

キリバス共和国
太陽光発電地方電化計画調査
予備調査報告書

1991年4月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

鉱計資

J R

91-173

JICA LIBRARY



1095895(7)

23295

キリバス共和国

太陽光発電地方電化計画調査

予備調査報告書

1991年4月

国際協力事業団

鉱工業計画調査部

国際協力事業団

23295

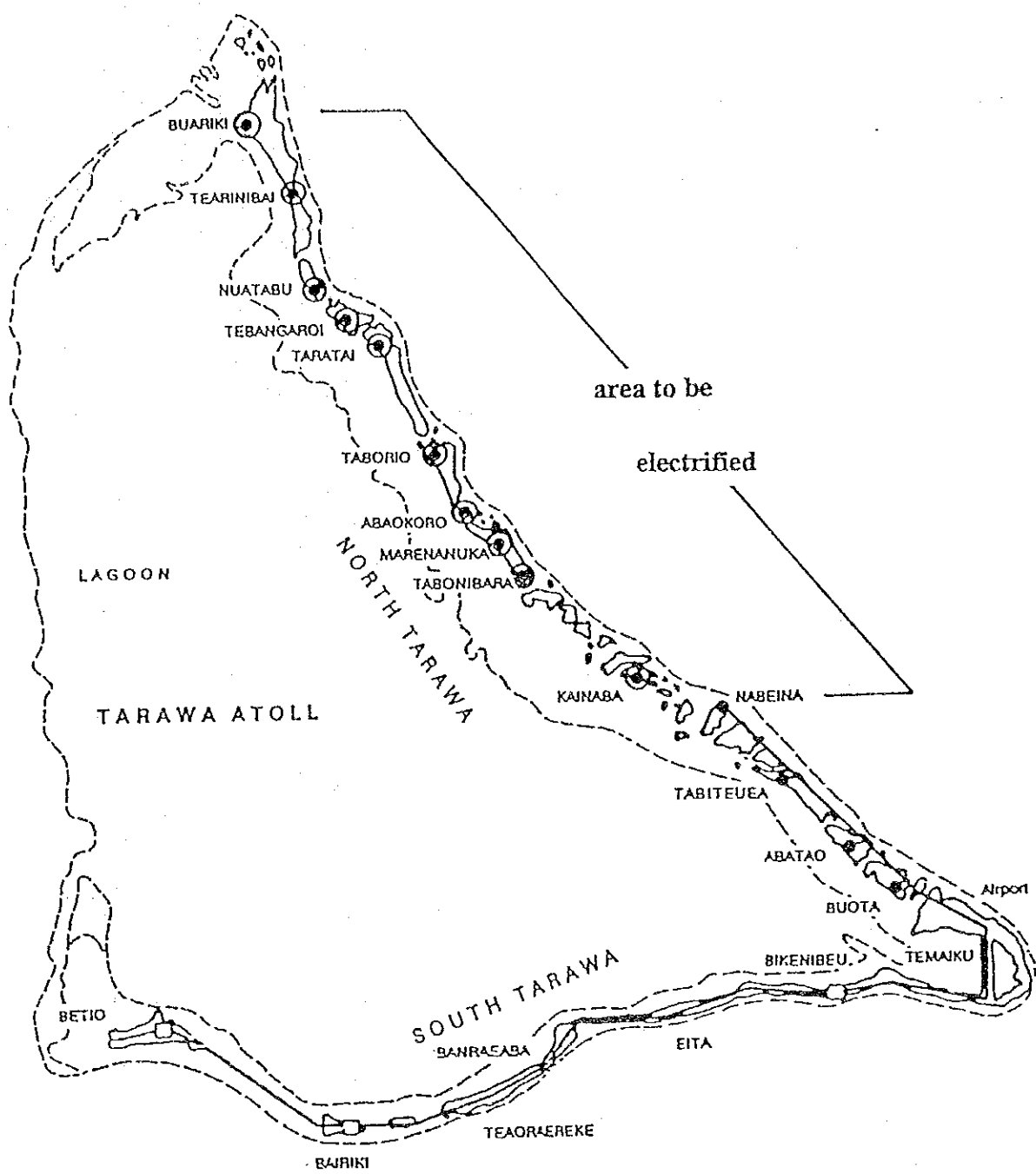


太平洋地図部、中尺、1985年

太平洋地図部
(併用上掲) 1:100,000



東京海上保安庁 航海情報部 編纂



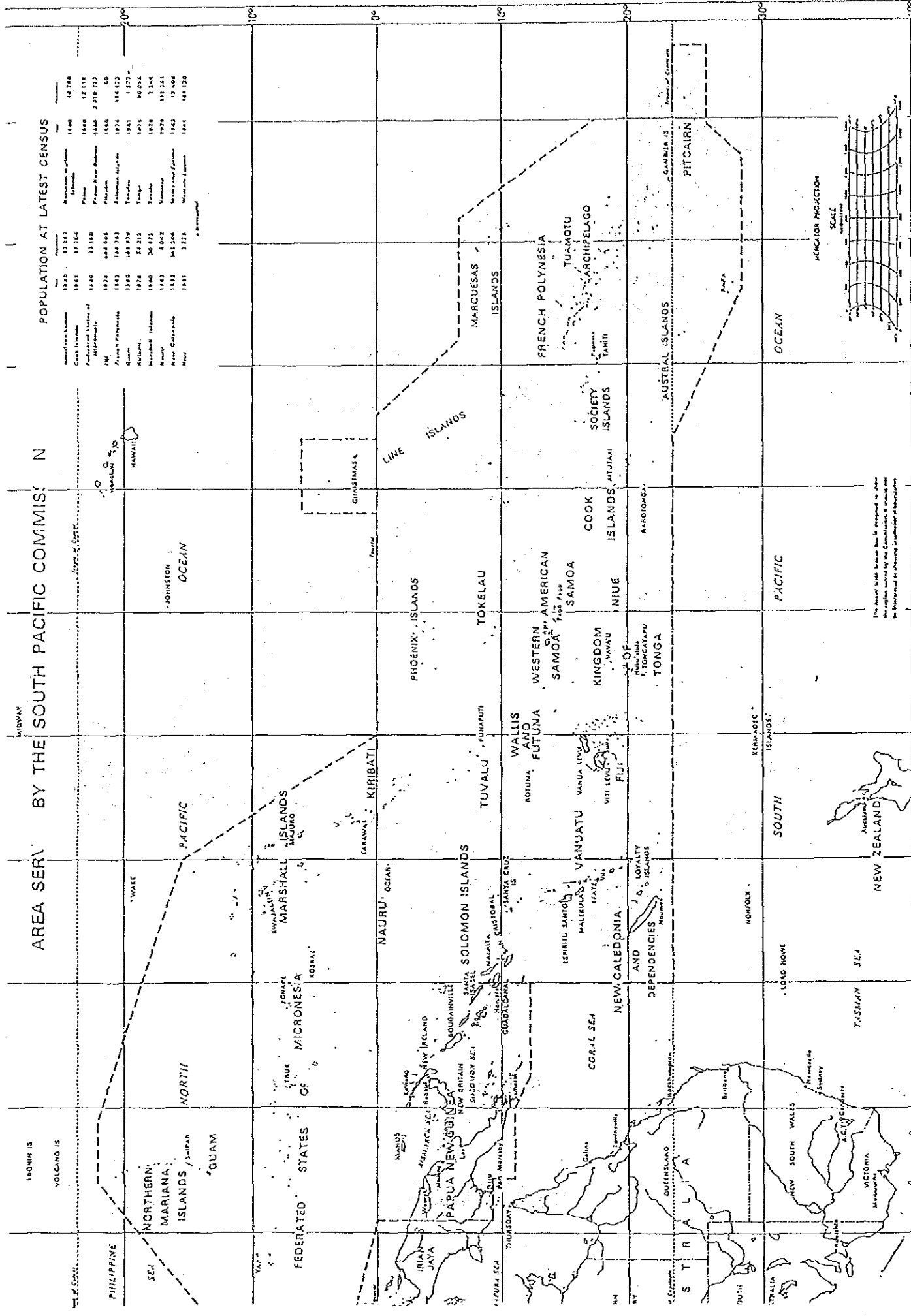
Kiribati

Tarawa Atoll

AREA SERVED BY THE SOUTH PACIFIC COMMISSION

POPULATION AT LATEST CENSUS

Area	Year	Population
Christmas Is.	1928	32,327
Cook Is.	1961	17,164
Federated States of Micronesia	1960	21,160
FM	1974	444,648
French Polynesia	1963	144,351
Guam	1968	169,939
Hawaii	1978	54,213
Marshall Is.	1960	20,873
Morotai	1963	4,042
New Caledonia	1962	34,346
Niue	1961	3,274
Norfolk Is.	1961	1,577
Phoenix Is.	1960	1,640
Philippines	1960	12,114
Polynesia	1960	2,010,723
Samoa	1960	116,623
Society Is.	1961	1,577
Tahiti	1961	80,924
Tonga	1968	7,344
Tuamotu	1978	115,341
Vanuatu	1962	17,408
Western Samoa	1961	148,120



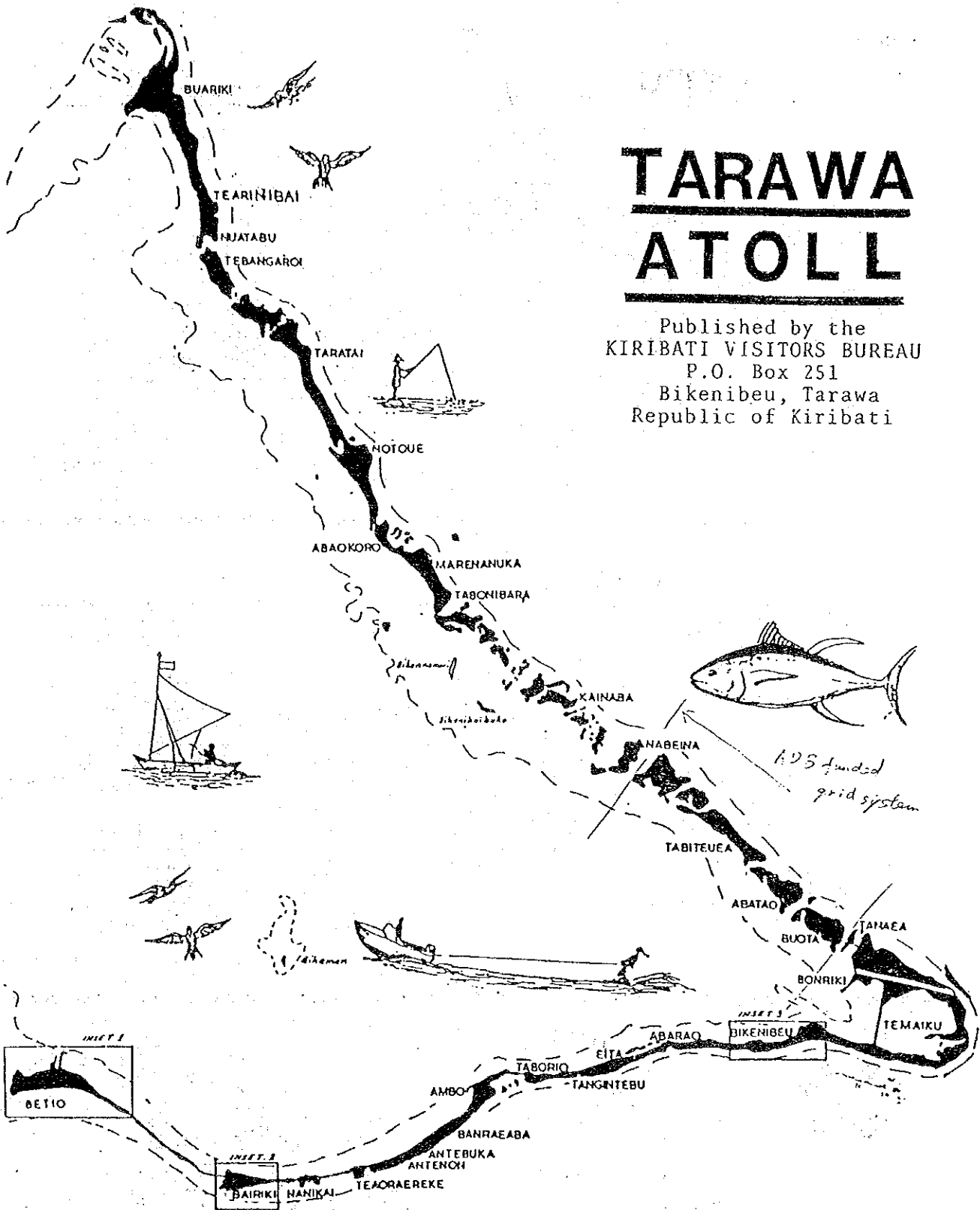
The heavy black lines on this map are designed to show the region served by the Commission. It should not be interpreted as showing international boundaries.

SCALE
1:100,000

MERCATOR PROJECTION

TARAWA ATOLL

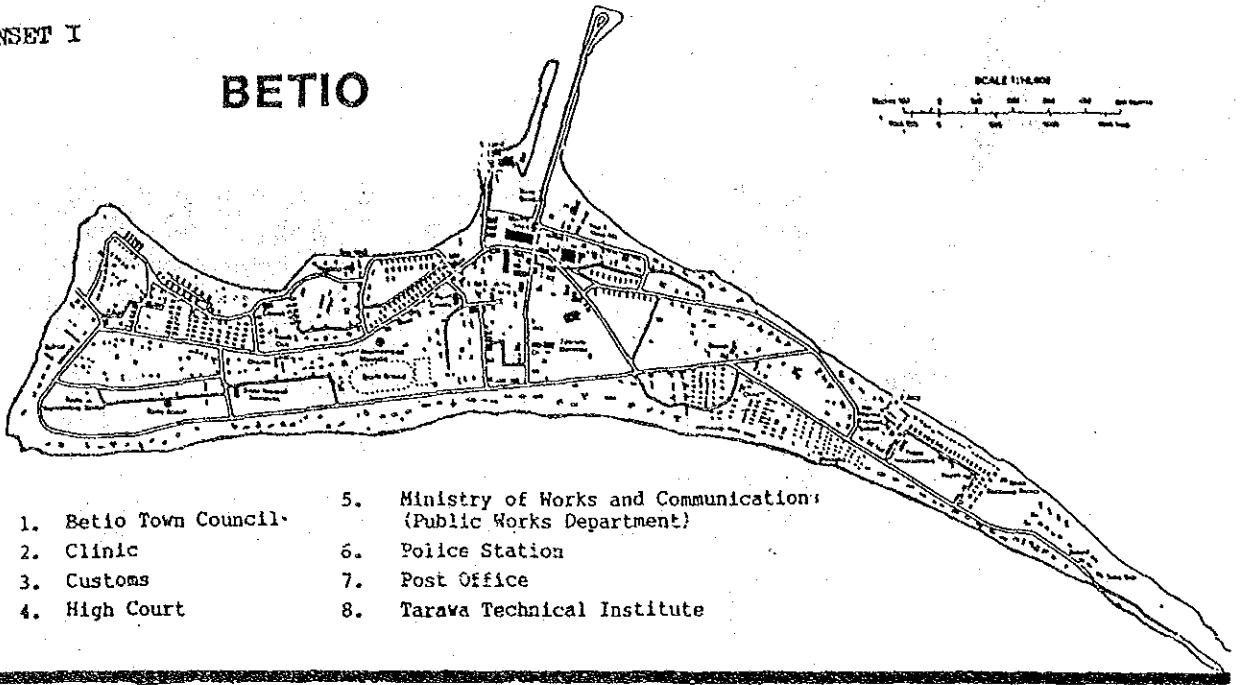
Published by the
KIRIBATI VISITORS BUREAU
P.O. Box 251
Bikenibeu, Tarawa
Republic of Kiribati



SCALE: 1:100000

INSET 1

BETIO

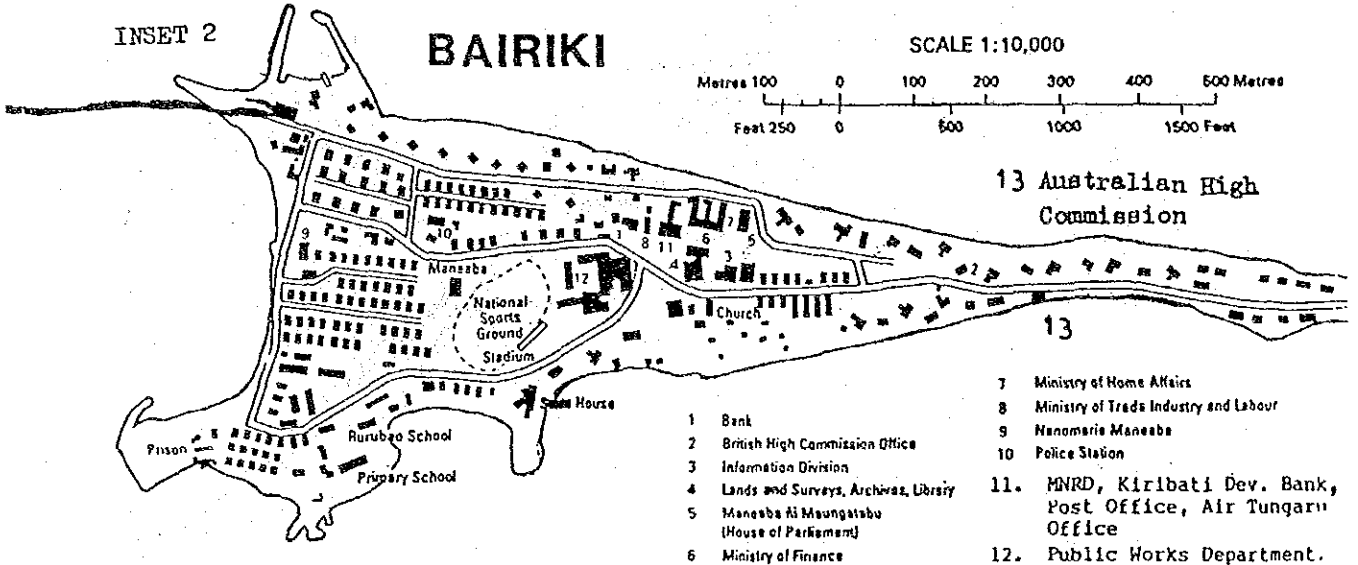
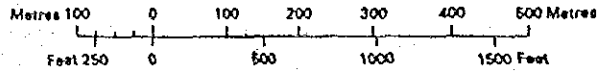


- | | |
|-----------------------|--|
| 1. Betio Town Council | 5. Ministry of Works and Communication (Public Works Department) |
| 2. Clinic | 6. Police Station |
| 3. Customs | 7. Post Office |
| 4. High Court | 8. Tarawa Technical Institute |

INSET 2

BAIRIKI

SCALE 1:10,000



13 Australian High Commission

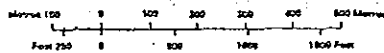
13

- | | |
|---|---|
| 1 Bank | 7 Ministry of Home Affairs |
| 2 British High Commission Office | 8 Ministry of Trade Industry and Labour |
| 3 Information Division | 9 Nanomaria Maneaba |
| 4 Lands and Surveys, Archives, Library | 10 Police Station |
| 5 Maneaba Ai Maungatapu (House of Parliament) | 11. MNRD, Kiribati Dev. Bank, Post Office, Air Tungaru Office |
| 6 Ministry of Finance | 12. Public Works Department. |

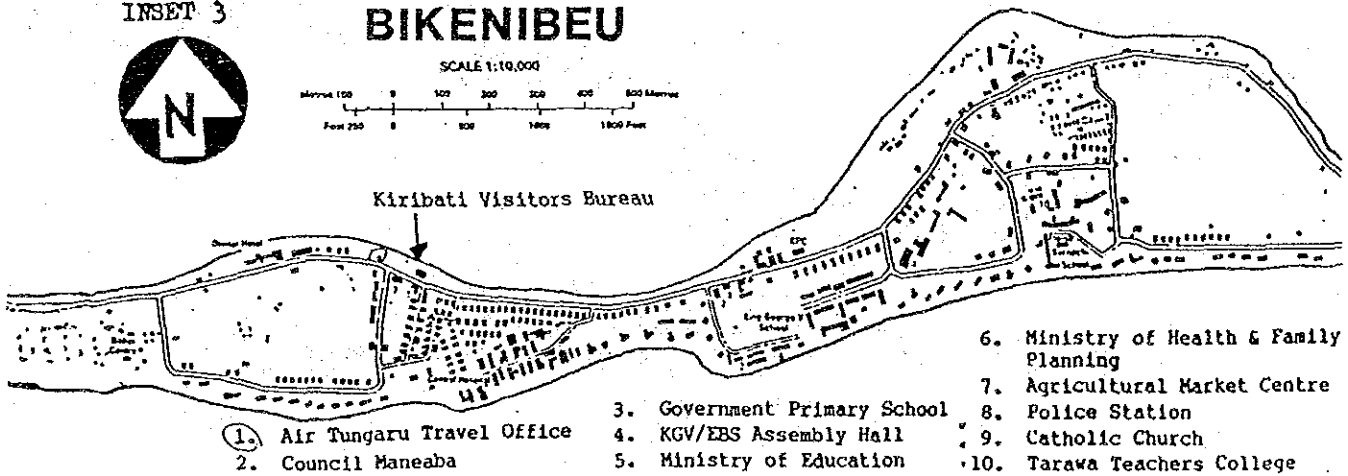
INSET 3

BIKENIBEU

SCALE 1:10,000



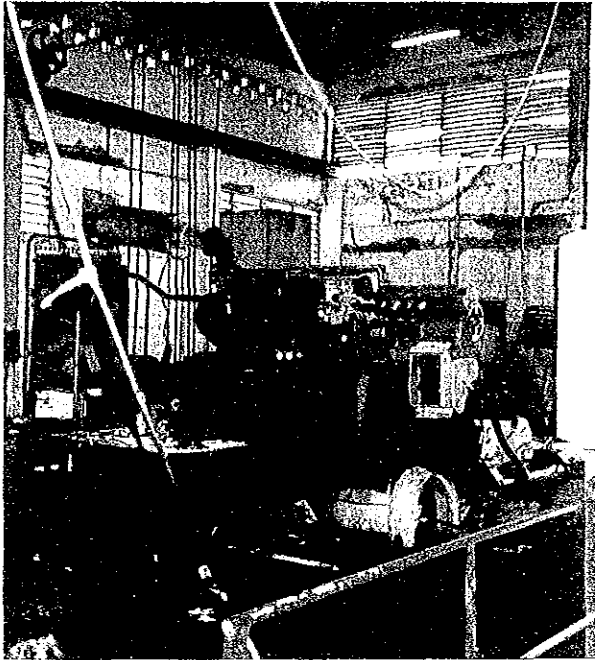
Kiribati Visitors Bureau



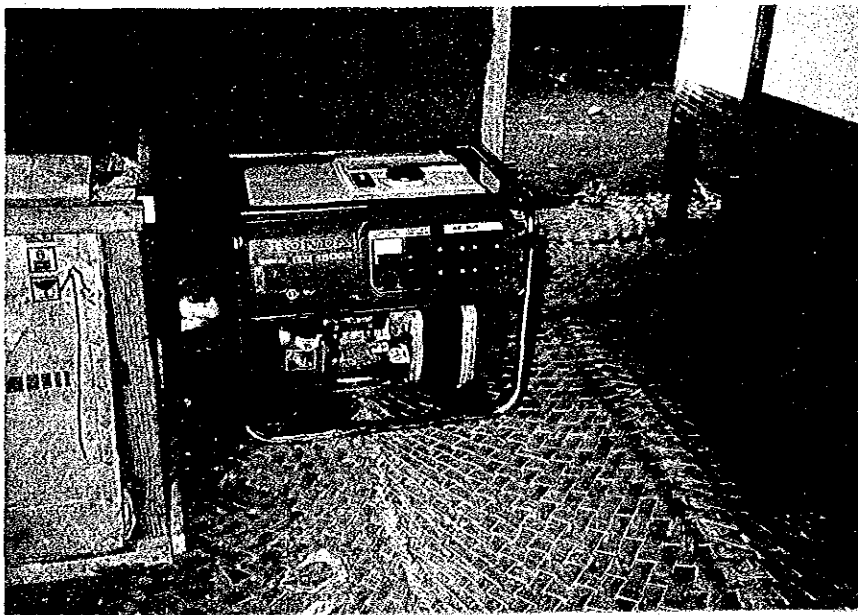
- | | | |
|------------------------------|------------------------------|---|
| 1. Air Tungaru Travel Office | 3. Government Primary School | 6. Ministry of Health & Family Planning |
| 2. Council Maneaba | 4. KGV/EBS Assembly Hall | 7. Agricultural Market Centre |
| | 5. Ministry of Education | 8. Police Station |
| | | 9. Catholic Church |
| | | 10. Tarawa Teachers College |



