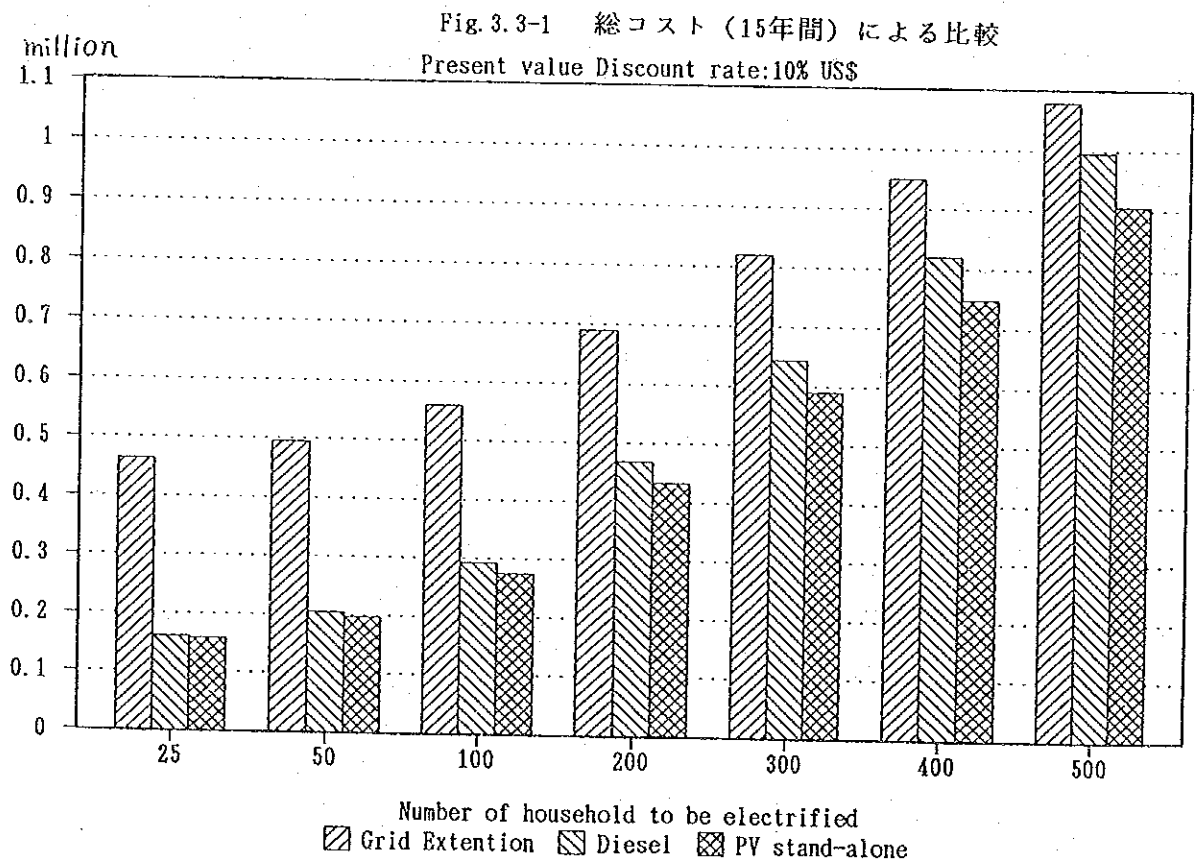


Table 3.3-1 配電線延長、独立型ディーゼル、P Vシステムによる地方電化の経済性比較前提
(250戸のケース)

項 目	配電線延長		独立型ディーゼル		P Vシステム		
需要家数	一般家庭	250	250	250	250		
	集会所	10	10	10	10		
電力需要	一般家庭		一般家庭		一般家庭		集会所
直流冷蔵庫 (85w)							10
交流冷蔵庫 (400w)		10		10			
ラジオ (6w)	250		250		250		
アイロン (1000w)	83						
蛍光灯 (20w)	500	50	500	50	500	50	
ビデオ (100w)		10		10		10	
年間電力消費量		6.4 MWh		3.3 MWh		2.7 MWh	
設備投資 (US \$)							
配電線延長		12,000\$/km					
家庭接続費用		875\$/HH		875\$/HH			
ディーゼル発電機				1,000\$/kw			
家屋内配線		90\$/HH		90\$/HH		90\$/HH	
P Vシステム							一般家庭 集会所
パネル(53w)					350\$	2	10
バッテリー(100Ah)					150\$	1	4
コントローラー					175\$	1	2
初期投資額合計		1,037,000\$		362,000\$			325,000\$
運転・保守費用							
燃料効率		0.29L/Kwh		0.35L/Kwh			
送電ロス		15%					
配電ロス		7%		7%			
燃料価格		0.43\$/L		0.43\$/L			
保守費用		初期投資の1%		0.1\$/Kwh			初期投資の2%

3.4 分散配置型と集中配置型との比較

(1) システム構成の比較

項目	分散配置型	集中配置型
PVパネル	小容量を各戸に	大容量を一ヶ所に
充放電コントローラー	各戸に必要	一ヶ所でよい
バッテリー	小容量を各戸に	大容量を一ヶ所に
インバーター	不要	必要
配電線	低圧・短距離	高圧の長距離配電線が必要
分電盤	不要	必要
電力計	不要	必要
電気機器	直流専用器	市販の交流機器の使用が可能

(2) システム設置例

キリバス共和国太陽光発電計画（55戸）
タイ国農村電化計画（60戸）

（分散配置型）

（集中配置型）

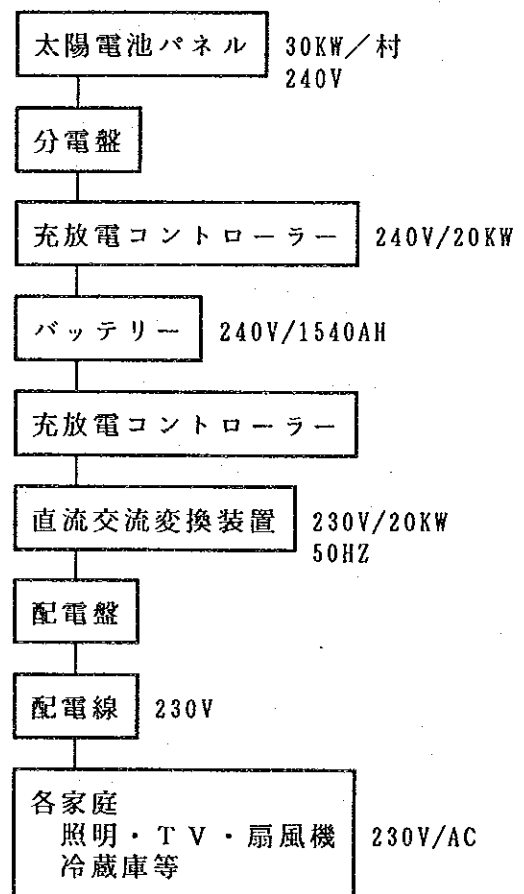
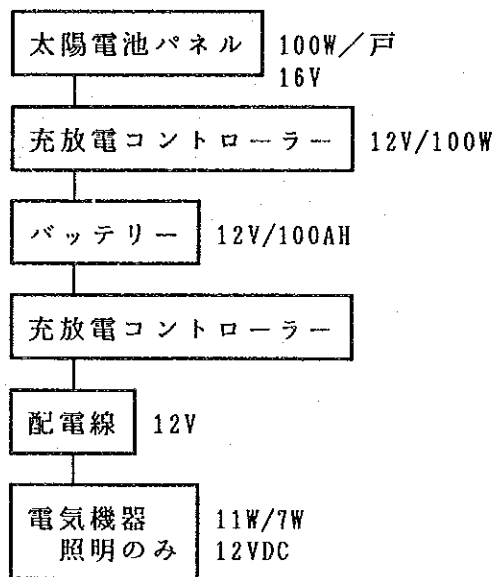


表3.4-1 P Vシステム（太陽光発電システム）における 集中発電システムと分散独立システムとの比較

	分散独立システム (STAND-ALONE SYSTEM)	集中発電システム (CENTRAL SYSTEM)
配電システム	配電システムが不要である 自己の住居内の配線のみよい	配電システムが必要 開発途上国の地方部落では家と家の間隔が離れており、配電の費用がシステムの大きい部分を占める。
システム容量	個々の家の需要に応じた容量のシステムの設置が可能 需要および支払能力に応じた設備容量のシステムを設置できる。	P Vシステムの需要に応じたシステム容量 P Vシステムの容量パターリーを組み込んだシステムでありピーク需要には左右されない。
システム構成	システムの構成が簡単で保守も容易 システムの電圧も低く、システムの構成部品も構造が単純で故障が少ない。	分散型の合計よりも容量は小さくて良い（但し配電のロスがあるのではほぼ同じ容量が必要か） システムの構成がやや複雑になる
使用電気機器	P V専用の低電力消費機器が開発されている（冷蔵庫等） 市販の電気機器が使用できないので誤って大電力消費機器を使用する恐れがない。	配電を行うため独立型より高圧になり、分電盤、電力計などの機器が必要になる。
システム効率	システムが簡単で配線が短いため効率が高い	市販の機器が使用可能 アイロンや湯沸かしなどの市販の機器が使用可能なので設計以上の消費となる場合もある。
システムの移動性	移動容易 環境の変化等により住居を移動したときシステムも共に移動できる。	配電線が長く、システム構成が複雑となるので効率が悪くなる。配電ロスが10～20%にもなる。 移動困難 部落全体が移動する場合など、システムの移動に大きな費用が必要となる。
システムへの親近感	親近感が大きい 自己所有の感じに近く、管理に配慮する。	共有しているとの意識が低い システムに関する親近感がなく、ただ電気が使えれば良いといった意識になる。
システムの信頼度	自己責任で完結する 電気の使いすぎ等で供給が止まっても影響を受けるのは自分だけである。	影響が部落全体におよぶ 個人の電気の使いすぎ、不適當な使用等により供給が停止した影響が部落全体におよぶ。

