

鉦工業プロジェクトアフターケア調査
(キリバス共和国太陽光発電地方電化計画)
報告書

平成 12 年 11 月

鉦工業開発調査部

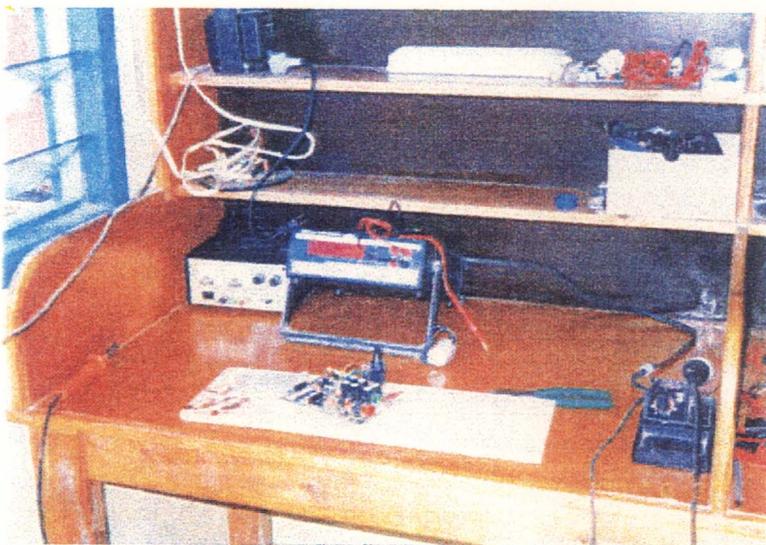
鉦工業プロジェクトアフターケア調査
(キリバス共和国太陽光発電地方電化計画)
報告書

平成 12 年 11 月

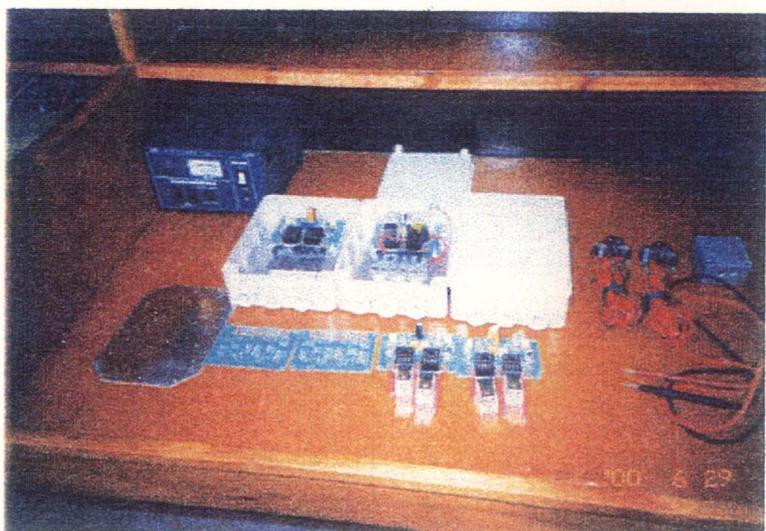
鉦工業開発調査部



SEC 建屋全景



チャージコントローラ、けい光灯点灯装置製作修理ブース



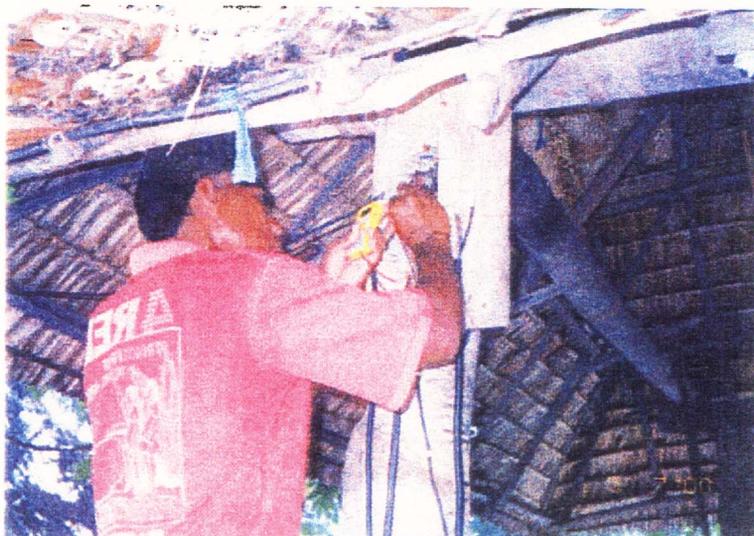
SECが製作したチャージコントローラ



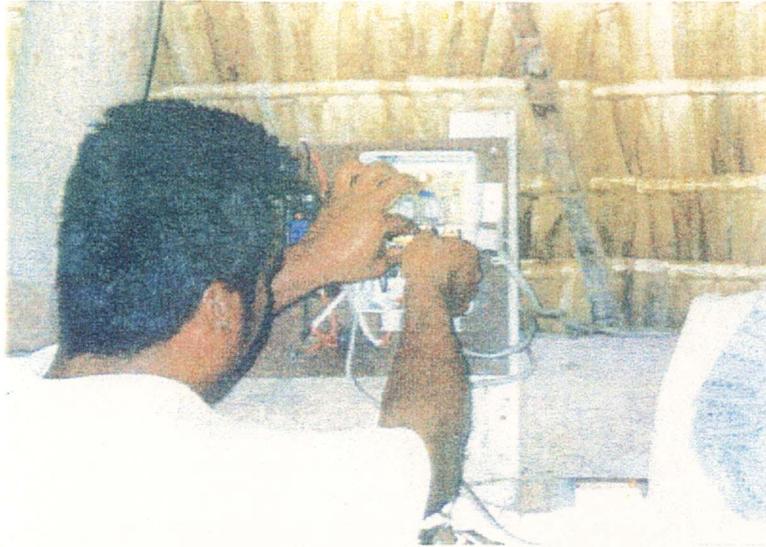
取替え後のバッテリーの保管状況



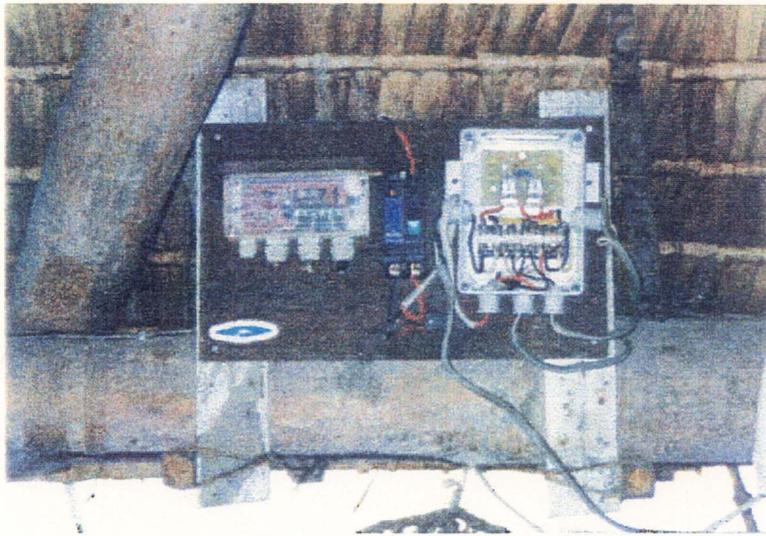
開発調査で設置した11W けい光灯



SECのField Technicianによる点検状況



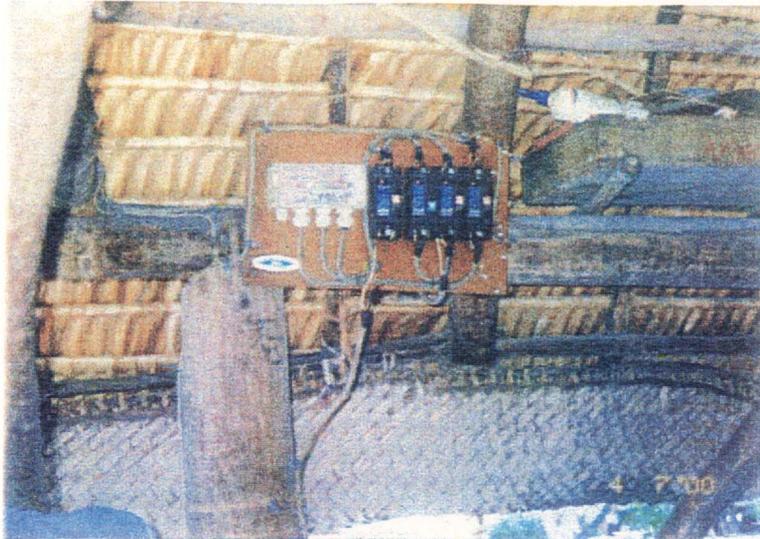
SEC の Field Technician による点検状況



故障した開発調査で設置したコントローラ(左)と取替え後の SEC コントローラ



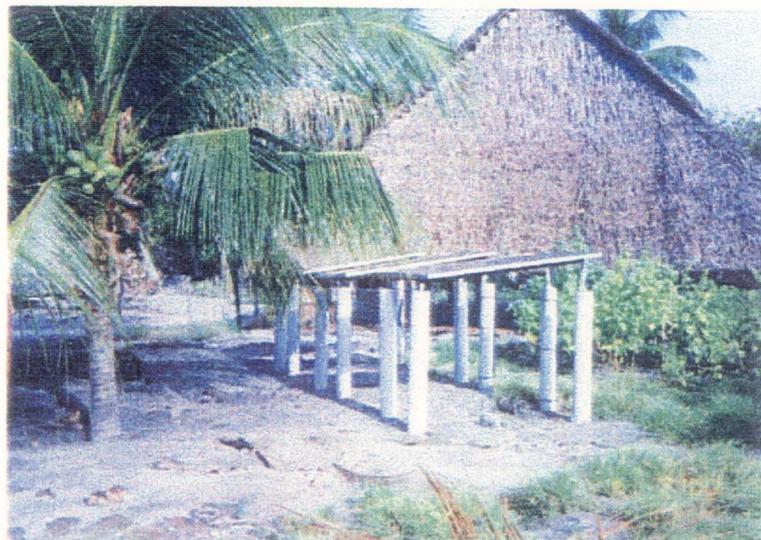
開発調査で設置したバッテリー(7年目でも充分機能している)



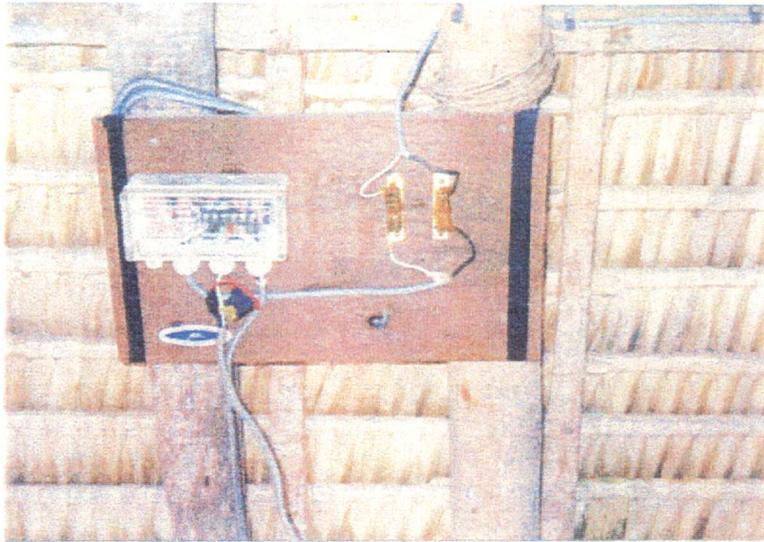
開発調査で設置したコントローラと NFB(No Fuse Braker) (7年目でも充分機能している)



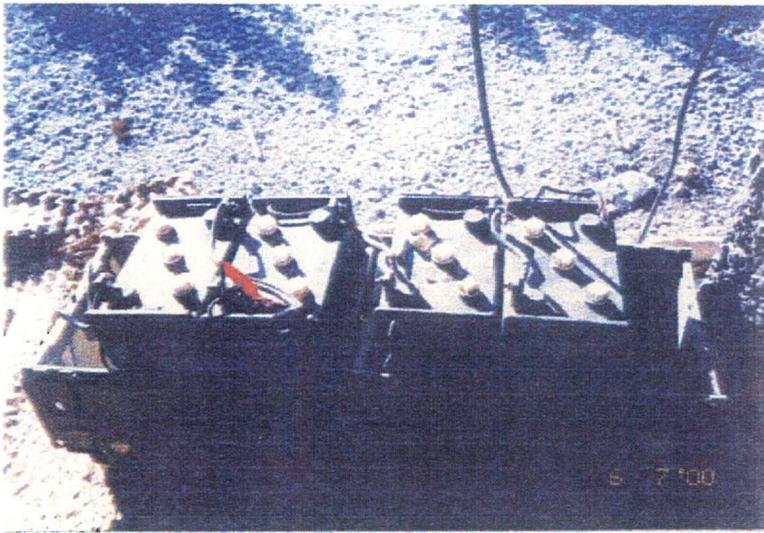
太陽電池アレイ(7年目でも架台の錆など発生していない)



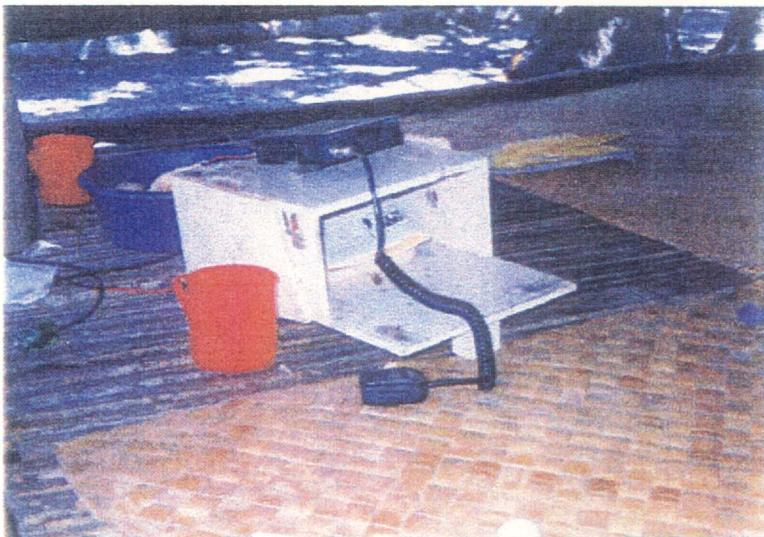
Kainaba 村 Maneaba(集会所)用太陽電池アレイ(ヤシの木のかがががかかっている)



Maneaba 用コントローラ(7年たってNFB が故障し撤去している)



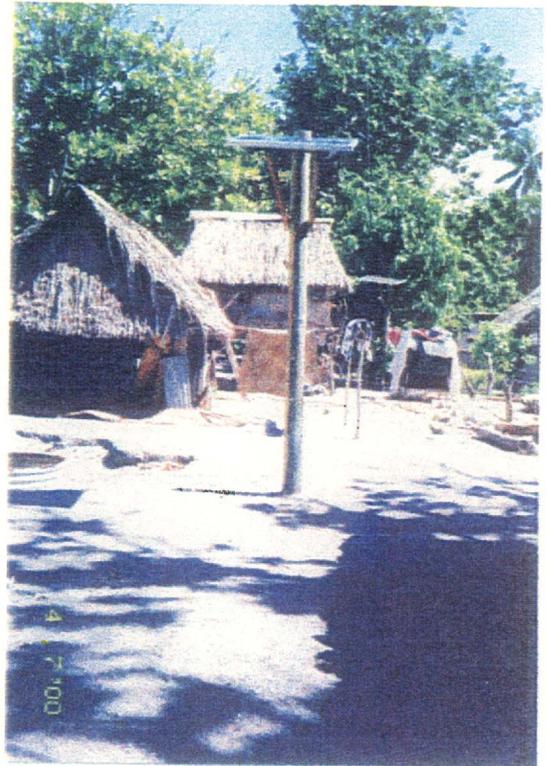
Maneaba 用バッテリー(6年目で新規のものに交換した)



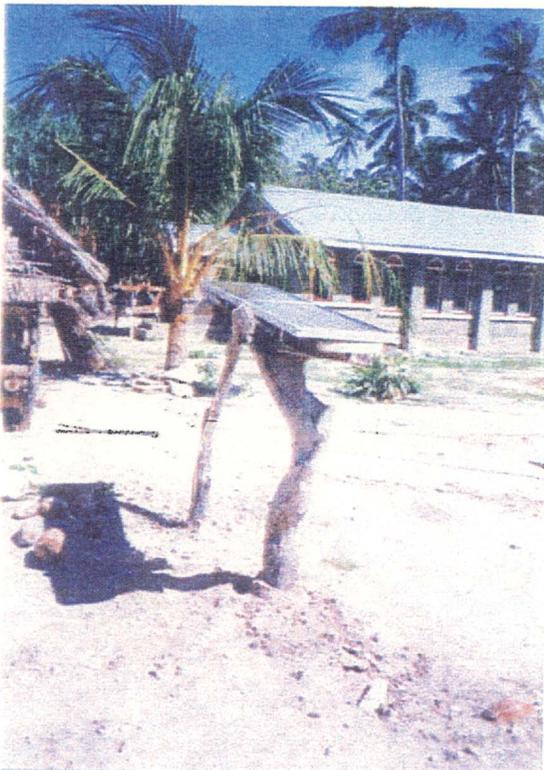
住民が使用している無線通信機



FT による集金風景



EU が導入した太陽電池アレイ



EU が導入した太陽電池アレイ



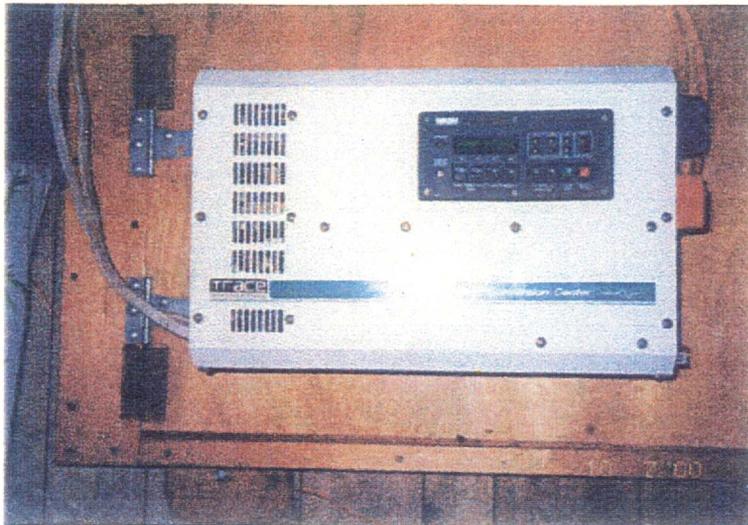
エンジン発電機によるビデオ上映風景



エンジン発電機(500W)



UNDEF の援助による PV 揚水システム



SEC 内に設置された系統連系インバータ

目 次

第1章 調査団の概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査団構成	2
1-3 調査日程	2
第2章 調査結果の概要	4
2-1 電力セクターの現状	4
2-2 P V地方電化の現状	6
2-3 主要面談者議事メモ	7
第3章 キリバス国の電化状況	13
3-1 電力セクターの概要	13
3-2 関連法規	14
3-3 電化の状況	14
3-4 他の援助機関の動向	15
3-5 P V電化への取り組み	16
3-6 S E Cの状況	17
3-7 地方電化への課題	21
3-8 南太平洋諸国などへの取り組み	26
第4章 開発調査の評価	27
4-1 開発調査の概要	27
4-2 導入設備の状況	29
4-3 技術トレーニング	33
4-4 P V関連産業	34
4-5 バッテリーの処理	35
4-6 今後への課題	37

第5章	PV電化の影響	41
5-1	キリバス国の村落社会	41
5-2	エネルギー利用状況	45
5-3	PV電化の影響	46
第6章	PV電化促進への提言	54
6-1	政策提言	54
6-2	SECの運営	54
6-3	地方電化への標準システム	55
6-4	技術育成	55
6-5	バッテリーの再生処理	55
6-6	村落開発	56
6-7	地方電化プログラム	56
第7章	PV電化に関する一般的な検討	58
7-1	PV関連経済指標	58
7-2	PV導入の諸方式	60
7-3	PVのCO ₂ 削減度	62
添付資料		65

第1章 調査団の概要

1-1 調査の背景

キリバス共和国は、350万km² 領海に33の島嶼（総国土面積は746km²）から構成されており、そのうち20島に住民が在住している。環礁国である「キ」国においては、人口とそれに伴う経済活動が分散しているため、送配電システムの整備は経済性に欠ける。また、起伏に乏しい地形により水力発電は利用できないため、電力供給については、ディーゼル発電設備及び中央送配電システムによって、南タラワ等の一部の地域のみを対象としている。しかしながら、主体となっているディーゼル発電について、設備の老朽化、スペアパーツ及び燃料の不足のため、十分な電力供給が出来ない状況となっている。