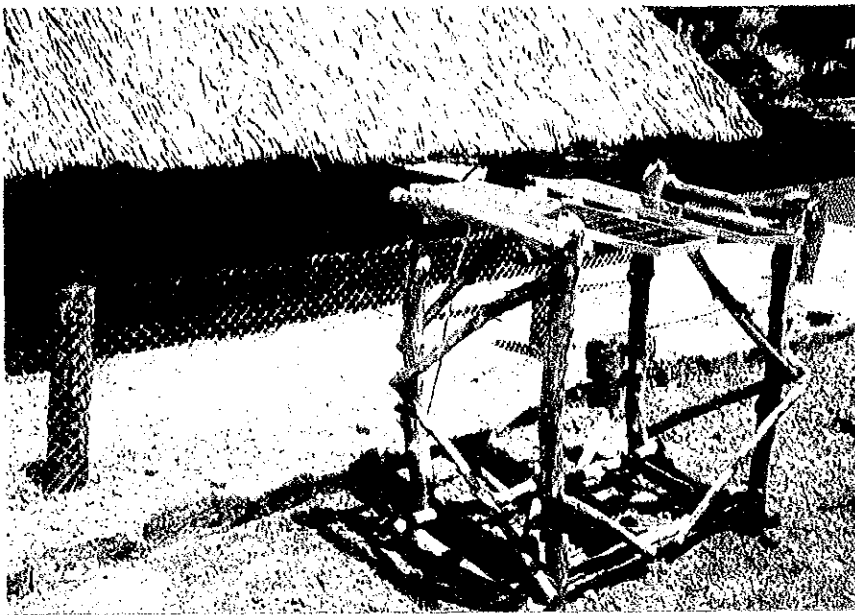
公共事業エネルギー
大臣とS/W署名後
の記念撮影



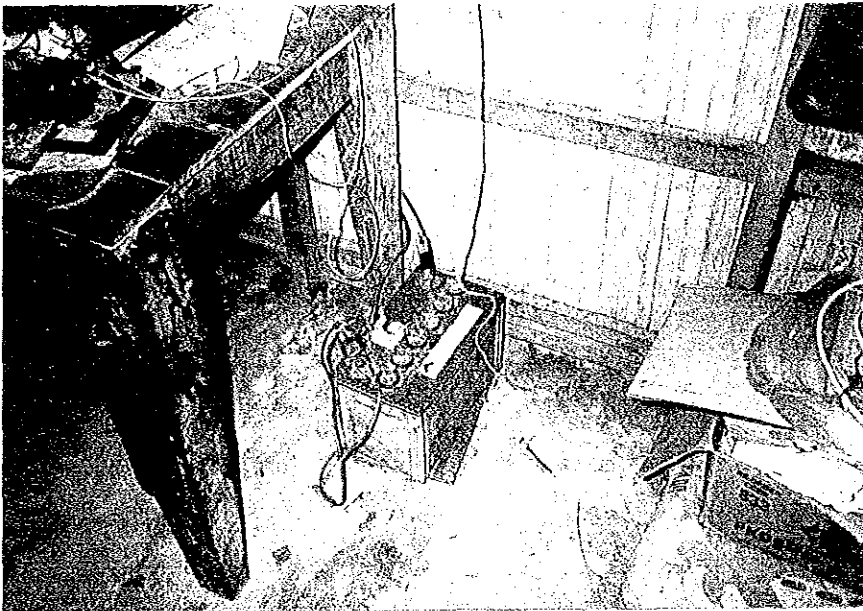
南タラワ・ベシオ
にあるディーゼル
発電機



北タラワ・タラタイ
村での小型家庭用
ディーゼル発電機



北タラワ・ナベイナ
村で見たPVパネル



北タラワ・ブアリキ
村で見た通信用PV
システムのバッテリー



北タラワ・ナベイナ
村でのマネアバ

目 次

第1章 序 論

1. 本プロジェクトの性格 1
2. 本報告書の重点項目 3

第2章 調査の概要

1. 要請に至る経緯・背景 6
2. キリバス政府の要請内容 8
3. 予備調査の目的と調査項目 9
4. 調査団の構成 9
5. 調査行程 10
6. 主要面会者リスト 11
7. キリバス国内関係機関 12
8. 関連国際機関等 16

第3章 キリバスにおけるエネルギー政策と電化事情

1. キリバス国の社会・経済等の概要 20
2. キリバス共和国国家開発計画の概要 23
3. エネルギー政策の概要 32
4. 電力供給及び地方電化政策 32
5. 国際機関・先進国援助機関による地方電化協力の概要 36

第4章 地方電化手段としての太陽光発電の評価

1. 総 論 43
2. 太陽光発電システム開発の現状及び展望 45
3. ディーゼル発電グリッドシステムと分散型太陽光発電の優位性比較 55
4. 北タラワにおけるグリッド延長、単独ディーゼル発電、
分散型太陽光発電の比較 60
5. トゥバルにおける分散型太陽光発電プロジェクト 67
6. 先進国での開発・利用の実態 69

第5章	S/W協議の経緯と結果	
1.	前提条件の確認	73
2.	S/W協議の結果概要	77
3.	署名したM/M	79
4.	署名したS/W	83
第6章	本格調査の留意事項	
1.	本格調査の基本方針	93
2.	SECの組織・経営能力の評価	95
3.	村落現状調査・社会影響評価(SIA)	97
4.	プロジェクト・サイクル・マネジメント手法	101
5.	パイロット・プロジェクトの実施体制の立案	103
6.	予備評価のポイント	104
7.	北タラワ・パイロットプロジェクトの実施方針	105
8.	太陽光発電地方電化計画の提案	108
9.	SECの組織・経営能力向上・人材育成への提案	109
10.	プロジェクトサイトへのアクセス	110
11.	供与予定機材の仕様	110
12.	カウンターパート機関の協力	113
13.	その他の留意事項	114
第7章	現地事情	
1.	北タラワ村落の概要	115
2.	交通・交易	115
3.	村落の組織 —マネアバ・ウニマネ会・教会・島評議会—	116
4.	村民の職業・所得 —現金収入と用途—	118
5.	電化需要	119
6.	その他のエネルギー需要	121
7.	北タラワ・アバオコロにおける村落調査結果とアンケート書式	123

第8章 関連情報の整備状況

1. 予備調査国収集資料リスト	135
2. 質問状と回答	137
3. 関連国際機関等の情報	148
4. PVシステムの概略積算例	155
—SPIRE作成のPVシステムコスト	155
—JICA作成のPVシステムコスト	157
5. 南タラワの気象データ	159

(图 表)

—表 1	13
—表 2	13
—表 3	21
—表 4	25
—表 5	25
—表 6	26
—表 7	27
—表 8	28
—表 9	33
—表 10	35
—表 11	36
—表 12	42
—表 13	50
—表 14	51
—表 15	52
—表 16	54
—表 17	65
—表 18	66
—表 19	71
—表 20	72
—图 1	15
—图 2	34
—图 3	46
—图 4	47
—图 5	48
—图 6	49
—图 7	50
—图 8	50
—图 9	51
—图 10	51
—图 11	70

第1章 序 論

1. 本プロジェクトの性格

本件プロジェクトは、キリバス共和国の地方電化計画における太陽光発電の利用の可能性を検討することを最終目的としている。キリバス政府の要請では、同国内の3つの地方に太陽光発電施設を設置し、その試験的運転の結果を参考にして、地方電化マスタープランを策定することとなっていた。しかしながら、予備調査の結果、本件調査は以下に示すように、技術面、経済面、財務面以外に組織の確立、人材育成など多くの側面を持つものであり、それらの側面が技術面よりはるかに重要であることが判明した。

このため、本格調査の開始にあたり、これらの検討課題とその根拠となる考え方、事実等を本報告書において述べておくこととした。更に、JICAにとり分散型太陽光発電プロジェクトの開発調査は初めての経験であること、無償資金協力においても分散型太陽光発電の案件が検討されていることにも鑑み、本件プロジェクトの成果を他の開発途上国における地方電化プロジェクトの形成にあたり参考とできるように配慮した。

まず、検討を始めるにあたり、太陽光発電という電化手段についての評価を行わなければならない。太陽光発電は現状では他の電化手段に比べて単位発電量あたりのコストがかなり高いことはよく知られている。この点は、第3章に詳述するが、経済的財務的側面のみをとってみてもキリバスの現在の地方電化にとって太陽光発電が最適な手段であるか否か十分な検討が必要である。他の電化手段と比べて有利と判断された場合でも、同国の財政、住民の料金負担能力等を考慮して、現段階でどのレベルまで太陽光発電を導入することが妥当かを判断することが必要である。なぜなら、先進各国における太陽光発電の普及は、諸々の制度的制約から十分進行しておらず、そのため太陽電池や深充電池、コントローラ、直流電気製品等のP V関連機器の需要が少ないため、機器のコストが、依然割高だからである。開発途上国への本格的なP V発電の普及は、先進各国における普及が進行し、コストが十分低下してから開始した方が開発途上国にとっては望ましい。

また、開発途上国において分散型P V発電という新しい事業を開始するにあたって、「組織の確立」について十分な検討を要する。キリバス政府は本件プロジェクトを開始するにあたって、太陽光発電による地方電化のための実施機関として“Solar Energy Company”を指定し、同社がキリバスにおける初めてのP V（太陽光発電）電気事業体として事業を開始することを決定した。このことは、本件プロジェクトにおいては、単にP Vに関する技術的な可能性のみを検討するものでなく、それ以上に新しい電気事業体の確立、人材の育成、公益事業経営能力の向上といった面のフィージビリティの検証が重要であることを示すものである。

更に、分散型P V発電プロジェクトでは、「受益者のプロジェクトへの参加」のあり方につい

て十分な検討を要する。本件プロジェクトで計画されている分散型P V電気事業は、日本等先進各国で定着している大規模公益事業体による電気事業とは性格を大きく異にしている。分散型というのは、P V発電システムを一か所に集中配置して配電線により各受益世帯に供給する形態ではなく、各受益世帯に小型のP V発電施設を設置して一か所で発電、蓄電、消費を行う形態である。キリバスなどの島嶼国においては、中央に設置されている機関が地方のプロジェクトを監理する上でアクセスが困難というハンディキャップを負っており、そのような国において地方電化を進める場合は、「地方の現場におけるプロジェクト監理」が重要となる。施設の健全な運転、維持管理を実現するためには、電気事業体の地方支分局の機能強化、更に、プロジェクトへの「受益者の参加」を確保することが重要である。この点については、トゥバルにおいてP E D P等が実施した太陽光発電プロジェクトが先例となるので十分研究する必要がある。

以上のような問題意識に基づき、本件プロジェクトでは、キリバスの地方電化の手段として初めからP V発電ありきとは考えず、以下のように本格調査を2段階に分割し、フェーズ1調査では、太陽光発電の評価とフェーズ2で実施される技術移転プロジェクトのF/S、フェーズ2調査では、太陽光発電実証試験・技術移転プロジェクト及び終了時評価 (Post-evaluation)を実施することとした。

フェーズ1においては、まず、P V発電の地方電化手段としての評価を行い、地方電化計画における太陽光発電の位置づけを明確化する。

次に、S E Cの組織・経営能力に関する分析を通じてS E Cが主体となったP V電気事業が実行可能か否かを見極める。本件調査のフェーズ2で実施されるのは、試験段階とはいえキリバス国におけるはじめての「P V電気事業」である。キリバスが、離島（タラワにとってという意味）における電化手段としてP Vを選択し、一元的実施機関S E Cを設立して電気事業経営を実施するという事は、P V電化事業に伴う運営経費、維持管理経費、S E C経営経費などのrecurrent costを継続的に国家もしくはS E C自らが負担していくことを意味する。外貨獲得手段の少ないキリバスにとっては、このrecurrent costを生み出すことが相当の財政圧迫となることが予想される。キリバス政府は、国家財政がその肩代わりをする能力がないことを理解しており、そのため、S E Cを1民間企業（国策会社）として設置し、独立採算によりP V電化事業をスタートさせることを意図している。このことの妥当性を、フェーズ1で検証することが必要である。

更に、フェーズ2で実施するP V実証試験・技術移転プロジェクトの実施計画を策定し、そのフィージビリティを検証する。なお、キリバスにおける太陽光発電プロジェクトの社会的受容性を検討するため、社会影響評価 (Social Impact Analysis:SIA) を実施する。

フェーズ1調査の結果、試験的P V電気事業が実行可能と判断された場合、フェーズ2において実証試験的事業を開始する。フェーズ2調査は、太陽光発電の実証試験という性格のみならず、S E Cという電気事業体の経営能力、技術力の向上を目的とした技術移転プロジェクトの性格を強く有している。最後に、フェーズ2のプロジェクトの終了時評価を行い、その結果を基にキリ

バス地方電化計画の提案を行う。

本予備調査報告書は、以上に述べた問題意識、プロジェクトに対する考え方を説明すること、更に本格調査団に対する必要な情報を提供するとともに適切な指示を行うことを目的としている。

2. 本報告書の重点項目

(1) 地方電化手段としての太陽光発電の評価

地方電化手段としてP V発電を選択する前に、キリバス国の島しょにおける他の電化手段を社会面、技術面、経済面、財務面、組織面、人材等の観点から比較・検討することが必要である。それらについて第3章において議論する。

まず、太陽光発電に関する先進各国における現状を確認しておく。これは、P V発電を現段階で開発途上国に導入することの妥当性、導入する場合の規模の制約、将来展望を考える基礎となるものである。

南太平洋諸国においては、UNDP、PEDP、USP、SPIRE等国际機関がP V発電の普及に努力しており、それら機関は電化手段としてのP V発電の有利性についていろいろな機会に述べている。

「1.」は SPIRE : Rural Electrification with Photovoltaics Policy Lessons
Learned from Pacific Island Experience

「2.」は PEDP : A Brief Comparison of Grid Extensions, Stand-Alone Diesel
Generators, and Photovoltaics for Rural Electrification

「3.」は SPIRE : Rural Power Utilities and the Role of photovoltaics

そのほかTuvaluの事例を紹介した文献を紹介する。

ここで重要なことは、PEDP、SPIREが主張する太陽光発電の有利性の議論に対し、必要な反論と疑問点を検討した上で検証することである。開発途上国とりわけキリバスのような島嶼国における太陽光発電の評価、位置付けについてはフェーズ1調査で明らかにしていくこととする。

(2) 本格調査フェーズ1の実施方針

「第5章 本格調査の留意事項」では以上の議論を受けて、キリバスにおけるP V電気事業のF/Sとパイロットプロジェクトの位置づけ、目的、方法、evaluationの方法等について議論するとともに本格調査計画の詳細を述べた。

「1. 本格調査の基本方針」では、前章までの議論に基づいて、本格調査の重点がP V発電の技術ではなく、「住民参加型の電気事業経営」の可能性の検証とその実証調査を踏まえた評価にあることを論じている。

「2. SECの組織・経営能力」については、Institutional Buildingの観点からSECの組織・経営能力を評価し、P V電気事業の実施・運営が可能か否かを評価するための方法

論を検討している。すなわち、プロジェクトの内容が前提として決まっているのではなく、当該機関の現在・将来の組織・人材・財務的な基盤を評価し、それに見合ったプロジェクトを再構成する視点に立ち、SECの実施可能なプロジェクトを計画するための検討である。そのなかでSECの財務的能力の評価は重要な部分であり、SECの現時点及び将来における財務諸表（キャッシュフロー、損益計算書、貸借対照表）の作成、所要資金の調達計画の策定を検討する。

「3. 社会影響評価（Social Impact Assessment）」については、手法そのものが理解しにくいいため参考文献を挙げてあるので、それを一応読解したあとで本論を読むよう留意されたい。

「5. 予備評価のポイント」はフェーズ1調査の目的である小型ディーゼルとPVの経済性比較について議論している。その手法は、第3章の1～3で各国際機関が用いたものと同様のものであるが、キリバスにおける条件（石油の入手価格、入手方法等）を加味することとしている。これらを含め、予備評価の評価基準の考え方を論じる。なお、予備評価の評価基準として考えているものは、大旨以下のとおり。

① PVとDieselの経済性（需要規模、石油、バッテリー液等、メンテナンス資材の入手方法、入手価格）

② SECの運営・経営能力

③ 社会への適合性等、社会影響

(3) 本格調査フェーズ2の実施方針

「6. 北タラワ・パイロット・プロジェクトの実施方針」では、このパイロット・プロジェクトを単に分散型PV発電の試験的实施ととらえるのではなく、「SECによるPV電気事業の試験的实施」ととらえ、また「住民参加型」プロジェクトである点を指摘している。

「パイロットプロジェクト」の目的は、本格段階に移るまえに、将来の本格事業で問題となる点、組織・経営上の限界等を見極めることにある。従って、現地調査の範囲は、巨視的にはギルバート諸島全体をカバーし、また、プロジェクト運営のための技術移転という微視的な視点では、北タラワをカバーすることになる。本節では、まず、本格事業を見越したパイロット事業のプロジェクト・デザインを行っている。パイロットとして意味ある事業形態を計画しまた技術移転計画を策定しなくてはならない。技術移転計画は、モニタリング・ポスト・エバリュエーション、ex-ポスト・エバリュエーションを通じて同一基準で「技術移転効果」を「計測可能とする指標を設定する」必要があるので評価基準を如何に設定するかに議論の重点を置いている。

「8. 太陽光発電地方電化計画の提案」では、北タラワにおけるパイロットプロジェクトに続く本格事業の段階のPV電気事業計画について議論している。対象地域としてはタラワ以外の島しょにおける事業を考えることになるが、1993年以降、ECが協力することになっ

ているノノウチ島、マラケイ島を例として検討することが実際的と思われる。それらの島嶼でP V電気事業を展開していく場合の条件は、S E C技術者のアクセス、施設の維持管理のための機材及びサービスの入手の困難性等から当然、北タラワより厳しい条件となる。また、遠隔地においてS E Cが電気事業を経営していく場合、フィールド・エージェントの役割はより重要になると同時に、P Vシステムの安全性を高くすることが必要である。そのため、ブラック・ボックス・タイプを採用してバッテリーの消耗を防止するとともに、バッテリー補充液の管理・供給その他簡単な保守等が、現地でできなくてはならない。それらに関し、北タラワでの経験を加味して提案していくことが重要である。S E Cの経営基盤も、他島に事業展開するにあたって、強化されなくてはならない。そのための資金・人材の確保についても提案する必要がある。

「9. S E C組織・経営・人材育成の提案」では、以上の論議を踏まえて、具体的にS E Cの育成をどう行うか提案するための方法論について議論する。できる限り、ローカル・コストの支出を抑え、S E Cの健全な経営が保たれるよう計画する必要がある。従って、技術移転の面では、P E D Pの支援をうけられるようにする他、1993年以降マラケイ島、ノノウチ島を対象として計画されているE C援助による太陽光発電事業においては、リカレント・コストの支援がE C等から得られるよう働きかけることも必要かもしれない。

(5) 現地調査結果の記録

「第7章 現地調査結果」では、住民参加型の方電化事業を計画するために必要な現地の情報をまとめている他、本格調査団が更に現地調査を要する点について、そのポイントを指摘している。

第1章 調査の概要

1. 要請に至る経緯・背景

(1) キリバス国の概要と電力事情

キリバス共和国は、350万km²の広大な領海を有し、ギルバート諸島、フェニックス諸島、ライン諸島の主要33の島嶼から構成されている国家である。国土面積の合計は746km²、主要島嶼のうち20の島々に合計約68,000人の住民が在住している。なお、フェニックス諸島にはわずかに30人程度が在住しているに過ぎない。キリバスの首都、タラワはギルバート諸島のタラワ島にあり、この島の人口は全国民の約34%を占める約23,000人である。キリバスの国土のほとんどは環礁であり、標高は3～4メートル程度、河川はない。

キリバスの電力事情は、公共事業エネルギー省の傘下にあるPUB (Public Utility Board)が運営しているディーゼル発電などの設備がタラワ島のほか2～3の島に存在しているにすぎない。PUBの中央送配電システムによりカバーされているのは、首都(南タラワ)、ライン諸島のキリティマティ(クリスマス)島のライン・フェニックス諸島管理センターのみであり、他の島々は全くカバーされていない。これらの離島は人口が分散しており、経済・金融活動も同じく分散しているため、中央送配電システムが整備するには経済性に欠け、各々の島の役場、政府支所、中学校等で小型自家発電機を備えているに過ぎない。それらも、発電機を稼働させるための燃料が不足しているため夕刻の数時間しか稼働していないのが実情である。加えてディーゼル発電施設の老朽化、スペアパーツの不足などのため十分な電力供給ができない状況にある。

キリバスは、これらのディーゼル発電設備に要する燃料のほか、漁船用、料理・照明(ケロシンランプ)等の家庭用燃料に供するため石油を輸入しており、その輸入代金は同国の外貨支出の多くを占め、国家財政圧迫の主要因となっている。また財政上の問題以前に、離島に対する輸送設備が不足していることもあり石油の供給が不安定でしばしば燃料不足に陥っている。