	分散独立システム (STAND-ALONE SYSTEM)	集中発電システム (CENTRAL SYSTEM)
システムの設置場所	スペースが小さくて良い	まとまったオープンスペースが必要
システムの安全性	日射条件の良い場所 (P V パネル設置場所) が小さくて良い。 電圧が 12 ~ 24 V であり比較的安全	日射条件の良いまとまったスペースを確保するのが結構難しい (南太平洋の島国において)。 配電は高圧 (120/230V) になり、事故の危険性が高まる。
システムの拡張性	拡張・縮小が比較的容易	システムの拡張は容易であるが、システムの規模が大きくなれば P V の有利性が低くなる。電力消費が増えるとディゼル発電、グリッド結合が有利となる。
グリッドへの接続	すべて新規にシステムを入れ換える必要あり	グリッドへの接続が容易である。
システム保守要員	簡単なトレーニングで養成でき、定着し易い	一般の電気技術者と同等のトレーニングが必要 電気技術者と同等の技術を身につけると、他の職場への移動が起き易く、定着が困難

(3) 費用の比較

a) システム設置例で一戸あたりの設置費用を試算

項 目	分散配置型		集中配置型	
	単 価	費 用	単 価	費 用
		US\$/HH		US\$/HH
PVパネル	7 US\$/W	700	7 US\$/W	3,500
充放電コントローラ	2 US\$/W	200	1 US\$/W	333
バッテリー	0.2 US\$/Wh	240	0.2 US\$/Wh	1,232
インバーター	--		1 US\$/W	333
配電線	100 US\$/HH	100	500 US\$/HH	500
分電盤	--		50 US\$/HH	50
電力計	--		50 US\$/HH	50
電気機器	--		--	
合計		1,240		5,998

b) 出力あたりの設置費用比較

出 力	分散配置型	集中配置型
100 W	1,240 US\$/HH	1,680 US\$/HH
200	2,380	2,760
300	3,520	3,840
500	5,800	5,998
700	8,080	8,160
1,000	11,500	11,400

一戸あたりの太陽電池パネル設置量が1 Kwよりも小さいときは、分散配置型の方が設置費用が少なくなる。

3.5 結論

これまでの各ケースの比較を行った結果から、

- (1) 電気の使用が照明主体の小量の場合
- (2) 利用者の数が比較的少なく、分散している場合
- (3) 日射量が十分ある場合

には、PV分散型の電力供給システムが適している

4. 詳細設計と仕様の決定

4.1 気象観測データの考察

キリバス共和国タラワ島における1980年から1986年の7年間の気象データを調査し分析を行なった。この結果は、以下に示すとおりである。

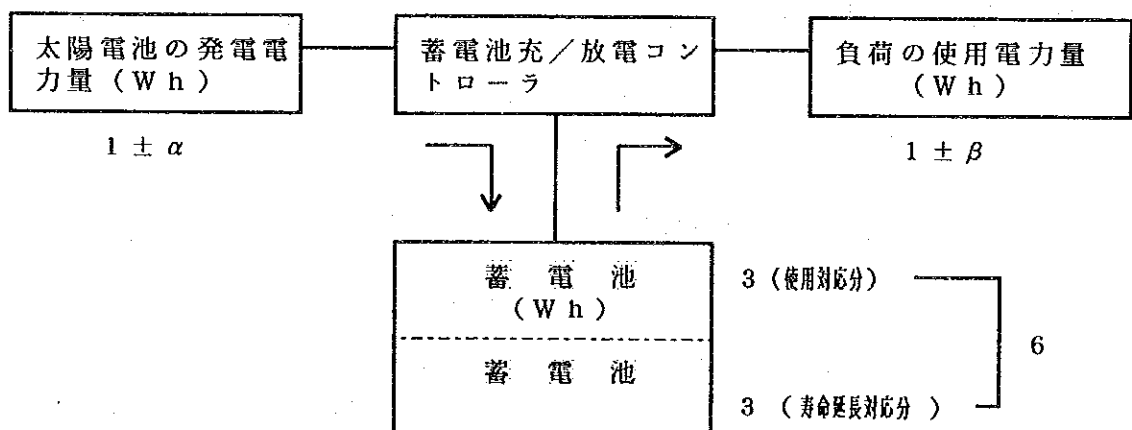
(1) 日射量：7年間の平均日射量は $5.69 \text{ (KWh/m}^2 \cdot \text{日)}$ で、日本の約1.5倍を記録している。日照時間内における1時間単位の日射量の度数比率で $6.00 \text{ (KWh/m}^2 \cdot \text{日)}$ 以上の日射量度数が約60%ある。

(2) 気温：気温は気温度数分布で見ると、 $28 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ が多く、昼間は殆どこの範囲にある。

(3) 湿度：湿度は湿度度数分布で見ると、 $72 \sim 82 \%$ が多く、昼間は殆どこの範囲にある。

4.2 システム設計

システム基本設計としては、太陽電池の発電電力量と負荷の使用電力量とをバランスさせるとともに、蓄電池の使用率を50%とし、その使用可能容量は負荷の使用電力量に対して約3倍(3日分)の余裕をもたせることとする。電気量に注目して作成したブロック図を以下に示す。



すなわち、年間平均の一日当たりの発電電力量と使用電力量とが、ほぼ同一となっているが、実際の個々の一日の日射量は、多い日があったり少ない日があったりする ($\pm \alpha$)。また、使用量も電灯を早く消したり、長時間点灯させたりす

ることがある（±β）。これらの日々の日射量と電灯の使用条件とが関連してP
Vシステムが運転される事となる。

なお、蓄電池に余裕がある時は発電電力量を多く貯えたり、余裕がないときは
発電電力量を捨てたりすることがある。

蓄電池の設置容量は、先にも述べたとおり放電深度を50%程度にして運転す
ることにより、蓄電池の寿命が長くなることから、使用対応分の2倍の容量とす
る。さらに、キリバス地方の日射量実績にをもとに、本システムの電気の発電量
および蓄電池の充・放電量等についてシミュレーション結果では、年間を通じて
非常に安定した日射量が得られている。

電灯照明の照度については、南タラワ島に点灯しているホテルの照明ならびに
北タラワ島のゲストハウスの照明を調査した結果、およそ20～100ルクスであ
った。したがって、照度はマクロ的ではあるが100ルクス程度を目標にすること
とした。

太陽電池、蓄電池、配電盤および配線材料等の設計については、当該地の気温、
塩害等の環境状況を考慮した対応を行なうこととする。具体的には、機器・配線
は密封またはコーティング、材料では鉄は湿式亜鉛メッキならびに導体は黄銅ま
たはステンレスの材料を使用する。

4.3 実施設計

(1) 照明設備

表4.3-1 一般住宅および集会所の電灯照明

一般住宅の電灯照明

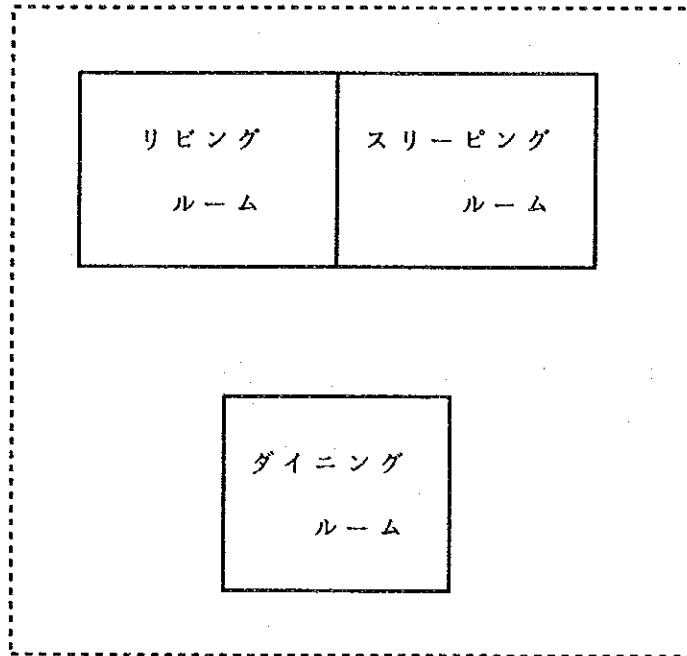
個 所 別	灯 個 数
リビングルーム	(12V) 11W-1, 1W-1
スリーピングルーム	(12V) 7W-1
ダイニングルーム	(12V) 7W-1