「キ」国では、これらの電力供給不足を解消し、また国家財政圧迫の主要因となっている燃料用石油の輸入代金の支払負担を軽減するため、地場エネルギーを開発し徐々にエネルギーの海外依存から脱却する方針を定めている。この一環として「キ」国は、政府99%出資の国策会社であるSEC (Solar Energy Company) による太陽光発電(PV)システムの販売・普及と試験研究に当初取り組んでいたが、SECのPVシステムに対する維持管理能力の不足を原因としたメンテナンス不良が問題となっていた。こうした背景の下、「キ」国政府の要請により、1992年3月から1994年3月にかけてJICAによる「太陽光発電地方電化計画調査」が実施された。本調査では、キリバスの無電化島嶼における太陽光発電を用いた電化の可能性を模索するため、北タラワにおいてPV電化のパイロットプロジェクトを実施（4ヶ村に合計55セットのPVシステムを設置）し、その評価を行うとともに、SECの実施体制・予算・人材育成計画についても検討した。調査終了後のPVシステム稼働状況は概ね良好であり、PV地方電化事業の運営・維持管理体制についても有効に機能していることが確認されている。しかしながら、現在徴収している電力料金では維持管理費の捻出までが限界であり、これまでのところSEC自己資金によるPVシステムの増設は行われていない。また、PVシステムは設置後7年近くが経過しており、今後システムのバッテリー交換が一斉に必要となる。SECは、独自の積み立て費用によって徐々にバッテリー交換を進めているが、スムーズな交換作業となるよう配慮する必要がある。

(2) 調査の目的

以上の背景を踏まえ、本アフターケア調査においては、「キ」国政府に対して国家的な地方電化に係る方針・計画を確認し、SECが今後PVシステムによる地方電化を進めていく上で、現段階において取り組むべき課題を明確化する。また、ハード・ソフト両面の維持管理体制（改修・部品交換能力/料金徴収など）を確認するとともに、将来的なバッテリー交換・PVシステムの増設を見据えた提言を行う。その他、「キ」国においては、使用済みバッテリーの処理方法が確立していないため、回収・輸送に係るコスト負担などの問題を解決した上で、近隣国の処理施設を活用するなどの対策を検討する。今回の第1次現地調査は、キリバス国電力セクターおよびPV地方電化に関する現状を把握し、問題点があれば解決に向けた方策を検討することを目的として行った。

1-2 調査団構成（総員4名）

- (1) 調査企画 小早川 徹 JICA 鉱工業開発調査部 計画課
 (2) 地方電化計画 浅井 邦夫 プロアクトインターナショナル(株)
 (3) 太陽光発電技術 仙波 日出夫 (株)四国総合研究所
 (4) 村落社会調査 田中 哲郎 電源開発(株)

1-3 調査日程（案）

(1) 第1次調査

日付		官団員	宿泊地	コンサル団員	宿泊地
1	6月27日 火	移動(成田 グアム)	グアム	官団員と同行程	
2	6月28日 水	移動(グアム マジュロ)	マジュロ		
3	6月29日 木	移動(マジュロ タラワ) 関連機関(公共事業エネルギー省/公共事業庁/太陽光エネルギー社) 表敬	タラワ		
4	6月30日 金	地方電化作業部会(REWG)との協議	"		
5	7月1日 土	移動(タラワ ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村) 現地踏査(ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村)	村落		
6	7月2日 日	現地踏査(ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村)	"		
7	7月3日 月	現地踏査(ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村)	"		
8	7月4日 火	現地踏査(ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村)、移動(ハ°ロツプ°ロジ°ェ外実施村 タラワ)	タラワ		
9	7月5日 水	地方電化作業部会(REWG)との協議	"		
10	7月6日 木	移動(タラワ マジュロ グアム)	グアム	現地踏査/資料収集	村落
11	7月7日 金	移動(グアム 成田)		"	"
12	7月8日 土			"	"
13	7月9日 日			"	"
14	7月10日 月			"	"
15	7月11日 火			"	"
16	7月12日 水			"	タラワ
17	7月13日 木			移動(タラワ マジュロ)	マジュロ
18	7月14日 金			移動(マジュロ ホルル)	ホルル
19	7月15日 土			移動(ホルル 成田)	

(2) 第 2 次調査

日付		行程	宿泊地
1	10月5日	木 移動 { 成田(19:00) }	機内
2	10月6日	金 移動 { ナンディ(06:55) スヴァ } 日本国大使館、JICA事務所表敬、SOPAC表敬	スヴァ
3	10月7日	土 資料収集	"
4	10月8日	日 資料整理	"
5	10月9日	月 移動 { スバ ナンディ }	ナンディ
6	10月10日	火 移動 { ナンディ(07:20) タラワ(10:20) } SEC、公共事業エネルギー省表敬	タラワ
7	10月11日	水 SEC (保守点検状況調査とチェックリスト作成)	"
8	10月12日	木 REWG (地方電化と開発計画についての情報収集)	"
9	10月13日	金 SEC (資機材および輸送や工事コスト等の調査)	"
10	10月14日	土 資料収集	"
11	10月15日	日 資料整理	"
12	10月16日	月 現地踏査 (Kainaba村 (PV電化村) と Nabeina村 (PUB Grid電化村))	"
13	10月17日	火 SEC (廃棄バッテリー処理や今後の運営管理についての協議)	"
14	10月18日	水 MWE次官 (Permanent Secretary) との打ち合わせ	"
15	10月19日	木 移動 { タラワ(07:45) ナンディ(10:45) スヴァ }	スヴァ
16	10月20日	金 JICA事務所報告、南太平洋大学表敬とトレーニングについての情報収集	"
17	10月21日	土 資料収集	"
18	10月22日	日 資料整理	"
19	10月23日	月 日本国大使館報告 移動 { スヴァ ナンディ }	ナンディ
20	10月24日	火 移動 { ナンディ(07:00) プリスベーン(09:15) }	プリズベーン
21	10月25日	水 移動 (プリスベーン(09:00) 成田(16:50) }	

第2章 調査結果の概要

今回のアフターケア調査では、先方公共事業エネルギー省および太陽光発電エネルギー社の全面的な協力を得て、スムーズな情報収集を行うことが出来た。太陽光発電による地方電化については、SEC が高いレベルのマネジメント力を有しており、政府からの補助金を得ずに単独での事業展開に成功している。SEC は、村落電化以外に国内需要家（通信事業者など）向けの関連機器の販売や民間企業向けの PV システムのメンテナンスサービスを提供しており、これらの高収益部門からの収入によって財務面での健全性を保ち、かつ村落電化事業での維持管理（保守点検や機器交換サービスの提供）を実施することが可能となっている。しかしながら、村落電化において新規の事業展開を実施するに当たっては、財務的な余力がないため、海外援助機関からの支援に頼らざるを得ない状況となっている。キリバス共和国では、国土が散財する島々に分散しており、送配電網による電化には限界がある。また、島嶼国であるため、ディーゼル発電用の燃料輸送にも多くのコストが必要となり、輸送時の事故による油漏れが起これば貴重な海洋資源に打撃を与える危険性もある。政府は、南タラワへの過渡の人口集中を避けるため、外島での電化を通じた生活レベルの向上に高い優先順位を与えているため、太陽光発電による地方電化に積極的に取り組んでいく方針である。現在、SEC は地方部村落において 305 の PV システムを維持管理しているが、キリバス共和国の地方部全体では数千のシステムの需要があると見込まれている。

今回調査での確認事項の概要は、以下のとおり。

2-1 電力セクターの現状

(1) 関連組織の概要

(a) 公共事業エネルギー省（Ministry of Works & Energy：MWE）

代替エネルギー源、構造物の建設・維持、土木工事、電力供給、石油、プラント、車両、道路建設、下水処理、水供給等を所掌業務とする。本件開発調査においては実質的なカウンターパート機関は SEC であったが、エネルギー部門における監督官庁および政策担当機関としての立場から SEC とも緊密な協力関係にある。

(b) 公共事業庁（Public Utility Board：PUB）

南タラワにおいて、ディーゼル発電による電力供給事業を担当している。現在、設備はかなり老朽化しており、かつての政府からの補助金が途絶えたこともあって、適切なメンテナンスが実施できておらず、過重負荷による停電が多発するなど電力供給サービスの低下が問題となっている。

(c) 太陽光エネルギー社（Solar Energy Company：SEC）

南タラワを除く Gilbert 諸島での太陽光発電（Photovoltaic：PV）システムによる電力供給事業を担当している。事業内容としては、地方部村落への電力供給サービスのほか、国内需要家（通信事業者／クリニック冷蔵庫用／教会など）向けの PV 関連機器の販売

や民間企業（ディーゼル発電のバックアップ用）向けの PV システムのメンテナンスサービスの提供などを行っている。収益率としては、村落への電力供給事業が最も低いものとなっているが、他の事業部門での収益が大きいため、SEC の財務状況自体に問題はない。

（２）関連法制度

電力法等の電力セクターにおける法的枠組みは整備されていない。国家開発計画は３年ごとに見直しを行っており、現在 2000～2003 年までの計画を見直しているところ（第２ドラフトの段階）である。その中で、電力セクターの政策目標として以下の事項を挙げている。

- (a) 電力供給における安全保障と公共福祉の増大
- (b) 省エネルギーの促進
- (c) 実施可能かつ適正な再生可能エネルギーシステムの導入促進
- (d) エネルギー源およびエネルギー需給に関する地域別のデータベースの作成

（３）地方電化政策

ここ数年の外島からの人口流入によって、南タラワでは過渡の人口集中が起こっているため、物価の上昇や治安の悪化などの悪影響が出始めている。こうした状況の悪化を回避することを目的として、キリバス政府は周辺の諸島への人口の分散化を急務な課題としており、非公式レベルではあるが移住計画も検討しているため、電化によってこれらの島々の居住環境を改善することについて高いプライオリティを置いている。しかしながら、PUB と同様に SEC に対しても政府から直接的な補助は成されていないため、SEC は PV 関連機器のうち輸入品（蛍光灯など）について関税の免除を申請するなど、間接的な補助政策を得よう努めている。また、PUB の電力供給事業の経営状況が悪いこともあり、現在のところ送配電網の拡張による電化計画は存在していない。非公式ではあるが、将来的には SEC が Rural Electrification Company として、外島でのディーゼル発電も含めた形で、キリバス共和国における地方電化事業全般を担っていく方針が検討されている。

（４）電力需給状況

南タラワの送電線による電化地域では、ディーゼル発電機への過重負荷により、しばしば停電が起こっている。地方部においては、SEC が提供している PV 電化サービスに対する需要が高く、各島にある Council（政府の出先）を通して、現在も多くの PV システム設置の希望が提出されている（SEC の waiting list には 2,600 軒を超える世帯が登録されており、一部は既に初期投資額である A\$ 50 を支払っている）。SEC によると、Gilbert 諸島だけでも約 8,000 の未電化世帯が存在し、その少なくとも半分以上に PV システム購入の需要があると見込まれている。

（５）需要想定および設備拡充計画

需要想定は、都市部および地方部ともに行っていない。南タラワの送電線による電化地域では、設備老朽化のためメンテナンスに多くの費用を費やしており、担当事業部門である PUB

は、新たな設備を拡張する財務的な余裕がない状況となっている。一方、南タラワを除く地方部での電力供給事業を担当する SEC にとっても、自力での設備拡張は財務的に困難であるため、新規の事業展開については海外の援助機関からの支援に頼らざるを得ない状況となっている。

(6) 他援助機関の動向

日本の無償資金協力が、ディーゼル発電の改修事業に対して実施される予定(2000年度にBDおよびDDを行い、2001年度に改修を実施する予定)となっている。地方電化については、EC(European Commission)が2000年度から5年間にわたって、PVシステムの供与とSECへの技術支援からなる総合的な支援プロジェクトを実施する予定であり、2001年度の6月からGilbert諸島の未電化村落を対象として合計1500のPVシステムを設置することとしている。

2-2 PV地方電化の現状

キリバス共和国は、大きく分けてGilbert諸島、Phoenix諸島、Line諸島の3つの諸島から構成されている。このうち、首都があるタラワ島はGilbert諸島に属しており、SECの電力供給事業もタラワ島(JICAが55のPVシステムを設置)を中心としたGilbert諸島全般にわたって実施されている。

(1) SECの組織能力

SECのGeneral DirectorであるAkura氏は高いマネジメント力を有し、SECの事業を概ね健全に運営しているといえる。また、公共事業エネルギー省とも太いパイプを有し、PV関連機器の免税措置など政策面からの支援についても、獲得に向けた努力を行っている。また、遠隔地で活動するFT(Field Technician)の人選にも注意を払っているほか、給与体系へのインセンティブ構造の取り入れを検討するなど、維持管理体制の強化についても積極的に取り組んでいる。

(2) PV稼働状況および維持管理体制

93年にJICA開発調査のパイロットプロジェクトとして設置されたPVシステムは、概ね良好に稼働している。不具合を起こしたコントローラーおよび寿命を迎えたバッテリーについては、一部交換作業が進められているが、将来的な交換計画は策定しておらず、交換に際しての基準も明確に定めていない。必要性の高いものから順次交換している状況におり、予算上の問題はないとしている。電気料金についても、不払いに対してはPVシステムを撤去する方針を徹底しており、概ね良好な徴収率となっている(Field Technicianが村落のCouncilを通じてSECに送金するとともに、住民からの領収書を送付)。これまで多くの機器交換やシステム移設を実施しているが、Field Technicianを通じた情報の伝達が十分でなく、機器交換やシステム移設の実績がSEC本部に蓄積されていない状況になっている(ただし、機器交換については本部からの機器購送履歴をもって把握し、システム移設については料金徴収

の際の領収書をもって設置世帯を把握している)。こうした事例を初め、遠隔地での維持管理に伴う通信と移動手段 (Field Technician 用) に問題を抱えており、FT との連絡体制は Council を活用しているが、現状では改善の余地がある状況となっている。

(3) PV 設置村落への裨益

村落調査では、主に以下のような点で PV 設置の効果があったとの回答が得られた。
手工芸品の製作や漁の準備にかけることの出来る時間が増えた。
子供が学習に充てられる時間が増えた。

2-3 主要面談者議事メモ

(1) 太陽光エネルギー会社 (SEC : Solar Energy Company)

- 日 時 : 6月29日 10時30分 ~ 12時00分
- 場 所 : SEC
- 出席者 : Mr. Akura (Solar Energy Company) 調査団

調査団から調査計画の概要を説明した後、SEC の事業概要について以下のような質疑応答を行った。

・現状で何か問題点はあるか。(調査団)

JICA が導入した PV システムについては、バッテリー水とコントローラー (主にサーキットブレイカー) の問題がある。昨年の干害により水が大幅に不足したため、オーストラリアからの輸入を余儀なくされた。このため、バッテリーへの補水作業にも影響が及んだ。これまでの7年間は、バッテリーの維持管理を上手くマネジメントしてきたが、非常に残念である。(SEC)

・財務面での問題はあるか。(調査団)

ある。これは、政府の判断ミスの結果といわざるを得ない。JICA によるパイロットプロジェクト終了後、フランス政府から PV 地方電化プロジェクトへの融資のオファーがあった。しかしながら、当時フランスによる核実験が行われたため、それへの反発から政府はオファーを拒否した経緯がある。その後、フランス政府は融資に対して前向きな姿勢を見せなかったため、時機を逸してしまったと言わざるを得ない。(SEC)

・SEC の PV 電化に係る将来計画についても知りたいと考えている。(調査団)

EC の計画は、Gilbert 諸島における 18 島を対象に、1 島あたり 75 世帯を対象として PV による電化を行うものであるが、1 島あたり平均世帯数は 300 であるため、必ずしも十分な量ではない。(SEC)

・それだけ多くのシステムについて、設置作業からメンテナンス作業まで上手くマネジメントしていけるのか。(調査団)

EC プロジェクトについては、現在コンサルタント選定の手続きを行っている。実際の設置作業は 2001 年の 6 月頃からになると思われるが、その間もコンサルタントのサポートを得る。また、電化村落において維持管理要員の現地雇用を行い、トレーニングを実施

する予定であるため、問題はないと考えている。EC プロジェクトでは、電気料金制度を含めた現行の PV 電化事業体制を見直したうえで、問題点があれば提言を行う予定にしている。事業運営に必要な経理システムなどについては、積極的にコンピューター化を図るなど、効率的な運営体制を目指すものとなる。(SEC)

使用済みバッテリーは SEC の倉庫の保管しており、JICA 調達分(古河電工製)は 55 個のうち 14 個について新しいものと交換後に保管してあった。

(2) 公共事業エネルギー省次官

- 日時：6月29日 14時～14時45分
- 場所：公共事業エネルギー省
- 出席者：Mr. Francis Ngalu (Permanent Secretary, Ministry of Works and Energy)、Mr. Akura (Solar Energy Company)、調査団

調査団から調査計画概要について説明した後、公共事業エネルギー省次官 (Permanent Secretary) から以下のようなコメントがあった。

- ・エネルギー大臣は、南タラワのディーゼル発電所改修の必要性を強く認識している。このため、日本の無償資金協力への要請も、ディーゼル改修プロジェクトに対して最も高いプライオリティを与えており、地方電化プロジェクトについては2番目のプライオリティとなっている。今年度、地方電化プロジェクトへの無償資金協力要請を控えていたのも、このためである。
- ・地方電化については、Outer islands (Line 諸島と Phoenix 諸島) への PV 導入の必要性が高い。具体的には、Outer island に漁業用の冷蔵施設を建設することを考えている。これが出来れば、タラワの需要地に運搬する前に一度貯蔵することが可能になり、地域の雇用やひいては経済発展にもつながることになり、大変有益である。この電源として、太陽光発電(集中型)が有望であるが、ディーゼル発電とどちらが経済性の点で有利であるか検討しなければならない。
- ・これまでは、PV による電気は蛍光灯やラジオといったものの利用に向けられていたが、近年、ユーティリティとして何をやるかという点がクローズアップされつつある。
- ・現在、Solar Energy Company の名称を Rural Energy Company に変更することを検討している。これが実現すれば、ディーゼル発電を含めた電力供給事業については、南タラワを除いて全て SEC が担当することになる。南タラワでは、引き続き PUB が担当することになる。PUB は、需要が小さく採算性の悪い地方での電力供給事業から手を引きたがっている。

(3) REWG、SEC、PUB 合同協議

- 日時：6月30日 10時～

- 場所：公共事業エネルギー省
- 出席者：SEC、PUB、REWG、調査団

調査団から調査計画概要について説明した後、先方から以下のようなコメントがあった。

JICA 開発調査のフォローアップ（保守について）

- 保守については、昨年のように早魃が続くとバッテリー液の確保が難しくなる。
- ローカルテクニシャンが遠隔の村落をサービスするのは困難。特に緊急トラブルの対処は難しい。同様にカスタマーも彼らのニーズをテクニシャンに伝えるのが困難。現在北タラワにテクニシャンが二人居るが、システムが増えればカイナバにはもう一人テクニシャンを置きたい。
- スペアパーツの確保を十分出来ない。これはスペアパーツが高いことと、財政が悪いことが影響している。このため、カスタマーの不満も生じている。
- ブレーカーの内部抵抗や太陽電池に影が入ったりすることにより、バッテリーに十分充電出来ないというトラブルも生じている。
- 比重計の破損、テクニシャンの記録表の不備や SEC とのコミュニケーション不足により、技術データを十分取れていない。

料金徴収について

- 徴収対象が遠隔に広がっているため、テクニシャン（テクニシャンが料金を徴収する）が十分活動できない。
- 料金不払いによるシステムの移設も必ずしも全て実施出来ていない。
- 南タラワへ移動したユーザーなどとは、上手くコンタクトがとれない。
- 徴収した料金が正確には記録されていない。
- 料金の不正使用があった。
- ユーザーに上手く口実をつけられて、支払いを延期させられる。

使用済みバッテリーについて

- 今年からバッテリーの交換を始め、回収したバッテリーは SEC の倉庫に保管されている。処理方法は現在検討中。

電化政策について

- 国家のエネルギー開発計画については、別途文書を提出したので、それを参照して欲しい。基本的には、エネルギーの安定供給と石油依存の低減を目指し、地方電化は太陽光で行う方針である。SEC も REC（Rural Electrification Company）と名称を変える予定である。
- 地方電化などの開発を行う際には、環境省や開発省に開発計画を提出し、EIA の必要が無いと判断されれば、これらの省から合意文書が出され開発が実施される。
- CDM については、キリバス政府も取り組む方針であるが、現状では全体のスキームが明確でなく、キリバス政府も明確な姿勢は出せていない。

太陽光（PV）電化について

- PV 電化を行う際のサイト選定は、多分に政治的な判断でなされている。
- これから開始される EU のプロジェクトでは、Banaba を含んだギルバート諸島の電化を行う予定。75 戸 / 島で 18 島行うという話もあるが、詳細はこれから決める。出来れば、ノノウス、タラワ、マラケイを最初の 1 年で電化したい。
- SHS 設置対象家庭の選定は申し込み順（50A\$を払っている）で行う。これまでも、この方式で上手くいっており、既に何千件もの申し込みリストが出来ている。今は申し込みを停止している。
- PV 電化のファンドをキリバス政府が負担する余裕はなく、可能なドナーの援助を出来るだけ生かしていきたい。
- 現在の PV 料金（9A\$ / 月）は十分とは言えない。今後の PV 拡張をベースに適正な PV 料金体系については見直していく予定。不足分を政府が補填するという方法は避けたい。
- EU のプロジェクトにより地方電化ベース（大規模運営体制）はほぼ確立されるが、これはギルバート諸島に限られる。更に、ライン、フェニックス諸島への展開支援を JICA に要請したい。

