

第4編 トンガ王国

要 約

要 約

① 国の概要

トンガ王国（以下「ト」国と称す）は、ポリネシアに属し、南西太平洋のほぼ中央部、南緯 15 度～23 度 30 分、西経 173 度～177 度）に位置する島嶼国である。国土は南北に約 1,000km、東西 500km の広大な海域に点在するトンガタブ、ハーパイ、ババウ、ニウアスの主要 4 諸島とそのグループ島で構成されている。陸地の総面積は約 750km² である。人口は、101,991 人（2006 年国勢調査結果）であり、首都ヌクアロファのあるトンガタブ諸島には、約 70%にあたる 72,045 人が居住している。人口のほとんどはキリスト教徒である。公用語は、トンガ語と英語である。「ト」国の気候は亜熱帯で海洋性である。1 日の気温の変化は年間の変化より大きい傾向を示している。6 月から 10 月にかけては南東からの季節風によって涼しい気候となる。ヌクアロファでは 7 月の平均気温は 21.3℃である。

「ト」国の経済に関しては、GDP（国内総生産）は約 247 百万米ドル（2006-2007 年、一人当たり GDP では、2,422 米ドル）となっている。

「ト」国は大幅な貿易赤字を累積しており、2007 年のデータでは、輸出額が約 8,074 千ドルであったのに対し、輸入は約 143,888 千米ドルとなっている。そのため、「ト」国政府は外資の導入に積極的に取り組んでおり、「産業開発優遇措置法」によって、加工・製造・組立の目的で輸入された財に関しては関税が免除、また資本財の輸入に関しては、港湾税の 50%を軽減するなどの優遇措置を行っているが、昨今の世界経済の低迷などが主因により、期待通りの効果を得られていない。

政府財政は、オーストラリア、ニュージーランド、日本など他国のドナーに大きく依存した状態にあり、1998-1999 年のデータによると「ト」国の開発計画予算の構成は総額 147.6 百万ドルのうち、国内資金調達が 15.3%、他国のドナーからの贈与・援助が 84.7%となっている。

また産業としては、他の島嶼国と同様、小規模輸出を中心とした農林水産業、観光業で成り立っている。特に、カボチャに関しては、トンガの隆起珊瑚礁という他の多くの島嶼国とは異なる自然条件に非常に適していることもあり、既に 10 年以上栽培が継続され、数少ない国際的な商品作物として、民間レベルの産業振興に寄与している。近年、水産資源では小船による近海漁業が主となっており、マグロ漁など国際的な市場を対象とした産業とはなっていないが、近年では海藻、農産品ではスイカ等が新たな輸出産品として検討されている。しかし「ト」国経済は、オーストラリア、ニュージーランド、アメリカなど国外居住者からの海外送金、および前述のオーストラリア、ニュージーランドなど海外諸外国からの経済援助により支えられているのが実情である。海外送金額は、2006 年世界銀行のデータによると GDP の 39%を占めている。そのような状況から、自給自足経済からは程遠く、大量の食品を輸入に依存しているために貿易赤字が発生している。この貿易赤字を海外居住者からの仕送りと経済援助で相殺している。政府は特に外資導入による民間部門の開発（観光他）および教育と保健に係わるインフラの充実を重視してきたことから、これら社会的インフラは整いつつある。しかし、1996 年以降、カボチャなど農作物の価格の下落などにより、政府財政は赤字の状態が恒常化している。

② 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

「ト」国のエネルギー分野については、国土・調査・天然資源省（MLSNR : Ministry of Land Survey and Natural Resources）のほか、複数の省庁が、責任省庁となっている。「ト」国の再生可能エネルギー政策は、首相府の傘下に設置された再生可能エネルギーサブコミッティ（Renewable Energy Committee）が、世界銀行（世銀）の協力を得て策定中であり、関連プロジェクト実施の際には、調整を行っている。また、国土・調査・天然資源省（MLSNR : Ministry of Land Survey and Natural Resources）MLSNR の傘下にあるエネルギー計画班（EPU : Energy Planning Unit）が、国家エネルギー計画、エネルギー政策の策定をはじめとし、離島部のディーゼル発電やオフグリッド型電力発電などの整備を行っており、離島部の戸別型太陽光発電設備（ソーラーホームシステム : SHS）に関しても、責任機関としてドナーとの調整、実施・監理を行っている。

「ト」国のエネルギー資源は、従来輸入石油とバイオマス（木材、ココナッツ等）に依存してきた。しかし近年は農耕地化による森林面積の減少と、エネルギー多消費型経済への移行を反映し、バイオマスのシェアが減少し、石油製品のシェアが増加している。1992年にはバイオマスが56%、石油製品が44%となっていたが、2001年にはバイオマスが43%に減少する一方、石油製品のシェアが54%に増加した。主要地域で電力供給を担当する Tonga Power Limited 社（TPL）によると、今後の年間の電力需要の伸び率は7%程度と想定されており、2010年8月までには、火力または太陽光発電により2.8MWの新規電力供給を計画している。

しかし、現在の輸入石油に大きく依存したエネルギー供給体制は、昨今の石油価格の高騰など外部環境の影響を大きく受けるため、「ト」国としては、石油価格の変化の影響を受けることなく安定的なエネルギー供給が行われる体制整備を目指し、2012年までに、電力供給による総発電量の50%を再生可能エネルギーで生産することを目標として掲げ、2008年から本格的に再生可能エネルギー開発に取り組み始めている。その目標達成のため、太陽光発電については、目標の達成の手段の一つとして注目されており、オーストラリア、EUなどの支援を得ながら、1990年代から、SHSの整備をババウ、ハーパイ、ニウアス等の各諸島の離島部にて推進してきた。

このような背景から、独立行政法人国際協力機構は、関連情報の収集及びプロジェクトの形成のため、2009年2月にプロジェクト形成調査団を派遣し、これを受け、「ト」国は、日本国政府に対し、離島部の持続可能なエネルギー供給体制の構築をを目的として、現在無電化の状態になっている離島におけるSHSの設置を要請された。

③ 調査結果の概要とプロジェクトの内容

「ト」国政府の要請に対して、日本国政府は必要な調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構は以下の調査団を派遣し、協力準備調査を実施した。

現地調査 : 2009年8月24日～9月20日

概略設計概要説明調査 : 2010年2月19日～2月28日

協力準備調査団は、プロジェクト形成調査の結果を踏まえ、現地調査およびその結果に基づく国内解析を通して、計画の背景、内容、自然条件、環境社会配慮、維持管理体制および建築事情等を調査・検討して、無償資金協力として適切な規模・内容を計画し、調査結果と基本設計の内容を同国関係機関に説明し、協議の上基本的合意に至った。

この調査の結果、本計画における我が国の協力範囲は、無電化地域のトンガタブ諸島2村落,およ

びババウ諸島 11 村落の一般世帯および教会、村落集会場、学校などの公共施設に対する SHS の設置とすることが妥当であると判断され、下記表に示す基本設計を行った。

基本計画の概要

| 資機材調達と据付工事計画 | 下記太陽光発電資機材の調達及び据付 | 数量 |
|-----------------|--------------------------|-----|
| 資機材 調達 計画 | 太陽光発電モジュール | 1 式 |
| | モジュール設置用ポール | 1 式 |
| | 蓄電池 | 1 台 |
| | チャージコントローラー | 1 台 |
| | ケーブルおよび初期導入用照明機器 | 1 式 |
| 資機材 調達 計画 | 太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具 | 1 式 |

④ プロジェクトの工期及び概算事業費

本計画を我が国の環境プログラム無償資金協力で実施する場合、概算事業費は約 584.2 百万円（我が国側負担経費：約 583.5 百万円、「ト」国側負担経費：約 0.7 百万円）と見積もられる。このうち「ト」国側が負担する主な事項は、機材の維持管理にかかる人件費、必要な消耗品スペアパーツ購入費である。計画の工期は入札図書の内容を含め、26 カ月程度である。

⑤ プロジェクトの妥当性の検証

本計画の実施により、現在電力が供給されていない対象地域に居住するトンガタブ諸島の 2 村落の住民 307 人、ババウ諸島の 11 村落の住民 1,044 人、合計 1,351 人（2006 年人口センサス結果）に対し、SHS を利用した電力を供給することが可能となり、夜間の照明、ラジオや携帯電話の充電といった住民のベーシックニーズに応えることが可能となるため、環境プログラム無償資金協力として本計画実施の妥当性は高いと言える。

本計画の資機材引渡し後に、機材は、MLSNR の所有となる。機材の技術的な運営維持管理のみならずバッテリーの交換を目的とした資金管理、各村落に配置される技術者（テクニシャン）の管理を含めた運営維持管理については、トンガタブ諸島、ババウ諸島に設置される太陽光発電委員会が行うこととなる。本計画対象地域には、過去に他のドナーにより SHS が供与された実績がある。過去の経験を踏まえ、ソフトコンポーネントにより、本計画で調達・据付される SHS の適切な運営維持管理技術を移転することから、各太陽光発電委員会により将来に亘り適切な要員・予算が配分されれば、SHS の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

なお、本計画の効果が発現・持続するために「ト」国側が実施すべき主な先方負担事項及び課題は、以下の通りである。

- (1) 「ト」国側は、SHS の安定した運転を継続するため、各諸島の太陽光発電委員会と共同し、日常並

びに定期的な現場巡視点検を行う技術者の管理、技術的サポート、および適切に技術者の管理を行う必要がある。

- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う SHS 資機材に関して、特に SHS 用バッテリーの更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定し、また適切な資金管理を行う必要がある。
- (4) 環境保護の点から、使用済みバッテリーの回収、リサイクルのシステムを確立する必要がある。

目 次

| | |
|-----------|--|
| 要約 | |
| 目次 | |
| 位置図／写真 | |
| 図表リスト／略語集 | |

| | | |
|---------|---------------------------|------|
| 第1章 | プロジェクトの背景・経緯 | |
| 1-1 | 当該セクターの現状と課題 | 1-1 |
| 1-1-1 | 現状と課題 | 1-1 |
| 1-1-2 | 開発計画 | 1-2 |
| 1-1-3 | 社会経済状況 | 1-3 |
| 1-2 | 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要 | 1-6 |
| 1-2-1 | 無償資金協力要請の背景・経緯 | 1-6 |
| 1-2-2 | 無償資金協力要請の概要 | 1-6 |
| 1-3 | 我が国の援助動向 | 1-8 |
| 1-3-1 | 無償資金協力 | 1-8 |
| 1-3-2 | 技術協力 | 1-8 |
| 1-4 | 他ドナーの援助動向 | 1-8 |
| 1-4-1 | ニュージーランド | 1-8 |
| 1-4-2 | オーストラリア | 1-9 |
| 1-4-3 | EU | 1-9 |
| 第2章 | プロジェクトを取り巻く状況 | |
| 2-1 | プロジェクトの実施体制 | 2-1 |
| 2-1-1 | 組織・人員 | 2-1 |
| 2-1-2 | 財政・予算 | 2-2 |
| 2-1-3 | 技術水準 | 2-2 |
| 2-1-4 | 既存施設・機材 | 2-3 |
| 2-2 | プロジェクトサイト及び周辺の状況 | 2-7 |
| 2-2-1 | 関連インフラの整備状況 | 2-7 |
| 2-2-2 | 自然条件 | 2-8 |
| 2-2-3 | 環境社会配慮 | 2-13 |
| 2-3 | 過去の案件のレビュー | 2-14 |
| 2-3-1 | ババウ諸島における既存のSHSの現状 | 2-14 |
| 2-3-2 | ハーパイ諸島のSHSの状況 | 2-18 |
| 2-3-3 | 他地域（ハーパイ諸島）の運営管理体制の状況 | 2-20 |
| 2-3-4 | 過去の案件からの問題点の抽出、および本計画への教訓 | 2-23 |
| 第3章 | プロジェクトの内容 | |
| 3-1 | プロジェクトの概要 | 3-1 |
| 3-1-1 | 上位目標とプロジェクト目標 | 3-1 |
| 3-1-2 | プロジェクトの概要 | 3-1 |
| 3-2 | 協力対象事業の基本設計 | 3-2 |
| 3-2-1 | 設計方針 | 3-2 |
| 3-2-1-1 | 基本方針 | 3-2 |

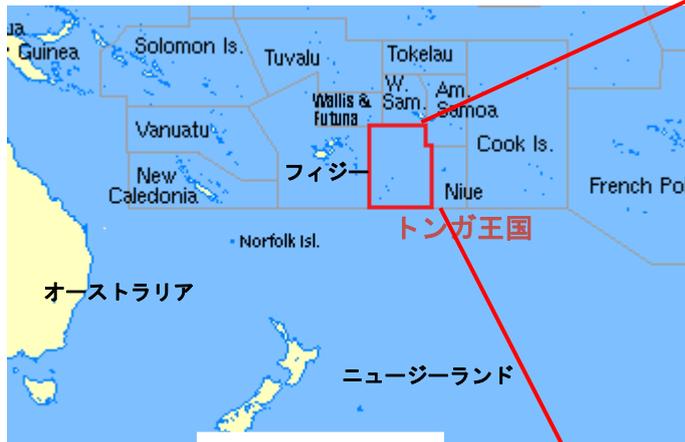
| | | |
|---------|--------------------------------|------|
| 3-2-1-2 | 自然環境条件に対する方針 | 3-3 |
| 3-2-1-3 | 社会経済条件に対する方針 | 3-3 |
| 3-2-1-4 | 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針 | 3-3 |
| 3-2-1-5 | 現地業者（建設会社、コンサルタント）の活用に係る方針 | 3-4 |
| 3-2-1-6 | 運営・維持管理に対する方針 | 3-4 |
| 3-2-1-7 | 施設、機材等のグレードの設定に係る方針 | 3-11 |
| 3-2-1-8 | 工法／調達方法、工期に係る方針 | 3-11 |
| 3-2-2 | 基本計画（施設計画／機材計画） | 3-12 |
| 3-2-2-1 | 計画の前提条件 | 3-12 |
| | （1）設計供給電力量と負荷計画 | 3-12 |
| | （2）SHS 導入に必要な法規制について | 3-13 |
| 3-2-2-2 | 全体計画 | 3-13 |
| 3-2-2-3 | 基本設計の概要 | 3-15 |
| 3-2-3 | 基本設計図 | 3-16 |
| 3-2-4 | 施工計画／調達計画 | 3-22 |
| 3-2-4-1 | 施工方針／調達方針 | 3-22 |
| 3-2-4-2 | 施工上／調達上の留意事項 | 3-24 |
| 3-2-4-3 | 施工区分／調達・据付区分 | 3-26 |
| 3-2-4-4 | 施工監理計画／調達監理計画 | 3-26 |
| 3-2-4-5 | 品質管理計画 | 3-28 |
| 3-2-4-6 | 資機材等調達計画 | 3-28 |
| 3-2-4-7 | 初期操作指導・運用指導等計画 | 3-29 |
| 3-2-4-8 | ソフトコンポーネント計画 | 3-29 |
| 3-2-4-9 | 実施工程 | 3-36 |
| 3-3 | 相手国側分担事業の概要 | 3-36 |
| 3-4 | プロジェクトの運営・維持管理計画 | 3-36 |
| 3-4-1 | 基本方針 | 3-36 |
| 3-4-2 | 日常点検と定期点検項目 | 3-37 |
| 3-5 | プロジェクトの概算事業費 | 3-38 |
| 3-5-1 | 協力対象事業の概算事業費 | 3-38 |
| 3-5-2 | 運営・維持管理費 | 3-39 |
| 3-6 | 協力対象事業実施に当たっての留意事項 | 3-39 |

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

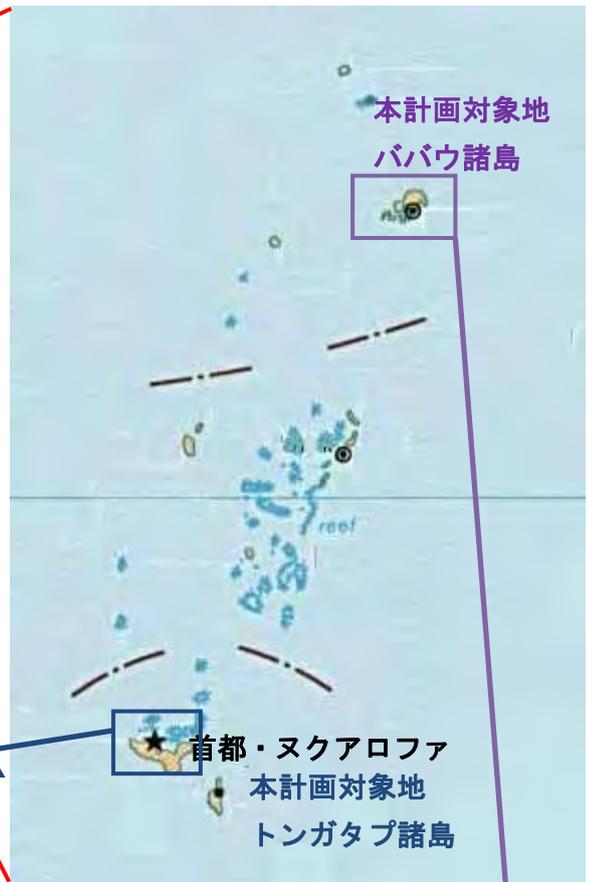
| | | |
|-------|------------------|-----|
| 4-1 | プロジェクトの効果 | 4-1 |
| 4-2 | 課題・提言 | 4-2 |
| 4-2-1 | 相手国側の取り組むべき課題・提言 | 4-2 |
| 4-2-2 | 技術協力・他ドナーとの連携 | 4-2 |
| 4-3 | プロジェクトの妥当性 | 4-2 |
| 4-4 | 結論 | 4-3 |

[資 料]

1. 調査団員・氏名
2. 調査行程
3. 関係者（面会者）リスト
4. 討議議事録（M/D）
5. 事業事前計画表（概略設計時）
6. ソフトコンポーネント計画書
7. 参考資料／入手資料リスト
8. プロジェクトの裨益効果
9. その他収集資料



南大洋州地図



トンガ王国全体図



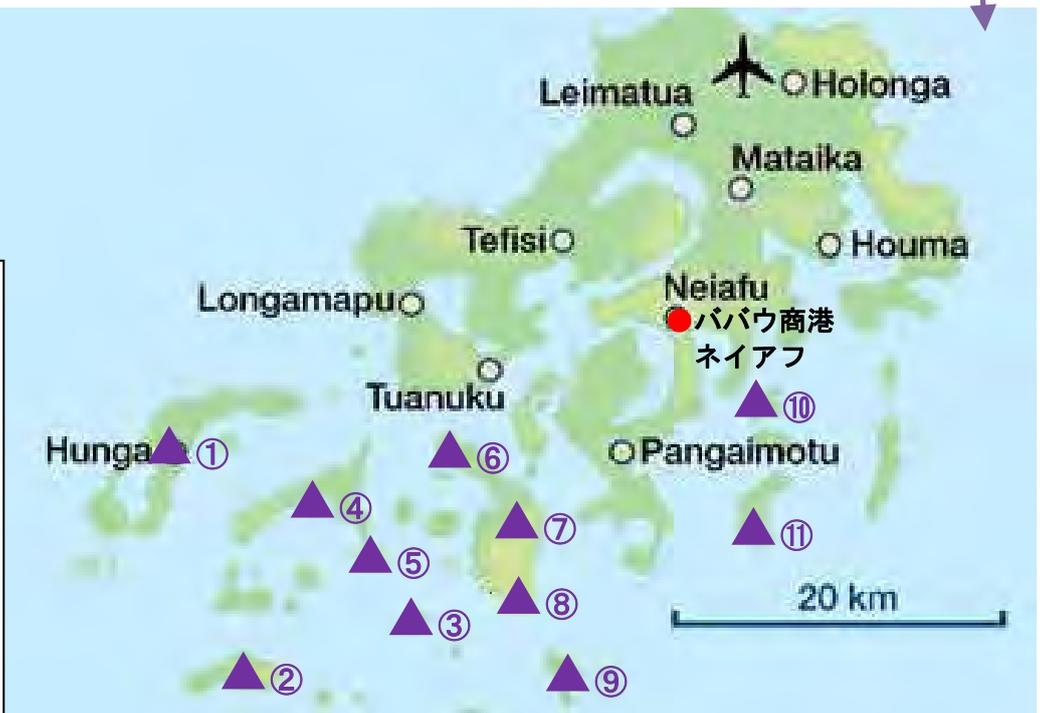
トンガタプ諸島地図

Tongatapu 諸島対象地

- ① Ata'taa Island
- ② Eueiki Island

Va'vau 諸島対象地

- ① Hunga Island
- ② Ovaka Island
- ③ Lape Island
- ④ Nuapapu Island
- ⑤ Matanaka
- ⑥ 'Otea
- ⑦ Falevai
- ⑧ Kapa Island
- ⑨ Taunga Island
- ⑩ Olo'ua Island
- ⑪ Ofu Island



ババウ諸島地図

▲ 本計画対象地

調査対象地域の現況 (1/3) トンガタプ諸島



Ata' taa 島村落 1

設置されている SHS (UNESCO が供与したものと思われる)。設置後 10 年以上経過し、現在はほとんど機能していない。



Ata' taa 島村落 2

村落の教会に設置された SHS。



Ata' taa 島村落 3

Ata'taa 島のリゾート施設で使用されている発電機。基本的にリゾート施設内のみで使用されている。



Ata' taa 島村落 4

Ata'taa 島には電力が供給されていないため、リゾート施設の発電機 (左の写真) を使用し、電気機器の充電を行っている。



Ata' taa 島村落 5

Ata'taa 島の栈橋。



Tongatapu 諸島のボート

本島と輸送手段として、一般的に上記写真のボートが使用されている。

調査対象地域の現況 (2/3)

ババウ諸島



Vava'u 本島の港

Vava'u 離島部への機材供与時に使用される予定。国際線も就航している。



Kapa Community

1995年にEUにより供与された機材。既に故障した状態にあり、撤去されている。



Nuapapu Community

Nuapapu Communityの棧橋。EUにより整備された。他の村落の棧橋も同様に整備されている。



Lape Community

一般家屋に設置されたSHS。老朽化しているとともに木陰に設置されてしまっている。



Taunga Community

一般家屋に設置されたSHS(同じくEUが供与)。老朽化が著しくほとんど使用不可の状態にある。



Otea Community

国土・調査・天然資源省職員が実施した本計画およびSHSの説明会の模様。

調査対象地域の現況 (3/3) 本計画関連



Tongatapu 発電施設

首都部への電力供給を行っており、設備容量は12.6MW。



Ha'apai に設置された SHS

Kotu 島で撮影。設置後7年を経過したが、現在も使用されている。



Ha'apai に供与されたバッテリー

使用後7年以上経過した。何らかのアクシデントにより故障したが、耐用年数は超えていない状況にある。



Ha'apai に供与された SHS

2009年に供与された機材。予備品として、官舎に保管されている。

図表リスト

第 1 章

<表>

| | |
|----------------------------|-----|
| 表 1.1.3-1 「トンガ」国政府の財務状況 | 1-4 |
| 表 1.1.3-2 「トンガ」国世帯数および人口推移 | 1-5 |
| 表 1.2.2-1 対象地域および要請数 | 1-7 |

<図>

| | |
|---|-----|
| 図 1.1.3-1 「トンガ」国の産業構造（2006-2007 年の GDP） | 1-3 |
|---|-----|

第 2 章

<表>

| | |
|--------------------------------|------|
| 表 2.1.4-1 「ト」国で実施された地方電化プロジェクト | 2-4 |
| 表 2.2.3-1 バッテリー買い取りに関する収支 | 2-13 |
| 表 2.3.1-1 ババウ諸島の 11 村の SHS の状況 | 2-17 |
| 表 2.3.3-1 HSEC のバランス | 2-22 |

<図>

| | |
|---|------|
| 図 2.1.1-1 MLSNR 組織図 | 2-1 |
| 図 2.2.2-1 スクアロファの平均気温 | 2-8 |
| 図 2.2.2-2 トンガタプ諸島の SHS 設置対象村落 | 2-9 |
| 図 2.2.2-3 ババウ諸島の SHS 設置対象村落 | 2-10 |
| 図 2.2.2-4 スクアロファにおける全天日射量(青)と傾斜面日射量 | 2-11 |
| 図 2.2.2-5 ババウにおける全天日射量(青)と傾斜面日射量 | 2-12 |
| 写真 2.3.1-1 シーメンス製 PV パネルの特製確認 | 2-15 |
| 写真 2.3.1-2 オリジナル及び使用中のバッテリー例 | 2-15 |
| 写真 2.3.1-3 チャージコントローラ | 2-16 |
| 図 2.3.2-1 ハーパイ諸島地図 | 2-18 |
| 写真 2.3.2-1 錆や汚れが目立つバッテリーボックス内 | 2-19 |
| 写真 2.3.2-2 Kotu 島（ハーパイグループ）に設置されている SHS | 2-20 |
| 図 2.3.3-1 HSEC の体制図 | 2-21 |
| 図 2.3.3-2 HSEC のおもな経費の変化 | 2-23 |

第3章

<表>

| | | |
|-----------|---------------------------------|------|
| 表 3.2.1-1 | TOISES、VOISES メンバー構成 (案) | 3-7 |
| 表 3.2.1-2 | VOISES、TOISES 予算 (案) | 3-8 |
| 表 3.2.1-3 | ケース・スタディー (TOISES 予算状況試算) | 3-10 |
| 表 3.2.1-4 | ケース・スタディー (VOISES 予算状況試算) | 3-10 |
| 表 3.2.1-5 | 本計画対象地域住民の月額使用料希望額 | 3-11 |
| 表 3.2.2-1 | 基本設計の概要 | 3-15 |
| 表 3.2.2-2 | 本計画における SHS 調達予定数量 | 3-15 |
| 表 3.2.3-1 | 機材概略仕様 (案) | 3-18 |
| 表 3.2.4-1 | 日本からトンガへの輸送経路 | 3-26 |
| 表 3.2.4-2 | 日本側と「トンガ」国側の施工区分 | 3-26 |
| 表 3.2.4-3 | ソフトコンポーネントの PDM (案) | 3-31 |
| 表 3.4.1-1 | 日常点検と定期点検項目 | 3-36 |
| 表 3.4.2-1 | 本計画で調達する交換部品及び保守用道工具 | 3-37 |

<図>

| | | |
|-----------|-----------------------------|------|
| 図 3.2.1-1 | 太陽光発電委員会・組織図 (案) | 3-6 |
| 図 3.2.1-2 | 「トンガ」国 家計調査結果 2000/01 | 3-9 |
| 図 3.2.2-1 | PV モジュール特製例 | 3-14 |
| 図 3.2.3-1 | SHS の基本構成および管理責任区分 | 3-17 |
| 図 3.2.3-2 | SHS の回路接続図 | 3-17 |
| 図 3.2.4-1 | 実施体制 | 3-23 |
| 図 3-2-4-2 | ソフトコンポーネント実施工程 | 3-34 |
| 図 3.2.4-3 | 実施工程 | 3-35 |

略語集

| | | |
|----------|---|-------------------------------|
| EPU | Energy Planning Unit | エネルギー計画班 |
| EU | European Union | 欧州連合 |
| GDP | Gross Domestic Products | 国内総生産 |
| GNP | Gross National Products | 国民総生産 |
| HSEC | Ha'apai Solar Electricity Committee | ハーパイ太陽光発電委員会 |
| IEC | International Electro technical Commission | 国際電気標準会議 |
| IUCN | International Union for Conservation of Nature | 国際自然保護連合 |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 独立行政法人 国際協力機構 |
| MLSNR | Ministry of land Survey and Natural resources | 国土・調査・天然資源省 |
| MORDI | Mainstreaming of Rural Development Innovation in the Kingdom of Tonga | トンガ国地域開発イノベーション主流化 |
| PALM | Pacific Islands' Leaders Meeting | 日本・南太平洋フォーラム首脳会議 |
| PIEPSAP | Pacific Islands Energy Policy and Strategic Action Plan | 大洋州島嶼国エネルギー政策戦略行動計画 |
| PIGGAREP | Pacific Islands Greenhouse Gas Abatement through Renewable Energy Project | 再生可能エネルギープロジェクト |
| PREFACE | Pacific rural Renewable Energy France and Australia Common Endeavour | フランス・オーストラリア大洋州遠隔地再生可能エネルギー活動 |
| SHS | Solar Home System | 独立型ソーラーシステム |
| TCC | Tonga Communications Cooperation | トンガ電話通信局 |
| T/O | Town Officer | 村長 |
| TPL | Tonga Power Limited | トンガ電力局 |
| TOISES | Tongatapu Outer Islands Solar Electricity Society | トンガタブ諸島太陽光発電委員会 |
| UNESCO | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization | 国際連合教育科学文化機関 |
| VOISES | Va'vau Outer Islands Solar Electricity Society | ババウ諸島太陽光発電委員会 |

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

「トンガ王国」（以下、「ト」国と称す）のエネルギー分野については、国土・調査・天然資源省（MLSNR：Ministry of Land Survey and Natural Resources）の他、複数の省庁が、責任省庁が関わっている。「ト」国の再生可能エネルギー政策は、首相府の傘下に設置された再生可能エネルギーサブコミッティ（Renewable Energy Committee）が世銀の協力を得て策定を進めており、関連プロジェクト実施の際には、調整を行っている。また、MLSNRの傘下にあるエネルギー計画班（EPU：Energy Planning Unit）が、国家エネルギー計画、エネルギー政策の策定をはじめとし、離島部のディーゼル発電やオフグリッド型電力発電などの整備を行っており、離島部における太陽光発電設備など再生可能エネルギー関連プロジェクトに関するドナーとの調整から実施・監理を行っている。