集会所の電灯照明

集会所のホール	(24V) 20W-4
---------	-------------

(2)一般住宅の間取り標準

図4.3-1 一般住宅の間取り標準



前記、基本設計に基づいた一般住宅と集会所のシステム構成を以下に示す。

一般住宅および集会所のシステム構成

(1)一般住宅

図4.3-2 一般住宅のシステム構成

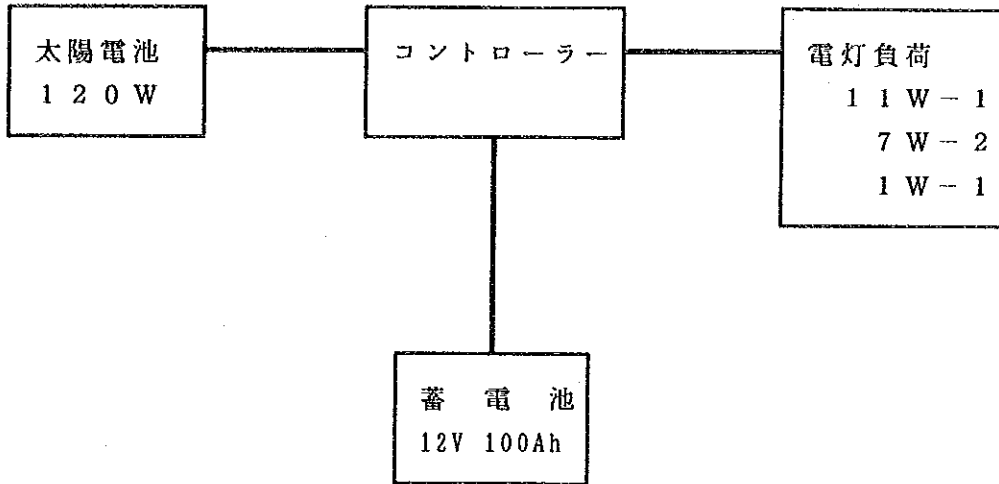
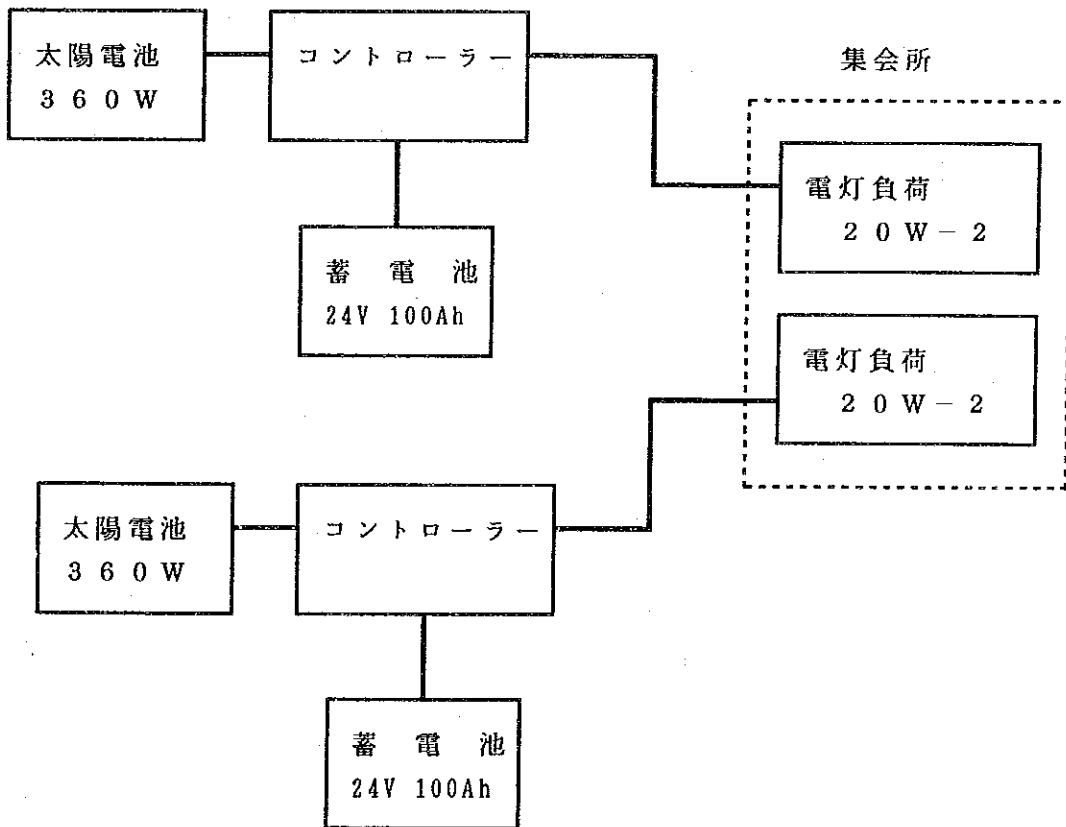


図4.3-3 集会所のシステム構成



一般住宅と集会所の太陽光発電による電灯供給のイメージを図4.3-4および図4.3-5に示す。

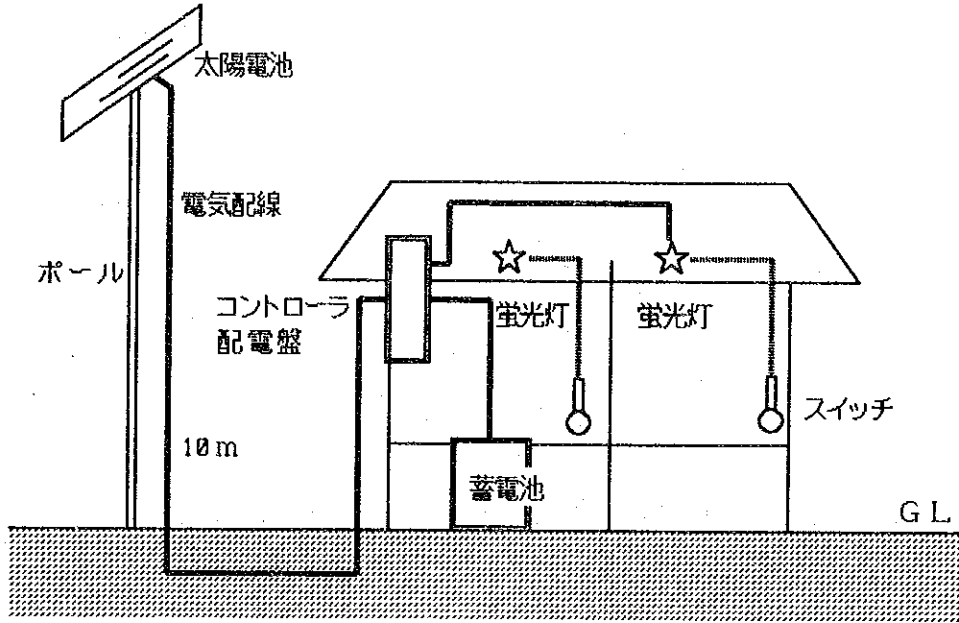


図4.3-4 一般家庭のイメージ図

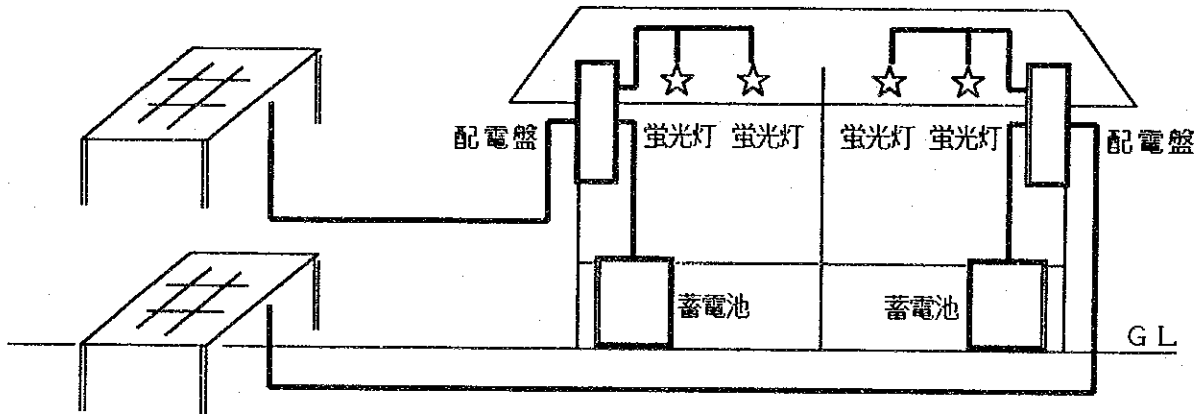


図4.3-5 集会所のイメージ図

4.4 使用機材の詳細

1992年6月に実施した現地調査の結果から、各家個別の配線設計を行い主要資機材の必要数量を求めた。なお、資機材の数量は、国内調達分および現地調達分に分けて算定した。

表4.4-1 国内調達分の必要資機材数量

名 称	仕 様	単 位	数 量
太陽電池モジュール	単結晶シリコン形 63.0[W]	枚	80
太陽電池モジュール	多結晶シリコン形 58.7[W]	枚	50
ポールマウント L = 5.0[m]	太陽電池モジュール2枚 取付け用	組	55
ケーブル引込み用 ポ ー ル	L = 5.0[m]	本	6
地上設置用架台	太陽電池モジュール4枚 取付け用	組	3
充放電コントローラ (集会所用)	DC 24[V], 300[W]用	個	3
充放電コントローラ (一般家庭用)	DC 12[V], 100[W]用	個	57
蓄 電 池	ベント型, 12[V] 110[Ah](100H率)	個	63

4.5 計画時設計からの変更箇所と変更理由

(1) 計画時設計からの変更箇所

計画時設計から実施設計へと移行した時点において、以下のような理由に

より、設置家屋や施工方法等について一部変更したところがある。

- ・設置希望者の変更
- ・家の配置等の変更
- ・家具配置、内装や樹木の状況等の変更
- ・実際の設備を見た後の家主の要望の変更

計画時から実施時へ移行した際、計画時予定の設置家屋からの変更の状況について、村落別設置戸数の変更詳細を表4.5-1に示す。

表4.5-1 村落別の設置家屋変更戸数

村落名	実施戸数 (実施時 設計)	計画戸数 (計画時 設計)	村落別変更状況		
			増加戸数 (計画より)	減少戸数 (計画より)	増減状況 (計画より)
タラタイ	2	5	1	4	▲3
ノトウエ	15	12	5	2	☒3
アバオコロ	25	20	8	3	☒5
マレナヌカ	3	5	0	2	▲2
タボニバラ	6	4	3	1	☒2
カイナバ	4	9	0	5	▲5
合計	55	55	☒17	▲17	±0

(2)変更の理由

SEC側の説明によれば、

* 契約金額 (A \$ 50) を用意できなかった。

* 各月の支払を継続できない。

等の経済的理由により、当初計画時点申込者の中から機器設置を辞退する申込者が出た。

(3) システム構成機器の設置場所変更

計画時から実施時を通じて、機器設置を希望した一般需要家38軒のうち26軒を抽出して、そのシステム機器設置場所の変更理由を調査した結果を、表4.5-2に示す。

表4.5-2 機器設置場所の変更戸数

変更理由	戸数
家の配置等の変更	13
家具配置、内装や樹木の状況等の変更	5
家主の要望	8

(4) 集会所 (Maneaba)

カイナバ村の長老および村民より、
「集会所は多数の村民が共同で使用する場所であり、電灯の使用を希望する人が、希望の場所まで行って点灯するのが望ましい。」
との要望があり、当初予定の「3路スイッチ回路」を変更し、それぞれのけい光灯に1個のスイッチを対応させる回路とした。