（４）環境省

■ 日時：7月6日 13時～

■ 場所：環境省

■ 出席者：環境省、調査団（浅井団員）

- バッテリー破棄問題については、既に環境省でスタディされているので、同省を訪問し、SHS のバッテリー処理についてヒアリングすることとした。対応したのは、イギリスの専門家で環境問題のアドバイザー。事前に SEC（Akura 氏）と相談し、今回と次回のアフターケア調査の中で既に回収しているバッテリーについては、可能であればトライアルとして廃棄処理まで行うことを提案した。
- 環境問題のアドバイザーに対しては、現在の太陽光プロジェクトの現状とバッテリー問題に前向きに取り組みたい旨を説明。先方からは、JICA のバッテリー廃棄への取り組みを歓迎する旨が伝えられた後、現在環境省としてはニュージーランドでのバッテリー処理可能性を確認しており、そこではバッテリー内の鉛の売却益によって輸送費が相殺されるために、追加コストなしに処理が可能となっていることが説明された。
- 今後の対応としては、SEC から環境省に正式の依頼レターを出すことによって処理に取りかかる。このためヒアリング終了後、SEC に帰り Mr. Akura に対し正式レター発行を依頼した。

2-4 現地踏査記録

(1) 北タラワ 開発調査実施村落サイト

日時 7月3日～7月7日

先方 Mr. Natiria Tamton (Field Technician)

当方 仙波

内容

JICAの55セットSHSとEUのSHSのその後の稼動状況等の現状を調査した。

*Notoue, Abaokoro, Marenanuka, Tabonibara村は16システム減少。これをTaratai, Kainaba村へ4セットと新しくBuariki, Tearinibai, Nuatabu村へ12セット移設。

*7W けい光灯はほとんど撤去され代わりに11Wが増加したが全体の灯数は減少。使用時間はPM6:00～PM12:00の間。ラジカセが11台増加し1日3時間のラジオキリバスを受信。さらに、無線通信機が6台導入され、週に一回30分程度南タラワと交信。

*バッテリーは41台、充放電制御装置は29台新しいものと交換済み。

*バッテリーへの補水やシステム運転電圧など適正範囲で運転継続。

(2) SEC

日時 7月10日 AM9:00～PM4:00

先方 SEC General Manager Mr. Terubentau Akura

Customer Service and Projects Manager Mr. Henry Garstang

当方 仙波

内容

導入システムの保守点検状況で、太陽電池パネルは問題なし。バッテリーは99年9月から逐次交換開始。すでに55セット分は日本から購入済み。ブレーカーは接点不良により98年より大部分を交換。7W けい光灯は点灯回路に故障が多く撤去。けい光灯管の平均寿命は約3年、長いものでは5年。

バッテリーは、バッテリー液比重が1.18以下でブースト充電を行っても充電完了後夜間3時間以下の場合交換。また、充放電制御装置は「バッテリーを充電しない」等故障が発生しFTが修理できない場合に都度交換。

PV関連産業では、現状SEC以外にPVシステム関連機器の取り扱いや設計施工および維持管理を実施できる事業者はない。

トレーニングは、年1回各島からFTをSECへ集め、SECが保守点検や維持管理のための技術トレーニングを実施する。このほか、SECエンジニアが年に2回各島を訪問し設備の状況調査時に各島のFTが同行しOJTを受ける。また、SECエンジニアは、これまでにAIT, SPIREおよびJICAで、PVシステムの維持管理や保守点検および応用分野への適用等についてのトレーニングを受けた。

(3) PUB ベシオ発電所

日時 7月5日午後
実施者 小早川、浅井
目的 現状の電化地区での発電状況・技術レベル調査
内容

ベシオの発電所はSECのすぐ裏側。ここには5台のディーゼル発電機がおいてあるが、内2台は老朽化により動いていない。残りの3台も老朽化が目立つが保守しながら使っている。残りの3台は750kW,750kW,1000kWとなっているが、このうち動かしているのは750kWの2台、1000kWはスタンバイでおいてある。オペレーションは2人が6次官交代で実施しているが、他に管理人室に3人いる。ここで現状での発電実績と燃料消費のデータを入手。

(4) 南タラワ、ナニカイ村

日時 7月7日午前
実施者 浅井
目的 太陽光の自主利用者のヒアリング
内容

南タラワで太陽光を設置している家がありヒアリング。外島からこちらに引っ越してきた時設置。2年間利用。コントローラ無しで自動車用バッテリーを用いているが、この2年でまだバッテリーは取り替えていない。系統もつながっており、停電の時などに使っている。負荷はランプひとつのみ。当初蛍光灯を使っていたが壊れてしまい、替りに安い白熱球をを使っている。

(5) 南タラワ2～3カ村

日時 7月10日午後
実施者 浅井、田中
目的 電化地区の電気利用状況調査

電化地区の電気利用状況をランダムにヒアリング。5～6家庭ヒアリングしたが、電気利用状況は一月あたり数kWh～百数十kWh。商業を行っている家庭は消費量が多い。ランプ、ラジオはどここの家庭でもあり、ビデオ/TV、冷蔵庫もかなりの家に普及している。全体的な平均値は一月20～30kWh。

南タラワにはビケニベウにPUBの発電所があり、500kWのディーゼル発電機が2台稼働している。ここでは各家庭の料金徴収簿があり、ざっと見たところ電気消費量は上述の調査結果とほぼ一致している。料金体系を聞いたところ、課金は基礎料金無しの従量制で、商業用39Ac/kWh、家庭用32Ac/kWh。

第3章 キリバス国の電化状況

3-1 電力セクターの概要

キリバス国の行政は13省7庁からなり、この中で電力に関してはMin. of Works and Energy(MWE)の管轄である。この省の構成を下図に示すが、開発調査実施時から大きく変化したところはない。PUBとSECがこの省の管轄下でそれぞれ南タラワの系統電化と地方電化を実施している。

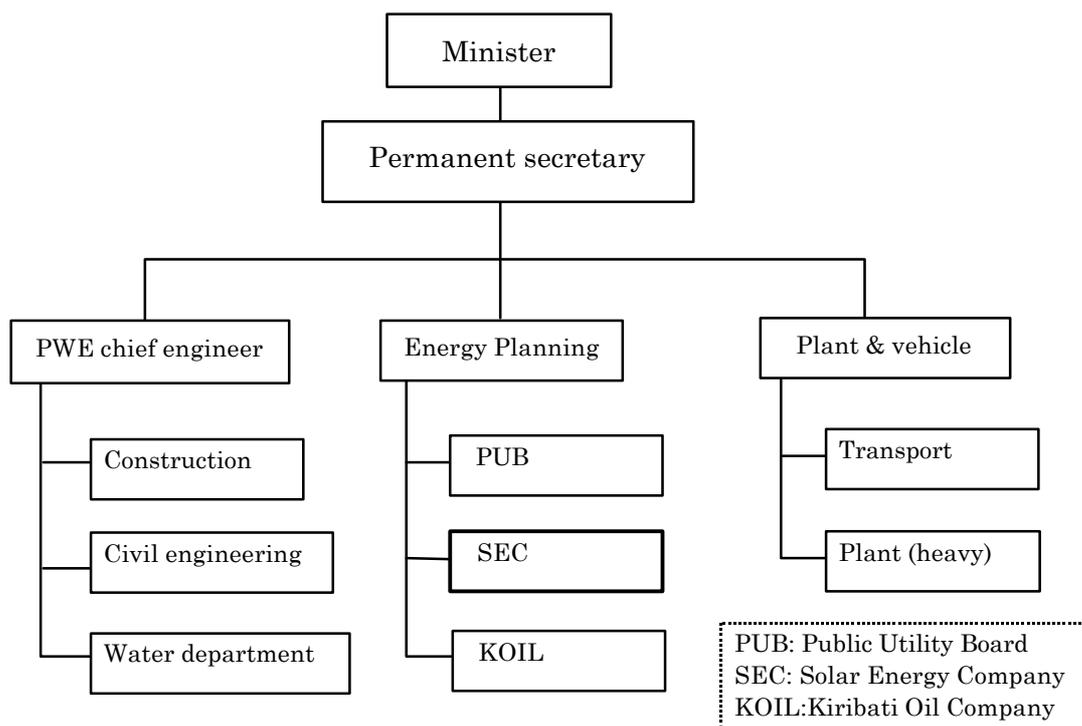


図3-1 MWEの構成

PUBもSECもボードメンバーは政府職員である。従って電化については南タラワもこれ以外の地方も政府の国家計画が直接反映される。SECについてはボードメンバーの給与以外はほぼ独立採算で経営されているが、地方電化はボードの主導のもとに独占的に行っている状況である。電力以外ではKOILが石油事業を政府主導のもとで行っている。

SECの組織も大きくは変わっていないが、次ページの図3-2に示すように、管理機能をやや強化しGeneral Managerの下にDeputy General Managerを置いている。図中、Utility部門がJICAの開発調査やEUの援助で設置したSHSの運営管理を実施し、Customer部門はそれ以外に公共施設や会社、個人で導入した太陽光発電設備の管理を請け負っている。Manufacture部門ではコントローラなどのシステム構成機器を製造している。このコントローラはEUの技術援助で導入されたもので、20m²ほどの作業部屋で組み立てられているが、品質はよく海外へも輸出されている。SEC全体で正規の職員は8名程度で

ある。

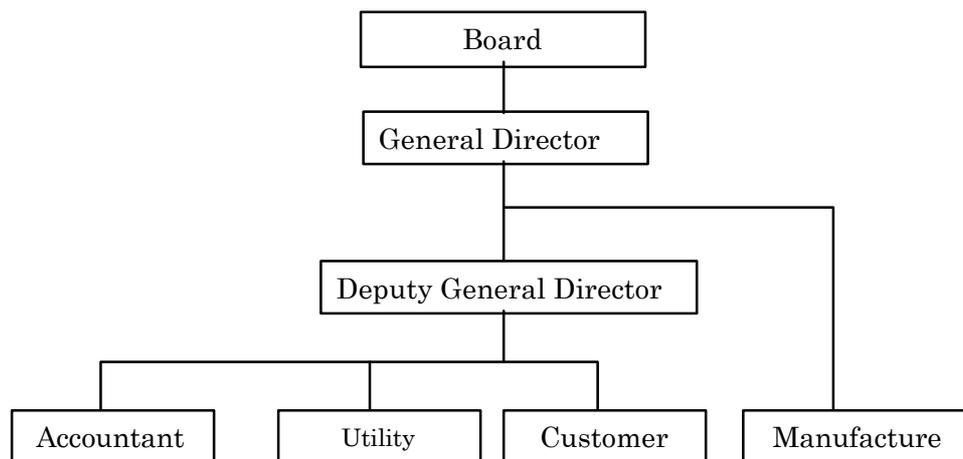


図 3 - 2 SEC の組織

3 - 2 関連法規

電化に関する法規として今年 5 月 21 日に環境法が制定され、国内のすべての国家開発行為は事前に環境省の査定を受け、必要とされた場合は EIA(Environmental Impact Analysis)を実施しなければならなくなった。太陽光発電地方電化についてはバッテリー処理問題がこれに該当し評価されることになる。これ以外に配線方法などを定めた規程があるが、これは PUB に適用されており SHS は今のところ対象とされていない。

3 - 3 電化の状況

キリバス国では、いくつかの集落で構成された人口約 28,000 人の南タラワ地区だけが系統電化されている。ここは、Betio と Bekenibeu にディーゼル発電所を持ち 11kV で配電しているが、設備の老朽化が激しく停電がしばしば発生している。

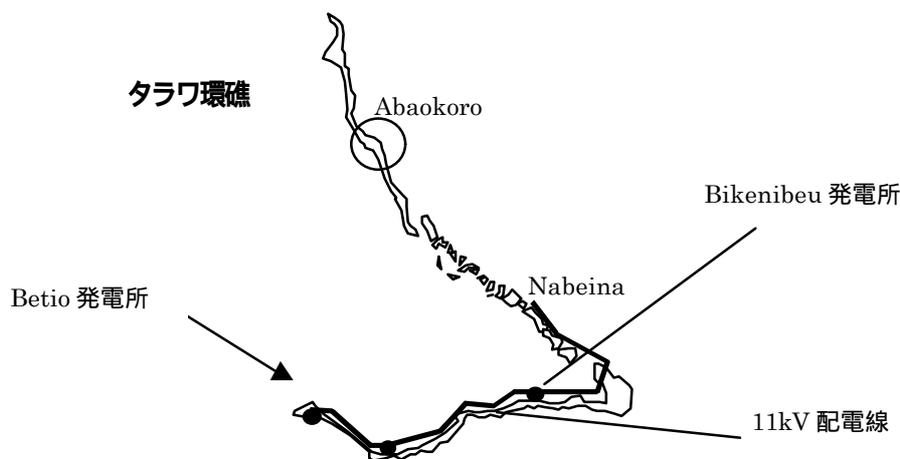


図 3 3 タラワ島の電化状況

キリバス国は地盤が砂地で電柱を建てるのが困難なためか、配電線設備はすべて埋設となっている。

表 3 - 1 南タラワのディーゼル発電設備

場所	定格	設置時期
Betio	300kW	1968
Betio	300kW	1968
Betio	750kW	1976
Betio	750kW	1976
Betio	1,000kW	1988
Bekenibeu	300kW × 2	1968

一方、この地域は経済的に進んでいるため、一般家庭でも多い家庭は月に 300kWh 以上電力を使っているが、少ない家庭は数 kWh/月程度であり、各家庭の電力消費量はばらつきが大きい、平均的に 30kWh/月程度とみられる。同国の電気料金は商業用が A\$0.39/kWh、民生用が A\$0.32/kWh に設定されている。

系統電化の拡張については 1990 年代始めに、ADB の援助で既存の配電システムを少し延長して電化し(現在は Nabeina 村までは延長されている)、そこから先の主な村落には小型のディーゼル発電機を設置するという計画で調査がおこなわれた。しかし、推定される電力需要が少なすぎて経済性が成り立たず断念したという経緯がある。その後行われた太陽光発電による地方電化の最初のサイトが、北タラワの Abaokoro 村周辺になった背景にはこのことも一因になっていると見られる。

3 - 4 他の援助機関の動向

地方電化の目的で太陽光発電を導入したのは JICA による開発調査が初めてであるが、井戸ポンプや冷蔵庫の駆動用に太陽電池を使ったシステムが UNDP の援助により 1984 年に導入されている。SEC はこの時に設立された。同じころ EU は南太平洋全般のエネルギー供給支援プログラムを FORUM との協力で開始した(FORUM は南太平洋諸国の諸経済問題を統括的に取り扱う機関でフィジーに本拠を持つ)。当初の活動対象にキリバス国は取り上げられていなかったが、1992 年頃から JICA とほぼ時期を同じくして太陽光発電による地方電化の調査を行っている。EU はこの活動により、JICA の本格調査の直後に、JICA とほぼ同じ方法で 250 戸の家庭に SHS を設置した。更にその後も継続的にフォローアップ調査を行い、1999 年にキリバスの SHS の運営状況が健全であること、SEC を経済的に自立させるには更に 2,000 戸程度の SHS 拡張導入が必要なことなどが報告された。この結果をもとに、EU はキリバス国に SHS 導入の拡張支援を行うことを決定し、2000 年からプロジェクトが開始されることになっている。本調査期間はこの EU プロジェクトを実施するコンサルタントの選定中であった。

一般に南太平洋諸国は国の規模が小さいため、前述の FORUM のように全体を総括的に調査・情報収集することが多い。FORUM のほかに SOPAC(South Pacific Applied

Geoscience Commission)や SPC(Secretariat of the Pacific Community)などがあり、それぞれフィジーおよびニューカレドニアに本拠を持つ。出資機関は、EU の他にオーストラリアやニュージーランドがある。エネルギー関係では SOPAC が代表的であり、現在では FORUM と同じ建物に事務所を開設し連携して活動している。

3 - 5 PV 電化への取り組み

キリバス国での PV への取り組みは 1980 年代半ばに UNDP の援助でなされたものが最初である。この時に現在も活動している SEC が設立されたが、当初は PV 機器の販売のみを行っていたため、導入後ユーザーで相次いで起こったトラブルに対応できず、一時 PV 電化に対する国民の信頼度が著しく低下し、SEC は倒産状態に陥っていた。このためキリバス国自身は PV システム導入に際して、トラブルに対処できる維持管理体制の重要性を強く認識していたところに、JICA による開発調査で料金徴収を含めた維持管理体制の構築と運営管理を中心としたプロジェクトが実施された。これが順調に運営されたことで SEC は国民や政府の PV に対する信頼度を大きく取り戻すことができた。

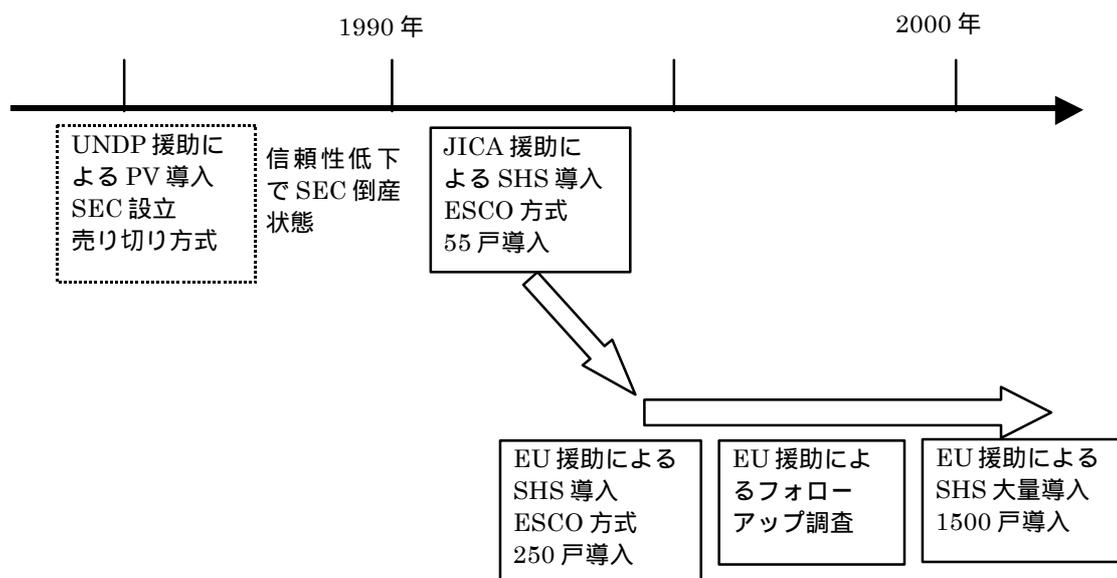


図 3 - 4 PV 導入の経緯

その後の EU のプロジェクトにより更に 250 戸の SHS が追加導入され、JICA 方式と同様の形で順調に運営されている。この結果、政府や民間会社、個人などから地方で電源確保のために PV を導入する動きが次第に高まっている。政府では地方の学校やクリニックに太陽光発電を少しずつ導入し始めており、民間でも海産物の会社や教会などに太陽光発電の導入が始まっている。これらはほとんど SEC と維持管理契約がなされて運営されており、かつこれら PV 導入は SEC が独占的に行っている。SEC のボードメンバーは政府 (MWE) の役人であり、政府が地方のクリニックなどに PV を導入する場合は、SEC が特権的にこれを実施できる立場にある。なお、SEC 自体はまだ政府組織の一部であり、独立採

算制をとってはいるものの民営化するまでにはいたっていない。

個別に導入されている PV は、いったんユーザーが購入した機器に対して、SEC とユーザーが保守契約を結んでいるが、JICA や EC で導入されたものは政府が電化政策として設置したもので、申込金(A\$50, 1A\$=¥60)と月額料金(A\$9)で運営されている。設備のうち太陽電池、ポール、コントローラ、バッテリーなどの電源部分は SEC の所有であるが、それ以降の屋内配線や電気機器はユーザーの所有となっている。月払い料金は政府所有部分の維持のため月一回行われる保守やバッテリー更新のための積立金にあてられる。この方式は電力供給サービスに対する代価を得るという ESCO 方式を取り入れたものである。設備は SEC 所有であるため、SEC は料金支払いが 3 ヶ月以上滞ると撤去できる権利を有している。現実に料金不払いのため設備撤去された例が全体の 2/3 割あるが、不払いの発生はプロジェクト当初に多く見られ、設備撤去の効果で近年は低下の傾向にある。

キリバス国ではこの方式がうまく運営されたことにより、地方電化は PV によって行うという明確な方針を打ち出した。ただし PV 機器は依然として高価であるため、自国で初期投資を負担するだけの財政余裕がなく、地方電化として大量導入するには海外からの援助に頼らざるを得ない。現在の ESCO 方式は初期投資を回収できる構造にはなっておらず、そこで収益が得られたとしても、現在ある何千軒かの PV 申し込みに対応できるほどの原資とはなっていない。政府も少しずつ予算を確保しクリニックなど地方施設への PV 導入を増やしていく傾向にあるが、全体の電化需要をまかなうためには海外からの支援が不可欠である。これまで導入した SHS は JICA、EU 合わせて 305 戸と小規模であったが、これから行われる EU プロジェクトで大量に PV システムを導入した場合、問題なく運営できるかどうかにより、引き続き PV による地方電化実施の可能性が判断できると考えられる。