キリバス政府のエネルギー政策は、今後、地場エネルギーを開発し徐々にエネルギー海外依存から脱却する方針を定めている。地形の制約から小水力発電に期待することは不可能であるが、同国の豊富な地場エネルギーとして期待されている太陽エネルギーの開発利用を促進しようとしている。その基本方針に則り、今後の同国の地方電化に太陽光発電を積極的に導入するため、そのマスタープラン策定のための技術協力が我が国に要請してきたものである。

(2) 太陽光発電の可能性

キリバスでは、1985年以来6年間、政府及び民間により太陽光発電施設が設置されてきて

いる。そのうち、政府側では、公共事業エネルギー省エネルギー計画局と、政府 100%出資の国策会社であるSolar Energy Company (SEC) が、PVシステムの普及と試験研究に携わってきた。1985年、SECは、当時米国国際開発庁 (USAID) が無償供与したPV機器をキリバス国内で販売し普及させることを目的として設立され、その販売益を資本として運営されてきている。しかしSECは企業としての規模も社員数4名程度と零細であることに加え、運営管理能力が不足しており、また太陽光発電に関する技術が未熟なため販売したPV施設のアフターケアはなされていない。このため、一般住民に販売したPV施設のほとんどはバッテリーの過放電等のためメンテナンス不良に陥っているのが実情である。

キリバスでは、大半は不定期なものの太陽光発電に関する既存システムの情報収集・分析がなされてはいる。それらを概観すると、PV発電の用途としては、照明、用水ポンプ、診療所用冷蔵庫、無線機器である。但し、技術的・資金的な面でメンテナンス不備となる傾向があり、そのためバッテリー等機器の寿命を著しく短くしている。

さはさりながら、太陽光発電 (PV) の今後の可能性を見極めるため、キリバス政府はより詳細な調査とPV発電技術の分析 (電力供給、送配電、機器のメンテナンスに係る問題解決法を含む) を実施しようとしており、それらの調査・分析の結果を踏まえて、地方農村部における適当かつ持続的な電力システムの開発計画、「太陽光発電地方電化マスタープラン」を策定することとしている。

(3) キリバス政府の要請内容

1) 1988年12月、キリバス政府より太陽光発電機材の無償供与の要請がなされた。その内容は、キリバス国の14地区に対し以下の機材を供与するものである。

キリバス政府の要求しているPV施設は、いわゆる集中型 (中規模発電所と配電線) ではなく、PVアレイを各対象家屋に設置し、発電—充電—消費を1か所で行う「分散型」の施設である。

・供与機材の内容

レストハウス	1200Wp×1
集会所	80Wp×1
政府機関	40Wp×8
交番	40Wp×1
教員宿舎	40Wp×7

$$1920Wp / 40Wp = 48 \text{ 枚 PV パネル}$$

$$48 \text{ 枚} \times 14 \text{ 地区} = 672 \text{ 枚}$$

・所要経費 機材費 : US\$44,418 / 地区×14 = US\$621,652

2) 1989年12月、JICAプロジェクト形成基礎調査団が往訪し、技術協力案件 (開発調査) に変更したTOR案を先方に提示し、プロジェクトの内容につきキリバス側と協議した。

改訂したTORによるパイロットプラントの概要は以下のとおり。

・ 3地区に以下のパイロットプラント（分散型PV施設）を設置し、開発調査を実施。

内容	レストハウス	1280Wp×1
	集会所	120Wp×1
	政府機関	80Wp×8
	交番	80Wp×1
	教員宿舎	80～120 Wp×7
		2960Wp/40Wp=74枚
		74枚×3地区=222枚

・ 所要経費

機材費	: US\$	240,000
データ解析費	: US\$	110,000
輸送費他	: US\$	90,000
人件費	: US\$	600,000
		US\$ 1,040,000

3) 1990年2月上記プロ形成調査に基づき、再度改訂したTORをキリバス側が提出した。

4) 1990年11月、キリバス側は、上記のTORの一部修正を要請。キリバス側実施機関であるSEC (Solar Energy Company) の実施体制、予算等の制約条件に鑑み、パイロットプラントの設置場所、設置スケジュール、PV設置対象施設、設置方法等の変更を要請した。その内容を次節に示す。

2. キリバス政府の要請内容

1990年11月、我が国に対し正式に提出された開発調査の要請内容は以下のとおりである。

- (1) タイトル：太陽光発電地方電化計画調査
- (2) 目的：本調査の目的は、電化の手段としての太陽光発電の可能性を検討し、太陽光発電を利用した地方電化マスタープランを策定することにある。
- (3) 調査方法：第1年度、キリバス国タラワ島北部に、パイロットプラント（太陽光発電設備）とその利用電化機器を設置し、発電及び消費のデータを整備するとともに、その経験を踏まえて次年度以降、ノノウチ島、マラケイ島に同じくパイロットプラントを建設、それらのデータとキリバスの生活実態、将来の産業発展の予測をふまえて太陽光発電地方電化マスタープランを策定する。
- (4) 本格調査期間：約2年間
- (5) 本格調査経費：約1～1.2百万ドル（1億5千万円）
- (6) 実施機関：カウンターパート機関：公共事業エネルギー省エネルギー計画局

(7) 協力機関：地方電化作業グループ（REWG）

構成メンバー

- ・公共事業エネルギー省エネルギー計画局（主幹）
- ・内務省地方計画局
- ・財政・経済企画省国家計画局
- ・太陽光エネルギー社（SEC）

3. 予備調査の目的と調査項目

(1) 調査団派遣の目的

本調査団は、キリバス共和国の要請を受けて、キリバス共和国の未電化島嶼の電化計画における太陽光発電の可能性を検討するための実証試験調査（パイロットプロジェクト）のS/Wを検討することを目的とする。

(2) 調査の内容

- 1) 上記計画に係る「キ」側の要請内容の確認（特にProject Justification）
- 2) 「キ」国PVシステム利用に係る既存資料のレビュー
- 3) パイロットプロジェクト候補サイトの現況調査・視察
- 4) 「キ」側実施機関（Solar Energy Company:SEC）の実施体制等の調査
- 5) 関連資料・データの収集及び入手可能性調査（Questionnaire の提出と回答）
- 6) キリバスにおけるPV施設設置工事受託先調査
- 7) 本件プロジェクト運営に係る国家補助と料金体系の検討
- 8) 標記調査のS/Wに係る「キ」側との協議（キ側実施する調査項目等確認）
- 9) UNDP、PEDP、SPIRE等関係国際機関との意見交換・情報収集
- 10) 予備調査報告書の作成
- 11) 本格調査計画の作成

4. 調査団の構成

- ① 伊藤 勲 （団長・総括）
国際協力事業団鉱工業計画調査部資源調査課長
- ② 不破 雅実 （調査企画）
国際協力事業団鉱工業計画調査部資源調査課職員
- ③ 村田 孝久 （太陽光発電技術）
東電設計(株)電気本部技術部次長
- ④ 田中 清文 （社会・経済・財務）
(社) 海外コンサルティング企業協会開発研究所副主任研究員

5. 調査行程

調査期間は、1991年3月10日（日）～3月30日（土）までの21日間であった。調査日程は以下のとおり。

通算日	暦日	行程	調査内容	宿泊
1	3/10 (日)	東京—ジャカルタ	(伊藤、不破) 移動	ジャカルタ
2	3/11 (月)	ジャカルタ	日本大使館表敬、JICA事務所と打合せ吉田 専門家との打合せ	ジャカルタ
3	3/12 (火)	ジャカルタ—シガポール —★	協同組合省との打合せ 日本大使館、JICA事務所への報告	機中
4	3/13 (水)	★—オークランド 東京—☆	(伊藤、不破) 移動 (村田、田中) 移動	オークランド
5	3/14 (木)	☆—オークランド オークランド—ナディ	オークランドで調査団合流 移動	ナディ
6	3/15 (金)	ナディ—スヴァ スヴァ	移動 日本大使館、JICA事務所と打合 SPIRE Mr. Wade との打合せ	スヴァ
7	3/16 (土)	スヴァ	団内打合わせ	スヴァ
8	3/17 (日)	スヴァ	団内打合わせ	スヴァ
9	3/18 (月)	スヴァ	PEDP Mr. Johnston との打ち合わせ	スヴァ
10	3/19 (火)	スヴァ	USP Dr. Loyd との打合せ	ナディ
11	3/20 (水)	スヴァ—ナウル	JICA FIJIで作業 移動	ナウル
12	3/21 (木)	ナウル—タラワ	財政経済企画省と打合せ。情報収集	タラワ
13	3/22 (金)	タラワ	公共事業エネルギー省表敬。REWGの打合 せ及びSECと打合せ。	タラワ
14	3/23 (土)	南タラワ—北タラ ワ	北タラワのパイロットプラント候補地・既存P V施設の視察	7/14コ
15	3/24 (日)	北タラワ—南タラ ワ	パイロットプラント候補地の住民からの事情聴 取等	タラワ
16	3/25 (月)	タラワ	外務省表敬。PUBとの打合せ	タラワ
17	3/26 (火)	〃	REWGとの打合わせ。情報収集	タラワ
18	3/27 (水)	〃	REWGとS/W及びM/M協議・署名	タラワ

通算日	暦日	行程	調査内容	宿泊
19	3/28 (木)	タラワ—ナウル— スヴァ	移動 JICA事務所への報告	スヴァ
20	3/29 (金)	スヴァ—ナディ	陸路ナディに移動	ナディ
21	3/30 (土)	ナディ—東京	帰国	

6. 主要面会者リスト

A. キリバス関係機関

(1) Ministry of Works and Energy (MWE)

Hon. Baitika TOUM : Minister for Works and Energy

Ratintera BERIKI : Secretary, Ministry of Works and Energy

Teauoki TONAKO : Energy Planner, Energy Planning Unit, MWE

Rutete IOTEBA : Acting Energy Planner, Energy Planning Unit, MWE

Bruce COUNTRYMAN : Technical Advisor, Energy Planning Unit, MWE

(2) Solar Energy Company (SEC)

Terubentau AKURA : Manager, Solar Energy Company

(3) Public Utility Board (PUB)

Naatara BIRIBO : Manager, PUB

John GODENZI : Electric Engineer, PUB

(4) Ministry of Finance and Economic Planning (MFEP)

Miaere BARANIKO : Senior Planning Officer, MFEP

Tebwe IBTAKI : Regional Planning Officer, MFEP

(5) Ministry of Home Affairs (MOHA)

Mrs. Kokeaki KOAB : Rural Development Planner, MOHA

(6) Ministry of Natural Resources Development (MNRD)

Miss Tebotanga TIOTI : Project Economist, MNRD

(7) Ministry of Foreign Affairs (MOFA)

Ms. Margaret BAARO : Senior Assistant Secretary, MOFA

(8) JICA 専門家等

郡 義典 海員訓練センター : Marine Training Centre

下村 安秋 海員訓練センター : Marine Training Centre

峰岸 睦子 海員訓練センター : Marine Training Centre (海外漁業協力財団より派遣)

B. 在フィジー関係機関

(1) JICAフィジー事務所

伊藤 英明 JICAフィジー事務所長
水落 俊一 “ 事務所員

(2) 在フィジー日本大使館

堀 靖夫 特命全権大使
中島 敏 経済部二等書記官
仁田 知樹 “ 三等書記官
田辺 毅 “ 三等書記官

(3) United Nations Pacific Energy Development Programme (PEDP)

Peter JOHNSTON : Project Manager, PEDP
Chris CHEATHAM : Power Sector Planner, PEDP
David CLEBLAND : Expert on Energy, PEDP

(4) University of South Pacific (USP)

C. R. (Bob)LLOYD Ph.D. : Director, Energy Studies Unit,
Institute of Natural Resources, USP

(5) South Pacific Institute for Renewable Energy (SPIRE) 在タヒチ

Herbert WADE : Director, International Programmes, SPIRE

7. キリバス国内関係機関

(1) キリバス国政府機構

キリバス共和国は大統領制をとっており、政府機構は大統領府の下に次の10の省から構成されている。(図1、キリバス国国家行政組織図参照)

外務省、運輸・通信省、貿易・工業・労働省、大蔵省、教育省、公共事業・エネルギー省、内務省、保健省、天然資源開発省、ライン・フェニックス省

本件調査の監督官庁は、公共事業エネルギー省であり、また協力組織として同省を中心として内務省、天然資源開発省、通商産業労働省、SECから成る地方電化作業部会(REWG: Renewable Energy Working Group)がある。

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

MWEは、本件調査のキリバス共和国側カウンターパートである。所掌業務は、代替エネルギー源、構造物の建設・維持、土木工事、電力供給、石油、プラント、車輛、道路建設、下水処理、水供給等である。本件調査については、石油代替エネルギー源の開発利用政策の一環として、監督官庁の立場から関与する。

(3) 公共事業庁 (PUB : Public Utility Board)

1977年に、MWEの所掌する公益事業プロジェクトの実施機関としてMWE監督下に設立されたもので、その所轄事業は、南タラワにおける電力供給事業および水供給と下水処理である。

同庁は①発電部門②配電部門③水供給・下水処理部門④経理部門および⑤人事部門の5部門から構成され、従業員数 180余名である。

電力供給事業(発電および配電)に関しては、南タラワ(ベシオ～ボンリキ)の需要家に対し、ディーゼル発電と配電線を設置し、電力を供給しているほか北タラワのナベイナ村までの電化計画調査を実施し、至近年のうちに、ボンリキ村からナベイナ村までの配電線拡張工事の着工を予定している。ナベイナ村より北の北タラワは、分散型ディーゼルによる方が、配電線を延長して電化するよりより経済的とのことであるが、いつ分散型ディーゼルを設置するが未定であり、PV施設による方法を検討することも提案されている。

なお、南タラワにおける販売電力量推移はつぎのとおりである。

表 1 PUB・南タラワ販売電力量推移

	1982	83	84	85	86		89
発電々力量 (Mwh)	4543	4780	5252	5583	5695	...	7233
販売電力量 (Mwh)	3923	4285	4297	4755	5362	...	6026
損失率 (%)	13.7	10.4	18.2	14.8	5.8	...	16.7

一方、1989年度における収入/支出状況は次のとおりである。

表 2 PUB部門別歳入歳出(198年度)

	収入 (A \$)	支出 (A \$)	差引 (A \$)
電力部門	2,277,000	2,016,560	260,440
水道部門	218,500	500,520	- 282,020
下水処理部門	200,000	560,520	- 360,520
政府援助	268,000		268,000
合計	2,963,500	3,077,600	- 114,100

このように電気部門で利益を上げているものの、水道と下水部門で赤字を出している状況である。

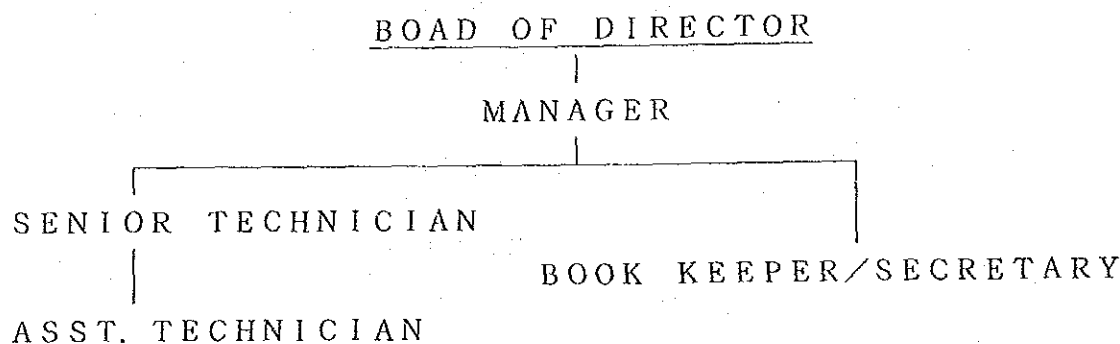
(4) 太陽光エネルギー社 (SEC : Solar Energy Company)

1987年に、公共事業エネルギー省・自治省・キリバス銀行・公共事業庁および大蔵省の出資により設立され、当初の事業目的は、

- ① 太陽光発電機器の購入および輸入
- ② 上記①の機器の官庁及び民間への販売
- ③ 政府のエネルギー開発政策目標完遂への補佐
- ④ 他の関連業務または遂行目的のための付随的業務の実行

であったが、1991年1月に事業定款を変更し、電気事業のサービス会社へと変った。

本件のPV施設は、JICAよりSECへ供与され、SECがPV施設の据付・調整を行ない、設備の維持管理および料金徴収を行なうことになる。現在の組織体制は下図のとおりであるが、今後、本格的にPV施設を整備し、PV電力供給事業を運営していくには、SECの組織強化策の提案が必要となる。



(注) *BOARD OF DIRECTORは、公共事業エネルギー省次官・大蔵省地域開発計画担当・自治省地方開発計画担当および公共事業庁電気技師より構成される理事会である。

(5) 地方電化作業部会 (REWG: Rural Electrification Working Group)

当会は、公共事業エネルギー省エネルギー計画局・自治省地方計画局・財政・経済企画省国家計画局および太陽光エネルギー社から構成され地方電化に関する計画を合議して決定している機関である。

(6) 内務省 (MHAD: Ministry of Home Affairs and Decentralization)

同省の所掌業務は、放送・募金・教会関係・市民権・地域密着サービス・集会開発・文化・過疎化対策・フィルム検閲・賭博取締・住宅政策・土地調査・地方自治体・地方開発・スポーツおよび志願社組織および厚生ならびに保護観察である。

(7) 財政・経済企画省 (MF & EP: Ministry of Finance and Economic Planing)

本件の実施機関のSECの理事会の一員である同省の、所掌業務は、会計・銀行業務・予算・国勢調査・物品税・開発計画・両替レート調整・財務ならびに経済政策・年度政策・海外援助・政府備蓄および保険である。

(8) 天然資源開発省 (MNRD: Ministry of Natural Resources Development)

MNRDの職掌業務は、農業・家畜々産・ギルバート諸島における保存・水産業ならびに海洋資源・森林・地質調査・地方産物・漁業・採鉱ならびに鉱物質探査および観光である。

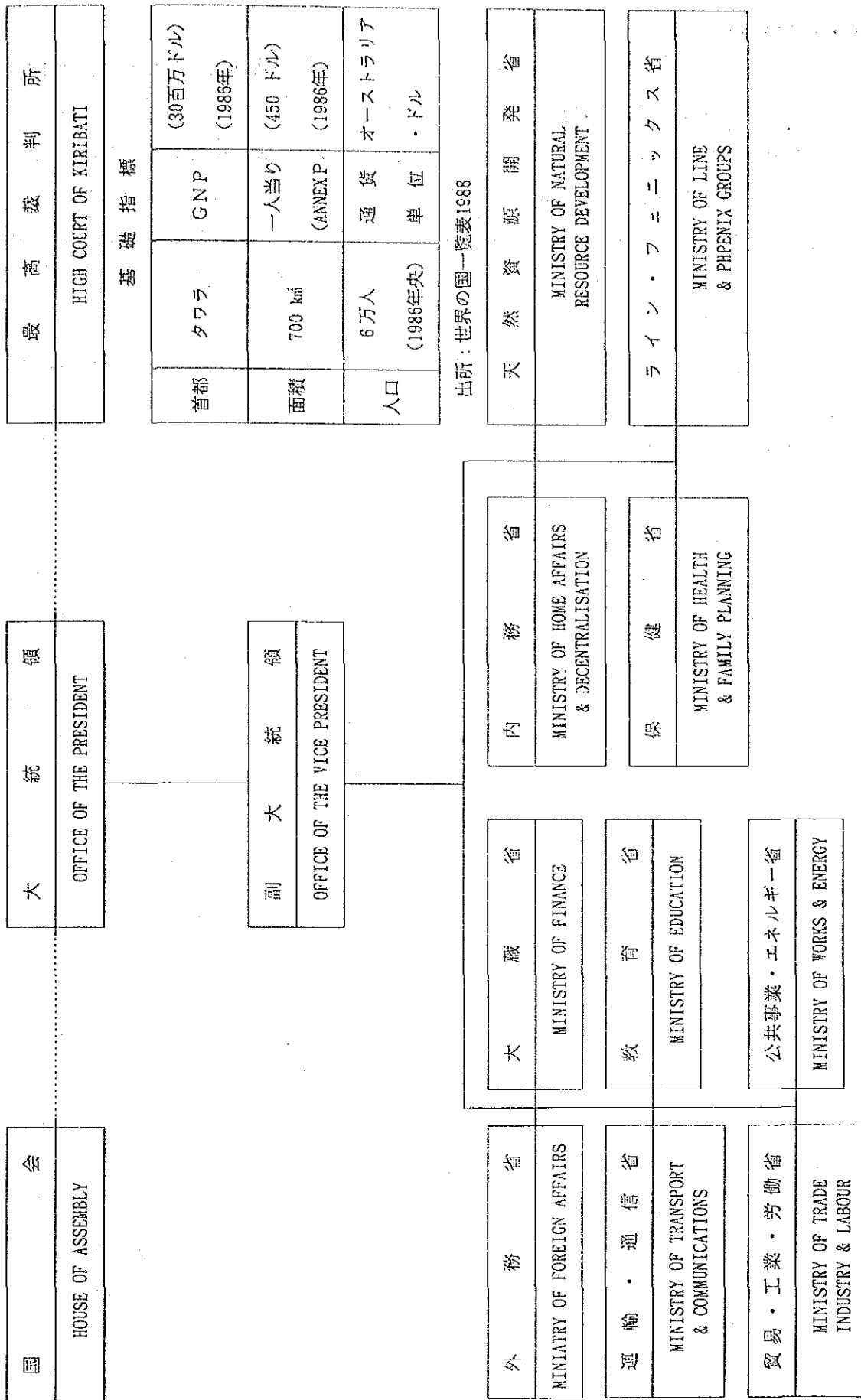


図1 キリバス国家行政組織図 (62年7月現在)

8. 関連国際機関等

本件についての関連国際機関として、国連太平洋エネルギー開発機構（PEDP）、南太平洋再生可能エネルギー機構（SPIRE）および南太平洋大学（USP）がある。

(1) P E D PはUNDP (United Nations Development Programme) の資金による、南太平洋地域エネルギー協力の国連機関である。

注) UNDPはREDP (Regional Energy Development Program)及びPEDPにファイナンスしている。REDPはアジア地域を、PEDPは南太平洋地域を対象としたエネルギー協力国連機関である。

PEDPの活動は、1982年にPEP (Pacific Energy Programme) ミッションの一員としての南太平洋10ヶ国のエネルギー調査への参加に始まる。

PEDPの当初の活動対象は下記の通り広範囲であった。

- イ. 国家エネルギー計画
- ロ. 電力セクター計画及び制定
- ハ. 石油供給及び価格決定
- ニ. 情報交換
- ホ. 木材ストーブ及び炭
- ヘ. 燃料用ココナツ油
- ト. 風力エネルギー
- チ. 太陽エネルギー
- ソ. 高エネルギー効率冷凍
- ヌ. エネルギー監査及びマネージメント
- ル. 海洋燃料
- ヲ. バイオマスガス化
- ワ. 蒸気技術