電気事業については、公共事業情報省（Ministry of Public Enterprise and Information）を監督官庁とする国営のトンガ電力局（Tonga Electric Power Board：TEPB）が、首都の位置するトンガタブ諸島を中心に、発送配電一貫体制により、電力供給を行ってきた。しかし、1998年に民営化が行われ、ハーパイ諸島での一部を除くトンガタブ諸島、ババウ諸島での発電・送配電事業については、ショアライン・パワー社（Shoreline Power）が担当することになった。また、2002年には「ト」国政府が更なる効率化を図るため、同社と10年間のリース契約を締結し、TEPBの送配電設備を委託した。しかし、同社は2008年に再び国営企業化され、現在は発電及び送配電事業はニウアス諸島を除いて、TPLによる管理が行われている。

市中電力に関しては現在は、トンガ電力局（TPL：Tonga Power Limited）が業務を実施しており、首都ヌクアロファ、ババウ、ハーパイの本島を中心に整備された系統連系設備にて発電から配電を担当しているが、再生可能エネルギー関連業務は行っていない。また調理に用いられるLPGについては、「ト」政府が50%所有する「Tonga Home Gas」が輸入から供給を行っている。なお、「ト」国には169の離島が点在しているが、ほとんどの離島部には電力供給は行われておらず、無電化地域となっている。

「ト」国のエネルギー資源は、従来輸入石油とバイオマス（木材、ココナッツ等）に依存してきた。しかし近年は農耕地化による森林面積の減少と、エネルギー多消費型経済への移行を反映し、バイオマスのシェアが減少し、石油製品のシェアが増加している。1992年にはバイオマスが56%、石油製品が44%となっていたが、2001年にはバイオマスが43%に減少する一方、石油製品のシェアが54%に増加した。主要地域で電力供給を担当するTPLによると、さらに今後の年間の電力需要の伸び率は7%程度と想定し、2010年8月までには、火力または太陽光発電により2.8MWの新規電力供給を計画している。

しかし、現在の輸入石油に大きく依存したエネルギー供給体制は、昨今の石油価格の高騰など外部環境の影響を大きく受けるため、「ト」国としては、石油価格の変化の影響を受けることなく安定的なエネルギー供給が行われる体制整備を目指している。そして、2012

年までに、電力供給による総発電量の50%を再生可能エネルギーで生産することを目標として掲げ、2008年から本格的に再生可能エネルギーの開発に取り組み始めている。

太陽光発電は、目標の達成の手段の一つとして注目されており、「ト」国としては、オーストラリア、EUなどの支援を得ながら、1990年代から、戸別型太陽光発電設備（ソーラーホームシステム：SHS）の整備をババウ、ハーパイ、ニウアス等の各諸島の離島部に推進しており、離島部の持続可能なエネルギー供給体制の構築に対する支援と併せて、これらプロジェクトで蓄積された知見を生かし、気候変動問題の緩和策支援としてふさわしいクリーンエネルギー活用を具現することを目指している。

1-1-2 開発計画

「ト」国政府は、第8次国家開発計画（2006年 - 2008年 / SDP8 : Strategic Development Plan 8）において、「2025年までに、全ての開発計画を完了し、最適化された社会構造を創造する。その時、トンガ国国民は質の高い生活を享受し、高度な生活水準と自己実現のできる社会を達成する」ことを目指すと掲げられている。そして、特に、以下の4項目を重点項目として、国家開発に努めている。

- ・ 公共事業を通じての、社会インフラの整備、エネルギーなど公益事業の確実な供給
- ・ エネルギー供給を含めた競争力のある民間セクター開発の奨励
- ・ 公益事業への補助金の縮小
- ・ 各セクターの目標達成のため、横断的な経済インフラの活用

これら項目の達成のため、エネルギー分野においては、以下の戦略を策定している。

- ・ 電力コストの削減
- ・ エネルギー輸入に関する契約条件見直し、さらなる競争の奨励
- ・ 高コストパフォーマンスな手段による地方電化の拡大
- ・ 遠隔地における再生可能エネルギー利用の促進

上記のとおり、「ト」国における太陽光発電を含む再生可能エネルギーについては、PIEPSAP (Pacific Islands Energy Policy and Strategic Action Plan)、PIGGAREP (Pacific Islands Greenhouse Gas Abatement through Renewable Energy Project) などの支援の下、「Renewable Energy Act」が2008年10月に大洋州で最初に制定された。

また2009年4月には大洋州地域内エネルギー大臣会合が「ト」国で開催され、その際、「ト」国首相のイニシアティブの下、世銀、ADB、EUなどドナーも参加して、同分野での開発ロードマップ（エネルギーロードマップ 2010-2020）作成にかかる会議が実施された協議が行われた。「エネルギーロードマップ 2010-2020」では、本計画についても記載がなされており、ババウ諸島およびトンガタブ諸島の老朽化したSHSのリハビリテーション（更新）を行うものとして紹介されている。なお、「エネルギーロードマップ 2010-2020」は、2009年12月に最終ドラフト案が審議された後、2010年4月に「ト」政府により承認される予定となっている。

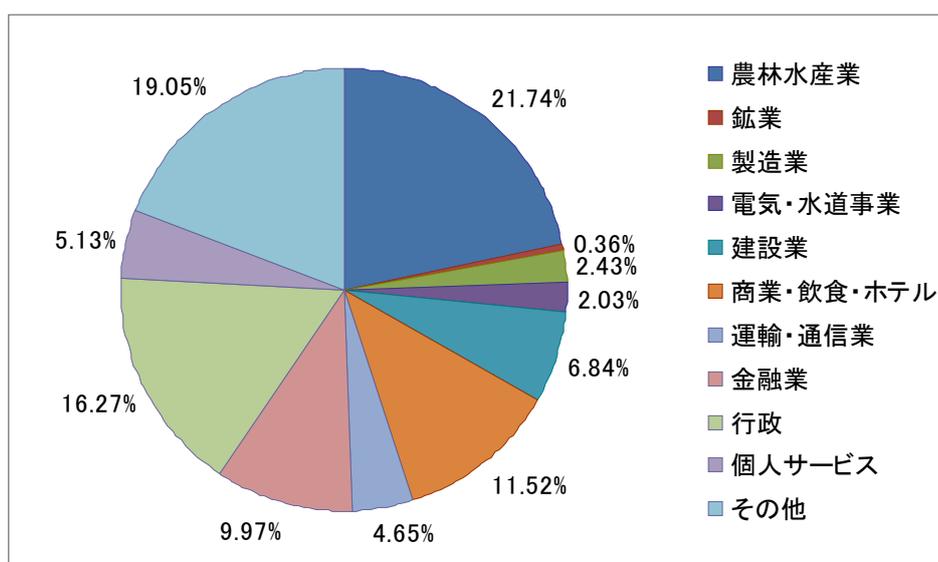
1-1-3 社会経済状況

「ト」国の GDP（国内総生産）は約 247 百万米ドル（2006-2007 年、一人当たり GDP では、2,422 米ドル）となっている。

「ト」国は大幅な貿易赤字を累積しており、2007 年のデータでは、輸出額が約 8,074 千米ドルであったのに対し、輸入は約 143,888 千米ドルとなっている。そのため、「ト」国政府は外資の導入に積極的に取り組んでおり、「産業開発優遇措置法」によって、加工・製造・組立の目的で輸入された財に関しては関税が免除、また資本財の輸入に関しては、港湾税の 50%を軽減するなどの優遇措置を行っているが、昨今の世界経済の低迷などが主因により、期待通りの効果を得られていない。

政府財政は、オーストラリア、ニュージーランド、日本など他国のドナーに大きく依存した状態にあり、1998-1999 年のデータによると「ト」国の開発計画予算の構成は総額 147.6 百万ドルのうち、国内資金調達が 15.3%、他国のドナーからの贈与・援助が 84.7%となっている。

一方、「ト」国内の産業としては、他の島嶼国と同様、小規模輸出を中心とした農林水産業、および観光業を中心に成り立っている。特に、カボチャに関しては、「ト」の隆起珊瑚礁というからなる他の多くの島嶼国とは異なる「ト」国の自然条件に非常に適していることもあり、既に 10 年以上栽培が継続され、数少ない国際的な商品作物として、民間レベルの産業振興に寄与している。近年、水産資源では小船による近海沿岸漁業が主となっているが、マグロ漁など国際的な市場を対象とした産業とはなっていない。水産業では海藻、農産品ではスイカのほか健康食品のノニ等が新たな輸出産品として検討されている。以下に「ト」国の産業構造を示す。



(参考: 「ト」国 Statistics Department Web サイト)

図 1.1.3-1 「ト」国の産業構造 (2006-2007 年の GDP)

しかし「ト」国経済は、オーストラリア、ニュージーランド、アメリカなど国外居住者からの海外送金、および前述のオーストラリア、ニュージーランドなど海外諸外国からの経済援助により支えられているのが実情である。海外送金額は、2006年世界銀行のデータによるとGDPの39%を占めている。そのような状況から、自給自足経済からは程遠く、大量の食品を輸入に依存しているために貿易赤字が発生している。この貿易赤字を海外居住者からの送金と経済援助でバランスしている。また「ト」政府は特に外資導入による民間部門の開発（観光他）および教育と保健に係わるインフラの充実を重視してきたことから、これら社会的インフラは整いつつある。しかし、1996年以降、カボチャなど農作物の価格の下落などにより、「ト」国の財政は赤字の状態が恒常化している。

表 1.1.3-1 「ト」国政府の財務状況

単位：TOP1,000

| | 1991/92 | 1992/93 | 1993/94 | 1994/95 | 1995/96 | 1996/97 | 1997/98 | 1998/99 | 1999/00 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | 2003/04 |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 直接税収入 | 4,449.8 | 5,787.5 | 5,862.7 | 6,685.6 | 9,179.2 | 9,881.1 | 9,038.4 | 10,175.2 | 10,674.4 | 11,403.5 | 15,377.5 | 15,527.2 | 16,393.7 |
| 間接税収入 | 26,170.0 | 31,086.4 | 33,949.0 | 34,916.5 | 35,596.5 | 35,353.7 | 35,444.9 | 36,545.7 | 41,677.9 | 47,198.7 | 57,914.9 | 65,108.5 | 69,716.7 |
| 公共サービス収入 | 8,644.9 | 8,499.5 | 7,107.4 | 10,770.6 | 12,117.0 | 8,791.1 | 13,663.1 | 12,721.6 | 11,434.0 | 15,503.4 | 13,442.9 | 11,522.5 | 12,644.6 |
| 金利・賃貸収入 | 5,929.2 | 5,648.8 | 7,138.2 | 4,613.7 | 6,352.5 | 5,512.5 | 1,612.6 | 2,984.0 | 4,866.0 | 5,571.7 | 5,630.6 | 4,076.1 | 5,826.4 |
| 資本回収 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 600.0 | 5,000.0 | 4,175.2 | 3,425.2 | | n.a | |
| ローン回収 | 1,035.2 | 1,265.0 | 684.6 | 1,232.1 | 1,398.8 | 1,938.2 | 2,343.4 | 2,520.2 | 1,756.3 | 1,667.8 | 1,800.4 | n.a | |
| 歳入合計 | 46,229.1 | 52,287.2 | 54,741.9 | 58,218.5 | 64,644.0 | 61,476.6 | 62,702.4 | 69,946.7 | 74,583.8 | 84,770.3 | 94,166.3 | 96,234.3 | 104,581.4 |
| 行政経費 | 18,392.2 | 16,992.4 | 17,364.2 | 18,910.9 | 21,858.8 | 20,441.2 | 21,164.6 | 25,082.8 | 23,595.0 | 29,221.0 | 29,177.8 | 34,010.2 | 50,981.4 |
| 公共サービス経費 | 15,549.4 | 16,335.3 | 16,970.1 | 17,911.2 | 18,592.2 | 21,435.1 | 21,513.0 | 23,108.5 | 26,175.5 | 27,757.2 | 31,511.2 | 33,401.5 | 32,246.0 |
| 経済サービス経費 | 11,641.2 | 11,072.3 | 10,964.4 | 11,525.6 | 12,079.4 | 12,523.0 | 14,063.3 | 14,159.0 | 12,157.2 | 13,643.9 | 15,385.4 | 16,380.1 | 26,225.2 |
| その他 | 5,501.9 | 5,524.8 | 5,069.5 | 7,156.1 | 10,219.8 | 7,851.7 | 5,905.0 | 9,102.5 | 10,815.6 | 16,053.9 | 14,863.5 | 18,320.3 | |
| 歳出合計 | 51,084.7 | 49,924.8 | 50,368.2 | 55,503.8 | 62,750.2 | 62,251.0 | 62,645.9 | 71,452.8 | 72,743.3 | 86,676.0 | 90,937.9 | 102,112.1 | 109,452.6 |
| 収支(歳入-歳出) | -4,855.6 | 2,362.4 | 4,373.7 | 2,714.7 | 1,893.8 | -774.4 | 56.5 | -1,506.1 | 1,840.5 | -1,905.7 | 3,228.4 | -5,877.8 | -4,871.2 |

(出所：Statistical Abstract-2006)

下表 1.1.3-2 に、「ト」国の世帯数、人口を示す。「ト」国の人口センサスは10年ごとに実施されており、2006年データが最新となっているため、当該データを掲載する。

人口は1986年以降世帯数、人口数ともに微増の傾向にあるものの、首都のあるトンガタブ、首都近郊のエウア（Eua）のみが増加の傾向にあり、地方部は減少の傾向にある。理由としては、首都部のほうが多くの雇用機会が存在すること、子どもの教育条件が整備されている、という点が指摘されている。

表 1.1.3-2 「ト」国世帯数および人口推移

| 諸島名 | District 名 | 2006 世帯数 | 1996 世帯数 | 2006 人口 | 1996 人口 | 1986 人口 |
|-----------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
| Tongatapu | 合計 | 11,971 | 10,796 | 72,045 | 66,979 | 63,794 |
| | Kolofo'ou | 3,036 | 2,674 | 18,463 | 16,953 | 15,903 |
| | Kolomotu'a | 2,689 | 2,400 | 15,848 | 14,451 | 13,115 |
| | Vaini | 2,029 | 1,742 | 12,594 | 11,180 | 11,104 |
| | Tatakamotonga | 1,190 | 1,155 | 6,969 | 6,828 | 6,773 |
| | Lapaha | 1,220 | 1,172 | 7,255 | 7,370 | 7,005 |
| | Nukunuku | 1,131 | 988 | 6,820 | 6,160 | 5,863 |
| | Kolovai | 676 | 665 | 4,096 | 4,037 | 4,031 |
| Vava'u | 合計 | 2,871 | 2,728 | 15,505 | 15,715 | 15,175 |
| | Neiafu | 1,060 | 1,016 | 5,787 | 5,650 | 5,268 |
| | Pangaimotu | 243 | 212 | 1,412 | 1,298 | 1,247 |
| | Hahake | 436 | 395 | 2,422 | 2,291 | 2,299 |
| | Leimatu'a | 489 | 474 | 2,742 | 2,753 | 2,884 |
| | Hihifo | 430 | 372 | 2,267 | 2,375 | 2,093 |
| | Motu | 213 | 259 | 875 | 1,348 | 1,384 |
| Ha'apai | 合計 | 1,372 | 1,469 | 7,570 | 8,138 | 8,919 |
| | Pangai | 530 | 501 | 2,967 | 2,966 | 2,850 |
| | Foa | 251 | 244 | 1,479 | 1,434 | 1,410 |
| | Lulunga | 196 | 238 | 1,075 | 1,282 | 1,584 |
| | Mu'omu'a | 127 | 150 | 630 | 735 | 885 |
| | Ha'ano | 120 | 152 | 619 | 773 | 891 |
| | Uiha | 148 | 184 | 800 | 948 | 1,299 |
| 'Eua | 合計 | 899 | 820 | 5,206 | 4,934 | 4,393 |
| | Eua Motu'a | 515 | 455 | 2,949 | 2,766 | 2,400 |
| | Eua Fo'ou | 384 | 365 | 2,257 | 2,168 | 1,993 |
| Ongo Niua | 合計 | 349 | 381 | 1,665 | 2,018 | 2,368 |
| | Niutopotupu | 210 | 242 | 1,019 | 1,283 | 1,605 |
| | Niua Fo'ou | 139 | 139 | 646 | 735 | 763 |
| 合計 | | 16,563 | 15,374 | 101,991 | 97,784 | 94,649 |

(出所 : Statistical Abstract-2006)

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

1-2-1 無償資金協力要請の背景・経緯

大洋州島嶼国は、概して国土が狭小で低標高であるため気候変動の影響に対し非常に脆弱であり、戦略的な対策の展開が喫緊の課題となっている。太平洋の小島嶼国等における気候変動に対する適応策の支援として、2008年1月にスイスにて開催されたダボス会議において、福田元総理が気候変動のための新たな資金メカニズムとして、総額100億ドル（1兆2,500億円）の「クールアース・パートナーシップ」を発表した。本メカニズムの運用においては、政策協議を経た途上国を対象として、適応策及びクリーンエネルギーへのアクセス等の支援を中心とした5年間で約2,500億円の無償資金協力、技術協力等による支援、また、緩和策を中心とした5年間で5,000億円の「気候変動対策円借款」の供与を行うこととしている。大洋州地域においては、パラオ、ミクロネシア、マーシャル、ナウル、キリバス、パプアニューギニア、バヌアツ、ツバル、サモア、トンガ、ニウエ、クック諸島が既に「クールアース・パートナーシップ諸国」となっている。

上述の日本政府の政策を受けて、独立行政法人 国際協力機構では2008年4月1日付「気候変動に係る取り組みの方向性」において、途上国に対する気候変動対策支援における基本的方針を定め、大洋州の小島嶼国等における気候変動に対する適応力を高める協力への取り組み強化を行っている。これを受け、大洋州地域における我が国の気候変動対策支援強化のための支援ニーズを調査したところ、「ト」国のほか、ミクロネシア連邦国、パラオ共和国、マーシャル諸島共和国より、緊急ニーズとして太陽光発電（PV）に関する案件の情報が提出された。同情報に基づき、2009年2月から3月にかけて、PVを活用した環境プログラム無償資金協力事業を想定して、「大洋州地域環境プログラム無償資金協力事業（太陽光発電）促進のためのプロジェクト形成調査」を実施した。調査の結果、それぞれの国におけるニーズと事業実施可能性が確認され、各国政府より環境プログラム無償資金協力にかかる正式な要請が発出された。

この要請を受け、日本国政府は必要な調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構は協力準備調査のための調査団を派遣した。

本調査では、SHS導入に関連した情報収集を行い、当該協力の必要性及び妥当性の詳細を再確認するとともに、環境プログラム無償資金協力としての各国での具体的な協力計画の策定及び同無償の供与額に見合った概略設計を行い、概算事業費を積算し、入札図書参考資料を作成することを目的とする。

1-2-2 無償資金協力要請の概要

「ト」国から我が国に対する要請内容は、ババウ諸島とトンガタブ諸島を対象に、全体で444基のSHS（ソーラーホームシステム）の設置、右設置にかかる施設の実施設計、調達・施工監理、施設の運転維持管理を実施するための組織的活動を開始し継続するための体制作り、料金徴収を含めた施設の運用と維持管理にかかるソフトコンポーネント

による技術支援を内容とするものである。要請があった地域、および数量は表 1.2.2-1 のとおりである。

表 1.2.2-1 対象地域および要請数

| 諸島 | 島 | 要請数 |
|-----------|----------|-----|
| Tongatapu | Atatta | 52 |
| | Eueiki | 23 |
| Vava'u | Hunga | 51 |
| | Ovaka | 19 |
| | Lape | 7 |
| | Nuapapu | 59 |
| | Matamaka | 47 |
| | Otea | 35 |
| | Falevai | 51 |
| | Kapa | 38 |
| | Taunga | 12 |
| | Olo'ua | 22 |
| | Ofu | 29 |
| 合計 | | 444 |

- ① 主要機材： SHS および予備品
- ② SHS の適切な維持管理に係るソフトコンポーネント

(1) 計画対象地の選定理由

2009 年 2 月に実施された本計画のプロジェクト形成調査ではトンガタブ諸島の 2 村落、ババウ諸島の 11 村落が提案されていたが、本調査結果においても以下の理由により、当該の 13 村落を対象とすることとした。

- 1) 本計画の対象地域であるトンガタブ諸島、ババウ諸島の離島部は未電化地域であり、かつ地理的な要因により、各諸島の主島からの既設電力系統への接続も困難な状況にあるため、SHS にエネルギー供給を依存しなければならない。
- 2) なお、本計画対象地域は他のドナーにより、SHS が供与されていたが、既に老朽化しており、また管理が適切に行われていなかったために、ほとんどの機材が使用不可能な状態にある。
- 3) 一方、本計画対象地域の電化に対しては、「トンガ」国側政府関係者、および各村落で実施した調査から、照明設備の整備を中心とした電化のニーズが高いことが確認された。
- 4) 本計画対象地域の住民は、SHS の使用を通じ、再生可能エネルギーを利用した経験を有しており、文化、習慣、経済的に前向きな影響を受けている。

1-3 我が国の援助動向

2006年5月の第4回日本・南太平洋フォーラム首脳会議（PALM：Pacific Islands' Leaders Meeting）において発表した我が国支援策の中の5分野の重点課題（経済成長、持続可能な開発、良い統治、安全確保、人と人との交流）を踏まえ、我が国は「ト」の今後3年間の開発目標を定めた第8次国家開発戦略（2006年6月策定）に沿った協力を実施している。

1-3-1 無償資金協力

経済、社会基盤の整備を目的として、草の根無償資金協力を中心に行われてきた。太陽光発電関連の協力としては、1998年に「アタタ島地域太陽光発電機材供与計画」として、本計画対象地であるアタタ（Atataa）島に21台のSHS（金額：2,381千円）の供与が行われている。本機材は2009年現在、老朽化によりほとんど使用不可能な状態にある。

なお、近年の無償資金協力プロジェクトの年度別実績は以下のとおりである。

| | | |
|-------|--------------------------------|-----|
| 2004年 | ヴァイオラ病院改善整備計画、その他草の根・人間の安全保障無償 | 11件 |
| 2005年 | 草の根・人間の安全保障無償 | 16件 |
| 2006年 | ノンプロジェクト無償、草の根・人間の安全保障無償 | 12件 |
| 2007年 | 離島間連絡船建造計画、その他草の根・人間の安全保障無償 | 11件 |

1-3-2 技術協力

「ト」国に対する技術協力については、同国の独立後の1972年に青年海外協力隊派遣取極を締結し協力隊の派遣を開始したほか、研修員受入、専門家派遣、機材供与、調査団派遣、留学生受入が行われている。

1-4 他ドナーの援助動向

「ト」国への援助は、日本の他、近隣諸国のオーストラリア、ニュージーランドをはじめ、旧宗主国の英国のほか、世界銀行、EU、国際自然保護連合などの国際機関が支援を行っている。太陽光発電分野に関しては、他のドナーも積極的に支援を行っており、地理的な制約から電力供給が困難な離島部に対し、SHSを中心とした機材供与、据付を行っている。なお、系統連系による太陽光発電は2009年までは行われていない。詳細については、表2.1.4-1「ト」国で実施された地方電化プロジェクトに記載する。

1-4-1 ニュージーランド

オーストラリアとともに主要ドナーの一つであり、①広範囲にわたる成長と持続可能な生活、②ガバナンスと社会生活、③教育の3点を重点強化項目に置き、協力を行っている。DAC資料によると、2006年には6.08百万ドル規模の経済協力を行っている。エ

エネルギー分野に関しては、ニウアス諸島に対し、SHS の供与を行った。供与された SHS は、ハーパイ諸島と同様に、太陽光発電委員会を設置し、同委員会を中心にした維持管理体制にて管理が行われている。

1-4-2 オーストラリア

オーストラリアは多くの分野で経済協力を行っており、2006 年の経済協力規模は、7.65 百万ドルとなっている。エネルギー分野に関しては、2002 から 2003 年にかけてフランスと共同（Preface プロジェクト）でハーパイ諸島の 6 島に SHS の供与を行うとともに、自立的な運営に重点を置き、太陽光発電委員会設立支援、および太陽光発電委員会を通じての SHS の維持管理体制の構築についても協力を行った。この維持管理体制は「ハーパイモデル」と呼ばれており、本計画を含めた他地域での SHS の維持管理体制の参考となっているケースである。

また、ハーパイ諸島の 4 島（'Uiha、Ha'afeva、Nomuka、Ha'ano）にてディーゼル発電による電化協力を行っている。機材は 2001 年（45kVA）、2002 年（65kVA）が供与され、併せて技術協力も行われた。現在は各村落により供与機材は維持管理されており、AusAid が本プロジェクトの管理を継続し行っている。なお、当該プロジェクトでは、Nomuka 島を除き、財政管理など運営維持に苦慮していると報告されている。近年のプロジェクトとしては、イタリアとともに（IUCN）、2009 年に過去に SHS が導入されたハーパイの二島（Mango、Mo`unga）で、リハビリテーション、および SHS の更新、SHS の財政面、技術面を内容とした運営管理体制強化に関する協力を行った。

1-4-3 EU

EU の「ト」国に対する協力については、ババウ諸島を中心に道路、空港など社会インフラ整備を中心に協力を行ってきた。そのため、本計画の対象地域である離島部でも栈橋など機材輸送に必要な設備は整備されている。なお、現在は教育、保健医療分野に重点を置いている。その他、2006 年に発生した民主化を求める暴動後は、民主化改革に対する援助も行った。エネルギー分野の協力は 1987 年ハーパイ諸島に SHS を供与したことに続き、1995 年にはババウ諸島全般に SHS の供与を行っている。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

第2章 プロジェクトを取り巻く環境

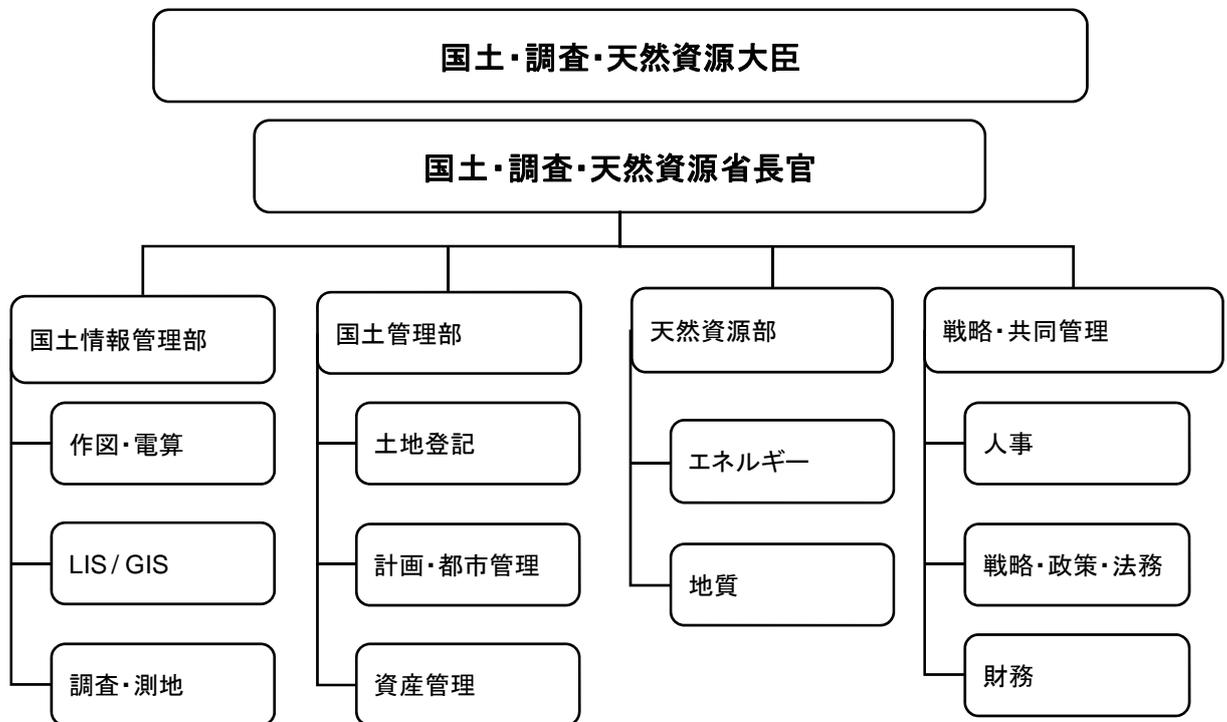
2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

(1) 主管官庁

「ト」国におけるエネルギー分野の担当省庁は国土・調査・天然資源省（MLSNR）である。実施はその傘下であるエネルギー計画班（EPU）が政策実行などの業務を行っている。EPUはエネルギー立案担当者（Energy Planner）の下、計6名の職員が配置されており、各ドナーが行っている太陽光発電など地方電化支援計画などで中心的な役割を担っている。なお、MLSNRは環境分野の担当省庁でもあったが、最近行われた省庁再編により、環境分野は、環境・気候変動省（Ministry of Environment and Climate Change）が担当することとなった。以下にMLSNRの組織図を示す。