3 - 6 SEC の状況

SEC は設立以来 PV のみを扱う会社として存続してきている。メンバーは開発調査実施時とほとんど変わっていない。収入源は PV 機器の販売、PV 設備の保守料金であるが、このうち PV 機器の販売が全体の売上の 7 割近くを占めている。PV 機器の販売は政府や法人が地方のクリニックや学校などに完成設備として導入するものと、コントローラなどの部品を個別に輸出するものからなるが、売上額としては前者が大部分を占めている。個別に導入する SHS は政府や法人(通信会社、海産物加工会社など)の地方設備向けがほとんどであり、個人が導入する SHS もあるものの、数量・額ともにきわめて小さい。一方、保守料金収入は JICA や EC で導入した SHS の他に、個別に導入・保守契約している PV 設備からの収入もある。

PV 機器販売は大きな黒字部門で、1999 年の売上は A\$24 万、収益が A\$6.6 万(経費を除く)になっている。保守部門は赤字経営となっているが、現在は PV 機器販売からの収益で補われている。保守料金は基本的に設備容量比例となっているものの、販売部門の大部分を占める法人設備には、容量の大きいものが多いが容量に比例した保守経費は必要ないため、保守部門の収入は少ないにもかかわらず収益率(現在は件数が少ないので赤字である)はよい。参考までに表 3 - 2 に 1998 年と 1999 年の SEC の損益計算表を示す。

表 3 - 2 SEC の損益計算表 (A\$, 1A\$=60¥)

	1999 年	1998 年
製品売上	242,952	205,483
売上原価	176,904	153,876
売上利益	66,048	51,607
運営収入		
SHS 運営	31,907	38,292
個別契約(法人)	9,660	17,890
個別契約(個人)	505	220
その他	13,947	11,162
運営収入計	56,019	67,564
総収入	122,067	119,171
運営経費		
旅費、輸送費	26,796	17,064
人件費	81,186	65,326
臨時雇用人件費	2,382	2,708
部品類	3,060	5,127
その他	25,383	32,665
運営経費計	138,807	122,890
経常利益	-16,740	-3,719

一方 JICA , EU で無償導入された SHS の維持管理にかかる経理処理はやや複雑である。これらの設備は無償・無税で SEC に贈与されているが、会計院からは正規の設備会計処理をするように要求されている。即ち、贈与された設備の評価額を固定資産化し、その償却額を毎年計上すること、更に償却額に対して相当額納税することで贈与時の免税分を返却することが要求されている。しかしこの会計処理は初期投資の回収を前提としており、これまでの方針からは逸脱するとの反論がなされており、正式に適用されるかどうかは未定である。1999 年の決算にこの会計処理を適用した場合は A\$8.5 万の欠損となる。ただし、減価償却の影響は A\$7 万程度であるがいずれにせよ若干の赤字経営状況である。上記の損益計算表ではこの減価償却費は除外して示してある。

保守部門は現在赤字経営の状態であるが、これは対象戸数が少ないからで、2,000 戸程度に拡張されれば黒字化されると試算している。ただし利益幅は PV 機器販売に比して小さく、効率的経営を行わないと赤字化する恐れもある。現在の SEC は技術面では PV 機器の保守を行うのに十分なレベルに達しているが、大量に SHS が普及した場合、これらを効率的に運営するという業務処理面においてまだ改善の余地があると見られる。これから始まる EU のプロジェクトによって更に 1,500 軒に SHS が導入されると、合計約 1,800 軒の SHS を運営することになる。この場合の SHS 運営の収支について試算してみると次のようになる。

表 3 - 3 SHS 導入数拡張時の収支試算

Number of villages	60	Villages
Average SHS/village	30	SHSs/village
Total SHS	1,800	
	75	SHSs/technician
Number of Field technicians	24	Persons
	6	Field technicians/Senior engineer

	A\$/year	単価		数量	
Manager	4,000	8,000	A\$/year	0.5	persons
Assistant manager	3,000	6,000	A\$/year	0.5	persons
Senior engineer	6,000	6,000	A\$/year	1	persons
Technical assistant	16,000	4,000	A\$/year	4	persons
Accountant	3,000	6,000	A\$/year	0.5	persons
Transport	12,000	100	A\$/travel	120	travels(twice/village)
Others	10,000		A\$/year		
Field technician	43,200	150	A\$/month		
Battery replace	72,000	200	A\$/battery	5	years/replace
Others	36,000	20	A\$/system*year		
Total expence	205,200				

SHS fee income	216,000	10	A\$/month		
----------------	---------	----	-----------	--	--

Profit	10,800
--------	--------

この表の試算は若干の黒字が得られる場合であるが、このためには次のような措置が必要となる。

- ・現在の料金(A\$9/月)を A\$10/月に値上げする。
- ・ Field technician 一人あたりの担当 SHS 数を平均 75 軒にする。
- ・ Senior engineer の下にやや給料の低い Assistant engineer を置き、Field technician のバックアップや年二回の巡回は Assistant engineer が実施する。Senior engineer は高度なトラブル対応や管理業務に専念する。
- ・コストの安いバッテリーを導入し 5 年間もたせる。
- ・トラブルなどの対応に必要なコストを一台あたり A\$20/年に抑える。

基本的にはオーバーヘッドコストを下げ、より効率のよい運営を行うことである。Field technician や Senior engineer および Assistant engineer の業務効率を上げるためには歩合制の思想を取り入れた給与システムも有効な手段であり、さらに保守点検記録やレポートの簡素化や定型化も必要である。

SEC 自体を民営化して業務効率を上げる方法も考えられるが、民営化による効率アップは通常、複数の会社が民間レベルで競争することにより強化されるが、キリバス国のように小さい国では複数の会社が競争していきだけのマーケットが無い場合、かえって経営力を弱めてしまう恐れがある。従って民営化については慎重に取り扱う必要があり、また業務の効率化については当面、第三者による業務監査・会計監査を厳格に行っていくことが有効ではないかと思われる。

現在の SEC の会計方法は SHS を無償で導入し、O&M コストのみを回収する方法であるため、初期投資を回収している他の国の例に比べて有利になっている。他の国では初期投資回収ベースで月額料金が 6US\$(かなりソフトなローンが使える場合)から US\$10 程度になり、このうち US\$3-4 程度が O&M コスト(A\$5-7 程度)と見られている。これに比べると、キリバス国の場合 O&M コストがかなり大きく見える。これには、島間の移動/輸送コストが高い、島内の移動/輸送コストが高い、燃料や電話代などの公共料金が高い、などの理由が考えられる。一般的にキリバス国は小国であるために様々なコストが相対的に高くなっていると見られ、その結果として SHS の利用料金も高くならざるを得なくなっている。しかし地方住民の経済レベルは低く、それほど高い月額料金には耐えられないと予想されるので、SEC はできる限りの経営努力を行い、SHS の利用料金を抑えていく必要がある。一方、SEC 自体の Sustainability を確保するためには若干の料金値上げは必要と見られるが、A\$10/月程度に抑えより多くの人々に SHS を普及させていくことが重要である。

3 - 7 地方電化への課題

(1) 地方電化のねらい

キリバス国は太陽光以外に利用できるエネルギー源は無く、ディーゼルを用いたミニグリッドと太陽光発電以外に電化手段を得るのは困難である。また 1990 年にディーゼルを用いた北タラワ地域の電化を検討したことがあるが、需要があまりに小さく電化を見送った経緯もある。今回の調査でも、地方の電力需要は一家庭あたり照明が 2、3 灯程度と当時と状況はあまり変わっていないため、Outer Island はもちろんのこと北タラワ地域においても、今後かなりの間 PV を用いた地方電化が有効であると考えられる。

キリバス政府は PV を用いた地方電化を南タラワへの人口流入を防ぐ手段のひとつとして有望視している。現在の南タラワ地区には他地区からの人口流入が続き、土地不足や水不足、ごみ問題が深刻になりつつある。昨年(1999 年)は水飢饉のため、わが国から海水淡水化装置を南タラワ地区に緊急導入した経緯もある。これまでは南タラワ地区の設備導入を中心に国家開発が行われてきたが、今後は地方生活の向上を強化し人口流入を抑える必要があると見られる。

現在、地方開発は Ministry of Home Affairs が担当しているが、ここでは主に島間 / 島内の輸送手段および各外島にある Island Council や学校、クリニックなどの充実を中心に検討している。一方、電化は地方開発の有効な手段のひとつであると見られているが、推進については Ministry of Works and Energy の Active Planning Unit に委ねられている。各島の学校やクリニック設備の充実においても、電化は有効な手段と考えられるので、関係機関のより緊密な連携のもとに地方開発 / 地方電化を効果的に推進していくことが重要である。

(2) SHS システムの多様化

一般家庭向けのシステムは現在の仕様でほぼ対応できると思われる。しかし現在の料金では SHS を導入できない所得層もあるため、低料金システム(例えば 50W システムでけい光灯 2 灯)などのオプションも検討する必要がある。逆に高所得層では冷蔵庫の利用などを希望してくることも考えられるが、かなり大型の SHS 装置が必要(200W 以上)であり、当面は普及数も限られると見られるので個別に対応していけばよいと考えられる。

表 3 - 4 今後の SHS の形態

標準	現状の 100W
小型	50W、けい光灯 2 灯程度
大型	個別対応

図 3 - 5 に 50W 級 SHS システムの基本構成を示す。

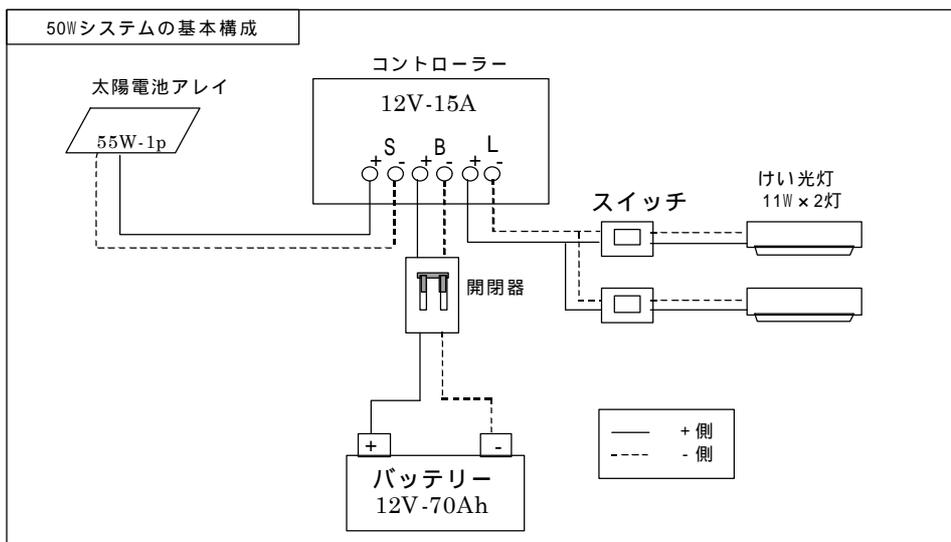


図 3 - 5 50W 級 SHS の基本構成

キリバス国で SHS がうまく運用されている理由の一つに、TV 放送が無いため電力需要が極めて小さいことが考えられる。TV 放送が開始されれば TV を購入する家庭が増加し、結果として SHS の容量を見直す必要がある。これら情報を事前にとらえて適切に対応できるよう準備しておく必要がある。

(3) 地方公共施設の設備強化

SHS は戸別家庭の照明程度に使われるものであるが、地方社会の開発という視点から見た場合、更に地方機能の向上をはかる手段としての電化も検討していかなければならない。一般的なキリバス国民の日常生活を考えた場合、特徴として挙げられるもののひとつに Maneaba(マニアバ)の存在がある。これは一種の集会場であり、どの村落にも中心となるマニアバが存在する。EU の PV プロジェクトでは、ギルバート諸島の全ての村落マニアバに PV を導入する計画である。これは単に各家庭に SHS を導入するだけでなく、村の共有設備の機能を向上させることで地方活性化をはかる有効な方法と考えられる。

同様の考え方で、地方施設として挙げられるものに、Island Council , 学校 , クリニックなどがある。これらの設備は EU の電化対象外となっているので、別途電化手段を考慮していかなければならない。特にクリニックについては、Ministry of Home Affairs , Ministry of Works and Energy(Active Planning Unit) , SEC の協議でも早期の電化が必要と指摘されている。クリニックで導入したいとされている電気設備はワクチン保存用の冷蔵庫 , 照明 , 通信機であり、太陽光発電設備の規模としては 500W 程度の設備になると思われる。

学校は基本的には昼間使用する施設であり、一義的には電化の必要度は低い。しかし、これが夜間利用できるようになると、大人の識字教育に使いたいという要望がある。また、

SHS を導入できない家庭の子供たちの学習用に夜間学校を提供することもできる。一方、EU プロジェクトの固有の問題として、家庭に導入される SHS は数が足りないため村民を優先して設置するという面がある。この場合外部から派遣されている教師に配布される可能性は少なく、授業の準備など夜実施する作業の改善は見込めない。このような現行の矛盾点は早急に検討改善していく必要がある。学校については住宅用 SHS を複数台(5 6台) 導入することで対応可能である。

Island Council で必要とされているのは通信機である。通信設備については前述のクリニックの問題も含めて、全国の通信網をどのように整備するかという点から、関係機関で連携して検討していく必要がある。通信用設備は利用度によって異なってくるが、500W 程度の設備になるのではないかと見られる。

表 3 - 5 地方施設に必要な設備

施設	設備
クリニック	電灯、ワクチン保冷庫、通信設備 500W 程度
学校	SHS 複数台
Island council	通信設備 500W 程度

(4) 経済の活性化

SHS は用途が照明程度のため、それ自体に経済の活性化を求めるのは困難である。今回の調査で多少経済効果があると見られたのは、夜間の漁業準備や後片付けが容易になった点と手工芸品(パンダナスの葉の織物など)製作などの夜間作業である。もともと地方は商業経済がほとんど無いため、必要以上の生産は消費が伴わず現状ではあまり意味が無い。これらの活動は、地方開発における輸送手段の充実とともに交易が可能になり、次第に発展してくると思われるため、電化の効果を高めていくような地方開発政策をとることが望まれる。同時に、啓蒙活動などにより手工芸品の製作販売等を通じて、地方住民の経済活動への意識を高めていくことも重要と考えられる。このような活動のほかに、最近キリバス国の地方で始まった商業活動として海産物製造(Sea weed plant)がある。この事業者はタイムリーな管理を行って生産や出荷の効率を上げるため通信設備の導入を望んでおり、すでに Abemama 島などで PV を用いた通信設備を導入しているところもある。これらは民間活動であるため援助の対象にはなりにくいだが、例えば共有の通信機能充実などは様々な活動の活性化になりうるため、Sea weed plant のビジネスモデルを参考にすれば、今後さらに経済開発できる可能性もあると見られる。

(5) SHS の普及可能台数

開発調査で導入した SHS のうち 3 割程度は料金未払いのため、他の希望者に移設されている。この割合で未払いが発生するとすれば、キリバス国の未電化戸数は約 7,000 軒であるので、約 2,000 軒が未払いになる可能性がある。従って SHS 普及可能台数は 5,000 台程度ではないかと思込まれる。このうち 1,500 台がこれからの EU のプロジェクトで導入されるため、残る普及可能台数は 3,500 台程度と見られる。これ以上の普及は料金徴収などが困難になる恐れもあり、より低価格システムの導入などを検討する必要がある。また、このレベルに達した後、SHS のさらなる大幅な普及は困難であるため、保守料金収入の増大も見込みにくくなる。SEC はこの頃までには経営体制を確立する必要がある。

(6) クリスマス島の電化

キリバス国はギルバート諸島、フェニックス諸島およびライン諸島からなり、このうちフェニックス諸島にはほとんど住民はいない。また、ライン諸島には 2,000 人程度の住民が居住しているがそのほとんどはクリスマス島に住んでいる。クリスマス島とタラワの間には、かつて Nauru 航空の定期便があったが、現在は廃止され定期船のみになっており、タラワ クリスマス間の移動には 2 週間程度必要である。これまでの PV 電化はギルバート諸島を中心に実施してきたが、これからはライン諸島の電化を行う必要も高くなっていく。ライン諸島は上述のように遠隔であるため、現在の SEC からの管理はきわめて困難である。従ってクリスマス島に支店を開設し、ライン諸島内で Senior engineer や予備部品を確保する体制が必要と見られるが、ライン諸島ではそれほどの電力需要が望めず、運営がかえって経営の負担となる恐れがある。従って、ライン諸島に展開する場合は、運営を効率化するとともに、PV 以外の事業の兼業なども視野に入れた総合的な計画を策定し、SEC の経営に負担を与えないように考慮する必要がある。

また、クリスマス島は太平洋の中でも有数の自然の宝庫とも言われている。電化は当然、開発行為にあたるため、その自然環境を破壊しないよう十分に考慮する必要がある。PV は環境調和型の電源であるが、少なくともバッテリー処理についてはライン諸島展開前に確立しておく必要がある。更に、PV 電化に際しては環境省との事前アセスメントや環境保護団体のヒアリングも行ったほうがよい。

(7) SHS の配布

住宅用 SHS については、既にこれまでの PV が順調に運営されていることは周知の事実となり、3,000 軒を越える設置希望が SEC に寄せられている。しかし EU プロジェクトで導入される SHS は 1,500 セットであり希望者すべてには行き渡らない。SEC の業務効率から考えると、SHS の配布は少数の限定された島に集中的に行う方が効果的だが、これでは SHS が配布されない多数の島の不満が大きくなる。政治的にはできるだけ多くの島に配

布する方が住民の納得感を得やすいが、逆に少数のSHSが多数の島に分散されることにより、SECの効率的な運営が困難になる恐れがある。政府はこの点を考慮し、少数の島にSHSを配布する場合は他の島に対する別の開発施策をとり、国民の公平感を得るようにする必要がある。また、多数の島にSHSを分散させる場合は、SECの業務効率に負担をかけないような施策をとる必要がある。後者の施策には、例えば、管理の困難な遠方の島には通信設備を導入しインタラク션을円滑に行えるようはかる事や、SEC職員が外島で利用する通信設備や輸送、宿泊施設の料金を減額するなどの措置が考えられる。

(8) 地方電化のスケジュール

EUプロジェクトによりSHSの導入台数は305台から1,805台へと大幅に増加する。これまでのパイロット的な導入でSECは技術や運営方法を習得してきたが、導入台数がこの規模になると経営を効率化して事業を確立していくことが望まれる。このためEUプロジェクトにおいても経営の効率化を目指したコンサルティングが行われる予定である。将来健全に発展していくには、そこで習得されたことを事業として確立するため、1-2年の安定化期間を設けることが望ましい。この期間中にSECは前述の低価格版のSHS、クリニック・通信設備対応システムなど技術的な応用範囲を広げていくとともに、政府においてはEUプロジェクトでの経験をもとに地方電化が地方開発に密接に反映されていくよう関係機関の連携を支援していく必要がある。その後の地方電化はほぼ全国に行き渡る規模になるので、SECの事業規模もほぼ推定できるため、会計監査・事業監査を厳格に行い、将来の事業の健全な運営を想定するとともに、ライン諸島の環境問題などへの対応方法が明らかになってきた時点で、次期の拡張に着手することが有効な電化ステップであると考えられる。以上の地方電化のイメージを次に示す。

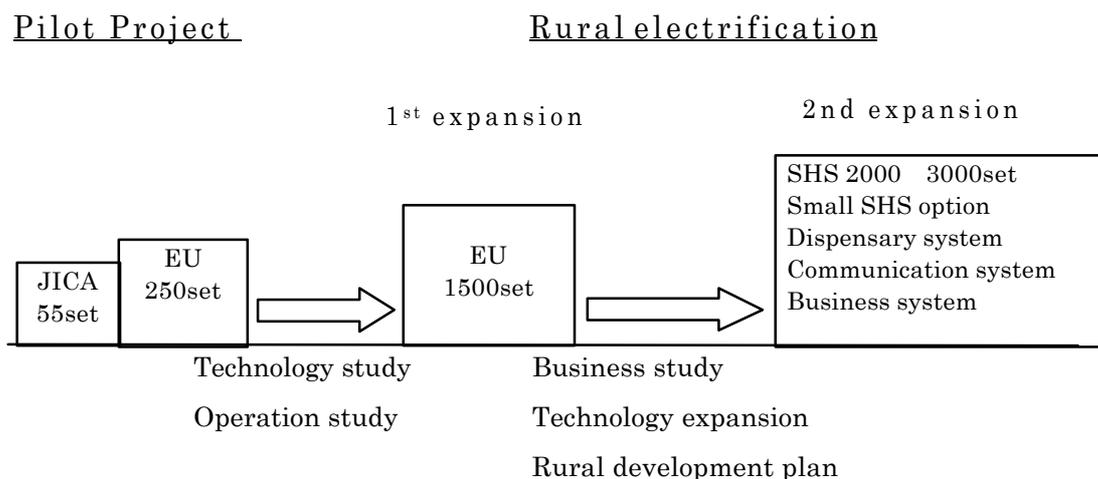


図3-6 PV 地方電化フロー図

3-8 南太平洋諸国などへの取り組み

キリバス国での成功例は、他の同じような環境にある南太平洋諸国にも展開していけ

る可能性を示していると思われる。しかし南太平洋諸国はいずれも小国で経済力も弱く、それぞれの国ではこのような展開に必要な計画調査を実施できない場合も多く、南太平洋諸国でもつ連合機関と海外援助機関が協力して調査を行うことが多い。エネルギー関係では SOPAC が南太平洋諸国を総括的に取り扱っており、再生可能エネルギーの導入問題についても定期的に報告書が発行されている。このため今後日本が南太平洋諸国への展開を考える場合、SOPAC との連携を強化することが効果的ではないかと考えられる。例えば今回の調査における SOPAC でのヒアリングでは、次に PV 導入の支援が必要な国としてツバル国を挙げている。SOPAC との連携方法については次の 2 通りが考えられる。

