

バヌアツ共和国  
サラカタ川水力発電所建設計画(第三期)  
予備調査報告書

平成16年11月

独立行政法人国際協力機構  
無償資金協力部

無償

JR

04-268

## 序 文

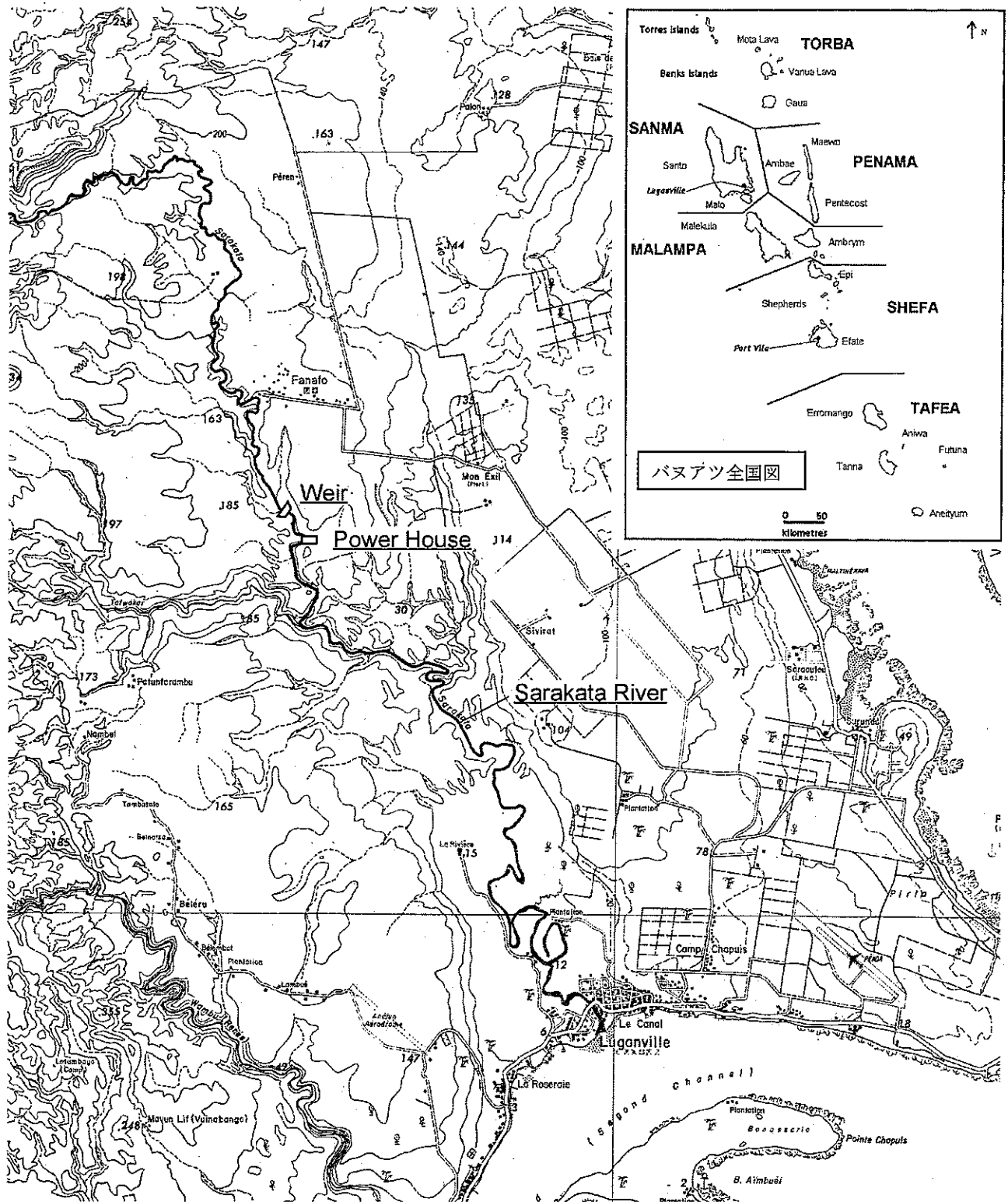
日本国政府はバヌアツ政府の要請に基づき、同国のサラカタ川水力発電所建設計画(第三期)にかかる予備調査を行うことを決定し、独立行政法人 国際協力機構は平成 16 年 7 月から 8 月まで予備調査団を現地に派遣するとともに、国内関係者との間で当該分野の支援計画について協議を重ねてまいりました。

この報告書が、今後予定される基本設計調査の実施、その他関係者の参考として活用されれば幸いです。

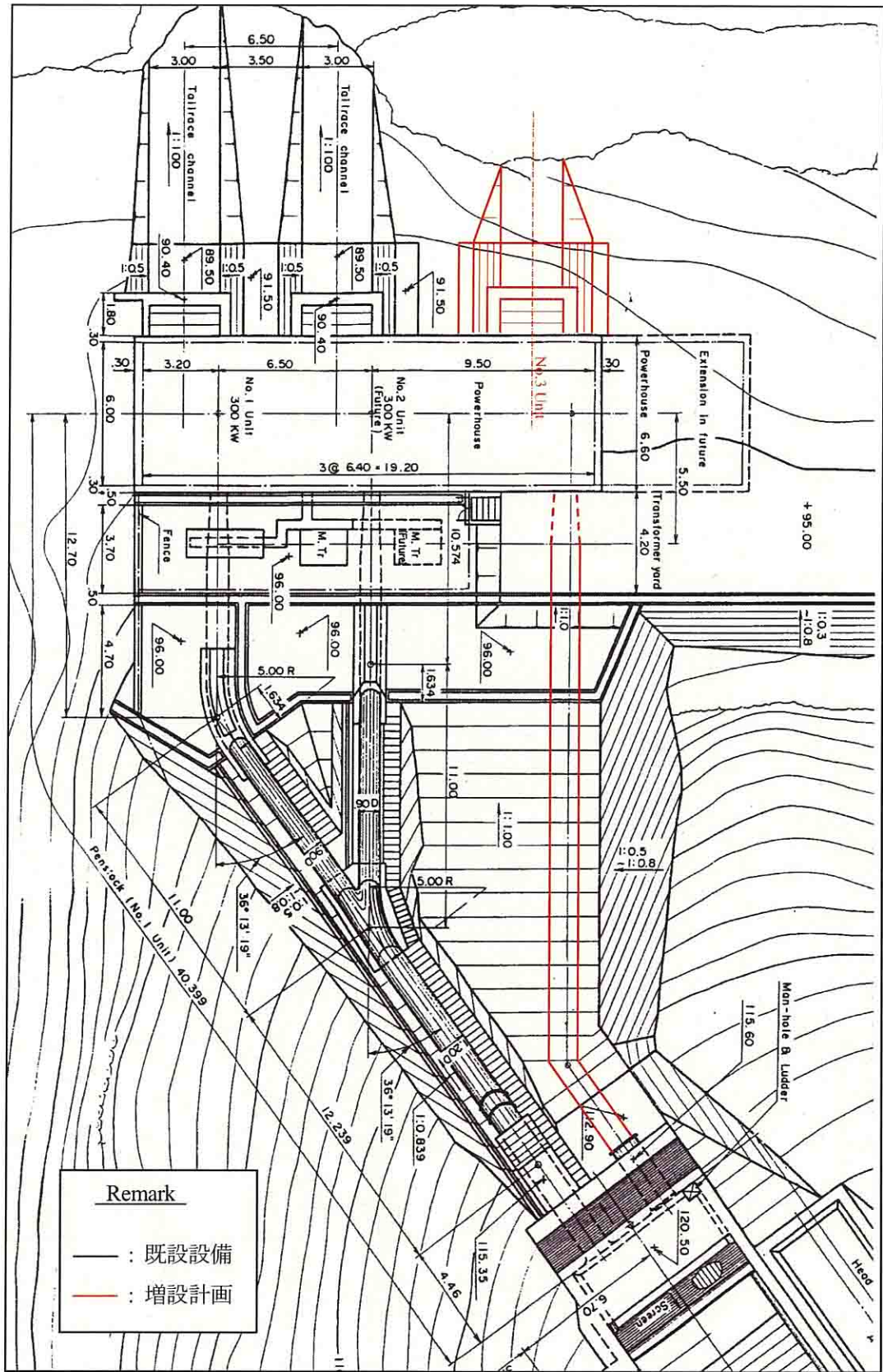
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 16 年 11 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 小島 誠二



サラカタ水力発電所位置図



3号機増設計画 (平面図)



サラカタ水力発電所  
取水堰 越流状況



サラカタ水力発電所  
取水堰前面 池の水草・流木清掃直後



サラカタ水力発電所  
取水路 余水吐側溝



サラカタ水力発電所  
取水路 背面地山の空隙状況



サラカタ水力発電所  
取水路 地山のクラック状況(1)



サラカタ水力発電所  
取水路 地山のクラック状況(2)



サラカタ水力発電所  
取水路



サラカタ水力発電所  
取水路 斜面侵食による土粒子堆積状況



サラカタ水力発電所  
取水路 斜面侵食状況



サラカタ水力発電所  
水槽



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管 1・2号機用（可とう管付鉄管）



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管分岐 右から1・2号機用



サラカタ水力発電所  
本館建屋



水圧鉄管 1・2号機用  
経年による塗膜の劣化(1)



水圧鉄管 1・2号機用  
経年による塗膜の劣化(2)



サラカタ水力発電所  
2号水車発電機(300kW)



放水口 右から1・2号機用  
3号増設は放水路(手前)建設が必要



サラカタ水力発電所  
水槽 3号機用水圧鉄管取り付け蓋



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管路 3号機用整地状況



サラカタ水力発電所  
本館 増設用梁鉄筋張り出し状況



サラカタ水力発電所  
放水口 右から1・2・3号機用ピット



変電所



変電所  
UNELCO 更新・新設用キュービクルの内部



サラカタ滝





サラカタ川

## 略語一覧表 (1 / 2)

AusAid:	Australia Aid
B/D:	Basic Design
CRP:	Comprehensive Reform Program
C/P:	Counterpart
CSR:	Cooperate Social Responsibility
CBD:	Convention on Biological Diversity
CITES:	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora
EU:	Energy Unit
EIA:	Environmental Impact Assessment
F/S:	Feasibility Study
FSP:	Foundation for People of the South Pacific
GWh:	Giga-watt hour
GDP:	Gross Domestic Product
JICA:	Japan International Cooperation Agency
JBIC:	Japan Bank of International Cooperation
KW:	Kilowatt
KWh:	Kilowatt hour
Kl:	Kilo-liter
KOWACO:	Korea Water Resources Corporation
MLGM:	Ministry of Lands, Geology and Mines, Energy and Environment
MHP:	Micro Hydropower Project
MW:	Megawatt
MWh:	Mega-watt hour
M/D:	Minutes of Discussion
NEC:	National Energy Corporation
NGO:	Non-government Organization
OJT:	On-the-Job Training
PAA:	Prioritized Action Agenda
Pre-F/S:	Pre-feasibility Study
PEA:	Preliminary Environmental Assessment
PRV:	Plantation Reunions du Vanuatu
S/C:	Steering Committee
TOR:	Terms of Reference
US\$:	US Dollar

## 略語一覧表 (2 / 2)

UNELCO:	Union Electrique du Vanuatu
UNCBD:	United Nations Convention on Biological Diversity
UNFCCC:	United Nations Framework Convention on Climate Change
UNCCD:	United Nations Convention to Combat Desertification
VT:	Vanuatu Vatu
VANGO:	Vanuatu Association of Non-Government Organization
VRDTCA:	Vanuatu Rural Development and Training Center Association
W/B:	World Bank
WTEC:	Wan Tok Environment Center
WHO:	World Health Organization
Y/N:	Yes or No
Yen:	Japanese Yen

バヌアツ国サラカタ川水力発電所建設計画（第三期）  
予備調査報告書

目次

序文

位置図

現地写真

略語一覧

第 1 章	調査概要	1
1	要請内容	1
2	調査目的	1
3	調査団の構成	1
4	調査日程	1
5	主要面談者	2
6	調査結果概要	3
第 2 章	要請の確認	8
2. 1	要請の経緯・背景	8
2. 2	相手国実施機関	8
2. 3	エネルギー政策	10
2. 3. 1	国家エネルギー政策基本方針	10
2. 3. 2	上位計画における本計画の位置づけ	10
2. 3. 3	地方電化政策	11
2. 3. 4	規制機関の設置	13
2. 3. 5	エネルギー公社設立	13
2. 4	電力需要動向	16
2. 4. 1	過去の需要動向と需要予測	16
2. 4. 2	需要動向と本件実施の妥当性	21
2. 5	裨益効果	21
2. 5. 1	収益金 (Sarakata Savings)	21
2. 5. 2	ルガンビル市の電化	29
2. 5. 3	地方電化	29
2. 5. 4	ルガンビルの電力料金補助	29
2. 5. 5	輸入石油削減量	29
2. 6	既存電力施設の運営・維持・管理状況	33
2. 7	中・長期運用計画	33
2. 7. 1	2010年以前の運営・維持・管理	33
2. 7. 2	2011年以降の運営・維持・管理	34

2. 8	他ドナーの援助動向 .....	36
2. 9	基礎資料の収集・分析 .....	38
2. 9. 1	水文データ（降雨量、河川流量）の確認と特性.....	38
2. 9. 2	水力発電所の完了図書の有無と内容確認.....	39
2. 10	既設設備の容量・仕様 .....	40
2. 11	サラカタ水力発電所の運用実態 .....	42
2. 11. 1	サラカタ水力の発電実績.....	42
2. 11. 2	発電設備と運転モード.....	44
2. 12	維持管理状況 .....	45
2. 12. 1	運転・保守体制及び関連規則の確認と評価.....	45
2. 12. 2	設備巡視路の整備状況の確認.....	47
2. 13	水路設備の現況 .....	48
2. 14	増設設備と仕様 .....	58
2. 14. 1	既設の増設準備工と増設内容.....	58
2. 14. 2	関連計画.....	63
2. 15	発電所増設に関する調査 .....	65
2. 15. 1	無償資金協力実施の必要性・妥当性・緊急性・効果の確認.....	65
2. 15. 2	増設規模の検討.....	65
2. 15. 3	運用計画の検討.....	68
2. 15. 4	維持管理体制検討.....	68
2. 15. 5	運営体制.....	69
第 3 章	環境社会配慮調査 .....	70
3. 1	目的 .....	70
3. 2	計画内容 .....	70
3. 3	現地調査内容 .....	73
3. 3. 1	現地調査期間.....	73
3. 3. 2	調査方法.....	73
3. 3. 3	環境関連法規及び関係機関.....	73
3. 4	サラカタ水力発電所周辺域の概要 .....	76
3. 4. 1	Santo 島の気象概要.....	76
3. 4. 2	サラカタ川の水文・水質.....	79
3. 4. 3	生態系.....	81
3. 4. 4	水利用.....	83
3. 4. 5	土地利用.....	85
3. 4. 6	土地借用問題.....	85
3. 5	スコーピング（環境影響要因の検討） .....	87
3. 6	考察 .....	91
3. 6. 1	カテゴリ分類の妥当性の検討.....	91

3. 6. 2	環境社会配慮調査計画案.....	92
3. 7	基本設計調査実施上の留意点 .....	97
3. 7. 1	サラカタ水力発電所借問題の進展状況.....	97
3. 7. 2	分水区間の流量確保.....	97
3. 7. 3	生物・生態系保護.....	97
第 4 章	結論・提言 .....	118
4. 1	無償資金協力実施の必要性・妥当性 .....	118
4. 2	基本設計調査に際し留意すべき事項 .....	120

添付資料

ミニッツ

# 第1章 調査概要

## 1. 要請内容

1993,94年に無償資金協力「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」で整備されたサント島水力発電所の発電容量を600KWに拡幅する。具体的な要請内容は以下のとおり。

<機材>600KW用発電機(1基)、600KW用発電用タービン(1基)

<施設>導水路の増設、発電所の拡張

## 2. 調査目的

要請書からは、「バ」国の長期的な国家電力計画や実施による環境・社会への影響、収益金の使途等が不明なため、それらを確認するとともに本計画を無償資金協力で実施する必要性・妥当性・緊急性を評価するための本調査を実施することとなった。

## 3. 調査団の構成

### (1) 総括/水力発電計画

丹羽 顯

独立行政法人 国際協力機構 国際協力総合研修所 国際協力専門員

### (2) 計画管理

久下 勝也

独立行政法人 国際協力機構無償資金協力部 業務第二グループ

農業・環境・防災チーム

### (3) 電力計画/電力需要動向調査

藤田 師三

日本工営

### (4) 環境社会配慮

中沢 信之

イー・アンド・イー ソリューションズ

## 4. 調査日程

日付		JICA		コンサルタント	
		②久下	①丹羽	③藤田	④中沢
7/25	日				東京→シドニー
26	月				シドニー→ポートビラ JICA 打合せ
27	火				資源・土地・エネルギー 省エネルギー局表敬、協議
28	水				資源・土地・エネルギー 省環境局表敬、協議
29 ~ 8/2					現地調査
3	火			東京→シドニー	調査

4	水	シドニー→ポートビラ		調査
5	木	JICA バヌアツ駐在員事務所で打合せ、 外務省、資源・土地・エネルギー省エネルギー局、財務省、内閣府表敬		
6	金	資源・土地・エネルギー省環境局、貿易産業省、UNELCO 表敬 ポートビラ→ルガンビル		
7	土	現地調査		
8	日	現地調査 ルガンビル→ポートビラ		
9	月	合同協議（資源・土地・エネルギー省環境局と財務省） 合同協議（資源・土地・エネルギー省環境局と環境局） 法制局表敬		
10	火	協議		
11	水	ミニッツ署名 JICA バヌアツ駐在員事務所へ報告		
12	木	ポートビラ→スバ、 在フィジー大使館と JICA フィジー事務 所報告	調査	
13	金	スバ→ナンディ	調査	
14	土	ナンディ→東京	調査	
15	日		調査	
16	月		調査	
17	火		首相府表敬	
18	水		調査	
19	木		JICA バヌアツ駐在員事務所へ報告	
20	金		ポートビラ→シドニー	調査
21	土		東京	調査
22 ～ 24				調査
25	水			JICA バヌアツ駐在員事務所へ報告
26	木			ポートビラ→スバ、在フィジー大使館と JICA フィ ジー事務所報告
27	金			スバ→ナンディ
28	土			ナンディ→東京

## 5. 主要面談者

名前	職位	所属機関
Mr. Stephen Tahi	Director General	資源・土地・エネルギー省 (Ministry of Land, Geology & Mines (MLGM))
Mr. Leo Moli	Head of Energy Unit	資源・土地・エネルギー省エネルギー局 (Energy Unit (EU), MLGM)
Mr. Ernest Bani	Head of Environmental Unit	資源・土地・エネルギー省環境局



		(Environmental Unit, MLGM)
Ms. Catherine Malosu	EIA Officer	Environmental Unit, MLGM
Mr. Paul A. Sauei	Head, Asia/Pacific Division	外務省(Ministry of Foreign Affairs)
Mr. Benjamin Shing	Finance Policy Manager	財務省財務局 (Department of Finance, Ministry of Finance & Economic Management (DOF, MFDM))
Mr. Nikunj Soni	Adviser from Aus AID	DOF, MFDM
Mr. Jimmy Andeng	Director	財務省経済計画局 (Department of Economic & Sector Planning(DES), MFDM)
Mr. Yvonnick Raffin	Manager Director	UNELCO
Mr. John Chaniel	Water Supply Manager	UNELCO
Mr. Willie Ben Karie	Commercial Manager	UNELCO
飯野大使		在フィジー日本国大使館
榊原書記官		在フィジー日本国大使館
池主席駐在員		JICA バヌアツ事務所
小林専門家		バヌアツ外務省
池城所長		JICA フィジー事務所
鈴木所員		JICA フィジー事務所

## 6. 調査結果概要

### (1) 先方との協議や文献調査による確認事項

#### 1) サラカタ収益金

- 1993,94 年に無償資金協力「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」で整備されたサント島水力発電所からの収益金の収支とその効果を確認した。
- 1995 年から 2003 年に、サラカタ水力発電から得られた総収入（以下、サラカタ収益金という）は 681,869,037VT。このうち、毎年 2,000 万 VT は運営維持管理費として仏企業 UNELCO に、1,000 万 VT は保守基金に、残りがサラカタ基金として配分されている。現在の保守基金の残高は 58,466,802VT で、サラカタ基金の残高は 53,508,555VT である。
- サラカタ基金の用途の主な用途はルガンビル市の電化、地方電化、ルガンビル市の電力料金低減であり、それぞれの全体に占める割合は 53.9%、10.4%、10.8%にあたる。

#### 2) ステアリングコミッティ

- 本計画が実施された場合でも、サラカタ収益金は引き続き、地方電化等、公益に資する

事業に使用されることを確認した。

- ・ 中長期的な戦略に基づいて地方電力を推進すること、並びに、サラカタ収益金の一層の透明性を確保することを目的とした、ステアリングコミッティを以下のとおり設置することで合意した。

- ・ ステアリングコミッティの構成員は以下のとおり。

＜議長＞

資源・土地・エネルギー省

＜構成機関＞

資源・土地・エネルギー省エネルギー局＜事務局＞、外務省外務局、財務省経済計画局、財務省財務局、資源・土地・エネルギー省環境局、資源・土地・エネルギー省水資源局  
＜オブザーバー＞

在フィジー日本国大使館、JICA バヌアツ事務所、議長が指名する者

- ・ ステアリングコミッティの主な役割は以下のとおり。

① 事務局はサラカタ基金の年間利用計画を策定するとともに、利用計画書を構成員及び在フィジー日本大使館と JICA バヌアツ事務所に配布する。

② 同年間利用計画はステアリングコミッティの承認を得て、はじめて効力を発揮する。

③ 事務局はサラカタ基金及び保守基金の支出報告を構成員及び在フィジー日本大使館と JICA バヌアツ事務所に行う。

④ 構成員は、EIA の実施等、本計画の円滑な実施及び運営維持管理のために必要な対策を策定・実施する。

- ・ 先方より、一層の地方電力を推し進めるため、地方電化に用いるサラカタ基金の割合を増やしたい旨の申し入れがあった。これに対し、サラカタ基金の用途については、今後、ステアリングコミッティ内で取りきめることで双方合意した。

- ・ 電力供給が民間企業（UNELCO）に委託されている中、上記ステアリングコミッティが機能することで、一層の透明性と説明責任が確保されるものと考えられる。

### 3) 電力分野における上位計画と本計画の位置づけ

- ・ 1997年に策定された国家長期計画（Comprehensive Reform Program、以下 CRP という）の優先行動計画（Prioritized Action Agenda、以下 PAA という）では、①高価な輸入石油からの脱却、②再生可能エネルギー利用による地方電化、③規制機関の設置による許認可や料金設定をあげている。本計画は上記①に寄与する計画である。

- ・ また、水力発電量が倍増すれば、サラカタ基金は単純計算で、およそ5千万円からおよそ1億円に倍増すると考えられる。よって、本計画は上記②にも寄与する計画であるといえる。

- ・ なお、地方電化促進に関しては、次の基本構想が策定されている。①高価な輸入石油ではなく、再生可能エネルギーによる電化を重視、②医療施設、教育施設、公民館等の共同施設、一般家庭、商業施設の優先順位で電化、③村落等の生活共同体による運営維持管理体制・能力の確立を促進、④補助金の活用。

- ・ これらの基本方針に基づき、「バ」国の地方電化計画は、自己資金や日本、他ドナーによ

る支援で過去に何度か調査・立案されている。この中で、オーストラリアにより実施された F/S (Maewo Rural Development Hydroelectric Project) は、技術的・財務的に持続可能な地域住民による運営維持管理の方策まで踏み込んだ電化計画を提言しており、注目に値する。

- ・ 電化を医療施設、教育施設、公民館等の共同施設、一般家庭、商業施設の優先順位で実現する基本構想であるが、医療や教育分野におけるマスタープランそのものが策定されていない。

#### 4) 運営維持管理

- ・ 「バ」国の発電、送電、配電は、UNELCO (仏民間企業) との電力協定により運営維持管理がなされている。
- ・ 無償資金協力で整備されたサラカタ川水力発電所の 1,2 号機も UNELCO により運営維持管理されており、結果、ルガンビル市への電力は安定的かつ継続的に供給されていることを確認した。
- ・ UNELCO とのルガンビル市における電力協定が 2011 年に失効するため、電力局は電力公社を新設し、ルガンビル市の電力経営に当たる計画を策定している。
- ・ しかしながら、公社化は下記理由から相当な困難が伴うものと考えられる。
  - ① 新会社の業務内容、人員・予算計画等、公社化に向けた具体的な計画がまだ策定されていない。また、策定する人材が不足している。
  - ② 公社より民間セクターの活用を推す意見が、財務省等にあり、必ずしも政府内で統一的な方針があるわけではない。
- ・ 2011 年以降の電力経営母体としては、現時点で、①UNELCO との協定延長、②電力公社の新設、③その他民間企業の活用が想定できる。

#### 5) 他ドナーの援助動向

- ・ フランスはサラカタ水力発電所 3 号機の設置に関する援助を「バ」国側に提案したが、「バ」国側から拒否されたことを確認した。

### (2) 現地調査結果

#### 1) サラカタ発電所の導水路付近の地滑り

- ・ 現地調査により、既存導水路沿いの谷側斜面で、少なくとも 50m 以上にわたって 60cm 程度の段差が生じており、地滑りの兆候が見受けられることを確認した。このまま放置すると地滑りが生じ、サラカタ川に流入する大量の土砂が、下流部生態系等に大きな影響を与えるとともに、導水路自体も破壊される可能性が高いと考えられる。現時点で想定される対応策としては以下のとおり。
  - ① 緊急対策：雨水の地割れ部 (滑り面) への流入によって地滑りが加速されないよう、地割れ部にシートを被覆する。
  - ② 永久対策：滑り側の土砂を切り土し、滑り側の自重を軽量化する。
- ・ 現地調査により、既存導水路沿いの谷側斜面で、少なくとも 50m 以上にわたって 60cm 程

度の段差が生じており、地滑りの兆候が見受けられることを確認した。このまま放置すると地滑りが生じ、サラカタ川に流入する大量の土砂が、下流部生態系等に大きな影響を与えるとともに、導水路自体も破壊される可能性が高いと考えられる。現時点で想定される対応策としては以下のとおり。