「ト」国は、トンガエネルギーロードマップ2010-2020の策定など再生可能エネルギーの推進に注力しており、内閣府の傘下にRenewable Energy Committeeを設立した。Renewable Energy Committeeの機能としては、再生可能エネルギープロジェクト実施のため、省庁間の調整を行うことなどが挙げられる。MLSNRの管轄であるEPUも同様の責任を負っているが、Renewable Energy Committeeとの業務分担は明確には規定されていない状況にある。なお、MLSNRは、本計画の主管省庁であるとともに実施機関としての役割も負うこととなっている。



（参考：MLSNR資料）

図 2.1.1-1 MLSNR 組織図

再生可能エネルギーに関しては、現在のところ、市中電力が供給されていない離島部に SHS の設置を展開することにより普及が図られている。SHS の管理に関しては、SHS を有する諸島（現在、ニウアス諸島とハーパイ諸島に設置）に、MLSNR の管理の下、それぞれ太陽光発電委員会が設置されており、同委員会が財務管理を含めた運営維持管理を行っている。なお、太陽光発電委員会は組合法（担当省庁：労働・商業・産業・観光省／Ministry of Labor, Commerce, Industries & Tourism）に基づく政府認定団体である。

また、日常的なメンテナンスについては、太陽光発電委員会管轄の技術者（テクニシャン）が担当している。技術者は各島（村落）の住民の中から選ばれ、各島（村落）1～2名ずつ配置されている。本計画対象地域のトンガタブ諸島（うち2村落が対象）、ババウ諸島（うち、11村落が対象）にも、それぞれの諸島で SHS の運営管理を行うことを目的に太陽光発電委員会（Solar Electricity Society／仮称）が設立され、各村落に技術者が2名配置される計画となっている。なお、太陽光発電委員会は、「ト」国の組合法に基づく政府認定団体である。

2-1-2 財政・予算

MLSNR の予算について、公表されている最新のデータである 2003－2004 年においては、約 775 千米ドルとなっており、「ト」国省庁予算全体の 1.1% を占めている。しかし、地方電化政策プロジェクトは全て海外からの無償資金協力により実施されており、計上されている予算は、基本的には維持管理に充当されている。

SHS の維持管理を担当している太陽光発電委員会の予算は、利用者から徴収する初期据付費用（一件の契約につき約 96 米ドル）と月額利用料（1 カ月あたり、1 台の使用につき約 6.2 米ドル）で賄われている。「ト」政府からの財政支援を期待することなく、SHS のバッテリー交換費用、太陽光委員会の運営費用、各村落に配置される予定の技術者（テクニシャン）への報酬などは徴収した本デポジット、利用料を運用しながら運営される。なお、その他の消耗品については各利用者負担となっている。

本計画の実施に向け、トンガタブ諸島、ババウ諸島で設立される太陽光発電委員会も同様のシステムを踏襲する計画となっている。しかしながら、ハーパイ諸島の太陽光発電委員会の財政状況では、管轄地域のバッテリー交換費用を賄うには十分な資金が確保されていない（詳細は、2-4 過去の案件のレビューに記載）。SHS を長期にわたり安定的に使用するためには、機材据付後 7～8 年後にバッテリーの交換が適切になされることが重要となる。そのため本計画の実施に向けて対象地域の太陽光発電委員会の財務管理は適切になされるよう計画を策定していく必要がある。

2-1-3 技術水準

本計画にて導入する SHS 運用実施体制については、EPU が機器の所有者となる。また運営維持管理は対象地域に設立される太陽光発電委員会が行うこととなるが、技術面においては、EPU 職員がサポートすることとなる。

EPU の職員には過去に他のドナーにより実施された SHS 供与プロジェクトにおいて、機材の据付に作業に従事した経験、また日常的なメンテナンス業務に携わった人

材もいるが、十分な経験、知識を有しておらず、EPUとしても職員の更なる技術力の向上の必要性を認識している。また、対象地域の太陽光発電委員会の技術者は本計画の実施に向け選出されることとなっている。

SHS が使用されているハーパイ諸島では、日常的なメンテナンス、その他住民への技術サービスの提供、また必要資金の管理のため、ハーパイ諸島の太陽光発電委員会は各村落の住民から 1～2 名程度技術者を配置し、かかる業務に従事させている。これら技術者は主に機材据付時にドナーが実施したトレーニングを受講した人材であり、基本的な知識は有している。しかし、現地調査で確認したところ、日常的なメンテナンスなど業務は頻繁には実施されておらず、また、SHS 用バッテリーの更新資金が十分に確保されていない等、太陽光発電委員会の運営管理体制に改善すべき点があることが判明した。そのため本計画においても、技術者育成のため、ソフトコンポーネントを通じ、技術の習得だけでなく、太陽光発電委員会の運営管理についての協力も実施していく必要がある。

また SHS は供与後、各住民により適切に機材が使用されることが重要であるが、ハーパイ諸島では、適切な使用方法についてはある程度住民内に浸透している。本計画対象地域でも、過去に SHS を使用していた経験を有しており、住民の SHS に関する知識レベルは同等レベルである。

2-1-4 既存施設機材

主要諸島における電力供給の状況は以下に示すとおりである。

「ト」国で過去に実施された地方電化プロジェクトの一覧を表 2.1.4-1 に示す。

表 2.1.4-1 「ト」国で実施された地方電化プロジェクト

| 諸島名 | 島名(村落名) | 供与年 | 供与 台数 | モジ ュール Wp | モジ ュール 数量 | 合計 Wp | その他 システム | ドナー | |
|-----------|--------------------------|------|----------|-----------------|-----------------|----------|-------------|------------|--|
| Tongatapu | Ata'ata Phase 1 | 1997 | 25 | 35 | 2 | 1,750 | | UNESCO | |
| | Ata'ata Phase 2 | 1998 | 21 | 50 | 2 | 2,100 | | Japan | |
| | Eueiki | 1999 | 26 | 50 | 2 | 2,600 | | AusAid | |
| | Tongatapu | | | | | | 既設電 力系統 | | |
| | Eua | | | | | | 既設電 力系統 | | |
| Vava'u | Falevai | 1995 | 42 | 50 | 2 | 4,200 | | EU | |
| | Hunga | 1995 | 47 | 50 | 2 | 4,700 | | EU | |
| | Kapa | 1995 | 30 | 50 | 2 | 3,000 | | EU | |
| | Lape | 1995 | 7 | 50 | 2 | 700 | | EU | |
| | Matamaka | 1995 | 42 | 50 | 2 | 4,200 | | EU | |
| | Noapapu | 1995 | 43 | 50 | 2 | 4,300 | | EU | |
| | Otea | 1995 | 35 | 50 | 2 | 3,500 | | EU | |
| | Ofu | 1995 | 43 | 50 | 2 | 4,300 | | EU | |
| | Olo'ua | 1995 | 21 | 50 | 2 | 2,100 | | EU | |
| | Ovaka | 1995 | 26 | 50 | 2 | 2,600 | | EU | |
| | Taunga | 1987 | 32 | 35 | 2 | 2,240 | | EU | |
| | Taunga (Upgrade) | 1991 | 4 | 35 | 2 | 280 | | EU | |
| | Vava'u | | | | | | | 既設電 力系統 | |
| | Pangaimotu | | | | | | | 既設電 力系統 | |
| 'Utungake | | | | | | | 既設電 力系統 | | |
| Ha'apai | Mango | 1988 | 5 | 35 | 2 | 350 | | EU | |
| | Mango (Upgrade) | 1991 | 24 | 24 | 2 | 1,152 | | EU | |
| | Mango (Upgrade) | 2009 | 15 | 80 | 2 | 2,400 | | IUCN | |
| | Mo'unga'one | 1994 | 49 | 55 | 2 | 5,390 | | EU | |
| | Mo'unga'one (Upgrade) | 2009 | 36 | 80 | 2 | 5,760 | | IUCN | |
| | Fonooifua | 2002 | 24 | 75 | 2 | 3,600 | | PREFACE | |
| | O'ua | 2002 | 38 | 75 | 2 | 5,700 | | PREFACE | |
| | Kotu | 2002 | 35 | 75 | 2 | 5,250 | | PREFACE | |
| | Tunga | 2002 | 32 | 75 | 2 | 4,800 | | PREFACE | |
| | Matuku | 2002 | 22 | 75 | 2 | 3,300 | | PREFACE | |

| 諸島名 | 島名(村落名) | 供与年 | 供与台数 | モジュール Wp | モジュール 数量 | 合計 Wp | その他 システム | ドナー |
|-------|--------------|------|------|-------------|-------------|----------|-------------|---------|
| | Fotuha'a | 2002 | 18 | 75 | 2 | 2,700 | | PREFACE |
| | Lifuka | | | | | | 既設電力系統 | |
| | Foa | | | | | | 既設電力系統 | |
| | Ha'ano | 2002 | | | | | 小規模DG電力系統 | オーストラリア |
| | 'Uiha | 2002 | | | | | 小規模DG電力系統 | オーストラリア |
| | Ha'afeva | 2002 | | | | | 小規模DG電力系統 | オーストラリア |
| | Nomuka | 2002 | | | | | 小規模DG電力系統 | オーストラリア |
| Niuas | Niuatoputapu | 1999 | 36 | 48 | 2 | 3,456 | | NZAID |
| | Tafahi | 1996 | 35 | 55 | 2 | 3,850 | | フランス |
| | 合計 | | 813 | | | 90,278 | | |

※ IUCN : International Union for Conservation of Nature (国際自然保護連合)

PREFACE : Pacific Regional rural Energy France Australia Common Endeavor
Implementing Agency

(出所: EPU資料)

電力供給が行われている地域では、発電は主にディーゼル発電により賄われているが、169島という多数の島を抱え、未だ離島へのグリッド型の電力供給体制の整備は地理的制約から非常に困難な状況にあり、上記のとおり離島部ではSHSが主たる電力供給手段となっている。「ト」国のSHSの維持管理はハーパイ諸島に導入された維持管理体制を基に実施されており、本計画の運営維持管理体制構築についてもその参考例とする。

① トンガタブ諸島

首都ヌクアロファのある主島トンガタブ島、離島のエウカ島はディーゼル発電により電化されており、電化率は100%である。本計画の対象地域である、離島のアタタ島とウエアキ島は、過去に我が国の草の根無償資金協力(1998年)やUNESCO等によりSHSが供与されたが、老朽化、故障により現在はほとんど機能していない状況にある。

② ハーパイ諸島

主島リフカ島とフォア島は発電と送配電が行われており、電化率は100%となっている。4つの離島(ハアノ島、ウイハ島、ハアフバ島、ノムカ島)には、オーストラリア国政府の支援によりディーゼル発電が導入され、オーストラリア政府の協力を得

ながら運用がされている。しかし世界的な燃油の高騰の影響もあり、燃油購入の予算の燃出が非常に困難であるため、限定された時間のみ使用している。マンガ島及びモウंगाオネ島は、1994年にEUの支援によりSHSが導入されており、他の離島6島（コトゥ島、マトウカ島、フォトゥハハ島、オウア島、フォノイ島、トゥンガ島）は、オーストラリア国とフランス国の支援（PREFACEプロジェクト）により、2003年からSHSが導入されており、使用后5年以上経過した現在も使用されている。そのため、「ハーパイモデル」として、適切なSHS機材運営維持管理体制が整備されている実証例として、「ト」国内および他ドナーの評価を得ている。

本計画の現地調査で確認したところ、ハーパイ諸島ではバッテリーが据付後も交換されることなく太陽光発電モジュールも問題なく機能しているものの各村落の技術者による日常的なメンテナンスが適切な頻度で実施されていない点などが指摘され、かかる点は本計画実施時には解消される必要がある。なお、照明器具などの消耗品は、現地での入手が困難であるため、太陽光発電委員会が必要数量を取り纏めの上、調達業者に発注を行っているケースがある。

ハーパイ諸島のSHSの使用状況の詳細については、「2-3 過去の案件のレビュー」に、現地調査結果を記載した。

③ ババウ諸島

主島ババウ島はディーゼル発電により100%電化されており、ババウ島に隣接したパンガイモトゥ島とウトンガケ島は、ババウ島の配電系統から電力供給を受けている。その他の離島は、1995年にSHSの供与が行われたが、最適な仕様の機材が供与されなかったこと、さらに機材が老朽化し、適切な機材メンテナンスも行われなかったこと、またバッテリーの更新に必要な資金が確保できなかったことなどが主因となり、既存機材はほとんど機能していない状況にある。ババウ諸島のSHSの使用状況の詳細については、「2-3 過去の案件のレビュー」に、現地調査結果を記載した。

④ ニウアス諸島

ニウアス諸島では、TPLによる電力供給が行われていない。しかし、ニュージーランド国政府の支援により、公共施設（学校、病院）および希望者にSHSが導入されている。その他、漁港、病院、教会、学校など一般公共施設には、ディーゼル発電設備が導入されているが、首都ヌクアロファから遠距離に位置し、燃料輸送が困難であるため、燃油消費量を抑えるため、必要最小限の時間で運転されている。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 「トンガ国」の社会インフラ整備の現状

「ト」国では、45年にわたる開発計画を策定しており、同計画の中で、2025年までの長期目標として政治、経済、環境、文化における持続可能な開発を掲げ、「全てのトンガ人がより高い生活水準とより質の高い生活を享受すべく社会の構築のため、グッドガバナンスに基づく、平等で環境的な民間セクター主導による経済成長、教育、医療の向上、文化開発」に重点を置き、開発課題に取り組むことを目標として掲げており、社会インフラ整備が行われている。首都および各諸島の主島地域においては国際機関などの支援の下、道路、港湾設備、水道、教育機関をはじめとした社会インフラは整備されており、また市中電力も供給されている。

(2) 本計画対象地域のインフラ整備状況

本計画の対象地域であるトンガタブ諸島（アタタ島、エウエイキ島）、およびババウ諸島の社会基盤について記す。

（トンガタブ諸島）

アタタ島、エウエイキ島はともに「ト」国の首都、ヌクアロファに隣接する離島である。それぞれの島への移動手段はボートとなるが、大型定期船などは就航しておらず、ボート所有者が移動者の希望に応じ、ボートを運航している。そのため、荒天時の移動は非常に困難となる。特に、エウエイキ島、トンガタブ島間は好天時でも非常に波浪が高く、移動時には小型ボートでの移動は非常に危険を伴う。

両島とも狭小な島であるため、島内に公共交通手段は存在しておらず、荷揚げ・荷降ろしをする栈橋から主たる移動は徒歩となっている。

上下水道は整備されておらず、生活用水、飲料水は、雨水タンクを利用した天水に頼っている。

（ババウ諸島）

本計画の対象となる11島はババウの州都、ネイアフに隣接している。各島への移動手段はトンガタブ諸島内と同様にボートであり、ボート所有者が移動者の希望に応じ、運航している。本計画の対象村落は、ほとんど内海に面しており、比較的穏やかな潮流となっている。また、栈橋はEUの支援により整備されている。島内の主な移動手段は徒歩であるが、村落により共同で管理されているトラクターを有する村落も存在している。なお、上下水道は整備されておらず、生活用水、飲料水は、トンガタブ諸島同様天水である。

(3) 「ト」国の通信事情

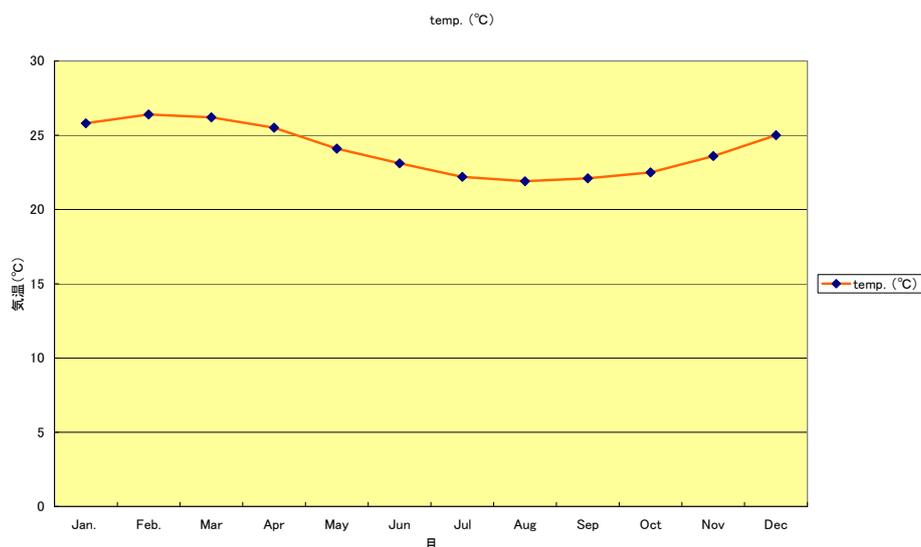
「ト」国の通信事情は、都心ではほとんどの家庭に固定電話が設置されており、トンガ電話通信局TCC (Tonga Communications Cooperation) がその業務を行っている。また、携帯電話も、普及しており、主島に近隣する離島部においても使用が可能である。また、インターネットも、トンガ電報電信局 (TCC) およびTONFONが代表的なプロバイダーとしてサービスを提供している。本計画において、太陽光発電委員会が各村落に対置される技術者の管理上、通信手段は重要なコミュニケーションツールとなる。本計画対象地では固定電話、インターネットのサービスは提供されていないものの、携帯電話サービスは提供されており、通信手段は確保されている。

2-2-2 自然条件

「ト」国全体、および本計画対象地であるトンガタブ諸島、およびババウ諸島の自然条件を以下に示す。なお、「ト」国では 2006 年度の政府統計データが最新のものであるため、このデータを用いる。

「ト」国は南北に約 1,000km、東西 500km の広大な海域に点在するトンガタブ、ハーパイ、ババウ、ニウアスの主要 4 諸島とそのグループ島で構成されている。首都はトンガタブ島に位置している。

「ト」国の気候は亜熱帯で海洋性である。1 日の気温の変化は年間の変化より大きい傾向を示している。6 月から 10 月にかけては南東からの季節風によって涼しい気候となる。ヌクアロファでは 7 月の平均気温は 21.3℃である。



(出所: Metrological Division of the Ministry of Civil Aviation)

図 2.2.2-1 ヌクアロファの平均気温

(1) サイト情報・地理的位置

本計画の対象地はトンガ政府から要請のあったトンガタプ諸島で 2 村落（Atataa, Eueiki）、ババウ諸島で 11 村落(Olo’ua, Ofu, Otea, Falevai, Kapa, Taunga, Matamaka, Nuapapu, Lape, Hunga, Ovaka)、である。

トンガタプグループの村落



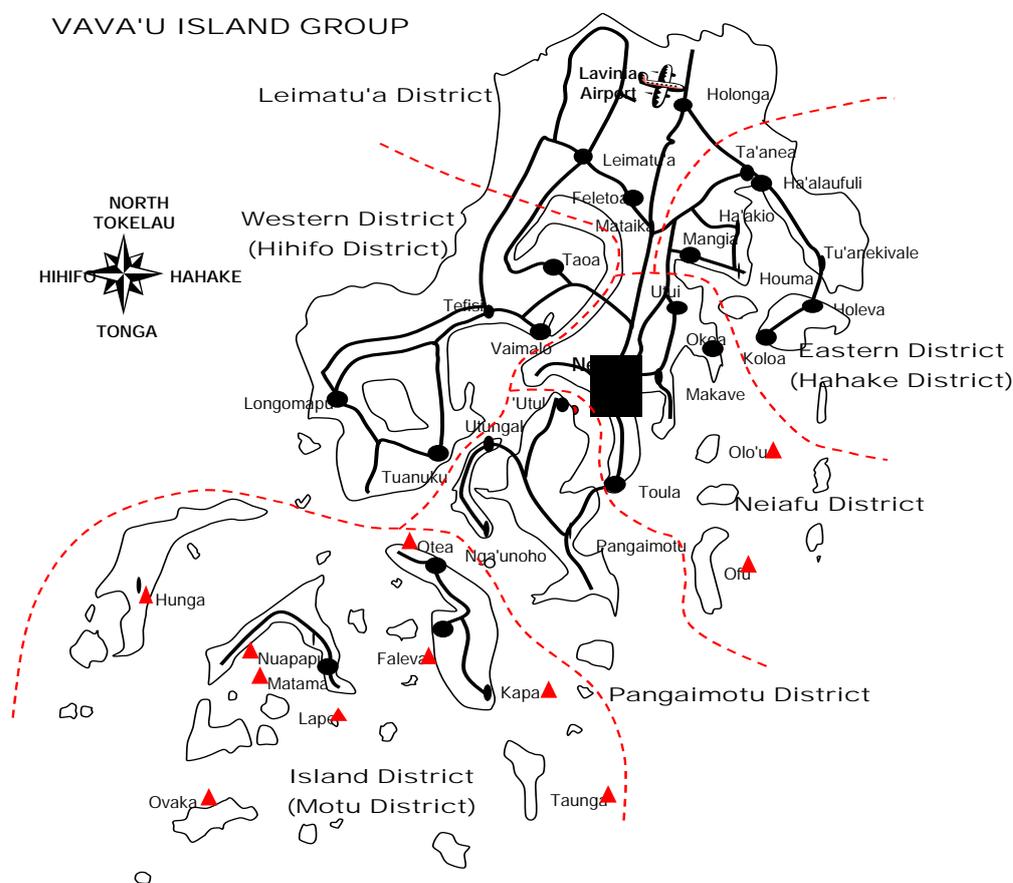
図 2.2.2-2 トンガタプグループの SHS 設置対象村落(▲印)

本計画の対象地域の一つであるアタタ（Atataa）島はトンガタプ島の北部約 6.2km に浮かぶ小島であり、首都ヌクアロファ(Nuku alofa, 21° 08'S / 175° 13'W) の港から航程約 13.5km、ボートでおよそ 40 分程度を要する。アタタ島にはゲストハウスが一軒ありその前に船着場がある。

もう一つの対象地域であるエウエイキ（Eueiki）島はトンガタプ島の東部に浮かぶ小島であり、トンガタプ島東岸のニウトア(Niutoua)から直線距離 6.3km、首都ヌクアロファからは航程約 23 km の距離にある。この島は最短距離をとればトンガタプ南西のアタタ島までの航路の半分程度の距離であるが、外洋のため波が高く、離島を往来している小型船舶での航行には、海上気象に十分な注意が必要である。船着場はないため荷揚げには小舟に積み替えが必要となる。

ババウ諸島の村落

図 2.2.2-3 にババウ諸島の SHS 設置対象村落を示す。



出所：MORDI 提供資料

図 2.2.2-3 ババウ諸島の SHS 設置対象村落 (▲印)

各村落はババウ諸島の州都ネイアフ (Neiafu, $18^{\circ} 39'S / 173^{\circ} 59'W$) 南部一帯の半径約 4~16 km の範囲に散在する。ネアフから最も遠いフンガ (Hunga) までレジャーボートを利用し 1 時間強で到着する。オフ (Ofu) 島を除く各島には小さな粗末な船着場 Jetty がある。カパ (Kapa) 村へのアクセスは、ファレバイ (Falevai) から山道を約 2 km トラクターを利用するのが一般的となっている。

(2) 日射条件

太陽光発電システムを計画・設計する場合には、エネルギー源である日射量データが不可欠である。トンガにおいてソーラーホームシステム (SHS) を導入する際にも当然ながらこれが必要となる。気象データ、特に日射量データは長期間の観測による平均値が必要であるが、残念ながらトンガで直接観測したデータは得られない。

そのため、アメリカの NASA は衛星を使って収集した世界中の気象に関するデータベースを所有し、公開しているのが次善の策としてこれをトンガに適用する。ただし、

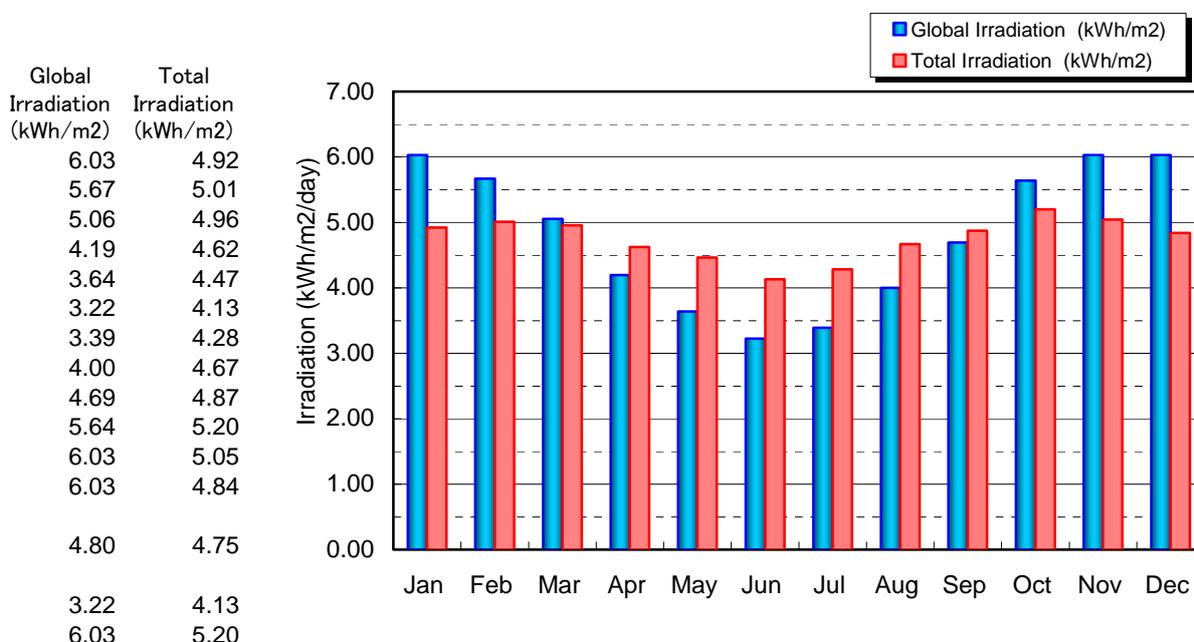
地上で直接観測したデータがある地点において NASA のデータベースと比較すると乖離（10%程度）があるのでこれを 0.9 倍補正して使用することにする。

ヌクアロファ(Nuku'alofa)の日射量：

トンガの首都ヌクアロファはババウの南西約 300km の距離にあり、緯度で 2.5° 南に位置している。気象条件はババウと大差なく年間平均日射量も 4.87kWh/m² でほぼ同じである。しかし、日射条件が最も悪い 6 月ではヌクアロファはババウ諸島に比較して全天日射量が 8%程度小さい値を示している。従って最適角度で PV パネルを設置した場合の傾斜面日射量も約 8%少ない 4.13kWh/m² となる。

ヌクアロファの年間降水量は 1,440mm 程度で最も多い月は 3 月で 185mm、最も少ない月は 9 月で 70mm 程度となっておりババウと大差ない。

*** Ittadiation at Nukualofa(Compensated) ***
<Tilt angle = -35 deg>



(出所：本調査団にて作成)

図 2.2.2-4 ヌクアロファにおける全天日射量(青)と傾斜面日射量

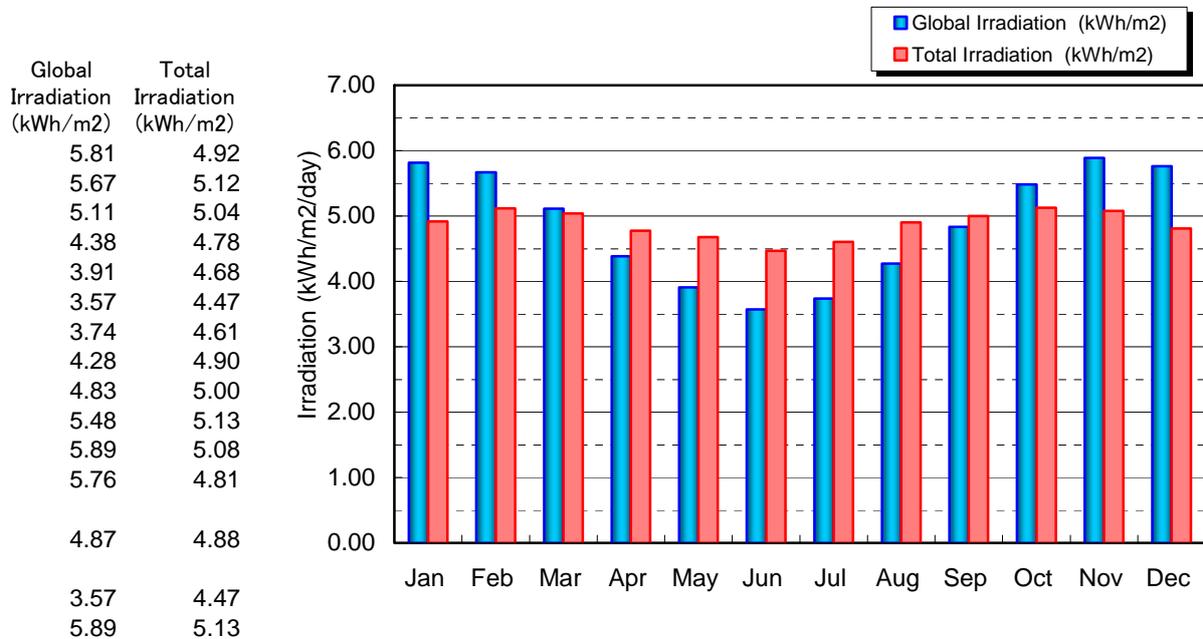
ババウ諸島 (Neiafu/州都) の日射量：

トンガは南半球に位置するため日射条件は日本など北半球の国とは異なる。図 3.2.2-3 に示すように 6 月の日射が年間を通じて最少となっている。ババウ諸島の年間平均全天日射量 4.87 kWh/m² は東京の全天日射量 3.44 kWh/m² に対して 40%大きく、太陽光発電にとっては有利な条件である。