- ・ SOPAC へのエネルギー関係の専門家の派遣。
- ・ エネルギー関係専門員と SOPAC とのコミュニケーション強化。

キリバス国への開発調査後に上記のような措置をとっていれば、よりスムーズな支援が行えた可能性もある。また、キリバス国の PV については世界有数の成功例であるにもかかわらず、PV 専門家の国際会議でこれまで日本から紹介されたことは少ない。上記のような担当者が国際会議などで発表し、数少ない成功例を世界で共有できるようにすれば、更に国際協力にも貢献していけるとと思われる。

第4章 開発調査の評価

4-1 開発調査の概要

23の島からなるキリバス国では、タラワ島の他2-3の島がディーゼル発電による電力供給を行っているにすぎず、同国では地方住民の生活向上のため電力供給は優先度の高い政策であり住民の要望も強い。このような背景から、同国の電化計画や未点灯島嶼部の現地踏査を行った結果にもとづいてパイロットシステムを設置し、これらの運営維持管理を通じて地方電化の手法及び実施体制の検討等を行い、太陽光発電システムによる地方電化の方向性を示すとともに、島嶼部住民の民生向上に資するための調査を実施した。

4-1-1 設置村落の選定とシステム設置数

プロジェクト実施サイトの選定においては、機材輸送や設置後の運転管理保守点検等にアクセスが比較的容易であること、南タラワに近く比較的現金経済が普及していることおよび島内で大型車による機材輸送が可能であること等を基本的な条件としてSECと協議し、北タラワを開発調査の対象サイトとした。

次に、対象村落の選定においては、北タラワ南部のNabeina村までPUBの配電線延長計画があることおよび政府機関の出張所があるAbaokoro村をベースとしたとき、現地Field Technician(FT)が徒歩もしくは自転車でアクセス可能であることなどを考慮し、南はKainaba村から北はTaratai村までの6か村落を選出した。これら6か村落、201世帯のなかから55セットのPVシステム設置家屋を選定するにあたり、「Down Payment：A\$50，月額支払い：A\$9」を提示し、支払い可能な世帯にSHSを設置することとした。対象となった村落の概要および村落別のシステム設置数を次の表4-1に示す。

表4-1 開発調査実施6か村落の概要

村落名	世帯数	人口	平均年収 (A\$/所帯)	システム 設置数
Taratai	41	195	1,938	2
Notoue	54	324	1,876	15
Abaokoro	32	218	2,165	25
Marenanuka	10	60	1,760	3
Tabinibara	43	300	3,215	6
Kainaba	21	150	2,033	4 (Maneaba:1)

出典:キリバス国太陽光発電利用地方電化計画調査ファイナルレポート

4 - 1 - 2 導入システムの概要

対象となった各村落の現地踏査をおこなった結果、北タラワの平均的な住宅は、1世帯あたり居間、寝室および台所の3部屋で構成されていることが判明した。従って、1部屋に1灯けい光灯を設置することを原則として図4-1に示す様なシステムを導入した。

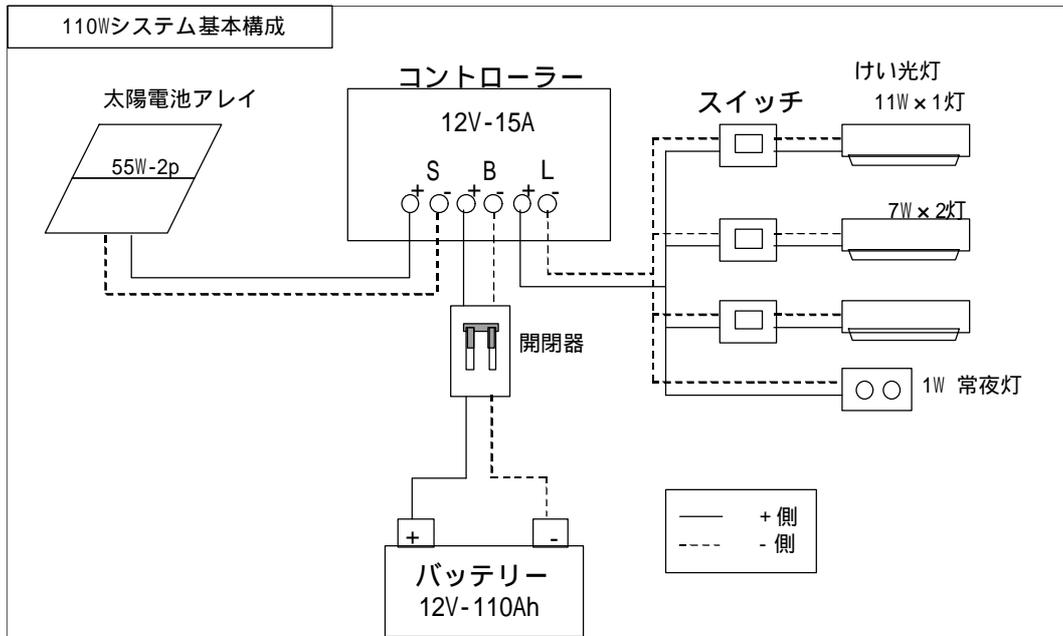


図4-1 導入システムの概要

1980年から1986年までの1日あたりの平均日射量：5.69(kWh/m²・day)をベースにして発電電力量を推定し基本的なシステムの負荷使用パターンを、「けい光灯 11W x 1灯：4時間 7W x 2灯：4時間 1W常夜灯：8時間」に設定した。なお、各住民間での使用時間の違いも考えられるので、表4-2に示すようないろいろな使用パターンを想定しシステム運転のケーススタディーを行った。

表4-2 運転パターンのケーススタディー結果

電灯使用状況	平均より日射量が多い	平均日射量	平均より日射量が少ない
ケース1 11W1灯 6hr 7W2灯 12hr	対応可	対応可	3時間程度しか使用できない日が1年間に2-3日程度ある。
ケース2 11W1灯 12hr 7W2灯 12hr	対応可	対応可	5時間程度しか使用できない日が1年間に数十日程度ある。

4 - 2 導入設備の状況

1994年に終了したJICA開発調査で導入したSolar Home System(以下SHS) x 55システムとManeaba x 1システムについて、設備の運転管理状況や保守点検および設置形態等がどのように変化しているのか現状調査を実施した。これらの調査結果を次に示す。

4 - 2 - 1 SHSの設置状況

1994年に開発調査が終了した時点と今回アフターケア調査を実施した時点とを比較した結果、村落別のSHS設置数にはシステムの移動があり若干の違いがあった。両者の比較を表4-3に示す。この表中の当初の対象村落において、設置した世帯数が減少しているのは、ほとんどが南タラワへ移住したことによるものであった。一方、この世帯に設置されていたSHSは撤去され、停滞することなくTaratai村から北側の新しい3か村落へ移設されており、設置待ちの住民が多いことが伺われる。

表4-3 村落毎のシステム設置数の比較

村落名	1994年 開発調査時	2000年 アフターケア調査時	差異
Buariki	0	6	6
Tearinibai	0	4	4
Nuatabu	0	2	2
Taratai	2	5	3
Notoue	15	14	1
Abaokoro	25	17	8
Marenanuka	3	0	3
Tabonibara	6	2	4
Kainaba	4	5	1

4 - 2 - 2 システムの稼動状況

導入したシステムの稼動状況を把握するため、まず照明など電気製品の使用時間を調査するとともに、開発調査を実施した時点と今回のアフターケア調査時点での各村落住民の所有電気製品の種類や台数などの変化を調査した。また、導入したシステムを各村落の住民が適切に使用しているかどうか知る一環として、太陽電池やバッテリーおよび負荷端子などシステム機器各部の電圧計測を実施した。

(1) 負荷(電気製品)の状況

基本的に、開発調査時には電気製品はけい光灯のみであった。今回このけい光灯の灯数を含め電気製品の種類および台数などがどのように変化したのかを村落毎に調査した。この結果を表4-4に示す。

表 4 - 4 設置村落と電気製品の比較

村落名	開発調査時台数				アフターケア調査時台数								
	設置軒数	けい光灯			設置軒数	けい光灯					RC (*2)	無線	
		11W	7W	1W		11W	7W	1W	20W	8W			
Buariki	0				6	7							
Tearinibai	0				4	4(*1)							
Nuatabu	0				2	3							1
Taratai	2	2	4	2	5	8		1					
Notoue	15	15	29	12	14	22		1	1	1	4		
Abaokoro	25	25	49	23	17	37	2		2		6	3	
Marenanuka	3	3	6	3	0								
Tabonibara	6	5	12	4	2	4							
Kainaba	4	4	8	4	5	8	2				1	2	
	55	54	108	48	55	92	4	2	3	1	11	6	

*1：4灯のうち1灯は単車のヘッドランプを取り外して照明に使用。

*2：RC Radio Cassette

この調査結果から6年間の電気製品の変化として

* 7W けい光灯の灯数は減少しほとんど見られなくなったが、逆に 11W けい光灯灯数は2倍近くに増加している。また、1W 常夜灯もほとんど見られなくなった。なお、住民独自で 20W や 8W のけい光灯を購入して使用しているところもあった。

* 55 世帯のうちラジカセが 11 台および無線通信システムが 6 台増加した。

各村落の住民や SEC などに聞き取り調査をおこなった結果、電気製品の変化は次のような状況によるものと考えられる。

* 開発調査当時は全室にけい光灯をつけてもらった。しかし日常生活で、使用頻度が少ない部屋でけい光灯が故障した場合、7W であれば灯具は取替えず、逆に 7W ではやや暗い部屋の照明は 11W に交換したとのこと。一方、SEC によれば、11W と 7W のけい光灯一式の価格は同じであった。従って、必要な部屋のみ照明を残す方向になってきたので、全体の灯具数と 7W けい光灯が減少し逆に 11W が増加したものと見られる。

* ラジオカセットについては 11 台増加しているが、そのほとんどがラジオキリバスの受信のみに使用している。また、無線通信は数 W 以下の規模で南タラワとの通信のみに使用するとのこと。

このような状況で、調査世帯が開発調査時と変わっているため一概に比較はできないが、開発調査終了後6年間たっても電気製品の所有状況は大きく変化したと

は言い難い。しかし、SHS を設置したすべての住民は PV 電化による照明だけでも充分満足しかつ歓迎しており、点灯のみでもある程度民生向上には寄与できると考えられる。

(2) 電気製品の使用状況

各村落の住民が、けい光灯をはじめ所有している電気製品を具体的にどの程度の時間使用しているか各戸を訪問し聞き取り調査を中心に実施した。この結果を表 4 - 5 に示す。

表 4 - 5 電気製品の使用状況

電気製品	使用時間帯	使用時間	頻度	備考
11W けい光灯 7W けい光灯	PM6:00 PM12:00	6hrs	毎日	
ラジカセ	AM6:00 AM9:30 PM0:00 PM1:30	3hrs	毎日	Radio Kiribati の放送時間帯
無線通信機	—	0.5 1hr	1 回 / 週	

一方、稼働中のシステムがどのように運転されているのかを把握するため、太陽電池やバッテリーおよび負荷出力の電圧計測を実施した。この結果から推測されるシステムの運転状況を次に示す。

表 4 - 6 システムの運転状況

(3) 維持管理の状況

設備	状況
太陽電池	前日の負荷の消費電力量にもよるが、運転中の太陽電池出力電圧は 12 - 15V の範囲にはいっている。また、一部バッテリーが満充電に達し太陽電池が開放になっている状態のシステムがあり、開放電圧が 21 - 23V 程度であった。これらを総合的に見て、モジュールには電気的な劣化や機械的な破損は生じていない。
バッテリー	端子電圧は 12 - 15V の範囲であり、前日の放電状態にもよるが正常な電圧範囲である。どのバッテリーも液レベルは上限付近まで入っており補水状況は満足できる。また、機械的な破損も生じていない。
負荷	電気製品への給電電圧も 12 - 15V と適正な範囲である。主な負荷であるけい光灯の使用時間は一般的に 6hr/日で、この状況下でもけい光灯管の平均寿命は約 3 年。長いものでは 5 年間経過してもまだ使用できているものもある。

月に1度 Field Technician(FT)が集金をかねて各戸を訪問し、SECがFT向けに実施した技術トレーニングの内容に従ってシステムの定期点検や故障修理等を実施している。また、年に2回、SECエンジニアが各島を訪問しFTの実施する設備点検の状況をフォロー調査し、改善点があれば指導する規則となっている。この結果、設置後6年を経過しているが、設備は非常にいい状態で維持運転管理できている。

開発調査を通じて点検結果や故障修理は記録として残し、分析評価をおこなって故障状況の把握や交換インターバルの推定などに活用するよう指導したが、十分に記録が残されておらず、維持管理ルールの運用やFTとSECエンジニアとの情報連系が充分でない等の面もみられた。表4-7にFTが実施する定期点検項目の概要を示した。一方、開発調査で得られた技術移転の成果にその後の運転管理や保守点検のなどの結果を加えて、SECが定めた条件に従って、FTによりバッテリーやコントローラ等のシステム機器交換がおこなわれている。機器交換の条件を併せて表4-8に示す。

また、点検記録と同様機器の交換記録なども充分残されていない。さらに、料金の未払いなどにより設備を撤去移設した場合の記録も残されておらず、その後のフォローが行えない状況にある。今後広く国内に普及促進していく場合を想定し、維持管理の運用ルールの再検討や、SECエンジニアとFTとの連系強化を図ること、および点検結果、故障や移設状況などを正確に記録に残し、フォローアップや分析評価に使用できるようにするなど、維持管理の徹底と組織体制の確立を図る必要がある。

表4-7 定期点検項目の概要

設 備	項 目	概 要
太陽電池	影の有無	樹木等の影がかかる場合には伐採等をアドバイス
バッテリー	清掃	真水と布でバッテリーを拭く
	液のレベル	レベルチェックを実施し減少しているものは補水。補水には雨水を使用。但しごみはフィルタ除去し汚染されたものは使用しない
	電圧測定	テスタを用いて端子電圧を測定(太陽電池、負荷含む)
	比重測定	比重計で電解液の比重測定を実施
	均等充電	原則1回/月実施。また、比重差がある場合や補水後も実施
けい光灯	灯具の清掃	点灯回路部や球の清掃。年に1回は球をはずして清掃を実施。
配線等	接続部締付	接続部のネジ締付チェック、ゆるみは増締め。電線同志のTwist接続はネジに変える。

表 4 - 8 システム機器の交換状況

	現 状	交換の条件	備 考
バッテリー	55 個中 41 個交換 済	* 充電後の負荷使用時 間が 3hr 未満 * 液比重:1.18 以下で均 等充電を行っても回 復しない	1999年 9月頃から交換開 始。なお、55 個のバッテ リーはすでに日本から購 入済
コントローラ	55 台中 29 台交換 済	充電しない, 負荷出力 が出ない等故障発生時	98 年頃から随時交換開 始

4 - 3 技術トレーニング

4 - 3 - 1 FT に対するトレーニング

SHS や学校システムなどを導入した各村落において、システムの導入時に、まず教育レベル、技術ベースや経歴および年齢等をもとに SEC が FT を選出する。選出された FT に対して、SEC は導入システムの保守点検や故障修理などに対応できる技術や料金徴収と徴収料金の管理等についてのトレーニングを実施する。さらに、年 1 回各島から FT を SEC へ集め、当初実施した技術トレーニングのフォローアップをおこない、保守点検や維持管理技術の向上に努めている。このほか、SEC エンジニアが年に 2 回各島を訪問し、設置した設備の保守点検や稼動状況等を調査することとなっているが、この時に各島の FT が同行し SEC エンジニアから OJT を受け技術の維持をはかるようにしている。

4 - 3 - 2 SEC 技術者のトレーニング

SEC エンジニアは、導入したシステムの運転維持管理だけでなく、定期的な FT への技術トレーニング実施や同国への太陽光発電システムの導入普及促進を支援しなければならない。従って、設備設置や維持管理および保守点検技術のみでなく、システム設計や構成機器の役割および太陽光発電システムの応用分野などについて、幅広い知識を備えておく必要がある。こういった観点から、SEC エンジニアはこれまでに国際的に太陽光発電システムの技術トレーニングを行っている AIT、SPIRE および JICA において、PV システムの設計、維持管理および応用分野等に関して、表 4 - 9 のような内容の技術トレーニングを受けてきた。

表 4 - 9 SEC エンジニアのトレーニング内容

項 目	概 要
PV システム	PV システムの基本技術や電圧，電流，電力等電気の基礎知識など
PV パネル	電気的特性や日射と出力の関係，最大出力の取り出し方など
コントローラ	動作機能や役割および充放電時の電力フローなど
バッテリー	タイプ別の特徴と特性，PV システムにおける役割および組み合わせおよび運転維持管理時の注意事項など
システム設計	日射量，PV 出力，バッテリー特性やロスを考慮したシステム設計の方法や適正な電線サイズの選定方法など 経済性を考慮したシステムの設計など
メンテナンス	構成機器の点検方法，チェックポイントおよび定期点検のスケジュールリング方法および故障修理など
応用分野	冷蔵庫や揚水ポンプなど

4 - 4 PV 関連産業

現状では、キリバス国には SEC 以外に PV システム関連機器の販売や設計施工および維持運営管理を実施できる事業者はなく、SEC がキリバスにおける PV 関連の唯一の産業である。SEC では、太陽電池モジュールをはじめ、バッテリーやコントローラおよびけい光灯などすべてのシステム機器の販売から、独自でのコントローラの製造やけい光灯の修理および導入設備の保守点検なども実施できる技術を有している。

4 - 4 - 1 PV 関連製品の価格

SEC から入手した販売価格リストのうち、主な製品の価格を表 4 10 に示す。

表 4 - 10 PV 関連製品の販売価格

製品名	仕 様	価格(単位：A\$)
太陽電池モジュール	83W	845
	75W(BP-275)	770
	50W(BP-250)	579
バッテリー	12V-100Ah(Deep Cycle RE-4)	300
	12V-110Ah(日本製)	350
コントローラ	SEC Model (12V,20Amp)	145
	PC1222(12V,22Amp)	185
けい光灯	PL Light (12V-11W)一式	54
	11Wtube のみ	15
	点灯装置修理	10/回

また、SEC は独自でバッテリーのコントローラ製造が可能であり、その能力は、「1,000 台 / 6 人，4 ヶ月：AM8:00 PM4:00 作業」である。機器の性能もよく、すでにフィジーやトンガなど周辺諸国に独自のコントローラを輸出した実績を持っている。さらに直流式けい光灯の点灯回路についても、一部修理が行える技術を習得しサービスを始めた。一方、同国政府の予算で導入する PV を活用した学校シ

システムやクリニックのワクチン保存システムなどは、すべて販売から設計施工および保守点検に至るまで SEC が実施する事になっており SEC の収入に大きく貢献している。

4 - 4 - 2 設備設置

JICA 開発調査と EU が実施したプロジェクトの実績から、設備設置については、「SEC エンジニア：1名，Field Technician：1名および Worker(Villagers)：4名」の組み合わせで、「100WSHS：2軒/日」の設置が可能である。一方、4-4-1項で述べたように SEC は機器の販売から設計および保守点検まで実施できる。これらを総合的に判断すれば、SEC は将来の PV 普及促進に対応できる技術力は充分であり、核となり得ると考えられる。ただし、Marakei や Nonouti 等 Outer Island で施工する場合、飛行機便が週1便しかなく、1日で終了する作業でも SEC エンジニアがタラワから出張する場合1週間を要する。こういったケースでは、実際に必要な設置費用以外の費用が別途必要となるため、現地 FT との役割分担を含め、今後どのように設備設置を実施していくのか検討を要する。表4-11に SEC からの聞き取り調査で得た設置に関する主な費用を示す。

表4-11 主な設置費用

項目	価格(単位：A\$)
SEC エンジニア(Supervisor)日当	35/Day
Accommodation 他	20/Day
Field Technician / Villagers	1/hr
Material Transportation	10/m ³
Motorcycle rental	20/Day
Truck rental	60/1trip
交通費(例 Tarawa Marakei)	40/flight

4 - 5 バッテリーの処理

PV システムを導入促進していく時、寿命となり交換した後の廃棄バッテリー処理は環境対策面からも重要であり、どのように回収再処理を行っていくかを充分検討しておかなくてはならない。ここでは、キリバス国のバッテリー回収の現状とわが国における処理の方法および今後の回収処理プログラムの一案について述べる。

4 - 5 - 1 回収バッテリーの現状

今回の現地踏査により、開発調査時に導入した 55 個のバッテリーのうち、41 個がすでに交換され、回収したバッテリーはすべて SEC のコンテナに保管してある事が判明した。EU により導入されたバッテリーの保管も同様の状況にある。現状では Ministry of Environment が、試験的に廃棄バッテリーをニュージーランド

で処理する計画を進めている。しかし現時点では回収バッテリーの量が少なく国外で再生処理をおこなうのは経済的に見合わないので、コンテナ満載になるまで処理計画が開始されない状況にある。図4-3にコンテナ内に収容されている回収バッテリーの保管状況を示す。