- UNELCO との電力供給に関する修正協定書によると、これら土木関連の保守管理は UNELCO が責任を負うことになっており、上記対応策を含め、今後の対応を両者で協議し、早急に実行するよう申し入れた。これを受けて、先方は上記緊急対策を次の雨季がはじまるまでに実施するとともに、永久対策についても早急に行うことをミニッツで約束した。
- UNELCO の現地管理者の話によると、上記地滑りの兆候は 2001 年から見受けられるとのことであったが、電力局側は調査団が説明するまで知らされていなかった模様である。今後、両者でその原因を確認し、現場管理体制の課題を明らかにする必要がある。特に、土木関連の知見を有する人材を定期的に現地に派遣する体制づくりを急ぐ必要がある。

## 2) 環境社会配慮

- 1993,94 年に実施された無償資金協力「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」で、用地収容を行ったが、その内 13.9ha に関し、5 名の土地所有者と土地借用に関する同意書が締結されておらず、この 10 年間、借用料が支払われていないことを確認した。電力局の説明によると、それぞれの所有地の境界が法的に明確化されていないことがその原因であり、現在、法廷で審議されている。
- 上記 5 名の内 1 名 (1 世帯) は、用地内にバリケードを張り巡らした粗末な家屋で住居し、抗議の意を表している。発電所入り口を封鎖する等の直接行動も起こしており、過去に数回、現地新聞等で報道されている。
- 調査団は、用地収容問題を含め、必要な環境社会配慮手続きの TOR 案を作成し、「バ」国側に提示した。「バ」国側は同 TOR 案に基づいて、必要な手続きを早急に行うことを確約した。なお、これまでの土地借用料の支払いを含め、同手続きに必要な資金に、「バ」国側はサラカタ基金を活用することを検討していることを確認した。
- 以上の状況を踏まえると、本計画は「JICA 環境社会配慮ガイドライン」上、カテゴリ B に位置づけられる。

## (3) 結論要約

### 1) 計画の実施意義

- 1993,94 年に実施された「サント島サラカタ川水力発電所建設計画」により、1995 年にはルガンビルへの総供給電力の内、同水力発電所の供給電力の占める割合がおおよそ 70% に達し、財政上負担を強いる輸入石油依存からの脱却に大きく貢献した。
- また、発電所の収益金は、地方電化や電力料金低減に寄与し続けている。
- しかしながら、その後、電気普及率の上昇等の理由により、ルガンビル市の電力需要量が急増した結果、2002 年の同水力発電所の供給割合はおおよそ 50% にまで落ち込んでおり、水力発電機増設の必要性が高まっている。

- ・ このような状況下、サラカタ水力発電所に 600KW の発電機を増設し、総発電容量を 1200KW に拡張されれば、ルガンビル市の電力をほとんど水力発電により賄うことが可能となる。これにより、年間の石油消費量がおよそ 1000kL 削減することができる。
- ・ さらに、サラカタ基金も倍増するため、ステアリングコミッティによる管理の下、地方電化や電力料金の低減もより一層促進されるものと考えられる。
- ・ よって、本計画を実施する意義は高いと考えられる。

## 2) 留意事項

- ・ 現在、「バ」国側で解決されるべき以下の問題が存在する。これら問題の解決が、基本設計調査実施の前提条件である。
  - ① 1993,94 年に整備されたサラカタ川水力発電所の用地収用が解決しておらず、土地所有者と法廷で係争しているため、これまで 10 年間、政府は土地所有者に借地料を支払っていない。特に、土地所有者の 1 名は用地にバリケードを張り巡らした粗末な家屋に住居し、抗議の意を示している。「バ」国政府はこれら用地収用を含め、適切な環境社会配慮を行う必要がある。
  - ② 既存導水路沿いの谷側斜面で地滑りの兆候が見受けられ、このまま放置すると地滑りが生じ、導水路自体も破壊される可能性が高いと考えられる。「バ」国政府は導水路を守るため、滑り側の土砂の切り土等を行う必要がある。
- ・ 電化を医療施設、教育施設、公民館等の共同施設、一般家庭、商業施設の優先順位で実現する基本構想であるが、医療や教育分野におけるマスタープランそのものが策定されていない。「バ」国では、病院や学校、電力等の基本インフラが未整備なため、医療あるいは教育施設整備計画と地方電化計画を横断的に取り込んだマスタープランが作成されれば、サラカタ基金による地方電化事業はより一層の効果を発現できるものと期待できる。

## 第2章 要請の確認

### 2. 1 要請の経緯・背景

バヌアツ国（2001年、人口約20万人、GDP/C 972ドル：以下「バ」国）は南太平洋に位置し、エファテ島、セント島などの主要12島とその他の約70の島々から構成される島嶼国である。人口は約20万人で、そのうちのおよそ20%がエファテ島にある首都ポートビラとセント島のルガンビルに住居している。

「バ」国経済は、主に農業とサービス部門に依存しており、農業はコプラの生産と自給自足農業が中心で、人口の80%が従事し、GDPの25%を占めている。また、サービス部門はGDPの約3分の2を占めている。国際収支の観点からみると、国家経済は恒常的な輸入超過で、赤字を外国援助で補填する経済状況にある。

国内の電化は全人口の20%を占めるルガンビルと首都ポートビラのみ地域規模で実現されている。電力の発・送・変・配電は資源・土地・エネルギー省エネルギー局が行っているが、実際の運営維持管理は「バ」国と電力供給に関する協定書を結んだフランス系企業に委託されている。発電源別構成をみると、ほとんどが高価な輸入石油を使用するディーゼル発電に依存しており、国家経済の大きな負担となっている。

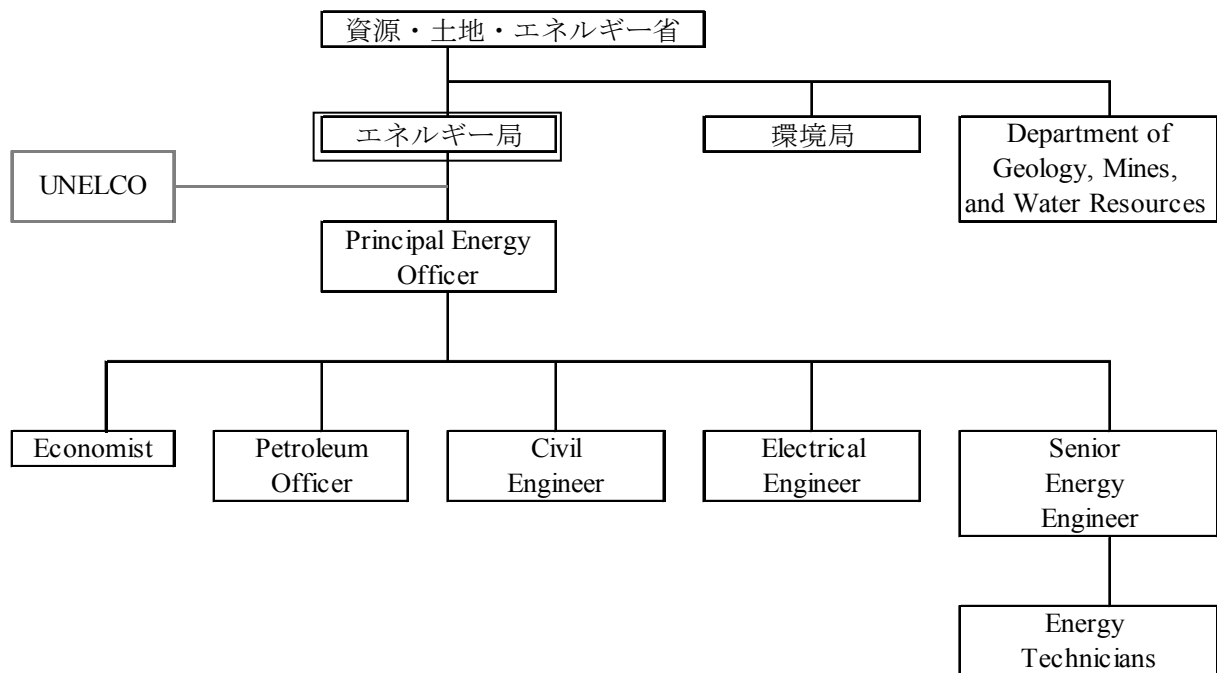
このような状況の下、「バ」国政府は石油依存からの脱却を重点目標に掲げ、水力発電への移行を柱としたエネルギー計画を策定し、ルガンビルへの電力供給のためのサラカタ川水力発電所を設置する計画を無償資金協力に要請した。これを受け、1993,94年に「セント島サラカタ川水力発電所建設計画」が実施され、600KWの発電容量を有する発電所が整備された。結果、1995年にはルガンビルへの総供給電力の内、同水力発電所の供給電力の占める割合がおよそ70%に達し、脱ディーゼル発電の達成に大きく貢献した。

その後も、同水力発電所は毎年、4300KWhの発電量をコンスタントに供給しているが、ルガンビルの電化や工業化によって、同地区の電力消費が平均でおよそ12%と急激に増加したため、2002年の同水力発電所の供給割合はおよそ50%になった。

そのため、「バ」国政府は、地方電化等によるエネルギー需要の増加に対応しつつ、石油依存からの脱却を図るため、サラカタ水力発電所に600KWの発電機を増設し、総発電容量を1200KWに拡幅することを目的とした本計画を無償資金協力に要請した。

### 2. 2 相手国実施機関

本計画（バヌアツ国サラカタ川水力発電所建設計画（第三期））の相手国実施機関は、資源・土地・エネルギー省エネルギー局（Energy Unit, Ministry of Land, Geology and Mines, Energy and Environment : EU）である。エネルギー局の組織図は図 2. 2. 1 に示すとおりである。



(出典：エネルギー省提供資料)

図 2. 2. 1 資源・土地・エネルギー省の組織図

図 2. 2. 1 に示される如く、組織の構成人員は以下のとおりである。

- 1) Principal Energy Officer
- 2) Senior Energy Engineer
- 3) Electrical Engineer
- 4) Civil Engineer
- 5) Petroleum Officer
- 6) Economist
- 7) Energy Technicians
- 8) Office Assistant

エネルギー局は、エネルギー関連事項の政府の担い手として設立され、主として次の様な業務を取り扱っている。

- 1) 河川、太陽光、地熱、風力、バイオマスのような自国固有のエネルギー資源に関する調査及び研究
- 2) 都市及び地方エネルギー需要調査
- 3) 都市及び地方のエネルギー・電力供給
- 4) 政府の石油産品
- 5) エネルギー保全
- 6) エネルギー政策・制度

なお、「バ」国の電力供給は、電力協定の下でフランス系企業である UNELCO( Union Electrique du Vanuatu )に委託されている。

## 2. 3 エネルギー政策

### 2. 3. 1 国家エネルギー政策基本方針

「バ」国のエネルギーは、高価な輸入石油燃料に大きく依存しており、これが国家経済の大きな負担となっている。石油燃料については外国企業3社（シェル、モービル、BP）の独占形態となっている。電力供給のための運営維持管理もフランス系企業である UNELCO( Union Electrique du Vanuatu )が、ほぼ独占的に行っている。許認可、料金設定、監視などの管理を行う規制機関の機能がなく「バ」国政府との間で個々に結ばれた協定書の下で独占的に行われており、その為に電力料金が非常に高い等の不合理が生じている。このような状況の下、

- 1) 「バ」国政府は高価な輸入石油依存からの脱却を目指した再生可能エネルギーの利用、
  - 2) 現在世銀の支援を得て設置の準備が進められている規制機関の下で統制のとれた合理的なエネルギーの供給、
  - 3) 及び国土・資源の有効利用による国家経済の発展を目指した地方電化／開発、
- をエネルギー政策の柱としている。

### 2. 3. 2 上位計画における本計画の位置づけ

本計画を日本の無償資金協力の下で実施する妥当性を、国家上位計画の観点から評価するために、エネルギーセクターに対する国家政策・計画を調査した。エネルギーセクターに対する国家政策・計画と本計画の位置づけは、以下のとおりである。

1997年、「バ」政府は、国家目標を達成するための長期計画として CRP ( Comprehensive Reform Program ) を策定したが、必ずしも改善が進まない状況に鑑み、CRP を効率的に促進するための優先行動計画を検討し、PAA ( Prioritized Action Agenda ) が策定された。この PAA によると、国家経済の大きな負担となっている高価な輸入石油からの脱却、再生可能エネルギー利用による地方電化、規制機関の設置による許認可や料金設定等エネルギー分野の統制などを重点目標に掲げ、電力分野における最優先の行動計画として以下が取り上げられている。

- ①サラカタ水力発電所の3号機増設
- ②再生可能エネルギー利用による地方電化促進とそのための資金の確保
- ③電気事業の規制機関設置にかかる調査・検討
- ④現行の電気事業契約条項の再評価

1993年、94年に建設されたサラカタ川水力発電所（No. 1 & No. 2号機）は、1995年以降2003年までルガンビル市の電力供給のための輸入石油の50%を上回る削減に貢献してきている。本計画（No. 3号機）の増設以降は、輸入石油の約80%の削減が期待されていて、高価な輸入石油からの脱却に対する貢献度が高く評価されている。同時に、掲げられた優先事業である地方電化促進の資金としてサラカタ水力発電所の収益金が今後とも強力にサポートできるものである。この様に、本件は極めて重要な役割を担う計画として認識され、「バ」国の電力分野における最優先事業として明白に位置づけられている。本計画の上位計画における位置



づけには十分なものがあるといえる。

### 2. 3. 3 地方電化政策

「バ」国は、80以上の島より成る群島で構成されており、人口の約80%はこれら地方の島々に分布している。都市部と称されるのは、Efate島のポートビラ市、Santo島のルガンビル市、Malekula島のNorsup/Lakatoro及びTanna島のIsangelに限られ、これら都市部に住む全体人口の約20%が電化の恩恵を受けている。

「バ」国政府は、国土と資源の有効利用による国家経済の発展、地方の生活条件・福祉の向上をCRP(Comprehensive Reform Program)における重点事項として位置づけ、PAAにおいても、地方の開発とその為の地方電化の促進を優先行動目標に掲げている。また、地方電化促進に当たっては、次の基本構想が設定されている。

- 1) 国家経済を圧迫する輸入diesel oilの利用は最小限に止め、水力、太陽光、風力、地熱、バイオマス等の再生可能エネルギー利用による地方電化の促進を図る。
- 2) 電化に当たっては、原則次の優先順位を考える：
  - i) 医療施設
  - ii) 学校・訓練センター等の教育施設
  - iii) 公民館・教会等の共同施設及び一般家庭
  - iv) 商業／産業施設
- 3) 村落又は生活共同体による持続的な運営・維持・管理がなされる体制を確立する。
- 4) その為に、運営・維持・管理のためのCapacity Buildingを住民に対して行うための組織体制を設立する。また、建設費や機器の交換等の費用に対しては、補助金を考える。
- 5) 通常の運営・維持・管理費用は、電力料金で賄われるが、料金は支払い可能な額にする。

上記の様な地方電化構想に沿って、これまでに幾つかの調査／検討が実施されてきている。それらの主なものは、表 2. 3. 1 に示すとおりである。

表 2.3.1 地方電化に対する過去の主要調査・検討

プロジェクト名	プロジェクトの位置	需要地	設備容量	スタディレベル／実施年	実施者
Ewor MHP	Ewor River, East of Efate Island	Eton and Forari villages	60 KW	Pre-F/S, /1989	Hangzhou Regional Center, China
Mat Teparé MHP	Mat Tepará River, West of Efate Island	Mele village and Port Villa Power Supply System	100 KW	Pre-F/S, /1989	Hangzhou Regional Center, China
Ranwadi MHP	Waterfall River, West Pentecost, Pentecost Island	6 villages with 61 households, 1 primary school, 1 secondary school and 1 high school.	40 KW	F/S, /1996	Fichtner of Stutigart, Germany and Energy Unit, MLGM
Loltong MHP	2 main springs in Loltong Village, North Pentecost, Pentecost Island	Several villages including Loltong, Latano, Amagilua, Labultamata and Aute villages and Ataftabanga primary school.	60 KW	F/S /2000	Energy Unit, MLGM
Maewo Rural Development Hydroelectric Project	Talise River, central region, Maewo Island	Several communities (200 households) and public facilities over an area of coastal plain stretching 5200 m from Sulua School in the north to Wehil in the south.	75 KW	F/S / 2002	APACE, Australia
Lowanau MHP	Lowanau River, Tanna Island	Several villages (about 100 households ) within 10 km radius of proposed power station site	100 KW	Potential Study /2003	JICA, Vanuatu and Energy Unit, MLGM
Mbe Tapren MHP	Mbe Tapren River, in the south of Vanua Lava Island.	About 150 households in several villages including Kerepeta, Vitumboso and Vatrata Village	30-40 KW	Potential Study /2003	JICA, Vanuatu and Energy Unit, MLGM
Aniwo MHP	Aniwo River, in the south of Santo Island.	Tasariki Village with population of about 300.	130 KW	Potential Study /2003	JICA, Vanuatu and Energy Unit, MLGM

(出典：エネルギー局提供資料)

Note : MHP : Micro Hydropower Project

表 2. 3. 1 にリストアップされたものの他に幾つかの予備的調査が実施されている。これらのうち、最も包括的調査／検討は Maewo Rural Development Hydroelectric Project (Feasibility Study by APACE Village First Electrification Group, Australia) であり、技術的及び財務的に持続可能な地域住民による運営維持管理方策を検討／提言している。この様なプロジェクトをパイロットプロジェクトとして実施し、それをモデルとして地方電化を拡大／促進していくことが望まれる。この場合、発・送・配電施設の建設費や規模の大きい修理または電気料金が支払い可能な額を超えるような場合には、補助金が必要となる。補助金の資金としては、政府予算、無償・ローンを含めた外国援助などが考えられているが、サラカタ川水力発電所の収益金が有力なサポートとして考えられる。

また、地方電化の促進に当たっては、全国地方電化マスタープランの下に、計画的／効率的に進められる必要がある。これまで予備的に調べられているポテンシャルサイトをさらに詳細に調査／検討すると共に、他のポテンシャルサイトについても調査／検討の上、総合的／計画的／効率的に地方電化を進めるための地方電化マスタープランを作成する必要がある。全国地方電化マスタープラン作りについては、UNELCO の協力を得てすでに検討・作成が進められているため、その結果をみて、さらなる調査・検討の必要がある場合には、そのための支援を考える等の方法が適当と思われる。

さらに、「バ」国では電化を医療施設、教育施設、公民館等の共同施設、一般家庭、商業施設の優先順位で実現する基本構想であるが、医療や教育分野におけるマスタープランそのものが策定されていない。「バ」国では、病院や学校、電力等の基本インフラが未整備なため、医療あるいは教育施設整備計画と地方電化計画を横断的に取り込んだマスタープランが作成されれば、サラカタ基金による地方電化事業はより一層の効果を発現できるものと期待できる。

#### 2. 3. 4 規制機関の設置

「バ」国では現在、各種許認可、料金の設定、価格管理等を行う規制機関が機能していない。規制が無いままに、石油燃料、電力供給、水道、通信などの公益事業が、特定の外国企業との間の個別の協定の下に独占形態で行われているため、異常に高い電力料金となっている、あるいは国のエネルギー政策の妨げになっている等の不都合が生じている。「バ」国政府は、事業免許交付、電力料金の設定、価格管理等を独立して行う規制機関を設置し、その下で統制された合理的な公益事業が展開されない限り国の経済発展はあり得ないという認識から、規制機関設置にかかる法整備を世銀の支援により開始したところである。この法整備は、段階的に議会の承認を経ながら進める計画になっているため時間が必要であるが、法整備に引き続いて現行の電気事業契約等の再評価を行うための制度・組織整備にかかる具体的な実施細則作成に移っていくことになる。

「バ」国の電力事業等公益事業の現状に対して規制機関の設置による統制は不可欠である。規制機関設置にかかる法整備等は極めて妥当な行動と考えられ、高く評価できる。

#### 2. 3. 5 エネルギー公社

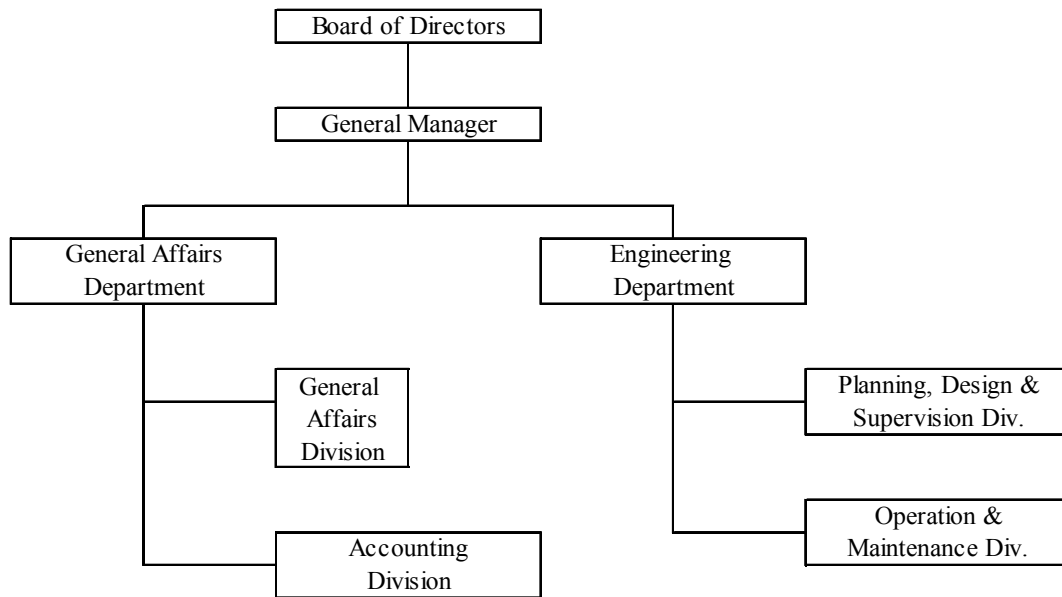
前述の如く、「バ」国の公益事業（電気、水道、通信）は、いずれも民間事業者による独占形態がとられており、電力供給は UNELCO 社がポートビラとルガンビル他 2 箇所の離島で行っている。この様に、特定民間企業に全面的に依存しているが、民間企業では利益が優先されることから、

利益が期待されない地域の電化や再生可能エネルギー利用による地方電化等の促進に対して極めて消極的であり、国の基本政策であるところの高価な石油燃料からの脱却、国土・資源の有効利用による経済発展及び福祉の向上のための地方開発・電化等の大きな妨げとなっている。

このような状況を改善し国の基本政策に沿った公益事業の展開を目指して、国家エネルギー公社 ( National Energy Corporation ) の設立が考えられている。国家エネルギー公社ガイドラインも作成され、法案化するために法制局にすでに提出されている。その組織図は図 2. 3. 1 ( 第一段階 ) 及び図 2. 3. 2 ( 第二段階 ) に示すとおりである。

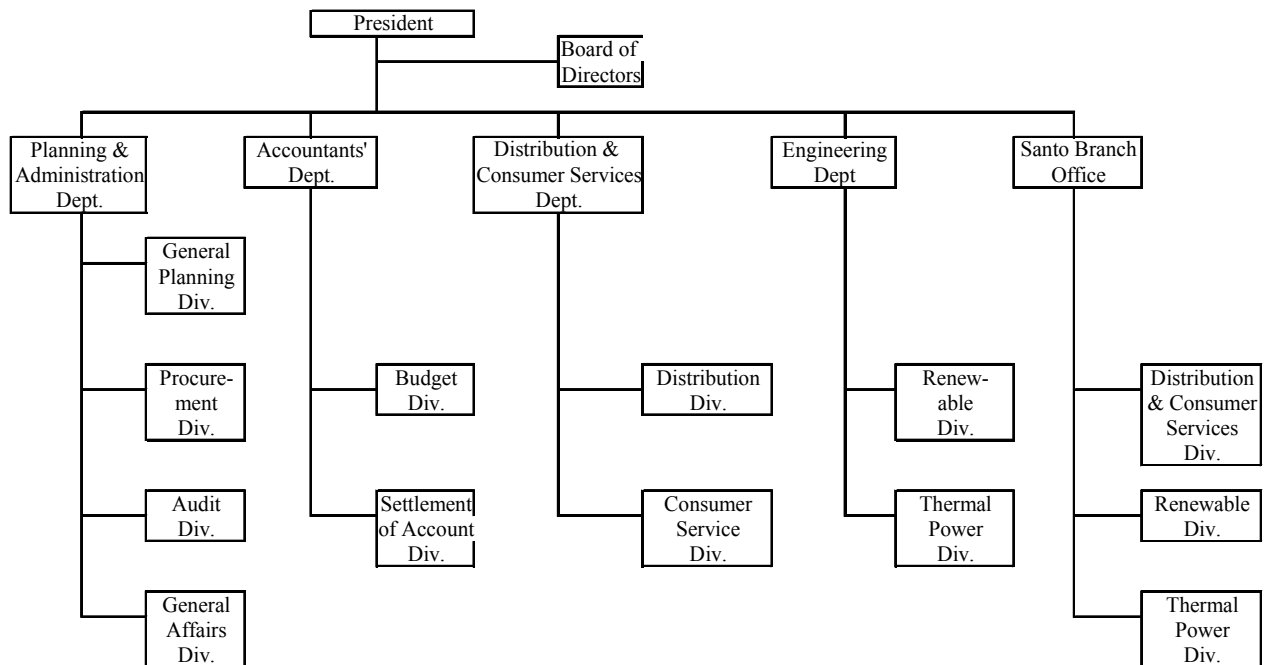
しかしながら、新公社設立に関しては、次の様な問題／困難があることが判明した。

- 1) 新公社の業務内容、組織、人員等の骨子はあるものの、細部にわたる具体的なものは完備していない状況である。
- 2) 人材の養成がなされておらず、施設の運転や経営を円滑に行うためには相当な時間をかけてトレーニングや Capacity Building が必要である。現在までにトレーニングも行われておらず、トレーニングの計画も無い。
- 3) 将来の経営母体については、民間セクターの活用等、Department of Finance をはじめとして、「バ」国内でもさまざまな意見があり、必ずしも政府内で統一した方針が確定しているわけではない。
- 4) 世銀の支援の下で、規制機関設置を含め、体質改善の為の全体基本枠組み作りが進められている。この全体基本枠組みと構想に合致した公社の組織・体制とすべく、検討が必要である。