SHS のなど独立型システムの計画に当たっては、日射量即ち入力エネルギーが年間を通して最も小さい条件で行うことが肝要である。ババウの場合は 6 月がこれにあたり、このとき PV パネル面の日射量（傾斜面日射量=Total irradiation）が最も大きくなる傾斜にパネルを設置する。

日射量が最も少ない 6 月を想定すると、ババウ諸島では PV パネルの傾斜角は 30～35° でパネル面の向きは当然真北が最適である。パネルが最適傾斜角（30～35°）に設置された場合下図より 6 月の傾斜面日射量は 3.57kWh/m² から 4.47kWh/m² へ約 25% 改善されることが判る。

*** Ittadiation at Vavau, Tonga(Compensated) ***
<Tilt angle = -30 deg>



(出所：本調査団にて作成)

図 2.2.2-5 ババウ諸島における全天日射量(青)と傾斜面日射量

(3) 風力・サイクロン

通年、「ト」国では 5～10 月は北西に緩やかな貿易風が吹いている。5～7 月の風速は平均で 5～7m/秒となっている。しかし 11～4 月は、特に本計画対象地の一つであるババウ諸島を含む「ト」国北部は年間 1 から 2 回サイクロンが来襲するなど強風が吹く傾向にある。過去、92kt (47.2m/s) の風速がヌクアロファで計測されたことがある（サイクロン ISSAC、1982 年 3 月）。

(4) 地震

「ト」国において、近年では 2010 年 2 月（マグニチュード 6.3）、また 2006 年 5 月（マグニチュード 7.8）、2009 年 3 月（マグニチュード 7.9）に地震が発生したと記録されている。

(5) 土壌条件

「ト」国の土壌は、火山灰と珊瑚礁からなっている。トンガタプ島は珊瑚を基盤とし、

3m の火山灰に覆われている。本計画の対象地域であるトンガタブ諸島の離島部も珊瑚ベースであるが、火山灰と珊瑚砂でおおわれている。ババウ諸島本島は隆起珊瑚で形成されている。珊瑚由来の石灰石の上に土壌群は、9m までの火山灰からなる、土壌に覆われている。本島と離島部の海岸部は珊瑚砂からなる土壌である。

2-2-3 環境社会配慮

「ト」国では、環境・気候変動省（Ministry of Environment and Climate Change）の管轄の下、ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT ACT 2003 が制定されている。その中の環境影響計画規制 2004（THE ENVIRONMENTAL ASSESSMENT PLANNING REGULATION 2004）に環境影響評価に関する概要が記載されている。主要なポイントは以下の通りである。

本計画での機材据付けに関する環境影響評価の実施について、環境・変動環境省に確認を行ったところ、本計画の主管官庁である MLSNR は環境・気候変動省に申請を行い、EIA の必要について審査を受ける必要があることが確認された。環境・気候変動省はプロジェクトの内容の確認を行う。その上で環境・気候変動省が本計画の実施には EIA が必要と決定した場合、MLSNR は本計画の入札までに環境・気候変動省に対し、EIA に必要な調査や手続きを行うこととなる。

また、SHS の場合、使用済みのバッテリーの処理が問題となる。バッテリーの放置に対し、特に罰則規定はない。そのため、実際、現地調査時、放置されたバッテリーが村落で散見された。

バッテリーのリサイクルに関しては、ニュージーランドの民間会社により、使用済みバッテリーの買い取り制度が導入・推進されている。これは、トンガ政府およびニュージーランド政府の承認により、トンガの民間会社とニュージーランドの会社が契約を締結し、実施している。そのため、バーゼル条約には抵触しない。最終処理場は韓国となっている。

なお、買い取り料金（収入）、および本島に輸送するための予想費用（支出）は以下の通りである。下表のとおり、買い取りに関する収支では利益が発生すると予想され、現在の買取価格が保持されれば、「ト」国が買い取りに関し特別な予算を計上する必要はない。

表 2.2.3-1 バッテリー買い取りに関する収支

| | ①買い取り料金 (TOP/kg) | ②バッテリー重量/個(Kg) | ③バッテリー調達量 | 収入合計 (①x②x③) |
|---------------|------------------|------------------------------|----------------|--------------|
| 買い取り料金 (収入) | 0.5 | 45 | 442 | 9,945 |
| | ④輸送料 (TOP/kg) | ⑤バッテリー採数 (m ³ /個) | ⑥個数 (ババウ分のみ計上) | 支出合計 (④x⑤x⑥) |
| バッテリー輸送料 (支出) | 148 | 0.08 | 442 | 5,233 |
| | | | 収支 | 4,712 |

(出所：本調査団作成)

※バッテリーの買い取りはトンガタブ本島で行われているため、バッテリー輸送料（支出）欄の「⑥個数」に関しては、ババウ諸島に供与されるバッテリー台数分のみ計上した。

本計画においても、機材据付後、7～8年後にバッテリーの更新が必要となることが予測されるため、太陽光発電委員会、MLSNR および 2 つの回収業者が経済的かつ安全な方法で回収、輸送を行う必要がある。

2-3 過去の案件のレビュー

2-3-1 ババウ諸島における既存の SHS の現状

(1) 既存の SHS の状況

1995年にEUの援助により設置された369セットのSHSは、設置から14年が経過し、全ての設備が既に寿命が尽き初期の性能特性を維持している設備は皆無である。

バッテリーは、使用方法にもよるが製品寿命が使用開始後5年程度で通常交換が必要な消耗品なので既にその寿命を遙かに超えており、使用できるものは全く残っていない。

設置当初から現在に至るまでテクニシャンとして状況を知る人物によると、バッテリーは7年程度までは重大な故障も無く使用できていたことから、導入されたバッテリー性能は問題がなかったと判断される。

しかし、過去ババウ諸島離島部に導入されたSHSの最大の問題は太陽光発電モジュール（PVパネル）である。ババウ諸島離島部のSHSで問題のPVパネルは全て同一メーカー製である。セルの色は白化し電極部に錆などが目立っており、ほとんどが利用不能であるが、一部は、出力が衰えているものの、かろうじて発電しているものもある。通常20年以上の寿命を持つPVパネルが全て異常を来している。チャージコントローラの殆どは、使用者により壊されたり取り外されりしており、現状では当初導入されたものが適切であったか否かは判断できない状態であった。

10%～20%程度の世帯では自動車用バッテリーを購入して既設性能が落ちた古いPVパネルに接続し、電灯などに利用している。しかし、殆ど全てチャージコントローラは取り外されるか、バイパスして使用されていない。絶縁テープなどの資材がないため短絡事故の可能性がある、望ましいことではない。

また、設置されていたSHSは下記のようなものである。

| | |
|-------------|-----------------|
| PVパネル： | 50W * 2 = 100 W |
| パネルメーカー： | Siemens USA |
| チャージコントローラ： | 仕様不明 |
| バッテリー： | 12V / 100Ah |

① 既存設備のPVパネルの現状

写真 2.3.1-1 はバッテリー充電のため地上に置いてあったPVパネルであり、持参していた日射計とデジタルマルチメータを使用してPVパネルの特性を簡易的に測定してみた。

その結果、この PV パネルの出力特性は、正常値に対して約 50%以下に低下していた。
既設の SHS に設置されている PV パネルは全て同様な外観に劣化しており、このような劣化は、製造上のプロセスでの欠陥と考えられ非常に稀なケースである。



(出所：本調査団撮影)

写真 2.3.1-1 シーメンス製 PV パネルの特製確認

② 既存設備のバッテリーの現状

最初に設置されたバッテリーは全て寿命が尽きて取り外されている。その後、写真 2.3.1-2 の様に自動車用バッテリーを購入し古い PV パネルに接続して蛍光灯や電話電源などとして使用しているところもある。下図の大きなバッテリーがオリジナルである。



(出所：本調査団撮影)

写真 2.3.1-2 オリジナル及び使用中のバッテリー例

③ 既存設備のチャージコントローラの状態

設置されていたチャージコントローラの例を図 2.3.1-3 に示す。

全てのコントローラは故障または取り外され利用されていない。蓄電池の寿命が尽きた後、取り外されたり、分解された物も多い。

自動車用バッテリーを購入して現在も細々と電源を確保している家庭では、コントローラは使用せず PV パネルとバッテリーを直接接続している。絶縁されないまま電線がむき出しの状態が多く危険である。これらの接続変更は、テクニシャンに頼って行われた。



(出所：本調査団撮影)

写真 2.3.1-3 チャージコントローラ

④ その他

室内のスイッチ、蛍光灯器具など故障または破損しているものが多い。修理が可能な技術者が存在していなかったこと、また地理的な制約から消耗品の調達が困難であったことが主因と考えられる。なお、今後設置される SHS のために流用できる器具はない。

(2) 既存設備の PV パネルを現在も利用している割合

現在、全ての設備で、設置当時の性能特性を維持し使用可能なものは皆無である。特に全ての蓄電池は寿命が尽き使用できない。PV パネルは全て劣化が進み出力は半分程度に落ちているものの、自動車用バッテリーを購入して PV パネルに接続し利用している家庭も村落によっては 40%にも及ぶ地域がある。しかし、機材本来の性能特性が半分程度であることを考慮し、「ト」国側が本計画実施時には、MLSNR の管理下で、村落が撤去、必要に応じ保管する意向にあることが確認されている。

表 2.3.1-1 はババウに於ける SHS の設置数や現在の使用状況を示している。パネルの劣化状況は全ての村で同じであるが、現在の利用状況は村により大きく異なっている。

Nuapapu、Olo'ua、Kapa の 3 村では実に 40%を超える家庭が現在も性能特性が劣化した状態ながら PV パネルを利用して照明や電話電源などに使用している。これらの村はテクニシャンが利用方法を村民に教えていたようである。一方 Hunga や Matamaka などでは殆ど利用されることなく放置されている。利用方法を知る由もなく使えなくなったと諦めている状態である。

表 2.3.1-1 ババウ諸島の 11 村の SHS の状況

| グループ | 村落名 | SHS 設置数 | PV パネル 利用数 | パネル利 用割合 % | PV 容量 Wp | SHS 設 置年 | ドナー |
|--------|----------------|---------|------------|------------|----------|----------|-------|
| Vava'u | Hunga | 47 | 4 | 9 | 100 | 1,995 | EU |
| | Ovaka | 26 | 6 | 23 | 100 | 1,995 | EU |
| | Lape | 7 | 1 | 14 | 100 | 1,995 | EU |
| | Nuapapu | 43 | 19 | 45 | 100 | 1,995 | EU |
| | Matamaka | 42 | 4 | 10 | 100 | 1,995 | EU |
| | Ote | 35 | 5 | 15 | 100 | 1,995 | EU |
| | Falevai | 42 | 5 | 12 | 100 | 1,995 | EU |
| | Kapa | 30 | 12 | 40 | 100 | 1,995 | EU |
| | Taunga | 32 | 5 | 16 | 70 | 1,897 | EU |
| | Olo'ua | 21 | 9 | 43 | 100 | 1,995 | EU |
| | Ofu | 43 | 5 | 12 | 100 | 1,995 | EU |
| | Taunga upgrade | 4 | | | | 70 | 1,991 |
| Total | | 372 | 75 | 20 | | | |

チャージコントローラ: 12V / 15A
使用器具: 蛍光灯: 13W × 3 灯
常夜灯: 0.35W × 1 灯

しかし、実際の設備では蓄電池は 12V / 108Ah のものが 1 個使用されていたこと、負荷機器にラジオも使用されているところもあるなど、関連書類の記録と既存の機材が異なる事実が多々見受けられた。

2) テクニシヤンのサービス

本調査団が現地調査を行った Kotu 島の SHS に関するメンテナンスは 2 人のテクニシヤンが交代で行うことになっていて、一月に 2 回巡回サービスをする事になっている。サービス内容は蓄電池の清掃、液レベルチェック、調整、比重測定などである。

実際は、Kotu 島の場合、バッテリーボックスは鍵を紛失したという理由で全てが施錠されていない、蓄電池は汚れや錆が目立ち清掃している痕跡もないなど、決められた通りに行われていない状況であった。



(出所：本調査団撮影)

写真 2.3.2-1 錆や汚れが目立つバッテリーボックス内

3) 構成部品の品質

PV パネルは多結晶型で 7 年経過した現在も、変色など品質の変化は全く感じられない。通常日本で使用されるパネルと同等の信頼性を備えているようである。ババウ諸島の SHS に使用されたパネルが短期間に劣化していたのと対照的である。蓄電池については、ドイツ製の高品質のものが使われており期待通りの信頼性を発揮していると言える。

チャージコントローラはバッテリーボックス内に取り付けられていたが、蓋を開けて確認した設備では当初のものは外され箱内に放置され、代わりに違うタイプのものが取り付けられていた。



(出所：本調査団撮影)

写真 2.3.2-2 Kotu 島（ハーパイグループ）に設置されている SHS

本計画の実施にあたっては、過去に「ト」国で実施された SHS 機材供与案件を踏襲の上、最適な計画が策定される必要がある。そのため、以下に、過去に「ト」国で実施された案件の概要を記し、本計画の実施に向けての教訓を取りまとめた。

2-3-3 他地域（ハーパイ諸島）の運営管理体制の状況

本計画対象地域においても太陽光発電委員会が設置されるため、他地域（ハーパイ諸島）の太陽光発電委員会である、HSEC (Ha'apai Solar Electricity Committee) とハーパイ諸島に設置された SHS の使用状況を調査した。ハーパイ諸島での管理体制に関する主な特徴は下記のとおりである。

- ・ HSEC は、組合法（担当省庁：労働産業省／Ministry of Labor, Commerce, Industries, & Tourism）に基づく政府認定団体であり、各村落の SHS の維持管理、また使用者との契約、徴収する金銭の管理を行っている。
- ・ 設置当初、初期費用として TOP200（約 96 米ドル）、SHS 月額利用料として 1 ヶ月 TOP13（約 6.2 米ドル）を使用者から徴収する。月額利用料の未払者に対しては電気を切断する。

HSEC の体制は以下の通りである。委員長の下、副委員長、また事務局が設置され、各村落長がその委員として配置されている。ハーパイ諸島は本島から離島が他の諸島と比して遠隔にある地理的制約もあり、現地調査時、事務局と実際の日常メンテナンス業務を行う技術者とのコミュニケーションはほとんどないことが確認されており、人員管理、技術管理は適切ではない状況にある。

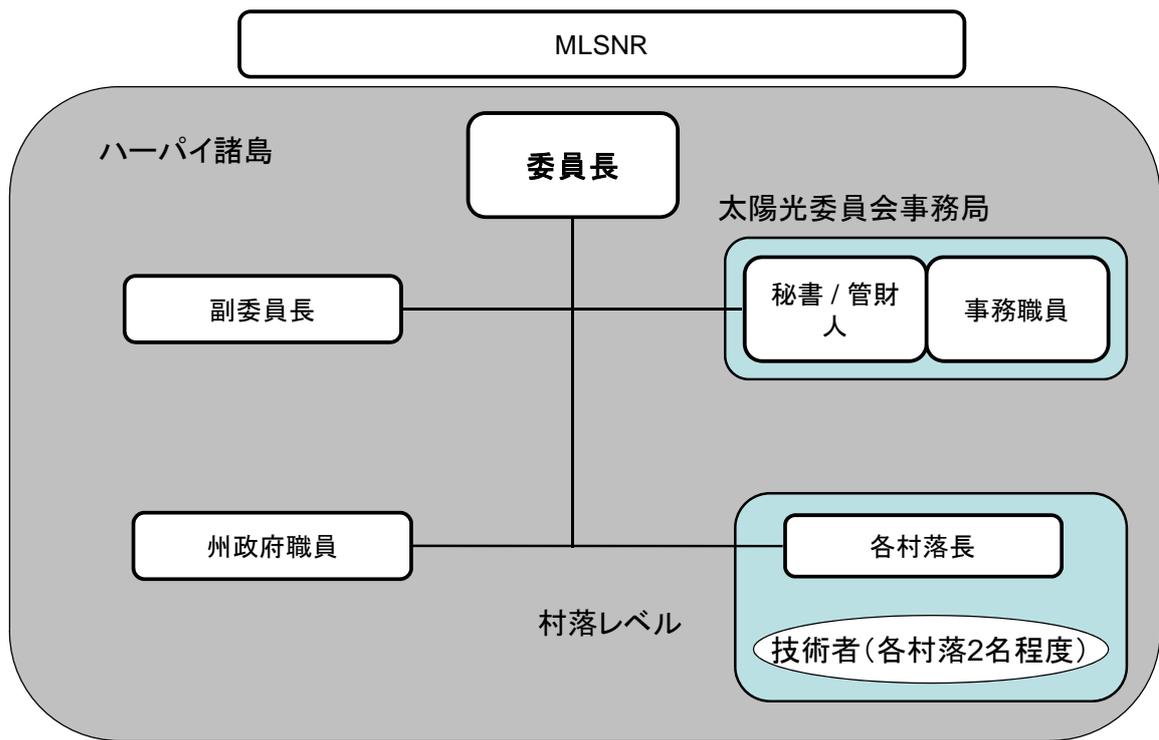


図 2.3.3-1 HSEC の体制図

(2) 他地域（ハーパイ諸島）太陽光発電委員会の財務状況

HSEC はプロジェクト開始後、機材供与を行ったドナー（AusAid）から 3 年間の運転費用の支援を受け運用を開始した。現在のところ問題なく運用されている。

HSEC は使用者から徴収した月額料金を表 2.3.3-1 に示すように 13 項目に分け運用している。なお、毎年 10 月に翌年度の予算を作成する。大きな額を占めるのは各村落に配置されているテクニシャンの給与、HSEC 事務局職員の給与、整備保守用機器購入費、システムモニタリング費用である。テクニシャンの給与は 2008 年まで、月額徴収金額の 20%であったが 2009 年より 30%に増額された。HSEC オフィサーの給与は 2009 年から約 50%増額された。整備補修用機材にかかる費用は 2005 年以来年々増加している。モニタリング費用は逆に減少している。

表 2.3.3-1 HSEC のバランス

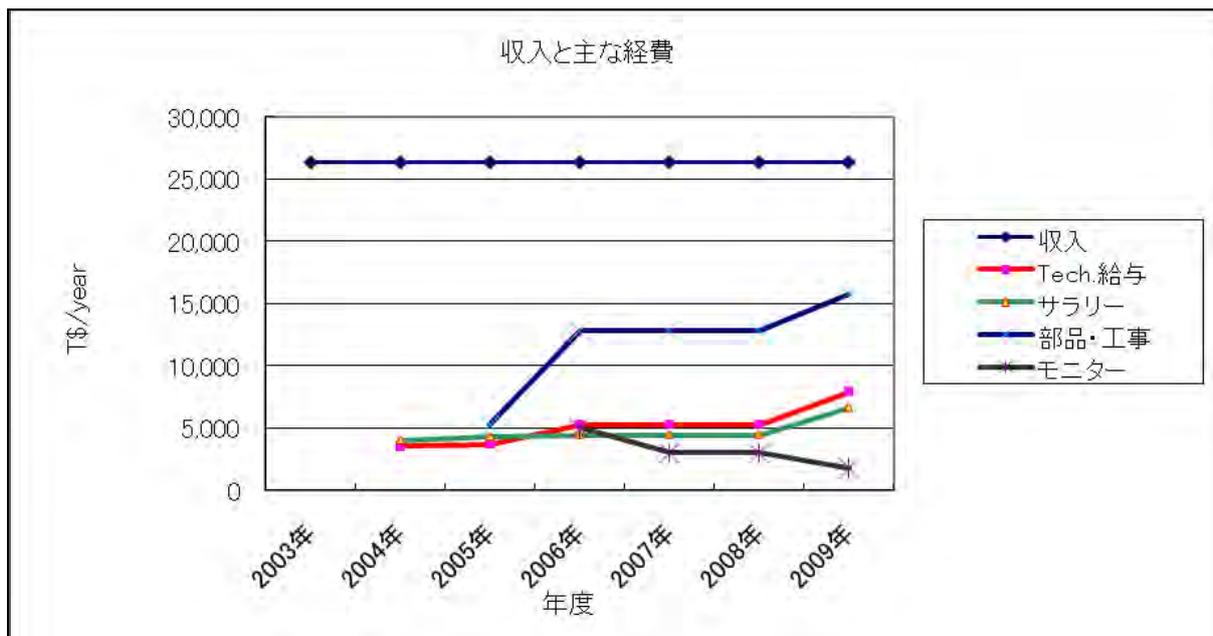
| | 2003年 | 2004年 | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|-----------------|-------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 収入 [設置台数] 169 | | 26,364 | 26,364 | 26,364 | 26,364 | 26,364 | 26,364 |
| 予算 | | | | | | | |
| 国内旅費など移動費 | | 500 | 900 | 60 | 60 | 801 | 1,000 |
| 通信費(電話、インターネット) | | 250 | 1,000 | 520 | 530 | 240 | 600 |
| 事務所電気代 | | 100 | 50 | 25 | 25 | 15 | 25 |
| 事務費・印刷費 | | 400 | 420 | 100 | 100 | 550 | 200 |
| 事務所修繕費 | | 100 | 50 | 50 | 50 | 1 | 50 |
| 賃金(テクニシャン) | | 3,560 | 3,692 | 5,275 | 5,275 | 5,275 | 7,909 |
| 会合・訓練費 | | 230 | 50 | 20 | 20 | 1 | 1,000 |
| HSEC口座手数料 | | 100 | 25 | 25 | 25 | 1 | 25 |
| 回転資金 | | 1 | 1 | 10,501 | 10,501 | 5,000 | 20,000 |
| 賃金(HSEC職員) | | 4,000 | 4,303 | 4,457 | 4,457 | 4,457 | 6,650 |
| 事務所賃貸料 | | 600 | 50 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 整備保守用機材購入 | | | 5,275 | 12,818 | 12,818 | 12,818 | 15,818 |
| システムモニタリング費 | | | | 5,000 | 3,000 | 3,000 | 1,800 |
| 合計 | | 9,841 | 15,816 | 38,852 | 36,862 | 32,160 | 55,078 |
| AusAIDからの補助金 | | 5658 | | | | | |
| 差 | | | 10,548 | -12,488 | -10,498 | -5,796 | -28,714 |
| 機材据付費(ドナーにより) | | | | | | | 18,000 |

(出所：HSEC資料)

バランス表では、予算管理は単年度で管理されている。徴収した電気料金では資金がショートするため、不足分を回転資金より充当している。

HSECが口座を開設しているWESTPAC銀行(トンガに支店を有するオーストラリアの銀行)の預金残高リストによると2007年10月24日現在の残高TOPは6,461.25である。

SHS設置後10年目にあたる、2012年にバッテリーを交換する見込みである。バッテリーの交換にかかる費用はHSECが負担することとなっている。バッテリー1個の価格をTOP1,000(トンガで入手可能なバッテリーの平均的価格)とし、169台の全てのSHSのバッテリーを交換した場合、総費用はTOP169,000となり、現在の資金運営状況では資金が不足することとなる。



出所：本調査団作成

図 2.3.3-2 HSEC のおもな経費の変化

2-3-4 過去の案件からの問題点の抽出、および本計画への教訓

過去の案件からの問題点の抽出、および本計画への教訓を次項に取りまとめた。

過去の案件からの問題点の抽出、および本計画への教訓

| | ババウの過去の状況 | ハーパイモデルの状況 | 本計画への教訓 | 事業実施に向けて本計画における対処（案） |
|----|--|--|--|---|
| 機材 | <ul style="list-style-type: none"> 適切な仕様の機材が納入されなかった。 | <ul style="list-style-type: none"> 適切な機材が調達された。 | <ul style="list-style-type: none"> 適切な機材の調達を行う。 →本計画の範囲内での対応可能 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクトで設計し、メーカーの推奨する部品でSHS機材を構成する。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 住民が消耗品の調達を行えないため、機材が使用されなくなるケースが発生した | <ul style="list-style-type: none"> 消耗品が必要な場合、太陽光発電委員会が一括発注を行うシステムはある。 しかしあまり機能しておらず、住民自身が消耗品の調達を行えないため、機材が使用されないケースが散見された。 | <ul style="list-style-type: none"> 長期使用可能な製品を調達 現地調達が可能な製品を調達。 →本計画の範囲内での対応可能。 <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電委員会（Solar Electricity Society）が消耗品・スペアパーツを一括購入し、住民に販売するシステムを徹底する。 | <ul style="list-style-type: none"> ソフトコンポーネントで研修を実施し、ババウ諸島本島（ネイアフ）で太陽光発電委員会が機材の調達・在庫管理、販売を行うように指導する。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 機材を維持管理する能力が不足していたためにSHSの寿命は短かった。（設置後5～6年） | <ul style="list-style-type: none"> ドナーによる技術的な指導はなされた。 しかし、各村落に設置される技術者（テクニシャン）等保守管理を行う人材が機能していない（管理体制の不足）。 | <ul style="list-style-type: none"> テクニシャン、および人材管理を行うの人員育成を目的とした技術指導を行う。 →ソフトコンポーネントで日本側の協力は可能。 | <ul style="list-style-type: none"> SHSシステムを永続的長期に運用するためには、PVおよび電気技術を習得した各村落のテクニシャンが日常の点検整備を実施し村民に対し適切な利用法を徹底させる。 ソフトコンポーネントによってSHSに関する訓練教育を行い、各村落に優秀なテクニシャンを養成する。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 機材などに関する問い合わせ先（メーカーの支店、代理店）がなかった。 | <ul style="list-style-type: none"> 中央（州都）管理のシステムとなっており、メーカーへの問い合わせルートはあるが、実質は機能しておらず、村落のテクニシャンも対応できない。 | <ul style="list-style-type: none"> 一括発注などの機材調達ルート確保、機材管理を行う。 →ソフトコンポーネントで日本側の協力は可能。 | <ul style="list-style-type: none"> 併せて、太陽光発電委員会の労務・人事管理能力を強化する。 入札条件に、応札者に機材問い合わせ先の明記を加える。 太陽光発電委員会の情報管理を指導する。 |

| | ババウの過去の状況 | ハーパイモデルの状況 | 本計画への教訓 | 事業実施に向けて本計画における対処(案) |
|---------------|---|--|---|--|
| 運営管理に必要な資金の確保 | <ul style="list-style-type: none"> 有能な人材がよりよい雇用機会を求め、州都、海外に流失してしまった。 | <ul style="list-style-type: none"> テクニシャンとして育成された人材が、より良い雇用機会、雇用条件を求め、州都、海外に流失してしまった。 | <ul style="list-style-type: none"> 人材のモチベーション、管理体制のアップなどにより人材流失の防止を図ることが必要。 | <ul style="list-style-type: none"> ソフトコンポーネントでトレーナーを養成したトレーナーを太陽光発電委員会で雇用する。ソフトコンポーネントによるトレーニング活動の終了後も本部にあって各村落の定期的な巡回メンテナンスサービスが行なえるように位置付ける。 管理部門の人員の育成も行い管理体制を充実する。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> 維持管理に必要な資金が確保されなかった。 | <ul style="list-style-type: none"> ドナーによる資金援助があり(3年間)、資金的には黒字の状態にあるが、バッテリーの交換が可能な程の資金は確保されていない。 中央(州都)管理のため、中央への人件費が資金を圧迫している。 その他用途不明な支出がある。 MLSNRからの財務支援はない。 | <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電委員会の収入は個別にSHSを設置する際の初期据付費用と月額使用料のみであるため、永続的運営が可能となるように適切な資金管理を行う。 MLSNRからも何らかの財務支援を得られるようにする。 | <ul style="list-style-type: none"> バランスシートを作成して、運営経費が賄えるように適切な初期据付費用と月額使用料の設定を行い、指導財務に関する指導を行う。 初回金期据付費用、月額使用料金の設定に当たっては、7~8年後のバッテリー交換に向けた準備を行う。 太陽光発電委員会の事務経費の一部はMLSNRの負担とする |
| | <ul style="list-style-type: none"> 機材が機能しなかったため、住民からの使用料の徴収が困難となった。 | <ul style="list-style-type: none"> 消耗品・スペアパーツは各利用者負担のため、財政への影響はない。 一方、管理者側のサービス低下のため、住民からの徴収率が低下。 | <ul style="list-style-type: none"> 迅速・的確なサービス体制を構築してSHSの性能を落とさない。 消耗品、部品の迅速なサービス体制を作る。 住民からの資金徴収を厳格に管理。 | <ul style="list-style-type: none"> メンテナンスサービス機能および消耗品の住民への販売機能を太陽光発電委員会本部に置き、サービスの向上を図り、高い徴収率を確保する。 |