図4-3 回収バッテリーの保管状況

4-5-2 わが国におけるバッテリー処理の現状

わが国では1994年に制定された「廃棄物の処理および清掃に関する法律」にもとづき、厚生省並びに通商産業省から各事業者に対して適正な処置を確保するよう要請があり、それを受けて電池工業会は「リサイクルプログラム」を発表し、バッテリーのリサイクル事業を展開している。このプログラムは製品の流れと逆方向で廃棄バッテリーを回収する方法を採っており、自動車用バッテリーの再利用率は94%(96年度実績)を越えている。また、鉛の再生過程で生じる廃プラスチックは再生または適正に埋立処分されている。図4-4にわが国のリサイクルプログラムを示す。

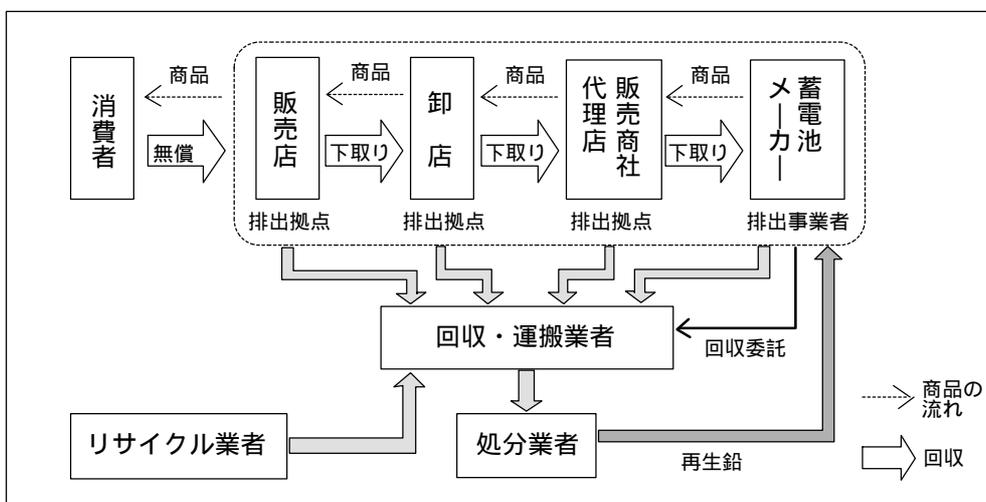


図4-4 わが国のリサイクルプログラム

4 - 5 - 3 キリバス国における回収処理プログラムの一案

キリバス国内にバッテリー製造工場はなく、PV 用を始め自動車用等一切のバッテリーをフィジーやオーストラリア等からの輸入に依存している。このため、国内で再生工場を建設してもバッテリーの再処理量や鉛等再生品の需要が少なく経済的に成立しないと考えられる。従って、わが国のようにバッテリーメーカー、処分業者、販売店、消費者などが一体となったりサイクルシステムの構築は困難である。

一方、廃棄バッテリーの再処理に当たっては、まず確実に回収することが重要な課題である。ここでは、とりあえず太陽光発電システム用バッテリーを含めた鉛バッテリー回収対策の一案を検討してみた。廃棄バッテリーの回収は、Ministry of Environment が中心となり MWE や SEC など政府組織が進めなくてはならない。この際、Marakei や Nonouti など Outer Island で発生する廃棄バッテリーをどのように南タラワまで回収するか、FT などを中心として各島組織と中央政府組織との連携がはかれるような組織の構築や費用負担など重要な課題の検討が残されている。図4-7に廃棄バッテリーの回収を実施するためのフロー案を示した。

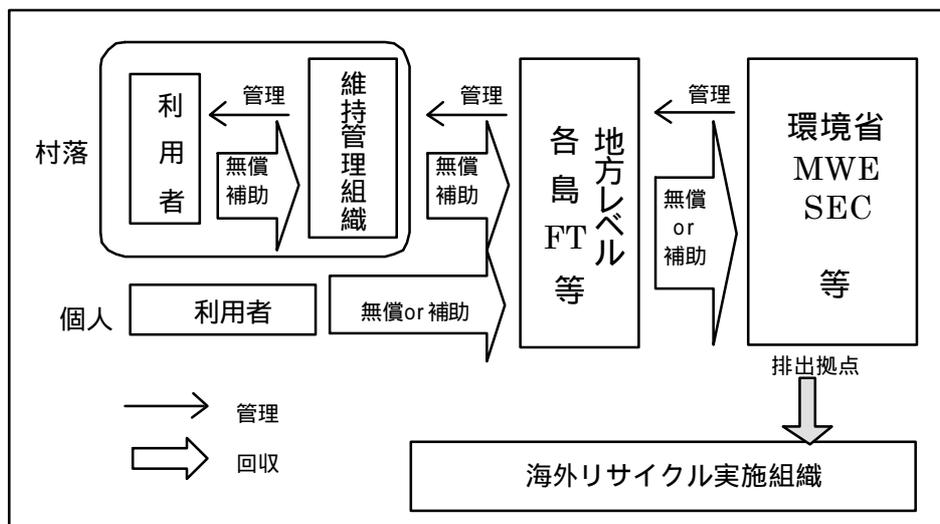


図4-7 廃棄バッテリーの回収フロー案

4 - 6 今後への課題

今回のアフターケア調査により、JICA 開発調査で導入した SHS55 システムと Maneaba 1 システムおよびその後 EU が導入した 250 システムの SHS は、SEC の十分な運転維持管理のもと、料金徴収も含めてきわめていい状態で運営管理できていることが判明した。しかし、保守点検記録等 FT との情報連携やデータ収集解析、バッテリーの再処理など今後の普及促進に向けて検討を要する課題も出ている。

4 - 6 - 1 維持管理体制の強化

SEC が実施している運転維持管理の現状には特に大きな問題は見られなかった。しかし、各 FT と SEC との情報連携が充分にとれていない様子で、保守点検結果や故障修理および設備を撤去移設した記録等のデータが、一部しか SEC に残されていなかった。また、FT が使用している保守点検用の工具類に十分に機能しないものや不揃いのものが見られたりした。これらの改善策の一部として、FT による保守点検記録を確実に残すため、今回のアフターケア調査期間中に SEC エンジニアや北タラワ FT の意見も採り入れ簡素化したチェックリストを作成し、活用方法についての協議をおこなった。今後このチェックリストから得られたデータを解析評価することにより、システムの稼動状況把握や故障機器、頻度および対策の検討などが効率よくおこなわれることを期待したい。また、FT が使用する工具類も定期的にチェックをおこない、不具合のあるものは指摘して整備するなど、保守点検がより確実に実施できるように努めることも重要である。

将来、キリバス国において PV システムの普及促進対象として考えられるのは、タラワ島以外の島嶼部が中心であり、SEC が管理監督する地域が広がるとともに、情報連携と運営は困難になることが予想される。そういった観点から、定期点検や故障修理および料金徴収など、より一層のスムーズな運営管理を実施するため、各島毎に配置した FT や Island Council と SEC との情報連携が充分おこなえるよう維持管理体制の強化を図ることが重要な課題である。

4 - 6 - 2 諸データの整備

将来キリバス国に PV システムを普及促進していくためには、日射量等気象データや島別の村落数および設置希望世帯数など導入に必要な基礎データを常にチェックし、これらデータの活用をはからなくてはならない。

4 - 6 - 2 - 1 気象データ

さまざまな気象データのうち、PV システムの導入にあたって特にシステム設計や発電電力量のチェックなどを実施するための日射量は、もっとも重要なデータの一つであるにもかかわらず、現状ではキリバス国内に独自で日射量を計測できる設備はない。SOPAC から今後の普及促進を考える場合、キリバス国内における日射データ計測の必要性を指摘された。

今回の調査において、開発調査時に使用した日射計センサーを活用してスポット的に日射強度計測が実施できるよう機材の整備をおこなった。しかし、連続的に日射量データを蓄積するためのデータロガーについては、開発調査時の機材が故障

しており実際には計測データが蓄積できない状況である。従って、新しいデータロガーを導入し日射計と組み合わせて、SEC が管理できる南タラワに日射計測システムを構築し、普及のための基礎データが蓄積できるよう検討する必要がある。

4 - 6 - 2 - 2 人口や世帯数などの基礎データ

各島毎の未電化村落，未電化世帯数や導入したシステム数およびシステムの種類，用途などの基礎データを定期的に調査しデータを蓄積する必要がある。このデータを分析し、年度毎の PV システムの導入計画検討などに活用しなくてはならない。

4 - 6 - 2 - 3 保守点検や故障記録等のデータの活用

将来の普及はタラワ以外の Outer Island が中心になってくる。この時、維持運営管理に必要な資機材の量や費用等がある程度把握しておき、適宜適切に資機材を供給しシステムの Sustainability を確保しなければならない。このためには、設置以降実施した定期点検において使用したバッテリー補給水の量や故障機器の種類，台数および故障箇所などを記録として残し、これらデータを分析評価して、北タラワのみならず Outer Island に対してどの程度の維持費用が必要なのか、適正な資機材のランニングストックはどの程度必要か、また適切な機材の交換時期はいつかなどの把握に活用することが重要である。

4 - 6 - 3 技術レベルの向上

将来 PV を普及促進していくうえで、運転管理や保守点検を確実に実施し、導入した設備の Sustainability をできるだけ長期にわたって維持することは重要なファクターである。一方、維持管理技術の向上や PV システムの応用分野の拡大をはかるため、常に最新の情報収集を行い新技術の習熟に努めなくてはならない。このためには積極的に国際機関の実施する技術トレーニングに参画し SEC エンジニア自身の技術レベルアップを図るとともに、トレーニングで得られた成果を反映して、技術マニュアルの見直し整備の実施や、国内でのトレーニングによる FT の技術力向上にも努める必要がある。また、確実に技術を身につけるためにもトレーニング用機器の充実をはからなくてはならない。

4 - 6 - 4 バッテリー処理

バッテリー処理においては確実に回収することが重要であるとともに、再処理を行うに際して経済的に成り立つかどうかの検討も重要である。現状では回収バッテリーの数量が少なく、コンテナ満載になるまで待機している状況である。現在進められている EU プロジェクトが終了すると、SHS で約 1,800 システム、これに

Maneaba やクリニックシステムを加えると、トータルのシステム数としては 2,000 セットを超える数量となる。これらバッテリーが 5 年に 1 度交換されるものとすれば、平均して約 400 個 / 年の再処理バッテリーが発生すると考えられる。

< 12V-100Ah バッテリー >

Dimension : 260 x 400 x 170(mm)

バッテリー液込み重量 : 35(kg)

バッテリー液量 : 6.6ℓ x 比重 1.28 = 8.5kg

これらのデータをもとに、1 個のバッテリーから得られる再生鉛の量は約 20kg と推定され、400 個のバッテリーでは鉛重量は約 8t となる。現在の鉛の取引価格は約 8 万円/ton 程度であるので、1 年間に 64 万円の売り上げが得られる計算になる。

一方、400 個のバッテリーの容量は 1 個あたりの寸法から推測すると約 8m³ となるが、1 台のコンテナを満載するまでには至らない。従って、PV システムで使用するバッテリーだけを対象として再処理を検討するのは困難な点が多い。ただ、キリバス国内には南タラワを中心に約 6,000 台程度の自動車があると見られる。これらに使用されているバッテリーも太陽電池用と同じ材料構造を持っているので、併せて回収し再処理するよう検討を進めるべきである。現状では SEC から正式レターが Ministry of Environment に提出された後再生処理が開始される予定であるが、将来に渡って再処理は Ministry of Environment が主体となって推進し MWE や SEC が支援して国全体の課題として取り組むことが重要である。

第5章 PV電化の影響

5 - 1 キリバス国の村落社会

今回の調査対象は、1992年から1993年にかけてJICAにより実施されたPV電化パイロットプロジェクトで対象となったキリバス国北タラワ地域の6ヶ村である。PV設置世帯とマニアバ(村落集会所)、学校、クリニック、警察等を訪問し、インタビュー等により見聞した結果をもとに考察を加えて北タラワの村落社会についてまとめたものである。

5 - 1 - 1 社会経済構造

キリバス国には東西約4千キロに亘り33の島嶼が点在しているが、そのうち人が定住しているのは22島である。今回の調査対象である北タラワは、首都のある南タラワと共に一つの環礁を形成している。

キリバス国は1979年の独立以来立憲民主制による近代的な政治体制をしいているが、伝統的な各集落の政治機関であるマニアバにその基礎を置いている。また各島に行政機構としてIsland Councilを設置し、徴税等の行政事務を行っている。北タラワは首都に近いこともあり、Outer Islandと呼ばれる他の島々よりは、中央政治の影響や貨幣経済の浸透が大きいことが考えられる。従って、伝統的な社会構造の変質の度合いも大きいものと考えられるので、ここで述べる社会構造はあくまで北タラワのそれであり、必ずしもキリバス国全体にあてはまるものではない。

なお、社会構造を明らかにする上で重要な要素として、家族関係と所有関係があるが、今回の調査がPV設置の効果把握を目的としたものであり、限られた日数の中でかつ上記目的に関連したものに限って判明したことを記述する。

北タラワの村落で見られた社会は、大家族制というよりはむしろ核家族的な世帯により構成されており、いくつかの世帯では親・兄弟の家族との同居が見られた。一世帯あたりの家族数は1996年の統計によると6.5人である。

表 5 - 1 北タラワ村落別世帯数と人口 (1996 年統計)

Village Name	Number of Households	Population
Buariki	95	568
Tearinibai	52	282
Nuatabu	31	197
Tabangaraoi	9	45
*Taratai	34	200
*Notoue	77	698
*Abaokoro	31	177
*Marananuka	8	51
*Tabonibara	32	200
*Kainaba	26	179
Nabeina		281
Tabiteuea	59	306
Abatao	29	206
Buota	96	614

(* : 開発調査プロジェクト対象村落)

今回のインタビューによる調査の結果では、土地の所有制度は各世帯の個人所有であり村落による共同所有はなく、公有地や道路は国の所有であった。このため国が公共的な施設を建設する場合には、個人所有地の買収が必要となる。また、個人所有地に生育する植物の利用は所有者にその権利があり、他人が無断でその利用をすること、例えばヤシの実を採取したり家屋やカヌー造りのためにパンダナスの木を伐採することなどは許されていない。自給自足経済ではよく見られる相互扶助や贈与関係は今回の調査では明らかにすることはできなかった。

村落としての意志決定はその伝統的政治機関であるマニアバ（その集会を行う施設をも指す）で行われる。マニアバの参加者はウニマネと呼ばれる各世帯の長老（最年長者）であり、合議制で意志決定がなされる。太平洋諸島のいくつかで見られる首長制は見られなかった。このマニアバは地元の利害を代表するものであり、近代的な政治制度下で施策される中央の意志との対立が発生する場合があるが、今回の PV 導入電化に関連してこの対立があったようである。この件については後述する。

宗教はキリスト教が定着しており、カソリックとプロテスタントが共存してい

る。各村落に一つ以上の教会があり、毎日・毎週末に礼拝が行われている。教会は単なる宗教的な集まりではなく、啓蒙的な活動にも貢献しているように見受けられた。その顕著な現れが教会経営の学校設置である。北タラワの Notoue 村にカソリック系の Senior Secondary の寄宿制の学校が設立されており、北タラワ全島から生徒数 300 人を集めている。

学校教育は 6 才から 10 才までの Primary , 11 才から 13 才までの Junior Secondary , 14 才から 16 才までの Senior Secondary より構成されており、それ以上の高等教育は国外への留学となる。但し、例外として南太平洋大学の衛星通信教育がある。なお、義務教育は Primary と Junior Secondary である。Primary は北タラワ各村落に 1 校あり、生徒数は各校 30 から 40 人である。Junior Secondary は北タラワには Abaokoro 村に 1 校しかなく、生徒数は約 150 人である。ちなみにこの Junior Secondary はオーストラリア政府の贈与である。

北タラワ村落の経済は、基本的に自給自足の採集経済であり、自給自足を可能とする自然環境に恵まれている。主要な伝統的食物はココヤシ、パンノキ、タロイモおよび魚を主とした海産物である。しかし、近年貨幣経済の浸透とともに輸入食品や電化製品が増加するのに伴って、自給自足的な「豊かさ」が貨幣経済下での「貧困」に転化しつつあり、今後大きな問題となる可能性を孕んでいる。

この問題をマクロ的に見た場合、極めて非発展的な構造が見えてくる。すなわち、キリバス国の貨幣収入が入漁料と財政均衡基金運用利益に依存しているため、収入規模が小さくなることはあっても大きく増加することがない。一方、国家収入の多くの部分が政府関係雇用者への給与・賃金に支出され、これが貨幣流通の主要な源泉となっている。北タラワの世帯が獲得する貨幣は、これら給与・賃金所得者への採集食物あるいは手芸品の小規模な販売を源泉としているため、大きな発展を望めるような市場には成り得ない。従って、経済的生活水準を購入可能な商品の種類・量として見た場合、北タラワの世帯と南タラワに集中する政府関係や僅かながらも存在する民間企業の給与所得者との生活水準の格差は、大きくなることはあっても縮まることはない。

唯一この非発展的な枠組みから外れるものは、ドイツ等の商業船の船員あるいは日本等の漁船の船員、また近い将来枯渇すると言われているナウルのリン鉱山等の鉱山労働者になった者からの送金である。今回の調査の中でも、家族に海外からの送金をする者がいる世帯といない世帯との貨幣収入の差が歴然としていることが明らかになった。ただその貨幣収入の差が当該世帯の経済基盤発展のために使用

しうる経済環境にないため、自立的発展ではなく単に電気製品等の所有の多寡にしかつながないように見受けられた。生活水準の向上、すなわちより多くの現金収入を求めて、北タラワのみならず他の諸島からも多くの者が南タラワに流入しているが、キリバス国自体の発展性のない経済構造に起因する就職難と狭小な土地への人口集中による生活環境の悪化を招いており、大きな社会問題となっている。

5 - 1 - 2 生活様式・状況

先に述べたように各世帯は基本的に自給自足の採集経済を生活基盤としている。家屋についてもパンダナスの木から自分で作り、床に敷くマットも基本的に自家製である。衣料については西洋のものが定着しているようで、日常生活においては伝統的な衣装は見られない。靴はほとんど履くこともなく、履いたとしてもビーチサンダル程度である。

Island Council 等に雇用されたり、小規模な商店を営むもの以外は、職業という意識はなく、日々の食事に必要な物を必要な時に採集あるいは漁をおこなう。また、現金が必要なときにはこれら採集したものや、マット等の手芸品を近隣のものや南タラワに出て販売する。このため給与・賃金所得者以外の多くの世帯は現金収入が一定しておらず、インタビューした相手も明確には記憶していないため、今回の調査でもその実態把握が難しいことを感じた。

日々の暮らしは採集経済活動や手芸を中心として行っているが、日中は日差しが強いため多くは家屋内で憩いでいる。従って活動の中心時間は涼しい朝夕や電灯のある世帯では夜間となる。漁は必ずしも全ての世帯が行うわけではなく、またカヌーを所有する世帯もそれほど多くはないように見受けられた。一部の者はカヌー無しで網のみで漁をするようである。日の出が午前6時半頃、日の入りが午後6時半頃であるため、各世帯の起床就寝時間もほぼこれに見合った時間となっており、多くは6時頃起床夜8時頃就寝している。但し、電灯のある世帯では就寝時間が10時から12時の間と遅くなっている。

週末などはマニアバで近隣のものが集まりゲームやダンスに興じており、その際に流される音楽はアメリカのポップスである。これらに必要なとされる電力はガソリンを燃料とするエンジン発電機から供給される。

医療関係として各村にクリニックが1カ所あり、その中心的な機関としてAbaokoro村にClinic Main Centerを設けている。ただ規模は零細であり、医師と看護婦の中間的な資格である medical assistant が1名常駐しており、ワクチン用

の冷蔵庫が設置してある。各村落のクリニックで対処できない場合はこの Main Center で治療を受け、ここでも対処不可能な場合には南タラワにある日本の援助によるツンガル病院に運ばれることとなる。Clinic Main Center でのインタビューでは、輸入食品の増加と伝統食離れによる栄養状態の悪化のため、寿命が以前より短くなりつつあるとの懸念を表明していた。現在の3大疾病は糖尿病・肝炎・心臓疾患であり、いずれも以前には見られなかった疾病であるとのことであった。また喫煙習慣による肺ガンも多いとのこと。糖尿病や高血圧を含む心臓疾患については、どの太平洋島嶼国でも見られる傾向であり、高カロリーの輸入食品の摂取と運動不足が原因であるとしている。なお、伝統食は調理に時間がかかり種類もわずかであるため味にバラエティーがなく、一方輸入食品は缶詰や米、砂糖、小麦粉、インスタントラーメン等調理が簡単で味も良いため、輸入食品に頼るようになってきており、特に子供達はその味を好むとのことであった。

子供の死亡率は低いが、平均的世帯の子供の数が以前は7人程度であったのが、現在では5人程度に減りつつあるとのことであった。肺ガンは喫煙の習慣が男女共にあり、日常の挨拶レベルでの煙草のやりとりが浸透していることにも原因がありそうである。ストレスを含む精神的疾患は症例としては未だ少ないが、人々の間で金銭への欲望が増加しつつあるので、今後大きな問題となろうとの懸念を述べていた。