(出典：エネルギー局よりの提供資料)

図 2. 3. 1 国家エネルギー公社組織図 (第一段階)



(出典：エネルギー局よりの提供資料)

図 2. 3. 2 国家エネルギー公社組織図 (第二段階)

## 2. 4 電力需要動向

本件は、1993年、94年に建設されたサラカタ水力発電所（No. 1 & No. 2号機、300KW x 2）におけるNo. 3号機（600KW）の増設である。電力の需要動向を調査し、本件実施の必要性を検討した。

### 2. 4. 1 過去の需要動向と需要予測

サラカタ水力発電所1号機および2号機設置後の1995年以降2003年までのルガンビルにおける月別電力売電記録及びピーク負荷は、表 2. 4. 1に示すとおりである。今後の予測も含め、年別の需要とルガンビル電力供給システムの電力供給能力を表 2. 4. 2に示す。また、図 2. 4. 1及び2. 4. 2は、これらを図化したものである。

サラカタ水力発電所No. 1 & No. 2号機設置後の1995年におけるルガンビルの電力需要は、電力量で4, 825, 052KWh、ピーク負荷で1082KWであった。図 2. 4. 1及び2. 4. 2に示される如く、2001年までは、電力量で年平均11. 36%、ピーク負荷で年平均8. 2%の伸びを示してきたが、2002年に大口需要家である Milkofi Saw Mill や Coconut Production Vanuatu などが自家発電に切り替えたためにかなり需要が落ち込んでいる。しかし、その後は、ルガンビルの電化の進展と共に、電力量で年約4. 8%、ピーク負荷で年約4. 2%の伸び率を示しており、2004年の電力需要は、電力量で約7, 280, 000KWh、ピーク負荷で1, 300KWになる見込みである。

今後の電力需要予測については、ルガンビルの電化がこれまでと同じペースで進められる見込みであることを考慮して、電力量で年率3%、ピーク負荷で年率4%の伸び率を仮定した。但し、現在のルガンビル市の電化率がすでに約89%に達している、3~4年後には市内の電化がほぼ完了するため、2008年以降は伸び率が大きく減少することを仮定した。さらに、2015年以降は、市街地周辺の電化も終わるであろうことを考慮して、需要の伸びはなくなり一定になるものとした。この様な仮定に基づいて、電力需要は、2015年に電力量で約8, 620, 000KWh、ピーク負荷で約1, 630KWとなり、その後はほぼ一定になるものと予測された。

表 2. 4. 1 (1/2) ルガンビルにおける月別電力売電記録及びピーク負荷

年/月	サラカタ水力発電所(KWh)				総売電量		ピーク負荷	
	(KWh)	No.1	No.2	Total	(KWh)	Growth Rate	(KW)	Growth Rate
9501	353,400	0	0	0	353,400		1,080	
9502	356,120	0	0	0	356,120		1,060	
9503	284,240	151,620	0	151,620	435,860		1,120	
9504	191,740	203,160	0	203,160	394,900		1,060	
9505	172,180	212,840	0	212,840	385,020		1,040	
9506	209,860	180,902	0	180,902	390,762		980	
9507	202,500	187,970	0	187,970	390,470		900	
9508	234,900	185,180	0	185,180	420,080		1,080	
9509	306,620	102,390	0	102,390	409,010		1,180	
9510	282,180	156,160	0	156,160	438,340		1,200	
9511	204,100	155,760	68,610	224,370	428,470		1,120	
9512	163,880	112,300	146,440	258,740	422,620		1,160	
<b>Sub-total</b>	<b>2,961,720</b>	<b>1,648,282</b>	<b>215,050</b>	<b>1,863,332</b>	<b>4,825,052</b>		<b>1,082</b>	
							(Average)	
9601	178,280	147,270	120,580	267,850	446,130		1,180	
9602	196,880	128,340	134,270	262,610	459,490		1,200	
9603	194,320	124,260	153,660	277,920	472,240		1,240	
9604	131,380	151,150	177,480	328,630	460,010		1,160	
9605	119,220	151,970	171,920	323,890	443,110		1,040	
9606	120,800	122,040	182,410	304,450	425,250		1,060	
9607	126,800	158,630	153,550	312,180	438,980		1,200	
9608	126,200	153,320	161,860	315,180	441,380		1,140	
9609	134,200	153,910	156,880	310,790	444,990		1,100	
9610	145,400	169,360	166,530	335,890	481,290		1,140	
9611	162,600	185,540	186,720	372,260	534,860		1,240	
9612	169,600	197,180	200,170	397,350	566,950		1,240	
<b>Subtotal</b>	<b>1,805,680</b>	<b>1,842,970</b>	<b>1,966,030</b>	<b>3,809,000</b>	<b>5,614,680</b>	1.16	<b>1,162</b>	1.07
							(Average)	
9701	200,400	162,930	163,820	326,750	527,150		1,240	
9702	185,000	180,980	157,520	338,500	523,500		1,260	
9703	331,400	194,480	25,780	220,260	551,660		1,240	
9704	175,800	179,570	182,470	362,040	537,840		1,121	
9705	160,600	190,720	191,080	381,800	542,400		1,180	
9706	154,500	179,590	180,620	360,210	514,710		1,200	
9707	171,900	184,110	183,110	367,220	539,120		1,100	
9708	189,000	162,040	177,660	339,700	528,700		1,150	
9709	191,100	174,460	183,090	357,550	548,650		1,160	
9710	226,200	166,610	167,290	333,900	560,100		1,250	
9711	268,200	162,360	150,300	312,660	580,860		1,250	
9712	303,000	156,860	159,170	316,030	619,030		1,300	
<b>Subtotal</b>	<b>2,557,100</b>	<b>2,094,710</b>	<b>1,921,910</b>	<b>4,016,620</b>	<b>6,573,720</b>	1.17	<b>1,204</b>	1.04
							(Average)	
9801	233,400	179,790	182,650	362,440	595,840		1,350	
9802	227,400	183,340	186,280	369,620	597,020		1,320	
9803	258,300	195,640	197,390	393,030	651,330		1,350	
9804	263,100	170,050	171,230	341,280	604,380		1,300	
9805	231,300	195,920	198,970	394,890	626,190		1,320	
9806	214,800	183,070	188,920	371,990	586,790		1,270	
9807	240,000	174,280	171,470	345,750	585,750		1,160	
9808	236,700	186,120	192,410	378,530	615,230		1,250	
9809	238,500	171,330	172,250	343,580	582,080		1,220	
9810	254,400	182,020	182,080	364,100	618,500		1,310	
9811	236,100	183,240	185,880	369,120	605,220		1,300	
9812	255,600	194,330	193,580	387,910	643,510		1,400	
<b>Subtotal</b>	<b>2,889,600</b>	<b>2,199,130</b>	<b>2,223,110</b>	<b>4,422,240</b>	<b>7,311,840</b>	1.11	<b>1,296</b>	1.08
							(Average)	
9901	295,500	137,140	145,080	282,220	577,720		1,250	
9902	222,300	171,700	175,760	347,460	569,760		1,300	
9903	270,100	197,840	198,570	396,410	666,510		1,300	
9904	237,120	193,760	199,170	392,930	630,050		1,360	
9905	241,480	198,660	198,860	397,520	639,000		1,260	
9906	230,150	180,600	183,930	364,530	594,680		1,200	
9907	259,230	201,550	197,190	398,740	657,970		1,320	
9908	260,130	208,130	206,890	415,020	675,150		1,360	
9909	262,930	195,890	189,160	385,050	647,980		1,200	
9910	299,670	179,130	206,540	385,670	685,340		1,420	
9911	302,960	176,040	195,580	371,620	674,580		1,290	
9912	303,630	182,510	205,300	387,810	691,440		1,520	
<b>Subtotal</b>	<b>3,185,200</b>	<b>2,222,950</b>	<b>2,302,030</b>	<b>4,524,980</b>	<b>7,710,180</b>	1.05	<b>1,315</b>	1.01
							(Average)	

表 2. 4. 1 (2/2) ルガンビルにおける月別電力売電記録及びピーク負荷

年/月	サラカタ水力発電所(KWh)				総売電量		ピーク負荷	
	(KWh)	No.1	No.2	Total	(KWh)	Growth Rate	(KW)	Growth Rate
	356,000	173,130	193,830	366,960	722,960		1,480	
0002	369,600	169,900	194,610	364,510	734,110		1,570	
0003	419,340	182,200	205,540	387,740	807,080		1,740	
0004	411,540	177,260	200,820	378,080	789,620		1,670	
0005	348,930	181,400	203,420	384,820	733,750		1,590	
0006	319,990	175,840	198,100	373,940	693,930		1,590	
0007	277,050	207,910	204,270	412,180	689,230		1,590	
0008	323,160	202,790	193,760	396,550	719,710		1,590	
0009	334,590	197,950	182,290	380,240	714,830		1,475	
0010	331,450	209,140	193,310	402,450	733,900		1,500	
0011	369,700	162,430	194,150	356,580	726,280		1,460	
0012	328,700	203,590	192,630	396,220	724,920		1,520	
<b>Subtotal</b>	<b>4,190,050</b>	<b>2,243,540</b>	<b>2,356,730</b>	<b>4,600,270</b>	<b>8,790,320</b>	1.14	<b>1,565</b> (Average)	1.19
0101	348,500	203,890	198,720	402,610	751,110		1,640	
0102	358,600	187,970	181,030	369,000	727,600		1,780	
0103	395,200	210,800	204,160	414,960	810,160		1,780	
0104	333,700	198,000	195,580	393,580	727,280		1,880	
0105	416,900	207,400	201,020	408,420	825,320		1,780	
0106	400,000	191,960	185,950	377,910	777,910		1,820	
0107	378,500	204,070	199,120	403,190	781,690		1,710	
0108	400,700	200,310	202,900	403,210	803,910		1,840	
0109	368,500	178,080	174,960	353,040	721,540		1,600	
0110	412,000	193,800	191,140	384,940	796,940		1,729	
0111	399,100	196,090	191,410	387,500	786,600		1,688	
0112	331,600	180,510	181,090	361,600	693,200		1,590	
<b>Subtotal</b>	<b>4,543,300</b>	<b>2,352,880</b>	<b>2,307,080</b>	<b>4,659,960</b>	<b>9,203,260</b>	1.05	<b>1,736</b> (Average)	1.11
0201	359,500	122,680	118,300	240,980	600,480		1,235	
0202	255,500	154,610	152,260	306,870	562,370		1,273	
0203	251,500	187,760	187,390	375,150	626,650		1,314	
0204	401,900	94,690	92,110	186,800	588,700		1,260	
0205	416,100	0	160,540	160,540	576,640		1,213	
0206	368,800	0	200,930	200,930	569,730		1,222	
0207	366,700	0	210,150	210,150	576,850		1,190	
0208	344,400	0	207,720	207,720	552,120		1,168	
0209	321,600	26,510	195,610	222,120	543,720		1,224	
0210	239,400	186,210	182,370	368,580	607,980		1,302	
0211	235,100	185,070	183,950	369,020	604,120		1,286	
0212	239,300	181,100	176,350	357,450	596,750		1,298	
<b>Subtotal</b>	<b>3,799,800</b>	<b>1,138,630</b>	<b>2,067,680</b>	<b>3,206,310</b>	<b>7,006,110</b>	0.76	<b>1,249</b> (Average)	0.72
0301	234,300	175,710	169,780	345,490	579,790		1,284	
0302	245,000	173,400	171,700	345,100	590,100		1,303	
0303	260,900	179,060	184,230	363,290	624,190		1,322	
0304	241,900	175,770	176,340	352,110	594,010		1,352	
0305	303,400	199,810	208,180	407,990	711,390		1,408	
0306	267,700	153,430	166,790	320,220	587,920		1,309	
0307	217,600	150,120	160,460	310,580	528,180		1,096	
0308	216,900	152,400	162,270	314,670	531,570		1,123	
0309	232,800	133,290	173,630	306,920	539,720		1,176	
0310	258,070	145,980	161,280	307,260	565,330		1,172	
0311	253,460	104,160	176,790	280,950	534,410		1,153	
0312	240,200	157,310	168,300	325,610	565,810		1,277	
<b>Subtotal</b>	<b>2,972,230</b>	<b>1,900,440</b>	<b>2,079,750</b>	<b>3,980,190</b>	<b>6,952,420</b>	0.99	<b>1,248</b> (Average)	1.00
0401	245,900	162,530	182,700	345,230	591,130		1,218	
0402	280,370	146,900	180,390	327,290	607,660		1,318	
0403	301,490	160,940	191,210	352,150	653,640		1,512	
0404	268,000	154,790	174,190	328,980	596,980		1,430	
0405	266,600	154,740	173,550	328,290	594,890		1,416	
0406	266,560	158,970	172,820	331,790	598,350		1,384	
0407	245,520	181,610	179,350	360,960	606,480		1,339	
<b>Subtotal</b>	<b>1,874,440</b>	<b>1,120,480</b>	<b>1,254,210</b>	<b>2,374,690</b>	<b>4,249,130</b>			
0408								
0409								
0410								
0411								
0412								
<b>Subtotal</b>	<b>3,213,326</b>			<b>4,070,897</b>	<b>7,284,223</b>	1.05	<b>1,300</b> (Average)	1.04
	(Estimated)			(Estimated)	(Estimated)		(Estimated)	

(出典：UNELCO 提供資料)



表 2.4.2 電力需要と電力供給能力

年	過去のルカンピル市に対する売電記録及び需要予測					供給能力								
	総売電量			ピーク負荷		Diesel	Hydro	Total	Loss	Depend.	設備容量			保証出力
	(KWh)	(MWh)	Growth Rate	(KW)	Growth Rate						Diesel (KW)	Hydro (KW)	Total (KW)	
1995	4,825,052	4,825.0520		1,082		14,462.76	5,150.88	19,613.64	1,961.364	17,652.276	2,540	600	3,140	2,505
1996	5,614,680	5,614.6800	1.16	1,162	1.07	16,170.96	5,150.88	21,321.84	2,132.184	19,189.656	2,840	600	3,440	2,730
1997	6,573,720	6,573.7200	1.17	1,204	1.04	16,170.96	5,150.88	21,321.84	2,132.184	19,189.656	2,840	600	3,440	2,730
1998	7,311,840	7,311.8400	1.11	1,296	1.08	16,170.96	5,150.88	21,321.84	2,132.184	19,189.656	2,840	600	3,440	2,730
1999	7,710,180	7,710.1800	1.05	1,315	1.01	21,978.84	5,150.88	27,129.72	2,712.972	24,416.748	3,860	600	4,460	3,495
2000	8,790,320	8,790.3200	1.14	1,565	1.19	21,978.84	5,150.88	27,129.72	2,712.972	24,416.748	3,860	600	4,460	3,495
2001	9,203,260	9,203.2600	1.05	1,736	1.11	21,978.84	5,150.88	27,129.72	2,712.972	24,416.748	3,860	600	4,460	3,495
2002	7,006,110	7,006.1100	0.76	1,249	0.72	21,067.80	5,150.88	26,218.68	2,621.868	23,596.812	3,700	600	4,300	3,375
2003	6,952,420	6,952.4200	0.99	1,248	1.00	21,067.80	5,150.88	26,218.68	2,621.868	23,596.812	3,700	600	4,300	3,375
2004	7,284,222.9	7,284.2229	1.05	1,300	1.04	21,067.80	5,150.88	26,218.68	2,621.868	23,596.812	3,700	600	4,300	3,375
2005	7,502,749.5	7,502.7495	1.03	1,352	1.04	21,067.80	5,150.88	26,218.68	2,621.868	23,596.812	3,700	600	4,300	3,375
2006	7,727,832	7,727.8320	1.03	1,406	1.04	21,067.80	5,150.88	26,218.68	2,621.868	23,596.812	3,700	600	4,300	3,375
2007	7,959,667	7,959.6670	1.03	1,462	1.04	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2008	8,039,263.7	8,039.2637	1.01	1,492	1.02	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2009	8,119,656.3	8,119.6563	1.01	1,521	1.02	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2010	8,200,852.9	8,200.8529	1.01	1,552	1.02	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2011	8,282,861.4	8,282.8614	1.01	1,567	1.01	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2012	8,365,690	8,365.6900	1.01	1,583	1.01	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2013	8,449,346.9	8,449.3469	1.01	1,599	1.01	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2014	8,533,840.4	8,533.8404	1.01	1,615	1.01	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975
2015	8,619,178.8	8,619.1788	1.01	1,631	1.01	21,067.80	10,301.76	31,369.56	3,136.956	28,232.604	3,700	1,200	4,900	3,975

(参考資料：UNELCO 提供資料)

Balance Between Peak Load and Output Capacity

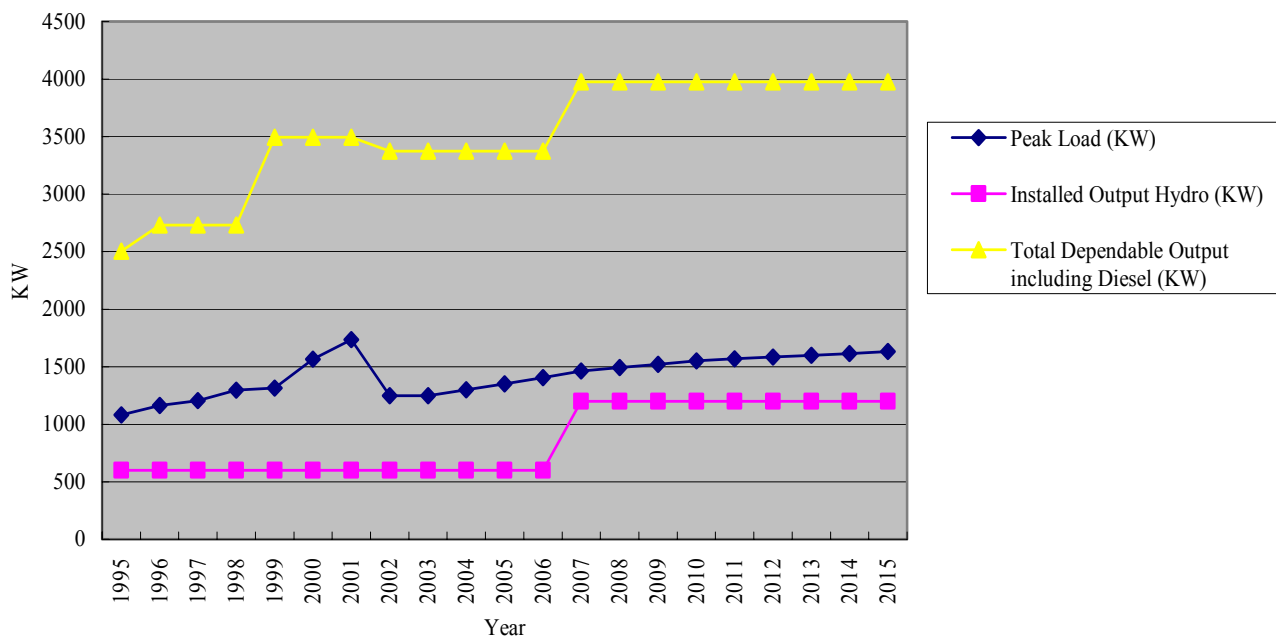


図 2.4.1 ピーク負荷と設備/保証出力の関係

Balance Between Energy Demand and Supply Capacity

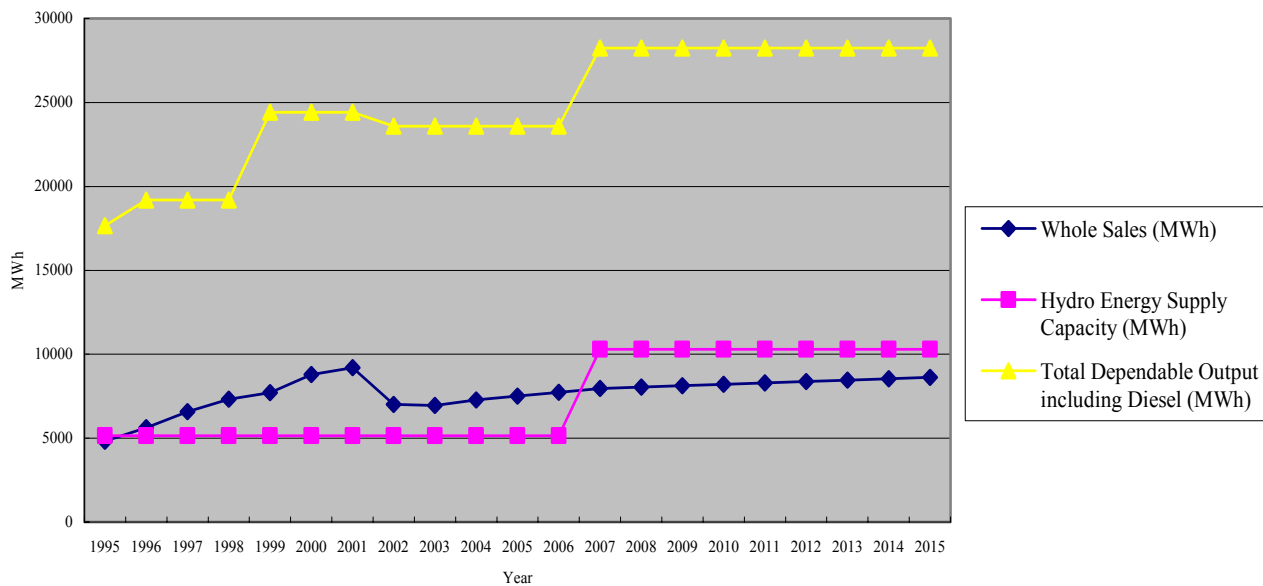


図 2.4.2 総電力需要と電力供給能力の関係

## 2. 4. 2 需要動向と本件実施の妥当性

表 2. 4. 2 及び図 2. 4. 1 は、ピーク負荷予測、水力設備容量、及び水力・Diesel を合わせた保証出力容量の間の関係を示している。現在のピーク負荷は 1, 300 KW で今後 1, 630 KW に増加すると見込まれている。一方、総保証出力は現在 3, 375 KW あり、No. 3 号機の 600 KW が増設されれば 3, 975 KW となる。総設備容量（総保証出力）は、ピーク負荷に比べて十分に余裕があると言える。

しかし、発電モードは、水力でカバー出来る部分をすべて水力でカバーし、水力のみでは足りない部分を Diesel で補うというものである。No. 3 号機（600 KW）の増設後の水力の総出力である 1, 200 KW は、現在及び将来のピーク負荷よりも小さいため、この足りない部分を Diesel で補うということになる。これは、「バ」政府の基本政策であるところの”高価な輸入石油からの脱却”に大きく貢献することが期待される。

後述の本案件の裨益効果で検討されているように、本件を実施する場合（増設有）と実施しない場合（増設無）の間の、輸入石油削減量の差は、以下の表に示すとおりである。

項目	増設無	増設有	差
2020年までの Diesel 発電総電力量 (GWh)	109.55	62.49	-47.06
2020年までの No. 1 & No. 2 号機水力発電総電力量 (GWh)	94.62	94.62	0
2020年までの No. 3 号機水力発電総電力量 (GWh)	0	47.06	47.06
2020年までの総輸入 Diesel 削減量 (Kl)	26,182	39,640	13,458
2020年までの総輸入 Diesel 削減額 (10 <sup>6</sup> US\$)	14.43	22.02	7.59

上記の表に見るとおり、本件が実施される場合の輸入石油削減量は、実施しない場合に比べて大幅（50%以上）に増加することとなり、電力需要に関連した本件実施の妥当性は十分に認められる。

## 2. 5 裨益効果

「サラカタ川水力発電所建設計画（1993、94年）」実施後の裨益効果を検討し、本案件実施も含め水力発電案件実施の妥当性を評価した。

サラカタ川水力発電所建設計画の実施による主な裨益効果として、収益金によるルガンビル市の電化、地方電化、ルガンビルの電力料金補助、及び輸入石油削減等があり、それぞれの効果は以下のとおりである。

### 2. 5. 1 収益金 (Sarakata Savings)

サラカタ水力発電所の発電量の売電による入金から、運営・維持・管理費と Renewal Fund と呼ばれる修理・保守費用を差し引いた純収益を、収益金 (Sarakata Savings) と称している。現在、UNELCO 社との契約で、運営・維持・管理費として 20,000,000 VT/年、Renewal Fund として 10,000,000 VT/年を UNELCO 社が受け取ることになっていて、2003年までの収益金の累積実績は表 2. 5. 2 に示すとおり 416,869,037 VT となっている。この収益金を使って、後述するルガンビル市の電化促進、地方電化、ルガンビル市の電力料金補助等が行われてきた。表 2. 5. 3 に示すように、2003年までに、このような使途に 374,487,751 VT が使用され、2003年末現在 42,381,286 VT の残高である。

表 2. 5. 4 は、今後 No. 3 号機が増設された場合に、どの程度の収益金が期待され、地方電化促進やルガンビルの電力料金の補助に貢献することになるのかを試算したものである。この試算によると、1995年から2003年までの地方電化実績である約 3,800,000 VT/年 (34,160,267 VT/9年 = 3,795,555 VT/年) に対し、10,000,000 VT/年程度まで増額出来、更にルガンビルの電力料金補助が、2003年実績であ

る4.6VT/KWhから約7.77VT/KWh(67,000,000VT/8,619,179KWh=7.773VT/KWh)にすることが可能である。現在の電力基本料金が約35VT/KWhであるので、20%以上の料金低減が可能になると言える。