1984年の年初に、これらの活動対象は数が多すぎる上、野心的過ぎ、又各国ニーズに適していないケースもあることが明らかになった。1984年3月のPEPの年度会議で、各国、SPEC、UNDPのコメントを受け、活動対象を下記に絞った。

- ・エネルギー・セクター・トレーニングの必要性のレビュー
- ・国家エネルギー計画への援助
- ・電力セクター計画及び制定
- ・石油供給及び価格決定
- ・エネルギー監査及びマネージメント
- ・薪及び炭ストーブ

又この会議においてPEDPの資金が、クック諸島、ニウエ、トケラウのエネルギー生産

又は省エネ機器に割り当てることが決定された。それは、これら3カ国が、他の主要なエネルギー援助プログラムの対象となっていなかったためである。

1985年5月のPEP会議で、PEDPの活動は、1985年中期より1986年12月まで、下記に示す活動に集中することを決定した。

イ、国家エネルギー計画への援助

ロ、電力セクター計画及び制定

ハ、石油供給及び価格決定

ニ、エネルギー監査及びマネージメント

又下記も上述活動の一部として欠くことのできない活動と見なされた。

ホ、情報交換

ヘ、トレーニング

次の2項目は、対象とするものの優先順位は低いものとされた。

ト、再生エネルギー技術

チ、薪ストーブ

又、

ソ、クック諸島、ニウエ、トケラウへの特別援助

すなわち、EECや他のエネルギー機器デモンストレーションプロジェクトの対象外となっている3カ国への特別援助を継続することが決定された。

PEDPのこれまでの活動概要は、以下に示す通りである。

・国家エネルギー計画作成に対する援助

例：ヴァヌアツ、西サモアの10カ年国家エネルギー計画に対する検討・批評、その他多数。

・電力部門の計画作成及び制定援助

例：50kw～3.0Mwの5件の木材燃料発電計画に対するレビュー、5カ国の電力部門の計画及び料金に対するレビュー、他多数。

・石油供給に対する検討

例：14カ国の石油供給及び価格設定に対するレビュー、11カ国の石油貯蔵問題検討他多数。

(注：PEDPの専門家の技術的アドバイスによって、西サモアは石油輸入契約を1契約にまとめ、公開入札することにより、石油購入費用を10%以上節約に成功)⁽⁵⁾

- 24 -

・エネルギー・マネージメント

例：14カ国に対するエネルギー監査、エネルギー・マネージメント政策のレポート発行、その他。

・情報交換

表3-2-4参照。又CRRERISと文献収集。

・トレーニング

表3-2-4参照。

・再生エネルギー

クック諸島の小規模材木燃焼プラントの入札書類準備の援助、PV標準に関するミーティングの開催（SPIREと共催）、数カ国の太陽プロジェクトの査定、クック諸島の風力エネルギーのモニター、クック諸島の小ガス化炉のオペレーション報告書作成、燃料用ココナツ油に関するUNIDOレポートの編集及び配布、フィジー、ソロモン諸島の小水力調査、フィジー、トンガの木材エネルギーに対する調査、マーシャル、フィジーの蒸気発電所に対する調査。

以上の記述でも明らかな通り、PEDPはT/A（技術援助）、すなわちソフト面で南太平洋諸国のエネルギー状況の改善に取り組んでいる。PEDPの突極的な目標は、T/Aを通じ、南太平洋諸国がエネルギー問題を自分自身で取り扱えるようにすることである。但し、PEDPの活動は1991年までに終了する。1987年～1991年の5ヶ年にUNDPはPEDPに2.5百万US\$支出する。PEDPの機能・役割をSEPCが引き継ぐことが、1986年のSouth Pacific Regional Energy Meetingで提案された。

(2) SPIRE

フレンチ・ポリネシア政府、フランスの原子力委員会、フランスのエネルギー会社を3大株主とする民間の研究所で、再生エネルギー利用のための機器のテスト及び評価、コンサルティング・サービス、トレーニング等を実施している。部長のウェード氏は、過去にフィジーのエネルギー省やUNDPに勤めていた経歴を有し、PVシステムについては15年の経験をもっている。

(3) その他

UNDP—United Nation Development Programme

PEDPは、Suva（フィジー）、Apia（西サモア）、Port Moresby（パプア・ニューギニア）に常時活動を報告している。UNDP資金によるエネルギー・プランナーは、1986年後半時点で、イギリス、ソロモン諸島、トンガ、ヴァヌアツで勤務している。

ESCAP—Economic and Social Commission for Asian and the Pacific

PEDPは、ESCAPの実行機関であり、常時コンタクトしている。PEDPは、1985年6月のESCAP PVワークショップ、1986年6月のAIT PVワークショップに参加、寄与した。ESCAPのEnergy Resource Sectionは、PEDPの技術的な後援であり、PEDPの1985年、1986年の石油に関する業務を支援した。

USP—University of the South Pacific

USPのEnergy Studies Unitは、PEDPに対しコンサルト業務を行っている。PEDPは1986年のAPENPLANコースに対し、USPの指揮下で、共同責任を負っている。

る。

1977年に、天然資源研究所は、南太平洋大学のラウカラ・キャンパス内に設立され、南太平洋諸国……クック諸島、フィジー、キリバス、ナウル、ニウエ、ソロモン諸島、トケロウ、トンガ、ツバル、バヌアツおよび西サモア……の11ヶ国に対し、活動を行っている。

研究所は、大学内の化学、生物学、物理学、工学、地理学および家政学と密接な関係を取りながら、活動しており、大別すると、分析研究部門、エネルギー研究部門そして環境研究部門に分かれ8つの重大な分野……エネルギー、環境、遠方検知、食料学、土資源、水資源、分析化学のおよびプラント資源……を中心に研究活動を進めている。

第3章 キリバスにおけるエネルギー政策と電化事情

1. キリバス国の社会・経済等の概要

(1) キリバス共和国概況

- ・正式国名 キリバス共和国
 The Republic of Kiribati
- ・独立年月日 1979年7月12日（旧宗主国：イギリス）
- ・面積 728 km²（対島と同じ）
- ・首都 タラワ（Tarawa, Bairiki 地区）
- ・人口 67千人（88年）

(2) 地理、気候、風土

1) 地理

キリバス共和国はギルバート諸島、ライン諸島、フェニックス諸島の主要33島から成る島しょ国である。国土は日付変更線の両側にまたがっており、ギルバート諸島は西に、フェニックス諸島とライン諸島は東に位置している。この海域は太平洋の中でも特に珊瑚礁が密集しており、島のほとんど全てが珊瑚礁から成っており、川はなく、ほとんどの島は礁湖をかかえている。ギルバート諸島は2列に並んだ50近い環礁から、フェニックス諸島は12の環礁から構成されている。地形は平坦で水や土壌に乏しく、ハリケーンなどの暴風雨で洗い流されることも珍しくない。海拔86.6mのバナバ島を除くと、他は海拔3.5mを超える島はまれである。

2) 気候

この海域はほぼ完全な熱帯海洋性気候であり、年間の気温、湿度の変化は著しく小さい。海風がよく吹き通るため概してしのぎ易い気候である。首都タラワでも最暖月の10月が26℃～32℃、最寒月の7月が25℃～31℃と年格差はきわめて少ない。年間降水量はクリスマス島で700ミリ、ワシントン島で4,000ミリ、首都タラワで1,500ミリと地域差が大きい。平均湿度は、75～80%と周年にわたって大きな変化はない。

3) 風土、他

この地域は16世紀初頭にスペイン人1788年イギリス海軍大佐ギルバートがギルバート諸島に上陸、以後イギリスによる同地域の植民地化が進められ1916年にはギルバート諸島はエリス諸島（現在のトゥヴァル）と共に、イギリスに併合された。（ギルバート諸島はギルバート大佐の名からとったものでキリバスはその現地語）

その後ギルバート諸島は太平洋戦争中の1時期日本軍に占領され、日米両軍の激戦場となったが終戦後再びイギリスに帰属。1974年に制定された植民地憲法に基づき自治政府が

創設され、1979年に独立を達成した。

表3 キリバスの社会、経済指標

(1) 政体・元首 首相・議会	共和制 イエレミア・タバイ大統領 首相ポストなし。議会一院制(37議席) 従来政党はなかったが、85年のソ連との漁業協定締結を機に反タバイ勢力はキリスト教民主党を結成した。
(2) 人種構成	ミクロネシア人98%、ポリネシア人
(3) 主要言語	キリバス語、英語(共に公用語)
(4) 主要宗教	キリスト教(ローマカトリックとプロテスタント)
(5) 通貨単位	オーストラリア・ドルが法定通貨。1 A \$ = 106.02円(91年3月現在)
(6) 教育	初等教育 学校数 102 生徒数13千人 中等" " 5 " 2 " 高等" 専門学校 4
(7) 平均寿命	52歳(87年)
(8) 貿易 (87年)	輸出 3百万米ドル 主要相手国 豪州(コブラ、魚等) 輸入 20 " " 豪州、日本、NZ等 (機械、食料品、自動車等)
(9) 日本との貿易 (1988年)	日本の輸出 2.4百万ドル(船舶、自動車、機械等) " 輸入 0.003 " (コブラ)
(10) GNP	86年 87年 88年 総額(百万ドル) 32 36 40 一人当たりドル 500 480 650
(11) 対外債務	n. a.
(12) DSR	n. a.
(13) 国連加盟	非加盟
(14) 平均寿命	男56.9歳 女59.0歳(80年)
(15) 医療	223人/1ベッド 3,158人/1医師(82年)
(16) 義務教育制度	6~14歳(小学校6年 中学校3年)
(17) 兵役制度	軍隊はない
(18) 電話普及率	14台/1,000人(83年)
(19) 乗用車普及率	6.9台/1,000人(76年)

出所：我が国の政府開発援助、世界各国要覧、世銀アトラス

(3) 政治、社会、経済状況

1) 内 政

域内島しょ国中ではヴァヌアツに次いで新しい独立国。政権は独立以来（76年7月12日）現タバイ大統領が掌握しており、（現在3期目、91年大統領選予定）国家元首と政府代表を兼ねている。議会は現大統領のタバイ支持派と独立前のラチェタ前大統領支持派あるのみで、政党は存在しなかったが85年8月キリスト教民主党が結成された。

2) 外 交

豪州、NZを含む南太平洋諸国との友好協力関係の維持、強化を基本政策としており、米、日、独等西側諸国との友好関係推進も強化している。共産圏諸国との関係には慎重であるが、中国とは外交関係を有し、また85年にはソ連と漁業協定を結ぶなど多様な国際関係の維持に努力している。（注：ソ連との協定は延長されず86年10月失効）

日本との関係は以下のとおり。

○外交関係：太平洋戦争中、キリバスは最激戦地のひとつとなった。現在はキリバス近海が日本のカツオ、マグロ漁船の重要な漁場となっており、両国関係の緊密化が望まれている。1979年7月の独立式典には、日本は大野明衆議院議員を特派大使として派遣、即日同国を承認した。また、キリバスにとっては第3番目の名誉領事館が、83年4月、東京の千代田区丸の内に開設された。

○要人往来：1986年7月、ダバイ大統領およびアロパティ貿易・産業・労働大臣来日。

○産業：キリバス水域における日本漁船の継続操業を確保するため、1976年6月に漁業協定が締結され、毎年、改定延長されている。

1987年の対キリバス輸出は2億2,000万円、同輸入は1,400万円。主な輸出品は船舶、車輛、機械類。輸入品はコプラ。

○経済協力：1979年以来、日本は水産分野の無償資金協力を毎年実施（2～6億円程度）。

JICA派遣専門家は水産分野を中心に7名、受入れた研修員は30名（86年度までの累計）。

○民間の交流：名誉領事の栗林徳五郎氏は南洋貿易(株)の社長で、キリバスのクリスマス島に宇宙ロケットの発着基地を作るという「太平洋スペースセンター構想」を推進している。同島には、日本の宇宙開発事業団が設置した気象衛星「ひまわり」の追跡基地がある。

3) 経 済

(イ) 主要産業はかつてはナウル同様燐鉱石に依存していたが、79年に燐鉱石が枯渇して以来、コプラと漁業が主要産業となっている。しかしながらコプラは気象条件等に大きく左右されるため、安定的な生産確保も容易ではなく、加えて近年の一次産品国際価格の下落に影響されるため経済状況は困難に直面している。

(ロ) こうした状況のもと政府は旧宗主国である英国からの財政援助と燐鉱石枯渇後に備えて68年に創設した収入均衡留保基金により国家財政を支えてきたが、経常予算に対する英国からの財政援助が86年以降打ち切られたことから、援助国の多元化及び漁業開発促進等による新しい経済構造を模索している。

(ハ) また同国政府はこれまで5次にわたる国家開発計画を実施してきており、現在第6次国家開発計画等の下で経済自立にむけての自助努力を続けている。なお86年の同国経済成長率は漁獲高の増加と建設投資が寄与したことにより、実質3%と推定される。

(ニ) なお80年以降キ国経常予算収入の50%近くを占めていた、燐鉱石収入が無くなった為旧宗主国の英国はキ政府の経常予算へ80～85年まで財政援助を行なったが(総額14.3百万ドル)、86年以降右援助は打ち切られた。

(ホ) また同国は燐鉱石枯渇後に備え、燐鉱石収入から成る収入均衡留保基金を創設していたが、金額は年々増加し87年末までには207.3百万豪ドルに達している。(cf. 87年予算繰り入れ額5.1百万豪ドル)

(ヘ) 第6次国家開発計画(87年～91年)の概要は次の通り。

【主要政策】

- ・経済的自立達成のための経済社会開発
- ・行政の充実
- ・水産、海洋資源開発
- ・観光開発
- ・運輸、通信インフラ整備
- ・人口家族計画
- ・地方、離島開発促進
- ・教育、訓練の充実
- ・エネルギー
- ・水供給等

【予算規模】

総計 142百万豪ドル (内技術協力プロジェクト31.3百万豪ドル)

2. キリバス共和国国家開発計画の概要

(1) 総論

キリバスの国家開発計画は、1979年の独立と燐鉱石枯渇を境に大きく転換した。独立前は燐採掘にともなう潤沢な資金の下、社会インフラ整備に重点が置かれていたが、1979年の第4次計画から生産部門の開発振興と経済的インフラ整備の推進を余儀なくされた。しかし、第4次(1979—82)、第5次(1983—86)計画期間中の実質GDP成長率はマイナス成長と

なった。

現行第6次計画（1986—91）では、一人当りGDPがマイナス成長とならないよう名目で年率7%の成長目標が掲げられたが、1987年は実質マイナス成長となった。

キリバス経済の生産部門は自然条件に左右される農業（コブラ）と漁業に大きく依存し、各家計の自給自足的生産が基本となっている。従って、収穫量の変動により市場で売買される量の変動も年によって大きく変動し、GDPの変動を大きくする原因となっている。

製造業は未発達のままで、輸入の代替型の小規模工業プロジェクトが外国援助によって近年始まったばかりの状態にある。

貨幣経済の大部分をになう政府によるサービス部門や公営企業による生産・流通活動の民営化が真剣に検討されており、一部実行に移されている。

小規模の島が広範囲に点在する中で、運輸通信手段は未発達であり、離島の振興を妨げている。その中で、クリスマス島は観光開発に大きな期待がかかっており、各種開発案を提出されている。

政府予算は開発予算の殆ど全て、一般会計予算の一部を外国援助に頼っている。近年旧宗主国であるイギリスの地位は低下し、オーストラリア、日本が主要援助国となっている。

1992年に始まる第7次開発計画の準備作業が始まっているが、開発の重点分野などは、91年前半に行われる大統領選挙の結果に左右されることも考えられる。

(2) 第6次開発計画（1986—91）

キリバス共和国の国家開発計画はイギリス統治時代の1970年に始まり、現在進行中の計画（1987～1991）で第6次目に当たる。独立前は、バナバ島の燐鉱石採掘に大きく依存する中^(*)、社会的インフラ整備に重点を置いた開発を行ってきたが、1979年の独立とともに燐が枯渇し、開発政策の転換を余儀なくされ^(**)、経済的インフラの整備と生産手段の発展に重点が移された。

現行の第6次計画（1986～91）は1986年12月に発表され、計画目標は次のように要約される。

- (i) 生産部門発展のための資源を重点的に配分。
- (ii) 教育・医療サービスの向上。
- (iii) 民間企業の育成と公営企業の民営化。
- (iv) 貿易振興。
- (v) 離島の振興と人口の分散化。
- (vi) 島内および諸島間の運輸・通信設備の拡充。

マクロ経済面では、人口の成長率を2%程度、物価上昇率5%程度と見込んで、実質一人当りGDP成長率を現状維持するために、名目で各年7%の成長が目標とされている。

表4 第6次計画での名目GDP成長率目標および構成比目標

	年平均成長率目標 (%)	最終年構成比目標 (%)
直接生産部門 (*3)	7.7	33.5
全生産部門 (*3)	7.8	40.6 (*4)
サービス部門 (*3)	6.5	62.5
GDP (要素価格表示)	7.0	100.0 (*5)

(*1) 最盛期では燐採掘はキリバスGDPの45%を担っていた。

(*2) 1979年の燐の枯渇により、政府収入の80%、GDPの半分近くを失った。

(*3) 内訳は後掲〈表6〉を参照。

(*4) 直接生産部門（農・水産・製造業）に電気・水・建設を加えた累計。

(*5) 控除項目の帰属利子を差し引いていないため全生産部門とサービス部門の合計は100%を超える。

(3) 開発の概況

1) マクロ経済動向

1979年に始まる第4次計画以降は、運輸・通信をはじめとする農業・漁業・製造業等生産部門の発展と多様化を推し進めてきたが、成果は限られたものにとどまっている。

表5 実質GDP成長率

	第4次 1979~1982	第5次 1983~1986	第6次 1987~1991
期間中実績	-2.1%	-0.1%	3.5%

(注) 名目GDPを卸売物価指数でデフレートして推計。

1979年GDPからは鉱業（燐採掘）を除いている。

第6次は1987~89年の平均成長率。

人口成長率が年率2%強で推移しているため、第4次、第5次期間中は一人当たりGDPが減少の一途をたどり、現計画の3年間で回復の兆しがみられる。尚、燐採掘を除いた1979年のGDPレベルまで経済活動が回復するのは1988年に至ってからであると推定される。

現行第6次計画では、名目で毎年7%の成長が目標とされたが、89年までの実績は表3のとおりである。

表6 名目GDP成長率目標および構成比目標

	年平均成長率 (%)		最終年構成比 (%)	
	1985~91目標	1985~89実績	1991目標	1989実績
農業	5.8	-0.4	13.5	10.3
水産業	9.7	6.2	17.6	16.9
製造業	7.7	2.8	2.7	2.1
直接生産部門計	7.7	3.3	33.5	29.2
電気・水	8.1	-0.5	3.8	1.9
建設	7.9	1.5	3.7	4.4
全生産部門計	7.8	0.9	40.6	35.5
商業、ホテル	8.1	5.2	14.1	15.0
運輸・通信	7.8	2.9	15.8	15.7
金融・保険	6.5	8.2	3.0	6.0
不動産	4.6	2.0	2.0	2.5
政府サービス	5.0	5.0	25.2	28.0
地域社会サービス等	7.8	6.1	2.5	3.0
サービス部門計	6.5	4.7	62.5	70.2
GDP (要素価格表示)	7.0	3.8	100.0	100.0

(注) 構成比割合については^(*)を参照。

開発の重点部門である生産部門では、水産業のみ実質成長を維持しており、その他は実質でマイナス成長、特に農業及び電気・水道は名目でもマイナス成長であり、結果として生産部門のGDP構成比は目標を下回っている。

他方、貨幣経済の大部分を構成するサービス部門は、商業、金融、政府サービスが成長を維持しシェアを拡大している。

2) 最近の主要部門の動向

表7は最近の経済部門別動向を推移を示す。

GDPの各年の変化率はプラスからマイナスへと振幅が大きく、その原因はGDPの3割を占める農業・水産業が自然条件に大きく左右され、その生産額を不安定にしていることにある。さらに、農業・水産業の生産活動の内容を見れば、非商業的活動(自給自足)部分では安定しており、換金物品の生産が年によって大きく変動している。これは、特に農業に当てはまることだが、天候不順にあっても自家消費分はまず安定的に確保し、残りを市場取引に回すという伝統的経済行動様式が続いていることを意味している。

表7 経済部門別GDPの推移

(名目：千豪州ドル)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
農業	6,641	4,253	1,307	2,224	5,683	4,145
Copra	5,223	2,764	-242	640	4,070	2,500
Non-commercial	1,418	1,489	1,549	1,584	1,613	1,645
水産業	5,441	4,686	6,254	3,766	5,867	6,794
Commercial	2,919	2,040	3,500	950	3,000	3,870
Non-commercial	2,522	2,646	2,754	2,816	2,867	2,924
製造業	669	705	723	761	760	836
直接生産部門計	12,751	9,644	8,284	6,751	12,310	11,775
電気・水	763	797	735	768	769	775
建設	1,678	1,607	2,227	1,470	1,600	1,760
全生産部門計	2,441	2,404	2,962	2,238	2,369	2,535
商業、ホテル	4,251	4,439	4,633	5,000	5,500	6,050
運輸・通信	4,683	5,340	5,727	5,750	6,100	6,344
金融・保険	877	1,470	1,937	1,980	2,000	2,400
不動産	558	895	951	970	990	1,010
政府サービス	7,962	8,350	8,837	9,671	10,470	11,276
地域社会サービス等	714	836	1,040	1,093	1,148	1,205
サービス部門計	19,045	21,330	23,125	24,464	26,208	28,285
(控除) 帰属利子	832	1,211	1,602	1,850	1,900	2,280
GDP (要素価格表示)	33,105	32,167	32,769	31,603	38,987	40,315
間接税	3,996	4,360	4,980	5,300	5,000	5,100
(控除) 補助金	3,570	3,733	1,800	1,600	1,400	700
GDP (市場価格表示)	33,533	32,798	35,950	35,303	42,587	44,715
実質GDP成長率	5.3	-6.4	2.8	-7.8	17.0	1.1

(注) 1989年は推定値。

農業

ココナッツはキリバスで取れるほとんど唯一の作物であり、大部分の家計が自身のCoco nut Treeを所有している。(南タラワ以外では88%の家計が所有している。)換金作物であるコブラは、各島のCooperativeが買い上げ、Kiribati Copra Societyに同Societyの評議会で決められた価格で売却される(ギルバート諸島の場合)。ライン諸島を構成する

3島のコブラは全て政府保有であるため、ライセンス発行により収穫量と価格が一元的に管理されている。

コブラは収穫量が天候に大きく左右されるとともに、その国際価格も需給によって大きく変動することから輸出量も不安定になりがちである。(表8参照)