警察でのインタビューで明らかになったことは、北タラワでは重犯罪はほとんどなく軽微な犯罪のみであり、強盗や窃盗もほとんどないとのことであった。多くは飲酒による喧嘩であるとのこと。なお首都のある南タラワでは、北タラワや Outer Island と呼ばれる他島からの現金収入を求める人口流入により犯罪が増加しつつあるとのことであった。

北タラワでの伝統的な社会経済構造と生活様式は、急速ではないにしろ貨幣経済の浸透により徐々に変化しつつある。各世帯にインタビューした結果では、この変化は「好まないが仕方ない」といった受けとめかたであった。

以上に述べた社会経済構造や生活様式とその変化の傾向は、PV 設置前の 1992 年当時と比べ大きな変化はないようである。

5 - 2 エネルギー利用状況

インタビューを行った世帯が所有するエネルギー利用器具は表 6 2 の通りである。主に乾電池使用のラジオ、カセット、懐中電灯もしくはケロシン使用のケロ

シンランプかケロシンストーブである。現金収入の多い者の中にはガソリン使用のエンジン発電機や船外機を所有する者があるが少数である。PV 電化により照明以外に使用している電気機器はラジオ、カセットである。エンジン発電機を使用する者は私有のマニアバの照明に使ったり、ビデオやステレオに使ったりしていた。

以上の状況は 1992 年当時と大きく変化はなく、所有者の変化はあるものの、特に増大したとは言えない。

5 - 3 PV 電化の影響

5 - 3 - 1 調査方針・手法

北タラワの 6 ヶ村落において 1992 年から 1993 年にかけて実施された PV 電化パイロットプロジェクトの裨益効果測定を試みが、今回の社会村落調査の目的の一つである。調査対象が 55 世帯、経過年数が 7 年であり、しかも電化が基本的に照明用途のみのものであり、その裨益効果を測定することは、その変化の様子がマクロの統計にも表れ難く、理論的に設定した指標による測定が前回の調査でなされていないものも多いため比較不能であり、また、インタビュー相手の記憶に依存せざるを得ないため測定そのものが難しいものも多く、このため裨益効果の測定は困難であることが予想された。

しかしながら、調査方針として、まずは理論的に設定すべきものは設定することとし、それに基づき質問票を設計し、インタビューの中で時間的な制約と相手の反応を勘案しながら、質問の不的確さや回答の不明確さを考慮しつつインタビューを臨機応変に行うこととした。但し、比較的計測のしやすいと思われる収入やエネルギー使用関係についてはもろさず質問することとした。なお、裨益効果の測定を目的としているので、変化の比較を見るため、インタビュー対象者は主として PV 設置時と同一の世帯とした。

調査手法は、PV 設置時と同一世帯を対象に別添 7 の質問票を使用して個別面接法により行うこととし、上記の方針の通りインタビュー相手の反応を見ながら質問を臨機応変に行うこととした。質問票は変化測定のため比較がしやすいように、1992 年と 1993 年に行われた調査に使用された質問票を基本に作成し若干の項目を追加した。

調査に先立ち裨益効果測定の理論的枠組みとして、裨益要素の抽出と、これに対応する測定量としての指標設定、および測定量の比較対象の設定を下記の通り構築した。なお、直接の指標設定できない場合は近似指標を設定した。

(1) 裨益要素と指標設定

裨益要素

指標 (近似指標を含む)

(健康面)

- ・乾電池投棄による土壌汚染の減少
- ・ケロシン煙吸引による
肺・呼吸器疾患減少

乾電池消費量
肺・呼吸器疾病数

(安全面)

- ・夜間治安向上
- ・ケロシン・ローソク等
による火事減少

盗難等犯罪数
火事件数変化

(快適・利便性)

- ・ケロシン運搬・貯蔵・取扱い
等煩雑さ減少

ケロシン等に関わる
事故/負傷回数・運搬時間

(生活水準：精神面)

- ・生活自由度向上
(生活行動時間多様化)
- ・生活内容の多様化・充実
- ・娯楽・教養・情報・
教育・文化向上

生活行動時間(起床・就寝時間・
食事時間・労働時間等)
午前・午後・夜間活用内容
家族団欒時間
児童家庭学習時間
教育水準(就学率・中退率：初

等・

中等・高等・専門)

読書時間

識字率

ラジオ・カセット・テレビ・

ビデオ視聴時間

(伝統文化保存継承)

主婦手工芸従事時間

(生活水準：社会活動面)

- ・マニアバ活性化
- ・隣近所紐帯

集会回数・時間・内容
夜間近所付き合い時間

(生活水準：家計面)

・就業機会・生産性向上	夜間漁準備時間・漁従事時間増分 職業訓練・技術継承時間 職業多様化就職増
・家計収入増	マニアバ・家庭内でのマット織等 手芸収入額
・家計支出減	ケロシン消費量 乾電池・懐中電灯使用数量時間

(2) 測定量の比較対象

裨益要素の変化を把握するため、調査対象を PV 設置 55 世帯のうち設置当時と同一の世帯としたが、予想以上に転居あるいは PV 管理費の未払いによるシステム撤去により世帯主が変わっていた。インタビューを実施したのは 26 世帯であるが、このうち 1992 年の調査と比較可能な世帯数は 15 世帯であった。(未払いによる撤去世帯数：11，転居等による撤去世帯数：20，1992 年調査との照合不能世帯数：9) 参考として PV 設置時とは異なる世帯についてもいくつかインタビューを実施した。(表 6 3 参照) また各世帯のほか、マニアバ、学校、クリニック、警察にもインタビューを行ない、裨益効果の多面的な把握に努めた。

5 - 3 - 2 結果

1992 年に実施された PV 設置前のアンケート調査と比較した結果を述べる。なお、今回のアンケート調査結果は表 5 - 2 5 - 5 (添付資料参照) にまとめた。

(1) 収入

表 5 2 に見られるとおり、各世帯の収入の変化については PV 設置効果との判断はできず、変化の主要因が、各世帯の現金獲得が、必要時に漁労・採集食物あるいは手芸品の売却により行われ定常的なものでないことによるものと考えられる。これに加え、家族内に海外からの送金をする者の存在、小規模商店の開始、Island Council 等の就職による変化が現金収入規模に大きく作用している。

(2) 乾電池・石油製品消費量

PV 設置から 7 年という年数経過の中で、乾電池・石油製品使用器具(懐中電灯・ラジオ・カセットテープ・ビデオ・ケロシンランプ・ケロシンストーブ・エンジン発電機・オートバイ・船外発動機)の所有数に変化が見られ、単純な比較が不能となっている。インタビューでは定性的に乾電池や石油製品の購入・消費が少なくなったという回答をほとんどの世帯から得ている。(表 5 3 参照)

(3) その他指標

乾電池投棄による土壌汚染の減少

所有する乾電池使用器具が変化しており、また 1992 年の調査では年間消費量が出されていないこともあり比較不能であるが、定性的には PV 導入により乾電池消費量は減少したとの回答であった。土壌汚染減少という裨益要素に対し乾電池消費量という指標は近似指標であり、本来的には土壌汚染そのものの計測と、これを原因とする作物の減少、土地利用の変化、水源汚染を測定すべきものであるが、今回調査の任を越えるものであり、近似的な把握ということで設定したものである。使用済み乾電池は投棄されているのがあちこちで散見され、缶詰や缶入り飲料の空缶も同様に投棄されていた。

ケロシン煙吸引による肺・呼吸器疾患減少

北タラワの家屋には壁がなく、しかも貿易風が恒常的に吹いているため、ケロシンを使用しても屋内にその煙が停滞することがない。このためケロシン煙を原因とする肺・呼吸器疾患はないとの回答を Abaokoro 村の Clinic Main Center より得ている。

夜間の治安向上

各世帯のインタビューからも、また警察のインタビューからも、元々治安は極めて良いとの回答を得ている。このため、特に PV を導入したことにより向上したとは断定できないが、PV 電化によるけい光灯がケロシンランプに比べ極めて明るく、屋内のみならず、家屋付近をも明るくすることもあり、各世帯や警察も、PV 電化が夜間治安向上に効果があるとの印象をもっているようである。

ケロシン・ローソク等による火事減少

各世帯と警察にインタビューした結果、ケロシン・ローソク等の使用による火事そのものがほとんど発生したことがないとのことであった。ただ 1 世帯のみが火事であったことがあるとのことであった。また、Kainaba 村のマニアバが火事で焼失したことがあるとのことであったが、これは飲酒による事故に伴うもので、以来同村では禁酒となっている。

ケロシン運搬・貯蔵・取扱い等煩雑さ減少

ケロシン取扱いに関わり発生した事故や負傷回数を各世帯インタビューの中で尋ねたが、ほとんど事故や負傷は見られず、有ったとの回答をした世帯も一度のみということで、僅かな発生率であった。一方、ケロシン購入のための労力は、村内にケロシン等石油製品を販売する商店の有無により大きく異なる。同一村落内にあ

る世帯では労力は大したことはないとしているが、他村落まで出かけて購入するのは、1時間近くもかけておりその労力の減少を評価していた。特に地理的に孤立している Kainaba 村では3～4時間の時間節約となったといった回答をした世帯もあった。なお、PV 電化の便利さとして、ケロシンランプとの比較で点灯の容易さを挙げていた。

生活自由度の向上（生活行動時間多様化）

生活自由度向上の近似指標として、生活行動時間の基本である起床就寝時間を各世帯に質問した。各世帯の平均としては起床が午前6時、就寝が午後11時であった。PV 設置前と比較すると起床時間には変化がないが、就寝時間が午後8時頃であったのが3時間ほど遅くなっている。

生活内容の多様化・充実

経済基盤が自給自足の漁労採集経済であるため、生活内容はほとんど変化していない。貨幣経済が浸透しつつあるが、この状況は PV 設置以前から起こっており、漁労採集食物や手芸品の零細規模の販売による現金獲得であるため、大きくその生活内容が変化したものは見られなかった。各世帯インタビューでは、家族団欒時間が増加したとの回答を得ている。

娯楽・教養・情報・教育・文化の向上

教育水準に関し小中学の就学率を学校でインタビューしたが、義務教育であることもあり、ほとんどの者が就学しているとのことであり、中退もほとんどないとのことであった。しかしながら、村落調査中に授業時間であるはずの時間帯に児童が学校外に居るのが散見され、学校でのインタビュー結果をそのまま肯定することはできないように思われる。

各世帯のインタビューでは読書時間が増えたという回答もあるが定量的に捉えうるほどのものはなかった。児童の宿題等家庭学習時間が増加し、30分から2時間ほど勉強するとの回答を得ている。しかし学校の終業時間は午後2時であり、帰宅後相当の時間があるが、夕食までは親の手伝いをするというので、宿題等は夕食後になるとのコメントを学校から聞いた。なお、ある1世帯からは、PV 電化による照明のおかげで息子が勉強した結果教師になり、今では他島から仕送りをしてくれていると感謝を述べるものもあった。ラジオ・カセットを所有する世帯では、就寝時間が遅くなったことにより、これらの聴取時間が増加したとしている。

マニアバの活性化

マニアバでの活動が増加したとしているが、多くは週末のゲームやダンス、あるいはビデオ視聴である。但し、これらマニアバの電源はエンジン発電機が主である。インタビューした世帯の多くは、PV 電化により自宅に照明がついたことで、マニアバでの行事の参加が減少したとしている。

また、自宅に照明がついたことにより、照明のない近隣者が夜間に訪れるため、近隣者との交流が増加したとほとんどの世帯が回答している。

就業機会・生産性の向上

漁をおこなっている世帯では、夜間におこなう漁準備時間や漁従事時間が増加したとしているが、収入増に直接結びついたとの確証は得られていない。その理由としては、漁も基本的に自給を目的としており、現金が必要なときには、多めに獲るなりして売却するといった非定期的な活動であることによるものと思われる。

家計収入増

前述の漁と同様、マット織等の手芸品についても自家用のものと、現金必要時に売却するものがあり、非定期的な活動のため、直接収入増には結びついていないと思われる。

家計支出減

多くの世帯がケロシン・乾電池消費量が減少したとしているが、利用機器の変化等のため、その変化を比較することはできなかった。

5 3 3 裨益効果以外の影響

JICA の開発調査 PV 電化パイロットプロジェクトがもたらした影響として大きく二つのものが挙げることができる。

一つは、パイロットプロジェクトが本質的に持つデモンストレーション効果である。これにより PV 電化による照明の便利さと安価が喧伝され、北タラワの未電化世帯のみならず、他島においても PV 電化希望者が殺到している状況となっている。

もう一つは、このパイロットプロジェクトが採用した ESCO 方式と維持運営方式が成功したのを受けて、1993 年に EU が 250 セットの SHS を導入するきっかけとなったことである。

5 - 3 - 4 評価

電気による照明がもたらすものは、本質的には、闇という自然制約から解放され、自己の意志で生活行動時間を決定することが可能な時間の範囲が拡大することである。

この生活行動時間の自己決定拡大は様々な可能性をもたらし、便益の機会提供となるが、これを如何に活用するかは個々人にかかっている。従って、拡大された行動時間の全てが便益につながるとは言えないが、積極的に活用されることによりもたらされたものを裨益効果として測定することは可能であるとの前提で、今回の調査において電気照明がもたらす裨益効果の測定を試みた。しかしながら、時間的制約や通訳を介してのインタビューによる限界の他、インタビュー相手の記憶や意識に依存せざるを得ないという方法上の限界から多くの裨益要素については定性的な結果しか得ることはできなかった。

定性的に裨益効果を述べるとすると、通常言われるように、ケロシンランプに比較しその明るさと利便性，調理や食事での利便性，児童の学習機会増，夜間病人看病の利便性，手芸・裁縫時間増，夜間漁準備・捕獲魚保存時間増，文化的・社会活動増等が挙げられる。前項の「結果」で示したように北タラワにおいても同様のことが言え、基本的に照明に限られた電化の裨益効果は達成されているものと考え。自給自足が可能な「原初的な豊かさ」を有するキリバス国のような社会においては、電化を「BHN」の一要素として捉え、これの充足を前提に今後の社会開発なり経済開発を考えていく必要があるのではなかろうか。

一方、社会開発あるいは人間開発の視点から見た場合、電化しかも基本的に照明に限定された電化の持つ本質的な意義は、闇という自然制約からの解放による生活行動時間の自己決定拡大にある。従って、電化照明が生活基盤ひいては社会経済基盤の重要な要素の一つであり、村落開発の「インフラ」として認識すべきものと考え。

この電化照明という基盤的要素を如何に活用するかは、個々人の意志と能力にかかっているが、その個々の意志と能力を社会的に活用・援助する仕組みなり基盤を国あるいは社会から提供・整備されない限り、電化照明の裨益効果は十全には発露しえないものと考え。さらに、自給自足可能な自然環境の中で培われてきた生活様式・習慣や生活行動がより生産的な方向への変容を伴わないと、やはり電化照明の裨益効果は充分には期待することはできない。電化照明の裨益効果はケロシンランプ等に対する相対的な利便性等の優位あるいは BHN の充足以上のものを発揮

するためには、これらの条件を満たしていくことが重要である。

5 - 3 - 5 PV に対する満足度

PV 電化に対する住民の満足度についても調査を行なった。インタビューを行なった全世帯が PV 電化に満足しており、維持管理や料金徴収についてもほとんどの世帯が満足しているとの結果を得た。但し、Kainaba 村の世帯では、地理的に隔離されており Field Technician の来村が 2 - 3 ヶ月に一度と少ないため、故障修理への対応の遅さなどについて不満を述べていた。また、満足している世帯でもより早い修理対応の希望を表明していた。

一方、PV 電化の容量については、現在より 1 - 2 本多くけい光灯が欲しい、あるいはラジオ・カセットテープが聴けるようにして欲しいといった要望があった。このために追加支払してもいいとする額は、A\$3 - A\$21 であった。

その他 PV による希望電化製品として、冷蔵庫・揚水ポンプ・ビデオ・ステレオ・CB(通信)等が挙げられたが、これらは購入可能な現実的な希望というよりは、あくまで住民の夢として挙げたようである。

第6章 PV電化促進への提言

6 - 1 政策提言

キリバス国は多数の小島からなるため系統電化や燃料供給は困難であるが、太陽エネルギー賦存量は豊富であり、地方電化には分散型の太陽光発電(PV)を用いることが有効である。地方電化の実施は南タラワへの人口流入防止、PVの利用は石油への依存軽減のためにも有効である。

地方電化は地方開発と同期して実施していくことが、効果を高めるために重要である。従ってキリバス政府は電化担当のMWE、地方開発担当のMHA、Island councilなどの相互連携促進を強化していくこと。

地方電化に際しては単に個人家庭の電化だけでなく、地方公共施設、即ちクリニック、学校およびIsland councilの電化も併せて考慮すること。

地方経済活性化のため、例えば手工業やSea weed plantなど地場産業への適用を含めた応用分野にも導入を促進するようキリバス政府は関係機関への啓蒙に努力すること。地方活性化のために通信網の充実が重要である。キリバス政府はPV導入により通信網の一層の充実が可能かどうか関係機関と検討していくこと。

PV展開の初期にあたってはオーバーヘッドの増大により地方電化事業、特にSEC運営の効率低下が予想される。これにより事業が阻害されないよう、キリバス政府は電化事業インセンティブ、例えばOuter Islandとの各種インタラクション費用の割引などの策を検討することが必要である。

ライン諸島、特にクリスマス島は自然資源の豊富な島として世界の注目を集めている。この地域の電化に対しては、環境保全に留意し環境NGOなどの意見も集約した事前のEnvironment Impact Analysisを行うことが必要である。また、この時期までにはバッテリー処理方法について確立しておくことも必要である。

6 2 SECの運営

EUにより1,500軒のSHSが展開された後は、SHS運営だけでほぼ自立できる規模に近づくため、SECはこの規模で自立運営できるよう、経営努力、特に管理機能の効率化に勤めなければならない。現在の市場規模ではSECの民営化は困難であるが、健全な経営を保てるよう、定期的に会計監査・業務監査を受け入れることが効果的である。今後の地方電化に際しては、クリニック、学校、Island councilやSea weed plantなどの設備の電化も必要になる。SECはこれらの設備の電化(500W程度でAC駆動)についても、標準的なシステムを検討準備する必要がある。より多くの人に電気を提供できるよう、SECは低価格版のSHS(50W、電灯2灯程度)を準備する必要がある。

SHS運営の効率化のためには、維持管理業務の定型化・マニュアル化を行い、更に運営担当者の自発努力を促すために、彼らの報酬に歩合給の部分を取り入れることが有効である。

使用済みバッテリーは全ての部分が公害源となりうる。特に電解液をはじめ鉛等の処理は自国内では困難と見られる。使用済みバッテリーを確実に回収し、海外工業国で安全処理がおこなえるよう早急に手段を確立すること。

6 - 3 地方電化の標準システム

キリバス国の所得を調査し、標準的な所得の家庭と低所得家庭に分けてシステム規模と徴収料金の設定を検討する。標準的なシステムとして、次のようなSHSが考えられる。

	PV規模	バッテリー	負荷(電気製品)
標準所得家庭	100W	12V-100Ah	けい光灯11Wx3灯，ラジカセ CB無線設備 等
低所得家庭	50W	12V-70Ah	けい光灯11Wx2灯

極力初期投資のコストダウンをはかるため、すべての資機材は、近隣諸国からの輸入も含め原則として現地調達を実施するのが望ましい。また、SECの自社製造コントローラも当然対象とするべきである。なお、EUプロジェクトを通じてけい光灯の点灯回路等の自社製造が可能となれば、これも調達対象として検討すること。

6 - 4 技術育成

維持管理技術の向上やPVシステムの応用分野の拡大をはかるため、常に最新の情報収集を行い新技術の習熟に努めなくてはならない。このためには積極的に国際機関の実施する技術トレーニングに参画しSECエンジニア自身の技術レベルアップを図る必要がある。

SECエンジニアは、トレーニングで得られた成果を確実にFTに伝え、FTの保守点検技術力向上に努めなくてはならない。

TTI(Tarawa Technical Institute)等とも連携し、トレーニング用設備の充実をはかり、PV技術の定着と普及に努めなくてはならない。

6 - 5 バッテリーの再生処理

EUプロジェクトで島嶼部にまでSHSが普及すると、バッテリー処理に関しては、まず確実に回収し保管するするルールを作り上げることが先決である。

環境面からも自動車用バッテリーも併せて回収処理することを検討し、再生処理プロセ

スにおいてある程度経済性が見込めるようにする必要がある。

環境省(Ministry of Environment)が主体となってバッテリーの回収処理を推進する。これをMWEやSECおよび各島のIsland Council等が連携を密にして支援すること。

6 - 6 村落開発

社会開発あるいは人間開発上PV電化の裨益効果を十全に発揮せしめるためには、前述したように、様々な基盤整備が必要であると考ええる。ここでは短期的に実現可能な社会開発上の整備についていくつかの提言を行なうこととしたい。

マニアバを文化・教養・情報の中心として活用するため、PV電化を進め、照明のみならず、通信のためのCB、ラジオ、ビデオを常設する。これらを通じ、すでに問題となりつつある輸入食品増加に対し栄養問題や伝統食の見直しや調理法、衛生問題、乾電池や空缶の投棄の環境問題に関する啓蒙活動を行なう。

将来の社会の担い手となる子供たちの教育向上やキリバス国の将来構想に基づく社会開発的な教育プログラムを導入することにより将来的な発展の基礎を作るため、学校へのPVを用いたビデオなど教育設備の導入を検討する必要がある。