表 2.5.1 将来の売電量子測

year	Sarakata Hydro Generation. (KWh)						Peak Load (KW)	Gross Revenue from Sarakata Hydro		
	Diesel Generation (KWh)	No.1 (300 KW) (KWh)	No.2 (300 KW) (KWh)	No.3 (600 KW) (KWh)	Total (KWh)	Whole Sales (KWh)		No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Rate (VT/KWh)
1995	2,961,720	1,648,282	215,050	0	1,863,332	4,825,052	1,082	40,665,952		
1996	1,805,680	1,842,970	1,966,030	0	3,809,000	5,614,680	1,162	86,284,823		
1997	2,557,100	2,094,710	1,921,910	0	4,016,620	6,573,720	1,204	91,796,936		
1998	2,889,600	2,199,130	2,223,110	0	4,422,240	7,311,840	1,296	81,684,288		
1999	3,185,200	2,222,950	2,302,030	0	4,524,980	7,710,180	1,315	82,669,765		
2000	4,190,050	2,243,540	2,356,730	0	4,600,270	8,790,320	1,565	100,473,914		
2001	4,543,300	2,352,880	2,307,080	0	4,659,960	9,203,260	1,736	80,456,685		
2002	3,799,800	1,138,630	2,067,680	0	3,206,310	7,006,110	1,249	59,950,178		
2003	2,972,230	1,900,440	2,079,750	0	3,980,190	6,952,420	1,248	57,886,496		
<b>Subtotal</b>	<b>28,904,680</b>	<b>17,643,532</b>	<b>17,439,370</b>	<b>0</b>	<b>35,082,902</b>	<b>63,987,582</b>		<b>681,869,037</b>	<b>0</b>	<b>19.44</b>
2004	3,213,326	2,035,449	2,035,449	0.000	4,070,897	7,284,223	1,300.000	79,121,550	0	19.44
2005	3,293,760	2,104,495	2,104,495	0.000	4,208,990	7,502,750	1,352.000	81,805,500	0	19.44
2006	3,530,630	2,098,601	2,098,601	0.000	4,197,202	7,727,832	1,406.080	81,576,391	0	19.44
2007	1,148,962	1,702,676	1,702,676	3,405,353	6,810,705	7,959,667	1,462.320	66,186,094	66,186,094	19.44
2008	1,277,033	1,690,558	1,690,558	3,381,115	6,762,231	8,039,264	1,491.560	65,715,021	65,715,021	19.44
2009	1,407,732	1,677,981	1,677,981	3,355,962	6,711,924	8,119,656	1,521.400	65,226,145	65,226,145	19.44
2010	1,540,972	1,664,970	1,664,970	3,329,941	6,659,881	8,200,853	1,551.820	64,720,393	64,720,393	19.44
2011	1,608,949	1,668,478	1,668,478	3,336,956	6,673,912	8,282,861	1,567.340	64,856,745	64,856,745	19.44
2012	1,677,628	1,672,016	1,672,016	3,344,031	6,688,062	8,365,690	1,583.020	64,994,256	64,994,256	19.44
2013	1,746,963	1,675,596	1,675,596	3,351,192	6,702,384	8,449,347	1,598.850	65,133,432	65,133,432	19.44
2014	1,816,955	1,679,221	1,679,221	3,358,442	6,716,885	8,533,840	1,614.830	65,274,352	65,274,352	19.44
2015	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
2016	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
2017	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
2018	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
2019	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
2020	1,887,692	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	8,619,179	1,630.980	65,416,248	65,416,248	19.44
<b>Subtotal</b>	<b>33,589,064</b>	<b>29,767,270</b>	<b>29,767,270</b>	<b>47,057,452</b>	<b>106,591,992</b>	<b>140,181,056</b>		<b>1,157,107,367</b>	<b>914,603,927</b>	
<b>Total</b>	<b>62,493,744</b>	<b>47,410,802</b>	<b>47,206,640</b>	<b>47,057,452</b>	<b>141,674,894</b>	<b>204,168,638</b>		<b>1,838,976,404</b>	<b>914,603,927</b>	

表 2.5.2 収益金の総額算定

year	サラカタ水力発電電力量 (KWh)				サラカタ水力発電電からの総売上高				運転・維持・管理費				修理/保守 (Repair/Renewal Fund)				収益金 (Sarukata Savings)			
	No.1 (300 KW) (KWh)	No.2 (600 KW) (KWh)	No.3 (600 KW) (KWh)	Total (KWh)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	
1995	1,648,282	215,050	0	1,863,332	40,665,952	0	40,665,952	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	10,665,952	0	10,665,952	0	0	10,665,952	
1996	1,842,970	1,966,030	0	3,809,000	86,284,823	0	86,284,823	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	56,284,823	0	56,284,823	0	0	56,284,823	
1997	2,094,710	1,921,910	0	4,016,620	91,796,936	0	91,796,936	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	61,796,936	0	61,796,936	0	0	61,796,936	
1998	2,199,130	2,223,110	0	4,422,240	81,684,288	0	81,684,288	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	51,684,288	0	51,684,288	0	0	51,684,288	
1999	2,222,950	2,302,030	0	4,524,980	82,669,765	0	82,669,765	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	52,669,765	0	52,669,765	0	0	52,669,765	
2000	2,243,540	2,356,730	0	4,600,270	100,473,914	0	100,473,914	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	70,473,914	0	70,473,914	0	0	70,473,914	
2001	2,352,880	2,307,080	0	4,659,960	80,456,685	0	80,456,685	16,666,667	0	16,666,667	8,333,333	0	8,333,333	55,456,685	0	55,456,685	0	0	55,456,685	
2002	1,138,630	2,067,680	0	3,206,310	59,950,178	0	59,950,178	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	29,950,178	0	29,950,178	0	0	29,950,178	
2003	1,900,440	2,079,750	0	3,980,190	57,886,496	0	57,886,496	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	27,886,496	0	27,886,496	0	0	27,886,496	
<b>Subtotal</b>	<b>17,643,532</b>	<b>17,439,370</b>	<b>0</b>	<b>35,082,902</b>	<b>681,869,037</b>	<b>0</b>	<b>681,869,037</b>	<b>176,666,667</b>	<b>0</b>	<b>176,666,667</b>	<b>88,333,333</b>	<b>0</b>	<b>88,333,333</b>	<b>416,869,037</b>	<b>0</b>	<b>416,869,037</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>416,869,037</b>	
2004	2,035,449	2,035,449	0	4,070,897	79,121,550	0	79,121,550	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	49,121,550	0	49,121,550	0	0	49,121,550	
2005	2,104,495	2,104,495	0	4,208,990	81,805,500	0	81,805,500	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	51,805,500	0	51,805,500	0	0	51,805,500	
2006	2,098,601	2,098,601	0	4,197,202	81,576,391	0	81,576,391	20,000,000	0	20,000,000	10,000,000	0	10,000,000	51,576,391	0	51,576,391	0	0	51,576,391	
2007	1,702,676	1,702,676	3,405,353	6,810,705	66,186,094	66,186,094	132,372,189	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	36,186,094	59,186,094	95,372,189	0	0	95,372,189	
2008	1,690,558	1,690,558	3,381,115	6,762,231	65,715,021	65,715,021	131,430,043	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,715,021	58,715,021	94,430,043	0	0	94,430,043	
2009	1,677,981	1,677,981	3,355,962	6,711,924	65,226,145	65,226,145	130,452,289	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,226,145	58,226,145	93,452,289	0	0	93,452,289	
2010	1,664,970	1,664,970	3,329,941	6,659,881	64,720,393	64,720,393	129,440,786	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	34,720,393	57,720,393	92,440,786	0	0	92,440,786	
2011	1,668,478	1,668,478	3,336,956	6,673,912	64,856,745	64,856,745	129,713,490	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	34,856,745	57,856,745	92,713,490	0	0	92,713,490	
2012	1,672,016	1,672,016	3,344,031	6,688,062	64,994,256	64,994,256	129,988,512	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	34,994,256	57,994,256	92,988,512	0	0	92,988,512	
2013	1,675,596	1,675,596	3,351,192	6,702,384	65,133,432	65,133,432	130,266,863	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,133,432	58,133,432	93,266,863	0	0	93,266,863	
2014	1,679,221	1,679,221	3,358,442	6,716,885	65,274,352	65,274,352	130,548,705	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,274,352	58,274,352	93,548,705	0	0	93,548,705	
2015	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
2016	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
2017	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
2018	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
2019	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
2020	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	65,416,248	65,416,248	130,832,496	20,000,000	2,000,000	22,000,000	10,000,000	5,000,000	15,000,000	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	93,832,496	
<b>Subtotal</b>	<b>29,767,270</b>	<b>29,767,270</b>	<b>47,057,452</b>	<b>106,591,992</b>	<b>1,157,107,367</b>	<b>914,603,927</b>	<b>2,071,711,294</b>	<b>340,000,000</b>	<b>28,000,000</b>	<b>368,000,000</b>	<b>170,000,000</b>	<b>70,000,000</b>	<b>240,000,000</b>	<b>647,107,367</b>	<b>816,603,927</b>	<b>1,463,711,294</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,463,711,294</b>	
<b>Total</b>	<b>47,410,802</b>	<b>47,206,640</b>	<b>47,057,452</b>	<b>141,674,894</b>	<b>1,838,976,404</b>	<b>914,603,927</b>	<b>2,753,580,331</b>	<b>516,666,667</b>	<b>28,000,000</b>	<b>544,666,667</b>	<b>258,333,333</b>	<b>70,000,000</b>	<b>328,333,333</b>	<b>1,063,976,404</b>	<b>816,603,927</b>	<b>1,880,580,331</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,880,580,331</b>	

表 2. 5. 3 純収益金 (No.3 号機無し)

year	Gross Sarakata Savings						Expenditures of Sarakata Savings						Net Sarakata Savings		
	Urban Electrification			Rural Electrification			Administration			Luganville Tariff Subsidy			VAT		
	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)
1995	10,665,952	0	10,665,952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,665,952
1996	56,284,823	0	56,284,823	11,971,148	0	1,279,043	0	0	0	0	0	0	0	0	43,034,632
1997	61,796,936	0	61,796,936	31,641,646	0	3,588,635	3,588,635	0	928,452	0	0	0	0	0	25,638,203
1998	51,684,288	0	51,684,288	41,224,964	0	3,173,571	3,173,571	0	5,817,238	0	0	0	5,880,276	0	-4,411,761
1999	52,669,765	0	52,669,765	52,124,756	0	2,647,354	2,647,354	0	3,996,473	0	0	0	7,015,153	0	-13,113,971
2000	70,473,914	0	70,473,914	43,461,888	0	19,135,713	19,135,713	0	12,251,012	0	0	0	6,964,112	0	-11,338,811
2001	55,456,685	0	55,456,685	23,984,690	0	0	0	0	13,047,500	0	0	0	2,998,085	0	15,426,410
2002	29,950,178	0	29,950,178	20,460,908	0	4,335,951	4,335,951	0	7,460,604	0	15,741,300	15,741,300	4,156,239	0	-22,204,824
2003	27,886,496	0	27,886,496	0	0	0	0	0	0	0	29,201,040	29,201,040	0	0	-1,314,544
<b>Subtotal</b>	<b>416,869,037</b>	<b>0</b>	<b>416,869,037</b>	<b>224,870,000</b>	<b>0</b>	<b>34,160,267</b>	<b>34,160,267</b>	<b>0</b>	<b>43,501,279</b>	<b>0</b>	<b>44,942,340</b>	<b>44,942,340</b>	<b>27,013,865</b>	<b>0</b>	<b>42,381,286</b>
2004	49,121,549.78	0	49,121,550	20,000,000	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	2,900,000	0	-7,778,450
2005	51,805,499.86	0	51,805,500	20,000,000	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	2,900,000	0	-5,094,500
2006	51,576,391.14	0	51,576,391	20,000,000	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	2,900,000	0	-5,323,609
2007	36,186,094.44	0	36,186,094	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	1,286,094
2008	35,715,021.39	0	35,715,021	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	815,021
2009	35,226,144.71	0	35,226,145	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	326,145
2010	34,720,393.08	0	34,720,393	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	-179,607
2011	34,856,744.95	0	34,856,745	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	-43,255
2012	34,994,256.02	0	34,994,256	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	94,256
2013	35,133,431.64	0	35,133,432	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	233,432
2014	35,274,352.30	0	35,274,352	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	374,352
2015	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
2016	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
2017	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
2018	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
2019	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
2020	35,416,248.02	0	35,416,248	0	0	3,000,000	3,000,000	0	6,000,000	0	25,000,000	25,000,000	900,000	0	516,248
<b>Subtotal</b>	<b>647,107,367</b>	<b>0</b>	<b>647,107,367</b>	<b>60,000,000</b>	<b>0</b>	<b>51,000,000</b>	<b>51,000,000</b>	<b>0</b>	<b>102,000,000</b>	<b>0</b>	<b>425,000,000</b>	<b>425,000,000</b>	<b>21,300,000</b>	<b>0</b>	<b>-12,192,633</b>
<b>Total</b>	<b>1,063,976,404</b>	<b>0</b>	<b>1,063,976,404</b>	<b>284,870,000</b>	<b>0</b>	<b>85,160,267</b>	<b>85,160,267</b>	<b>0</b>	<b>145,501,279</b>	<b>0</b>	<b>469,942,340</b>	<b>469,942,340</b>	<b>48,313,865</b>	<b>0</b>	<b>30,188,653</b>

Note: Possible tariff reduction in Luganville: 2.90 VT/KWh

表 2. 5. 4 純収益金 (No.3 号機有り)

year	Gross Sarakata Savings						Expenditures of Sarakata Savings						Net Sarakata Savings		
	Urban Electrification			Rural Electrification			Administration			Luganville Tariff Subsidy			VAT		
	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)
1995	10,665,952	0	10,665,952	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,665,952	0	10,665,952
1996	56,284,823	0	56,284,823	11,971,148	0	11,971,148	1,279,043	0	1,279,043	0	0	0	43,034,632	0	43,034,632
1997	61,796,936	0	61,796,936	31,641,646	0	31,641,646	3,588,635	928,452	928,452	0	0	0	25,638,203	0	25,638,203
1998	51,684,288	0	51,684,288	41,224,964	0	41,224,964	3,173,571	5,817,238	5,817,238	0	0	0	5,880,276	0	5,880,276
1999	52,669,765	0	52,669,765	52,124,756	0	52,124,756	2,647,354	3,996,473	3,996,473	0	0	0	7,015,153	0	7,015,153
2000	70,473,914	0	70,473,914	43,461,888	0	43,461,888	19,135,713	12,251,012	12,251,012	0	0	0	6,964,112	0	6,964,112
2001	55,456,685	0	55,456,685	23,984,690	0	23,984,690	0	13,047,500	13,047,500	0	0	0	2,998,085	0	2,998,085
2002	29,950,178	0	29,950,178	20,460,908	0	20,460,908	4,335,951	7,460,604	7,460,604	0	0	0	4,156,239	0	4,156,239
2003	27,886,496	0	27,886,496	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Subtotal</b>	<b>416,869,037</b>	<b>0</b>	<b>416,869,037</b>	<b>224,870,000</b>	<b>0</b>	<b>224,870,000</b>	<b>34,160,267</b>	<b>43,501,279</b>	<b>43,501,279</b>	<b>0</b>	<b>44,942,340</b>	<b>27,013,865</b>	<b>42,381,286</b>	<b>0</b>	<b>42,381,286</b>
2004	49,121,550	0.00	49,121,550	20,000,000	0	20,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	0	0	0	3,100,000	0	3,100,000
2005	51,805,500	0.00	51,805,500	20,000,000	0	20,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	0	0	0	3,100,000	0	3,100,000
2006	51,576,391	0.00	51,576,391	20,000,000	0	20,000,000	5,000,000	5,000,000	5,000,000	0	0	0	3,100,000	0	3,100,000
2007	36,186,094	59,186,094	95,372,189	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2008	35,715,021	58,715,021	94,430,043	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2009	35,226,145	58,226,145	93,452,290	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2010	34,720,393	57,720,393	92,440,786	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2011	34,856,745	57,856,745	92,713,490	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2012	34,994,256	57,994,256	92,988,512	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2013	35,133,432	58,133,432	93,266,863	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2014	35,274,352	58,274,352	93,548,705	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2015	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2016	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2017	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2018	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2019	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
2020	35,416,248	58,416,248	93,832,496	0	0	0	5,000,000	5,000,000	10,000,000	6,000,000	6,000,000	15,000,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
<b>Subtotal</b>	<b>647,107,367</b>	<b>816,603,927</b>	<b>1,463,711,294</b>	<b>60,000,000</b>	<b>0</b>	<b>60,000,000</b>	<b>155,000,000</b>	<b>102,000,000</b>	<b>186,000,000</b>	<b>84,000,000</b>	<b>84,000,000</b>	<b>294,000,000</b>	<b>24,700,000</b>	<b>15,400,000</b>	<b>40,100,000</b>
<b>Total</b>	<b>1,063,976,404</b>	<b>816,603,927</b>	<b>1,880,580,331</b>	<b>284,870,000</b>	<b>0</b>	<b>284,870,000</b>	<b>189,160,267</b>	<b>145,501,279</b>	<b>229,501,279</b>	<b>84,000,000</b>	<b>84,000,000</b>	<b>294,000,000</b>	<b>1,058,942,340</b>	<b>15,400,000</b>	<b>67,113,865</b>

Note: Possible tariff reduction in Luganville : 7.77 VT/KWh



表 2. 5. 5 修理／保守基金 (Repairs/Renewal Fund) と修理／保守費用の算定 (No.3 号機無し)

year	Repair/Renewal Fund			Expenditures			Balance		
	No.1&2(VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)
1995	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
1996	10,000,000	0	10,000,000	4,656,751	0	4,656,751	5,343,249	0	5,343,249
1997	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
1998	10,000,000	0	10,000,000	124,117	0	124,117	9,875,883	0	9,875,883
1999	10,000,000	0	10,000,000	10,343	0	10,343	9,989,657	0	9,989,657
2000	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
2001	8,333,333	0	8,333,333	0	0	0	8,333,333	0	8,333,333
2002	10,000,000	0	10,000,000	10,722,820	0	10,722,820	-722,820	0	-722,820
2003	10,000,000	0	10,000,000	14,352,500	0	14,352,500	-4,352,500	0	-4,352,500
<b>Subtotal</b>	<b>88,333,333</b>	<b>0</b>	<b>88,333,333</b>	<b>29,866,531</b>	<b>0</b>	<b>29,866,531</b>	<b>58,466,802</b>	<b>0</b>	<b>58,466,802</b>
2004	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2005	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2006	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2007	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2008	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2009	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2010	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2011	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2012	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2013	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2014	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2015	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2016	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2017	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2018	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2019	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2020	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
<b>Subtotal</b>	<b>170,000,000</b>	<b>0</b>	<b>170,000,000</b>	<b>85,000,000</b>	<b>0</b>	<b>85,000,000</b>	<b>85,000,000</b>	<b>0</b>	<b>85,000,000</b>
<b>Total</b>	<b>258,333,333</b>	<b>0</b>	<b>258,333,333</b>	<b>114,866,531</b>	<b>0</b>	<b>114,866,531</b>	<b>143,466,802</b>	<b>0</b>	<b>143,466,802</b>

(参考資料：エネルギー局提供資料)

表 2. 5. 6 修理／保守基金 (Repairs/Renewal Fund) と修理／保守費用の算定 (No.3 号機有り)

year	Repair/Renewal Fund			Expenditures			Balance		
	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)	No.1&2 (VT)	No.3 (VT)	Total (VT)
1995	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
1996	10,000,000	0	10,000,000	4,656,751	0	4,656,751	5,343,249	0	5,343,249
1997	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
1998	10,000,000	0	10,000,000	124,117	0	124,117	9,875,883	0	9,875,883
1999	10,000,000	0	10,000,000	10,343	0	10,343	9,989,657	0	9,989,657
2000	10,000,000	0	10,000,000	0	0	0	10,000,000	0	10,000,000
2001	8,333,333	0	8,333,333	0	0	0	8,333,333	0	8,333,333
2002	10,000,000	0	10,000,000	10,722,820	0	10,722,820	-722,820	0	-722,820
2003	10,000,000	0	10,000,000	14,352,500	0	14,352,500	-4,352,500	0	-4,352,500
<b>Subtotal</b>	<b>88,333,333</b>	<b>0</b>	<b>88,333,333</b>	<b>29,866,531</b>	<b>0</b>	<b>29,866,531</b>	<b>58,466,802</b>	<b>0</b>	<b>58,466,802</b>
2004	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2005	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2006	10,000,000	0	10,000,000	5,000,000	0	5,000,000	5,000,000	0	5,000,000
2007	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2008	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2009	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2010	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2011	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2012	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2013	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2014	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2015	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2016	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2017	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2018	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2019	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
2020	10,000,000	5,000,000	15,000,000	5,000,000	3,000,000	8,000,000	5,000,000	2,000,000	7,000,000
<b>Subtotal</b>	<b>170,000,000</b>	<b>70,000,000</b>	<b>240,000,000</b>	<b>85,000,000</b>	<b>42,000,000</b>	<b>127,000,000</b>	<b>85,000,000</b>	<b>28,000,000</b>	<b>113,000,000</b>
<b>Total</b>	<b>258,333,333</b>	<b>70,000,000</b>	<b>328,333,333</b>	<b>114,866,531</b>	<b>42,000,000</b>	<b>156,866,531</b>	<b>143,466,802</b>	<b>28,000,000</b>	<b>171,466,802</b>

(参考資料：エネルギー局提供資料)

## 2. 5. 2 ルガンビル市の電化

サラカタ水力発電所（No. 1 & No. 2号機）の建設後、サラカタ収益金によりルガンビル市の電化が急速に進められた。1995年以降の電化世帯数の増加は、668戸であると報告されている。年平均で約75戸／年である。この電化により、1994年に40%であった電化率が、2003年現在89%に達している。今後も、これまでと同様に電化が進められる見込みであるため、遅くとも2006年にはルガンビル市の電化は完了するものと考えられる。

更に、ルガンビル市に関しては、Street Lighting の整備も進められ、サラカタ水力発電所（No. 1 & No. 2号機）建設前の85 Street Lights から218 Street Lights まで整備が進められている。サラカタ水力発電所（No. 1 & No. 2号機）の建設によるサラカタ収益金無しには、このような電化率の向上は考えられないことであり、ルガンビル市の電化に対する貢献度も極めて高いと言える。

## 2. 5. 3 地方電化

サラカタ収益金によって、地方電化も促進された。サラカタ水力発電所（No. 1 & No. 2号機）の建設以降の主な地方電化は、下記のとおりである。

- i) Malekula 島の Norsup/Lakatoro における新規電化世帯： 499戸
- ii) Tanna 島の Isangel における新規電化世帯： 543戸
- iii) ソーラーシステム設置： 500戸以上

さらに、次のような調査／検討にも役立てられた。

- i) Erromango 島, Tanna 島, Epi 島, Pentecost 島, Santo 島, Gaua 島,及び Vanua Lava 島の水力ポテンシャル調査
- ii) Efate 島, Tongoa 島における地熱資源調査
- iii) Pentecost 島(north), Ambae 島の Saratamata, Malekula 島の Vao Mainland などの電力需要調査
- iv) Efate 島の風力エネルギー調査

## 2. 5. 4 ルガンビルの電力料金補助

サラカタ収益金は、まず上述のルガンビル市の電化促進や地方電化に使用されてきたが、2002年よりルガンビルの電力料金補助（電力料金の低減）にも充てられている。2002年及び2003年の電力料金補助の金額は、それぞれ15, 862, 856 VT及び29, 201, 040 VTとなっており、2003年の電力料金補助は4.6 VT/KWh（約13%）の電力料金低減に相当する。

表 2. 5. 4は、今後No. 3号機が増設された場合にどの程度の地方電化促進やルガンビルの電力料金の補助が可能になるかを試算したものであるが、表 2. 5. 4の試算に見られるように、地方電化も促進した上で約7.8 VT/KWh（約20%）程度の料金低減が可能になるという結果が得られている。

## 2. 5. 5 輸入石油削減量

No. 1 & No. 2号機の実施による輸入石油削減量の実績（1995年—2003年）は、表 2. 4. 7に示されるように、9, 155キロリットル、金額にして約US \$ 4, 825,

000と計算されている。この削減量は、水力発電が無かった場合にルガンビルで必要となる全輸入石油の54.8%に相当する。

本案件（No. 3号機）も含めた2004年以降2020年までの輸入石油削減量は表 2.4.8で試算されているが、その削減量は30,485キロリットル、金額で約US\$17,193,715となる。これは、水力発電が無かった場合にルガンビルで必要になる全輸入石油の76.0%に相当する。

1995年から2020年までの総削減量では、39,640キロリットル（US\$22,019,150）となり、69.4%の削減量となる。

表 2.5.7 輸入石油削減量 (No.3 号機無し)

year	Sarakata Hydro Generation.(KWh)				Saving of Imported Diesel Oil				Price of Imported Diesel Oil (US\$/KL)	Saving of Foreign Currency			Total (US\$)
	No.1 (300 KW) (KWh)	No.2 (300 KW) (KWh)	No.3 (600 KW) (KWh)	Total (KWh)	No.1 (300 KW) (KL)	No.2 (300 KW) (KL)	No.3 (600 KW) (KL)	Total (KL)		No.1 (300 KW) (US\$)	No.2 (300 KW) (US\$)	No.3 (600 KW) (US\$)	
1995	1,648,282	215,050	0	1,863,332	424	62	0	486	435	184,656	26,754	0	211,410
1996	1,842,970	1,966,030	0	3,809,000	428	562	0	990	550	235,2436	309,257	0	544,500
1997	2,094,710	1,921,910	0	4,016,620	494	550	0	1,044	570	281,7706	313,310	0	595,080
1998	2,199,130	2,223,110	0	4,422,240	514	636	0	1,150	480	246,8116	305,189	0	552,000
1999	2,222,950	2,302,030	0	4,524,980	487	658	0	1,145	450	218,979	296,271	0	515,250
2000	2,243,540	2,356,730	0	4,600,270	492	674	0	1,166	550	270,586	370,714	0	641,300
2001	2,352,880	2,307,080	0	4,659,960	552	660	0	1,212	544	300,383	358,945	0	659,328
2002	1,138,630	2,067,680	0	3,206,310	241	591	0	832	564	135,723	333,525	0	469,248
2003	1,900,440	2,079,750	0	3,980,190	535	595	0	1,130	564	301,848	335,472	0	637,320
<b>Subtotal</b>	<b>17,643,532</b>	<b>17,439,370</b>	<b>0</b>	<b>35,082,902</b>	<b>4,167</b>	<b>4,988</b>	<b>0</b>	<b>9,155</b>		<b>2,176,000</b>	<b>2,649,436</b>	<b>0</b>	<b>4,825,436</b>
2004	2,035,449	2,035,449	0	4,070,897	582	582	0	1,164	564	328,326	328,326	0	656,652
2005	2,104,495	2,104,495	0	4,208,990	602	602	0	1,204	564	339,463	339,463	0	678,927
2006	2,098,601	2,098,601	0	4,197,202	600	600	0	1,200	564	338,513	338,513	0	677,025
2007	1,702,676	1,702,676	0	3,405,353	487	487	0	974	564	274,649	274,649	0	549,297
2008	1,690,558	1,690,558	0	3,381,115	483	483	0	967	564	272,694	272,694	0	545,387
2009	1,677,981	1,677,981	0	3,355,962	480	480	0	960	564	270,665	270,665	0	541,330
2010	1,664,970	1,664,970	0	3,329,941	476	476	0	952	564	268,566	268,566	0	537,133
2011	1,668,478	1,668,478	0	3,336,956	477	477	0	954	564	269,132	269,132	0	538,264
2012	1,672,016	1,672,016	0	3,344,031	478	478	0	956	564	269,703	269,703	0	539,406
2013	1,675,596	1,675,596	0	3,351,192	479	479	0	958	564	270,280	270,280	0	540,561
2014	1,679,221	1,679,221	0	3,358,442	480	480	0	961	564	270,865	270,865	0	541,730
2015	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
2016	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
2017	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
2018	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
2019	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
2020	1,682,872	1,682,872	0	3,365,743	481	481	0	963	564	271,454	271,454	0	542,908
<b>Subtotal</b>	<b>29,767,270</b>	<b>29,767,270</b>	<b>0</b>	<b>59,534,540</b>	<b>8,513</b>	<b>8,513</b>	<b>0</b>	<b>17,027</b>		<b>4,801,580</b>	<b>4,801,580</b>	<b>0</b>	<b>9,603,159</b>
<b>Total</b>	<b>47,410,802</b>	<b>47,206,640</b>	<b>0</b>	<b>94,617,442</b>	<b>12,681</b>	<b>13,501</b>	<b>0</b>	<b>26,182</b>		<b>6,977,580</b>	<b>7,451,016</b>	<b>0</b>	<b>14,428,595</b>