コブラ以外にbread tree、babai、banana、pawpaw、pumpkin等が栽培され、生産量が増えているとは云え、量的には微々たるものである。

表8 主要産品輸出

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Fish						
Value	1.47	0.7	1.02	0.45	0.89	1.21
Volume	2289	1038	1524	658	1343	2160
Unit value	644	676	666	678	660	560
Copra						
Value	6	3.26	0.26	0.64	2.44	1.93
Volume	11333	10377	4611	4437	11789	10193
Unit value	529	314	57	143	206	190
Shark fins						
Value	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03
Volume	3	1	1	1	1	1
Unit value	14015	13420	11438	8672	8700	12953
Other(value)	0.01	0.01	0.02	0.06	0.05	0.07
Total domestic exports	7.52	4	1.31	1.15	3.38	3.24
Re-exports	3.16	0.18	0.12	2.14	0.45	0.54
Total exports	10.69	4.18	1.43	3.29	3.83	3.78

(注) 単位: Value ;百万SDR

Volume ; metric ton

Unit value ; metric ton当りSDR

水産業

水産関係統計は付表に一括されている。

漁業はキリバス国民にはとって主要な基礎食糧であり、全家計の概ね8割以上が漁業に従事しており、離島においては9割を超えるところもある。

商業的活動は、1981年の設立された国営漁業公社 (Te Mautari Ltd.) とライン・フェニックス諸島省 Marine Export Division によって行われているが、漁獲量は一定しない。その他、1985年以降 Seaweed 採集が始められ、小額ながら近年輸出も始められた。

製造業

輸入代替型の小規模工業プロジェクトが外国援助およびキリバス開発銀行によって、1985年以降順次操業を開始している（現在10プロジェクト、1991年までに新規5プロジェクトが計画中）が、成果は限られている。

その他

小規模な島が散在する中で、運輸通信網は未発達である。航空、海運共通行は不定期になりがちで、商業の発達や観光開発を妨げている。クリスマス島はハワイとの距離的近接性やその自然は、観光開発の大きな潜在力とみられ、開発案は各種提出されているものものすぐ実現に至るものは皆無に近いようである。

3) 開発資金の動向

政府予算は一般会計予算 (Recurrent Budget) と開発予算 (Development Budget) から成り（会計年度は暦年）、独立後、英国から受け取っていた一般会計予算への助成は、1985年に終了した。以後、歳入均衡準備基金^(*) (Revenue Equalization Reserve Fund) の運用収益に頼っている。

開発予算は殆ど全てを外国援助に頼っているが、商品贈与分、技術協力分などの現行計画期間中の内訳資料がキリバス側では未整備なので、ドナー側データによる国別プロジェクト別内訳を表9に示す。近年旧宗主国英国の地位は低下し、オーストラリア、日本が主要援助国となっている。

(*) 歳入均衡準備基金は燐枯渇に備えての準備金として、また干ばつ時の歳入不足補填用として1956年に創設され、ロンドンにおいて外国政府債権、株式、為替等に投資運用されている。現在、残高はキリバスの財・サービス輸入の6年分に相当し、1990年予算では8百万豪州ドルを同基金収益から補填するとされている。

表8 海外からの援助の概要

	(百万 SDR)						
	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1988
United Kingdom	8.4	5.1	4.8	3.0	2.9	1.8	1.9
Budgetary grant	3.0	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Project aid	3.0	1.9	1.3	0.7	0.9	0.8	0.8
Technical assistance	2.4	1.7	2.4	2.3	2.1	1.1	1.0
Australia	1.9	2.4	1.6	1.6	1.4	1.5	3.8
Sewage project	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Water project	0.5	1.0	1.0	1.1	0.9	0.2	0.9
Outer island causeway	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Other aid	0.8	0.9	0.4	0.4	0.4	0.7	2.1
B. of Kiribati equity loan	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Defence cooperation prog.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1
Technical assistance	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4
New Zealand	0.4	0.5	0.8	1.4	1.4	1.3	1.4
Of which: Tech. assistance	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2
Japan	2.0	1.4	2.5	3.6	2.8	1.2	2.0
Fishing vessels	1.1	1.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Cold storage facilities	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.5
Causeway	0.0	0.0	0.0	3.3	2.4	0.0	0.0
Hospital	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Other	0.2	0.0	0.3	0.2	0.3	0.0	1.1
Technical assistance	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3
European Community	1.4	2.1	0.7	0.7	1.7	2.7	0.2
Direct	0.6	0.9	0.6	0.6	0.1	2.0	0.2
Regional	0.0	1.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
STABEX	0.8	0.0	0.1	0.0	1.6	0.6	0.0
Asian Development Bank	0.2	0.4	0.4	0.4	0.1	0.7	0.4
Loans	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.6	0.3
Technical assistance	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
Other	1.4	1.9	1.5	1.8	1.9	2.5	3.5
WHO	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
UNDP/UNFPA/UNICEF	0.1	0.2	0.1	0.3	0.4	0.7	1.1
Save the Children/FSP	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.1
Canada/Fed. Rep. of Germany	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.2	0.3
France/Korea/China	0.0	0.3	0.1	0.2	0.2	0.0	0.1
SPC/SPEC/ESCAP	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1
USAID/Peace Corps	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6
Other	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0
Total	5.5	13.9	12.3	12.6	12.1	11.7	13.2

4) 今後の開発計画の重点分野

現行の第6次開発計画は1991年末に終了する。大蔵省内にあるNational Planning Officeでは、1992年に始まる第7次計画策定の準備作業に入っている。論点は次の点である。

国家目標・戦略等

- 一 成長率、貯蓄投資、輸出入等のマクロ経済見通しを考慮して、現行計画に明示されている国家目標に修正が必要か否かの検討を行う。
- 一 現在までに生じた経済構造変化に立脚した重点項目の再検討。

計画期間

- 一 開発プロジェクトが外国援助に依存し、ドナーからのdisbursementは通常年ベースであるため、計画の執行は各年の開発予算により年ベースで行われる。従って、中期計画目標はガイドラインまたは努力目標とし、各年開発進捗状況と次年度予算間のフィードバックを強化する。
- 一 通常5年間の中期計画を策定してきたが、政権交代サイクルは4年であるため、計画期間もこれに合わせ4年間とすることも考えられる。

官民の連携

- 一 政府省庁、公営企業、民間部門の連携を強化するため、計画策定段階で各セクター毎に作業部会を作る。National Planning Officeは各部会の調整・取りまとめを行う。

5) その他特記事項（民営化）

キリバス政府は独立以来、開発計画を通じて自律経済の構築を目指し、各種生産基盤造りを行ってきたが、成果は限られたものに留まっている。貨幣経済の大部分は政府サービス及び公営企業による生産・流通活動である。これら公的部門による経済成長への寄与は低い水準である。その主たる原因は、公的部門主導に起因するダイナミズム、自主性、効率性、意欲の欠如にあると認識されている。このような政府部門への過度の依存体質を是正し、経済の効率化と活性化を民間部門の参加により促すため、従来政府によって行われている生産・サービス部門の民営化が検討されている。

民営化ガイドライン

- 一 生産・サービス活動の内、民営化によって競争条件が生まれ、経済の効率性に寄与すると考えられる場合は、積極的に所有権の移転を進める。
- 一 経営基盤の脆弱性、不安定性、リスクの大きさ等の理由から民間投資家が二の足を踏む場合は、当面の措置として経営委託契約による経営権の移転を推し進めつつ、長期的に所有権の移転を計る。
- 一 投資規模が大きく、公益性が高く、高い技術ノウハウが必要なものについては、所有権の移転は最小限にとどめ、株式の政府マジョリティを確保するか、または政府マイノリティの場合は然るべきセーフガードを設ける。

このような性格の事業体の主なものは次の通り。

Telecom Kiribati Limited

Kiribati Oil Company

Air Tungaru Corporation

Te Mautari Limited

Marine Export Division of Ministry of Line & Phoenix Group

3. エネルギー政策の概要

1985年現在、キリバス共和国は、石油換算で同国総エネルギー需要の約40%をモービルやブリティッシュ・ペトロリアム（BP）によりフィジー、パプアニューギニア、およびグアムより輸入しており、これに対応する輸入額はキリバスの輸出額（ドル換算）の約53%にもなる。輸入石油以外のエネルギー源としては、主としてココナツの殻や外皮、他には薪木等のバイオマスが挙げられる。

輸入石油製品の約55%がディーゼル用石油であり、南タラワにあるディーゼル発電所はこのうちの1/3を消費している。残りは、ガソリンが約23%、航空燃料が約13%および料理用ならびに照明用灯油が約9%となっている。

このような状況に鑑み、キリバス政府は、1983年に承認した国家エネルギー政策の中で次のようなエネルギー政策目標を定めた。

- (1) 競争入札による輸入エネルギー額の削減
- (2) 輸入エネルギー消費量の削減
- (3) 代替エネルギー技術の導入
- (4) エネルギー政策および問題点の全国民認識の奨励
- (5) エネルギー政策の開発やプロジェクトの創設・計画や実行のための技術的・管理的技巧の適正な基盤の確立

この政策の実行責任は、公共事業エネルギー省となっている。

上記政策目標の(2)および(3)に該当する電力供給用発電施設として、キリバス政府は、PVシステムによる地方村落電化を推進しようとしている。

(Source: "REPORT AND RECOMMENDATION OF THE PRESIDENT TO THE BOARD DIRECTORS ON A PROPOSED LOAN TO THE REPUBLIC OF KIRIBATI FOR THE FUTURE POWER PROJECT" PUBLISHED BY ADB)

4. 電力供給および地方電化政策

(1) 電力設備の現状

現在、キリバスの発電設備は、南タラワのベシオに 2,540kw（有効容量 2,280kw）バイリ

キに 300kw (有効容量 260kw)、ビケネブに 300kw (有効容量 260kw) の合計 3,140kw (有効容量 2,800kw) がある (別紙参照)。これらはすべてディーゼル発電機で台数は合計 8 台であるが、うち 6 台は製作されてからすでに30年以上経過している老朽機である。従って、運転中によく故障をおこし、低効率で発電コストも高いものとなっている。また、バイリキとビケネブの発電設備は、非常用設備となっており、かつ、ベシオの発電設備と非同期となっている。即ち、ベシオの発電機によりバイリキとビケネブへ電力を供給しているとき、バイリキとビケネブの発電設備には周期をとるための設備がないため、接続して運転できない。

以上の発電設備 (ベシオ、バイリキおよびビケネブに所在) から11kV配電線により南タラワ全域に電力を供給している。11kV配電線は 2 回線あり、1 回線はベシオ西部供給用として 4 km の巨長があり、他の 1 回線はベシオ東部、バイリキおよびボンリキまでの供給用として 33km の巨長である。後者の長い配電線の電圧降下低減対策として電圧調整器がテオラエレケに設置されている。

これら発電設備ならびに11kV配電設備を図 2 に示す。(Source: APPRAISAL OF THE TARAWA POWER PROJECT IN KIRIBATI, ADB)

表10 EXISTING DIESEL SIZE ON SOUTH TARAWA

No.	Location	Manufacturer	Type	Nameplate Rating (KW)	Available Capacity (KW)	Year of Installation	Number of Hours (h)
1	Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	49,704
2	Betio	English Electric	4SRK	300	C/	1968a/	—廃棄処分
3	Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	44,023
4	Betio		VOBA6	140	100	1968a/	21,313
5	Betio	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	13,550
6	Betio	English Electric	6RK3C	750	700	1976	38,287
7	Betio	English Electric	6RK3C	750	700	1976	41,096
8	Beiriki	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	5,650
9	Bikenibeu	English Electric	4SRK	300	260	1968a/	6,789

a/ Second-hand units, manufactured in 1953 and 1954.

b/ As of end of February 1986; excluding operating hours of the second-hand units prior to their installation on South Tarawa.

c/ Already scrapped.

Source: PUB

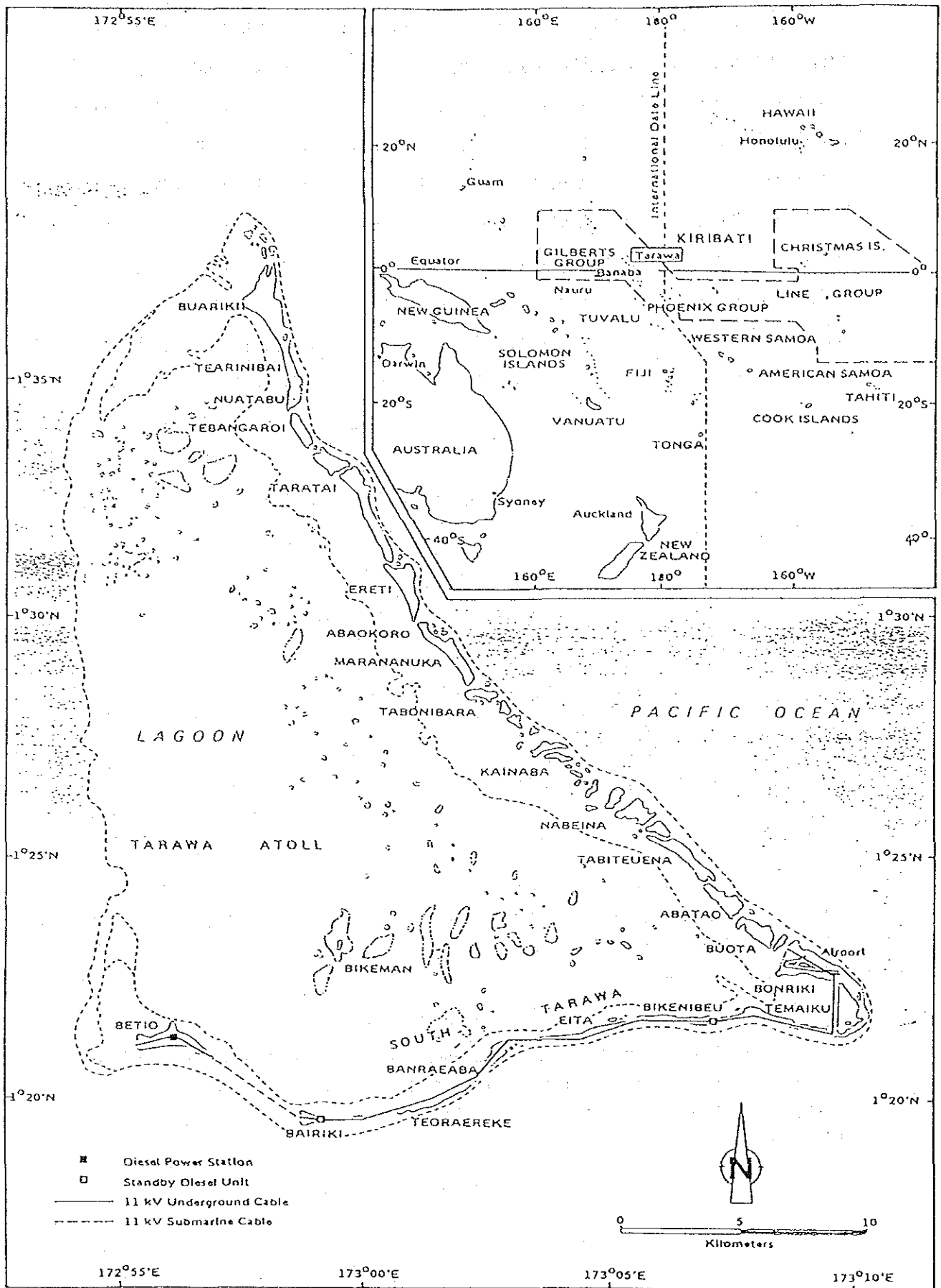


図2 南タラワの発電・送配電施設

このように南タラワでは、集中型ディーゼル発電グリッド方式により、需要家には、11kVから240vに電圧を降圧して電力を供給している。

需要家がグリッドへ接続する際の接続料は70豪ドルが必要となる。又、毎月の電気使用料は、住宅用が32豪セント/kWh、商業や工業用が36豪セント/kWhである。又、月使用料不払い時には、グリッドとの接続は切離されてしまい、再接続には10豪ドルが必要となる。

北タラワでは、経済的に余裕のある世帯では、小型ディーゼル発電機や、PVシステムや圧力ランプを照明用に、又、料理用に灯油ストーブを購入している。

北タラワにおいては、一般民家、レストハウス、学校、教会、集会所（マネアバ）の照明やポンプ用にPVが普及しはじめている。

(2) 電力需要

南タラワにおけるピーク需要は年々増加しており、1991年二月には1,350kwを記録している。電力量についても1989年の年間使用電力量が、6,026MWh、1983年～1989年の6年間における年平均増加率は、6.6%であった。（表12参照）

1991年一月現在の顧客構成は、住宅用80%、商業用10%、工業用9%となっており、使用量構成は、住宅用31%、商業用12%、工業用51%となっている。

表11 1991年一月の顧客構成と使用量構成

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

住宅用顧客の多くは、電力を照明用のみに使っている換様である。

電気料金は、住宅用で32豪セント/kWh、商業用で36豪セント/kWhとのことであるが、電気料金を値上げすると、電力消費量にただちに反映され販売電力量が減少するとの由であった。

表12 PUB電力供給実績

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

Source : COMMENTS ON AN "APPRAISAL OF THE POWER DISTRIBUTION PROJECT IN KIRIBATI" (ADB;October 1988 PEDP REPORT KIRI 89-2)

(3) 地方電化政策

現在キリバス政府は、南タラワ以外の地域の電化政策を策定していない。PUBが定めている南タラワの発電設備増強計画は次の2点である。

- 1) 1MWディーゼル発電設備の新規建設計画
- 2) 11KV配電設備のナベイナ村(北タラワ)までの拡張計画

いずれも、南タラワ及び北タラワの一部に対する電力設備増強計画であり、ナベイナ村以北の北タラワやタラワ以外の島しょの電化計画は存在しない。一方、MWEによると、北タラワやタラワ以外の島しょにおいては、PV施設により電化を考慮しており、本件JICA開発調査を通じて、これらの島しょおよびタラワ以外の島の地方電化計画マスタープランを策定したい意向である。

従って、本件調査によって策定される地方電力計画が、キリバスにおける初めての計画となる。

なお、北タラワのナベイナ～ブアリキ間の電化を南タラワからのグリッド延長により実現すべく、アジア開発銀行(ADB)が、調査を行ない報告書"Report on Future Power System Expansion" (ADB TA1070-KIR)KRTA Consultants Ltd in association with Coopers & Lybtand (NZ), Marck 1990をまとめている。(本調査で入手できなかった。)

5. 国際機関・先進国援助機関による地方電化協力の概要

(1) PEDP (Pacific Energy Deveopment Program)の地方電化計画ガイドライン

UNDP (United Naties Development Program)によって設置された南太平洋地域エネルギー協力機関であるPEDPは、1988年に、"Rural Electrification Policy Guidelines for the Pacific Islands" (PEDP Report REG 88-6, July 1988)という南太平洋諸国の地方

電化計画を立案する際のガイドラインを公表しているので、以下にその要点を紹介する。

地方電化の非技術的問題点

- 1) 地方電化に必要な真のコストが不明。過去の地方電化プロジェクトで、正確に支出額を記録したものは少なく、したがって予算を性格に計算することが困難である。地方電化プロジェクトは、当初積算されたコスト以上に実際のコストが必要になる危険性を十分考慮に入れた、予算的に柔軟性のある立案を行わなければならない。
- 2) 政治的な圧力によって、特定の地域の電化もしくは特定的手段・方法による電化が選択されることが応々にしてある。できるかぎり政治体制から独立した形で、電化政策を決定できるシステムをつくる必要がある。
- 3) 援助国は、被援助国の国家開発政策における優先順位と無関係に、あるいは、プロジェクト候補地における住民のニーズを十分調査せずに、特定的手段による地方電化プロジェクトを推し進めることがある。すべての地方電化プロジェクトは、まず第一に住民の強いニーズに基づいていることが前提条件であり、その上で電化の適正な手段については、援助国の嗜好にとらわれずに、政府、住民の技術的、財政的、組織的能力に基づいて選択されるべきである。なお、地方住民に対する過去のニーズ調査では、電化よりも水供給・道路建設・保健医療施設に対するニーズの方が高かったことも多い。
- 4) 国内の地方開発を推進する機関（たとえば、地方開発省、地方開発銀行等）にエネルギー専門家がいないために、地方開発政策と地方電化政策の歩調が一致していないことがある。地方開発機関と地方電化機関とは交流を活発にし、協同して計画立案にあたるべきである。
- 5) 地方電化のコストは、地方のみにおいてまかなうことができない。即ち、外国からの技術・資金協力に依存しており、外貨交換レートの変動によって影響を受けやすい。プロジェクトの実施にあたっては、可能なかぎり、地域で調達可能なエネルギー源・機材・労働力を利用することが望ましい。
- 6) いったん補助金が導入されると、廃止することが困難である。補助金は、地方電化の初期の施設導入時のみに限定するべきであり、維持管理費用に適用すべきではない。

地方電化の種類

地方電化はその目的によって、「経済開発のための地方電化」と「社会開発のための地方電化」の2つに大別される。

経済開発のための地方電化は、農業・漁業・工業・流通・観光業などの振興を通して、住民の所得の向上を目標としており、電化はこれらの産業用の電力供給を目的とする。

社会開発のための地方電化は、住宅・衛生・水供給・通信・保健医療などの改善によって、住民の生活環境を改善することを目標としており、電化は、住宅・公共施設・ポンプ・通信施設・保健センター等への電力供給を目的とする。電化による社会開発が成功するための前

提条件は、

- a) 電化による施設等の改善が、住民のニーズに合致していること。
 - b) 住民が、プロジェクトのリカレント・コストの大部分を積極的に負担する意思をもって
いること。
 - c) プロジェクト地域に、プロジェクト施設を管理・維持するために必要な積極性と技術力
をもった人材を配置できること。
 - d) 村落もしくは外部からの資金的・行政的・技術的な支援が得られること。
- であり、このうち1つでも欠けると、成功はおぼつかないだろう。

地方電化計画の基本線

- 1) 電気施設の運営費は、電気利用者によってまかなわれること。

初期投資費用は政府もしくは援助国によって負担されうるが、運営経費を長期にわたって、政府・援助国が負担あるいは補助することは不可能である。都市化のすすんだ国では、都市消費者にコスト以上の電力料金を課して、地方消費者への電力料金を安くすることも可能であるが、南太平洋諸国ではこれは現実的でない。したがって、運営費は、電気利用者によって負担される必要があり、この観点よりみた「よい地方電化プロジェクト」とは、初期投資がどうであれ、維持管理費が最小限ですむものといえる。その意味で、ディーゼル発電よりも、水力、太陽光、バイオマス、風力、潮力等の再生可能な自然エネルギーを利用した電化の実用化に期待がかかる。