4.6 気象観測装置の設置

キリバス共和国の北タラワ島に次の気象観測装置を設置した。

(a) 設置年月：1992年6月

(b) 設置場所：北タラワ島 アバオコロ村 政府支所横

(c) 記録方法：10分毎連続記録

設置場所の概要を以下に示す。

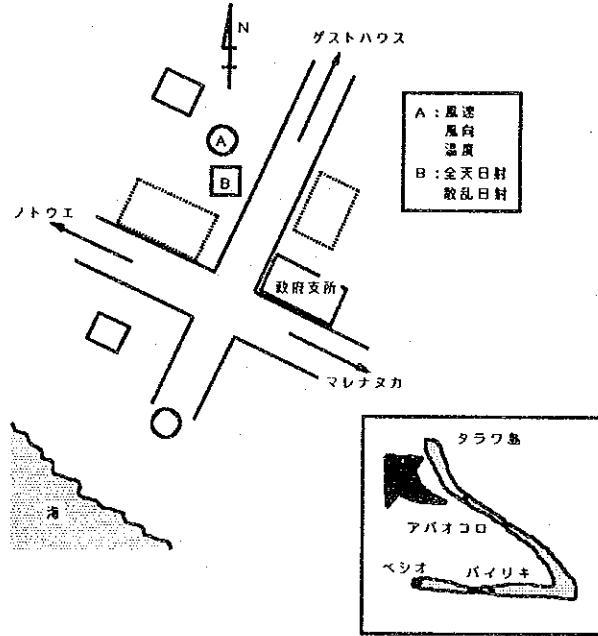


図4.6-1 気象観測装置設置場所

(1) 計測項目

気象観測装置の計測項目を表4.6-1に示す。

表4.6-1 気象観測装置の計測項目

計測器	備 考
風向・風速計	キリバス共和国では椰子の木の影を避けられない状況にある。 また、散乱光日射は計測例がないので、当地で計測し、影の影響を考慮した太陽光発電の発電量を想定する。
気温・湿度計	
全天日射量計	
散乱日射量計	

(2) 気象観測装置設置状況図

気象観測装置の設置状況を図4.6-2に示す。

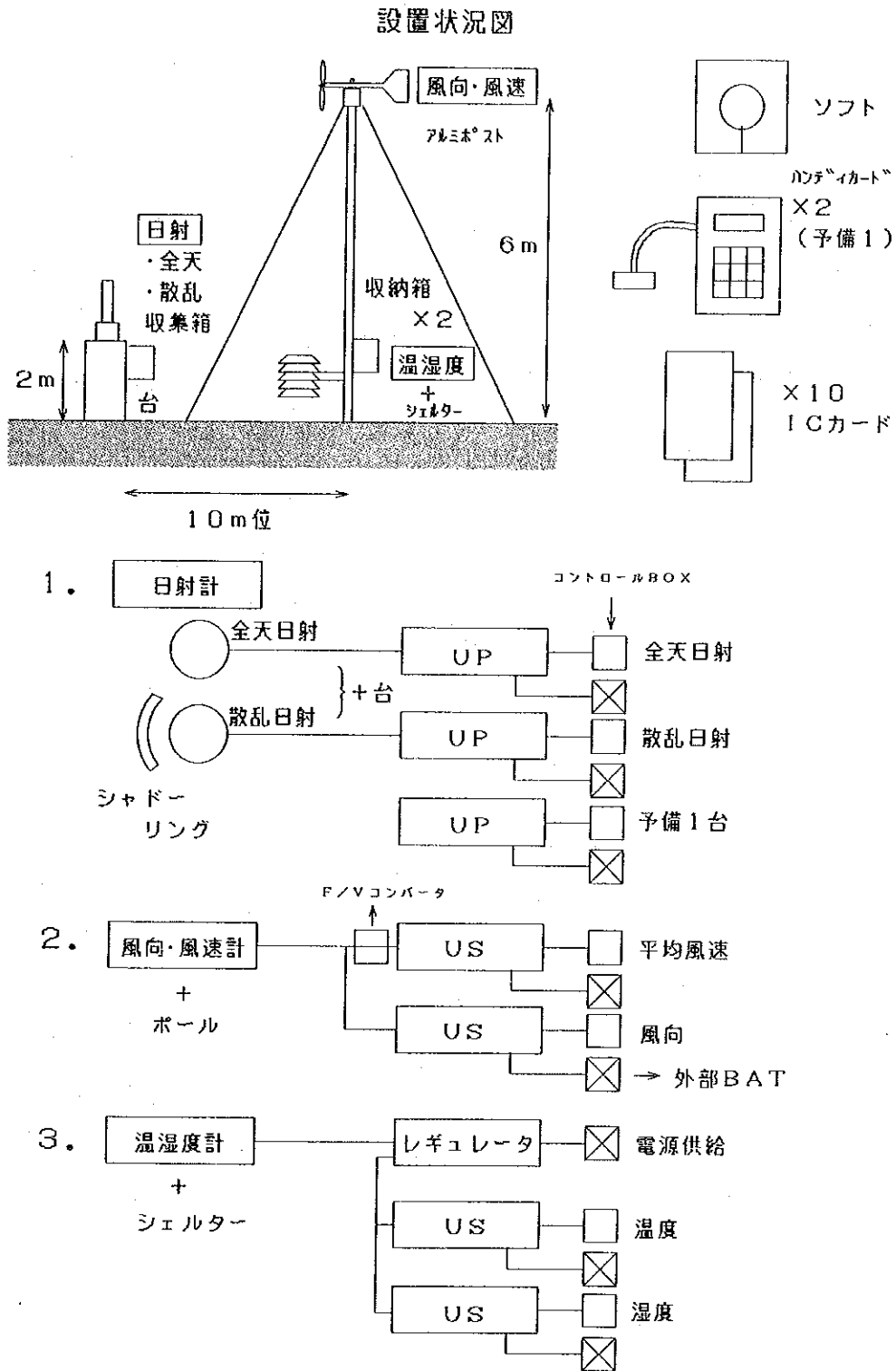


図4.6-2 気象観測装置設置状況図

5. P V システムの設置

(1) 部品組立工程

a) 常夜灯の組立：LEDをスイッチに組み込む

個数：60 S E Cにて実施

b) コントローラー板の組立：コントローラー、スイッチ類を木の板に取り付け

個数：一般家屋用 55、マネアバ用 2

調査団と S E C が協同して実施

c) 蛍光灯具の組立：蛍光灯具を木の板に取り付け、家屋の梁、柱などへの取付を容易にする

個数：20W-- 4、11W-- 55、7W-- 110

調査団と S E C が協同で実施

(2) 各村落での P V システムの設置

a) バッテリーに硫酸を充填

b) 上記組立を終えた部品やモジュール、ポール、バッテリーなどを各村の設置対象家屋へ運搬

c) モジュールをポールに取り付け、家屋の近くで日照量を確保できる位置に穴を掘り、ポールを設置

d) 屋内にコントロール板、照明器具、スイッチなどの取付を実施

e) モジュールからコントロール板、コントロール板からバッテリーへの配線を行い、点検した後、システムを生かしバッテリーへ充電開始

f) 2日間ほど十分充電した後、照明の使用を開始

(3) 作業から得られた教訓

a) 輸送・運搬

・ 事前調査の段階で利用可能な輸送手段、運搬手段を選定しておき、それらに応じた資機材の荷姿を考慮しておく。

・ 資機材の重量は最大2人で運搬できる程度

- ・ 4 輪駆動のトラック（荷台が有るもの）は僻地での活動に大層役にたつ。

b) 現地調達資機材

- ・ 現地調達を行った蛍光灯灯具は、12V用と24V用の区別が明確でなく、一部誤って取り付けられたものがあった
- ・ 現地にも電工用部品などの販売をしている店が出来たが、品質的には満足するものが得られなかった
- ・ 椰子の繊維を編んだ紐が現地で売られており、部材の固定用として有効である

c) 設置作業

- ・ 現地の地質は珊瑚が砕けた砂か、堅い岩となっており、しかも地下水位が高いため、小さい直径の穴を1 m以上の深さに掘ることは非常に困難であった
- ・ コンクリートに使用できる砕石や小石を得ることは困難であり、また塩分の無い水も少なくコンクリートの強度は、日本の標準からは割引いて計算する必要がある
- ・ 家屋に使用されている木材の中には非常に堅いものや、表面だけ堅く内部は柔らかいものなどがあり、釘、ネジ釘の使用に注意が必要

d) 作業員

- ・ 現地で採用した作業員は概ね良質で、作業態度、作業内容など十分協同作業に耐えるものであった
- ・ 保守担当者として採用予定の候補者が3人参加しており、調査団との協同作業を通じ、技術の移転、保守作業内容の訓練を図れたことは有益であった

6. SEC 要員トレーニングの内容

6.1 保守管理とトレーニング

6.1.1 現地技術者の教育

日本におけるキリバス共和国のフィールドテクニシャンのトレーニングは四国において次のスケジュールにより実施した。

(1) キリバス共和国太陽光発電地方電化計画調査の一環としての計画

研修実施計画：研修対象者 Mr. Terubentau Akura

研修スケジュール（四電技術コンサルタント分） 1992年

	日程	曜	研修内容	宿泊所	担当
11	9/30	水	移動 東京／高松		エネ研/ 四C
			見学 関電 六甲アイランド	四電 高松荘	
12	10/ 1	木	挨拶 四C, 四国総研		四電 高松荘
			見学 中央給電指令所 (10.30~11.30)	四電 高松荘	
13	10/ 2	金	見学 坂出火力PS (10.00~12.00)	四電 高松荘	四電 高松荘
14	10/ 3	土	資料整理	四電 高松荘	
15	10/ 4	日	見学 西条光PS	西条(ホテル)	松山(ホテル)
16	10/ 5	月	見学 西条火力PS, 本川水力PS	四電 高松荘	
17	10/ 6	火	見学 伊方原子力PS	四電 高松荘	四電 高松荘
18	10/ 7	水	実習 電気工事会社	四電 高松荘	
			KK 新精電設工業	四電 高松荘	四電 高松荘
19	10/ 8	木	実習	四電 高松荘	
20	10/ 9	金	実習	四電 高松荘	四電 高松荘
21	10/10	土	資料整理	四電 高松荘	
22	10/11	日	資料整理	四電 高松荘	四電 高松荘
23	10/12	月	実習 電気工事会社	四電 高松荘	
24	10/13	火	実習	四電 高松荘	四電 高松荘
25	10/14	水	実習	四電 高松荘	
26	10/15	木	講座 太陽光発電システム設計	四電 高松荘	四C
27	10/16	金	移動 高松／東京	東京	