(参考資料：エネルギー局提供資料)

表 2. 5. 8 輸入石油削減量 (No. 3 号機有り)

year	Sarakata Hydro Generation.(KWh)						Saving of Imported Diesel Oil						Price of Imported Diesel Oil (US\$/KL)	Saving of Foreign Currency			Total (US\$)
	No.1 (300 KW) (KWh)	No.2 (300 KW) (KWh)	No.3 (600 KW) (KWh)	Total (KWh)	No.1 (300 KW) (KL)	No.2 (300 KW) (KL)	No.3 (600 KW) (KL)	Total (KL)	No.1 (300 KW) (US\$)	No.2 (300 KW) (US\$)	No.3 (600 KW) (US\$)						
1995	1648,282	215,050	0	1,863,332	424,495	61,504	0	486	184,655.62	26,754.37	0	211,410					
1996	1842,970	1,966,030	0	3,809,000	427,715	562,284	0	990	235,243.48	309,256.51	0	544,500					
1997	2094,710	1,921,910	0	4,016,620	494,333	549,666	0	1,044	281,770.23	313,309.76	0	595,080					
1998	2199,130	2,223,110	0	4,422,240	514,190	635,809	0	1,150	246,811.45	305,188.54	0	552,000					
1999	2222,950	2,302,030	0	4,524,980	486,619	658,380	0	1,145	218,978.73	296,271.26	0	515,250					
2000	2243,540	2,356,730	0	4,600,270	491,975	674,024	0	1,166	270,586.37	370,713.62	0	641,300					
2001	2352,880	2,307,080	0	4,659,960	552,175	659,824	0	1,212	300,383.26	358,944.73	0	659,328					
2002	1138,630	2,067,680	0	3,206,310	240,643	591,356	0	832	135,722.94	333,525.05	0	469,248					
2003	1900,440	2,079,750	0	3,980,190	535,191	594,808	0	1,130	301,848.00	335,471.99	0	637,320					
<b>Subtotal</b>	<b>17,643,532</b>	<b>17,439,370</b>	<b>0</b>	<b>35,082,902</b>	<b>4,167,340</b>	<b>4,987,659</b>	<b>0</b>	<b>9,155</b>	<b>2,176,000.12</b>	<b>2,649,435.87</b>	<b>0</b>	<b>4,825,436</b>					
2004	2,035,449	2,035,449	0	4,070,897	582,138	582,138	0	1,164.276	328,325.99	328,325.99	0	656,651.99					
2005	2,104,495	2,104,495	0	4,208,990	601,885	601,885	0	1,203.771	339,463.42	339,463.42	0	678,926.84					
2006	2,098,601	2,098,601	0	4,197,202	600,199	600,199	0	1,200.399	338,512.70	338,512.70	0	677,025.41					
2007	1,702,676	1,702,676	3,405,353	6,810,705	486,965	486,965	973,930	1,947.861	274,648.50	274,648.50	549,297.01	1,098,594.02					
2008	1,690,558	1,690,558	3,381,115	6,762,231	483,499	483,499	966,999	1,933.998	272,693.72	272,693.72	545,387.44	1,090,774.88					
2009	1,677,981	1,677,981	3,355,962	6,711,924	479,902	479,902	959,805	1,919.610	270,665.05	270,665.05	541,330.11	1,082,660.23					
2010	1,664,970	1,664,970	3,329,941	6,659,881	476,181	476,181	952,363	1,904.726	268,566.37	268,566.37	537,132.74	1,074,265.48					
2011	1,668,478	1,668,478	3,336,956	6,673,912	477,184	477,184	954,369	1,908.738	269,132.18	269,132.18	538,264.36	1,076,528.73					
2012	1,672,016	1,672,016	3,344,031	6,688,062	478,196	478,196	956,392	1,912.785	269,702.80	269,702.80	539,405.60	1,078,811.21					
2013	1,675,596	1,675,596	3,351,192	6,702,384	479,220	479,220	958,440	1,916.881	270,280.33	270,280.33	540,560.66	1,081,121.33					
2014	1,679,221	1,679,221	3,358,442	6,716,885	480,257	480,257	960,514	1,921.029	270,865.10	270,865.10	541,730.20	1,083,460.41					
2015	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
2016	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
2017	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
2018	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
2019	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
2020	1,682,872	1,682,872	3,365,743	6,731,486	481,301	481,301	962,602	1,925.205	271,453.91	271,453.91	542,907.83	1,085,815.67					
<b>Subtotal</b>	<b>29,767,270</b>	<b>29,767,270</b>	<b>47,057,452</b>	<b>106,591,992</b>	<b>8,513,439</b>	<b>8,513,439</b>	<b>13,458,431</b>	<b>30,485,309</b>	<b>4,801,579.72</b>	<b>4,801,579.72</b>	<b>7,590,555.19</b>	<b>17,193,714.65</b>					
<b>Total</b>	<b>47,410,802</b>	<b>47,206,640</b>	<b>47,057,452</b>	<b>141,674,894</b>	<b>12,680,779</b>	<b>13,501,099</b>	<b>13,458,431</b>	<b>39,640,309</b>	<b>6,977,579.85</b>	<b>7,451,015.59</b>	<b>7,590,555.19</b>	<b>22,019,150.65</b>					

(参考資料：エネルギー局提供資料)

## 2. 6 既存電力施設の運営・維持・管理状況

現契約に基づいて、2010年までは引き続き UNELCO が運営維持管理を行うため、93、94年に設置した水力発電施設・設備の稼動状況を確認し、その妥当性の評価をおこなった。評価結果は、以下のとおりである。

既設水力発電施設・設備の運営・維持・管理状況は、別途詳述するが、既設1&2号機による過去10年間の発電実績は評価に値するものであるが、水力発電設備の維持管理体制については向上の余地が多々あることが認められた。これまでの維持・管理上の主な問題として、下記の事項が挙げられる。

1) これまでのおもな保守・修理は、2002年水車に発生した磨耗に対する修理（約8.5百万円）と約6ヵ月間の運転停止（一台）であるが、その原因は駆動部の調節不具合の状態でも長期間運転したことによる磨耗ならびに度重なる発電出力調整で起こった通水不安定化現象によるキャビテーションであることが分解検査の結果判明している。

2) 調査団の現地調査で先方に指摘することになった開水路支持地盤の広範囲なクラック変状は、地滑りの兆候を示しており、開水路にも大きな損傷を与える可能性があるにも拘らず長期間放置されてきたことは施設の維持管理上問題視される。

これら土木施設や発電機器の維持・管理において深刻な問題が発生するのは、点検の項目・方法や点検記録の分析にもとづいて設備保全策を講ずるなど、予防保全においてまだ十分な知識や経験レベルに達していないことが原因と考えられる。増設に合わせてOJTによる技術移転を行うことが必要と考えられる。

## 2. 7 中・長期運用計画

「バ」国の電力供給は、電力供給協定の下、仏系民間企業の UNELCO に委託されているが、ルガンビルの電力供給に対する協定は2010年末に失効することになっている。同電力協定が失効する2011年以降、「バ」国政府は国家エネルギー公社を新設し、直営で電力供給を行う計画を持っている。このような「バ」国政府の中・長期的運用計画の妥当性を以下の様に評価した。

### 2. 7. 1 2010年以前の運営・維持・管理

1993年、94年に完成したサラカタ水力発電所のNo. 1&2号機（300KW x 2）は、UNELCO との電力協定の下で UNELCO によってその運営・維持・管理が行われている。No. 3号機増設後も2010年末までは UNELCO との電力協定の下で継続的に UNELCO によってその運営・維持・管理が行われる予定である。この UNELCO への継続委託は、次の観点より極めて妥当である。

1) UNELCO の運営・維持・管理体制については、土木施設の点検・保守体制に多少問題があったが、知見・経験ある土木技術者が点検・保守に加わることによって改善することが協定で約束

されたので、ほぼ十分な体制になるものと考えられる。

2) 3号機の増設に対する運営・維持・管理の予算措置について、UNELCOは7百万VT/年の増加(保守・修理:5百万VT増、Operation:2百万VT増)を見込んでいる。現在(1&2号機)の予算措置が30百万VT/年(保守・修理:10百万VT、Operation:20百万VT)であり、本件が3号機の発電機器と水圧鉄管のみの増設であることを考慮すると妥当な予算措置と考えられる。

3) 現電力協定の下で、技術的あるいは財務的により有利になる形態は考えられない。

現電力協定が有効な2010年末までの電力供給運用形態は原則これまでの運用形態と同様であるが、収益金(サラカタFund)についてはその会計管理が財務局によって行われ、その用途は新たに設立されるSteering Committeeによって協議・決定されることになる。

## 2. 7. 2 2011年以降の運営・維持・管理

### (1) 運用形態代替案と評価

ルガンビルの現電力協定が失効する2011年以降の運用形態として、次の三つの形態が考えられる。

- 1) UNELCO(又は、他私企業)への全面委託方式
- 2) サラカタ水力発電公社方式
- 3) ルガンビル電力供給公社方式

それぞれの形態の概要と評価は以下のとおりである。

#### 1) UNELCO(又は、他私企業)への全面委託方式

##### 形態の概要:

この形態では、国家電力公社の設立はなく、原則現在の運用体制が維持される案が考えられている。即ち、UNELCO(又は、他私企業)が、Diesel発電所とサラカタ水力発電所を含めすべてを運営・維持・管理する案である。

但し、この場合、新設される規制機関の下で電力供給契約条項が厳しく検討されることが想定されている。また、収益金については財務局が会計管理を行うと共に、その用途についてはSteering Committeeにおいて協議・決定されることになる。

##### 評価:

この形態では、電力供給上の技術的問題はなくなるが、運営する企業としては運転・維持・管理費の他に企業利益が必要となってくるため運営費が高くなるという問題がある。さらに、私企業として利益が優先されるため、利益が期待されない地方電化等に対して消極的になる。このことが、国策を促進する上で有効な形態ではないという問題もある。



2) サラカタ水力発電公社方式

形態の概要：

サラカタ水力発電公社方式は、国家エネルギー公社がサラカタ水力発電所の施設運転・維持・管理を行い、サラカタ水力発電所の発生電力を UNELCO（又は、他の私企業）に売電する形態である。この形態では、国家エネルギー公社がサラカタ水力発電所の施設運転・維持・管理の費用や収益金の管理も実施することになるが、Diesel 発電所の運転・維持・管理及び消費者への売電は、UNELCO（又は、他の私企業）が実施する。役割分担は下表に示すようになる。

項目	UNELCO (又は他私企業)	「バ」政府		Steering Committee
		国家エネルギー 公社 (NEC)	財務局	
<b><u>Diesel 発電：</u></b>				
一施設の運転実施	○	×	×	×
一施設の維持・管理の実施	○	×	×	×
一資金管理：				
i) 消費者への売電・集金	○	×	×	×
ii) 資金運用	○	×	×	×
<b><u>サラカタ川水力発電：</u></b>				
一施設の運転実施	×	○	×	×
一施設の維持・管理の実施	×	○	×	×
一資金管理：				
i) UNELCO への売電	×	○	×	×
ii) 消費者への売電・集金	○	×	×	×
iii) 運転・維持・管理費用 の管理	×	○	×	×
IV) Renewal/Repair Fund の管理	×	○	×	×
v) 収益金（サラカタ Fund）：				
管理／会計	×	○	○	×
使途の管理	×	×	×	○

評価：

この形態では、サラカタ発電所の運転・維持・管理費用は企業に委託するよりも安くなることが期待されるが、サラカタ発電所を運転・維持・管理していく経験のある人材が必要となる。これまでにその様な人材が養成されてきておらず、短期間にその様な人材の養成は難しいことが大きな課題である。

### 3) ルガンビル電力供給公社方式

#### 形態の概要：

この形態は、サラカタ水力発電所及び Diesel 発電所を含めて、ルガンビルのすべての電力供給を国家エネルギー公社が運営・維持・管理する形態である。財務局が収益金の会計管理を行い、Steering Committee が収益金の使途を管理することは、前記の2形態と同様である。

#### 評価：

国家エネルギー公社が、利益を優先する私企業に頼ることなく、国家エネルギー政策に沿った電力供給／開発を進めていく上で最も望ましい形態であるが、施設を運転していく技術者の教育・訓練や経営担当者の Capacity Building が不可欠である。このような人材育成の必要性が大きな障害である。

#### **(2) 中・長期運用形態に対する提言**

中・長期運用形態代替案のそれぞれに対する評価は、上述した如くである。評価結果、次の中・長期的運用形態を考えるのが実情に照らして妥当であると考えられる。

i) 人材の育成無しに、国家エネルギー公社自身によって施設運転・維持・管理を行うことは、困難である。

ii) よって、人材が育成されるまで、当面は UNELCO (又は、他の私企業) にほぼ全面的に委託する形態とするのが、实际的であろう。但し、UNELCO (又は、他の私企業) との契約条項は、新設される規制機関の下で厳しく見直されるべきである。

iii) その間に、”サラカタ水力発電公社方式”への移行、引き続いて”ルガンビル電力供給公社方式”への移行に向けて、10年～15年の期間を想定した人材育成を重視すべきである。人材育成の方法としては、技術、経営、会計分野の専門家派遣による教育・訓練及び UNELCO (又は、他の私企業) との新規契約において、教育・訓練の義務を契約条項に盛り込むことなどが考えられる。

## **2. 8 他ドナーの援助動向**

他援助機関との協調と協力の可能性の調査をとおして、本案件の実施に対して望ましい環境を作ることが重要であるため、主要他ドナーの援助活動について、以下を確認した。

#### **(1) 世銀の援助活動**

現在の「バ」国の公益事業（電気、水道、通信）は、許認可や料金設定などを独立して行う規制機関が機能してなく、いずれも特定の民間事業者による独占形態がとられている。電力供給については、UNELCO社がポートビラとルガンビル他2ヶ所の離島で独占的な事業を行っている。そのため、利益の期待できない地方電化等には極めて消極的である、あるいは料金が異常に高いなどの不合理が生じており、「バ」国政府は規制機関の設置が必須であるとしてPAAに掲げ、世銀の支援で規制機関設置の法整備を開始したところである。この法整備は、段階的に議会承認を経ながら進めることになっているので、整備されるまでにはかなりの時間が必要である。世銀

は現在三つの Options を提示していて、「バ」国による Option の選択を待っているところである。「バ」国側の選択決定が遅れているが、今後「バ」国側の選択決定に基づいて法整備を進める計画となっている。

#### (2) AusAID の援助活動

AusAID は、財務局にアドバイザーをおくり、財務局の財務管理における国際標準システムの導入や会計管理等の技術移転を行っている。この様な技術移転／改革の結果として、サラカタ基金の管理は UNELCO の管理から財務局の管理下に移され、通常の家計出費目と同様な会計管理規則の適用を受けるようになった。このことは、収益金の使途等が厳格に管理されることを意味していて、極めて望ましい管理体制になったと言える。

さらに、AusAid は State Law Office (法制局) にもアドバイザーをおくり、電力法や国家エネルギー公社法その他の法制・制度の整備の支援をしている。

#### (3) ADF の援助活動

サラカタ水力発電所 3 号機の設置に関する援助を「バ」国側に提案したが、「バ」国側はこの提案を断ったことを確認した。

## 2. 9 基礎資料の収集・分析

### 2. 9. 1 水文データ（降雨量、河川流量）の確認と特性

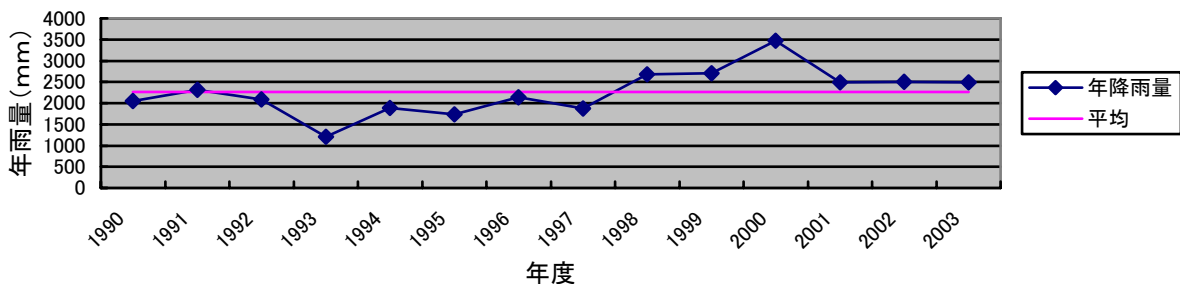
サラカタ水力発電所のあるサント島は、南東貿易風が吹き込む亜熱帯気候のため5月から10月の乾季は晴天と涼風に恵まれる。11月から4月の雨季は高温多湿で、サイクロン襲来の季節でもある。スコールの風速は最大90km/時に達する。

#### (1) 降雨記録

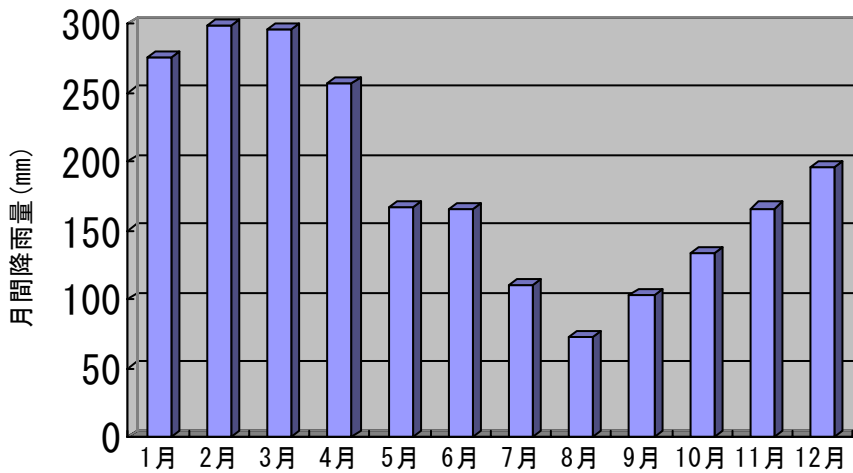
サラカタ川流域内に雨量観測所はない。ルガンビル市東端のペコア空港で1990年から観測されているデータが参考とされる。例年1月から3月の期間に最大降雨を示すが、サイクロンの暴風雨によってもたらされるものである。平均年間降雨は2,259mmであるが、過去14年間に最大3500ミリから最小1200ミリの範囲で大きく変動しており、10年サイクルで豊水年と渇水年を繰り返す傾向が見られる。今年（2004年）は運開後の10年を経て初めての渇水年に当たる年のようなのである。

サント島ルガンビル降雨量(mm)													
年度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
1990	254.4	208.3	465.8	204.0	44.2	100.1	34.1	15.2	70.7	172.3	107.6	370.5	2047.2
1991	141.6	601.0	411.2	169.4	84.0	84.5	57.9	81.9	134.5	220.3	210.6	121.7	2318.6
1992	290.3	743.7	193.7	261.7	99.6	59.1	157.6	27.4	17.1	113.7	21.5	103.3	2088.7
1993	72.2	189.9	270.7	82.2	122.2	90.5	49.5	116.9	35.6	26.9	58.1	97.3	1212.0
1994	451.5	161.4	478.8	285.5	32.0	122.5	83.0	41.1	39.1	3.0	77.8	106.6	1882.3
1995	172.7	184.2	282.1	280.2	45.3	62.3	30.3	130.9	75.1	185.1	103.4	184.8	1736.4
1996	243.2	24.2	466.1	140.4	286.9	137.4	125.6	14.1	160.9	81.1	199.5	254.2	2133.6
1997	338.9	163.4	276.7	271.3	334.4	91.0	104.3	44.0	9.4	18.6	59.8	158.9	1870.7
1998	287.9	272.6	384.3	346.6	207.6	256.5	59.5	61.1	177.5	133.3	146.3	343.6	2676.8
1999	489.8	397.4	167.1	185.9	271.4	15.3	166.1	178.1	182.6	91.9	195.5	364.3	2705.4
2000	417.7	155.6	397.8	525.4	113.1	187.6	165.6	184.2	203.6	398.3	353.2	365.7	3467.8
2001	295.2	472.3	179.5	309.7	132.3	246.5	200.6	52.1	172.3	96.0	253.8	75.3	2485.6
2002	188.3	378.9	193.2	376.8	262.4	330.5	187.1	62.9	151.7	139.7	198.9	38.3	2508.7
2003	368.3	225.8	104.0	161.1	292.3	523.9	115.1	6.1	7.8	185.9	336.9	163.5	2490.7
2004	113.1	306.8	168.6										
平均	275.0	299.0	296.0	257.2	166.3	164.8	109.7	72.6	102.7	133.3	165.9	196.3	2258.9

年雨量の推移(サント島)



降雨量の年変化（サント島）



(2) 河川流量

サラカタ水力発電所の基本設計で引用されたサラカタ川測水所（Sarakata Cote 110）は発電所建設後に観測不能となり、1995年以降の流量データは存在しないため運開後の河川流量は定量的な評価が出来ない。

発電所側の説明によれば運開から現在まで10カ年間の河川流量は豊富にあり、6m<sup>3</sup>/sec取水になんら問題がなかったとのことである。なお、本年8月6日からの数日間に初めて取水量の制限措置がとられたとのことで、8月7日の取水量は2.5m<sup>3</sup>/sec程度と推定された。

2. 9. 2 水力発電所の完了図書の有無と内容確認

サラカタ水力発電所の現況について確認できる設備仕様・図面は、設計・施工管理を行った本邦コンサルタントによる工事図面集ならびに電気機械設備メーカーによる据付完了図面が UNELCO サント島支店（ルガンビル市内）、UNELCO 本店（ポートビラ）、EU（電力局）において保管されている。

サラカタ水力発電所の設備仕様・図面の名称

コンサルタントによる完了図面	The Government of the Republic of Vanuatu, Sarakata River Hydroelectric Power Development Project, January 1994, EPDC International Limited (EPDCI), Tokyo, Japan
発電機器メーカーによる図面	The Government of the Republic of Vanuatu, Sarakata River Hydroelectric Power Development, May 1994, Kubota Corporation, Japan

## 2. 10 既設設備の容量・仕様

サラカタ水力発電所は本邦 1993 年度無償資金協力「サント島サラカタ川水力発電所建設計画（1/2 期）（9.79 億円）」および 1994 年度「同（2/2 期）（2.59 億円）」によって建設されている。各期における事業内容は以下の通り。

### (a) 第一期事業（12 ヶ月間）

- ・実施設計
- ・既設道路からダムまでの進入道路の建設
- ・水車発電機および付属設備（1 台分 300 kW）の据付、試験
- ・土木構造物（ダム、沈砂池、水路、水槽、水圧鉄管、発電所建屋）の建設
- ・送電線の建設、試験