- 2) 電気施設の維持管理は、簡単な技術訓練を受けた地域の住民によって実施可能であること。

南太平洋諸国は、その離島としての地理的条件より、都市に本部を置く地方電化機関が地方における電化施設の日常的な維持管理にあたることは不可能であり、コスト的にも合わない。したがって、地域において維持管理にあたれる人材を養成することが必要であり、また維持管理作業が技術的に高度でなく、コスト的に安上がりで、作業頻度が最小ですむようなシステムを設計することが重要である。

- 3) 電気施設の維持管理に必要なスペア・パーツは極力数少なく、かつプロジェクト地域において安価に貯蔵しておくことができること。

離島の電化における最大の問題点のひとつは、往々にしてスペアパーツが入手困難なため、電力供給が中断されることである。これは、電化の目的である経済開発・社会開発を妨げることになり、また利用者からの電気料金の徴収も困難になる。したがって、安定的に電力を供給するためには、維持管理上もっとも問題の少ない、可能なかぎり単純で標準的なモジュールを利用することが重要で、必要なスペア・パーツの種類がなるべく少なくなるようなシステムを設計することが重要である。一般的には、ディーゼル発電よりもP
Vシステムの方が少ないスペア・パーツですむ、この意味でも地方電化に適している。

4) 電気供給事業が、地域住民の緊急のニーズと期待にこたえるものであること。また、将来的に電力需要が増加したときに、技術的に容易に、また経済的に手頃なコストで、システムを拡張できること。

電力供給事業の規模、容量を決定するためには、住民のニーズに基づく経済開発・社会開発の実現に必要な電力量を把握することが必要であるが、それと同時に、将来の電力需要の増加を予測し、拡張の方法を最初から考えておくことも必要である。南太平洋諸国でのPVシステムによる地方電化計画は、主に住居の照明を目的としているものが多いが、住民のニーズがビデオ・冷蔵庫・他の電化製品の利用へと増大していくことは十分予想されうる事態であるので、最初から拡張性を考えにいったシステムを設計することが重要である。また、将来の需要を見込んで、最初から規模の大きい発電施設を作るとは好ましくない。過大規模の施設は、住民が負担できる以上のコストを生みがちであり、またシステムも複雑かつ専門的なため、維持管理も住民の手に負えなくなる。したがって重要なのは、適正規模の施設でスタートし、住民のニーズの成長とともに、柔軟に（過大な追加投資を必要とせず）拡張していけるシステムを設計することである。

地方電化のための組織・体制

1) 地方電化の実施機関を、政府エネルギー担当者、都市電化実施機関とは別に設置すべきである。

地方電化は、広範囲地域に分散した需要者を対象とした事業であり、住民のニーズ、電気供給の形態、施設の維持管理システムは、都市電化のそれと大きく異なっている。したがって、複数の村落への送電線延長による電化を担当する都市電化機関とは別に、村落ベースでの個別的な地方電化事業を推進する専門の実施機関を設置すべきである。この機関は、都市電化機関と技術的なつながりをもつ（必要であれば、技術者をシェアし、倉庫・訓練施設・コンピューター施設を共用することもありえる）が、資金的・機構的には政府エネルギー省・都市電化機関から完全に独立している必要がある。資金的に独立するためには、エネルギー省を通さずに、直接大蔵省、計画省と接点をもつことが望ましい。また、農村開発に携わる他の政府機関・開発銀行等とも公式な接点を確保するのがよく、たとえば、相互に相手の理事会・アドバイザリー・ボードに人を派遣するという形態が考えられる。

2) 地方電化の政策立案は、都市電化の政策立案とともに、政府エネルギー省が行なうべきであり、エネルギー省は地方電化機関及び都市電化機関に対して監督責任をもつ。

3) 電化対象となる地域においては、地方電化機関の駐在員を各地域ごとに配置すべきであり、駐在員は担当する地域の電気施設に2時間以内に到達できることが望ましい。また、村落レベルでは、村民の中から地方電化機関のパート・タイム従業員を雇用することがよく、日常的な苦情処理、簡単な維持管理、電気料金の徴収を行なうこととする。駐在員は

村民であるが、経済的には地方電化機関に依存しているべきであり、さもないと村の政治力によって料金を正しく徴収できなくなったり、また料金未払い者に対する電力供給の停止等の処分を迅速に実行できなくなる。

以上が、PEDPによる「南太平洋諸国における地方電化計画のためのガイドライン」の概要であるが、PEDPのキリバスにおける1990年度の協力実績を表13として添付しておく。

(2) 世界銀行・UNDPによるキリバスのエネルギー・アセスメント

世界銀行とUNDPは共同で、Energy Sector Assessment Programに資金を出しているが、南太平洋地域では、世界銀行・PEDP・アジア開発銀行・Forum を実施機関とするPacific Regional Energy Assessment (PREA) が国別に順次実施されている。過去に、パプア・ニューギニア(1982)、フィジー(1983)、ソロモン諸島(1983)、トンガ(1985)、バヌアツ(1985)、西サモア(1985)において実施され、1990年度にはキリバスにおいて実施された。1991年2月13日から18日にかけて、世界銀行工業・エネルギー局のAndres Lieben-thalを団長とする6名のチームが、キリバスを訪れ、調査を行っており、地方電化に関するこれらのアセスメントは以下の通りである。

- 1) 再生可能な自然エネルギーの利用促進を図ることは、石油の輸入代金を少しでも減らしたいキリバス政府にとって、優先課題である。利用可能なエネルギー源としては、太陽エネルギー、海洋エネルギー、風力エネルギーがあるが、太陽エネルギーを除いては、全く技術的・経済的に実用化の目途がついていない。したがって、キリバス国としては、海洋エネルギー・風力エネルギーの開発に投資することは今の時点では得策ではなく、他の太平洋地域における開発状況の情報をこまめに収集することに留意すべきである。太陽エネルギーについては、太陽熱による温水装置、及びPVパネルによる太陽光発電が徐々に利用されるようになってきており、地方における小規模プロジェクトで有効性を発揮できるだろう。
- 2) 太陽光発電において留意すべきことは、利用済みのバッテリーが不用意に投棄されると環境に悪影響を与える点で、計画段階からバッテリーの回収・処理システムを確立しておく必要がある。
- 3) キリバスにおいては、地方電化は経済開発を引き起こすための原動力とはなりにくいと思われる。したがって、地方電化の主要な目的は、住民の生活環境の改善に置かれるべきであり、彼らのニーズに正しく応えているか否かがプロジェクトの成否の鍵である。
- 4) キリバスの無電化農村における電力ニーズは、照明と小規模な電化製品が中心であるので、電化の手段としては、現在のところ、維持管理が技術的・経済的に比較的簡単な太陽光発電がもっとも適していると思われる。キリバス政府は、太陽エネルギーの利用を推進するために、1984年にSolar Energy Company (SEC) を設立し、離島住民へのPVシス

テムの販売を行っていたが、結果的にはP Vシステムの正しい設置方法・維持管理方法を住民が知らなかったために、大部分のP Vシステムは現在正常に稼働していない。キリバス政府はこれを反省して、1991年1月に、S E Cの事業形態をP Vシステムの販売から、P VシステムはS E Cが保有し、利用者から電気供給サービスに対する料金を徴収する方式へと変更することを決定したが、世界銀行・UNDPはこの方向を支持するものである。PUBとS E Cの分業体制については、PUBは南タラワにおける送電線からの電気供給を担当し、S E Cは北タラワ及び他の離島における小規模電化事業を担当することが望ましい。

表13 PEDP 1990 年度キリバスへの協力実績

UNDP/ESCAP Pacific Energy Development Programme

PEDP ACTIVITIES IN KIRIBATI: 1989 - 1991
(Revised: December 1990)

1) FORMAL REPORTS COMPLETED

Title	Number	Date	Status
× Commentary on the Supply Agreement Between Mobil Oil and the Kiribati Oil Company	Kiri 89-1	Jan 1989	Conf
Comments on an 'Appraisal of the Power Distribution Project in Kiribati' (ADB, Oct 1988)	Kiri 89-2	May 1989	
× Kiribati Petroleum Supply and Operating Agreement	Kiri 89-3	Jul 1989	Conf
× Draft Tender Document for Kiritimati Petroleum Supply	Kiri 90-1	Jan 1990	Conf
× An Audit of the Kiritimati Bulk Fuel Facilities and Operating Procedures and an Evaluation of Progress on the Mobil Supply Agreement	Kiri 90-2	Apr 1990	Conf
× Kiritimati Petroleum Supply Tender Evaluation	Kiri 90-3	Jun 1990	Conf
Brief Comments on Power System Expansion in Kiribati	Kiri 90-4	Jul 1990	
× Kiritimati Petroleum Supply Contract	Kiri 90-5	Aug 1990	Conf

2) OTHER ADVISORY ASSISTANCE UNDERWAY OR REQUESTED

Request	Date Received	Expected Completion
a) 'Pacific Regional Energy Assessment' Mission (World Bank/PEDP/Asian Development Bank/FSED; mission in early 1991)	early 1990	mid 1991

3) MEETINGS, SEMINARS OR TRAINING PROVIDED

Course or Activity	Participants	Location	Date
a) Photovoltaics "Training-of-trainers" Courses (joint PEDP/SPIRE course at Solar Energy Company)	4 trainers 52 trainees	Tarawa, Kiribati	15-26 May 1989
b) Meeting of Chief Executives of National Power Authorities (PEDP assisted by FSED/ADB)	N Biribo	Port Moresby, PNG	26-29 June 1989
c) 1989 Regional Energy Meeting (FSED assisted by PEDP)	T Tamuera	Pohnpei, FSM	14-15 Aug 1989
d) 1989 Meeting of Energy Ministers and Permanent Secretaries (PEDP/EWC assisted by FSED)	Hon. I Karotu T Tamuera	Honolulu, Hawaii	22-24 Aug 1989
e) Training Course on Solar Photovoltaics Project Development (SPIRE with PEDP/FSED/SPC assistance)	T Akura R Ioteba	Mahina, Tahiti	16-30 May 1990
× f) Training for Manager of Kiribati Oil Company on Tender Evaluation	A Arintectake	Suva, Fiji	May/Jul 1990
g) Regional Seminar on Electric Power System Efficiency & Loss Reduction and Second Meeting of Chief Executives of Pacific Island Power Authorities (PEDP/Asian Development Bank/World Bank ESMAP/FSED)	N. Biribo B. Tiwari	Nadi, Fiji	3-7 Sept 1990
h) Pacific Regional Seminar on Household and Rural Energy (World Bank ESMAP/PEDP/FSED with support from EEC)	T. Akura, R. Ioteba K. Kamoriki	Port Vila, Vanuatu	5-9 Nov 1990

4) MEETINGS, SEMINARS OR TRAINING PLANNED

Activity	Participants	Location	Date
a) 1991 Meeting of Energy Ministers and Permanent Secretaries (PEDP/EWC assisted by World Bank/FSED)	one or two participants	Honolulu, Hawaii	mid July 1991
b) Seminar on Results of the 'Pacific Regional Energy Assessment' (PEDP assisted by World Bank)	one or two participants	Apia	Sept 1991
c) Training Seminar on Power Utility Financial Accounting (PEDP, ADB)	one or two participants	undecided (Apia ?)	late 1991
d) Third Meeting of CEO's of Power Utilities & Financial Policy Workshop (PEDP, ADB)	one or two participant	undecided	late 1991

5) OTHER SERVICES, EQUIPMENT, OR MATERIALS PROVIDED OR PLANNED

Description	Date
a) Reference Library. Additions to basic core energy library (reports, texts)	Ongoing
× b) Petroleum. Occasional pricing advice; regular newsletter	Ongoing
c) Photovoltaics. Advanced training kits	mid 1989
d) Computer. Provision of Laptop computer, carrying case and extra disk drive to government Solar Energy Company	May 1990
e) Power planning reference materials	Sept 1990

第4章 地方電化手段としての太陽光発電の評価

1. 総論

1970年代の2度にわたる石油危機は、非産油開発途上国の経済に重大な影響を与え、海外資源に依存する先進国、特に日本で根本的なエネルギー政策転換—省エネルギーの推進—を促進した一方、非産油開発途上国においても国家経済の輸入石油の依存度を減少させ、エネルギー安全保障を実現するための政策の選択を促した。

石油代替エネルギーの開発、なかでも、国内地場エネルギーの開発利用は、そのような政策の基本的な部分に位置づけられるものである。

(1) 途上国における再生可能エネルギーの開発

途上国における再生可能エネルギー開発は、国内（地場）の膨大な潜在エネルギー、例えば、バイオマス、太陽光、太陽熱、風力及び小規模水力資源等の開発に目標が置かれている。

これらの再生可能エネルギーは、石油等の化石燃料を利用した大規模産業向け、大都市向け、集中型／スケールメリット型のエネルギー開発とは对象的に、小規模、農村向け、分散型のエネルギー開発・利用に適している。それは以下の事情に起因している。

- 1) 従来型エネルギー（再生不能エネルギー：化石燃料等）は、途上国の農村、僻地に届けるために極めて高いコストがかかる。
- 2) 再生可能エネルギーに係る技術進歩により、適用可能性の拡大、効率の向上があった。
- 3) 再生可能エネルギー開発に係る機器類の生産は、途上国の技術でもかなり対応可能である。

以上のような、再生可能エネルギー開発の可能性にもかかわらず、現実には、その開発利用は大幅に進んだ訳ではない。その理由として、以下の事実が挙げられている。

- 1) 再生可能エネルギーの開発、適用、応用の困難性とコストの高いこと。
- 2) 再生可能エネルギーの開発・利用を推進する組織と政策が弱体であること。

以上の克服すべき条件のうち、1)については専ら先進国における技術開発と普及によるコスト削減に期待する部分が大である。2)の点については、先進国側が個々別々に再生可能エネルギーの開発・利用を途上国側に売り込むことにより、途上国側の各機関の調整がとれていないこと等が指摘されている。

従って、今後、開発途上国で再生可能エネルギーの開発・利用を促進するために、途上国側の組織構成を強化することに加え、当該途上国におけるエネルギー需要と開発可能性に側応した「再生エネルギー開発戦略」の策定が必要である。その戦略の中で、種々の再生可能エネルギーの開発・利用可能性の評価、潜在的な重要性の評価を行なわねばならない。

(2) 太陽光発電と開発途上国に導入する場合の留意点

序論にも述べたように、太陽光発電は石油代替エネルギー化を推進している開発途上国の電化、特に需要家が分散している地方電化にとって今後期待すべき新しい電化手段であるが、現時点ではいくつかの課題、留意点がある。

本章は、開発途上国における地方電化手段としての太陽光発電を評価し、導入する場合の留意点を検討することを目的としている。以下にそれらの問題点を整理し、各項目についての議論を後の節に述べることとする。

1) PV発電のコストの問題

イ. キャピタル・コスト

PV電池モジュールのコストを含むシステムコストが、他の電化手段と比較して高いこと。

システム・コストの低下に係る将来展望が十分得られていないこと。

e.g. PV発電システムコスト

ロ. リカレント・コスト

PV発電で得られた電力を昼夜にわたり、悪天時においても安定的に供給するには、大容量の蓄電池が必要である。しかしながら、バッテリーは、過放電等により容易に能力低下をきたすため、システムの中ではボトルネックとなっている。

PVシステムの維持管理は、ディーゼル発電に比較して容易であることは大きなメリットであるが、バッテリーの維持管理の手間及び維持コストについて十分検討しておかなくてはならない。

無償による援助の場合、初期投資部分のほとんどをドナー側が供与したとしても、維持管理費の部分は開発途上国側の後年度負担として発生してくることを配慮し、維持管理体制を検討しておくことが不可欠である。

なお、NEDOが発表しているコストは、開発途上国に適用する場合は、十分な余裕を見込んでおく必要がある。(低めのコストである。)

2) 維持管理に係る技術的な問題

PV発電システムは、ディーゼル発電と比較して維持管理が容易な点は、大きなメリットである。但し、開発途上国における経験では、非常に多くのプロジェクトで、バッテリーの消耗によるシステムの破綻が報告されている。

その主な原因は、コントローラーを使用していないこと、発電能力に対して過重な負荷を設定したこと(家庭電気製品の多使用など)、バッテリーの適正な維持・点検をしていないこと(蒸留水の補給を怠る等)が挙げられる。

分散型独立電源としてPVシステムを設置する場合は、それらの初歩的な維持管理を受益者側で実施することを検討しておかなくてはならない。

3) 維持管理に係る実施体制の問題

地方電化プロジェクトは、都市における電気事業と比較してkWあたりのキャピタルコスト、リカレントコストが高くなるのが一般的である。これは、受益者が分散していることに加え、需要が小さいため、スケールメリットを享受できないためである。

このため、地方電化を計画する場合、その電化事業を行う事業者が健全に経営できるかどうかを事前に検討しておく必要がある。

キリバスの場合は、Solar Energy Companyという国策会社の事業として地方電化事業を実施する計画であるが、国からの補助金が得られる可能性が低く、受益者から徴収する料金だけで健全な経営が可能か否かが最大の問題点である。

更に、地方電化を行う現場が、事業者所在地から遠隔の地にあるケースが一般的であるので、現場における管理者（キリバスでは、フィールド・エージェント）を置き、料金徴収と併わせて、日常の簡単な保守点検を実施する体制を確立することが必要である。

2. 太陽光発電システム開発の現状及び展望

(1) 概要

我が国の太陽光発電システムの本格的な研究開発はサンシャイン計画の下で昭和55年からNEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）により開始された。

第1段階は、太陽光発電所を設置し太陽光発電が電力用として利用できるかどうかを検討し、実際に利用可能であることが検証できた。

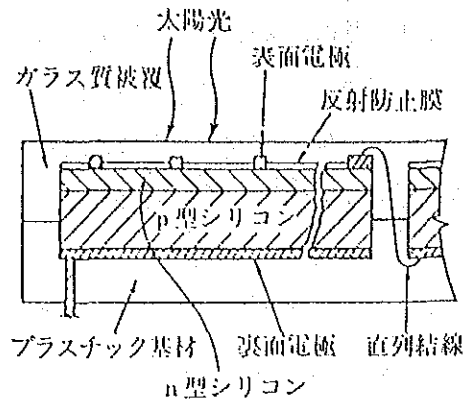
第2段階は、電力系統と連系しない独立分散型システムの開発研究を行い、更に研究終了後実用設備として活用するための研究がこの4年間になされてきた。

このように、表面的には、今まさしく研究段階から実用化の段階へ移ろうとしているように見える。しかし、コストの壁は依然として立ちはだかつており、これを乗り越えるには、太陽光発電システムの普及による大量生産と、生産価格の低下努力、例えば、太陽電池パネル自体の生産コストの低下に加えて、周辺機器（架台、蓄電池、直交電力変換装置等）の大幅なコストダウンのための技術開発が必要である。

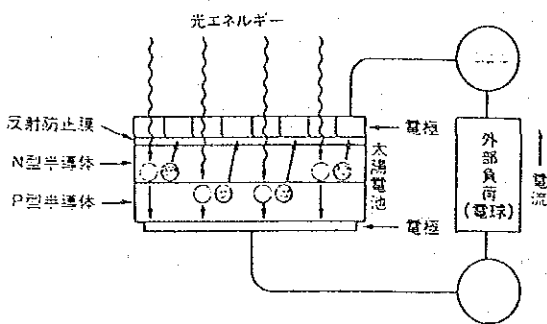
とりまとめると、太陽光発電の普及のための課題は、機器システムコスト低下のための技術開発と、電気事業制度の転換等による普及推進に集約できる。普及にあたっては、如何にユーザーの負担を軽減するか、が重要である。

(2) PV電池の概要

太陽光発電は、太陽電池を利用して、太陽光線から量子的エネルギー変換によって直接直流電気を取り出し、これを交流に変換するなどして利用する技術である。現在実用化されている太陽電池の大部分はシリコン太陽電池で、下図に示すようにp型半導体（シリコン）とn型半導体を接合してつくられている。



(a) 断面図



太陽電池の構造は、左図に示すように2種類の半導体からできており、一つは電子(●電荷)が多いN型半導体、もう一つは電子と反対の性質を持つ正孔(○電荷)が多いP型半導体と言われるもので、この二つを接合して各々に電極を付けている。太陽電池に光エネルギーを当てると負の電気(●電荷)と正の電気(○電荷)が発生し、負の電気はN型半導体へ、正の電気はP型半導体へ分離され、電極間に電圧が起こり、これに外部負荷たとえば電極を接続すると電流が流れ点灯する。

図3 太陽電池の原理

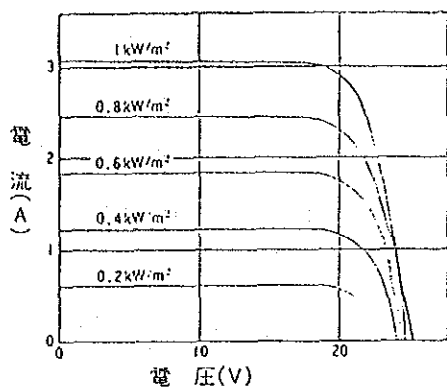
太陽電池には、シリコン原子が規則正しく並び1つの結晶となっている単結晶太陽電池、小さな単結晶が集まってできている多結晶太陽電池、および原子が全て不規則に並んでいるアモルファス太陽電池がある。太陽光から電気への変換効率は、後述するセル効率として計測されており、単結晶が最も高く、多結晶、アモルファスの順で低くなる。アモルファスはコストが安いので、変換効率が低いものの、少ない材料で大面積の太陽電池が製作可能な点が利点である。

開発途上国の地方電化等に使用されている太陽電池は、現在のところ、大半が単結晶又は多結晶で占められている。ちなみに、JICAがインドネシアで実施中の「太陽光発電ハイブリッドシステム地方電化計画調査」では、単結晶と多結晶を併用している。

(3) 太陽電池の発電特性

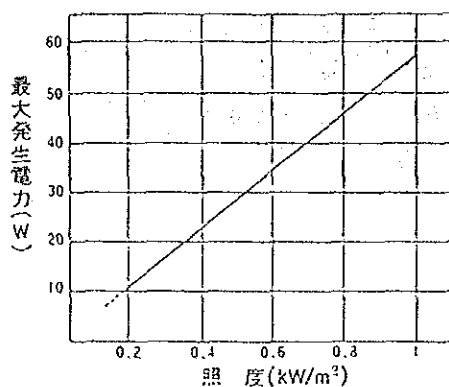
太陽エネルギーとして地上で得られる量は $860\text{kcal}/\text{m}^2$ である。これを電力に換算すると $1\text{kWh}/\text{m}^2$ となる。