※ババウの過去の状況：1995年にババウ諸島にEUにより供与されたSHS機材供与計画の案件

ハーパイモデル：2002年にハーパイ諸島に供与されたSHS機材供与計画の案件の仮称

(出所：本調査団にて作成)

第 3 章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

「ト」国のエネルギー生産は、大部分をディーゼル発電に依存しており、昨今の石油燃油価格の高騰などの影響を大きく受けやすいなど、エネルギー供給体制が非常に脆弱な状況にある。また、CO₂の排出による地球温暖化、そして海面上昇による国土縮小への影響も懸念される。かかる状況への対応のため、PIEPSAP (Pacific Islands Energy Policy and Strategic Action Plan)、PIGGAREP (Pacific Islands Greenhouse Gas Abatement through Renewable Energy Project) などの支援を受け、「Renewable Energy Act」を2008年10月に大洋州で最初に制定した。その中で、石油燃油価格の変化の影響を受けることなく安定的なエネルギー供給が行われることを目指し、2012年までに総発電量の50%を再生可能エネルギーで生産することを目標として掲げ、2008年から本格的に再生可能エネルギー開発に取り組み始めている。2009年4月には大洋州地域内エネルギー大臣会合がトンガ国で開催され、その際、「ト」国首相のイニシアティブの下、世銀、ADB、EUなどドナーも参加し、同分野での開発ロードマップ作成にかかる会議が実施され、2010年4月に「ト」政府により承認される予定となっている。

本計画では、対象地域へのSHS、およびその運営維持管理に必要な資機材の調達、据付が行われる。そのため、以下を本計画の目標とすることとする。

- ・ **上位目標：** 「ト」国のエネルギー・電力セクターにおいて、十分な社会性、技術的かつ環境面においても持続可能な再生可能エネルギーが普及、促進される。
- ・ **プロジェクト目標：** 無電化地域であるトンガタブ諸島の2村落およびババウ諸島離島部の11村落への電力供給を行う。

また、「大洋州地域環境プログラム無償資金協力事業（太陽光発電）促進のためのプロジェクト形成調査」の結果を踏まえ、トンガ国における環境プログラム無償資金協力事業としての具体的な協力計画の策定及び詳細調査を通しての設計・積算を行い、入札図書参考資料を作成する。併せて、供与機材が長期的かつ安定的に使用されるよう、利用者である対象地域の住民への適切な使用方法の啓蒙活動、また住民へ技術的な支援、サービスを行うための運営組織（太陽光発電委員会：Solar Electricity Committee／仮称）の設立支援、および財務管理、技術者の育成・管理などの管理業務に対する支援を行う計画としている。

3-1-2 プロジェクトの概要

本計画は、上記目標を達成するために必要となる、家屋内の配線を含むSHSの機材調達と据付け、および供与機材の「ト」国における運営管理組織の設立支援、および当該組織の能力強化に対する協力を行うことで、「ト」国のエネルギーセクターにおける再生可能エネルギーの導入促進を図るものである。

協力対象事業の概要は、本計画対象太陽光発電設備施設に必要な下記の資機材の調達・据付である。

- PV モジュール
- PV モジュール設置ポール
- バッテリー
- ケーブルおよび初期導入用照明機器
- 太陽光発電設備用予備品及び保守道工具

3-2 協力対象事業の設計に係る考え方（案）

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本計画は、「ト」国からの要請に基づき、要請のあった地域の調査を行い、協力事業に相応しいサイトの環境と設備内容を検討した結果、トンガタブ諸島の2村落、およびババウ諸島の11村落に対し、SHSの調達・据付を行うものである。

トンガタブ諸島の2村落は無電化地域であり、過去にSHSが供与された実績がある。またババウ諸島地域において離島は25以上点在するが、ババウ諸島本島に隣接する離島(Pangaimotu、Koloa)を除く離島部は無電化地域である。そのうち本計画で要請された地域は過去に他のドナー、国際機関によりSHS機材が設置された実績がある。トンガタブ諸島、ババウ諸島ともに対象地域の住民にとってはSHSが唯一の電力供給源となるが、供与された機材が最適仕様ではなかったこと、また必要な資金管理を含め維持管理体制が十分に整備されなかったことなどから長期にわたり継続使用されなかった。今回、「ト」国側の要請に基づき、現地調査を行った結果、対象地域の住民からはSHS供与に対して非常に高いニーズがあること、当該地域では今後も電力はSHSに依存する必要があること、また一村落に最低10世帯程度の居住が確認されたため、本計画の対象地として選定することとした。

本計画に実施に当たっては、長期にわたり安定した機材の使用が行われるため、過去の案件の情報を収集し、問題点の抽出、分析、また同じく他のドナーによりSHSが設置されているハーパイ諸島での状況に関する情報を収集、分析し、グッドプラクティスを抽出の上、概略設計を行う。

なお、SHSの供与規模については、今回、「ト」国政府との協議により、対象地域の一般世帯（太陽光発電委員会とSHS使用締結を締結した家屋）に加え、教会、村落の集会場、学校などの一般公共施設を加えて、検討されることとなった。

その後「ト」側の本計画実施主体となる、MLSNRの傘下のEPU（Energy Planning Unit）が住民に対しての詳細説明会を行い、2009年11月末に設置希望数を取りまとめ、対象地域の13村落から、512台の要請数が住民および一般公共施設からあったことが本調査団に報告された。

「ト」国からの当初要請数は、過去（1995年の世界銀行からの供与など。詳細は2-3過去の案件のレビューに詳述）に他ドナーから供与された同数の444台であったが、その当時から人口、世帯数が増加している点を考慮し、本計画のプロジェクト目標達成に寄与すべく、本計画では、512台のSHSを供与数として本計画の設計を行うこととした。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

本計画にかかる機材据付工事に伴う項目ならびに留意する事項について、以下のとおり列記する。

(1) 日射条件に対して

本計画の対象地域は、樹木が繁茂している家屋もあるため、本計画にて供与される機材は、日射の障害となるものの有無を確認の上、設置される必要がある。なお、日射条件については、3-2-2-1 (2) に詳述する。

(2) 温度・湿度条件に対して

本計画で調達される機材は、熱帯沿岸地域あり高温多湿の屋外に設置されるため、風雨による機材腐食に対する配慮が必要となる。

(3) 塩害に対して

本計画の対象地は全て小さな離島であり、海岸に近く大気塩分が高い場所に設置される予定であることから、屋外に設置する太陽光モジュールやそのポール、その他機材は、塩害に対する配慮が必要である。

(4) 風力に対して

機材設置にあたっては、「ト」国の建築基準で定められた、対風圧力 70m/sec を満たす構造とする。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

「ト」国の首都部、および各諸島の主島では、道路、上下水道、電力、通信など基本的な社会基盤は整備されており、利便性は良い。しかし、本計画対象地は離島部に位置しており、社会的なインフラは整備されていない。栈橋などは EU などにより整備されているところがほとんどであるが、内陸の輸送に関しては、大型貨物の輸送手段が存在していないため、村落所有のトラクターの借用など村落からの協力が必要になる。また、対象地域の一つであるトンガタブ諸島のエウエイキ (Eueiki) 島については、本島からの輸送が海象条件の非常に悪い海域を航行しなければならないため、海上気象条件の良い時期を選び機材の輸送を行うなどの慎重な配慮が必要となる。

なお、村落部においても英語は通用するため、外国人の滞在も容易である。また、「ト」国の人口の殆どはキリスト教徒であるため、イスラム教のラマダンのような建設工期などに大きな影響を与える習慣はないが、「ト」国の法律により日曜日の労働は原則として禁止されているため、この点に配慮した実施計画を立案することが必要である。

3-2-1-4 建設事情／調達事情若しくは業界の特殊事情／商習慣に対する方針

「ト」国の施設は、オーストラリア、ニュージーランドの基準に準拠した形で設計、施工されている。また、「ト」国での建設工事については、オーストラリア、ニュージーランドなど近

隣諸国からの設計技師を雇用する場合もあり、現地で一定レベルの技術者を確保することは困難である。そのため、本計画では、かかる基準および事情を考慮し、機材の設計を行う必要がある。

3-2-1-5 現地業者(建設会社、コンサルタント)の活用に係る方針

(1) 現地業者の活用について

「ト」国では、過去にも国際機関、ドナーにより SHS 設置工事が行われており、その際現地総合建設業者が据付工事を行った実績がある。2009 年 12 月現在、実績のある業者は 3 社存在している。そのため、本計画で据付する SHS について労働者の確保も比較的容易であると考えられる。

一方、本計画で供与する SHS の機材据付後も、利用者の未払いなどがあった場合には機材の撤去、また新規に SHS の設置契約があった場合には、機材の据付が継続的に行われる可能性がある。そのため、適切に機材撤去、据付作業、またその監理がなされるよう現地業者に十分な技術移転を行う必要がある。かかる技能工、技術者を「ト」国の民間企業で見つけるのは困難であり、また、本計画で調達される主要機材は日本であるため、日本製品に精通している技術者を日本または第三国から派遣し、品質管理、技術指導、工程管理、プロジェクト終了後の状況を考慮し現地業者の指導を行う必要がある。

(2) 現地資機材の活用について

太陽光発電設備に係る主要機材については、信頼度の高さ及び系統の統一化によるメンテナンスの容易性などの観点から、現地機材の活用は不可能であるため、日本から調達するものとする。

なお、「ト」国では、ニュージーランドなど近隣諸国から輸入された、セメント、一般建築材料の調達は可能である。一方、亜鉛メッキ等重防食を行える施設は現地に無い。このため本計画では全ての据え付用鋼材は、事前に防錆加工した上で現地に持ち込むこととする。

3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

本計画の実施にあたって、MLSNR 傘下の EPU は本計画にて供与される SHS の管理組織として、対象地域のトンガタブ、ババウの各諸島に太陽光発電委員会を設置し、MLSNR の管理の下、太陽光発電委員会が機材の運営維持管理を行う計画としている。これら太陽光発電委員会は HSEC 同様、組合法に基づく、政府認定団体となる。

本計画で供与される機材の運営維持管理は MLSNR の管理により行われる計画となっている。それぞれの役割、責任を以下に示す。なお、詳細な業務分掌については、表 3.2.1-1 に示す。

MLSNR： 本計画の主管官庁。機材の所有、太陽光発電委員会運営の監理

- 技術的な支援提供
- 太陽光発電委員会の財務に関する監査

各諸島の太陽光発電委員会：

機材の維持管理

- 財務管理（住民から徴収した資金運営）

- テクニシヤンの管理
- 照明器具など調達、在庫管理、住民への販売
- 住民からの料金徴収、

各村落に配置されたテクニシヤン（太陽光発電委員会所属）：

- 日常的なメンテナンス、

各使用者： 屋内の照明器具の管理

また、各使用者は、初期据付費用（TOP200）、月額使用料（TOP15／トンガタプ諸島、TOP13／ババウ諸島）を支払う義務を負う。

※初期据付費用について：

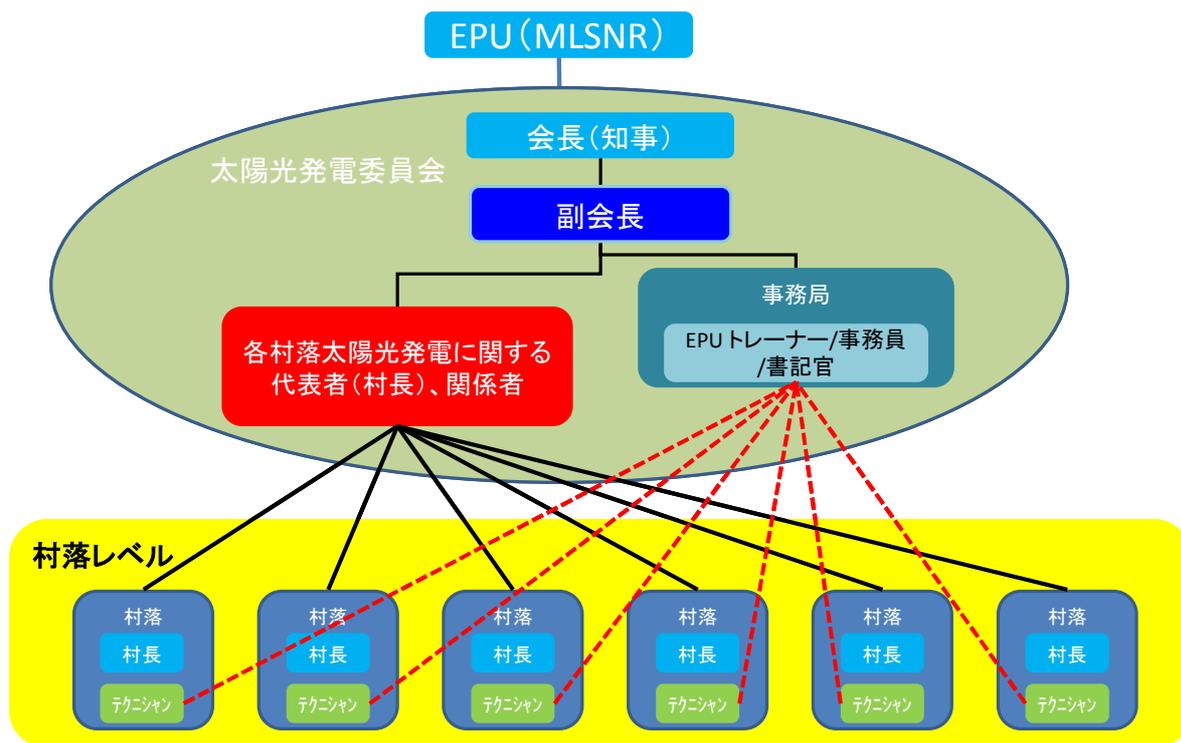
本計画において据付は協力に含まれており、住民から徴収する初期据付費用は機材据付のために支出されない。本経費は、月額使用料とともに、将来のバッテリー交換を含めた運営維持管理のための頭金として使用される。本費用の徴収により、金利の運用、財政の安定化などの効果が期待される。

本計画対象地域では、これまで EU やオーストラリアの支援により本計画にて供与されるタイプと同様の機材が設置された実績があり、基本的な使用方法について、対象地域に居住する住民には情報・知識がある程度経験的に浸透している。しかし、適切に SHS が使用されるためには、日頃の SHS の使用方法、バッテリーの処理方法などを住民に徹底させ、適切な使用方法の啓蒙を行うとともに、日常的なメンテナンスを担うテクニシヤンなどの人材の育成、設置、またその管理組織作り（太陽光発電委員会／Solar Electricity Society）が必要である。またスペアパーツ、消耗品などの調達が必要となった場合、特に消耗品などは各使用者の負担で調達する必要があるが、流通チャネルの未整備、また発注ユニットが少量となり、業者の対応があまり期待できないことなどが主因となり資機材調達は困難である。このような経済構造を考慮し、調達支援、また必要な資金を適切にストックできる仕組み作り、またその管理体制の強化が必要となる。そのため、「ト」側において、本計画の機材が供与されるまでに、かかる組織の設立、制度作りを行うことが約束されている。本組織の設立に向け、運営・維持管理に対する提言を「ト」側に対し行い、提言案に対しては現在「ト」側で検討が行われている。次項以降に、提言内容を記す。

(1) 太陽光発電委員会の組織形態について

太陽光発電委員会の組織デザインに当たっては、現在、ハーパイ諸島の HSEC と同様の組織を構築することを計画しており、本調査団としては、ハーパイ諸島の太陽光発電委員会である HSCE（Ha'apai Solar Electricity Committee）を基に、図 3.2.1-1 に示すように、トンガタプ諸島太陽光発電委員会（Tongatapu Outer Islands Solar Electricity Society／TOISES。仮称）、およびババウ諸島太陽光発電委員会（Vava'u Outer Islands Solar Electricity Society／VOISES。仮称）の組織デザインを提案し、MLSNR により同意を得た。MLSNR は EPU を通じ、4～5 年間、太陽光発電委員会の事務局業務を務め、全事務所経費は MLSNR が負担することとなっている

以下に本調査団が提案した組織形態を示す。なお、太陽光発電委員会は本計画の実施前に設置される計画となっている。



- ※ 管轄する村落数は、VOISES の場合、11 村落、TOISES の場合は、2 村落となる。
- ※ TOISES に関しては、対象が 2 村落であり、組織が非常に小規模となること、また 2 村落で形成される組織であることから、トンガタトンガタブ諸島の州政府を中心とした組織ではなく、EPU が関与することも考慮しているが、組織形態については、ソフトコンポーネント実施時に、MLSNR、関係者と協議・検討を行う必要がある。
- ※ 技術的トレーナーは、MLSNR の職員が配置される計画である。必要に応じ、他の村落のテクニシャンの循環指導、研修などを行う。人事・財務管理者は委員会事務局常駐とする。

出所:本調査団作成

図 3. 2. 1-1 太陽光発電委員会・組織 (案)

なお、VOISES、TOISES の構成メンバーについての、業務分掌は以下のような構成で提案を行い、「ト」国内で検討がなされている。

表 3. 2. 1-1 TOISES、VOISES メンバー構成 (案)

| 役職 | 人数 | 備考および業務分掌 |
|-------------|--------------------------|---|
| MLSNR | - | <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電委員会への職員の派遣 太陽光発電委員会への技術的支援 太陽光発電委員会の財務に関する監査 |
| 太陽光発電委員会事務局 | MLSNR から 1 職員 各村落 1 名 | <ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電委員会の使用料金の徴収、また委員会の指示による支出の発生 太陽光発電委員会の財務・技術記録の準備・保管 太陽光発電委員会年間収入・支出予算の準備・提出 EPU へ以下の書類の a)各半年 (要約のみ)、b)各年の提出 (各年次終了 2 カ月以内に報告) 太陽光発電委員会の運営報告書、各年次の財務状況、財務手続き、変更状況を含めた財務報告書、その他必要報告事項 年次会計検査報告書の EPU への提出 (各年次終了 6 カ月以内に報告) 太陽光発電機材の補完・販売 太陽光発電委員会所有の太陽光発電機材の修理、維持管理 太陽光発電委員会支援のためのドナー検索 組合法に基づく報告義務の履行 |
| テクニシャン | 各村落 1～2 名 | <ul style="list-style-type: none"> PV パネル、バッテリー、チャージコントローラーの管理 各バッテリー補充用水の管理 住民に対する、適切な SHS 使用にかかる啓蒙活動 <ul style="list-style-type: none"> 電気の適切な使用に対するアドバイス 長期間の無日照日が続いた後の電気使用に対するアドバイス 予備品およびその他必要機器の在庫管理 住民から電気料金の徴収。VOISES、TOISES へ送金 (村長との共同作業) メンテナンス状況の記録、徴収料金の明細などの帳簿を作成する (村長との共同作業) |

出所:本調査団作成

(3) 太陽光発電委員会の財務管理に関して

本計画において、機器の適切な管理のみならず太陽光発電委員会の財務管理も適切になされることが以下の点において重要となる。

- ・ バッテリーの交換費用確保のため (適切に使用された場合でも使用開始 7～8 年後に更新が必要と見込まれる)
- ・ 太陽光発電委員会の適切な運営維持管理費用確保のため
- ・ 各村落のテクニシャンへの報酬の確保 (適切な人事管理のため)

適切な財務管理のため、HSEC で現在行っている予算分類を参考にして予算項目を表のように作成し、「ト」側に提案を行った。また、本調査団は、表内の、各項目に記した経費負担者についても、提案を行い、MLSNR からの同意を得ている。詳細については、太陽光発電委員会設置後、決定されるが、ソフトコンポーネントにおいても助言・調整を行っていくこととする。

表 3.2.1-2 VOISES、TOISES 予算 (案)

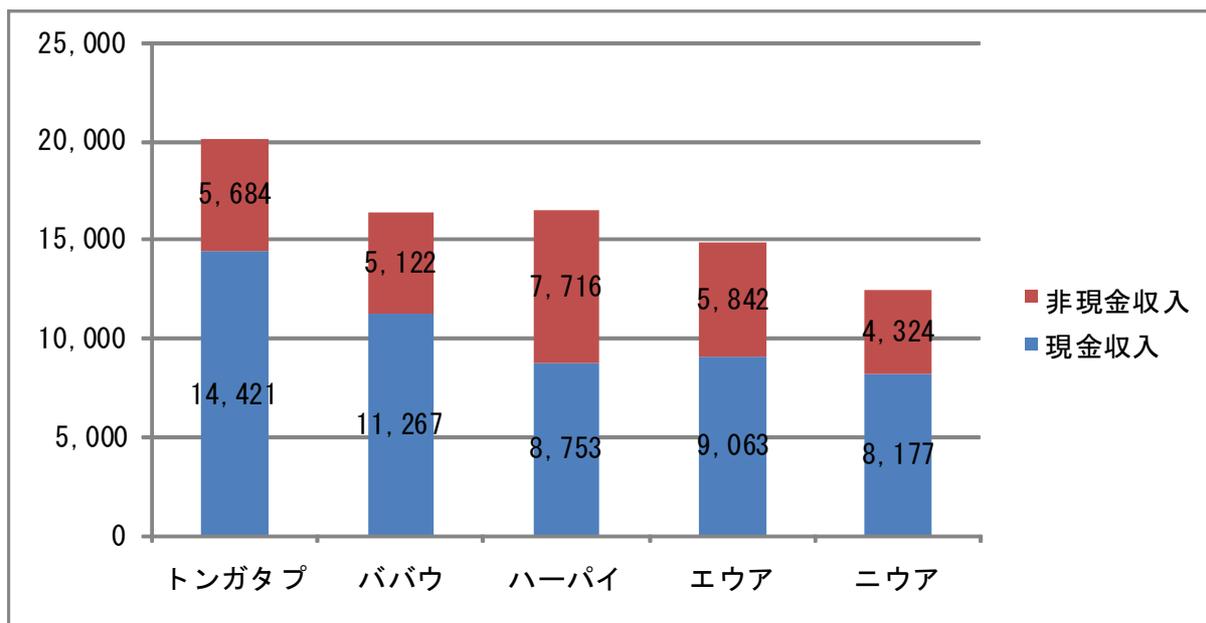
| 予算項目 | | VOISES | | TOISES | |
|---|--------------|---------------|----------|---------------|----------|
| | | 2011 - 2015 年 | 2016 年以降 | 2011 - 2015 年 | 2016 年以降 |
| 1 | 国内旅費、運賃 | EPU 負担 | 予算計上 | EPU 負担 | 予算計上 |
| 2 | 電話代、インターネット代 | EPU 負担 | 予算計上 | EPU 負担 | 予算計上 |
| 3 | 電気料金 | EPU 負担 | 予算計上 | EPU 負担 | EPU 負担 |
| 4 | 事務所備品 | 予算計上 | 予算計上 | EPU 負担 | 予算計上 |
| 5 | 事務所修理、補修 | 予算計上 | 予算計上 | EPU 負担 | EPU 負担 |
| 6 | テクニシャン給与 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 |
| 7 | 会議費 | 予算計上 | 予算計上 | EPU 負担 | EPU 負担 |
| 8 | 回転資金 | 考慮せず | 予算計上 | 考慮せず | |
| 9 | 事務局員給与 | EPU 代行 | 予算計上 | EPU 代行 | EPU 負担 |
| 10 | 事務所家賃 | EPU 負担 | 予算計上 | EPU 負担 | EPU 負担 |
| 11 | 事務所家賃 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 |
| 12 | システムモニタリング | EPU 負担 | 予算計上 | EPU 負担 | 予算計上 |
| 13 | 年次会議費 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 | 予算計上 |
| (提案事項詳細) | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ※ EPU は 5 年間は事務局職員給与をが負担する。 ※ VOISES、TOISES の事務局経費(国内旅費、運賃、電話代、インターネット代など)は機材据付後、2011 年から 5 年間は EPU の負担とする。 ※ TOISES は SHS 設置数も小規模であり、VOISES と予算取り扱いを同様とすると必要経費の確保が困難となるため、事務局員給与など EPU の支援を継続し、受けることとする。 | | | | | |

出所：HSEC 資料を参考に本調査団が作成

(4) 対象地域住民の支払い能力に関する検討

現在、「ト」国の各地域（ハーパイ、ニウア諸島）の太陽光発電委員会では、初期据付費用として TOP200、月額使用料として毎月 TOP13 を住民から徴収し、維持管理の予算源としている。「ト」国としては、上記金額を下限とした統一的な管理を行うため、本計画対象地の太陽光発電委員会についても、他地域と同様の金額を下限とし、料金設定することを計画している。一方、住民の収入を考慮した適切な料金設定は、住民の徴収率の確保につながることから、本計画対象地においても、その金額設定が妥当か、検討を行った。

今回、検討に当たっては「ト」国で最近に行われた 2000/01 年に実施の家計調査結果を用いた。その結果、ババウ諸島より低い収入の地域でも、この金額設定で SHS の運営維持管理が行われている点を考慮すると、着実な運用が行われれば徴収率は確保されるものと判断する。



(出所：Report on the Household Income and Expenditure Survey 2000/01 を基に、本調査団にて作成)

図 3.2.1-2 「ト」国 家計調査結果 2000/01

また、上記、初期据付費用として TOP200、月額使用料として毎月 TOP15 (トンガタブ諸島太陽光発電委員会)、TOP13 (ババウ諸島太陽光発電委員会) の料金設定に基づき、本計画にて、各太陽光発電委員会の収支バランス計算を行った。なお、トンガタブ諸島太陽光発電委員会は小規模であり、徴収金額が小額となり、またトンガタブ諸島は比較的現金収入がある地域であることから、安定的な運営のため月額使用料は TOP15 と設定された。収支バランスを計算する上での主な経費の条件は下記のとおりである。なお、下記条件はハーパイ諸島の太陽光発電委員会の経費を基にしている。

- ① テクニシヤンの給与 月額 TOP 60、3年ごとに5%の賃上げをする。
- ② 事務局員給与 月額 TOP 300、3年ごとに5%の賃上げをする。
- ③ 銀行金利 7.2%

上記、条件にて試算を行った結果は以下に示したとおり、政府による財政的な支援、または、電力料金体制に全く変更がなく、また、HSEC と同等の料金徴収を行った場合、TOISES、VOISES とともに、本計画実施後 7~8 年に全 SHS のバッテリーの更新が必要となった場合でも十分な資金を有することとなる。

表 3.2.1-3 ケース・スタディー (TOISES 予算状況試算)

| | | 年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | |
|-------------------|--------|---------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 予算 | 一般世帯 | デポジット | TOP200 | 11,800 | | | | | | | | | |
| | (59世帯) | 月額使用料 | TOP15 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | |
| | | 小計① | | 22,420 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | 10,620 | |
| | 公共施設 | デポジット | TOP200 | 2,200 | | | | | | | | | |
| | (11世帯) | 月額使用料 | TOP15 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | |
| | | 小計② | | 4,180 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | 1,980 | |
| | | 前年度繰越金③ | | | 22,420 | 32,454 | 42,211 | 51,276 | 61,574 | 71,482 | 70,905 | 50,929 | 29,341 |
| | | 金利収入④ | (年利)7.20% | | 1,614 | 2,337 | 3,039 | 3,692 | 4,433 | 5,147 | 5,105 | 3,667 | 2,113 |
| | | 予算合計(①+②+③+④) | | 26,600 | 36,634 | 47,391 | 57,850 | 67,568 | 78,607 | 89,229 | 88,610 | 67,196 | 44,054 |
| | 支出 | 国内旅費、運賃 | | | | | 200 | 210 | 221 | 232 | 243 | 255 | 268 |
| 電話代、インターネット代 | | | | | | 150 | 150 | 150 | 200 | 200 | 200 | 200 | |
| 電気料金 | | | | | | | | | | | | | |
| 事務所備品 | | | 100 | 100 | 100 | 500 | 100 | 100 | 600 | 100 | 100 | 100 | |
| 事務所修理、補修 | | | | | | | | | | | | | |
| 技術者給与 4人 | | TOP60/月 | 2,880 | 2,880 | 2,880 | 3,024 | 3,024 | 3,024 | 3,175 | 3,175 | 3,175 | 3,175 | |
| 会議費 | | | 200 | 200 | 200 | 500 | 200 | 200 | 500 | 200 | 200 | 200 | |
| 回転資金 | | | | | | | | | | | | | |
| 事務局員給与 | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 事務所家賃 | | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| 事務所家賃 (バッテリー) | | | 0 | 0 | 1,000 | 1,100 | 1,210 | 1,331 | 11,464 | 31,611 | 31,772 | 1,949 | |
| (関連経費) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10,000 | 30,000 | 30,000 | 0 | |
| システムモニタリング | | | 0 | 0 | 1,000 | 1,100 | 1,210 | 1,331 | 1,464 | 1,611 | 1,772 | 1,949 | |
| 年次会議費 | | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,050 | 1,050 | 1,050 | 1,103 | 1,103 | 1,103 | 1,103 | |
| 支出合計 | | | 4,180 | 4,180 | 5,180 | 6,574 | 5,994 | 7,126 | 7,126 | 18,323 | 37,681 | 37,855 | 8,044 |
| 適年バランス(予算合計-支出合計) | | | | 22,420 | 32,454 | 42,211 | 51,276 | 61,574 | 71,482 | 70,905 | 50,929 | 29,341 | 36,010 |

(出所：本調査団にて作成)