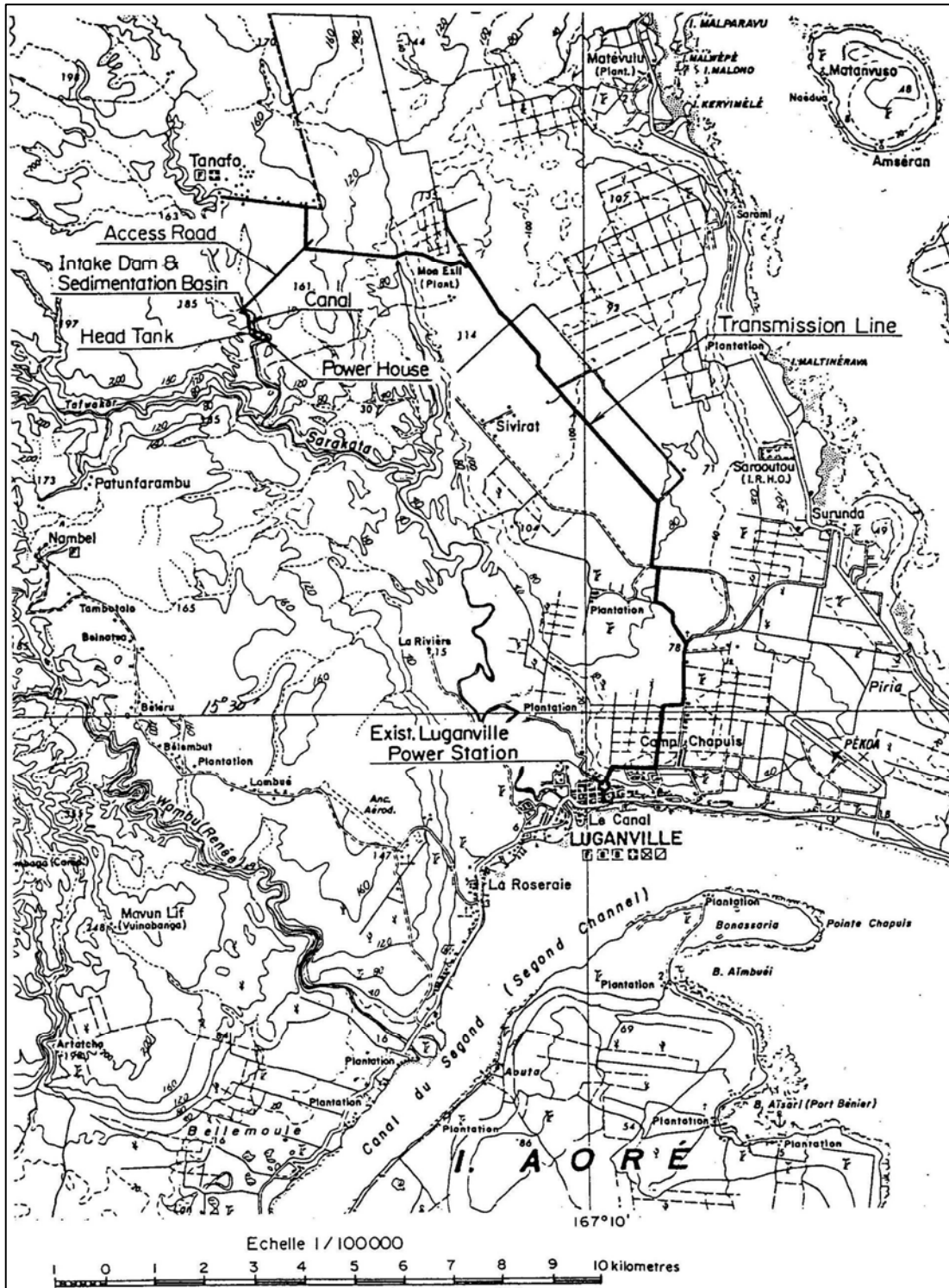
### (b) 第二期事業（11.5 ヶ月間）

- ・実施設計
- ・ダムから発電所間の管理用道路の建設
- ・水車発電機および付属設備（1 台分 300 kW）の据付、試験

表 2. 10. 1 サラカタ水力発電所の主要設備仕様

取水堰	コンクリート重力式	堤頂長×高さ： 43.0m×9.5m
沈砂池	自然沈降式	巾×長さ×深さ： 6.0m×15.0m×4.0m
導水路	コンクリート開水路	巾×長さ×深さ： 2.5m×840.0m×2.0m
上水槽	コンクリート水槽	巾×長さ×深さ： 4.0～6.0m×22.0m×5.5m
水圧鉄管	鋼管	径×板厚×長さ： 1.2m×6mm×69.5m
発電所建屋	コンクリート 2 階建て	延べ床面積： 143.0m <sup>2</sup>
管理用道路	砂利道	巾（有効）×延長： 3.0m×1.4km
発電機器	水車	出力： 300kW×2 基 形式： 横軸フランス水車
	発電機	出力： 375kVA×2 基 形式： 三相同期発電機 回転数： 750rpm、 周波数： 50Hz
	主変圧器（昇圧用）	出力： 750kVA×1 台 電圧： 380V/20kV 形式： 屋外型油入三相変圧器
送電線路	電圧	20kV
	亘長	28km
	主変圧器（降圧用）	出力： 750kVA×1 台 電圧： 20kV/5.5kV 型式： 屋外油入三相

図2. 10. 1 サラカタ水力発電所レイアウト



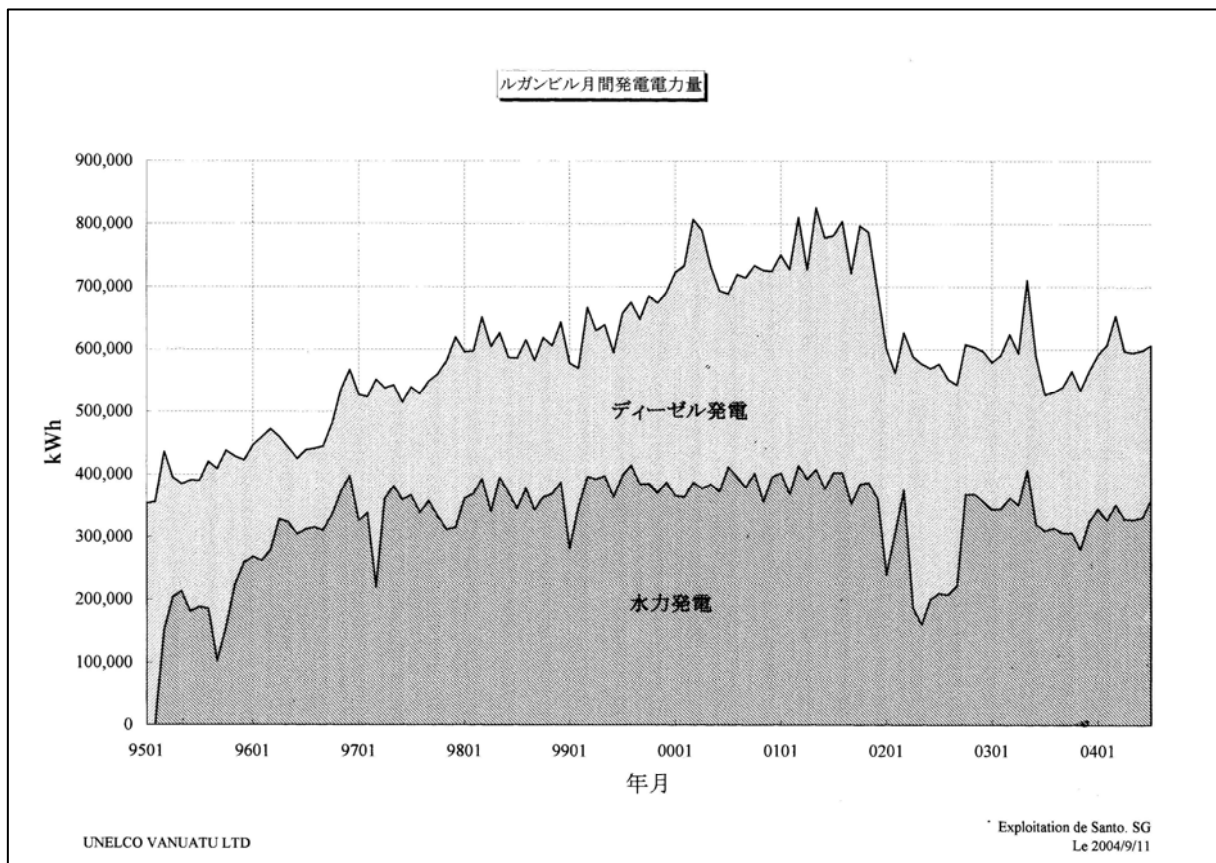
(出典:基本設計報告書)

## 2. 1 1 サラカタ水力発電所の運用実態

### 2. 1 1. 1 サラカタ水力の発電実績

サラカタ水力発電所 1・2号機（合計出力 600 kW）は過去 10 年間にわたり毎年約 4.6GWh の発電実績を有し、ルガンビル市における電力需要の 50%以上を供給する重要な役割を担ってきた。水力発電がディーゼル発電による電力供給を肩代わりすることにより高価なディーゼル燃料を節約できるが、その収益にもとづきルガンビル市の配電系統延伸によって電化率が建設前の 40%から現在の 89%に向上した。同時に、収益の一部はソーラー発電パネルを用いた地方電化資金として充当され、地方開発に大きな貢献を果たしている。

図 2. 1 1. 1 ルガンビル発電電力量の実績



(出典：UNELCO 資料)



表2. 11. 1 サラカタ水力発電所の運転実績

年度	最大需要 (kW)	総発電量(kWh)	年増加率 (発電 量)	サラカタ1号機 発電量(kWh)	サラカタ2号機 発電量(kWh)	サラカタ1・2号 機合計発電量 (kWh)	サラカタ発 電所利用率 (%)	サラカタ 水力供給 率(%)
1995	1,200	4,825,052	15.9	1,648,282	215,050	1,863,332	35.5	38.6
1996	1,240	5,614,680	16.4	1,842,970	1,966,030	3,809,000	72.5	67.8
1997	1,300	6,573,720	17.1	2,094,710	1,921,910	4,016,620	76.4	61.1
1998	1,400	7,311,840	11.2	2,199,130	2,223,110	4,422,240	84.1	60.5
1999	1,520	7,710,180	5.4	2,222,950	2,302,030	4,524,980	86.1	58.7
2000	1,740	8,790,320	14.0	2,243,540	2,356,730	4,600,270	87.5	52.3
2001	1,880	9,203,260	4.7	2,352,880	2,307,080	4,659,960	88.7	50.6
2002	1,314	7,006,110	-23.9	1,138,630	2,067,680	3,206,310	61.0	45.8
2003	1,408	6,952,420	-0.8	1,900,440	2,079,750	3,980,190	75.7	57.2
2004	1,512	4,249,130	-38.9	1,120,480	1,254,210	2,374,690	45.2	55.9

(注：2004年度データは7月までの実績)

(出典：UNELCO資料)

既設の1・2号機は運開から現在まで10年間ほぼ順調に運転され設備利用率は1・2号機合計で概ね85%で推移しており、ルガンビル全体の発電の過半を水力発電で占めている。なお、2002年は1号水車が約5ヶ月間故障停止したために低い稼働率となっている。

また、水力発電は年間を通じてほぼ一定の出力運転されており、8月・9月における乾季においても運転実績は残りの月と特段変わらないほど河川流量に恵まれている。

表2. 11. 2 月別の発電電力量の実績(1995年から2004年平均)

月	ディーゼル 発電機(kWh)	サラカタ1号 機(kWh)	サラカタ2号 機(kWh)	水力合計 (kWh)	発電量(kWh)	水力発電設 備利用率 (%)
1	263,769	168,551	167,780	336,331	600,100	75.3
2	257,826	170,804	171,596	342,400	600,226	84.9
3	304,223	183,469	167,047	350,516	654,739	78.5
4	256,363	177,937	186,156	364,093	620,456	84.3
5	260,261	189,411	196,207	385,619	645,880	86.4
6	243,991	169,504	183,817	353,321	597,313	81.8
7	238,726	182,953	181,310	364,263	602,989	81.6
8	250,399	180,730	185,393	366,123	616,521	82.0
9	251,803	172,130	176,037	348,167	599,970	80.6
10	275,313	178,006	181,167	359,173	634,486	80.5
11	284,589	167,123	182,976	350,099	634,687	81.0
12	276,047	181,756	185,749	367,504	643,551	82.3

(出典：UNELCO資料)

## 2. 1 1. 2 発電設備と運転モード

ルガンビル市における現況の電力需要は、日中のピーク（最大負荷）1300kWから夜間の最低負荷 500kWの範囲で推移する。

表 2. 1 1. 3 ルガンビル発電設備状況

No.	発電機の種類	容量	運開年	状態
サラカタ水力発電所	1号機	300kW	1994	単独運転不可
	2号機	300kW	1995	単独運転不可
ディーゼル発電所	ディーゼル発電機 G1	1000kW	2000	良好
	ディーゼル発電機 G2	1000kW	2000	良好
	ディーゼル発電機 G3	720kW	1997	良好
	ディーゼル発電機 G4	520kW	1997	良好
	ディーゼル発電機 G5	520kW	1993	良好

（出典：UNELCO 資料）

ルガンビル市内にあるディーゼル発電所には 1993 年以降に設置したディーゼル発電機が 5 台（合計出力 3,760kW）ある。サラカタ水力発電所からの 20 k V 電力は変電所において 5.5 k V に降圧されたあとディーゼル発電所を経由してルガンビル市内へ配電される。電力供給管理はディーゼル発電所で行われる。

水力 1・2 号機は原則 24 時間運転を続けているが、水車ガバナの機能は単独運転が不可であるためディーゼル発電機ガバナにてシステムの周波数調整を行い、常時ディーゼル発電機と並列で運転している。運転機及び運転台数の判断、支持はディーゼル発電所内の中央監視室にて行っており、保安電話にて水力発電所の常駐操作員に対して連絡、指示して運転・停止を行っている。

表 2. 1 1. 4 現況の水力発電運用

運転モード	需用電力（kW）	運転機	備考
モード 1	最低需用電力 500 kW (夜間 2 時～5 時)	サラカタ 1 号水車×250 kW ディーゼル発電機×250 kW	システムの周波数調整はディーゼル発電機で受け持つ
モード 2	500 kW 以上 (上記時間帯以外)	サラカタ 1 号水車×250 kW サラカタ 2 号水車×300 kW ディーゼル発電機×(550 kW 超過分)	システムの周波数調整はディーゼル発電機で受け持つ

## 2. 1 2 維持管理状況

### 2. 1 2. 1 運転・保守体制及び関連規則の確認と評価

サラカタ発電所には 10 人が 2 人 1 組の 5 班で従事しており、運転保守には 3 班が 8 時間シフトで詰める。他の 1 班が構造物の巡視や清掃にあたり、残りの 1 班は非番のスケジュールで週ごとに順次入れ替わる。

取水堰、取水路、水槽、水圧鉄管など主要土木構造物が損壊するようなことになると、発電の長期停止を招くこととなり、周辺環境に対して甚大な影響を及ぼすことになる。点検調査について綿密に行い、その結果にもとづいて的確な設備保全対策を講ずることが肝心となる。

点検には定期点検と臨時点検がある。定期点検は構造物別に実施頻度を定めて行うもので、設備の機能確認や機能維持を目的とする外部点検（放水や機器の分解を行わずに外観による点検）と常時水中にある箇所での放水や機器の分解を伴う内部点検の 2 種類がある。

臨時点検は普通点検などによって設備の異常が認められた場合や、地震、洪水または大雨が発生した場合に設備の安全性確認を行うものである。

測定調査は、点検の結果で設備に異常が認められた場合など、安全度を確認する必要がある場合に行う定量的な調査である。

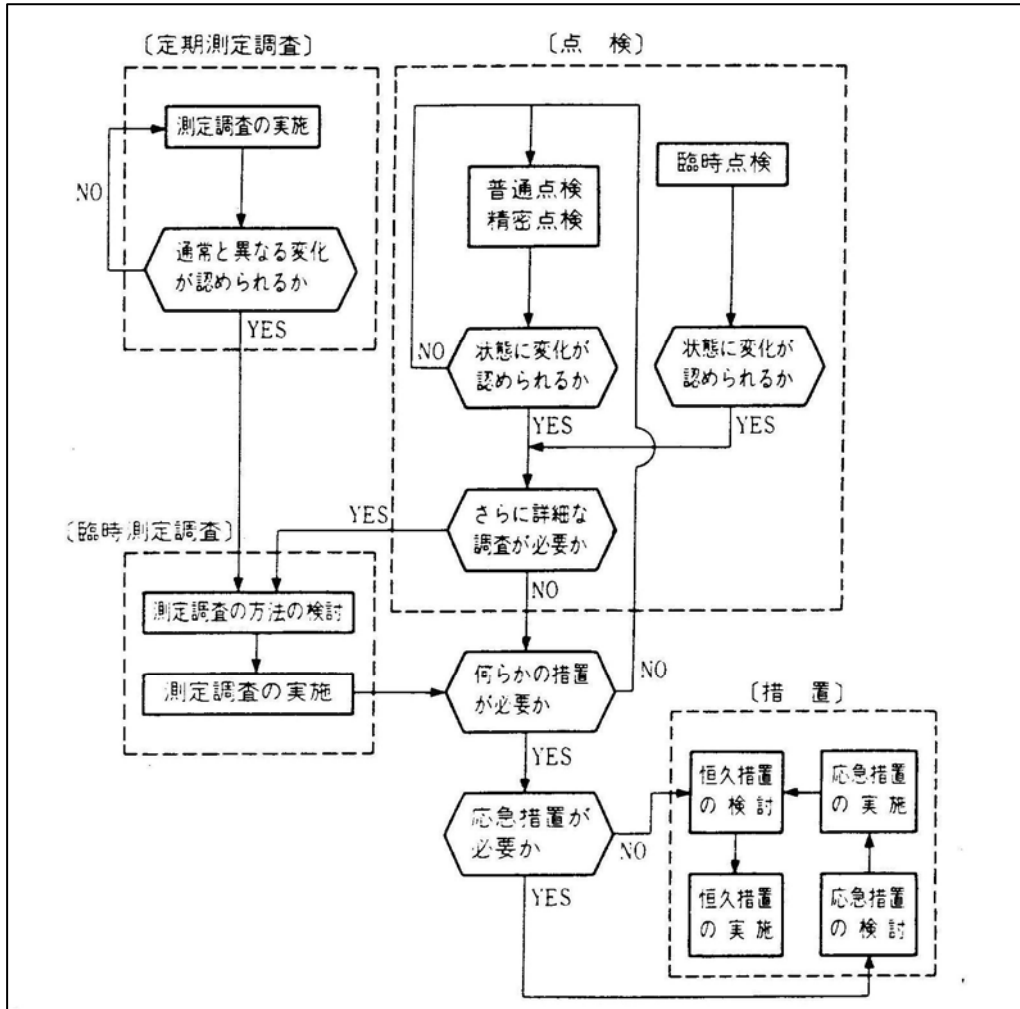
点検頻度は、外部点検が 1 回／6 ヶ月、内部点検は 1 回／2 年が通常である。

図 2. 1 2. 1 サラカタ水力発電所の点検状況

点検	定期点検	外部点検	構造物の巡視パトロールは発電所敷地内を 5 区域に分けて、それぞれ日替わりで実施(点検頻度は 1 回／週に相当)。関連規則の有無は確認できなかったが、実施状況は概ね良好。
		内部点検	堰前面の池、取水路、水槽は 2 年に一回放水して清掃及び点検を実施。
	臨時点検		出水後に必ず清掃点検作業を実施している(1998 年 1 月 6 日の大出水後に発電を 15 時間停止し堰前面の池の清掃を行った記録あり)。地震後の設備点検も実施(2001 年 1 月 10 日のサント島地震マグニチュード 6.9 後の土木設備の総点検記録あり)。
測定調査			発電所アクセス道路路肩崩れ、水路地盤のすべり、水槽付近斜面の侵食等問題等について 2002 年 1 2 月に豪系コンサルタント会社の調査実施(報告書あり)。

(出典：EU ならびに UNELCO 資料)

図 2. 1 2. 2 保守管理フローの例



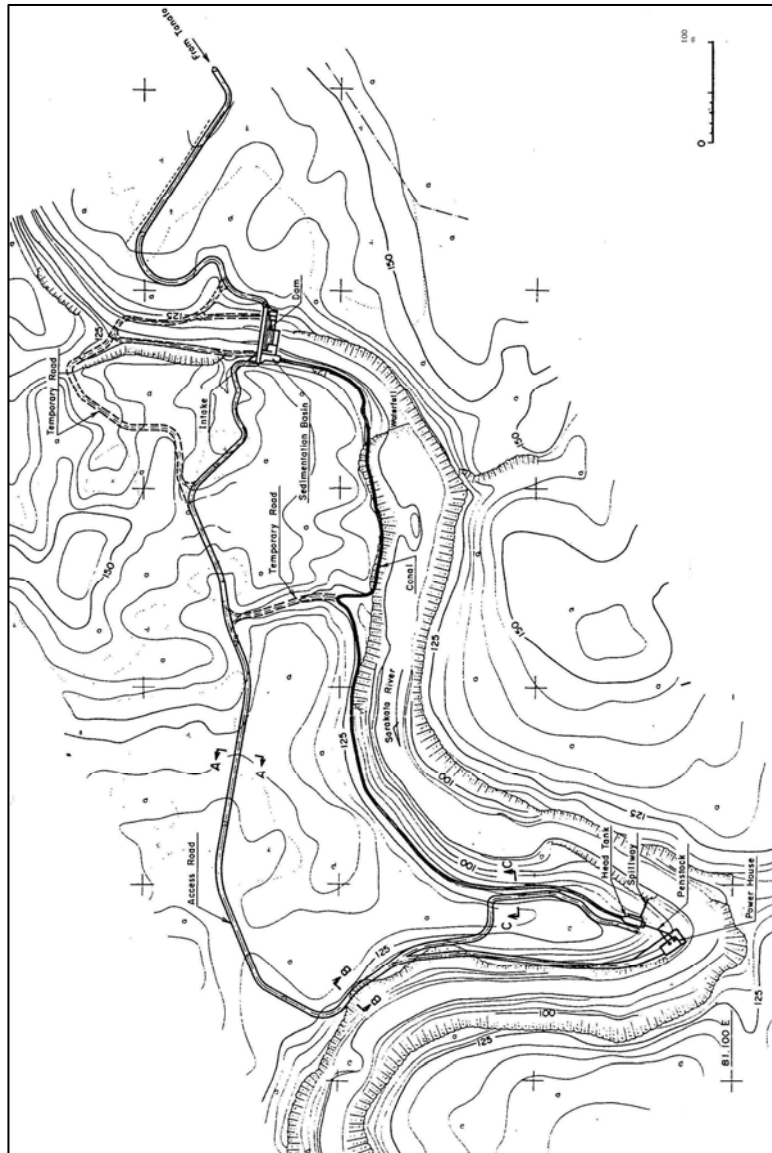
(出典：現場技術者のための電力土木工事ポケットブック、藤井敏夫編、山海堂)

## 2. 1 2. 2 設備巡視路の整備状況の確認

設備巡視路の整備は、地震、大雨または洪水が発生した場合において可及的すみやかに臨時点検を実施するときや、応急措置が必要な場合のアクセスの確保の点できわめて重要である。

サラカタ取水堰はファナフォ（FANFO）村から3km 地点にある。プロジェクトエリアの車道は、堰からサラカタ川右岸側に出て小尾根沿いに南下し発電所へ至る。途中取水路への分岐があり、中間地点ならびに水槽直上流の2箇所にアクセスすることが出来る。点検用の巡視路は、堰から取水路沿いに水槽、水圧鉄管を經由して発電所へ至るが、雑草が刈り取られているなど良好に整備されている。

図2. 1 2. 3 サラカタ水力発電所 アクセス道路



(出典：サラカタ水力発電所第一期・第二期完了図書)

## 2. 13 水路設備の現況

水路設備の現況について8月8日および8月13日の2回現地調査を行った。サラカタ水力発電所は現在まで順調に運転されてきているが、既に10ヵ年間の供用により経年的な劣化や損傷が表出する時期に入ったとも言える。水路設備の今後の通水の安定確保上の支障となる要因の抽出と対策についてとりまとめた。

表2. 13. 1 水路設備の現況

問題点	状況と対策
水路コンクリート構造物	コンクリートのクラックや品質に問題はなく、概ね良好。一部に洗掘や沈下があり小規模な対策が必要。
地山の侵食	水槽直上流の取水路の山側斜面に侵食(Erosion)問題あり。流出土粒子が水路沿いに堆積し、取水路に土粒子が多量に流入した痕跡ある。大雨時に水槽スクリーンを閉塞させる恐れあり、斜面保護工が緊急的に必要。応急措置として取水路に木製の蓋をかぶせて土粒子流入を防止することが望ましい。 なお、発電所の維持管理記録にこの問題の記述あるにもかかわらず、現在まで放置され対策とられていない。
地山の地すべり、沈下、陥没	取水路中間地点の地山に長さ50m以上のクラックが発達。クラックの段差は60cmに達しており、谷側にこれと平行してさらにもう一本の開口したクラックが発生していることから地すべり発生の可能性大。応急対策として、クラック表面をビニールシートなどで覆い雨水のクラック浸入を防止する必要あり。恒久対策としては、クラック詳細調査を行った上で地すべり対策工を行うべき。なお、侵食問題と同様、現在までに対策はとられていない。



サラカタ水力発電所  
取水堰 越流状況



サラカタ水力発電所  
取水堰前面 池の水草・流木清掃直後



サラカタ水力発電所  
取水路 余水吐側溝



サラカタ水力発電所  
取水路 背面地山の空隙状況





サラカタ水力発電所  
取水路 地山のクラック状況(1)



サラカタ水力発電所  
取水路 地山のクラック状況(2)



サラカタ水力発電所  
取水路



サラカタ水力発電所  
取水路 斜面侵食による土粒子堆積状況



サラカタ水力発電所  
取水路 斜面侵食状況



サラカタ水力発電所  
水槽



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管 1・2号機用（可とう管付鉄管）



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管分岐 右から1・2号機用



サラカタ水力発電所  
本館建屋



水圧鉄管 1・2号機用  
経年による塗膜の劣化(1)



水圧鉄管 1・2号機用  
経年による塗膜の劣化(2)



サラカタ水力発電所  
2号水車発電機(300kW)



放水口 右から1・2号機用  
3号増設は放水路(手前)建設が必要

## 2. 1 4 増設設備と仕様

### 2. 1 4. 1 既設の増設準備工と増設内容

サラカタ水力発電所は、増設のための準備工として水槽の3号機用水圧鉄管取り付け蓋、水圧鉄管路整地、発電機室の3号水車発電機スペース、放水口3号機用ピット、屋外主変圧器（昇圧用）スペースなどが既に建設されている。