KK 新精電設工業 (従業員 9人)

社長 佐藤音八 高松電気工事組合 副支部長

所在地 高松市松島町三丁目2-21

TEL 0878-31-7691

(2)KK新精電設工業での実習内容

- ①受注から施工までのスケジュール管理
- ②作業および作業員のスケジュール管理
- ③在庫管理方法
- ④商品発注方法
- ⑤得意先への対応方法
- ⑥納入業者への対応方法
- ⑦代金請求方法
- ⑧代金回収方法

(3)日本での工事訓練

訓練の目的は「キリバス共和国太陽光発電地方電化計画調査」にかかる太陽光発電システム設置工事を行うとき、現地作業をよりスムーズにおこなうとともに、また作業員が工具等の取扱いを習得し現地作業の効率化を図ることにある。

①実施時期

平成4年10月15日(木)

②場所

(株)四国総合研究所 構内 自転車置場

③訓練参加者

高橋、仙波、橋崎(4C)、谷(エネ研)、高岸、八木(昭石)
アクラ(キリバス)

④訓練内容

現地のヤシの木(丸太)での構成を模擬し、次の事項を確認する。

- ・器具・工具の確認
- ・材料の確認と適否の確認
- ・器具・配電盤・ケーブルの取付け工事の訓練

6.1.2 フィールドテクニシヤンのトレーニング

現地（北タラワ）の技術者へのトレーニング（技術移転）は、下記に示す工事をとおして工事および保守・点検に関する項目について行った。

(1) 工事に関する技術指導内容

1) 太陽電池アレイ

- ・ 一般家庭用ポールマウントおよび集会所用地上設置型架台の組立および据付け方法。

2) 配電盤

- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の取付け方法。
- ・ 各機器間の配線および端末処理の方法。
- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の作動および取扱い方法。

3) 蓄電池

- ・ 蓄電池電解液の取扱いおよび電解液入れ用器具の取扱い方法。
- ・ 電解液入れ方法および液面レベルの確認方法。

4) 電気機器

- ・ 各電気機器の取付けおよび配線方法。

5) 屋外、屋内配線工事

- ・ 各配線用材料の適切な使用場所および使用方法。
- ・ ケーブルの配線および端末処理の方法。
- ・ 三路スイッチおよび片切りスイッチ回路の構成および実際の結線方法。

6) その他工事に関する一般事項

- ・ 各種工具の適正な使用方法。
- ・ 各種材料の適正な使用場所。
- ・ 作業安全および材料・工具の保管方法。

(2) 設備保守および点検（監視）方法に関する技術指導内容

設備保守および点検方法については、定期的に巡回監視を行い不備なところが見つかれば修理などの適切な処置を施し、処理が不可能な場合にはSECの

技術員に連絡するよう指導した。

1) 太陽電池アレイ

- ・ 取付け部の緩みおよび太陽電池モジュールの破損の有無の確認。

2) 配電盤

- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の取付け部の緩みの有無の確認。
- ・ 各機器端子部などの緩みの有無の確認。

3) 蓄電池

- ・ 液面レベルの確認および補水の実施。
- ・ 外観の目視点検（蓄電池本体の変形および汚損の有無の確認）。
- ・ 接続部の緩みの有無の確認。
- ・ 均等過充電の実施方法。
- ・ 日常保守実施時の注意事項。

4) 電気機器

- ・ 蛍光灯具の取付け部および接続部などの緩みの有無の確認。
- ・ 蛍光灯具の破損の有無の確認。
- ・ 三路スイッチおよび片切りスイッチの故障の有無の確認。

5) 屋外，屋内配線工事

- ・ ケーブルおよび配線材料などの破損の有無の確認。
- ・ 無断増設の有無およびSECの公正な運用方針の明確化。

6.1.2 現地における保守作業の指導

(1) 現地での指導

SECの技術員に対しては、現地の技術者に太陽光発電システムの工事および保守に関する技術指導が充分行えるように日本国内で作成した工事・保守要項によって下記の項目についての技術移転を行った。

表6.1-1に現地における保守作業の指導項目を示す。

表6.1-1 現地における保守作業の指導項目

項 目	施 策 お よ び 実 行 内 容
パトロール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池モジュールは正常か、影が長時間かからないか。 ・ 負荷設備は正常か、特に無断増設はないか。 (増設は不可) ・ 蓄電池の液は充分か。 ・ 不良器具はないか。
点検・取替など	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池モジュールおよび蓄電池の端子電圧の測定。 (システム運転の適正度のチェック) ・ 蓄電池への補水。 ・ 均等過充電の実施。(1カ月に1回程度10A以下の電流で蓄電池容量に対して120%(晴天時1日に相当)の過充電を行い蓄電池を新品同様の状態にする。) ・ 蓄電池の交換。(適正に使用すれば予定では5年目以降) ・ 不良器具の取替え。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不必要な電気利用制限の協力PR。(節電) ・ 電気相談。 ・ 集金。

(2)日本からの追加指導

現地に予備品として残してきた蓄電池の管理方法について、蓄電池の寿命などを充分考慮して、電解液を入れて充電する方法をSECの技術員に依頼した。

7. プロジェクトの評価

7.1 P V システムの監視・評価

P V システムの監視については、電圧・電流の連続計測するのが一般的であるが、そのためには、計測用の A C 1 0 0 V などの電源が必要である。北トラワ島では計測用の電源の確保が困難なことから、在来の計測装置は取り付けしないこととした。今回、蓄電池を中心とした電気量の流入・流出の積算および蓄電池の寿命予測が可能なコントローラが開発されているので、これを、2台取り付けして二つのシステムの運転状況を監視することとし、本プロジェクトの評価データとして計測する。

(a)設置個所(村落名) : アバオコロ

(b)台数 : 2台

(c)調査状況 (93.7.28および94.2.4測定)

システム評価装置設置より6ヶ月後および1年後の作動状況調査結果を表7.1-2に示す。

表中の残寿命予測は、初期設定値：26,280時間(3年間)から差引きされた値が表示されており、1993年7月28日現在では、それぞれ2.98年(A27)、2.55年(BAURO)、1994年2月4日現在では、それぞれ2.53年(A27)、2.73年(BAURO)の表示となっている。ここでBAUROの家では、一時空き家となっていたので残寿命値の減少が少なくなっている。

また、7月24日と28日との比では、それぞれ92時間(A27)、95時間(BAURO)となっており、負荷の使用状況からみても的確に作動していると考ええる。

7.2 太陽電池、蓄電池の端子電圧測定

北トラワ島に設置した太陽光発電システムについて、6ヶ月後における各部の端子電圧の測定をおこない、適正にシステム運転がおこなわれているかを評価する。

(1) 電圧測定の実施

蓄電池の充電前後および充電中における電圧の測定をおこなった。

- ・ 充電後の電圧測定 : P M 5 : 3 0 ~ 7 : 0 0
- ・ 充電前の電圧測定 : A M 7 : 0 0 ~ 9 : 0 0
- ・ 充電中の電圧測定 : A M 1 1 : 0 0 ~ P M 3 : 0 0

(2) 測定結果

今回のシステムにおける蓄電池端子電圧は、充放電制御装置により下記の表 7.2-1 の値に設定されている。

表 7.2-1 充放電制御装置の制御電圧 (単位: V)

充電制御		放電制御	
充電停止	15.6 (2.6)	放電停止	11.4 (1.9)
充電再開	12.6 (2.1)	放電再開	12.6 (2.1)

アバオコロ村における一例を上げ、その作動状況をのべる。

表 7.2-2 アバオコロ村におけるシステム作動状況の一例

NO	CODE NO	CUSTOMER NAME	システム電圧測定結果						
			充電後(夕)		充電前(朝)		充電中(日中)		
			P V V oc (V)	BATT 端子 電圧 (PV OFF) (V)	P V V oc (V)	BATT 端子 電圧 (PV OFF) (V)	P V V oc (V)	P V 充電 電圧 (V)	BATT 端子 電圧 (PV ON) (V)
3	A 5	EKEIETA	19.5	13.6	21.6	12.9	23.0	12.7	15.4

この例より、充電前後の蓄電池端子電圧をみると上記充放電制御装置の制御電圧範囲内に入っている事がうかがえる。

また、充電中の蓄電池端子電圧が太陽電池(PV)充電電圧より高くなっているのは、蓄電池が満充電となったため、充放電制御装置の制御回路が働き、充電回路が切り離された事を表している。

このように、今回の調査結果の一般家庭55軒の充電前後の蓄電池端子電圧を見ると、すべて充放電制御装置の制御電圧範囲内に入っており、本太陽光発電システムが適正に作動している状況が、うかがえる。

7.3蓄電池の補水状況

(1)93年7月時の調査結果

調査結果は、蓄電池の液量の減少しているものの数が多く、かつ非常に液量が少ないものが約80%もあった。

今後は、キリバス共和国のSECの保守に関する対応方法を強化するよう指導する必要があることが判明した。

なお、技術的にJICAチームでさらにフォローするよう考慮することとした。

表7.3-1に集会所の調査結果を、表7.3-2に一般家庭の調査結果を示す。

表7.3-1 集会所の蓄電池液量調査結果

現象	村落名	タラタ	ノウエ	7A'オロ	マレナカ	タホ'ニハ'ラ	カイハ'	合計
バッテリー液の減少を発見 JICAチームが補水したもの							4	4

ただし、4個中2個のバッテリーについては、7/3にSEC技術員が補水しているが、7/29JICAチーム点検時にはバッテリー液は減少していた。

表7.3-2 一般家庭の蓄電池液量調査結果

現象	村落名	タラカイ	ノウエ	アハ'オコロ	マレナカ	タホ'ニハ'ラ	カイナ'	合計
バッテリー液が減少し 補水されていないもの			12	7				19
SEC技術員により 補水されたもの			1	10	2	6		19
バッテリー液の減少を発見 JICAチームが補水したもの	1						3	4
液量が確保されているもの	1	2	5	1		1		10
留守のため未点検のもの			1					1
ソール型を採用したため 補水不要のもの			2					2
合計	2	15	25	3	6	4	55	