マニアバにおいてビデオ等を使用して手工芸品育成活動を行ない、完成品の洗練度をあげ商品価値の向上や競争力の強化に努め、少しでも経済に活性化に役立てるため観光産業の振興などをはかる必要がある。

6 - 7 地方電化プログラム

本節ではEUプロジェクトが終了した後の地方電化プログラムについて言及する。

6 - 7 - 1 地方電化規模

対象

ギルバート諸島およびライン諸島

導入PV機器 (数量は推定)

・ 標準SHS (100W)	3,000セット
・ 小型SHS (50W)	1,000セット
・ Dispensary system (500W)	20セット(各島に1台)
・ Elementary school system (標準SHS×2)	100セット(各島に5セット)
・ Secondary school system (標準SHS×5)	20セット(各島に1セット)

これ以外に、ライン諸島の村マニアバ、通信設備電源、地域産業用電源などは個別に検討する必要がある。

付帯設備

SECクリスマス島分舎 (事務所、倉庫、電源500W、管理用コンピュータなど)

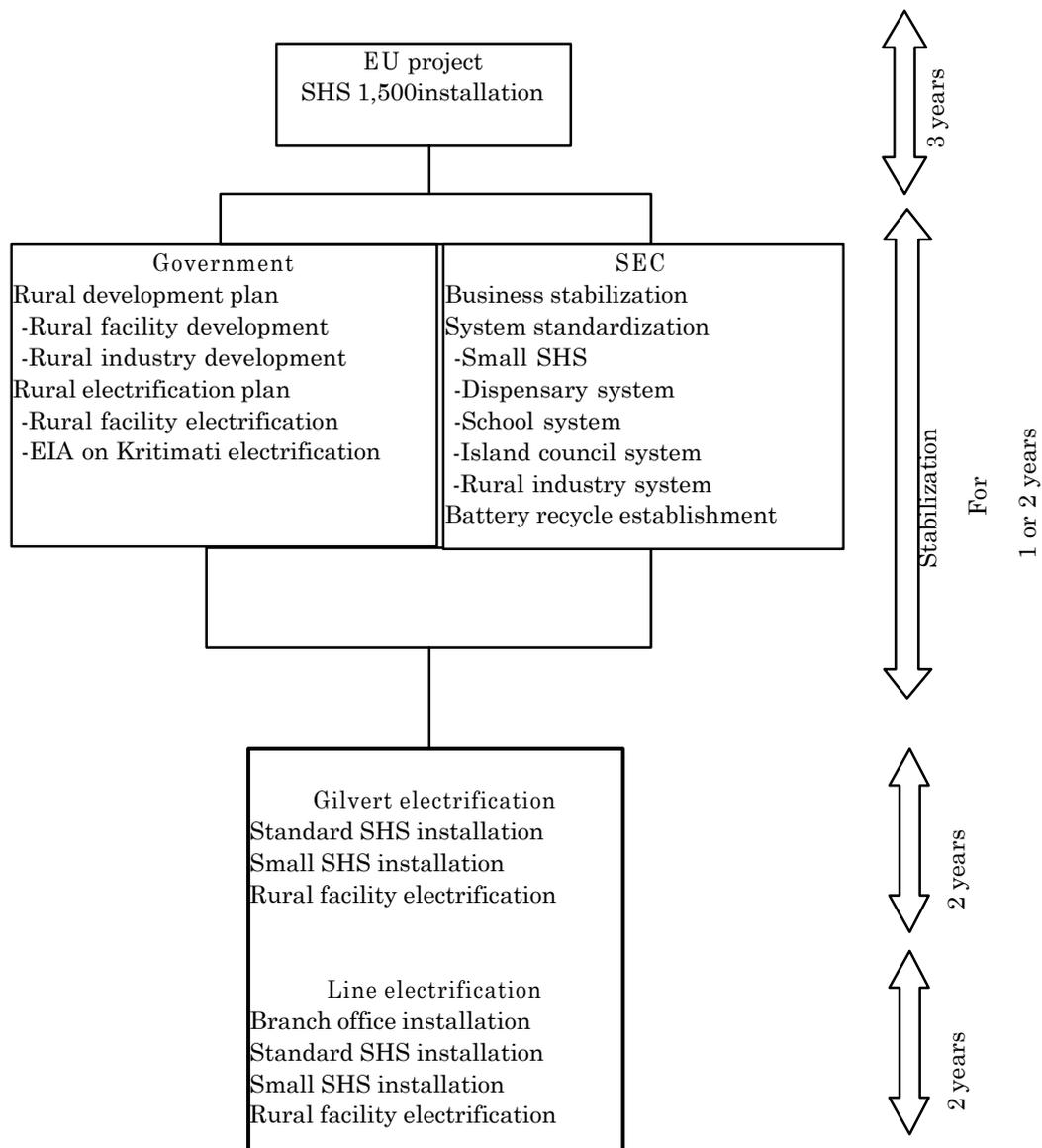
日射量測定システム (タラワ島およびクリスマス島)

資金規模推定(¥)

・ 標準SHS (100W)	600,000
・ 小型SHS (50W)	100,000
・ Dispensary system (500W)	20,000
・ Elementary school system (標準SHS × 2)	40,000
・ Secondary school system (標準SHS × 5)	20,000
・ クリスマス島分舎	5,000
・ 日射量測定システム	2,000
計	787,000

これ以外に、ライン諸島の村マニアバ、通信設備電源、地域産業用電源などは個別に検討する必要がある。

スケジュール



第7章 PV 電化に関する一般的な検討

7 - 1 PV 関連経済指標

太平洋島嶼国においては、発電設備 送配電線網を建設して未電化村落に電力を供給するのは、その地理的な制約や人口、村落の分散などからみてなじまない。キリバス国 PUB においても、南タラワ以外は住民のデマンドが小さく経済性がないため、グリッド延長による給電は実施しない方針である。一方、キリバス国は1日あたりの平均日射量が日本の2倍近く得られ、すでに導入実績のある太陽光発電システムは地方電化の有効な手段として評価されている。これらの現状を考慮すれば、経済性の比較を行う際に、SHS は既存の100W システムを、またディーゼル発電は太平洋島嶼国で調達可能な最も小さい容量の5kW ディーゼル発電が対象となると考えられる。

7 - 1 - 1 検討対象とする村落規模

開発調査報告書によれば、94年時点でキリバス国全体では、11,301 世帯 169 村落であった。このうち、南タラワ：3,297 世帯 / 17 村落は、ディーゼル発電による配電線から電力供給を受けているので、PV システムによる電化計画からは除くとすれば、南タラワ以外の未電化村落の平均村落世帯数は、8,004 世帯 / 152 村落 52.6 世帯 / 村落 50 世帯 / 村落と仮定できる。

7 - 1 - 2 コスト比較の前提条件

双方に共通する前提条件を、「計算期間：20年、割引率：6.5%」とし、それぞれには次に示すような想定を用いてコスト比較を行った。

(1)太陽光発電システム

太陽電池モジュール生産コストは、世界銀行アジア開発銀行および USDOE などいくつかの研究機関で予測されているが、これらをもとに2005年のモジュール市場価格を流通段階での経費を考慮して US\$3/W_p になると仮定し、その他の機器はラオスプロジェクトの実績などを参考にシステム価格を次のように想定した。

表7 - 1 2005年における100WSHSシステムの価格想定

PV components	Unit price	100WSHS(US\$)	備考
Module	US\$3/W	300	20年耐用
Charge controller		50	10年耐用
Lamp	US\$25(10W)	50	2灯
PV Battery	US\$1.4/Ah	140	5年耐用(12V-100Ah)
雑材	機材の5%	25	
工事費(架台込み)	機材の10%	49	
		614	

(2)ディーゼル発電

キリバス国では小型のディーゼル発電機を市場で入手することは困難である。従って、フィジーにて聞き取り調査を行って得た価格を使用する。また、ディーゼル発電設備に必要な配電線設備の価格も PUB から得られなかったため、バヌアツ国における延長費用を使用することとした。

表7 2 ディーゼル発電設備の価格想定

Components	Unit price	5kW システム	備考
発電機	US\$600/kW	3,000	
工事費	発電機の 20%	600	
保守費	発電機の 10%	300	
配電線布設費	US\$12,000/km	36,000	総延長：3km
引込線	US\$20\$/20m,軒	1,000	

また、その他の主な諸元は次に示す数値を使用した。

燃料消費量	: 0.4ℓ/kWh
燃料価格	: US\$0.55/ℓ
潤滑油消費量	: 0.003kg/kWh
潤滑油価格	: US\$1.3/kg

(3) 想定負荷

住民の使用が予想される電気製品の種類や使用時間などは、どちらの発電設備を選択した場合でも同じものとし、表7 3 ように想定した。

表7 3 電気製品の種類と使用時間

電気製品の種類	仕様	使用時間(hr)	電力需要(Wh)
けい光灯	10W x 2 灯	6	120
ラジカセ	15W x 1 台	4	60
TV	40W x 1 台	3	120

7 - 1 - 3 比較結果

前出のような条件をもとに、発電原価を算出しその比較を行った結果を表7 4 に示す。100WSHS の場合は、村落の家屋数を 50 軒として全体のコストや電力消費量を示した。表中の総コストと総電力消費量は 20 年間にわたる「Present Worth Factor」を考慮した数値である。

表 7 - 4 発電原価の比較

発電設備	発電原価	総コスト	総電力消費量
100W SHS(50 軒分)	US\$0.94 / kWh	US\$56,739	60,326(kWh)
5kW ディーゼル発電機	US\$1.02 / kWh	US\$61,738	60,326(kWh)

また、併せて1軒，1日あたりの電力消費量を変化させて双方の発電原価の比較を行った結果を図7-1に示す。

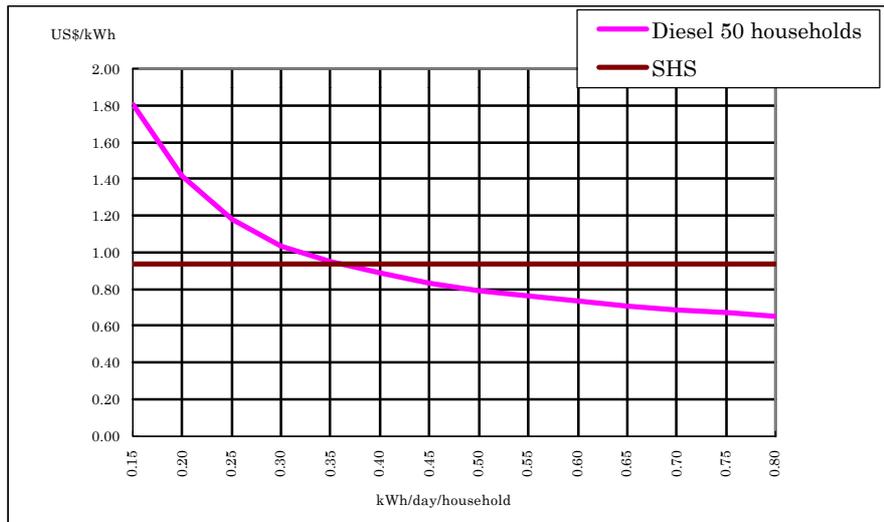


図 7 - 1 電力消費量と発電原価の比較

これらのコスト比較の結果から、キリバス国における一般住宅の照明やラジオ程度の電力需要をまかなうには、ディーゼル発電よりも太陽光発電の方が有利なことがわかる。ここで、さらに少ない電力需要に対応するため、小規模のたとえば 50W 級 SHS のオプションを導入すれば、一層経済的に PV の有効性が出てくるものと考えられる。

7 - 2 PV 導入の諸方式

ここでは PV 機器を SHS に限定して考えることとする。PV 導入に際しては機器コストの回収方法と維持管理費の回収方法の 2 面を考える必要がある。機器コスト回収については次の方法がある。

* 一時払い方式

PV 導入時にユーザーが一括して支払う方法。構成方法にもよるが、SHS は 10 万円前後と高価格なので、途上国の地方村落で購入できるのはかなり富裕層に限られる。

* ローン方式

何回かの分割払いとする方法。地方村落の個人はローンのための信用供与がなかなか得られないという問題がある。ローンが得られたとしても高利率、短期に返済しなけ

ればならない場合が多い。基盤のある民間団体などが PV 普及のために信用供与してローンを仲介する場合もある。国際援助機関などが信用供与や低利のローンを提供することも有効である。

* レンタル方式

上記の 2 つと異なり PV の所有権は PV 普及団体などが持ち、ユーザーは利用期間にわたって料金を支払い続ける方式。PV 普及団体に財務体力があれば、減価償却期間を長く取り利用料金を低くすることが可能である。この場合も国際援助機関などが信用供与や低利のローンを提供し PV 普及団体の負担を軽くすることができる。後述の ESCO 方式はこの方法を兼ねることもある。

維持管理については、運営団体がユーザーと個別に管理契約を結び、徴収した料金で維持管理していくことになる。この場合、PV 機器の所有権が運営団体にあるか、ユーザーにあるかによって運営がやや異なってくる。

* 所有権がユーザーにある場合

基本的には管理の人件費が料金になる。バッテリーなどの寿命機器の取替えを料金に含まないことが多く、取替え機器費用はユーザー負担となる。この時にユーザーに資金がないと、そのまま利用されなくなる恐れがある。

* 所有権が運営団体にある場合

所有権のある機器については、寿命による取替えまでを料金に含む。利用料金はやや高くなるが、維持管理は確実にできる。管理料金を抑えるために所有権、管理範囲を太陽電池・コントローラ・バッテリーまでとし、屋内配線・電気機器の所有・責任はユーザー負担とすることが多い。

SHS の場合、維持管理が重要なので PV 機器の購入はどの形態をとっても維持管理契約を結ぶことが望まれる。より確実な運営方法としてよく使われるのは、PV 機器の所有権を PV 普及団体のものにし、団体の責任で維持管理していく方法で、形態上、団体はユーザーにエネルギーの提供サービスをしているので Energy Service Company(ESCO)と呼ばれる。ESCO 方式の場合、PV 機器の減価償却回収費用とサービス費用が必要となり、利用料金はやや高く、1,000 円 / 月程度となる。通常、途上国の地方村落で電気の代わりに使われる灯油ランプや電池の費用は 500 600 円程度なので、利用者はそれまでよりやや出費が増えることになるが、PV で得られる照明などの品質が高いため満足度は高い。

村民の負担を軽減するために国際協力機関や政府の資金などを補助金に用いる方法もあるが、この場合は利用者が公平に補助金を受けられるようにする必要があり、資金負担が大きい。一部の利用者に不公平に補助金が使われると、不満が出るだけでなく、PV の

マーケットにも悪影響を引き起こす。PV 導入についてはこれらの点を考慮して、最初に適切な計画を立てることが必要である。

7 - 3 PV の CO₂ 削減度

太陽光発電は発電時に CO₂ を一切排出しない方式であるが、その製造過程ではエネルギーを必要とする。ここでは、太陽光発電設備の建設から運転、廃棄までのライフサイクルすべてにわたる CO₂ 排出量について、ディーゼル発電との比較を行った。

7 - 3 - 1 分析の手法

PV システムとディーゼル発電との発電方式で投入されるエネルギーを次のように区分し CO₂ 排出量を推定する。



<ラオスプロジェクトインテリムレポート参照>

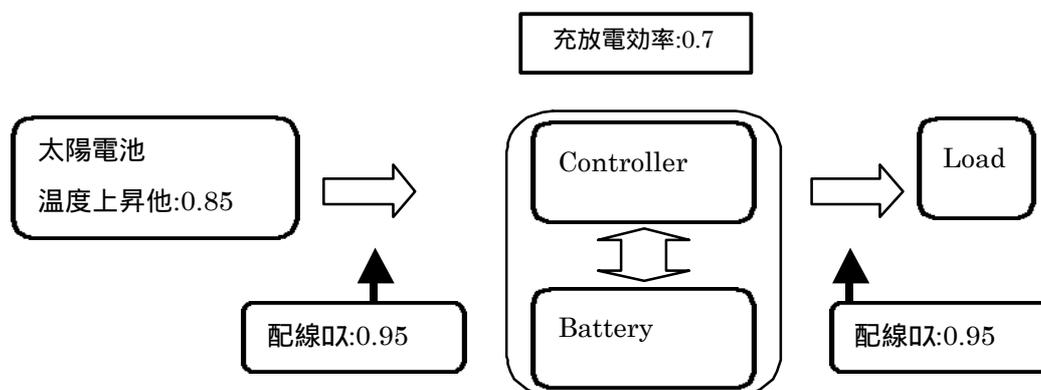
7 - 3 - 2 電力需要の想定

太陽光発電システムから発電可能な電力量をすべて需要と想定する。

<100WSHS> の場合

* キリバスの平均日射量(1980 - 1986)：5.69(kWh/Day)(開発調査報告書より)

* 電力フローと各部の効率はこの通り。



<年間発電電力量想定>

$$0.1(\text{kW}) \times (0.85 \times 0.95 \times 0.7 \times 0.95) \times 5.69(\text{kWh/Day}) \times 365(\text{日}) = \underline{111.5(\text{kWh/年})}$$

7 - 3 - 3 村落規模の想定

経済性比較の際に使用したのと同様に 50 世帯 / 村落と仮定する。

7 - 3 - 4 CO₂ 排出原単位的前提条件

日本における関連データを使用した。また、ディーゼル発電については、一般機械および金属製造業の平均製造エネルギー量をベースに CO₂ 排出原単位を算出した。

電力	93g-C/kWh
粗鋼	520g-C/kg
シリコン	189g-C/Wp
機械製造	127g-C/kg
PV 製造	210g-C/Wp
石油製品	855g-C/kg (採掘 燃焼まで)
自動車用バッテリー	329g-C/個

(ラオスインテリム参照)

7 - 3 - 5 それぞれの発電方式における CO₂ 排出量

設備のライフを 20 年として、ディーゼル発電と PV システムのそれぞれの発電方式における年間の CO₂ 排出量を算出し比較した。

(1) ディーゼル発電

前出のように、平均の村落世帯数を 50 世帯とし、これに 1 台のディーゼル発電設備にて給電するものとする。

<ディーゼル発電設備の規模想定>

キリバス国において、100W SHS の年間想定発電電力量相当を電力需要とし、これをディーゼル発電設備 P(kW)により 24hr 供給すると想定する。

$$\text{年間デマンド} : \underline{111.5(\text{kWh/年})} \times 50(\text{世帯/村落}) = 5,575(\text{kWh/年,村落})$$

このデマンドに基づき、ディーゼル発電機の規模を算出すると

$$P(\text{kW}) = 5,575(\text{kWh/年,村落}) / (8,760(\text{hr/年}) * \text{発電効率 } 20(\%)) \quad 3.2\text{kW}$$

通常開発途上国においては、小規模ディーゼル発電機の容量は 5(kW)が一般的である。従って、発電設備容量を 5(kW)とすると発電設備重量は約 100kg である。

<燃料消費量と CO₂ 排出量>

5(kW)ディーゼル発電機で発電効率を 20(%)と仮定すれば、その燃料消費量は

0.5(ℓ/kWh)程度となる。ここで、軽油の比重を 0.85/ℓとすれば、重量換算での燃料消費量は 0.43(kg/kWh)となる。これまでの設備容量による重量や燃料消費量等の想定をもとに、ディーゼル発電設備の CO₂排出量を算出すると次の表の通りとなる。

項目	計算式	結果
素材エネルギー	鋼材 100kg x 520g-C/kg	52,000g-C
製造エネルギー	鋼材 100kg x 127g-C/kg	12,700g-C
燃料エネルギー	5,575kWh/年 x20 年 x0.43kg/kWhx855g-C/kg	40,992,975g-C
CO ₂ 排出量合計		41,057,675g-C
CO ₂ 排出量/kWh	41,057,675 g-C ÷ (5,575kWh/年 × 20 年)	368g-C/kWh

(2) 太陽光発電システム

50 世帯の村落の全戸を対象に 100(W)SHS を設置するものと仮定する。100(W)SHS 用のアレイ他部材材料の重量を 15kg とする。また、燃料相当部分となるバッテリーは、2年ごとに交換するものとし、これらを前提に 50 世帯分の CO₂排出量合計を算出した。

項目	計算式		結果
素材エネルギー	モジュール	100Wp/set x 50sets x 189g-C/Wp	945,000g-C
	その他部材	15kg/set x 50sets x 520g-C/kg	390,000g-C
製造エネルギー	モジュール	100Wp/set x 50sets x 210g-C/Wp	1,050,700g-C
	その他部材	15kg/set x 50sets x 127g-C/kg	95,250g-C
燃料エネルギー	バッテリー	10 個/20 年,set x 50sets x 329g-C/kg	164,500g-C
CO ₂ 排出量合計			2,645,450g-C
CO ₂ 排出量/kWh	2,645,450g-C ÷ (5,575kWh/年 ÷ 20 年)		23g-C/kWh

(3) ディーゼル発電と太陽光発電システムとの比較

ディーゼル発電と太陽光発電システムとの CO₂排出量の比較を行った結果、ディーゼル発電：368g-C/kWh，太陽光発電システム：23g-C/kWh となった。これによれば太陽光発電の CO₂排出量は、ディーゼル発電の 6%程度となった。従って、ディーゼル発電の代替として太陽光発電の導入を促進すれば、かなりの CO₂排出量の削減が期待できる。