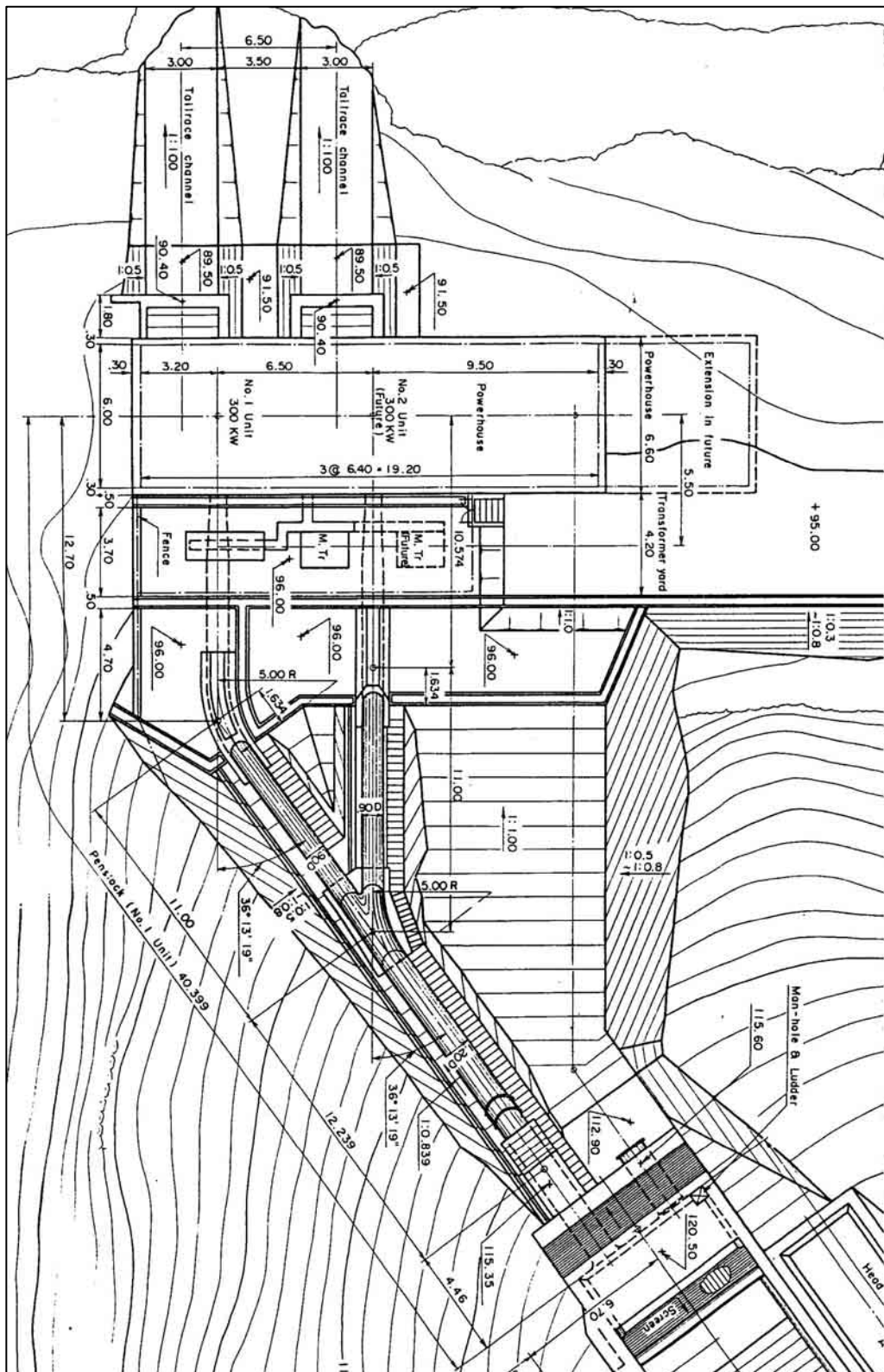
表2. 1 4. 1 増設設備および仕様

水車および補機	:	600kW×1台
発電機	:	750kVA×1台
屋外型主変圧器（昇圧用）	:	6.6kV/20kV 750kVA×1台
発電機室	:	増築
配電盤	:	1面
水圧鉄管	:	3m <sup>3</sup> /sec 有効落差27.8m
放水路	:	増築
(送電線、水路は増設不要)		



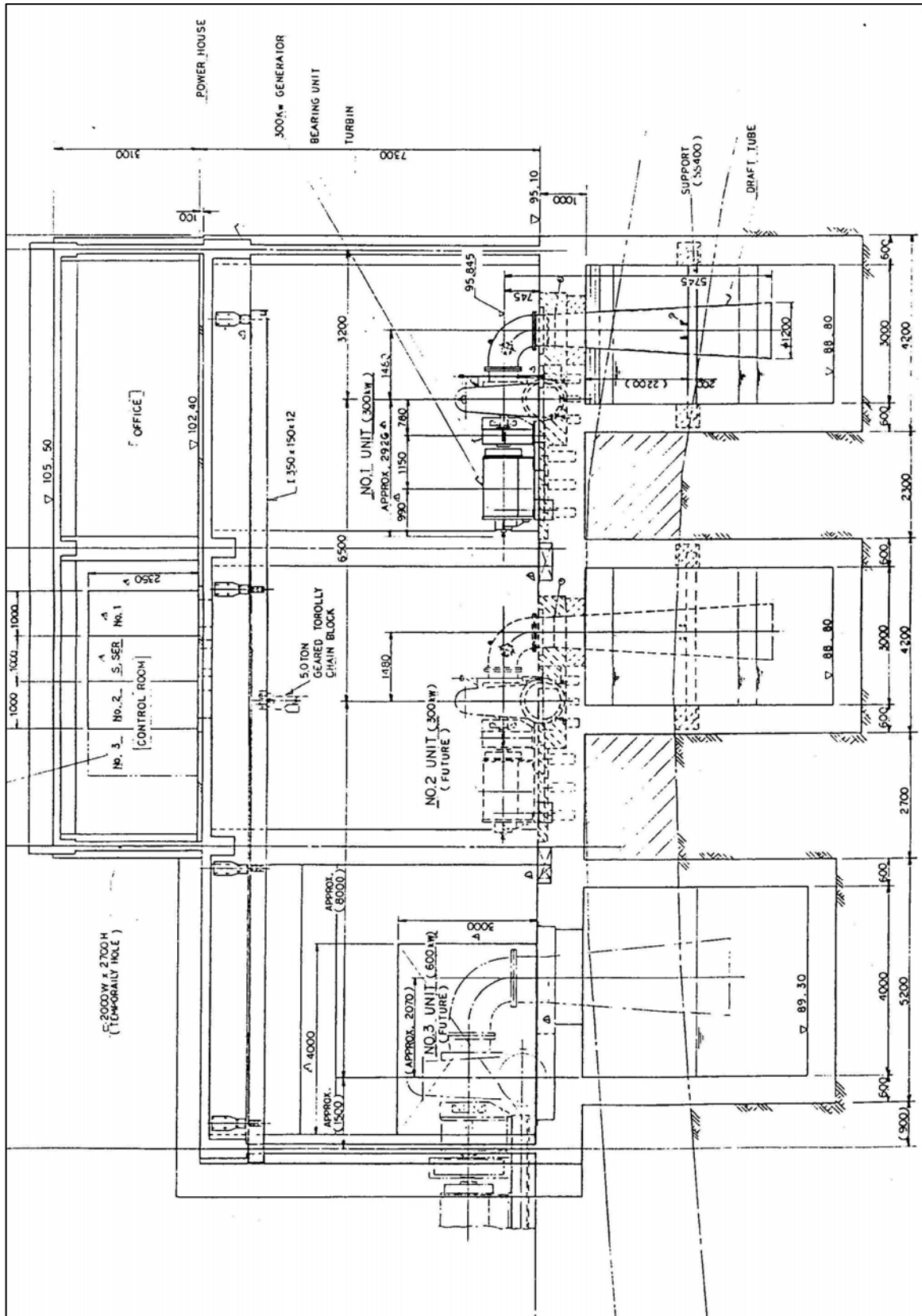
図 2. 14. 1 3号機増設箇所

(水圧鉄管取り付け蓋、水圧鉄管路、屋外主変圧器、発電機室、放水路)



(出典：サラカタ水力第一期・二期工事完了図面)

図 2. 14. 2 発電機室断面図



(出典：サラカタ水力第一期・二期工事完了図面)



サラカタ水力発電所  
水槽 3号機用水圧鉄管取り付け蓋



サラカタ水力発電所  
水圧鉄管路 3号機用整地状況



サラカタ水力発電所  
本館 増設用梁鉄筋張り出し状況



サラカタ水力発電所  
放水口 右から1・2・3号機用ピット

## 2. 1 4. 2 関連計画

### (1) 送電線の地下ケーブル化

UNELCO は、サラカタ水力発電所からルガンビル市内変電所までの 20 k V 送電を地下埋設方式へ変更する将来計画をもっており、既存の架空線は同線路沿いのファナフォ村やルガンビル北東部への配電用として利用する計画である。毎年決まって襲来するサイクロンによる暴風雨の影響で架空送電線の被害を頻繁に蒙るため、送電供給の信頼性を向上する必要に迫られていることが背景にある。

サイクロンによる 20 k V 送電系統の被害 (例)

発生日	サイクロン名称	被害内容
1999 年 1 月 19 日	D A N I	20 k V 送電線に甚大な被害発生。復旧のためサラカタ発電所を 165 時間停止。
2001 年 2 月	P A U L A	最大風速 92km/hr の暴風雨により引き抜かれた大木が架線を直撃。発電所の停止 13 時間。

### (2) 変電所の更新・新設

既設 1・2 号機用のキュービクル (受変電設備) の隣側には UNELCO が既設設備の更新および 3 号機増設に対応するキュービクルを新規工事中である。2004 年 7 月運開予定。



変電所

正面 屋外型キュービクル 1・2 号機用

左 UNELCO の更新・新設用 1・2・3 号機用 (工事中)



変電所

UNELCO 更新・新設用キュービクルの内部

## 2. 15 発電所増設に関する調査

### 2. 15. 1 発電所増設による効果

サラカタ1・2号機は既に10年間運転を行っており、地元における雇用創出、道路整備、電力供給などの面で応分な還元がされていると認められる。ルガンビル市における現在の最大負荷（電力需要最大）は1,300kWで、水力1・2号機の運転で不足する分はディーゼル発電機を投入する運用体制をとっている。今後は年当たり4%の一般需要の伸びがあることや大口需要家の接続が見込まれるので数年以内に最大負荷は1,500kWに達するものと推測される。

この需要増に対して新たなディーゼル発電設備を導入するとなると発電コストの上昇を招きサント島の経済発展に不利な要因となる可能性がある。サラカタ水力発電所の増設は、バヌアツ国の固有の再生可能エネルギーにもとづいた安価な電力を供給することを可能とすることなど、我が国の無償資金協力実施の効果に多大なものがあると言える。

表2. 15. 1 ルガンビルの電力設備状況

項目		サラカタ水力建設前 (1990. 12)	現状(2004. 8)
発電設備出力(kW)	合計	1,080	4,360
	ディーゼル	1,080	3,760
	水力	-	600
最大需用電力(kW)		600	1,512
年間発生電力量(10 <sup>6</sup> kWh)	合計	2,736	6,952
	ディーゼル	2,736	2,972
	水力	-	3,980

### 2. 15. 2 増設規模の検討

水力の開発規模は、環境配慮と経済性の追求を同軸において検討すべきものである。一般に流れ込み式発電所では設備利用率が45~60%の場合に最適規模となるので、サラカタの場合では発電使用水量が9m<sup>3</sup>/sec程度(1,800kW相当)が最も経済的な出力となる。しかしながら、経済性だけを追及した開発規模決定は好ましいことではなく、環境配慮の観点から受容され得るものでなくてはならない。

#### 環境配慮

サラカタ発電所の基本設計においては、サラカタ川の取水堰から発電所放流地点の区間（いわゆる減水区間）に生息する動植物や滝の景観への影響を最大限に緩和する必要性から、渇水期においても河川流量を維持すること及び河川流況の基本的特性（流量の季節的变化や洪水）を変えないことを開発規模決定における環境配慮条件とした経緯がある。



サラカタ滝



サラカタ川



### 流れ込み式発電の特性

サラカタ水力発電計画は流れ込み発電所方式であり、貯水池あるいは調整池をもたず、河川流量の一部が取水口から発電用へまわされるが、残りは堰を越流してサラカタ川へもどされる。なお、洪水時の濁水の混入が発電設備にとり好ましくなく取水口を閉め切るので、洪水は全量がサラカタ川を流下する。

### 発電所の運転実績

サラカタ水力発電所は、将来の増設における工事の困難及び既に運転されている本水力発電所の停止期間を最小限にするために、取水口から上水槽に至る水路工作物については 600 kW 増設分の使用水量を考慮して建設されている。

1995 年の運開から現在までの約 10 年間、取水量は  $6\text{m}^3/\text{sec}$  一定で運転が行われた。本年 8 月 7 日前後の数日間に取水量を  $3\text{m}^3/\text{sec}$  程度に制限されることはあったが、サラカタ川の流量は環境配慮をおこないつつも通年の 1,200 kW 出力が可能な流量 ( $6\text{m}^3/\text{sec}$ ) に恵まれていることから、増設規模としては当初予定通り 600 kW 出力とすることが妥当と言える。

### サラカタ水力開発規模

開発	合計設備出力 (kW)	単機出力、台数	使用水量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	年間発生電力 量( $10^6\text{kWh}$ )	設備利用率 (%)
第一段階 (既設)	600	300kW×2	3.0	5.155	98.1
第二段階 (増設)	1,200	300kW×2 (既設分)	6.0	9.018	85.8
		600kW×1 (増設分)			

(出典：基本設計調査報告書)

### 2. 15. 3 運用計画の検討

ディーゼル燃料は極めて高価（サント島で 67 バツ／リットル）であるため、水車発電機を最大限に活用できる運用計画が望ましい。1・2号機はシステムの周波数安定のために常時ディーゼル発電機と並列して運転しなければならなかったが、増設後は周波数の調整を水力中心で行うことが出来るよう計画する必要がある。

3号機増設後の運用方法（試案）

運転モード	需用電力（kW）	運転機	備考
モード1	0～500 kW	3号（新）水車×600 kW	周波数調整は3号水車で受け持つ（単独運転）
モード2	500 kW～800 kW	1号 or 2号水車×300 kW （ガバナーフリー運転） 3号（新）水車×600 kW	周波数調整は3号水車で受け持つ
モード3	800 kW～1100 kW	1号水車×300 kW （ガバナーフリー運転） 2号水車×300 kW （ガバナーフリー運転） 3号（新）水車×600 kW	周波数調整は3号水車で受け持つ
モード4	1100 kW～1600 kW	1号水車×300 kW （ガバナーフリー運転） 2号水車×300 kW （ガバナーフリー運転） 3号（新）水車×600 kW ディーゼル発電機×400 kW	3号水車とディーゼル発電機で周波数調整を行う

電力需要が 1,100 kW 以下の場合には水車発電の単独運転によって供給が可能となり、ディーゼル発電機は 1,100 kW を超える需要や水車の点検／故障時に不足分を受け持つ。

### 2. 15. 4 維持管理体制検討

過去 10 年間に於ける 1・2号機の発電実績は評価に値するものであるが、維持管理体制については向上の余地が多々認められることが現地調査の結果判明した。

設備の巡視点検は規則的に行われており全般的に良好な状況にあるが、取水路の地山における大規模なクラック変状が通水の安全性を損なう事故に発展しかねない状況にもかかわらず、何ら対策がとられていない点が問題視される。また、発電機器についても同様な問題を抱えており、1号水車の故障は発電所が行った駆動部の調節不具合の状態でも長期間運転したことによる磨耗ならびに出力調整の通水不安定化現象によるキャビテーションが原因と見られる。これら土木設備や発電機器の維持管理における深刻な問題が発生するのは、点検の項目・方法や点検記録の分析にもとづいた設備保全策を講ずる予防保

全においてまだ十分な知識や経験レベルに達していないことが原因と考えられる。増設に合わせて OJT による技術移転を実施することが強く求められる。

## 2. 1 5. 5 運営体制

サラカタ水力発電所は現在のところ UNELCO（民間事業者）による運営管理に委ねられており、バヌアツ国と UNELCO 間で締結された「ルガンビル市における電力供給に関する協定書（1990 年 1 月 23 日）」および「同サラカタ水力発電設備に関する付属契約（1995 年 3 月 3 日）」は 2010 年 12 月 31 日で失効する予定となっている。

電力局は 2011 年以降のエネルギー公社設置に向けて動いており、サラカタ水力発電所の運営管理を含めルガンビル市の電力供給を公社化しようというものである。その他、UNELCO 委託契約の継続案やサラカタ水力発電所限定の発電会社設立案もありバヌアツ国側で様々な議論がなされている。公社設立にかかる新規人材雇用の可能性や事業運営組織の整備などの面で十分な検討が行われていないことから、現時点で実現に程遠い段階にとどまっていると言える。

なお、現在ルガンビル市の電力供給は UNELCO サント支店の事務系（8 人）、発電所員（ディーゼル発電所 10 人、サラカタ水力発電所 10 人）、送配電（6 人）による合計 34 人で行われており、その他にポートビラ本店の経営や調達面のサポートを受ける体制となっている。人材資源に恵まれない国でこれだけ多くの職能人を新規に確保することがいかに困難なことであることかを考慮すると、現在の職員をそのまま公社に移行することが唯一の現実的な方策とも言えるが、いずれにしてもバヌアツ国としての方針決定を待たねばならない。

## 第3章 環境社会配慮調査

### 3.1 目的

サラカタ川は Santo 島の Luganville 市に河口があり、本プロジェクトの対象施設であるサラカタ川水力発電所は河口から約 15km 上流のサラカタ川中流域にある。サラカタ水力発電所は日本の無償案件として 1993 年から 1994 年にかけて第一期及び第二期工事が行なわれ 600 kW (300 kW×2 基) の発電設備が建設された。同施設はこれまで大きなトラブルもなくほぼ順調に運転されてきた。今回バヌアツ国からの要請に基づき第三期無償案件としてサラカタ川水力発電所にタービン及び発電機 (600 kW×各 1 基) を新たに増設することが検討され、本予備調査においてその支援の妥当性を環境社会配慮の状況を含め評価・確認することとなった。

本環境社会配慮調査報告書は「JICA 環境社会配慮ガイドライン (2004 年 4 月)」に基づき、同ガイドラインの適用第一号として第三期設備拡張に伴う環境社会配慮状況の調査結果をとりまとめたものである。調査に際しては、約 10 年前に行なわれた第一期及び第二期プロジェクトにおいて環境影響評価調査 (以下、EIA) が実施されていないため、第三期プロジェクトが自然及び社会環境に及ぼす影響だけでなく、第一期及び第二期プロジェクトが自然及び社会環境に及ぼしてきた影響の有無についても調査の対象とした。

### 3.2 計画内容

建設地点は Luganville 市北西のサラカタ川中流部 (河口から 15 km) にあり、右岸は森林、左岸は牧草地が点在する台地状の地形となっている。サイトから最も近い集落は建設地点から北東方向に約 3 km 離れた上流の Fanafo 村 (人口約 1,000 人、Luganville 市から 30 km 北東) である (図 3.2.1)。

サラカタ水力発電所は、大きく分けて堰堤、取水路、ヘッドタンク、発電施設 (タービン、発電機、制御室) の各施設から成る。タービン、発電機はコンクリート製の建屋に収められ、周辺への騒音・振動影響はない。

既存の発電所設備は約 10 年前に行なわれた第一期及び第二期プロジェクト (300 kW ×2 基) において、既に第三期増設分をも含めた 1,200 kW 対応構造として設計・建設されており、第三期増設工事ではヘッドタンクへの取水管の取り付け、タービン及び発電機の据付、放水路の建設、制御システムの取り付け等の小規模な工事で済むため、環境に著しい影響を与えるような大規模な土工事は発生しない。既存の送電線の総延長は 28 km であり送電線の拡張工事が行なわれることはない。

サラカタ川から取水された河川水は堰堤右岸部にある取水ゲート (手動) 及び沈砂池を経て、サラカタ川沿いに建設されたオープン水路を流下した後約 900 m 下流のヘッドタンクに至る。ヘッドタンクから導水管によりタービンへと運ばれ、最終的にサラカタ川に放流される。現在ヘッドタンクからは余剰水が常時サラカタ川に放流されており、発電に必要な水量が十分に取水されている状況にある。したがって、堰堤－発電所区間 (以下、分流区間) 約 1 km において流量が低下するが、発電所から下流ではサラカタ川の水量は取水前の原水量に復帰する。

サラカタ水力発電所をバヌアツ政府から委託管理している UNELCO Santo の Mr. Stephane Garlopeau (Area Manager) によれば、分流区間の維持流量確保のため以下のような管理をしている。

- ・通常堰堤は乾季でも常時越流水がある。越流水量が少ないと判断した場合、手動で取水ゲートを下げ取水量を削減して維持流量を確保している。
- ・現在取水口はゲートを 25%開放した状態で運転している。

- ・タービンは1基  $1.45\text{m}^3/\text{sec}$  の水量を必要とするため2機分で約  $3\text{m}^3/\text{sec}$  が発電に必要な最低取水量である。ヘッドタンクから余剰水が排出されているので実際には  $3\text{m}^3/\text{sec}$  以上が取水されている。しかしながら、取水量及び分流区間の流量は測定していないため、過去10年間の取水量データ、維持流量データはない。

発電施設は2人一組で1日3交代制、合計10人で管理している。このほか、ゲートに門番が住んでいる。運転要員10人はすべて Fanafo 村の住人である。運転員の一人にヒアリングしたところ、同発電所に9年以上勤務しているとのことであり、頻繁な運転員の交代はない模様である。発電施設はすべて有刺鉄線で囲まれており、入り口／出口は通常一箇所のみ。ダム施設に入るには Luganville 市にある UNELCO Santo 所長のサインが必要であり、安全面から立ち入りを制限しているとのこと。

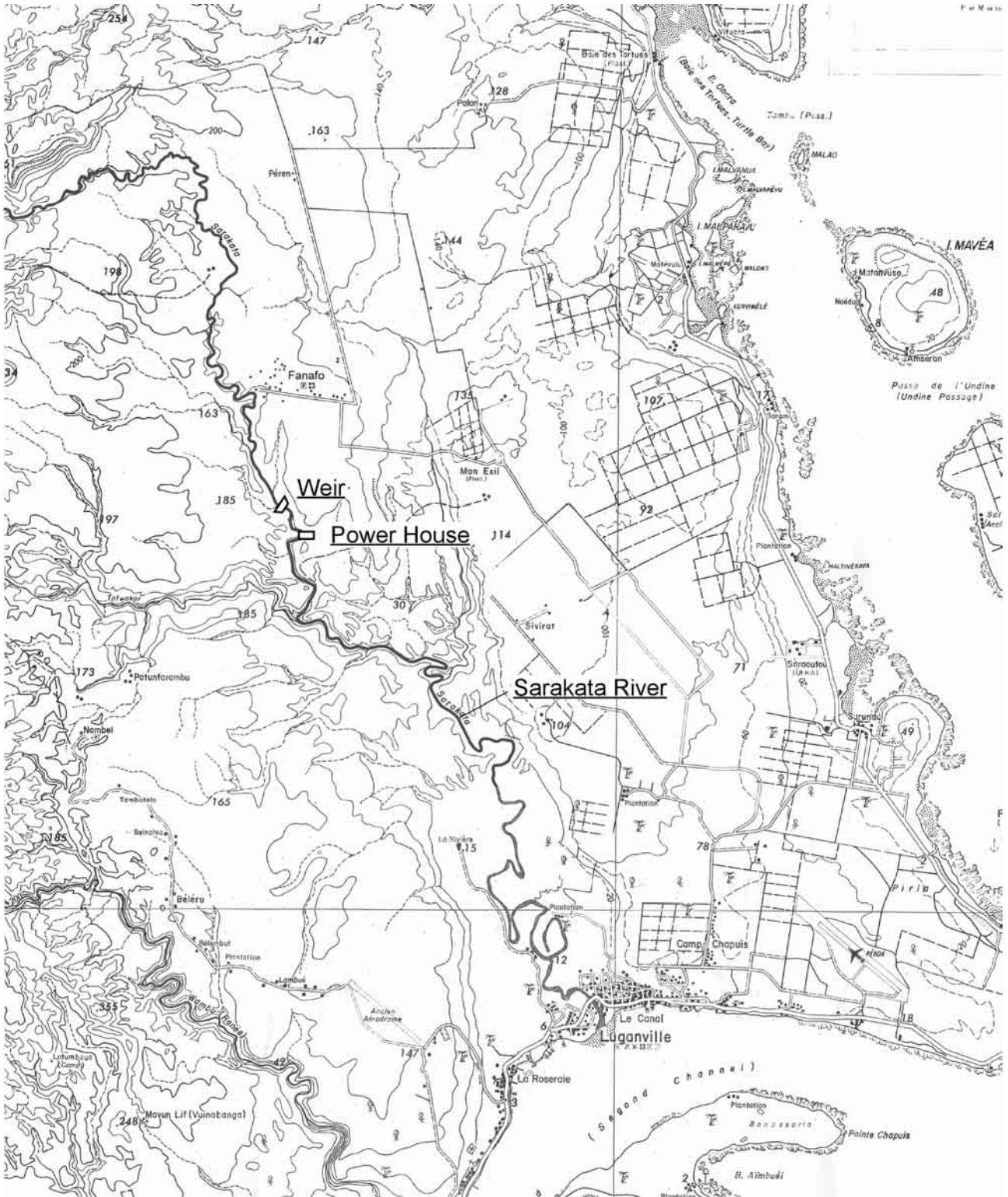


図 3.2.1 サラカタ水力発電所施設位置図

### 3. 3 現地調査内容

#### 3. 3. 1 現地調査期間

現地調査期間は以下の通り。

2004年7月25日～8月28日（34日間）

#### 3. 3. 2 調査方法

現地調査前に質問票を先方環境局に送付し、現地にて回答を得た。さらに、環境関係機関を訪問しヒアリング及び既存資料の収集を行った。サラカタ水力発電所（以下、サイト）のある Santo 島へは期間中3回出張し、関係機関への訪問及びサイト調査を実施した。現地調査期間中、以下の書類を作成し JICA 本部に送付すると共に先方政府側にもその内容を説明し了承を得た。

##### (1) Draft Scoping

##### (2) 環境社会配慮調査案

(2)については現地調査の初期の段階で現地から(1)の Draft Scoping を JICA 本部に提出し、JICA 環境社会配慮審査室が本プロジェクトの環境影響のレベルを審査した結果、本プロジェクトでは著しい環境影響が発生しないと判断したため、EIA は実施せず対策・モニタリングを盛り込む環境社会配慮調査計画を策定し、先方政府に実施させることになったものである。環境社会配慮調査案は関係官庁を集め説明会を開催し実施の方向で合意を得た。

Draft Scoping 及び環境社会配慮調査案を添付資料 1 及び 2 に示す。

現地活動概要を添付資料表 1 に示す。

#### 3. 3. 3 環境関連法規及び関係機関

##### 1) 環境関連法規

##### i) 環境法規

バヌアツ国の中心となる環境法規は「Environmental Management and Conservation Act No. 12, 2002」である。この法律では以下の内容を規定している。

##### ・環境関連機関の役割

- ・EIA システム：対象事業、初期環境調査報告書の提出・評価、関係機関への周知、EIA 実施事業の決定方法、関係機関への周知、EIA の TOR の決定手続き、EIA 費用の負担方法、事業計画の周知方法、EIA 評価方法、承認方法、EIA システムに違反した場合の罰則
- ・生物多様性保護：生物多様性アドバイザー評議会の設置、評議会の役割、違反者への罰則、調査・捕獲の許可条件
- ・保護域の認定：生物学的に重要な場所及び文化人類学的に重要な場所・遺産の指定、登録方法、登録不認可条件