日射量(単位 kWh/m^2) とPV発電電力との関係は実験によって以下のように求められている。



(a) 電圧・電流特性の照度依存性

太陽電池は日射量が低下すると、発生電圧および電流とも低下しますが、相対的にみると電流の低下が著しい性質を持っている。



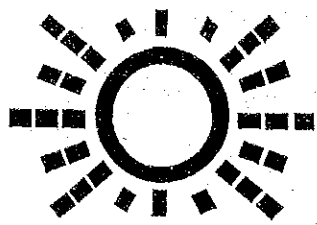
(b) 最大発生電力の照度依存性

太陽電池が発電する電力は、電圧×電流であるため、左図から日射量が低下するに伴いほぼ直線的に低下する性質を持っている。

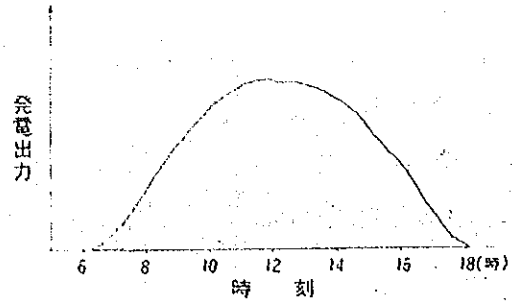
図4 太陽電池の発電特性（結晶系太陽電池モジュールの一例）

また、四国、西条における1日の発電パターンは晴天時、曇天時、雨天時について以下のようなカーブを描く。グラフの曲線と横軸とで囲まれた面積が発電電力量にあたる。

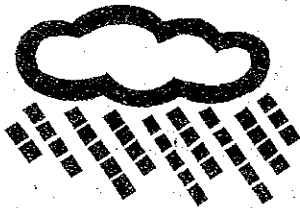
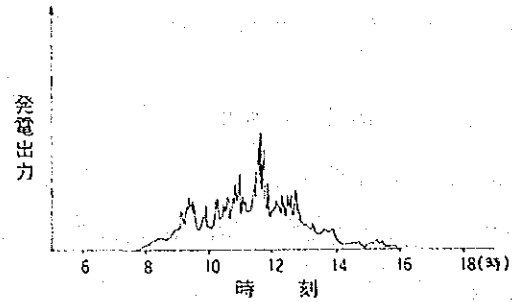
発電出力は、晴天時 100に対し、曇天時40%雨天時20%と変化し、夏季、冬季の季節差もある。



晴天時



曇天時



雨天時

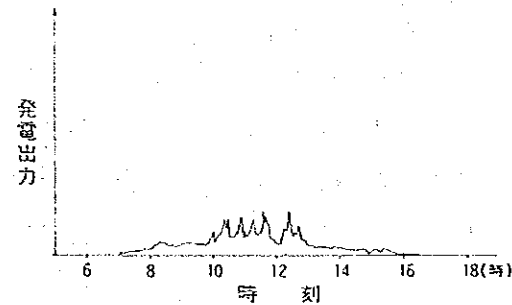


図5 太陽光発電システムの発電出力例

(4) 太陽光発電システムコスト

太陽光発電のコストを論ずる場合、よく引きあいに出されるのは、太陽電池モジュールコスト (円/W) の低下の実績である。これは、かなり理想的な条件で測定された場合 (NE D Oは、700円/W) と一般的な条件で測定された場合(1,500円/W) ではかなりの開きがあるのであるが、更に重要なことは、実際のプロジェクトのコストに影響を与えるものとして、太陽電池モジュールのコストばかりでなく、先述の周辺機器を含めたシステムコストをとらえる必要があるということである。

キリバスにおける分散型独立電源としてのP Vシステム構成機器は、例えば次のようなものが考えられる。

(一般家屋用)

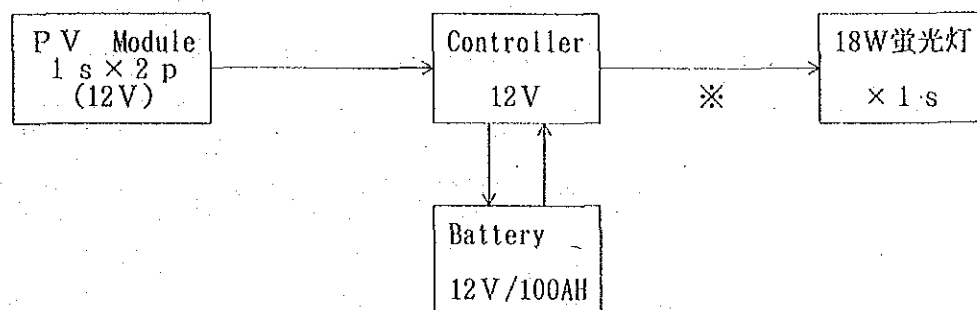


図6 PVシステム構成機器

(説明)

PVパネルで昼間発電した電力をコントローラを通じて、バッテリーに充電、夜間バッテリーから放電させ、コントローラを通じて家庭用電源（この場合蛍光灯）として使用するシステムである。ここで、コントローラはバッテリーの過放電、過充電を防止する目的で使用される。

なお、このシステムでは、システム全体を通じて直流電流のまま使用している（蛍光灯には、インバータ（直交変換装置）が内蔵されている）。交流用の家庭電気製品を使用する場合は、図の※の位置にインバータを設置する必要がある。

これらのシステム構成機器は、正常にシステムを機能させるための最少限のものである。システム構成、即ち太陽電池モジュール数、バッテリー容量などは、使用する電力量、PV発電効率（日照条件による）等により異なる。

システム構成そのものが、開発途上国に適用されようとしている分散型独立電源タイプと先進国で適用しようとしているグリッド接続タイプ（この場合、余剰電力をグリッド電気事業者へ売電することを前提としている）とでは異なるので、それぞれのシステムに対するシステムコストを検討してPV発電の適用可能性を検討する必要がある。

以下、システムコストを評価するために必要なPV電池のモジュール価格、モジュール効率、セル効率、周辺装置（BOS）のコスト、PV電池の発電特性等について検討する。

イ. NEDOによるPVシステムコストの評価

NEDOでは、異なるタイプのPVシステムについて以下のようにシステムコストの現状と目標値を評価している。

(※ PV発電コストは、現在、150,000円/kWh、という値が相場と言われている。)

・システム・コストの評価

現状での太陽光発電による電力のコストは商用電源の価格より遙かに高いものとなっている。NEDOでは、システム構成要素の価格、性能等について過去の実績を整理し

て現在のレベルと将来動向の推定を行っている。

表14 代表的な太陽光発電システムの建設・発電コスト

モデルシステム	建設コスト (千円/kW)			発電コスト (千円/kW)		
	1990	1995	2000	1990	1995	2000
個人住宅システム	893	424	212	97	44	21
集中配置型システム	746	446	277	92	53	32
離島用システム	900	562	378	148	93	64

ちなみに石油・石炭・天然ガス火力発電設備の初期設備投資コスト（1kW当りの建設費）は、約10万円/kWであり、上表と比べ約10分の1である。

ロ. PV電池モジュールコストの評価

現実に、PV発電システムコストを大きく左右する条件は、PV電池のモジュールコストである。モジュールとは個々の太陽電池セルの集合体としてのPVアレイ（または、PVパネル）のことを指している。モジュール・コストは即ち、太陽電池の販売コストを指す。

PV電池の販売コストは、生産国によっていく分の差があり、日本製は欧州、米国製に比較してやや高い。（耐久性は、日本製が優れている。）

わが国のPV電池販売コストは、およそ1,000円/Wp程度である。

NEDOがシステム開発の研究設備を建設するために購入した太陽電池の価格は、上の右図のとおりである。1点鎖線は前記システムコストの評価に用いた予想価格であるが、近年価格低下は鈍化しており、予想価格との乖離は今後さらに大きくなることと思われる。

サンシャイン計画の目標値である2000年に、100~200円/Wの価格を実現するには、大量生産によるコストダウンと、コストダウンのための技術開発が必要である。

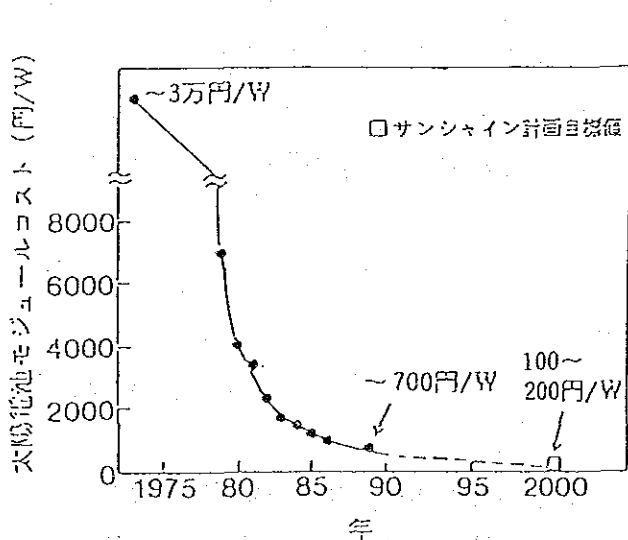


図7 太陽電池コストの推移と予測

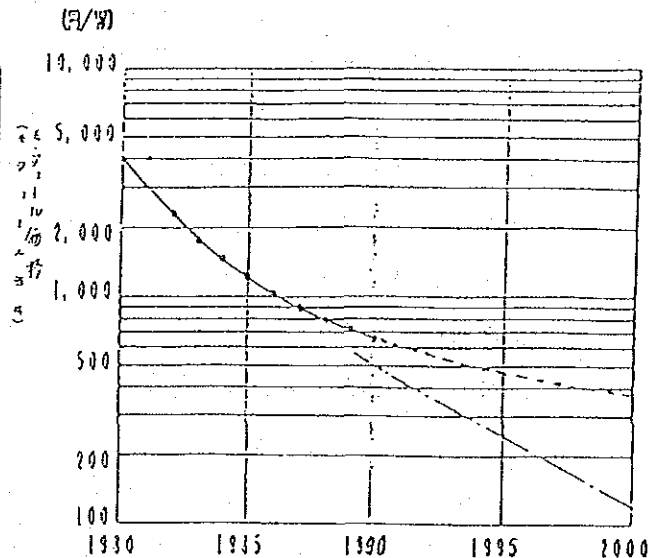


図8 太陽電池モジュール価格の推移

ハ、太陽電池の効率について

太陽電池の効率、即ち太陽光から電気への変換効率を表わすものとして、セル効率とモジュール効率がある。

セル効率は、単体としてのPV電池セルのエネルギー変換効率であり、研究室における実験値である。モジュール効率は製品としてのPV電池パネル全体としてのエネルギー変換効率である。

研究室で得られたセル効率のトップデータは、年々向上している。一方モジュール効率の方は、図9のとおりあまり変化していない。

表15 太陽電池の発電効率

	セル効率トップデータ	モジュール効率
単結晶	19%	12%
多結晶	16.5%	11.5%
アモルファス	10%	5.5%

以上のとおり、セル効率トップデータとモジュール効率との差は5~7%もあり、モジュール構成の際の構造上のロスを加味したとしても、この差は大きすぎる。

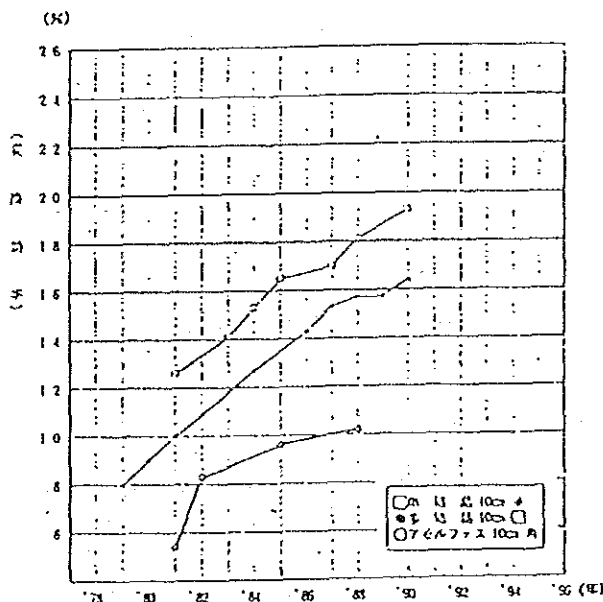


図9 セル効率のトップデータ

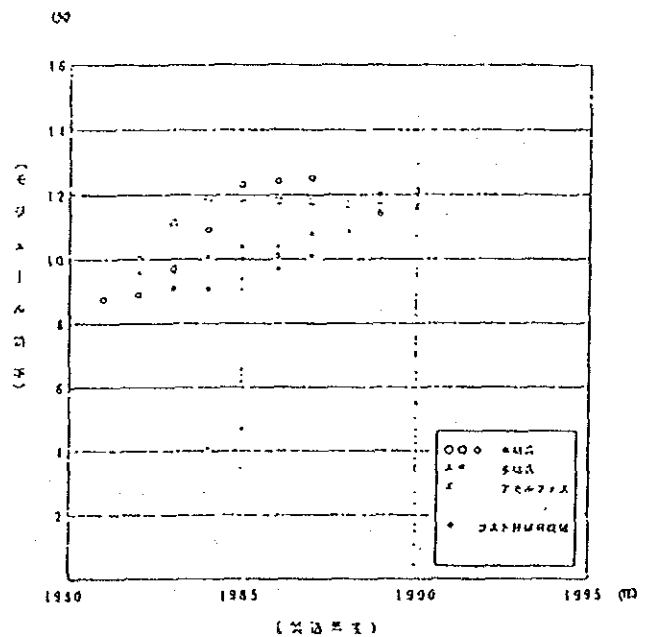


図10 太陽電池モジュール効率の推移

従って、今後PV電池の量産化を図るにあたり、製品のモジュール効率をセル効率トップデータに如何に接近させるかが課題となる。

また、我が国のPV電池メーカーのモジュール効率測定値は高めに申告されており、検査機関の出力値と8%もの差異があることが報告されているので、製品の公称出力値の検査体制を敷くことも検討されている。

なお、単結晶タイプのモジュール効率が従来最優秀であったが、近年多結晶タイプのモジュール効率が単結晶タイプに追随するようになった。生産コストは、多結晶の方が低いため、今後多結晶タイプの需要が伸びるものと思われる。

一方、アモルファスのモジュール効率は、6年前からあまり向上していない。

二、周辺装置（BOS）のコスト

① 蓄電池

太陽光発電用鉛蓄電池は、自動車用のものと比較して容量が大きい。これは、充電・放電の電力量が大きいためと、PV発電量が日照条件によって大きく左右されるため、蓄電容量を大きくして安定した電力供給をする必要があるためである。

この太陽光発電用鉛蓄電池は、太陽光発電のみを電源とするシステムの場合は、不可欠な周辺装置であるが、過放電、過充電による蓄電能力の低減が起こり易く、PV発電のボトルネックとなるケースが開発途上国の場合、多いのが現状である。

このような深充電用のバッテリーは、充電が少ないため、生産コストが高い。自動車用バッテリーとのコスト比較は以下のとおり。

表16 自動車用・太陽光発電用バッテリーの比較

	規格	価格	円/wh	寿命
自動車用	12V・40AH	21,000円	44円/wh	2年
PV用	12V・45AH	120,000円	222円/wh	5年

なお、NEDOが近年、購入した太陽光発電用鉛蓄電池のコストは50円/whと報告されている（業界指導価格と見てよい）。

参考のため、国内メーカーのコストを挙げる（表17）。

PV発電システムでは、発電電力量と使用電力量との関係からシステムを適正に運転するためのバッテリー容量と放電・充電制御パターンを決定することが重要である。しかしながら、その適正值は確立されておらず、今後、システムを傷めないためのシステム設計を行うことが課題となっている。

メーカーの実験室での再現試験では、システムを10年間正常に稼働させるためには、バッテリーからの実放・充電を定格の1/10にすることが必要と報告されている。大量

の充・放電がバッテリーの電極を傷めることを防止するためである。従って、現実にP
Vシステムを導入する場合は、バッテリーの容量は、実使用の10倍の規模とすることが
望ましい。(但し、インドネシア、ハイブリッドシステムの案件では、定格充放電量の
24%と設定している。)

PVシステムの持続性を確保する上で、バッテリーの寿命の延長が最大の項目である。
但し、バッテリーの消耗度は肉眼で確認することは不可能であり、一度バッテリー液を
取除いた後電極の消耗度を測定する必要がある。これを開発途上国の現場で実施するこ
とは困難である。

バッテリーの寿命を保つには、年3～4回のリフレッシュ・チャージ(フル充電)が
必要であり、その保守の際は需要を一定期間ストップすることも必要となる。集中型の
場合は一元管理しているのでシステムティックにできるが、分散型の場合、フィールド
・エージェント等により、各需要家と調整しつつ確実にこれを行っていく必要がある。

表-17 各種鉛蓄電池の比較

蓄電池形式 項目	CSL	P S - T L	C S (E F)	H S	H S E	M S E
電極方式	クラッド式	ペースト式	クラッド式	ペースト式	ペースト式	ペースト式
適容量 (Ah/10HR)	130~2000Ah	※ ¹ 50~2600Ah/500HR	15~2400Ah (2500~8000Ah)	30~2500Ah	30~100Ah	30~3000Ah
液面差 (最高-最低液面間隔mm)	40	40	90Ah 以下 10 130Ah 以上 20	10	(補水不要)	(補水不要)
自己放電量 (%/月)	15% 以下	3% 以下	15% 以下	15% 以下	3% 以下	3% 以下
寿命 (DOD 50%放電回数)	2000 以上	※ ² 2000 以上 (DOD 30%)	1500 以上	1000 以上	1200 以上	1200 以上
特長	不規則な充放電または深い放電の繰り返しに強い。 補水回帰が長い。	微小電流で長時間連続放電する用途に適している。 自己放電量が少ない。 補水回帰が長い。	一般据置電池(常時待機形)として寿命長大。 (実績大)	一般据置電池(常時待機形)としての実績大。 高率放電に適している。	メンテナンスフリー	メンテナンスフリー
標準価格 (円/W h)	170	76	142	96	148	155
備考	太陽光発電システム専用		汎用据置鉛蓄電池		汎用据置鉛蓄電池 (陰極吸収式シール形)	

※¹ P S - T L形は超低率放電(微小電流放電)に適した設計となっており、このタイプの容量は500HRで示した。

※² P S - T L形は比較的浅い放電を繰り返す用途に適した設計となっており、深放電の繰り返しには向いていないため、このタイプのみの寿命はDOD30%を条件として示した。

② コントローラ

コントローラは、バッテリーの過放（充）電を防止するための装置であるが、現在、バッテリーの残存電力量を正確に計測することはできない。現在のコントローラは、端子電圧を感知して制御する方式と、出入電力を積算し、制御する方式とに分かれる。これらを併用することは可能。

価格は、12V 一般家庭用 20万円
24V 集 落 用 30万円

である。

バッテリーの寿命を保つために最も必要なことは、過放（充）電を防止することとともに、極値として大きな電力を放出（入力）することを防止することが必要である。

インドネシア・ハイブリッド・システムプロジェクトでは、負荷のコントロールを次のように行うこととしている。

	(P V - D)	(P V - M H)
i) 1日使用電力量の制限	170kWh	150kWh
ii) 極大放電力の制限	30kW	24kW
	37.5kVA	30kVA

以上のいずれの制限値を越えた場合、ブレーカにより電力供給を停止する。

3. ディーゼル発電グリッドシステムと分散型太陽光発電の優位性比較

キリバス政府が地方電化手段として太陽光発電システム（P Vシステム）を選択し、広大な海域に散在する同国の地方村落電化事業を推進しようとしている。その場合、代替電化手段や他国における類似例について、比較検討が必要となるが、その比較対象として、

- ・ディーゼル発電グリッドシステム
- ・既存グリッドの延長、単独ディーゼル
- ・トゥバルにおけるP Vシステム

があげられる。これらについては、南太平洋再生可能エネルギー機構（S P I R E）、国連太平洋エネルギー開発機構（P E D P）等が報告書を出しているので、以下に記述する。

S P I R Eが、この比較を“RURAL ELECTRIFICATION WITH PHOTOVOLTAICS : POLICY LESSONS LEARNED FROM PACIFIC ISLAND EXPERIENCE”の中でおこなっているので以下に記述する。

(1) P Vシステムとディーゼル発電グリッドシステムとの優位性比較

イ. P Vシステムがディーゼル発電グリッドシステムより有利な点

- 1) 配電網のない民家が広く分散している地域共同体では、新規に電化をする際、システムの運転コストの安さが、資本コストの安さより大きくなる。
- 2) ディーゼル発電グリッドシステムでは、発電設備や配電線の線下補償あるいは他の機

器の設置用地取得が、太平洋島しょ国の村落部ではかなり困難であるのに比べ、P Vシステムはさほど問題とならない。

3) P Vシステムでは燃料コストの節約だけでなく、燃料の供給や保管の困難さも回避できる。太平洋に点在する村落地域共同体では燃料供給の不確実性は共通の問題である。

又、ディーゼル発電グリッドシステムでは、荒天時、燃料の安全な陸揚げができなかったり、船の機械的な故障が長期間の輸送遅延となったり、陸揚げ設備や燃料保管設備の不十分さによる燃料の汚染や環境破壊を起こす。

4) 分散型システムは、個々の要求に見合った設備サイズにすることができる。集中型システムの場合では、システム容量は、そのシステムコストの負担分を支配する2～3の裕福な顧客の要求により決まってしまう。

5) 小規模集中型システムでは容易に過負荷となり、結果として電力喪失が全地域共同体に及ぶが、分散型システムでの過負荷は個々の家屋の電力喪失のみで済む。

6) P Vシステムの主構成機器は、ソーラーパネル、充放電制御用コントローラー、およびバッテリーであり、集中型ディーゼル発電システムに比べ発電能力は、はるかに劣るものの技術的複雑さはほとんどないため、P Vシステムの主要構成機器の維持や修理は最小限の訓練を受けた人間でできる。これに反し集中型ディーゼル発電システムでは、運転維持するのに高度に訓練された人間が必要となる。

7) 集中型ディーゼル発電システムでの電力供給信頼度は高いが、同システムの構成要素の事故が全地域共同体の電力喪失となる。同様の事故は、個々の分散型P Vシステムでは電力喪失は1ユーザーにとどまる。

更に、P Vシステムは可動部品がないが、ディーゼル発電システムは、数百もの可動部品を有し、システム事故を誘起する。

8) 住宅の配置は、グリッドによる制約を受けない。P Vシステムは住宅の新しい配置に伴って移動できるが、グリッドシステムは1度設置したら容易には移動できない。

9) 集中型ディーゼル発電システムは、発電機や配電線の容量によって厳しくその限界能力が決まるが、最大電力需要に対する分散型P Vシステムの限界能力は大へん高い。

例えば 120WpのP Vシステムが1週間当たり2～3時間程度の運転なら1500Wの映写機の動力に電力を供給できるようにである。

10) P Vシステムならユーザーがシステムの維持に参加できる。集中型ディーゼル発電システムではメンテの必要な構成機器はユーザーから離れており、見ることもできない。P Vシステムは全構成機器が家にありかつ重要でないが、必要なら外部の専門家よりむしろユーザーによりメンテが遂行できる。しかし、経験からP Vシステムの全メンテナンスをできるユーザーはほとんどいないのである程度の定期的メンテナンスを専門家組織に依存しなければならない。