表 3.2.1-4 ケース・スタディー (VOISES 予算状況試算)

| | | 年 | 2011年 | 2012年 | 2013年 | 2014年 | 2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年 | 2019年 | 2020年 | |
|-------------------|---------|---------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 予算 | 一般世帯 | デポジット | TOP200 | 74,400 | | | | | | | | | |
| | (372世帯) | 月額使用料 | TOP13/Month | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | |
| | | 小計① | | 132,432 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | 58,032 | |
| | 公共施設 | デポジット | TOP200 | 14,000 | | | | | | | | | |
| | (70世帯) | 月額使用料 | TOP13/Month | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | |
| | | 小計② | | 24,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | 10,920 | |
| | | 前年度繰越金③ | | | 137,612 | 196,682 | 259,055 | 315,447 | 376,264 | 436,024 | 406,284 | 290,930 | 167,178 |
| | | 金利収入④ | (年利)7.20% | | 9,908 | 14,161 | 18,652 | 22,712 | 27,091 | 31,394 | 29,252 | 20,947 | 12,037 |
| | | 予算合計(①+②+③+④) | | 157,352 | 216,472 | 279,795 | 346,659 | 407,111 | 472,307 | 536,370 | 504,489 | 380,828 | 248,167 |
| | 支出 | 国内旅費、運賃 | | | | | 500 | 525 | 551 | 579 | 608 | 638 | 670 |
| 電話代、インターネット代 | | | | | | 250 | 250 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | |
| 電気料金 | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | |
| 事務所備品 | | | 100 | 100 | 100 | 500 | 100 | 100 | 600 | 100 | 100 | 100 | |
| 事務所修理、補修 | | | | 50 | 100 | 100 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 50 | |
| 技術者給与 22人 | | TOP60/月 | 15,840 | 15,840 | 15,840 | 16,632 | 16,632 | 16,632 | 17,464 | 17,464 | 17,464 | 17,464 | |
| 会議費 | | | 200 | 200 | 200 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,500 | 1,500 | 1,500 | |
| 回転資金 | | | | | | | | | | | | | |
| 事務局員給与 事務局2名 | | TOP300/月 | | | | 7,200 | 7,200 | 7,200 | 7,560 | 7,560 | 7,560 | 7,938 | |
| 事務所家賃 | | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | |
| 事務所家賃 (バッテリー) | | | 0 | 0 | 1,000 | 1,100 | 1,210 | 1,331 | 93,464 | 176,611 | 176,772 | 1,949 | |
| (関連経費) | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92,000 | 175,000 | 175,000 | 0 | |
| システムモニタリング | | | 0 | 0 | 1,000 | 1,100 | 1,210 | 1,331 | 1,464 | 1,611 | 1,772 | 1,949 | |
| 年次会議費 | | | 3,600 | 3,600 | 3,600 | 3,780 | 3,780 | 3,969 | 3,969 | 4,167 | 4,167 | 4,375 | |
| 支出合計 | | | 19,740 | 19,790 | 20,740 | 31,212 | 30,847 | 36,283 | 36,283 | 130,086 | 213,559 | 213,650 | 39,496 |
| 適年バランス(予算合計-支出合計) | | | | 137,612 | 196,682 | 259,055 | 315,447 | 376,264 | 436,024 | 406,284 | 290,930 | 167,178 | 208,671 |

(出所：本調査団にて作成)

ただし、住民から徴収する月額使用料を設定するための参考として、本計画の対象地域の住民を対象に、SHSを導入した際の月額使用料の希望金額について、アンケートを行った(対象数156、回答数120)結果、トンガタブ諸島では、TOP9-12を希望する者が78.6%と最も多かった。一方、ババウ諸島においては、TOP5-8を希望する住民が最も多かった。

しかし、太陽光発電委員会の運営を安定し、7~8年後のバッテリー更新を行うための資金を確保するため、他地域と同様の料金設定の基、管理が行われる必要があり、住民からの料金徴収、および財務管理を適切に行うよう、本計画においても、モニタリングを含め支援を行う必要がある。

表 3. 2. 1-5 本計画対象地域住民の月額使用料希望額

| | サンプル数 | TOP4以下 | TOP5-8 | TOP9-12 | TOP13以上 | 平均 |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| Eueiki | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 10.00 |
| Atataa | 11 | 0 | 2 | 8 | 1 | 9.73 |
| ①トンガタブ諸島小計 | 14 | 0 | 2 | 11 | 1 | 9.79 |
| ①割合(%) | | 0.0% | 14.3% | 78.6% | 7.1% | 69.9% |

| | | | | | | |
|-----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Hunga | 25 | 17 | 6 | 2 | 0 | 4.04 |
| Ovaka | 10 | 4 | 5 | 1 | 0 | 5.10 |
| Lape | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 5.67 |
| Nuapapu | 13 | 5 | 8 | 0 | 0 | 4.23 |
| Matamaka | 9 | 4 | 5 | 0 | 0 | 4.67 |
| Otea | 10 | 2 | 6 | 1 | 1 | 3.80 |
| Falevai | 9 | 3 | 4 | 2 | 0 | 5.78 |
| Kapa | 6 | 2 | 3 | 0 | 1 | 6.83 |
| Taunga | 7 | 3 | 3 | 1 | 0 | 5.29 |
| Olo'ua | 5 | 0 | 4 | 1 | 0 | 7.00 |
| Ofu | 9 | 1 | 7 | 1 | 0 | 6.00 |
| ②ババウ諸島小計 | 106 | 41 | 54 | 9 | 2 | 4.93 |
| ②割合(%) | | 38.7% | 50.9% | 8.5% | 1.9% | 4.7% |
| 合計 | 120 | 41 | 56 | 20 | 3 | 5.50 |
| 合計割合 | | 34.2% | 46.7% | 16.7% | 2.5% | 4.6% |

(出所：Socio-Economic Status Survey 2009の結果を基に、本調査団にて作成)

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

上述の諸条件を考慮し、本計画の資機材調達及び据え付け範囲、規模並びに技術レベルに対し以下を基本方針として策定する。

(1) 施設、機材等の範囲に対する方針

技術的および経済的な設計とするために、資機材の仕様は可能な限り IEC などの国際規格に準拠した標準品を採用するとともに、小品種化とし資機材の互換性を図り、必要最小限の設備構成、仕様、数量を選定する。

(2) 技術レベルに対する方針

本計画で調達する太陽光発電システムを構成する各機器の仕様は本計画完了後の運転・維持管理を実施するテクニシャンの技術レベルを勘案し、メンテナンスを可能な限り必要としない機材の仕様とすることとする。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

日本、または、第三国から「ト」国への搬送は海上輸送が主となる。「ト」国の主要港は首都の「ヌクアロファ港」であるが、計画対象地の多くがババウ諸島であり、ヌクアロファ港（ババウ諸島本島）にもニュージーランドなど国際便が就航しているため、トンガタブ諸島の対象

地域への機材輸送にはヌクアロファ港、またババウ諸島の対象地域へはババウ港へ機材輸送を行うこととする。

対象地域である 13 村落は離島部に位置する。主島から各対象離島への機材の輸送はボートとなるが、定期便はなく、チャーター便となる。貿易港からは、十分な輸送能力を有する船舶数は限られていること、また気象条件により、海上輸送がスケジュールどおりに進行しないケースも十分起こりうる。かかる観点を中心に十分考慮の上、適切な工程を策定する必要がある。また、太陽光発電システムの取り扱い、現地業者との調整を含めた据付工事においても、熟練した技術が要求されるため、品質管理および工程を守る上から、日本の製品への理解度の高い技術者を派遣し、技術指導および工程管理を行わせる必要がある。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

3-2-2-1 計画の基本条件

(1) 設計供給電力量と負荷計画

a. 設計パネル面日射量

NASA のデータベースによるババウ諸島全天日射量を基に実情との乖離（10%程度）を補償するための補正係数 0.9 で補正後、冬季（6月）日射量が最大となるパネル傾斜角として真北向き 18°～21°の値を設計日射量とする。

※ 本計画サイト：南緯：18°～21°
本計画サイト：西経 173°～175°

▶ 設計パネル面日射量 = 4.4 kWh/m²

b. 使用予定の電気器具および消費電力量

一日の利用可能な電力量の目安は 400Wh とする。これは、下記の負荷を許容する電力量である。

SHS は必要最低限の電力を供給するためのシステムであり、電力供給力は小さく日射条件によっては計画電力量であっても十分に賄えない事もあることを認識し、使用者は電力の使用ルールを確実に遵守する必要がある。SHS 使用における考え方は、需要側の要求から、発電装置の規模を決定する一般的な電力供給システムとは異にする。電力の使い過ぎは蓄電池の寿命を著しく損なうため厳に慎まなければならない。

SHS の負荷として使用可能とする電気器具の種類と使用可能時間は下記のとおりである。

| | |
|----------------|--|
| 室内用 LED 灯： | 1.1W type 4 lights, 6hr each (26.4 Wh) |
| 屋外用 LED 灯： | 1.1W type 1 light, 10hr (11 Wh) |
| ラジオ（電圧変換器を含む）： | 30W 12 hr (360 Wh) |
| 合計計画負荷機器容量： | 35.5W |

(2) SHS 導入に必要な関連する法規制について

「ト」国はオーストラリア、ニュージーランドの建築基準を基にして、自国の建築関連基準「NATIONAL BUILDING CODE OF THE KINGDOM OF TONGA 2007」を作成し、現在はこの基準が適用されている。

この中で特に注意を要する事項として、サイクロンと地震に対する構造基準が決められている。サイクロンに対する基準としては、70m/s の風圧に耐えること、また、地震に対する基準としては、California Building Code の Zone Factor 0.4 (サンフランシスコに同じ) を適用することが義務付けられている。

SHS 設置に関しては

対風圧力 ; 70m/sec

地震係数 ; 0.4 (California Building Code)

にて設計を行う。

電気設備に関しては特段の基準は設けられておらず、このため、日本の JES を基本とした設計を行う。

3-2-2-2 全体計画

(1) SHS システムサイズの決定

PV モジュール :

$$PA = EL \times GS / HA / KB \quad [W] \text{ -----①}$$

PA : 太陽電池容量 [W]

EL : 1 日の供給可能電力量 [Wh]

GS : 太陽電池標準状態の日射強度=1.0 [kW/m²]

HA : 太陽電池パネル面日射量 [kWh/m²/day]

KB : システム出力係数=0.45~0.55 (DC 出力 SHS の場合)

本計画対象地域は日射が強いことと外気温が高いことを考慮し、外気温の影響を受けにくく長期にわたり安定した結晶型を採用することとする。

※ KB (システム出力係数) については、モジュール温度、バッテリー充放電損失、蓄電池の残存容量状態、配線ロス、チャージコントローラロス、萬充電付近での制御ロス (PV カットオフ) その他事項等を勘案し、0.45~0.55 とした。

蓄電池容量 :

$$BE = EL \times ND / UB \quad [Wh] \text{ -----②}$$

BE : 蓄電池容量 [Wh]

ND : 連続不日照数 [日]

UB : 蓄電池の出力寄与率 [0.5~0.7]

※ 蓄電池は、非常用を除き、残存容量が 20%程度 (DOD=0.8) を下回ると出力電圧が急激に低下し安定性が損なわれる。そのため、通常蓄電池を選出する場合の標準値として 0.5~0.7 とする

PV モジュール容量算出：

①において

$$EL = 400 \text{ Wh}$$

$$GS = 1.0$$

$$HA = 4.4 \text{ kWh/m}^2$$

$$KB = 0.55$$

とすれば

$$PA = 400 \times 1 / 4.4 / 0.55 = 165.3 \text{ [W]}$$

これより、PV モジュールは 170Wp 程度のもを選択する。例えば 12V 回路に使用可能な 36 セルの 85W タイプ PV モジュールを 2 並列で使用する。

注) 12V 式の SHS へ適用可能な PV モジュールは 36 セル構成に限られることに注意する必要がある。

蓄電池容量算出：

②式において

$$EL = 400 \text{ Wh}$$

$$ND = 4$$

$$UB = 0.7$$

とすれば所要蓄電池容量 BE は

$$BE = 400 \times 4 / 0.7 = 2285.7 \text{ [Wh]}$$

となる。12V 回路で、アンペアアワーで表すと

$$BE = 2285.7 / 12 = 190.5 \text{ Ah となる。}$$

これより、蓄電池容量は 12V, 180Ah~200Ah 程度が適当である。

チャージコントローラの要求仕様：

チャージコントローラは使用される蓄電池および PV モジュールの種類によって決定される。

想定される PV モジュールを 85W タイプとすれば、PV モジュールの最大電力動作電流が 5.0A、短絡電流 I_{sc} は 5.34A 程度となる。従って 85W 型モジュールを 2 並列で使用するので、PV 回路の最大電流は 10.68A ($5.34A \times 2$) 以下に収まる。

一方、蓄電池の放電電流即ち負荷電流は最大 2.95A ($35.5W / 12V$) 程度である。以上よりコントローラの所要電流は余裕を考慮して 10A 以上が必要である。

ここでは 20A 定格のコントローラを採用する。

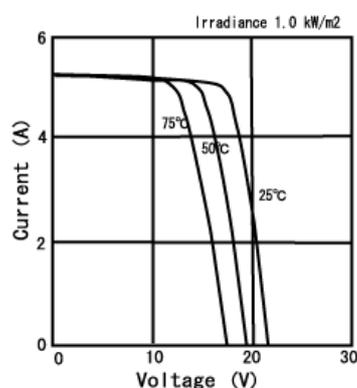


図 3. 2. 2-1 PV モジュール特製例

制御電圧は、12V 開放型硫酸鉛蓄電池に最適な値とする。設定電圧はオンオフ式と定電圧制御式によって最適値が異なる。なお、本計画では、開放型硫酸鉛蓄電池を採用する。理由は、開放型硫酸鉛蓄電池は「ト」国で一般的な自動車用蓄電池（開放型）と基本的に同種の蓄電池であるため、テクニシャンへの指導が容易であると想定できる点が挙げられる。

3-2-2-3 基本設計の概要

(1) 基本計画

前述（3-2-1）の基本設計方針を踏まえた、本計画の基本設計の概要は下表（表 3.2.2-1）にて示すとおりである。本計画は、屋外の SHS にかかる機材と、屋内の配線・照明器具の据付で構成される。

表 3.2.2-1 基本設計の概要

| 資機材調達と据付工事計画 | 下記太陽光発電資機材の調達及び据付 | 数量 |
|------------------|--------------------------|-----|
| | 太陽光発電モジュール | 1 式 |
| モジュール設置用ポール | 1 式 | |
| 蓄電池 | 1 台 | |
| チャージコントローラ | 1 台 | |
| ケーブルおよび初期導入用照明機器 | 1 式 | |
| 調資機材 | 太陽光発電設備用交換部品、保守道工具及び試験器具 | 1 式 |

(2) 機材調達数量

本計画にて調達する SHS の数量は、以下の通りである。以下は、2009 年 11～12 月に EPU が現地にて確認を行った数値となっている。機材は、太陽光発電委員会と使用者が使用契約を締結した後、据付が行われる計画となっている。

表 3.2.2-2 本計画における SHS 調達予定数量

| 諸島名 | 村落名 | SHS 調達合計数 (家屋＋一般公共施設) | SHS 設置予定 家屋数 | SHS 設置予定一般 公共施設数 |
|-------|----------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| ババウ諸島 | | | | |
| | FALEVAI | 38 | 32 | 6 |
| | HUNGA | 95 | 79 | 16 |
| | KAPA | 20 | 16 | 4 |
| | LAPE | 10 | 8 | 2 |
| | MATAMAKA | 49 | 39 | 10 |
| | NOAPAPU | 52 | 43 | 9 |

| 諸島名 | 村落名 | SHS 調達合計数 (家屋＋一般公共施設) | SHS 設置予定 家屋数 | SHS 設置予定一般 公共施設数 |
|---------------------|---------|--------------------------|-----------------|---------------------|
| | OFU | 51 | 46 | 5 |
| | OLO'UA | 33 | 28 | 5 |
| | OVAKA | 38 | 32 | 6 |
| | OTEA | 36 | 31 | 5 |
| | TAUNGA | 20 | 18 | 2 |
| 小計 (ババウ諸島) | | 442 | 372 | 70 |
| トンガタブ諸島 | | | | |
| | 'EUEIKI | 22 | 16 | 6 |
| | 'ATATAA | 48 | 43 | 5 |
| 小計 (トンガタブ諸島) | | 70 | 59 | 11 |
| 合計 | | 512 | 431 | 81 |
| 注) | | 一般公共施設: 教会、集会場、学校、診療所 | | |

(出所: EPU 調査結果)

3-2-3 基本設計図

(1) 本計画の基本設計図

本計画の基本設計図は以下のとおりである。

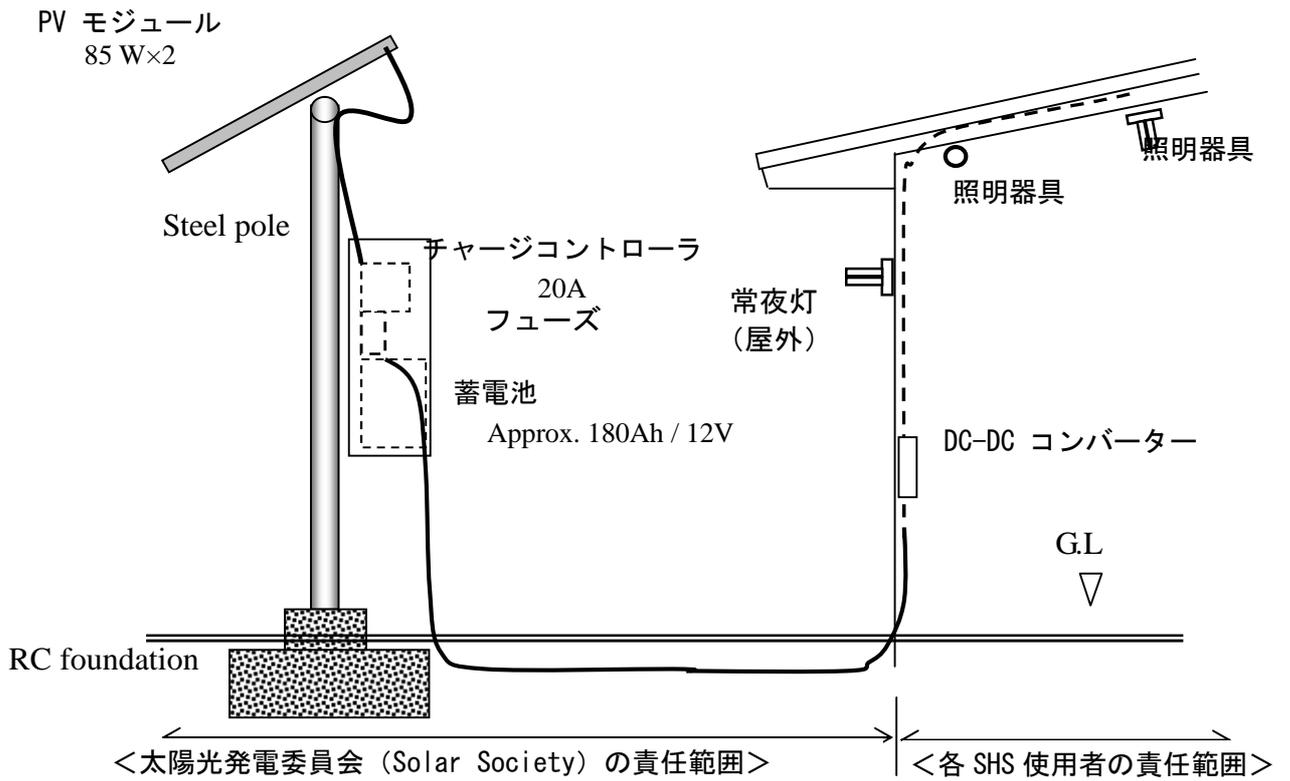
a. SHS の基本的構成要素

- ・ PV モジュール: 170 W (85 W×2)
- ・ 蓄電池: 硫酸鉛バッテリー, (含む、チューブラー電極バッテリー)、
約 180~200Ah / 12 V
(深放電型・期待寿命=4,000 DOD/Depth of Discharge
(放電深度) =20%にて)
- ・ チャージコントローラ: 12 V / 20 A (鉛バッテリー用設定)
- ・ 電気器具: 照明器具、ラジオ等用電圧変換器。

b. SHS のシステム構成

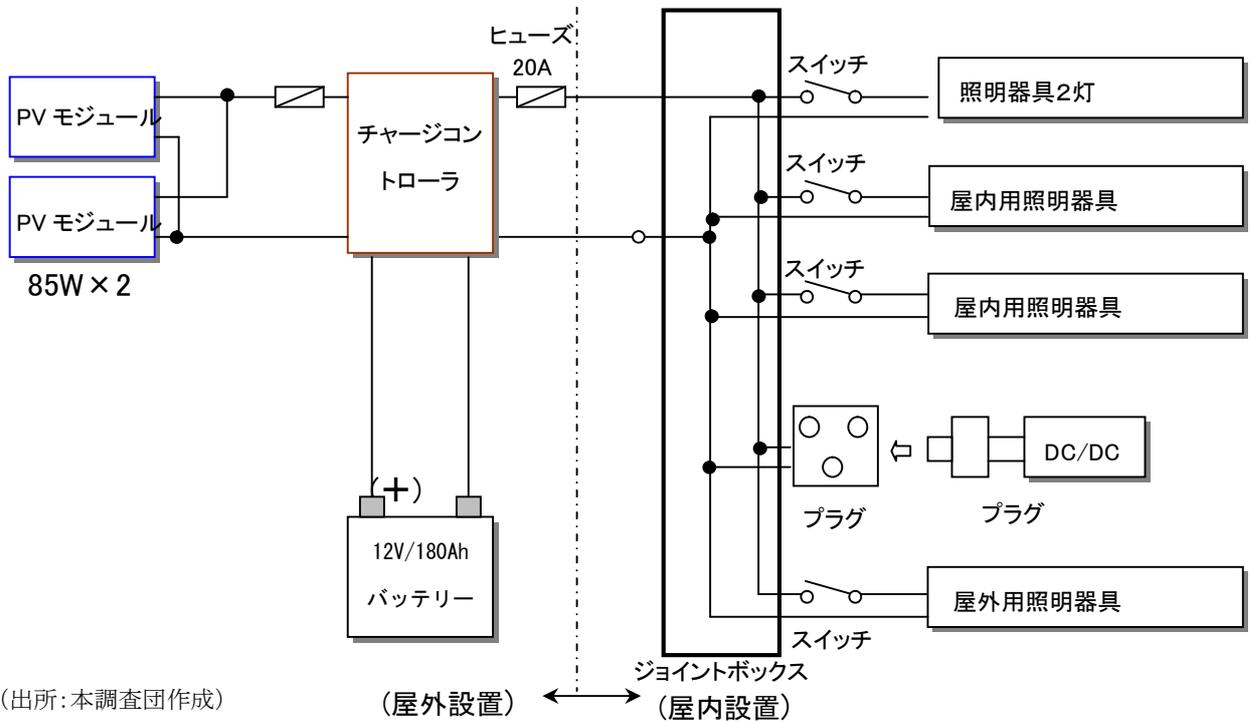
SHS の設置に関して、一般的に PV パネル以外の機器は屋内に設置されることが多い。トンガに於いては設備の管理責任を明確にするため、SHS を発電機器部分 (Solar Power Utility) と負荷部分に分け、発電機器部分は全てまとめて屋外に設置し、屋内に設置される負荷機器 (蛍光灯など) と明確に分けることとする。なお、SHS 機材、屋内の配線・照明器具は太陽光発電委員会によりメンテナンスが行われるが、電球の交換が必要な場合は使用者の負担により行われる。

図 3.2.3-1 はこの要求を満たすよう考慮した、SHS の構成を示す。図 3.2.3-2 は回路接続図である。



(出所: 本調査団作成)

図 3. 2. 3-1 SHS の基本構成および管理責任区分



(出所: 本調査団作成)

図 3. 2. 3-2 SHS の回路接続図

c. SHS 設置に関する留意事項

- PV モジュール取付け架台：屋外のポールに取付ける。架台は傾斜角を簡単に変更出来ること、更に、締付けを緩める事により、簡単に架台の向きを変更できる構造とすること。
- PV モジュール架台の標準設定：真北向き、経度と同様とする。
- バッテリー収納箱：水素ガス放散および十分な放熱のために、箱全体の換気が良好な構造にすること。また、収納されるバッテリーが日射による輻射熱の影響を最小限にするよう十分な空間を確保すること。
- チャージコントローラ：バッテリー短絡時の保護ヒューズが設けられていないコントローラを使用する場合は、コントローラの入出力側に保護ヒューズを設置し安全を確保すること。
- 屋外設置機器(Solar Power Utility)部及び屋内配線接続部までの電線は電圧降下が過度にならないよう十分なサイズの電線を使用すること。
- 屋内配線は屋外配線と比較して距離が短く、各機器に電流が分散されるため通常 2 mm² 以上のサイズが使用可能である。
- 屋内機器の中で、ラジオ電源用電圧変換機を設置する場合は、ラジオ不使用時にも 電圧変換機が、電力を消費し続ける不都合が生じる。これを防ぐためにラジオ不使用時に電圧変換機を取り外すことができる様、スイッチまたはプラグを通して接続すること。

(2) 機材概略仕様 (案)

以下の表 3.2.3-1 に機材の概略の仕様 (案) を示す。

表 3.2.3-1 機材概略仕様 (案)