(2) バッテリー液の減少に対して想定される理由

上記の「バッテリー液の減少」という現象に対して、次のような状況が想定される。

- ・それぞれの一般需要家が毎日使用する負荷電力量に対して、太陽電池側からの発生電力量の方が多く、バッテリーに対して過充電状態になっていると考えられる。
- ・需要家が家を留守にしているケースがあり、負荷を使用しないため、過充電状態になっている。

7.4 補水液の確保

キリバスでは、蒸留水が1 A \$/☒であり、ガソリン(70¢/☒)より高い。したがって、雨水を利用することとし、蒸留水、雨水、井戸水の水質検査を実施することとした。分析結果は、つぎのとおりである。

(1)水分析結果

表7.4-1 キリバス共和国採取水質分析結果

水の種類 項目	蒸留水	雨水 (南タラ) オナタイホラの 食堂の屋根	雨水 (北タラ) ボリガクで 受けた	井戸水 (北タラ) ゲスルヌ	SBA4001規格 蓄電池用 精製水
PH	3.70	5.75	5.70	7.20	5.8~8.6
Cl ⁻	0.5以下	0.5以下	0.5以下	4.0	1.0以下
Fe ⁺	0.1以下	0.1以下	0.1以下	0.1以下	1.0以下
KMnO ₄ 還元性物質	1.42	2.84	1.89	2.85	50以下

(単位) * 10⁻⁴ [%]

(2)見解

蓄電池用精製水のSBA規格と比較すると、ほとんどの項目について問題がない。

ただし、井戸水にはCl⁻が多くあるので、適さないと考える。

雨水は、現地での補給水用として使用しても問題ないと考えられるため、不純物、ゴミ等を取り除き使用することとする。

(3)94年2月時の調査結果

93年7月の調査結果をもとに、7月時点でJICAチームよりSEC技術者に対してバッテリーの点検と補水の方法について、再度の技術指導を行ったことと、9月時点で採取水の水質分析結果により、現地でのバッテリー補給水に雨水を使用することとしたことを併せて考慮し、94年2月に再度バッテリーの補液状況を調査した。

結果は、不在のため調査できなかった民家(4戸)を除いた51戸および集

会所1カ所すべてのバッテリー液は上限レベルにあり、点検、補液がJICAチームの指導に従って実施されていたことを示している。

7.5 照度に関する評価

太陽光発電による照明は、家の構造により様々異なるが、設計時に調査した既設の照明の照度と同程度(20~100lx)とすることとしていた。今回、6村落のうち、最も設置戸数の多いアバオコロ村落について、調査・測定をおこなった。結果は、おおよそ目的どおり20~100lxの範囲内であった。

7.6 気象観測装置

キリバス共和国の北タラワ島に設置した気象観測装置は、以下の6項目について連続的に、データ収集を行っている。

- | | |
|---------|---------|
| * 風 向 | * 風 速 |
| * 温 度 | * 湿 度 |
| * 全天日射量 | * 散乱日射量 |

今回回収したデータの内、全天日射量を取り上げてみると、今年は世界的に多雨の傾向があり、この影響によるものと思われるが、当初の日射量予想よりも少ない日射量値が記録されている。

なおキリバス政府と打ち合わせのうえ、この気象観測装置は今回のプロジェクト終了にともない、現地より撤収し保管することとした。

7.7 システム評価用電圧・電流計測装置から得られたデータに関する評価

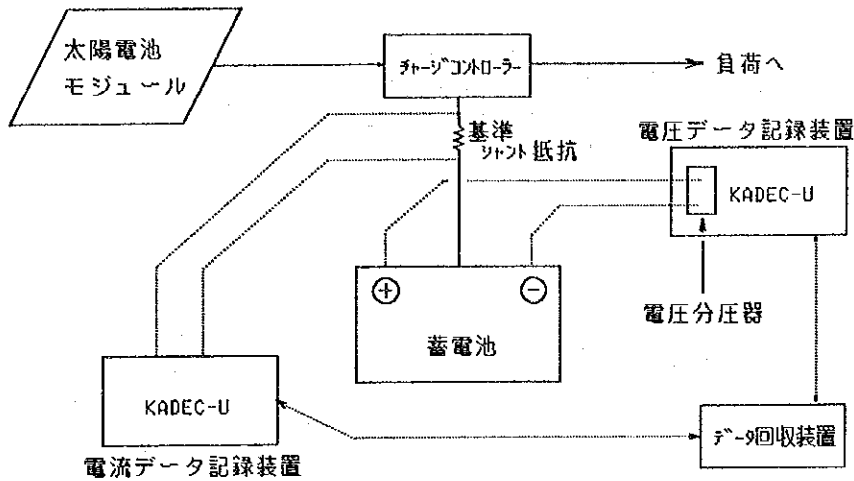
代表的な太陽光発電システムの電圧・電流の計測を次によりおこない、システム運転の状況の評価することとした。

(1) 測定項目

- ・ 蓄電池の充・放電電流
- ・ 蓄電池の端子電圧

(2)測定回路

電圧・電流測定回路を以下に示す。



(3)調査結果

93年7月に設置した測定装置を94年2月調査時に取り外し、7月末から1月末までの約6ヶ月間に得られたデータの収集および解析を行った。

この結果、下記に記すようなシステムの動作状況に関するデータが得られた。

- ① 需要家の生活様式の違いによる負荷使用状況の違い
- ② 充放電電流やバッテリー端子電圧の変動状況

ここでは上記①について、得られたデータの一例をあげ、当システムの動作状況を述べる。

今回選定した需要家は以下の2軒とした。

・ NATIRIA TAMTON (J-T^{NO}:A11)

特徴：一般家庭と店舗の双方の照明に使用。

・ BEIA TOARA (J-T^{NO}:A-4)