- 11) 集中型ディーゼル発電システムの多くが、1日のうちのピーク需要の2～3時間の運転であるのに対し、PVシステムは、システムのワット時能力に相応した率で電力の連続使用ができる。
 - 12) PVシステムのメンテナンス用予備品明細書は簡単で廉価である。多数の分散型PVシステムでも、予備品明細書は、ソーラーパネル、コントローラーとバッテリーであるが、ディーゼル発電システムにおけるそれはエンジン、発電機、開閉装置や配電システムを修理するための多種・大量の小部品の保管が必要とされる。
 - 13) PVシステムは安全である。ディーゼル発電システムにおいては、効率よく電力を供給するためシステム電圧を高くするので危険である。PVシステムでは、通常12Vないしは24Vで衝撃的危険とはならない。
 - 14) PVシステムは騒音や大気汚染を起さない。ディーゼル発電システムは経済性から需要家にできるだけ近接している方が有利である。従って、村に騒音や大気汚染問題が発生する危険性がある。
 - 15) 初期設置後でも、PVシステムはユーザーの追加ができる。設置の遅延に対するペナルティ・コストはあっても少し、あるいはない。ディーゼル発電システムでは、特に地中ケーブルグリッドでは、設備据付や重量機器を据付けたあとで、ユーザーを追加することによる改修コストは、かなり高いものとなる。
- ロ. PVシステムがディーゼル発電グリッドシステムより不利な点
- 1) PVシステムにはバッテリーが必要である。PVシステムによる電化において、電力貯蔵にバッテリーが必要なことは、技術的な第一の欠点である。鉛バッテリーは化学的電氣的にきゃしゃであり、その償却費はPVシステムの運転維持(O&M)にとって主な出費となっている。
 - 2) システム規模の増大に伴って、PVシステムのコスト上の有利性は減少する。PVシステムは対象村落の電気需要に見合うようその規模を設計できるが、経済的に実行するには、エネルギー需要の低い村への適用に限定される。
 - 3) 樹木密生地では、PV施設設置が難しく、PVシステムのコストは増加する。住居から離れた地点にPVアレイを設置することが必要な場合は、コスト面でディーゼル発電システムの方が有利となることもあり得る。
 - 4) 直流電気を発電するPVシステムは、直流用電気器具あるいは電力変換装置(インバータ)が必要となる。直流用電気器具の必要性は、製品の選択の幅を狭くし、概して高価になる。このことは共同体には良い作用となる。例えば、ディーゼル発電設備を所有する小共同体でたびたび過負荷の原因となる電気フライパンやコーヒーマーカーのような電力多消費器具はPV発電を導入することにより排除される。

(2) P Vシステムとディーゼル発電グリッドシステムのシステムコスト比較

システムのコストには、2つの要因即ち、キャピタルコストと、リカレントコストがある。これらは、別々にあるいは一緒に考慮されなければならない。P Vシステムとディーゼル発電グリッドシステムを比較すると、ある発電レベルを境にP Vシステムの全コストがディーゼル発電コストに比べ高くなる境界点がある。

その境界点となる需要規模（あるいは供給条件）は、P Vシステムが生産されて以来、絶えず上昇してきている。1960年代では、P Vシステムが有利なケースというのは、ディーゼル発電が実際的でない場合、即ち1日の負荷が数ワット時程度の場合に限られていた。1970年代には、P Vシステムは1世帯1日当り数百ワット時以下の遠隔地村落でディーゼル発電に対し競合可能なレベルになった。今日、その境界条件は、しばしば1世帯1日当り 2,000ワット時を越える小規模離村にまで拡大している。

ディーゼル発電を選択するかP V発電を選択するかは決定要因は、すべてが財務的要因に帰するものではないが、両者の相対コスト比較は重要な決定要因と言える。ディーゼル発電対P V発電の相対コストの決定においては、キャピタルコストやリカレントコストに影響を与えるさまざまな要因が検討されなければならない。

イ. キャピタルコストの相対比較に影響を与える主要因

① 受益世帯数

② 1世帯当り平均電力使用量

③ 世帯間の平均距離（受益者の離散度）

④ サイトの気象条件

⑤ サイトの物理的条件…ディーゼル発電システムは、送配電線の建設が困難になるほどキャピタルコストが増加する。P Vシステムの場合、日照をさえぎる樹木等が多い場合、据付コストがかさむのでシステムのコストは増加する。

⑥ 負荷のタイプ…ピーク需要が大きい場合、ディーゼル発電のキャピタルコストは増加するが、P Vシステムのコストにとってさしたる影響はない。P Vシステムのコストは、エネルギー供給量（ワット時）に比例して増えるからである。ディーゼル発電のキャピタルコストは、需要増加に伴って増え、運転コストは発電量の増加に伴ない、段階的に増加する。

⑦ 土地代…分散型P Vシステムは、土地代がほとんど不要だが、集中型ディーゼル発電システムは、発電所建屋や配電線システムのための土地収用費がキャピタル・コストとして必要である。

ロ. リカレントコストに影響を与える主要因

① 燃料費…実際の燃料購入価格のみならず、輸送代、保管代および漏れや汚損によるロスも考えなければならない。

- ② バッテリー交換代…ディーゼル発電システムにおける燃料代と同様、PVシステムにおいては、バッテリーの償却、交換コストが発生する。
- ③ 1日当り電力供給時間…負荷が1日のうち数時間に限られる場合に比べて、24時間負荷が発生する場合（例えば冷蔵庫を使用する等）、ディーゼル発電システムにおいてはメンテナンス・コストが高くなるとともに、単位発電電力量あたりの燃料費が高くなる。PVシステムは、本来24時間運転システムであり、負荷発生時間が長くなっても、それがシステムに与える影響は小さい。
- ④ 労賃…ディーゼル発電システムは1人ないし2人以上の運転員、1人ないし2人の技士あるいは労働者が村落毎に必要となる。これに対し、PVシステムは75～100世帯毎に1人の技士即ち、数ヶ村ごとに1人の技士がいれば十分である。技術者の給料及び技術レベルは、PVシステムの運転管理責任者よりディーゼル発電システムの人間の方がより高いものとなる。予備品供給や進んだメンテナンスや会計等の管理コストは、ディーゼル発電の方がPVに比べより高いものとなる。

ハ、ディーゼル発電とPVシステムの経済性比較における定性的要因

- ① 電力供給信頼性…電力供給信頼度は、PV発電の方がディーゼル発電より高い。ディーゼル発電システムでは、電力供給を絶やさないようにするには、2重化方式即ち1台が修理中に、他の1台を運転するという方式にしなければならない。
- ② リカレントコストの変動性…ディーゼル発電システムの運転コストは海外石油価格と密接に関連するため、変動し易い。一方、PVシステムのリカレント・コストの主要素であるバッテリー価格は、ディーゼル燃料よりずっと安定しているため、PVシステムのリカレントコストの変動性は少ない。
- ③ 人材育成…ディーゼル発電グリッドシステムのメンテナンスは、PVシステムのメンテナンスに比べ、数段階高度な訓練を要する。PVシステムメンテナンスのための訓練は、最小限の設備で現地で行えるが、ディーゼル発電システムメンテナンスのための適切な訓練はより複雑な設備を要するため、現地ではなかなか実施できないのが実情である。
- ④ 社会的受容性…住民、受益者が電化システムを受容することは、村落電化プロジェクトの成功にとって極めて重要である。

ニ、懸案事項、要検討事項

以上が、ディーゼル発電グリッドシステムとPVシステムの比較報告であるが、これに対し、いくつかの疑問点を次に提示する。

- (1) 両システムでは比較すべき単位設備の設備容量の差が大きすぎるので、比較そのものの意味に疑問がもたれる。100kW単位となり、他方は数10Wpから数100Wpであるので、比較するには、同一レベルにする必要があり、1住宅当りの電気使用量をパラメーター

にして、

- 1) 供給軒数とキャピタルコスト、
- 2) 供給軒数とリカレントコストおよび、
- 3) それらを合成したもの

の相対関係を明らかにする必要がある。この相対関係をフェーズ1において明確にできれば、フェーズ2において、南太平洋島しょでの村落地方電化計画策定に重要な指針となると思われる。

- (2) 社会的な観点として、まず土地については、P Vシステムは、太陽光エネルギー密度が希はくであるため、ディーゼルに比べ植物に影響されない土地あるいは面積が必要となり、どの程度のP Vシステムの占拠面積が村民の受け入れ許容限度であるか、把握する必要がある。

又、ディーゼルにおける燃料による汚損と大気汚染と同じように、バッテリーの処理をどのようにするか、手順、処理方法をフェーズ1において明確にしておく必要がある。バッテリー液は希硫酸ゆえ放置できるものではないし、海洋投棄もできず、処理方法は難しい問題となる。

- (3) P Vシステムを24時間運転するには、発生電力を消費しながら貯蔵することになり、使用負荷に対してかなり大きなパネル規模と大きなバッテリー設備となるはずである。例えば、18W蛍光灯3灯を夜間5～6時間点灯、ラジオ40W4時間、冷蔵庫400Wを使用すると、合計約500Wの負荷に対し必要な設備は、概算で40Wpパネル約20枚、バッテリー500Ah(100Ah×5)他に回路数に応じたコントローラー数、という規模になるものと思われる。

従って、負荷パターンと負荷規模に適合する発電システムを見い出すことが重要であり、社会、技術、経済、財務、組織、人材の面から比較検討する必要がある。

- (4) 確かにディーゼルに比べP Vシステムは高度に訓練を受けた技術者が必要でないが、それ故、装置を勝手にいじり、装置を壊わしてしまうかシステムの能力を大巾に低下させてしまいがちである。従って、メンテナンス体制を組織化し、組織の中の各人がメンテできる範囲を明確にして運転管理することが重要である。この点をフェーズ1で、組織の体制作りとともに、各人の分担範囲を限定することである。

4. 北タラワにおけるグリッド延長、単独ディーゼル発電、分散型太陽光発電の比較

P E D Pが、“A BRIEF COMPARISON OF GRID EXTENSIONS, STAND-ALONE DIESEL GENERATORS, AND PHOTOVOLTAICS FOR RURAL ELECTRIFICATION”の中で比較している。これによると、次のような報告となっている。

(1) グリッド延長のコストと利益

太平洋島しょ地域において、地形的に送電線建設は限られる。更に、地形的に好ましくても、多くの場合、人口が分散しているため経済的にシステムを整備するにはなじまない。送配電線路の投資コストは送電々圧に伴ない飛躍的に増加するが、線路によるロスも長さと電圧の低さに伴ない増加する。(例えば、11kVや22kVの送電線km当りの単位がかなり近い所では、33kVのコストは、しばしば22kVのときの2倍になる。)

電力需要密度の低い地域を対象とする地方電化プロジェクトは、コストを正当化することも、高圧送電線用の負荷であると正当化することもできない。しかしながら、11kVや22kV線路の妥当な長さは、許容し得る線路ロスとして考えられているのは、通常 100km以下に限られる。

都市部電気事業者により補てんされる農村部電化の場合を除いて、電気事業者は、新システムにおける既存・潜在需要が商業的に実行可能となる臨界点を超えるまで、新地域に送電線を延長することは考えにくい。(太平洋地域では平均km当り12,000米ドル)

電気事業者により計算は異なるが、パプア・ニューギニア(PNG)電気委員会は、1980年代中期における農村部送電線延長プロジェクトの大まかな規定として11kV送電線km当り平均需要が最低5kWとの基準を明らかにした。PNGでのほとんどの村落電化用5~10km以上のグリッド延長は、この基準に適合していない。

太平洋の島しょ国においては、地理的条件に差がありすぎるので、送電線建設コストを一般化するのは難しい。(PNGでは、11kV線路は、平らで開けた場所ではkm当り7,000米ドルから、竹やぶのある高い丘では15,000米ドルとなる。)

以下、経済的比較として、平均km当り12,000米ドルを使用する。

(2) 単独ディーゼル発電

都市部のグリッド延長が及ばない地域の消費者に交流電気を供給するため、小型単独ディーゼルがしばしば使われる。小型ディーゼルエンジンは初期投資コストもかなり低く、必要な土木作業(小屋やコンクリートスラブ)も最小限で済み、外形も小さく遠隔地への輸送も小形にでき、サイズも幅広く選択でき(容量は1kWから)、運転管理も上手に行なわれ腐蝕環境がなければ寿命もかなり長い(15年以下)という利点を持つ。

ディーゼルは、村落電化用として実際的で効率的な手段ではない。フィジー、PNG、クック諸島、ソロモン諸島、キリバス、トンガ、西サモアとバヌアツのように使っている国もあるが、村落部はアクセスし難く、熟練した人力も少なく都市部より低収入家庭であるので結果として、燃料やスペアパーツはより高価となり、機器のメンテナンスは貧弱で、収入で賄う運転費は極めて低い。

太平洋島しょ国での、村のディーゼル発電所が経済的コスト(kWh当り、1米ドルあるいは2米ドル)で電力供給しているというのは順当なことである。国家電気事業者にとって小型

単独ディーゼル発電所での徴収料金で、全コストを賄うのは通常不可能である。なぜなら、たとえ、国家料金政策がそのような料金を課すことを許しても、その料金を課すことによって、ほぼ全需要を無理やりなくしてしまうことになるからである。単独ディーゼル発電システムは、直接政府資金か、間接的に都市部消費者からの補完補助で資金補助されるべきである。

企業のサービス体系やプランテーション組織は、しばしば自家発電用ディーゼルを所有する。それは、公共的な電力システムで供給される電力より質のよい電力を必要とするか、又は、公共電力供給の休止中に照明や特別の器具運転のための電力を必要とするかである。政府所有の小型ディーゼルに比べ、自家発電用ディーゼルは、通常メンテナンスも格段によく、信頼度も高い。それは、メンテナンス用の豊富な基金が、組織の予算に供され、それらを運転する訓練された職員もいるからである。

エンジン、発電機、発電所、他の機器を含め、小型単独ディーゼルは、kW当り平均 1,000 ドルかそれ以下が経済コスト比較として使われる。このコストには配電システムや消費者への接続は含まれていない。又、発電所周辺の人口数や人口の分散および地形により変化する。

(3) P V システム

家庭用 P V システムは、限られた発電出力規模で、主としてあるいは単に民生用負荷のみの隔離された村に対して適切な電力供給手段である。家庭用 P V の最も顕著な特徴は経済的に言えば、スケールメリットがないことである。P V ユニット（特にパネル 2 枚、コントローラー、バッテリー 1～2 台そして家庭用器具）は、決まった出力しか出ない。出力を 2 倍にする方法は、エネルギーを収集したり、蓄えたりする器具を 2 倍にすることである。しかし、ユニット当りのコストは同じである。反対に、ディーゼルや水力のような他の発電技術は、スケールメリットがある。即ち、容量の増加に対して、ユニット単価は下がる。需要電力が大へん小さな地域では、固定費が安いので、P V が適当である。しかし、需要電力が大きくなればコストも直線的に増加する。負荷があるサイズを超えると（消費者の数もしくは消費者当りの消費量の増加あるいは両方）、P V はもはや電力供給の最小コスト方法ではなく、スケールメリットを有する従来の集中型発電所がより適当となる。北タラワにおける、グリッド延長、単独ディーゼル発電および P V の 3 者比較のケース分析を下記に示す。

家庭用 P V システムの主資本コストは、太陽光エネルギー収集パネル、これは一番高い機器である、4 年から 5 年毎に取替えが必要なバッテリー（適切なメンテナンスがなされなければ、より頻繁に取替えが必要）である。パネル技術は現在も進歩しており、ソーラーパネルのユニット当りのコストは、最近すこし下がった。（バッテリー技術は、既に技術開発され尽し、重大なコストの大躍進はありそうにない）家庭用 P V システムの初期コストは、ゆるやかに下がっている。

1988年に据付けられたシステムのコストを基に、20W 蛍光灯 2 灯を 1 日 4 時間点灯、他に

ラジオ、小電力消費の器具に供給できる家庭用PVシステムは合計で約 1,100米ドルである。内訳は、PVパネル1枚 350米ドルを2枚、バッテリー1台 150米ドル、コントローラー1台 175米ドル、配線代一式90米ドルとなっている。

(4) コスト比較のケース検討：北タラワの電化

キリバス・北タラワ ナベイナ～ブアソキ間の電化コストの検討は、アジア開発銀行により行なわれた。(ADB TA1070-KIR, Report on Future Power System Expansion) その際、PVは検討されなかったが、南タラワのグリッドを建設し運転するコストの比較の詳細分析が行なわれた。

“グリッド延長”と“単独ディーゼル”コストの経済比較表は、既出アジア開銀の検討の引用である。PVのコストに係る出典は1988年のプロジェクト・コストや1990年の家庭や集会所用のEEC基金PVプロジェクトである。又、全コストを消費者と供給者に割り当ててはいない。

比較期間は10年間、全機器…即ち発電設備や家庭用機器等は、1991年に購入され、各機器毎の寿命により取替えると仮定する。比較の基礎となる主要仮定(燃料価格や割り引き率)を表18に示し、現金支出を表19に示す。

ADB調査によると、北タラワでの潜在的家庭需要は250軒である。表19のコスト分析では、表18に記載した機器や仮定のもとでのたくさんの消費者に電力を供給するのに、PVが僅かに最小コストの電力供給方法であることを示している(現在価値で、単独ディーゼルより僅かに少ないコストである)。しかしながら、電化住宅軒数が500もしくはそれ以上に増加するならば、単独ディーゼルが最小コスト案となる。1000軒になると、現在価値価格では、PVシステムは、グリッド延長案のコストを超過してしまう。グリッド延長は、南タラワとナベイナ～ブアソキ間の距離が長すぎることで、プロジェクト対象地区での負荷が小さいので、結果として固定費が高くなり、決して最小コスト案とはならない。

一方、家の軒数が200もしくはそれ以下のとき、PVシステムは最小コスト案となり、更に、数が少なくなれば、より特色づける地位となる。

以上が、PEDPによる報告であるが、これについて、PVシステムのコストについての我方の概略積算を次に示す。

イ. PVパネル	40Wp	950米ドル/2枚 (700)	(PEDP 700米ドル/2枚)
ロ. バッテリー	100Ah	400米ドル/台	(150米ドル/台)
ハ. コントローラー		300米ドル/台	(175米ドル/台)
ニ. 配線据付		100米ドル	(90米ドル)
計		1,750米ドル	(PEDP 1,115米ドル)

となり、PEDPの積算は我方の積算に対し、約36%も安価であるので、各機器の仕様と共に、1991年時点での価格を、本格調査のフェーズ1において明確にすること。その際、各比

較案のコストや条件も見直す必要がある。又、供給対象となる負荷の条件も、同一にすること。従って、表18, 19についても見直しが必要である。

表18 北タラワ電化コスト比較の条件 (燃料、割引率等)

Case Study of Grid Extension vs Stand-Alone Diesels vs Photovoltaics for electrification of North Tarawa
(Nabeina-Buariki, Kiribati)

ALL COSTS IN 1990 US DOLLARS

GENERAL ASSUMPTIONS		APPLIANCES USED				Hrs/day operated by...	
			Wattage	Cost	Life (yrs)	Households	Community Halls
ADO fuel cost/litre:	\$0.43	DC refrigerator 1/	85	\$1,875	20		6
Wiring cost per building:	\$90.00	AC refrigerator 2/	400	\$950	20		6
Generation eff., grid	0.29 /kWh	Radio	40	\$50	10	12	
Generation eff., stand-alone	0.35 /kWh	Iron 3/	1000	\$60	15	1	
		Fluorescent light	20	\$.5	3	4	6
Transmission losses	15%	Video	100	\$2,500	10		3
Distribution losses	7%						
Number of electrified households, Nabeina-Buariki:	250	1/ used only with PV system					
Total number of villages:	10	2/ used with either grid extension or stand-alone diesel system					
Average hrs per village:	25	3/ used only with grid extension system					
Real discount rate:	10.0%						
MAINTENANCE		POWER SYSTEM CAPITAL COSTS					
GRID EXTENSIONS		STAND-ALONE DIESEL AND GRID EXTENSION COSTS					
Annual expenditure, % of capital cost	1.0%	TAKEN FROM 1990 KRTA STUDY OF ELECTRIFICATION OF NORTH TARAWA					
STAND-ALONE DIESELS		PV EQUIPMENT				Life	
Maintenance, inclusive of periodic major overhauls of engines/generators, US dollars/kWh	0.10			Cost	(yrs)		
		Panels	53Wp	\$350	10		
		Batteries	100Ah	\$150	4		
		Controllers		\$175	5		
				Number required per... Community			
				Household	Hall		
PHOTOVOLTAICS		Panels		2	10		
Annual expenditure, % of capital cost of:		Batteries		1	4		
Panels	0.5%	Controllers		1	2		
Batteries	5.0%						
Controllers	7.0%						
CONSUMPTION OF ELECTRICITY (MWh PER YEAR)							
GRID EXTENSION		Comments					
Households	89	electric irons owned by 1/3 of electrified households, used 1 hour/day					
Community Halls	12	50 litre AC refrigerators used					
Total	101						
STAND-ALONE DIESELS							
Households	58	no electric ironing					
Community Halls	12	50 litre AC refrigerators used					
Total	70						
PHOTOVOLTAICS							
Households	58	no electric ironing					
Community Halls	5	high-efficiency 50 litre DC refrigerators used					
Total	64						

表19 北タラワ電化の経済コスト比較

ECONOMIC COSTS (US DOLLARS, '000)

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
GRID EXTENSION										
Capital Costs										
Transmission	590	197								
Distribution		227								
House & community hall wiring		23								
Household equipment:										
2x20 watt fluor lights	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
radios	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
electric irons	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Communal equipment:										
5x20 watt fluor lights	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25
Refrigerators	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Videos	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operating Costs										
Electricity required (MWh)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116
ADO fuel ('000 litres)	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Fuel cost	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Transmission line maintenance	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Total costs	669	472	25	27	25	25	27	25	25	27
Present value of total costs	1,112									
STAND-ALONE DIESELS										
Capital Costs										
Power stations	112									
Distribution	227									
House & community hall wiring	23									
Household equipment:										
2x20 watt fluor lights	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
radios	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Communal equipment:										
5x20 watt fluor lights	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25
Refrigerators	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Videos	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operating Costs										
Electricity required (MWh)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
ADO fuel ('000 litres)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Fuel cost	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Diesel station maintenance	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Total costs	431	19	19	22	19	19	22	19	19	22
Present value of total costs	496									
PHOTOVOLTAICS										
Capital Costs										
Household equipment:										
2x20 watt fluor lights	3	0	0	3	0	0	3	0	0	3
radios	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PV panels	175	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Controllers	44	0	0	0	0	44	0	0	0	0
Batteries	38	0	0	0	38	0	0	0	38	0
House & community hall wiring	23									
Communal equipment:										
5x20 watt fluor lights	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.25
Refrigerators	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Videos	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PV panels	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Controllers	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
Batteries	6	0	0	0	6	0	0	0	6	0
Operating Costs										
System maintenance (cash cost)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Total costs	380	7	7	9	50	54	9	7	50	9
Present value of total costs	457									