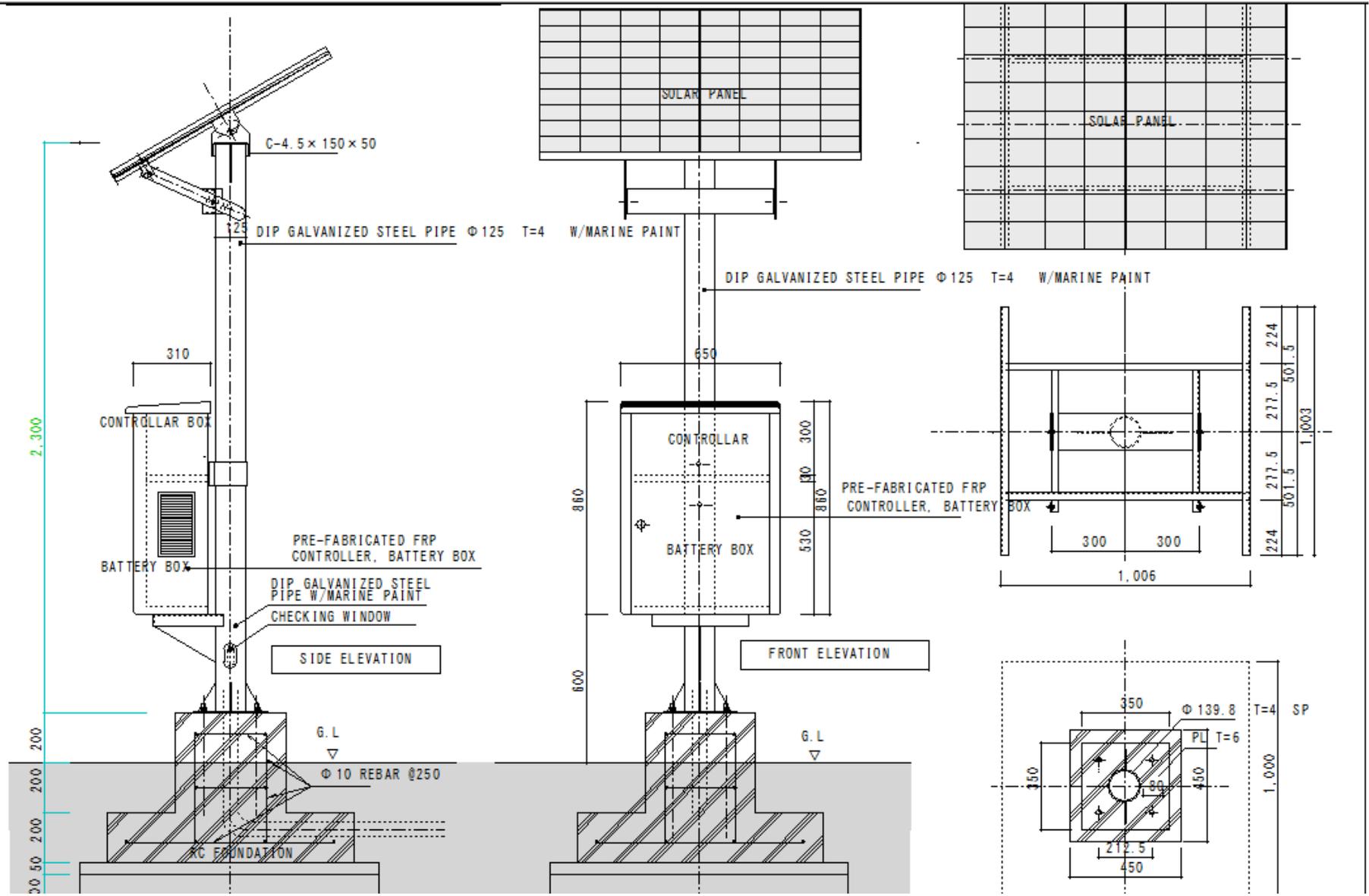
| 機器／名称 | 仕様 |
|---|---|
| SHS | |
| 数量 | 512 式 |
| 原産国 | 日本、DAC |
| 最大負荷電力量 | 287Wh (一日) |
| 不日照時間 | 4 日間 |
| システム構成図 | 以下の通り。 |
| <p>The diagram illustrates the system configuration. On the left, four solar panels (太陽電池) are connected to a control box (制御BOX) via a CV 1C 5.5 cable. The control box contains a charge controller (チャージコントローラ) and a 20A fuse (ヒューズ). Below the control box is a battery (蓄電池) connected via a battery lead (バッテリーコード) with specifications 8mm and 1mx2. To the right, a joint box (ジョイントボックス) is connected to the control box. The joint box has five outputs: four LED lights (LEDライト) and one DC-DC converter (DC-DCコンバーター).</p> | |
| 機器仕様 | システム構成成品を以下の (1)-(11) に示す (数量は 1 式当たりの数値を記載)。 |

| | | | |
|-----|-------------|----------------|--|
| (1) | PV モジュール | 数量: | 2 枚 |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 型式: | 単結晶または多結晶型 36 セル |
| | | 最大出力 : | 1000W/m ² and 25°C 85Wp +/-5% |
| | | 最大出力動作電 流 : | 5.02 A |
| | | 最大出力動作電 圧 : | 17.4 V |
| | | 条件: | 日射強度 AM1.5、1000W/m ² 、素子温度 25 |
| | | 出力保証: | 最大 10 年 |
| (2) | PV モジュール用架台 | 数量: | 1 式 |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 型式: | ポール設置 |
| | | 材質: | 一般構造用圧延鋼材(アングル)、一般構造 用炭素鋼鋼管(ポール)、溶融亜鉛メッキ |
| | | 長さ | 2.3m |
| | | 傾斜角度: | 調節式 |
| (3) | チャージコントローラ | 数量: | 1 式 |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 入力 | DC22V、20A |
| | | 出力 | DC11.4V-15.0V (変動範囲)、20A |
| | | 保護機能: | 負荷短絡保護、PV モジュール短絡保護、パ ワー素子加熱保護、過電圧保護、過充電防 止、過放電防止、サージ保護、 |
| | | Indicator: | LED 充電状態表示 |
| (4) | 蓄電池 | 数量: | 1 式 |
| | | 原産国: | 日本、または第三国 |
| | | 電圧: | 12V |
| | | 容量: | 180Ah/20 h 以上 |
| | | 型式: | 開放型、ディープサイクル チューブラー式の場合 6V x 2 可能 |
| | | 期待寿命は | 5 年以上 |
| (5) | 制御箱 | 数量: | 1 台 |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 型式: | 屋外使用型 |
| | | 材質: | FRP 製 (粉体塗装) |
| | | その他: | 機器収納配線済み(蓄電池以外)充電部ー 蓄電池収納部、仕切 |

| | | | |
|--|--------------|---|------------------------------|
| (6) | ジョイントボックス | 数量: | 1 台 |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 材質: | FRP(本体)、ステンレス鋼(蓋) |
| | | 入力: | 14mm ² 2 心 x 1 |
| | | 出力: | 14mm ² 2 心 x 5 |
| (7) | 照明器具(屋内用) | 数量: | 4 式 |
| | | 原産国: | 日本、または第三国 |
| | | 入力: | DC10V-15V 1.1W or more |
| | | 明るさ: | 1 灯 300Lx (0.3m) 以上 |
| (8) | 照明器具(屋外用) | 数量: | 1 式 |
| | | 原産国: | 日本、または第三国 |
| | | 入力: | DC10V-15V |
| | | 明るさ: | 50 カンデラ |
| (9) | DC/DC コンバーター | 数量: | 1pc |
| | | 原産国: | 日本 |
| | | 入力: | DC8V - 18V |
| | | 出力: | 3.3V、5V、6V、12V、15V、24V のいずれか |
| | | 能力: | 50W 以上 |
| (10) | 配線材 | 型式: | 屋内 |
| | | 数量: | 1 式 |
| | | PV モジュール - 制御箱 : (屋外用) 単心 5.5mm ² 以上、10m x 4 本 (配管材含む) | |
| | | 制御箱 - バッテリー間 : (制御箱) 単心 8mm ² 以上、1m x 2 本 | |
| | | 制御箱 - ジョイントボックス間 : (屋外用) 2 心 14mm ² 以上、20m x 2 本 (配管材含む) | |
| ジョイントボックス - 負荷間 : (屋内用) 単心 2mm ² 以上、10m x 8 本 | | | |
| DC/DC コンバーター用スイッチ : DC 用 2 極、5 個 | | | |
| その他要求事項 | | 英文による設置図面とメンテナンス書類 | |
| | | トレーニング: | |
| | | サービス: | |
| コーポレーションマーク | | 船舶梱包上に表示 | |

(3) 本計画の基本設計図

本計画の基本設計図を以下に示す。



機材の保障期間は、コンサルタント、施主、利用者が承認した設置終了より1年間とする。各機器に関しそれぞれの1年以上の製造業者の保証期間がある場合は、製造業者の保証条項に従い保証されることとする。

3-2-4 機材据付計画／調達計画

3-2-4-1 調達代理機関による機材調達監理方針

本計画は、我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき実施される。これにより、本計画は日本政府により事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文(E/N)が取り交わされた後に実施される。調達代理機関は日本政府により、「ト」国側へ推薦され、国土・調査・天然資源開発省（Ministry of Land Survey and Natural Resources : MLSNR）を受任者として本体契約（入札、資機材調達）が適正且つ円滑に履行されるように本計画の本体業務を管理するとともに、「ト」国側に代わって資金の管理を行う。

(1) 実施体制

本計画の無償資金協力に係る交換公文・贈与契約（以下 E/N・G/A）締結後、「ト」国政府は、実施監理コンサルタント及び調達業者の選定・契約を調達代理機関に委託する。また、実施監理コンサルタント及び調達業者は、調達代理機関と契約を締結し、それぞれの業務を実施する。

(2) 主管官庁

本計画の主管官庁は、国土・調査・天然資源開発省（MLSNR）である。

(3) 実施機関

本計画の実施機関は、主管官庁である MLSNR となる。本計画は環境プログラム無償案件として、「ト」国政府側の主管官庁、実施機関である MLSNR と日本の調達代理機関が締結する調達代理契約に基づいて実施される。

上記の他に、本計画にかかる「ト」国の主な関係機関は以下のとおりである。実施段階では再生可能エネルギーサブコミッティをはじめとした機関との十分な情報共有、調整が必要である。各機関との調整に当たっては、MLSNR が窓口として対応することが確認されている。

- ・ MLSNR ・ CEO (Chief Executive Officer)
- ・ エネルギー計画班代表
- ・ 財務・国家計画省・CEO
- ・ JICA トンガ事務所代表

なお、「ト」国では医療、輸送などのセクターで我が国の一般無償資金協力案件を実施しているが、調達代理方式による入札・契約関連業務についての経験はないことから、主管官庁である MLSNR とエネルギー・タスク・フォースの各機関との間で必要な情報を共有することで、より円滑な事業実施が望める。また、「ト」国政府側の主な関係省庁と日本政府は、各々の代表からなる政府間協議会を設置し、国レベルで確認を要する事項の協議を実施する。さらに、

MLSNR、JICA トンガ支所及び調達代理機関でコンサルティティブ・コミッティを設置し、進捗確認、技術的確認事項などの協議を実施する。

以下に本計画の実施体制を示す。

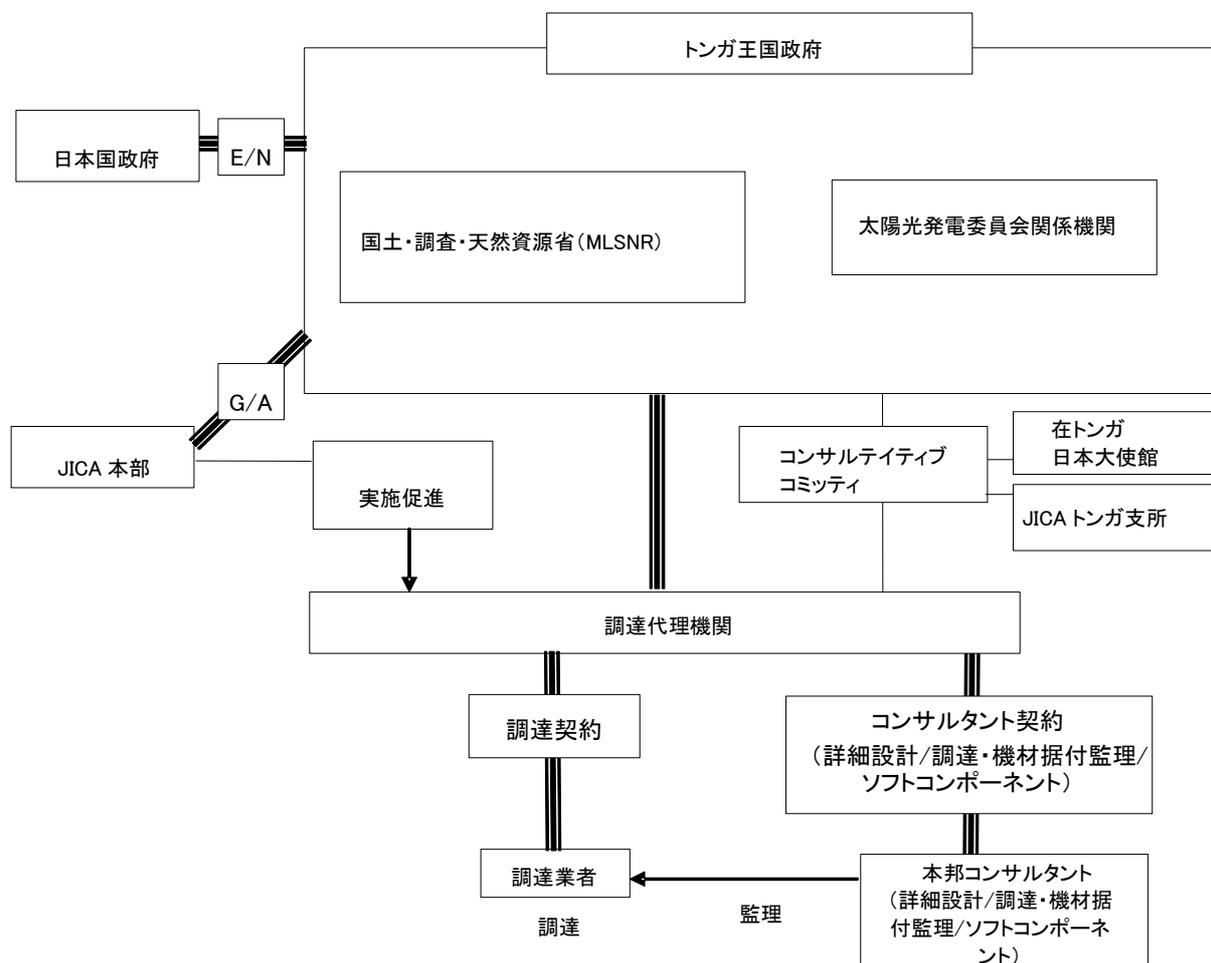


図 3.2.4-1 実施体制

(4) 調達代理機関

1) 実施内容

機材調達に係る入札図書は、調達代理機関が作成し、本プロジェクトのそれぞれの入札管理手続業務及び調達業務が開始される。調達代理機関は、日本政府により「ト」国側に推薦され、実施責任機関の受任者として本体契約のコンポーネントが適正、且つ、円滑に実施されるように総合的な監理を実施・履行する。

入札業務管理として、代理機関契約、銀行手続き及び入札図書のうち業者契約に係る書類の作成、並びに、入札図書配布と入札・評価及び調達業者契約業務などを行う。

また、工事管理業務は、本邦調達代理機関から派遣された統括者が、支払い業務を含めた資金管理や、残預金が発生した場合の用途計画を含め、実施内容の確認、両国政府への進捗報告、「ト」国側との協議・調整・報告を随時実施する。

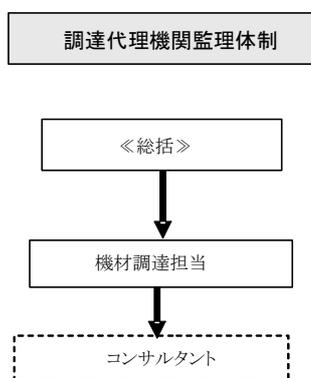
2) 実施体制

・入札業務管理期間

調達代理機関は、入札に係る図書の取りまとめ、機材仕様書の確認及び入札業者・企業の評価を実施するが、「ト」国の機材調達における競争入札などにより、入札業務が煩雑となることが予想されるため、補助要員として現地人を雇用する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分を適性に評価する必要があることから、本邦コンサルタントが技術部分の補助を行う。

・工事管理期間

調達代理機関は、「ト」国側実施機関からの委託に基づき実施期間中の統括的な管理を行うが、本邦コンサルタント主導による実施監理の下、調達代理機関の管理は要所の確認のみ実施する。



(5) 機材据付監理・調達監理コンサルタント

技術コンサルタントとして、調達代理機関が選定したコンサルタントが機材据付監理・調達監理コンサルタントとして工事の機材据付監理及び調達監理を実施する。このコンサルタントが、機材据付の品質・工程・安全等の監理及び調達機材における品質・機能・性能・員数の確認、輸送中における外観上の損傷等の確認を行う。チェックリストはコンサルタント、コントラクター、施主が署名し、据付を確認する。なお、確認事項に異常が認められた場合、速やかに報告書を作成し、関係者にて対処協議を行うこととする。また、機材据付監理を担当する同コンサルタントは機材据付業者の出来高を評価する。

(6) 機材据付業者・機材調達業者

入札により調達代理機関に選定された同上業者は、調達代理機関との契約書に基づき内容を良く把握し、これを遅延無く確実に履行しなければならない。

3-2-4-2 機材据付上／調達上の留意事項

(1) 「ト」国の建設事情と技術移転

「ト」国では、現地人所有の現地総合建設業者や電気工事会社があり、運搬用車両、建設工事機材等の現地調達並びに、本計画の配電用機器据付、及び配線工事は、現地業者への発注が可能である。但し、本計画が短工期で品質の高い出来型が求められる我が国環境プログラム無償資金協力案件であることに加え、現地機材据付業者により設置された類似の既存 SHS 工事の

工事品質を考慮すると、工程管理、品質管理及び安全管理のためには、受注強者による技術者の現地派遣が必須であると判断される。

一方、「ト」国において SHS の据付工事は 1990 年代から離島地域で実施された実績がある。しかし、過去の SHS 設置工事後、アフターケアの不足から、機材の故障などが発生したケースもある。各諸島の本島から、遠隔な離島部への電力供給は地理的制約から非常に困難な状況にあり、「ト」側としては離島部への電力供給は当分の間、SHS に依存することとなる。そのように SHS のニーズが非常に高い状況下、「ト」側としても、現地業者がさらに技術向上し、「ト」国内で、ある程度自助的な技術的対応が可能な体制の構築を希望している。かかる状況を考慮し本計画の据付工事に当たって、日本の受注業者は現地業者から労働者、据付工事機材等の調達を行い、日本から技術者を派遣し、当該据付期間に受注業者によって、「ト」国テクニシャンに OJT を実施しさらなる技術向上を図るものとする。

(2) 現地資機材の活用

「ト」国では、太陽光発電モジュールを設置する架台の基礎工事に使用する骨材、セメント、鉄筋等は、品質・納期に対する管理並びに指導が必要であるが、現地調達が可能である。このため、機材据付計画の策定に当たっては、可能な限り、現地で調達可能な資機材を採用することとする。

(3) 安全対策

本計画対象地域は、治安上の問題が少ない地域であるが、資機材の盗難防止及び工事関係者の安全確保等には十分留意する必要がある。このため、「ト」国側による安全対策上必要な措置を講じることは必須であるが、日本側工事としても、工事中は警備員を配置する等の安全対策を考慮する。

(4) 免税措置

本計画で調達する資機材に関する通関及び関税の免税を受けるためには、事前に請負業者から MLSNR 経由で財務・国家計画省（Ministry of Finance and National Planning）に連絡することが必要である。これにより、関税（8%）、内国税（8%）が免税となるが、これは事前還付方式ではなく、「ト」国実施機関による税負担が発生しない完全免税方式となることが確認された。

(5) 輸送

1) 日本からの海上輸送

本計画での機材の輸送については、対象地が 2 諸島になるためトンガタブ諸島向けおよびババウ諸島向けの貨物に分けてルートを設定する必要がある。

その理由は、①「ト」国内での配船事情は、2009 年の国内連絡船の沈没事故により、「ト」国内の輸送能力が低下しており、トンガタブ～ババウ間の貨物は食糧輸送を優先していること、②国内便の既存船では、国際輸送標準コンテナ（コンテナは 20 フィート型）での積み替えは不可能である、ということによる。

表 3.2.4-1 日本からトンガへの輸送経路

| トンガ国内 荷揚港 | 所要輸送期間 | 頻度 |
|------------------|--------|-------|
| トンガタプ (ヌクアロファ向け) | 1.5 ヶ月 | 月 1 便 |
| ババウ (ネイアフ港向け) | 2.0 ヶ月 | 月 1 便 |

2) 国内輸送

本計画対象地域の離島への国内輸送に関しては、据付サイトに 10 トン以上の船舶が接岸可能な岸壁が整備されておらず、小型渡船での輸送となる。

3-2-4-3 機材据付区分／調達・据付区分

本環境プログラム無償資金協力の実施において、我が国と「ト」国側の詳細な機材据付負担区分は、表 3.2.4-2 に示すとおりである。

表 3.2.4-2 日本側と「ト」国側の機材据付区分

| No. | 項目 | 日本 | 「ト」国 | 備考 |
|-----|---|----|------|-------------------------|
| 1 | 機材据付予定地の確保 | | ● | 資機材置き場を含む |
| 2 | 機材据付予定地の整地工事・障害物撤去移設工事 | | ● | 既存の SHS 機材の撤去を含む |
| 3 | 塀・門扉の設置工事 | | ● | |
| 4 | 駐車場工事 | | ● | |
| 5 | 道路工事 | | | |
| | (1) サイト外(アクセス道路) | | ● | |
| 6 | 機材据付工事 | ● | | |
| 7 | 電気工事及び給・排水衛生工事 | | | |
| | (1) 電気工事 | | | |
| | a) 建屋内配電工事(照明設備、コンセント等) | ● | | |
| 8 | B/A に基づく銀行口座の開設手数料 | | ● | |
| 9 | 輸送・通関手続き及び諸税の取扱い | | | |
| | (1) 調達機材に関する製品の非援助国(「ト」国)までの海上輸送(空輸)の責任 | ● | | |
| | (2) 「ト」国積み下ろし港における税負担と通関手続き | | ● | |
| | (3) 「ト」国積み下ろし港から、国内のサイトまでの調達機材等の輸送 | ● | | |
| | (4) 建設資機材調達に係る「ト」国内付加価値税の免税措置/税負担 | | ● | |
| 10 | 施設及び調達機材の運営維持管理に関する OJT | ● | ● | 「ト」国側は OJT を受講する要員を選任する |
| 11 | 施設及び調達機材の運営維持管理 | | ● | |
| 12 | 無償援助に含まれないその他の費用 | | ● | |

注記: B/A: Banking Arrangement

●: 当該項目の責任分担を示す。

3-2-4-4 調達監理計画

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、入札図書作成業務・機材据付監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは機材据付監理段階において、「ト」国に最低限 1 人の技術者を常駐させ、工程に沿って、トンガタプ諸島、ババウ諸島の各対象サイトに赴き、工程管理、品質管理、出来形管理及び安全管理を実施する。更に、必要に応じて、国内で製作・

調達される資機材の工場検査及び出荷前検査に国内の専門家が立会い、資機材の現地搬入後のトラブル発生を未然に防ぐように監理を行う。

(1) 機材据付監理の基本方針

コンサルタントは、本工事が所定の工期内に完成するよう工事の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び資機材の納期を確保すると共に、現場での工事が安全に実施されるように、請負業者を監理・指導することを基本方針とする。

以下に主要な機材据付監理上の留意点を示す。

(2) 工程監理

請負業者が契約書に示された納期を守るために、契約時に計画した実施工程、及びその実際の進捗状況との比較を各月または各週に行い、工程遅延が予測される場合は、請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び資機材の納入が完了する様に指導を行う。計画工程と進捗状況の比較は主として以下の項目による。

- ① 工事出来高確認（資機材工場製作出来高及び現場出来高）
- ② 資機材搬入実績確認（配電資機材及び土木工事資機材）
- ③ 技術者、技能工、労務者等の歩掛と実数の確認

(3) 品質、出来形監理

製作・納入・据付けられた資機材及び建設された施設が、契約図書で要求されている資機材及び施設の品質、出来形を満足しているか否かについて出荷前検査を実施する。品質、出来形の確保が危ぶまれるときは、コンサルタントは直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

(4) 安全監理

請負業者の責任者と協議、協力し、建設期間中の現場での労働災害及び、第三者に対する事故を未然に防止するための安全管理を行う。受注者の現場での安全管理に関する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 労務者に対する福利厚生対策と休日取得の励行

(5) 機材据付監督者

請負業者は太陽光発電モジュールの架台建設工事、並びに太陽光発電関連資機材を調達・据付すると共に、同工事を実施するために、請負業者は「ト」国現地業者を下請契約により雇用することになる。従って、コンサルタントは請負契約に定められた工事工程、品質、出来形の確保及び安全対策について、請負業者が契約どおりに据付工事を実施していることを確認するため、EPUの支援の基、技術者を派遣し、請負業者に指導・助言を行うものとする。

3-2-4-5 品質監理計画

本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの機材据付／据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目に基づき調達業者は管理し、コンサルタントは、監理・照査を実施する。品質／出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正、変更、修正を求める。なお、検査・コミッショニングのフォームは調達業者が作成し、EPU とコンサルタントは機材のコミッショニング前に確認を行うこととする。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会いまたは工場検査結果報告書の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図及び据付要領書の照査
- ⑤ 資機材に係る工場及び現場における試運転・調整・検査要領書の照査
- ⑥ EPU の支援の基、資機材の現場据付工事の監理と試運転・調整・検査の立会い
- ⑦ EPU の支援の基、施設施工図と現場出来形の照査
- ⑧ EPU の支援の基、竣工図の照査

3-2-4-6 資機材等調達計画

本計画で調達・据付けられる PV モジュール、ポール、バッテリーは、「ト」国では製作していない。「ト」国では 1990 年代から海外のドナーにより SHS 機材供与案件が多く実施され、BP や Siemens 社などの PV モジュールが導入されているが、現地にはこれら太陽光発電メーカーの支店及び代理店は存在せず、事故・修理等の対応や、予備品調達等の必要なアフターサービス体制は整えられていない。EU が 1995 年に SHS を供与した際、調達後 3 年間は現地代理店が存在したもののその後、代理店は閉鎖され、アフターケアが受けられない、という問題が発生した。更に、上記 EU のプロジェクトにおいては、SHS が 5 年ほどで機能が停止した理由に、供与された機材が最適な仕様ではなかったことも指摘されることから「ト」国関係者からは品質の高い機材の調達が要請されている。従って本計画の太陽光発電資機材の調達先の選定に当たっては、これらの現地事情を考慮し、「ト」国技術者による当該設備の運転・維持管理の容易性、予備品調達や故障時部品の供給が可能な体制の有無に配慮して決定する必要がある。

なお、本計画完成後に、太陽光発電資機材の所有権を有する MLSNR は、日本の太陽光発電メーカーは、製品品質及び信頼性の点で他国よりも優位であることを認識しており、我が国の無償資金協力案件である本計画の太陽光発電資機材についても、日本製品を望んでいる。

上記から、本計画で使用する資機材の調達先は下記のとおりとする。

(1) 現地調達資機材

セメント、砂、コンクリート用骨材、鉄筋を含む工事中資機材

(2) 日本国調達資機材

太陽光発電モジュール、チャージコントローラ、モジュール据付用ポール

(3) 日本国または第三国調達資機材

バッテリー、配線材料他

(4) 調達方法について

トンガ国において過去に他ドナーにより実施された SHS 機材の据付・調達プロジェクトでは、太陽光発電委員会が SHS 使用希望者と金銭の支払いを含めた契約を締結の上、調達数量を決定してきた。本計画の実施にあたり、「ト」国側は 2009 年 11 月に本計画での SHS 設置に際し、初回金・月額使用料の条件を本対象地域住民に示した上で設置希望者数を得たとして、対象地域の住民の希望台数 512 台を日本側に要請した。本計画ではこの数値を前提とする機材の調達を計画する。

余剰の SHS が発生することなく、適正数量の SHS を本計画にて調達・据付を行うため、MLSNR は SHS 利用希望者の募集と契約を遅滞なく実施し、その経過を日本側に報告する必要がある。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

工事完了前に、本計画で調達された機材の初期操作指導並びに運転維持管理方法に関する指導を実施する。同指導は、製造業者もしくは工事業者の指導員が運転維持管理マニュアルにしたがって、現場の OJT で行うことを基本とする。

本指導計画を円滑に進めるために、実施機関である MLSNR、およびトンガタブ諸島太陽光発電委員会、ババウ諸島太陽光発電委員会は、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡及び協議を行う。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

(1) 現状及び目的

「ト」国では、地理的に市中電力供給が不可能な無電化地域への電力供給手段として、1990 年代からオーストラリアや、ニュージーランド、EU の支援により SHS が導入されており、本計画前に既に全国で 813 台の SHS が供与されている。本計画対象地域においては、ババウ諸島に対しては 1995 年に EU が、トンガタブ諸島に対しては 1997 年以降に日本政府の草の根無償、UNESCO、オーストラリア等が SHS を供与している。しかし、いずれの案件も供与時期から 10 年以上が経過し、劣化が激しく既に使用されていない機材が多い状況にある。本計画の実施にあたっては、対象地域で過去に実施された計画や他地域にて実施された計画の情報収集、及び問題点の抽出を行った。その結果、判明した問題点は、以下のとおりである。

- 物理的な問題
 - ・ 長期使用に耐え得る仕様の機材が調達されていない。
- 財政的な問題

- ・ 太陽光発電委員会の資金管理が適切に行われていない。
- ・ 消耗品の更新が計画的になされていない。
- 人的・組織的な問題
 - ・ テクニシャンに対して適切な技術指導が行われていない
 - ・ 日常的なメンテナンスが行われていない。
 - ・ トラブルシューティングへの対応が徹底されていない。
 - ・ 住民に対して SHS の使用法に関する適切な説明がなされていない。
 - ・ 太陽光発電委員会がテクニシャンの労務管理を適切に行っていない。
- 情報の問題
 - ・ 現地に太陽光モジュールメーカーの代理店が存在せず、トラブルが生じた際の対応体制が整っていない。

物理的な問題、情報の問題に関しては、本計画において入札条件で調達業者に現地代理店の保有を求める等、適切な機材導入に向けた施策を講じることで解消可能であり、本計画内で対応する。他方、財務的な問題、人的・組織的な問題に関しては、現状の住民及び実施機関による運営・維持管理体制や方法等に能力不足と判断される面もあり、円滑な立ち上がりと持続的な運営・維持管理を確実にするために、ソフトコンポーネントによる技術支援を実施することが望ましい。ソフトコンポーネントを実施することで期待される成果は、(3) ソフトコンポーネントの PDM (案) にて詳述する。

(2) ソフトコンポーネントの目標

太陽光発電委員会の運営管理マニュアル及び SHS 維持管理マニュアルの作成とマニュアルを用いた活動の支援を通じ、太陽光発電委員会を中心とした本計画の運営・維持管理体制が整備されることを目標とする。この上位目標としては、「調達された SHS が据付後も長期間にわたって利用される」ことである。

(3) ソフトコンポーネントの PDM (案)

本計画にかかるソフトコンポーネントの PDM (案) を以下に示す。

表 3.2.4-3 ソフトコンポーネントの PDM (案)