特徴：一般家庭の照明に使用。

図7.7-1に「NATIRIA TAMTON」、図7.7-2に「BEIA TOARA」の7月31日から8月6日までのそれぞれの負荷使用状況を示す。

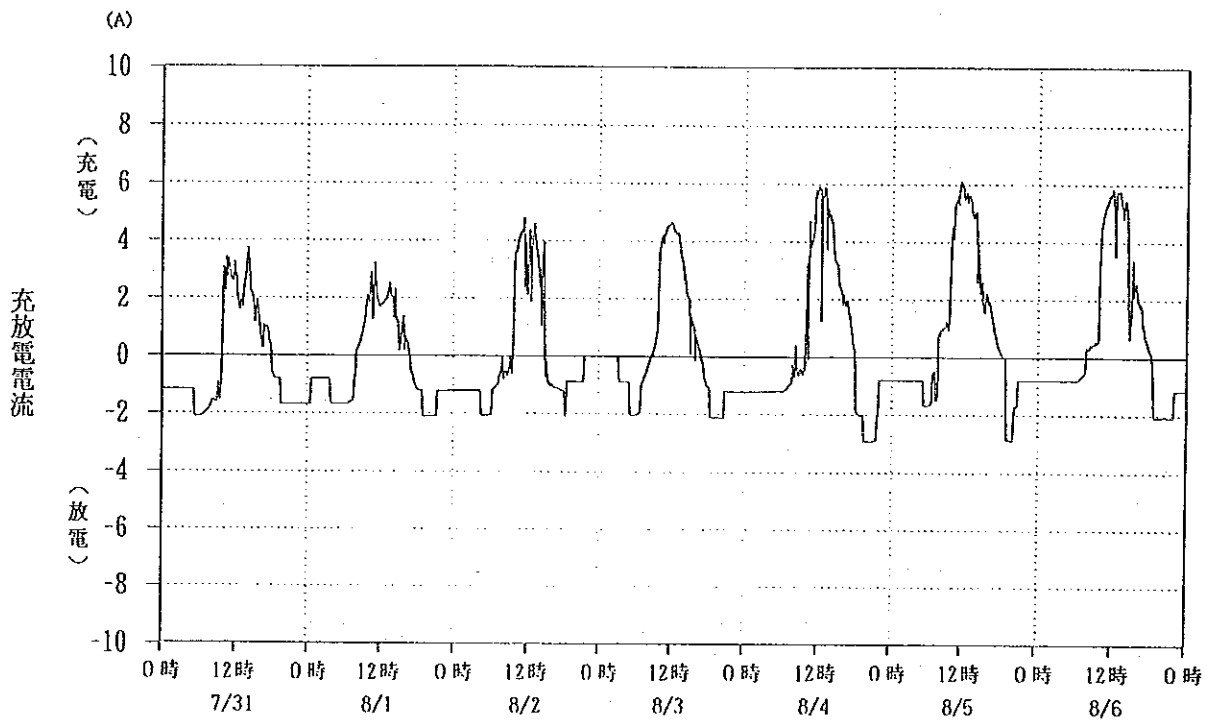


図7.7-1 「NATIRIA TAMTON」の負荷使用状況

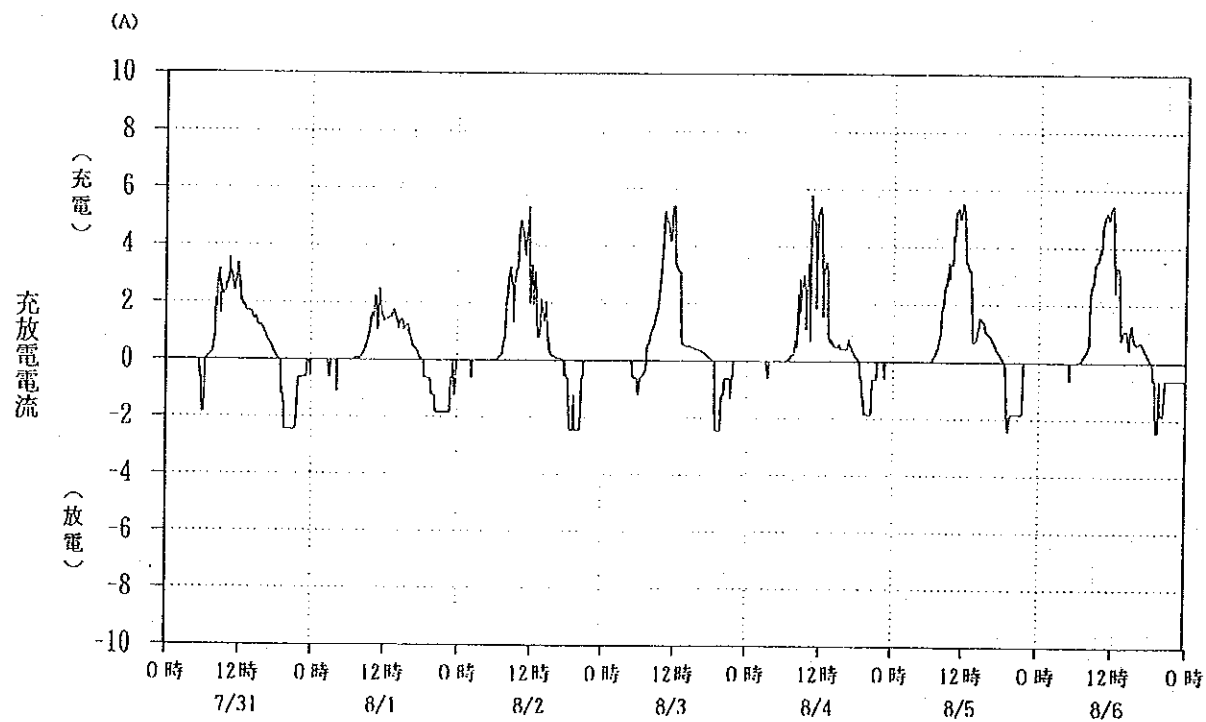


図7.7-2 「BEIA TOARA」の負荷使用状況

この両方の図より、一般家庭と店舗の双方に照明を使用している「N A T I R I A」宅では、夜間は連続して最低1灯はけい光灯を点灯しているようである。

これは、放電電流の値からみると、店舗内に設置した11Wもしくは7Wどちらか1灯を連続使用しているものと想定される。

これに対して、一般家庭用のみの「B E I A」宅では、夜間12時頃までに消灯して、就寝していることがわかる。

このように、さらに得られたデータの分析を詳細に行えば、今後同様のシステム設計等を実施する際の貴重な資料になると考えられる。

8. SECの経営状況

SECは1984年、USAの援助で提供されたPVシステムを、キリバス国内で販売することが目的で設立された。しかし、販売会社としての運営は行き詰まり、1991年PVシステムによる電気を供給するユーティリティ会社として再発足することとなった。

SECの運営に関しては、キリバス共和国会社法(The Companies Ordinance)に基づいて作成された定款があり、それに基づき運営されることとなっている。

業務の内容は：

地方におけるPVシステムの普及を図り、電化を推進する

PVシステムの設計、設置を行う

PVシステム構成部品の調達、販売を行う

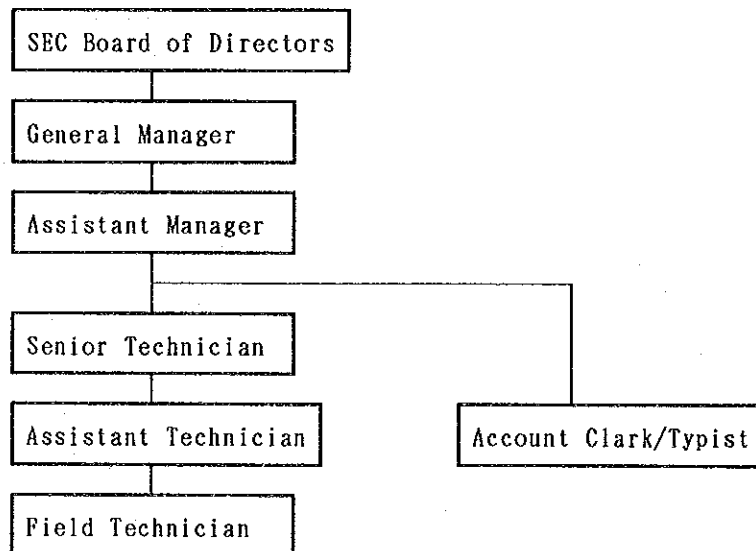
キリバス共和国の地方電化計画の推進に責任を持つ、などとなっている。

8.1 組織の概要

(1) SECの株主

Minister of Works and Energy	495
Secretary of Works and Energy	1
Secretary of Home Affairs	1
Manager of Bank of Kiribati	1
Manager of Public Utility Board	1
Secretary for Finance	1

(2) SECの組織図



(3) 職務内容

- ①General Manager: S E C の管理運営に関する全ての責任を負っており、また、Board of Directorsに対する経営責任も負っている。
- ②Assistant Manager: General Managerを補佐するために1993年より設置、特に地方電化の推進に重点をおくとされる。
- ③Senior Technician: P V システムの設置、保守に関する技術的作業を中心となって実施しながら、Assistant Technician, Field Technicianの技術的指導を行う。
- ④Assistant Technician: Senior Technicianの指導を受けてP V システムの設置、保守を行うとともに、Field Technicianの監督を行う。
- ⑤Field Technician: 地方におけるP V システム設置箇所へ常駐し、担当するシステムの保守に当たる。
- ⑥Account Clerk/Typist: S E C の出納業務や会計処理を担当し、かつマネージャーの秘書業務も行う。

8.2 S E C の財政状況

項目	(A\$)	1992	1991	1990
売上金額		229,183	103,768	108,073
売上コスト		186,043	79,362	85,355
営業利益		43,136	24,406	22,718
その他収入		625	214	--
収入合計		43,761	24,620	22,718
給料・賃金		16,056	15,552	14,134
広告費		50	71	99
搬送費		1,716	1,502	729
銀行手数料		376	129	120
旅費・宿泊費		10,037	8,768	4,028
用役費		173	422	
通信費		2,588	1,236	2,386
修繕費		1,127	188	614
渉外費		682	74	195
事務用品費		450	510	629
雑費		619	757	106
会計監査費		2,375	- 50	950
減価償却費		657	818	2,096
借り上げ費		2,170	--	(その他) 2,333
小計		39,076	29,977	28,476
純利益(損益)		4,685	(5,357)	(5,587)

今後の見通しとして：

- ① J I C Aプロジェクトの55（一般民家）+1（マレバ）件のP Vシステム保守業務
- ② E Cプロジェクト約250件のP Vシステムの設置業務と保守業務
- ③ キリバス共和国に既に設置されている約200件のP Vシステムの保守業務を逐次請け負って行く、等により業務は着実に拡大することが予想される。

今後はS E Cの経営管理能力をいかに向上させるかが大切で、現在U N D Pの協力により、コンピューターを使用した業務処理システムを導入中であるが、事務処理（伝票処理、在庫管理、顧客管理など）の合理化とともに、地方におけるField Technicianの教育訓練及びその監督方法、料金の徴収・保管方法などについての検討が必要になる。

8.3 S E Cの中期的見通し

S E Cの経営システムに関しては今回のプロジェクトを通じて、AGM(Assistant General Manager)の採用、U N D Pの協力によるコンピューターによる会計処理方法の訓練など、近代化に向けて努力を続けており、キリバスにおける地方電化の推進母体としての体制を整えつつある。

J I C Aのプロジェクトに引き続き、E CのプロジェクトでP Vシステムの設置数は300を越え、利用料金の回収が現状の北トラワの実績を維持できれば、経営状態は後述の試算のように利益性の高いものとなる。

さらに、現在キリバスにはこれまでに援助や個人で設置しながら有効に稼働していないP Vシステムも多く、今後S E Cがこれらシステムの保守を受託して行けば経営上さらに有利になることが期待される。

すでにE Cプロジェクトで実施したようにP Vシステムの部品の加工を引き受け、南太平洋地域の供給を実施するようになれば、キリバスの雇用開発にも役立ち大きな貢献が期待できる。

こうした企業の拡大には、会計処理の機械化などと共に在庫管理や加工部品の品質管理などさらに一段の近代企業への成長・改革が要求されるので、監督官庁であるMWEの支援が一層必要である。

8.4 JICA, ECのプロジェクトが完成したときの収支試算

JICA、ECのプロジェクトで約300件のPVシステムが設置され、毎月A\$9/件の保守料を徴収するケースを試算する。

計算の前提

- ①システムの寿命：PVパネル；20年 バッテリー；5年 コントローラー；10年
- ②システムの価格：PVパネル A\$350 バッテリー A\$150 コントローラー A\$120
- ③システム数：一般家屋；300 マネアバ等；5 保守要員；5
- ④保守要員の給与： A\$2000/年
- ⑤SECの管理費： 保守要員の給与合計の15%
- ⑥計算に使用した割引率： 10%

計算の結果はTable 8.4-1に示す

Table 8.4-1 ケーススタディ、JICA, ECのシステム設置後のSEC収支試算

Profit & Loss Items	Cost	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12--15	16	17--20
Policy & Environment	Unit cost of H.H	2000.0													
	Unit cost of O.B	10000.0													
	Unit cost of panel	350.0													
	Unit cost of Battery	150.0													
	Unit cost of control	120.0													
	Wage of Field Tech.	2000.0													
	Inst. fee per Unit	50.0													
Maint. fee per year	108.0														
Sales	No. of Inst. Unit H.H		300												
	No. of Inst. Unit O.B		5												
	accum H.H		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
	accum O.B		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Sales of Install		15,250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sales of Maintenance		32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940
Total Income		48,190	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	32,940	
Variable cost	Number of panel	2.0 %		13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	Number of Battery	5years						320	0	0	0	0	320	0	320
	Number of controller	10years										310	0	0	0
	Cost of panel		0	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900
	Cost of battery		0	0	0	0	0	48,000	0	0	0	0	48,000	0	0
	Cost of controller		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31,000	0	0
	Total Var. Cost		0	3,900	3,900	3,900	3,900	51,900	3,900	3,900	3,900	3,900	82,900	3,900	3,900
Fixed cost	Number of Field tech		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Wages of Field Tech.		10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
	Administration	15.0 %	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
	Total Fixed Cost		11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500	11,500
	Total cost		11,500	15,400	15,400	15,400	15,400	63,400	15,400	15,400	15,400	15,400	94,400	15,400	15,400
(Investment cost)		650,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Income from Opn.		36,690	17,540	17,540	17,540	17,540	-30,460	17,540	17,540	17,540	17,540	-61,460	17,540	17,540	
Net Present Value	r=10%	102.457													