プロジェクト名:大洋州地域 太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画

プロジェクト期間(ソフトコンポーネント実施期間):2011年3月~2012年3月

Ver. 0

対象地域:トンガ国トンガタブ諸島、ババウ諸島

ターゲットグループ:EPU 本部担当者、EPU 各諸島事務所担当者、

各諸島太陽光発電委員会およびテクニシャン

作成日:2010年3月

| プロジェクトの要約 | 指標 | 入手手段 | 外部条件 |
|--|---|--|------|
| 上位目標 調達された SHS が据付後も長期間利用される。 | SHS の使用状況(機材据付後 10 年後を目安とする) | 修理保守記録 太陽光発電委員会報告書 | |
| プロジェクト(ソフトコンポーネント)目標 太陽光発電委員会の運営管理マニュアル及び SHS 維持管理マニュアルの作成とマニュアルを用いた活動の支援を通じ、太陽光発電委員会を中心とした本計画の運営・維持管理体制が整備される。 | 1. 運営維持管理マニュアルの整備状況 2. SHS 維持管理マニュアルの整備状況 3. 委員会メンバーのマニュアルの活用状況 | 1. 太陽光発電委員会報告書 2. 太陽光発電委員会記録 3. 委員会メンバーへのマニュアル内容確認テストならびにアンケート | |
| 成果 1. 太陽光発電委員会によって資金管理が適切に行われる。 2. 太陽光発電委員会の運営管理者によって委員会の職員及びテクニシャンの労務管理が適切に行われる。 3. 太陽光発電委員会の年間活動計画が策定される。 4. テクニシャンが SHS の維持管理に必要なメンテナンスマニュアルが策定される。 5. トラブルシューティング対応マニュアルが策定される。 6. 住民に対しての SHS の適切な使用方法についてのマニュアルが策定される。 | 1-1 資金管理マニュアルの整備 1-2 資金管理に関する指導回数、理解度 1-3 資金管理状況 2-1 労務管理マニュアルの整備状況 2-2 労務管理に関する指導回数、理解度 2-3 労務管理状況 3-1 プロジェクト管理に関する指導回数、参加人数、理解度 3-2 活動計画策定状況 4-1 維持管理マニュアル整備 4-2 維持管理技術指導回数、参加人数、理解度 5-1 トラブルシューティングに関するマニュアル整備 5-2 トラブルシューティング指導回数 6-1 住民への啓蒙活動に関するマニュアル整備 6-2 住民への啓蒙活動実施実績 | 1-1 資金管理マニュアルならびに改定状況 1-2 巡回記録、監査結果 1-3 銀行残高ならびに会計報告書 2-1 太陽光発電委員会記録 2-2 巡回指導記録(理解度モニタリングを含む) 2-3 勤務記録表ならびに定期報告書 3-1 太陽光発電委員会記録、訓練参加者へのインタビュー 3-2 太陽光発電委員会 4-1 維持管理マニュアルならびに改定状況 4-2 保守・整備記録ならびに既存機器の保守状況 5-1 トラブルシューティングマニュアルならびに改定状況 5-2 訓練参加者へのインタビュー、保守管理記録 6-1 講習会記録 6-2 太陽光発電委員会年間報告書 | |

| 活動 | 投入 | | | |
|--|---|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1-1 太陽光発電委員会資金管理マニュアル整備・改訂支援を行う。 | 【「ト」国側】 ・ カウンターパート ・ 施設、事務所 ・ ソフトコンポーネント活動費 | 【日本国側】 ・ 専門家(総括、組織運営、SHS技術) | SHS に甚大な被害をもたらす天災が発生しない。 | |
| 1-2 資金管理に対する指導を行う。 | | | | 前提条件 |
| 1-3 マニュアルに基づく資金管理、定期的なモニタリングにかかるOJTを行う。 | | | | 「ト」国側がSHSの長期使用の重要性を認識する。 |
| 2-1 太陽光発電委員会労務管理マニュアル整備・改訂支援を行う。 | | | | |
| 2-2 マニュアルに基づく労務管理、定期的なモニタリングにかかるOJTを行う。 | | | | |
| 2-3 EPUのトレーナーを中心にテクニシヤンのサポート体制整備支援を行う。 | | | | |
| 2-4 トレーナー、テクニシヤンに対する指導を行う。 | | | | |
| 3-1 太陽光発電委員会の活動計画策定にかかるOJTを行う。 | | | | |
| 4-1 SHS維持管理マニュアルの整備・支援を行う。 | | | | |
| 4-2 マニュアルに基づくテクニシヤン、トレーナーに対するSHSにかかる技術指導を行う。 | | | | |
| 5-1 トラブルシューティングに対するマニュアル作成支援を行う。 | | | | |
| 5-2 マニュアルに基づきテクニシヤン、トレーナーに対するトラブルシューティングにかかる技術指導を行う。 | | | | |
| 6-1 住民への啓蒙活動に対するマニュアル作成支援を行う。 | | | | |
| 6-2 住民への啓蒙活動の実施支援を行う。 | | | | |

なお、各マニュアルは以下の内容を含めることとする。

- 太陽光発電委員会運営管理マニュアル
 - ・ 財務管理（バランスシート、各種書類様式の作成方法等）
 - ・ 労務・人事管理（報酬制度、評価制度、リーダーシップ論等）
 - ・ プロジェクト管理（必要機材の調達・在庫管理、実行計画策定等）
- SHS維持管理マニュアル
 - ・ 太陽光発電及びSHSの基礎知識
 - ・ SHSの日常的な点検方法
 - ・ SHSのメンテナンス方法
 - ・ 住民へのSHSの使用に関する教授方法

- ・ トラブルシューティング
- ・ モニタリング方法

(4) 活動内容

1) ソフトコンポーネント実施体制の整備

円滑に活動が実施されるよう、「ト」国の関係機関および本計画の対象地域である 13 村落に対しソフトコンポーネントの実施を周知させるため、オリエンテーションを開催。受け入れ体制の整備・調整を行う。

また、ソフトコンポーネントの円滑な実施とソフトコンポーネント終了後の持続的運用を促進するため、ソフトコンポーネントの達成状況把握、意見交換、課題討議のための場として EPU、太陽光発電委員会、コンサルタントからなるソフトコンポーネント委員会を設置する。

2) マニュアル作成支援

① 太陽光発電委員会の組織強化

太陽光発電委員会が作成する太陽光発電委員会運営管理マニュアルの作成を支援する。内容は、(3)ソフトコンポーネントの PDM (案) に示した通りとする。

② SHS に関する知識・技術の向上

太陽光発電委員会が作成する SHS 維持管理マニュアルの作成を支援する。内容は 3. ソフトコンポーネントの PDM (案) に示した通りとする。

3) マニュアルを用いた現場での実施指導支援

① 太陽光発電委員会の組織強化

各諸島の太陽光発電委員会に対し、太陽光発電委員会運営マニュアルに基づき、委員会の運営管理、組織強化に関するトレーニングを各諸島にて実施する。

② SHS に関する知識・技術の向上

各諸島の太陽光発電委員会に対し、SHS 維持管理マニュアルに基づいた EPU のトレーナー、およびテクニシャンを対象とした知識、技術力向上のためのトレーニングの実施を支援する。

なお、テクニシャンが居住する対象村落は全て離島部に属しており、各村落にてテクニシャンを対象としたトレーニングを開催することは難しい。そのため効率的、効果的なトレーニングを実施するという観点から、トレーニングをババウ諸島本島にて行う「全テクニシャンを対象とした初期トレーニング」と EPU から派遣される「トレーナーに対するトレーニング」の二段階に分けて実施する。まずは、各村落から初期トレーニングに参加するテクニシャンを 2 名選出し、SHS の維持管理に関する基礎的な講義と機材を使った簡易な実施指導を併せたトレーニングを実施。その後、EPU トレーナーを対象とした実機を用いたトレーニングを実施する。

4) 現場での実施指導後のフォロー

① 太陽光発電委員会の組織強化

各諸島の太陽光発電委員会の運営状況を資金管理、労務管理、プロジェクト管理の各方面から確認し、同委員会への指導・助言を行うと共に、EPUの担当者に対し、モニタリング方法を中心とした技術的フォローを行い、ソフトコンポーネント完了後も技術が伝承するよう仕組みを構築する。また、必要に応じて太陽光発電委員会運営マニュアルの改訂を支援する。

② SHSに関する知識・技術の向上

EPU トレーナーによる各村落のテクニシャンに対するトレーニングの実施状況を確認し、トレーナーへの指導・助言を行うと共に、太陽光発電委員会に対し、モニタリング方法を中心とした技術的フォローを行い、ソフトコンポーネント完了後も技術が伝承するよう仕組みを構築する。また、必要に応じてSHS維持管理マニュアルの改訂を支援する。

5) 活動成果報告

本計画の活動成果を確認し、成果及び今後の課題を取りまとめ、関係機関へ報告する。

(5) ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施工程は以下のとおりである。

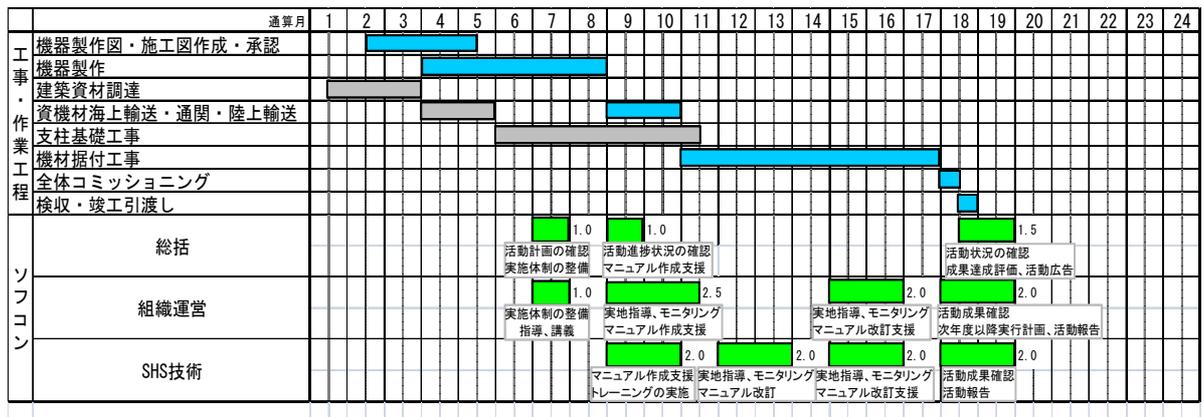


図 3.2.4-2 ソフトコンポーネント全体工程

(6) ソフトコンポーネントの成果品

本計画のソフトコンポーネント実施により得られる成果品は次の通りである。

- 1) オリエンテーション開催記録
- 2) ソフトコンポーネント委員会開催記録
- 3) 進捗状況報告書*工程ごとに提出
- 4) 太陽光発電委員会運営マニュアル(英語及び現地語)
- 5) SHS維持管理マニュアル
- 6) 資金管理レポート
- 7) 労務管理レポート (テクニシャンの業務実施状況報告書含む)
- 8) 理解度確認テストの結果

9) 関係者へインタビュー調査及び実作業に対する評価結果

(7) 相手国実施機関の責務

- 1) EPU は、各諸島の太陽光発電委員会と共同し、ソフトコンポーネントの円滑な実施促進のためにソフトコンポーネント委員会を設置する。
- 2) EPU は、各諸島の太陽光発電委員会と調整の上、本ソフトコンポーネント実施に必要な作業室等を用意する。
- 3) EPU 及び各諸島の太陽光発電委員会は、本ソフトコンポーネントに必要な人員を提供する。
- 4) EPU 及び各諸島の太陽光発電委員会は、コンサルタントと協議し、各種マニュアルの改訂を自発的に行う。
- 5) 各諸島の太陽光発電委員会は、太陽光発電委員会運営マニュアル及びコンサルタントの提言に基づき、住民から徴収した維持管理のための資金の管理を EPU の管理下において適切に行う。
- 6) 各諸島の太陽光発電委員会は、太陽光発電委員会運営マニュアル及びコンサルタントの提言に基づきテクニシャンの労務管理を適切に行う。
- 7) 各村落のテクニシャンは、SHS 維持管理マニュアルに基づき SHS を適切に維持管理する。
- 8) EPU 及び各諸島の太陽光発電委員会は、ソフトコンポーネント実施期間中、コンサルタントへ定期的に資金管理と労務管理に関する報告書を提出する。

3-2-4-9 実施工程

我が国の環境プログラム無償資金協力のスキームに基づき、以下のとおりの事業実施工程を策定した。

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | | | | | |
|------|--------------|---|---|-------------------|---|---|---|---|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|
| 入札業務 | ■ (調達代理機関契約) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ■ | | | (評価、入札図書配布、入札、評価) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | ■ | (承認手続き) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | (計 4.0 ヶ月) | | | | | | | | | | | | | | |

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
|----------|------------------|---|---|---|---|----------------------------|---|---|---|----|-------------|------|--------|----|----|----|----|----|----|
| 機材調達・据付け | ■ (機材製作図作成・承認取得) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | ■ | | | | | | | | | | | | (工場製作) | | | | | | |
| | ■ | | | ■ | | | | ■ | | | | (輸送) | | | | | | | |
| | ■ | | | | | ■ (PV モジュール基礎工事・架台建設、配線工事) | | | | | | | | | | | | | |
| | ■ | | | | | | | | | | ■ (機材据付け工事) | | | | | | | | |

(試運転・調整)

■ 国内作業
■ 現地作業

図 3.2.4-3 実施工程

3-3 相手国側分担事業の概要

本計画を実施するに当たり、3.2.4-3 項「機材据付区分／調達据付区分」に示す「ト」国側施工範囲の他、「ト」国側が実施・負担する事項は以下のとおりである。

- (1) 計画に必要な情報および資料の提供。
- (2) 本計画で供与対象となる資機材・製品の「ト」国内での免税処置、通関、及び迅速な荷下ろし措置の確保。
- (3) 認証済み契約に基づき提供される製品やサービスに関連して、日本人が「ト」国に滞在または入国する許可、ならびに安全の確保。
- (4) 認証済み契約に基づき提供されるサービスに関連した日本人やその携行品に対する同国での税金、関税等の免税処置。
- (5) 本計画の実施に伴う銀行口座開設等に係る日本の銀行への手数料支払い。
- (6) 本計画の実施に際し、日本の無償資金協力で供与されない事項の全ての負担。
- (7) 本計画の現場での資機材検査への立会と、運転・維持管理技術移転のための技術者および技能工のカウンターパートの任命。
- (8) 日本の無償資金協力で調達される資機材の適性かつ効果的な使用と維持。
- (9) 工事期間中生じた資機材の廃棄場所の確保。
- (10) 資機材仮置き場の確保

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 日常点検と定期点検項目

各村で指名され、トレーニングを受けたテクニシャンは、下記のような内容と頻度で、点検整備を行うものとする。

表 3.4.1-1 日常点検と定期点検項目

| 点検項目 | 頻度 | 備考 |
|-------------------|---------------|--|
| 蓄電池液レベル確認 及び清掃 | 2週間毎 | 目視による。チェックシートに記録。レベル低下の場合は純水を補充。乾燥した布で蓄電池表面の汚れを拭く。 |
| 蓄電池液比重測定 | 4週間毎 | 比重と液温度を記録する。比重に異常が発見されたら原因追究(過放電、液レベル低下、セル異常等) |
| 蓄電池電圧、電流測定 | 4週間毎 #2と同時 | 蓄電池電圧・電流を測定記録する。 |
| PVパネルの点検 | 2週間毎 | 変色、汚れ、破損などの目視点検記録 |
| 屋外機器取付機構 | 適宜 | 変形、緩み、錆などの有無を目視点検 |
| 電線接続部 | 適宜 | 端子の弛み、蓄電池端子の錆など目視点検 |
| 屋内器具 | 適宜 | 点検依頼時または必要時。目視、クランプメータなどにより点検 |

3-4-2 予備品購入計画

(1) 予備品の分類

本計画で対象とする予備品は以下の用途に分類される。

- ① 交換部品 : 機材の部品の破損等により交換が必要となる修理用部品
- ② 緊急予備品 : 機材の事故等により配電システムの停止につながる、緊急時に交換が必要となる機器

(2) 予備品分類毎の選定条件

1) 交換部品

日常の運用において部品破損の可能性が高い修理用の部品とし、年間必要と予想される数の100%とする。

2) 緊急予備品

本計画では調達しない。

(3) 試験器具及び保守用道工具

本計画にて調達・据付される太陽光発電設備を、適切に運営維持管理していくための、必要最低限の試験器具及び保守用道工具を調達する。

表 3.4.2-1 本計画で調達する交換部品、試験器具及び保守用道工具

| 機材名称 | 単位 | 数量 | 備考 |
|-----------------|----|----|------------------------------------|
| 1. 交換部品 | | | |
| 1.1 チャージコントローラ | 式 | 15 | トンガタブ諸島：2式 ババウ諸島：13式 |
| 1.2 DC/DC コンバータ | 式 | 15 | トンガタブ諸島：2式 ババウ諸島：13式 |
| 1.3 太陽光発電モジュール | 枚 | 30 | 13 村落およびトンガタブ太陽光発電委員会の本部、ババウ本部 各2枚 |
| 2. 試験器具 | | | |
| 2.1 バッテリー比重計 | 式 | 30 | 13 村落およびトンガタブ太陽光発電委員会の本部、ババウ本部 各2式 |
| 2.2 クランプテスタ | 式 | 2 | トンガタブおよびババウ本部用 各1式 |
| 2.3 ポケットテスタ | 式 | 15 | 13 村+トンガ本部+ババウ本部 各2式 |

| | | | | |
|-----------|---|---|----|--------------------------|
| 3. 保守用道具類 | | | | |
| 3.1 | ドライバー プラス | 式 | 15 | 同上 |
| 3.2 | ドライバー マイナス | 式 | 15 | 同上 |
| 3.3 | ソケットレンチ 9-14, 17, 19, 21 | 式 | 15 | 同上 |
| 3.4 | 工具箱 | 式 | 15 | 同上 |
| 3.5 | 圧着ペンチ | 式 | 15 | 同上 |
| 3.6 | ニッパー | 式 | 15 | 同上 |
| 3.7 | ペンチ | 式 | 15 | 同上 |
| 3.8 | カッター | 式 | 15 | 同上 |
| 3.9 | 通線工具 | 式 | 15 | 同上 |
| 3.10 | ハンマー | 式 | 15 | 同上 |
| 3.11 | 丸型圧着端子 R形 14mm ² 用 100 個入り | 式 | 15 | 同上 |
| 3.12 | 丸型圧着端子 R形 8mm ² 用 100 個入り | 式 | 15 | 同上 |
| 3.13 | 丸型圧着端子 R形 5.5mm ² 用 100 個入り | 式 | 15 | 同上 |
| 3.14 | 丸型圧着端子 R形 2.2mm ² 用 100 個入り | 式 | 30 | 13 村+トンガ本部+ババウ本 部 各2式 |

3-5 プロジェクトの概算事業費

3-5-1 協力対象事業の概算事業費（施工・調達業者契約認証まで非公表）

(1) 相手国側負担経費 6,800 US\$（約0.7百万円）

「ト」国側の負担事項内容、及び金額は以下に示すとおりである。

- ① 銀行口座開設に係る日本の銀行への手数料支払い：6,800 US\$（約0.7百万円）

(2) 積算条件

- ① 積算時点： 平成21年9月
- ② 為替交換レート： 1 US\$=97.57円
TOP1=48.5151円
(2009年3月から2009年9月までのTTS平均値)
- ③ 機材据付・調達期間： 詳細設計並びに機材調達・据付の期間は工程に示したとおりである。
- ④ その他： 本計画は、日本国政府の無償資金協力スキームに従い実施される。

3-5-2 運営・維持管理費

本計画により調達される機材は、バッテリーの液面確認と給水以外は基本的にメンテナンスフリーであるが、前述（3-4-2 参照）のとおり、資機材の劣化状況に合わせて交換する交換部品を常備する必要がある。また、日常管理、異常、故障など対応に備えるため、各村落に配置されるテクニシヤンの人件費を確保する必要がある。そのため「ト」国側は、対象地域から徴収する初期費用、月額使用料を適切に管理し、バッテリーの交換に必要な資金の確保に努めるとともに、当該機材の運営・維持管理に支障が生じない様に留意する必要がある。

[トンガタブ諸島]

| | | |
|-------------|------------|-----------|
| ① 人件費 | 約 TOP2,200 | (約 10 万円) |
| ② 消耗品・交換部品費 | 約 TOP3,300 | (約 16 万円) |
| ③ 合計 | 約 TOP5,500 | (約 26 万円) |

[ババウ諸島]

| | | |
|-------------|-------------|------------|
| ① 人件費 | 約 TOP15,000 | (約 70 万円) |
| ② 消耗品・交換部品費 | 約 TOP12,000 | (約 60 万円) |
| ③ 合計 | 約 TOP27,000 | (約 130 万円) |

なお、上記金額は、バッテリー交換の必要性が生じないと予想される本計画 1～7 年目の期間の年間予想経費である。上記経費は年間予想収入額の約 10%に相当する額である。適切な資金管理がなされれば、各年の運営維持管理に必要な経費、およびバッテリーの交換に必要な経費の確保は十分に達成可能と判断される。

3-6 協力対象事業実施に当たっての留意事項

協力対象事業の円滑な実施に直接的な影響を与えると考えられる留意事項としては、下記が想定される。

- (1) 本計画で日本側が調達・据付を行う SHS 設置工事前に、MLSNR と対象地域の行政機関が共同し、太陽光発電委員会の設置、会則の整備、および必要人員（事務員、各村落のテクニシヤン）の選定、配置を行う必要がある。
- (2) 対象地域の各村落は道路など社会インフラが十分に整備されていない地域も存在しており、工事の円滑な遂行のため、対象地域住民の協力が不可欠となる。住民からの協力を得るため、MLSNR と太陽光発電委員会は共同で、本計画の工事について住民からの理解・協力を工事開始前までに取り付けておく必要がある。
- (3) 本計画により、対象地域の住民に対して照明器具、携帯電話などの電力供給体制が可能となるが、「ト」国側は、対象地域の将来の産業発展の可能性を踏まえた電力需要地域の拡大を考慮して本島との配電計画を策定し、必要に応じて地域を拡大する等、住民生活の向上と格差是正に配慮する必要がある。

- (4) 本調査にて収集した、計画対象地域の社会経済状況に関する指標を、本計画実施後に調査することで、本計画並びに類似電化事業が、未電化地域の社会経済状況に与える効果につき、定量的に評価することが望ましい。
- (5) 本計画実施に当たっては、調査団が策定した環境影響緩和策に加え、環境管理局からの承認文書にて示されている提言に留意し、「ト」国側主管官庁及び実施機関と協力し、工事実施及び運営・維持管理を行うものとする。
- (6) 本計画対象地域における機能していない既存の SHS、配線は、過去のプロジェクト実施ドナーからの了解、かつ、世帯所有者の了解を得た上で着工前に撤去、廃棄、適切に保管されることとし、その進捗は、MLSNRにより監理されることとする。

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

第4章 プロジェクトの妥当性の検証

4-1 プロジェクトの効果

本計画の実施により期待される効果は以下のとおりである。

(1) 直接効果

| 現状と問題点 | 本計画での対策（協力対象事業） | 計画の効果・改善程度 |
|--|---|--|
| <p>「ト」国政府は、エネルギー・電力セクターにおいてディーゼル燃料に依存した供給体制からの脱却を緊急の課題としており、気候変動問題、不安定な原油価格や輸送費への懸念、また離島部の無電化村落の電化の促進のため、太陽光発電を始めとする、再生可能エネルギーの開発を重点項目と位置付けている。しかしながら、離島部の無電化村落に対し設置されているSHSは、長期にわたる安定的な使用が行われず、十分な機能を果たしていない。</p> | <p>トンガタブ諸島の2村落、ババウ諸島の11村落を本計画対象サイトとして、SHSを調達・据付する。</p> <p>また、ソフトコンポーネントを通じ、運営維持管理を行う太陽光発電委員会へのSHS技術的指導、および財務、人材管理を含めた組織管理に関する指導などへの協力を通じ、維持管理能力向上を図る。</p> | <p>(1) 無電化地域への再生エネルギーを活用した電力供給</p> <p>本計画にてSHS機材が対象地域に導入されることにより、無電化地域への再生可能エネルギーを活用した電力供給を可能にする。</p> <p>(2) SHS機材の維持管理能力向上</p> <p>本計画対象機材の、バッテリー交換を念頭に置いた長期に安全かつ安定した運転を行うための維持管理能力（SHS技術のみならず組織管理を含めて）が向上される。</p> |

(2) 間接効果

| 現状と問題点 | 本計画での対策（協力対象事業） | 計画の効果・改善程度 |
|--|---|--|
| <p>「ト」国では、1990年代からオーストラリアをはじめとしたドナーにより、離島の無電化地域に対しSHS機材の供与が行われている。ハーパイ諸島の4島など一部離島地域では、ディーゼル発電が導入されているが、地理的な制約から燃油の入手が困難であり、またディーゼル発電によりCO₂が排出される。</p> | <p>SHS機材を対象地域（トンガタブ諸島の2村落、ババウ諸島の11村落）に調達、据付を行う。</p> | <p>本計画対象地域では、太陽光発電が主エネルギーとなるが、ディーゼル発電を導入した場合と比して以下のような効果が期待される。</p> <p>(1) ディーゼル燃料消費量の削減</p> <p>本計画にて調達・据付されるSHSの発電電力量をディーゼル発電設備で発電する場合、年間約28klが必要であるが、本計画の実施によりその分の燃油が節約される。</p> <p>(2) CO₂排出量の削減</p> <p>本計画にて調達されるSHSの発電量をディーゼル発電設備にて発電した場合、運転容量削減に伴い、CO₂排出量が年間約76トン削減される。</p> |

4-2 課題・提言

4-2-1 相手国側の取り組むべき課題・提言

本計画の効果が発現・持続するために、「ト」国側が取り組むべき課題は以下のとおりである。

- (1) 「ト」国側は、SHS の安定した運転を継続するため、各諸島の太陽光発電委員会と共同し、日常並びに定期的な現場巡視点検を行う技術者の管理、技術的サポート、および適切に技術者の管理を行う必要がある。
- (2) 本計画で実施するソフトコンポーネント並びに OJT に参加する技術者の任命を速やかに行い、同左研修に参加させると共に、研修に参加しなかった他の技術者への技術の水平展開を図る必要がある。
- (3) 本計画で日本側が調達・据付を行う SHS 資機材に関して、特にバッテリーの期待寿命後の更新を想定し、将来的に発生する投資費用を回収できる電気料金体系を設定し、また適切な資金管理を行う必要がある。
- (4) 環境保護の点から、使用済みバッテリーの回収、リサイクルのシステムを確立する必要がある。

4-2-2 技術協力・他ドナーとの連携

本計画実施の前提条件となるような技術協力はない。ただし、「ト」国側は、対象地域において過去に SHS 機材を供与したドナーに対して、本計画の実施に際し、老朽化した機材を撤去、保管する旨連絡を行う必要がある。

4-3 プロジェクトの妥当性

以下の点から、環境プログラム無償資金協力による協力対象事業の実施は妥当であると判断される。

(1) 裨益人口

本計画の実施により、無電化地域であるトンガタブ諸島の 2 村落、またババウ諸島の 11 村落の住民 1,351 名（2006 年人口センサス結果）の住民に対し、太陽光発電を利用した電力を供給することが可能となる。

(2) 気候変動問題への対処

本計画の実施により、ディーゼル発電設備の運転による温室効果ガス排出量を削減し、気候変動対策の緩和策支援としてクリーンエネルギーの普及促進を図ることが可能となり、環境プログラム無償資金協力としての目的に合致するものである。

(3) 維持管理能力

本計画の資機材引渡し後、機材は、国土・調査・天然資源省（MLSNR）の所有の下、トンガタブ、ババウの各諸島に設置される太陽光発電委員会（Solar Electricity Committee）により

管理が行われる計画となっている。

また、SHS が長期にわたり安定的に使用されるためには使用者である住民一人ひとりにより適切に使用されることも重要である。その点において、各対象地域では以前に他ドナー、国際機関により実施されたプロジェクトを通じ、基礎的な知識・情報は有している。そのため、本計画にて調達・据付される SHS の運営維持管理支援として、ソフトコンポーネントにより本計画対象設備の適切な運営維持管理技術を移転することから、太陽光発電委員会により将来に亘り適切な要員管理・予算管理が行われれば、本計画対象設備の運営維持管理能力を確保することができると考えられる。

(4) 中長期計画への寄与

「ト」国では、現在、電力供給のほぼ全てをディーゼル発電に依存していることから、「Renewable Energy Act」を 2008 年 10 月に大洋州で最初に制定した。そして 2010 年 4 月には、再生エネルギー開発計画に対するロードマップが策定される計画となっている。本ロードマップでは、SHS の普及を通じ、無電化地域の電化促進、そして教育、手工芸品など小規模産業の促進を図っている。本計画の実施は、これら中長期計画の実現に寄与するものと考えられる。

(5) プロジェクトの収益性

一般的に太陽光発電プロジェクトは、発電設備運用のための燃料費が不要となるが、発電電力量当りの初期投資額が大きく、収益性は低い。また、本プロジェクトで供与される SHS に関しては、日常の維持管理とともに、バッテリーの交換のため、資金管理が重要となる。本プロジェクトの完工後、本プロジェクトの収益性を確保するためには、再生可能エネルギー導入促進のための政策・制度の構築、これら政策・制度に基づいて各村落に配置される技術者による太陽光発電設備の維持管理業務の実施、また MLSNR と太陽光発電委員会委員会政府が適切に技術者を適切に管理し、徴収する資金の管理が適切に実施されることが必要となる。

(6) 事業実施スキーム

本計画においては、我が国の環境プログラム無償資金協力スキームの枠内で無理のない事業内容と実施計画が策定されており、特段の困難なく実施可能である。

4-4 結論

本計画は前述したとおり、クリーンエネルギーである太陽光発電の普及促進を図り、気候変動対策の緩和策の一環としての効果が期待されることから、我が国の環境プログラム無償資金協力として実施することは妥当であると考えられる。また、本計画の運営維持管理についても、「ト」国側は、本計画の責任省庁かつ実施機関である MLSNR とともに、太陽光発電委員会を対象地域に設立し、供与機材を適切に維持管理するための体制を整備する計画にあり、導入段階でのソフトコンポーネントで、技術面および組織運営面で適切な指導を行なうことにより、本計画の実施にあたり特段の問題は認められない。4-2-1 項で述べた課題が達成されれば、本計画はより円滑かつ効果的に実施されるものと考えられる。