9. 社会影響分析

9.1 P Vシステムの必要性の背景

(1) 住人のP Vシステムの必要性について

北タラワの現在の照明はケロシンランプが中心であるが、燃料であるケロシンが手軽に手に入らない。また、ケロシンランプ特有のランプの手入れは日常生活において煩わしいものである。このような事情を背景に北タラワでは、電気による照明が強く求められている。今回の調査でも、調査対象者167世帯のうち、124世帯がP Vシステムの導入を希望している。

(2) ケロシンランプの費用について

北タラワ6カ村の照明は、ほとんどがケロシンランプか圧力式ケロシンランプを使用している。したがって、照明燃料費は灯油の使用料を計算すれば、北タラワの照明燃料費ということになる。今回の調査で、月間の灯油使用料は灯油単価を75セント／リットルとすると、一世帯当たりA\$10.58／月である。また、月間使用料がA\$6.00以上の世帯数は85% (160÷53%) である。このことから P Vシステムの維持費がA\$6～A\$10の範囲で設定されることは、P Vシステムをケロシンランプの代替手段と考えたとき妥当な範囲と思われる。

(3) 住民の費用負担能力について

北タラワ6カ村の平均年間所得はA\$2,150である。今回のP Vシステムの維持費用はA\$9／月を予定しているが、これは北タラワの平均所得A\$2,150の5.0%である。これは平均所得者以上の世帯ではさほど大きな負担とは思われない。

(4) 使用済み機器の回収について

太陽光発電においては、利用済みのバッテリー・電球などが発生するが、これらが不用意に投棄されると環境に悪影響を与える。したがって、これらを回収する制度が必要であるが、その前に住民の協力が必要となる。今回の調査で、この点を住民に質問したところほとんどの人が機器の回収には協力する回答している。

9.2 導入後のP Vシステムの評価

(1) 導入したP Vシステムの評価

P Vシステムの良い点、すなわち、ケロシンランプより明るい、費用が利用時間に関係なく一定であるということが、住民の家庭生活と社会生活の両面で、よい方向に活かされている。北タラワの住民は日常的にラジオやビデオを見ており、住民はこれらの電源がP Vシステムから自由にとれることを望んでいる。今後のP Vシステムとしては量的に制限付きであっても電源としても利用されるP Vシステムを考慮すべきであろう。このことが、住民の生活の向上に役立つものと思われる。

(2) P Vシステムの導入家庭への影響

a. 主婦への影響

北タラワでは、午後6時30分位までは、何とか夕日の明かりで作業ができるが、午後7時では、照明なしでは作業はできない。今回のP Vシステムの導入により、これらの照明は、主婦の最大の仕事である夕食の準備に大いに貢献している。特に多少時間が遅くなっても夕食の支度ができるようになったということは、主婦にとって精神的に楽になっている。

また、夕食後の主婦の過ごし方に大きく影響した。従来から、夜の8時から10時ごろは、主婦はマネアバに集まり、縫い物、マット編み、刺繍などをしていたが、これでもケロシンランプやディーゼル発電による照明があって初めて可能なものであった。また、Abaokoroのマネアバの例でも判るように娯楽施設のない北タラワにあっては、夜間、マネアバに集まり世間話をしながら、作業することはそれ自体が彼女たちの娯楽でもある。マネアバへのP Vシステムの導入は、現段階では、個人の家にP Vシステムを導入するより、大きな効果を北タラワの主婦に与えることになった。

b. 男たちへの影響

男たちへの最大の影響は、夜間でも漁業の準備ができるようになったことである。主婦と違い、男たちは、夜はほとんど生産活動をせず、ラジオやビデオを聞いたり、

見たりすることだけであった。それが、P Vシステムの導入により漁網の修理や銚の手入れ程度は、夜間でも気楽にするようになった。このようなことは、従来でもケロシンランプや懐中電灯もとのでしていたことであるが、P Vシステムの照明はこれより明るく、かつコスト増がないため、従来よりは格段に作業性が良く、かつのんびりとできるようになった。

c. 子供達への影響

多くの子供達は、夜間自宅やマネアバで勉強をすることはない。ときたま、マネアバで学校の宿題をしている風景も見られるが、しかし そのようなことは希で、多くの子供達は大人と一緒にビデオを見ているか、子供同士で遊んでいる。したがって、P Vシステム導入家庭で夜間、照明のもとで宿題をする事ができるようになったのは、大きな進歩である。一方、導入前の調査にもある通り「昼間、雨の時には照明がほしい」と言っているが、これは、切実な問題である。北タラワの雨は、いわゆるスコールで一端ふりだすと1時間ぐらいは、あたりは暗くなり、室内で本を読むことがほとんどできなくなる。したがって、今後学校や病院などの施設に導入するP Vシステムは、昼間でも点灯できるようなシステムが必要と思われる。

このようにP Vシステム導入後の北タラワの生活を見ていると照明の恩恵を一番多く受けているのは主婦、次いで男達、次ぎに子供達である。

(3) P Vシステムを起因とする社会的問題

a. 導入家庭と未導入家庭の格差

大きくは、個人の収入の格差が、導入家庭と非導入家庭とを分けたが、今回はそれに抽選とうい過程も経ているので、同じ収入の家庭でもP Vシステムを導入している家庭と導入していない家庭がある。一方、今回のP Vシステムは音響機器や冷蔵庫などの電源として利用することはできないので、家庭の収入の格差がそのまま電化の格差にはならない。しかし、照明一つにしても家庭生活の利便性はP Vシステム導入家庭と未導入家庭とは大きく違う。したがって、長い間の、現状の55世帯へのP Vシス

テムの導入に止めて置くことは、村社会に悪い影響を与えると思われる。すなわち、近い将来、未導入家庭でも導入家庭と同じ条件でP Vシステムが導入されるのが望ましい。

b. マネアバへのP Vシステム照明の導入

今回の調査で、マネアバへのP Vシステムの導入が、主婦を通して村社会に良い影響を与えることが判った。したがって、個別家庭への導入もさることながらマネアバへの導入を各村落の長と協議のうえ、早急に実行すべきである。

c. その他の太陽光発電をベースとした電気機器

生産活動のための設備として、冷蔵庫や水揚げポンプが住民から望まれている。これらは、捕えた魚を保存するためのものであるが、このことは彼らの食生活を改善すると同時に、鮮度を保った魚を販売できることによる現金収入の拡大を計ることでもある。このことが、北タラワの本当の生活の改善と恒久的な電化の道を開くものと思われる。

d. メンテナンスの完遂と支払い方法の弾力化

電気の便利さを体験した北タラワ住民は、これからは1日たりとも電気がない生活には耐えられないものと思われる。メンテナンス不良からP Vシステムが稼動しなくなったら、S E Cに対する住民の不満が起きることも予想される。したがって、S E Cのメンテナンスの良否は、彼らの月々の電気代の支払いの意志に大きく影響する。このことを十分に理解しS E Cは、良好なメンテナンスに努めなければならない。また、貨幣経済の十分でない北タラワの住民にとっては、毎月定額の支払いは、習慣として身に付いたものではないので、電気代の集金方法には、先払い、後払いなどできるだけ相手の現金収入都合に合わせた回収方法を考える必要がある。

9.3 今後の方向と対応策

家庭生活へのインパクトとしては、良いインパクトと悪いインパクトとに分類され、主要な項目としては、以下のようなものが考えられる。

表9.3.1 社会生活と家庭生活への良いインパクトと悪いインパクト

	良いインパクト	悪いインパクト
家庭生活	<ul style="list-style-type: none">・生産性の向上・追加的照明費がない	<ul style="list-style-type: none">・家電製品への利用と家電製品の希望・照明費の恒常的な出費
社会生活	<ul style="list-style-type: none">・若者の定着と村落の活性化・識字率向上と村落の安全	<ul style="list-style-type: none">・明るい集会場と暗い集会場

a. 家庭生活への良いインパクトの増幅

家庭生活への良いインパクトとしては、生産性の向上、学習時間の増加などがあるが、これらは、照明用としてのPVシステムの基本的な目的でもあり、効果でもある。現在のPVシステム構成で導入した家庭では、その目的は達成されているものと考えられるので、あとはできるだけ多くの家庭に同様のシステムを導入することである。

b. 社会生活への良いインパクトの増幅

社会生活への良いインパクトとしては、若者の定着率の向上、村落の活性化などがあるが、これらを持続させるためには、若者が村でそれなりの職業を持つことである。それが、無理としても若者が結婚し家庭を持ったときに主婦が主人以外からの収入があるということは、（たとえ、主人は出稼ぎに行ったとしても）定着率の増加につながる。そのためにも先に述べたように現在のPVシステムの有効利用をはかること、す

なわち、電源としてのP Vシステムを考えることが必要である。また、村落の活性化のためには、マネアバへのP Vシステムの導入と同時に街灯、水揚げポンプ、通信機、冷蔵庫などを村毎に導入すれば、村の活性化はさらに増大する。

c. 家庭生活への悪いインパクトの減少

家庭生活への悪いインパクトとしては、住民が電源としてP Vシステムを利用したとき、多くの家電製品を希望し、そのため多くの出費を重ねることである。また、P Vシステムの導入は、導入家庭に月々AS9の恒常的な出費を負担させることになるが、収入の不安定な北タラワの住民にとっては、大きな負担となる場合もある。このようなマイナス面を減少させるためには、村民の収入の安定化が必要である。また、P Vシステム費の集金に当たっては、先払い、後払いなどいくつかの組み合わせを考え住民の都合の良いときに払えるようにすることも必要である。

d. 社会生活への悪いインパクトの減少

一つの村には複数のマネアバ（ただし、Marenauka, Tabonibara, Kainabaは一つ）があるが、Abaokoroの例でも判るようにP Vシステムの導入されているマネアバは利用頻度が高くなるが、導入されていないマネアバは、夜間はほとんど利用されていない。もっともマネアバ本来の村の儀式は、昼間行われるのが多いので、この意味ではP Vシステムの導入のありなしは、村の運営という点では問題はない。今後期待される生活改善のための相談会や説明会は夜間マネアバで行われることが多いので、マネアバにP Vシステムを導入するときには、主婦の利用頻度の高いマネアバからP Vシステムを導入するのがよい。