##### i i) 環境関連ガイドライン

EIA ガイドラインは Environmental Management and Conservation Act No. 12 制定以前から整備されており、その内容は「General Guidelines for the Production of Environmental Impact Statements, Technical Report No. 1, Environmental Unit, 1987」で規定されている。同ガイドラインの概要は以下の通り。

##### (a) 目的

##### (b) プロジェクト概要

- (c) 環境の現況
- (d) 影響の分析
- (e) 緊急事態対応策
- (f) 各種資源への影響
- (g) 代替案
- (h) 事業の妥当性
- (i) モニタリング
- (j) 結論
- (k) 補足資料

これまで EIA の実績は多くはないが、例として以下のようなものがある。

- ・ New Power Station for UNELCO VANUATU Ltd. Tagabe, Port Vila 1997
- ・ White Grass International Airport, Tanna, Vanuatu, 1996

Environmental Management and Conservation Act No. 12 制定以来、2 件の EIA を実施しているが、これらは現在も審査中である（現在チェック段階のため公表できないとのこと。）

その他のバヌアツ国における環境関連ガイドラインとしては以下のものがある。

- ・ Code of Logging Practice, Department of Forestry, Vanuatu
- ・ Specific Guideline for Coastal Tourism Environmental Impact Statements, Technical Paper No. 2, 1987, Vanuatu
- ・ Specific Guidelines for Mining Environmental Impact Statements, Technical Paper No. 3, 1987, Vanuatu
- ・ Environmental Impact Assessment Guidelines, SPREP (South Pacific Regional Environmental Program)

#### i i i) 環境基準

バヌアツ国独自に定めた大気、水質、騒音、振動等に関する環境基準、排出基準等は何一つ存在しない。飲料水基準のみ WHO が定めた飲料水基準を利用しているようであるが、Department of Rural Water Supply によれば飲料水の検査はほとんど実施していないとのこと。

#### i v) 地方条例等

Santo 島が属する Sanma 州では州政府独自の環境関連条例は何もないが、EIA に関してのみ独自の簡易 EIA (PEA) フォームを作っており、これまで 3 件の事例がある。ただし、フルスケールの EIA は実績がないとのこと。PEA は想定される環境影響を Y/N 形式で事業者に問う形を取っており簡易 EIA として比較的良くできている。この PEA は Mr. Kenneri Alvea, Environmental Office, Sanma Provincial Council, Santo が中心となって作成したとのことである。

#### v) 少数民族の保護

バヌアツ国は総人口 196,000 人（2002 年時点）ではあるが、約 80 の島々からなり、国内には 105 の言語があるが、少数民族の保護に関する法律はない。Environmental Unit によれば、あまりに種族が多いので少数民族と認定すること自体が差別につながりかねないとのことであった。



しかしながら、最近では Port Vila などの都市部に仕事を求めて別の島々から移り住む人も徐々に増えつつあり、出身島毎にグループができ紛争が起こることも多くなってきているとのことであった。

## 2) 環境関連行政機関

Environmental Unit がバヌアツ国の環境管理行政の中核機関である。その陣容は専門職 5 名、アシスタント 1 名である。Environmental Unit の支所はない。個々の専門職の概要は表 3.4.3 の通り。

表 3.4.3 Environmental Unit の専門職の概要

氏名	役職	専門等
Mr. Earnest Bani	Director	環境管理計画、地質
Mr. Ruusell Ngari	Deputy Director	環境管理計画、環境経済
Mr. Trison Tari	Senior Education and Awareness Officer	広報、図書管理
Ms. Donna Kalfatac	Senior Biodiversity Officer	生物多様性
Miss. Catherine Malosu	Trainee for Senior EIA Officer	EIA

Environmental Unit は EIA の審査、手続きのほか、他の機関と共同して生物多様性調査を継続して実施している。バヌアツ国は 1993 年に生物多様性条約 (CBD : Convention on Biological Diversity) に批准した後、多くの関連プロジェクトを実施してきた。National Strategy and Action Plan Project のフェーズ 1 では豪州環境局から派遣された専門家に以下のような技術指導を受けている。同プロジェクトのフェーズ 2 は Environmental Unit が中心となって進められている。

- (1) 淡水域の魚類及び甲殻類の生物多様性評価方法
- (2) 鳥類分類
- (3) 陸生カニ類分類

### 【引用資料】

- ・ National Biodiversity Conservation Strategy, Vanuatu National Biodiversity Strategy and Action Plan Project, November 1999, Environmental Unit
- ・ Freshwater Fish and Crustaceans of Vanuatu, Leah T. Nimoho, June 2000, Vanuatu Environment Unit (この調査は UNEP-GEF の資金援助、ニュージーランド政府、ヌーメアの French Pacific 大学等の技術支援を受けて実施された。)

Environmental Unit が環境調査を実施する際には Department of Forestry と共同作業をする場合が多い。Department of Forestry には植物学の専門家 2 名が最近雇用されている。また、Environmental Unit には化学分析ラボがないため、化学分析が必要な場合は Department of Geology and Mines 及び Department of Public Works and Environmental Health が所有する化学分析ラボを使用している。本プロジェクトにおいてサラカタ川の水文・水質調査が必要な場合、Department of Geology and Mines が河川調査の実績及び現場調査器具を有していることから同機関の支援を仰ぐことになる。ちなみに、Department of Geology and Mines の分析ラボを視察しているが、同ラボには分光光度計、現場測定用マルチメーター (水温、pH、EC、DO 等)、COD 計、分析用ガラス器具などがある。また、流速計 (プロペラ式) を 1 台保有している。複雑な分析はできないが、簡易な定量分析は可能である (添付資料 写真 1)。また、これらのラボ

で分析不可能な物質は、豪州あるいはニュージーランドに試料を送って分析してもらっているとのこと。

### 3) 環境 NGOs

バヌアツ国における主要な環境 NGOs は以下の通り。

#### (1) Foundation for People of the South Pacific-Vanuatu (FSP Vanuatu)

FSP Vanuatu は農村開発技術教育を中心に活動しており、最近では沿岸域の環境保全プロジェクトにも力を入れている。

#### (2) Wan Smol Bag (WSB)

WSB は演劇活動やラジオ放送などを通して資源管理や環境管理教育などを実施している。

#### (3) Vanuatu Rural Development and Training Center Association (VRDTCA)

VRDTCA の活動は Rural Training Center (農村部職業訓練センター) と協調して資源管理や環境管理などの教育のほか、大工、縫い物、農業、料理などの技術指導を行っている。

#### (4) Wan Tok Environment Center (WTEC)

WTEC はバヌアツ国では唯一の地方にある環境専門 NGO であり、環境専門家を抱えている。政府機関、他の NGO、学校と共同で資源の管理や環境保全の重要性を教育している。

最も有力な環境 NGO は WTEC であり、その概要は以下の通りである。

- ・ WTEC 代表 : Mr. Roy K. Hills, Technical Advisor (英国人、Santo 島 Luganville 市に在住)
- ・ WTEC は 15 人のメンバーからなる。
- ・ いくつかのプロジェクトでバヌアツ政府と共同で仕事をしたことがある。
- ・ オランダ、英国、カナダなどの支援を受けている。
- ・ 資金難が最大の問題。

Mr. Roy K. Hills にサラカタ水力発電所の借地問題について NGO の動きを尋ねたが、特にこの問題に関してこれまで NGOs は動いていなし、今後も活動を行う予定はないとのことであった。

### 4) 環境関連国際条約への批准状況

バヌアツ国は以下の環境関連国際条約に批准している。

- United Nations Convention on Biological Diversity (UNCBD)
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES)
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer
- United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)

## 3. 4 サラカタ水力発電所周辺域の概要

### 3. 4. 1 Santo 島の気象概要

Santo 島における代表的な気象観測所は Luganville 市の Pekoia 空港にある。この観測所は同空港の開港と同時期に開設された。それ以前の気象観測所は Luganville 市内にあった。

#### 【気温、降水量】

長期観測データに基づく月平均降水量、最高気温及び最低気温、平均気温の年変化を図 4.5.1 に示す。20 年間の気象データからみた気温及び降水量の月別平均値の変動をみると、乾燥する冬季と多雨な夏季

とに大別される。冬季は24℃程度まで低下するが夏季でも最高気温は26.5℃であり日本のように明確な季節間の気温差はない。しかしながら、降水量は冬季で100 mm/月前後、夏季では300 mm/月と両季の間に大きな差が見られる。

年毎の降水量にもかなりの差が見られる。これにはエル・ニーニョの発生が大きく影響しており、エル・ニーニョの発生年には降水量が減少する傾向がある。例えば、年間降水量の平均値は2,303 mmであるが、エル・ニーニョが発生した1983年には1,000 mm、1993年には500 mmと減少している。しかしながら、気温は平均と比べても±1.0℃程度の差に過ぎずエル・ニーニョによる影響は小さい。

【風況】

Santo島の年平均風速は5ノットで卓越風向は南東である。南東風は冬季に顕著で10ノットを超える場合もある。夏季には南東貿易風が主体であるが、北東及び北の風が吹くこともある。この時期風速はあまり大きくなく風向は変化が大きい、サイクロンが来襲した際には風速50ノットを容易に超え、ハリケーンの場合には100ノットにも及ぶこともある。ハリケーンは数時間で終了するが建物等への影響はすさまじいものがある (Report provided by Vanuatu Meteorological Services, August 2004)。

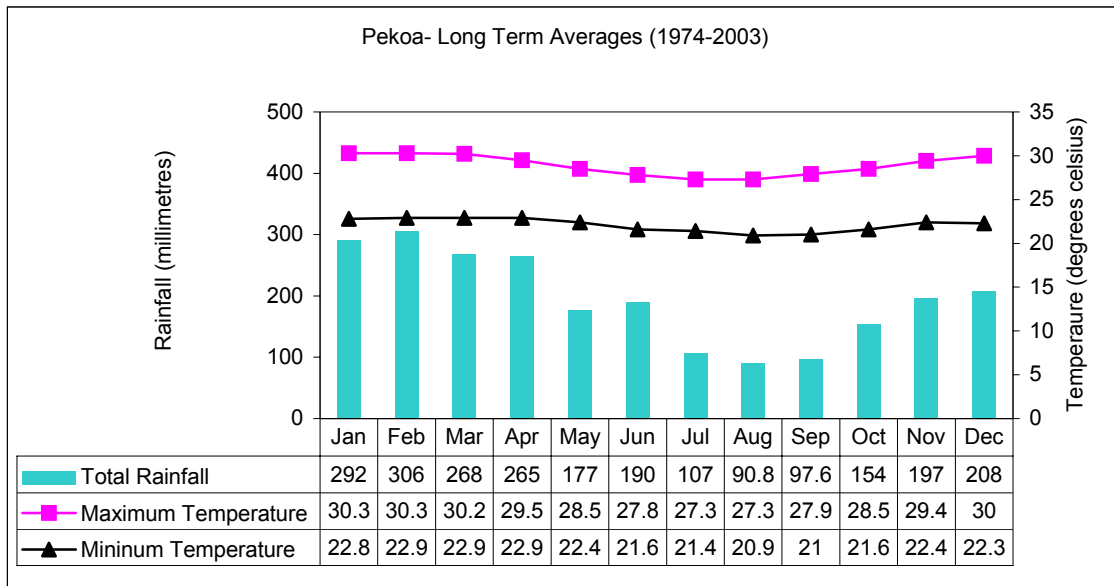


図 3.4.1-1 Santo 島 Pekoa airport における月降水量、最高・最低気温の平均値の年変化 (1974 年～2003 年)

【引用資料】 Provided by Vanuatu Meteorological Services, August 2004

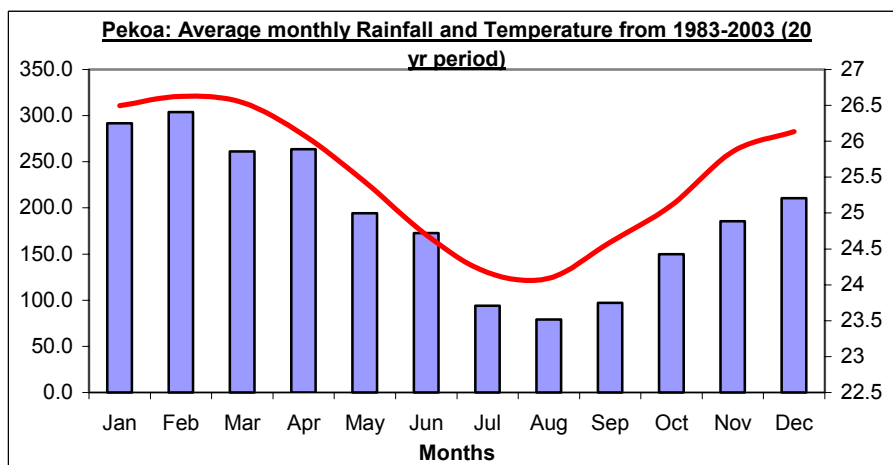


図 3.4.1-2 Santo 島 Pekoa airport における月降水量、気温の20年間平均値の年変化 (1983 年～2003 年)

【引用資料】 Provided by Vanuatu Meteorological Services, August 2004

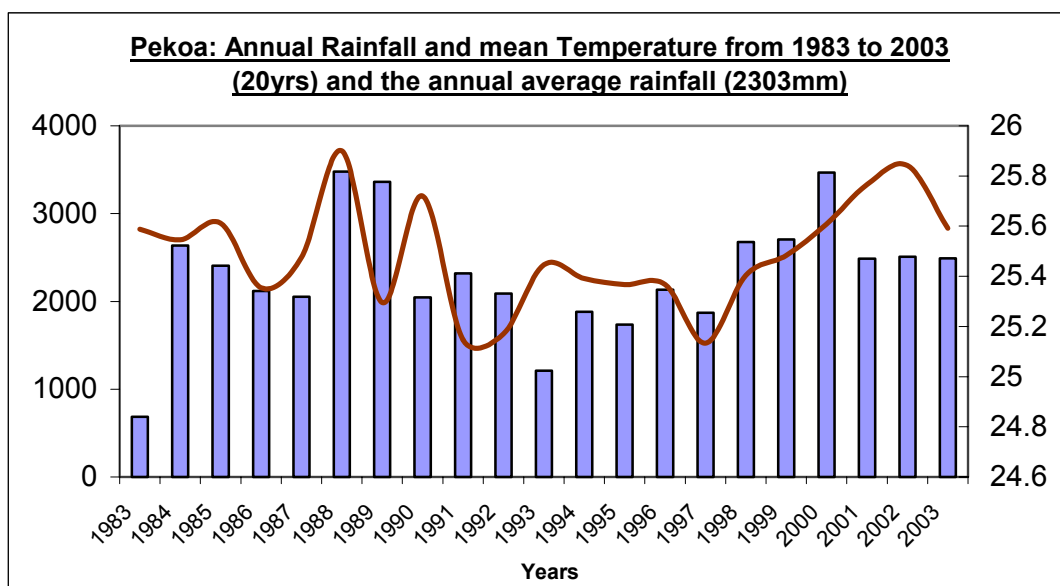


図 3.4.3.1-3 年間降水量及び年平均気温の変動（1983 年～2003 年）

【引用資料】 Provided by Vanuatu Meteorological Services, August 2004

### 3. 4. 2 サラカタ川の水文・水質

Santo 島における河川分布図を図 4.5.2 に示す。Santo 島における最大の河川は Santo 島北部の Big Bay に注ぐ Jordan 川で、次いで大きいのがサラカタ川である。サラカタ川は集水域 247.79 km<sup>2</sup>、全長 48.54 km、平均河川幅 10.2 m である。サラカタ水力発電所が完成する前には、同地点で Department of Geology and Mines により流量観測が行なわれていた。発電所完成後、観測地点を上流に移して観測をしばらくの間続けたようであるが現在は観測を行っていない。発電所建設以前の古いデータではあるが、1982 年から 1984 年までの月平均流量の変動を図 4.5.3 に示す。年によって変動が大きいが概ね 7 月から 10 月の乾季に流量が低下する傾向にある。先に示した降水量と 1 ヶ月程度のタイムラグがあるのは集水域の大部分が森林、農地、山岳地帯であり地表の保水性が高いことに起因していると思われる。ちなみに、1982 年から 1984 年までの期間中の日平均流量は 8.35m<sup>3</sup>/sec である。

水質についての既存データは皆無であるが、発電所運転員へのヒアリング及び目視観察の結果によれば、サイト付近の水質は堰堤後背部で水草類が繁茂し停滞水の特徴がみられるが、アオコなどの発生はないとのこと。沈砂池の清掃も通年 1 回か 2 回程度であり、堰堤内取水施設付近の堆砂の除去処理はこの 10 年間は行っておらず、最近一度だけ実施したとのことである。発電所直下流の水質は水深 2 m 程度と思われるが底質まで透き通って見え、サイト付近のサラカタ川の水質は清澄な水質であると判断される。サラカタ川中流部及び河口部も視察したが、流域に工場等の汚染源もなく河口まで比較的良好な水質を保っていると推察された（添付資料 写真 2）。

底質についても既存情報はないが、堰堤から見た下流の底質及び発電施設付近の底質は岩石、小石が主体であること、発電所沈砂池の堆積物量が少ないことなどから、サイト付近のサラカタ川の底質は岩、小石を主体としたもので砂分、粘土・シルト分はきわめて少ないと推察される。

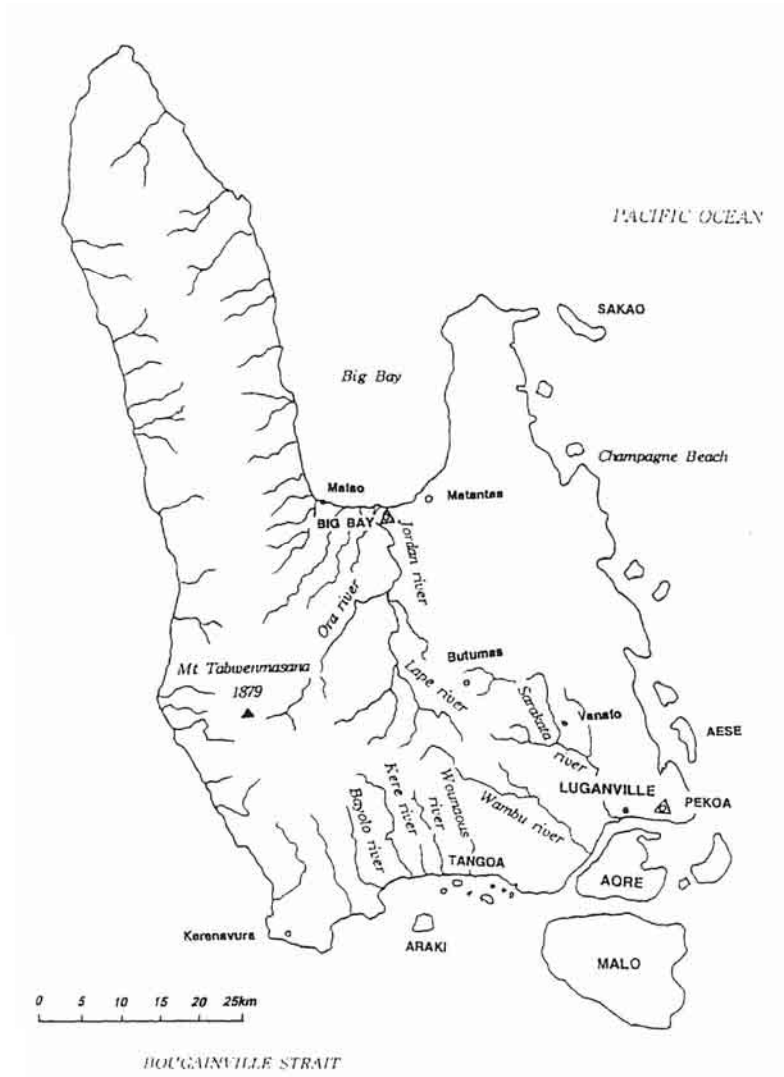


図 3.4.2 Santo 島における河川分布図

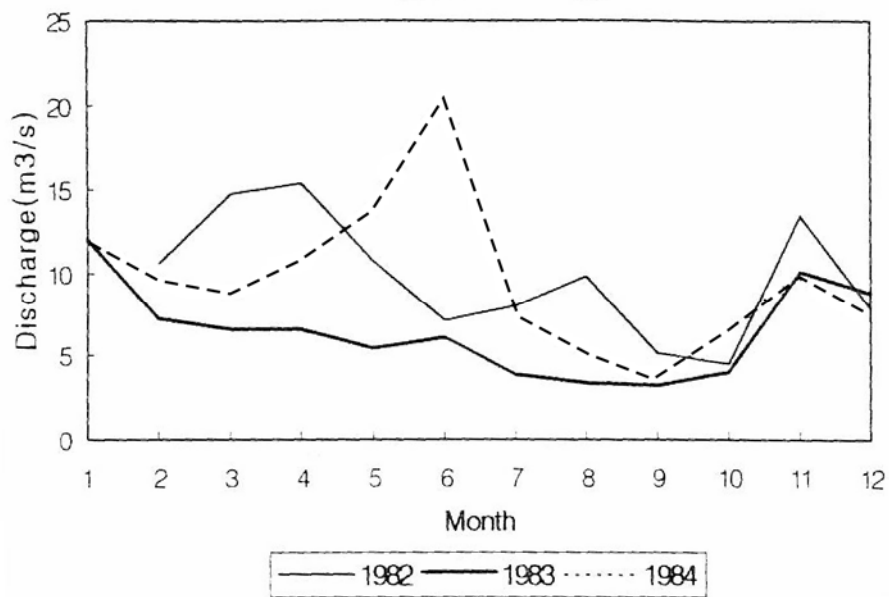


図3.4.3 サラカタ水力発電所位置における1982年から1984年までの月平均流量の変動

【引用資料】 Water Resources Investigation for Vanuatu, KOWACO (Korea Water Resources Corporation), July 1997

### 3. 4. 3 生態系

#### 【植物】

Santo 島は面積の 75%が森林に覆われている。これらはサイクロン、伐採、農業などでダメージを受けているが、まだ人の手のついていない原生域が多く存在している。これらの原生域には 1,500 種以上の顕花植物、シダ類、灌木、高木が存在している。特に特徴的なことは巨木がコケ類に覆われた雲霧林の存在である。これらは熱帯特有の貴重な生態系で絶えず霧や多湿状態にある場所に存在しており、Santo 島南西部に多く分布している。森林の特徴的な樹木はバンヤンで 70 m 以上にも成長する。ランは Santo 島の北東部の海岸線に沿って生育している。バヌアツには 158 種のランが存在しており、そのうちの約 40 種が固有種である。しかしながら、主に開墾により原生林や貴重種は次第に減少している。

サラカタ川流域の生態系の情報は無いが、バヌアツ国全土のラフな土地利用図を見ると、Santo 島の西半分はあまり農業開発が行なわれていないが、サラカタ川のある Santo 島の東半分は大部分が農業に利用され、保護すべき生態系エリアは極めて乏しいようである (図 4.5.4)。ちなみに、Santo 島における自然保護域は Vatiei Conservation Area (Big Bay) National Park、Loru Conservation Area の 2ヶ所であり、サラカタ発電所周辺及び上下流域に保護区は存在していない (図 4.5.5)。しかしながら、サイト周辺は有刺鉄線で囲まれており人為的な開発活動が制限されていることから、サラカタ川左岸はうっそうとした森林に覆われており、固有種あるいは貴重種が存在する可能性はある。

バヌアツ国における貴重植物のリストを添付資料 表 2 に示す。

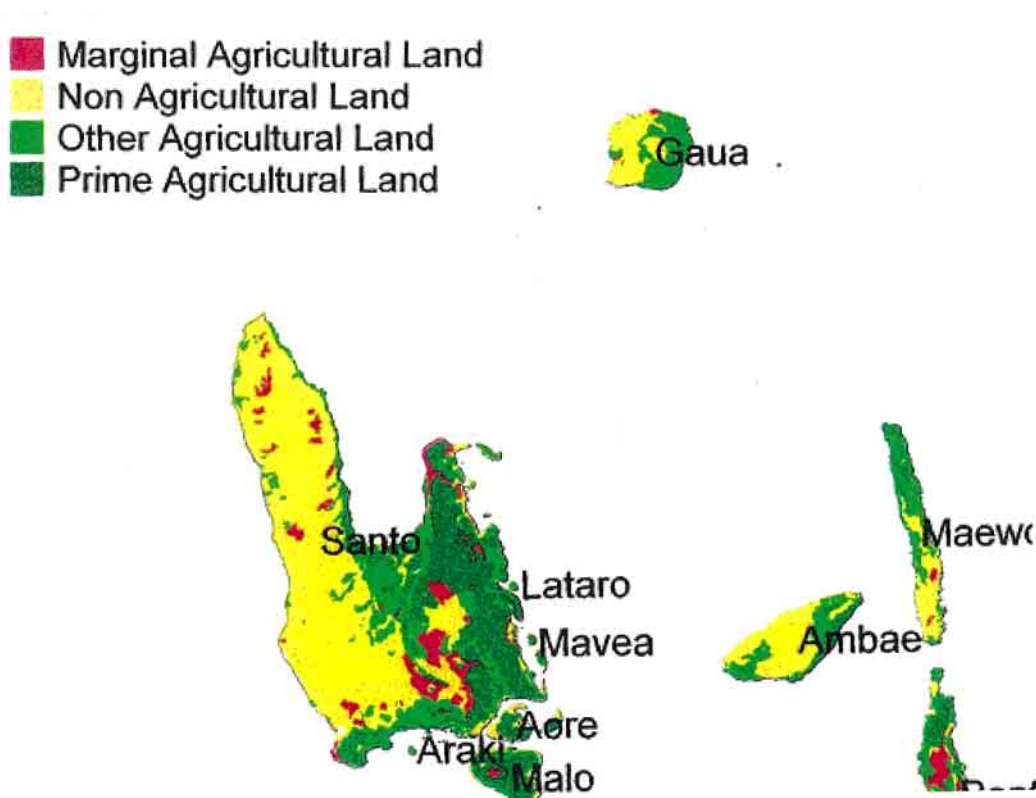


図 3.4.4 Santo 島における土地利用の概要

【引用資料】 Provided by Energy Unit, August 2004

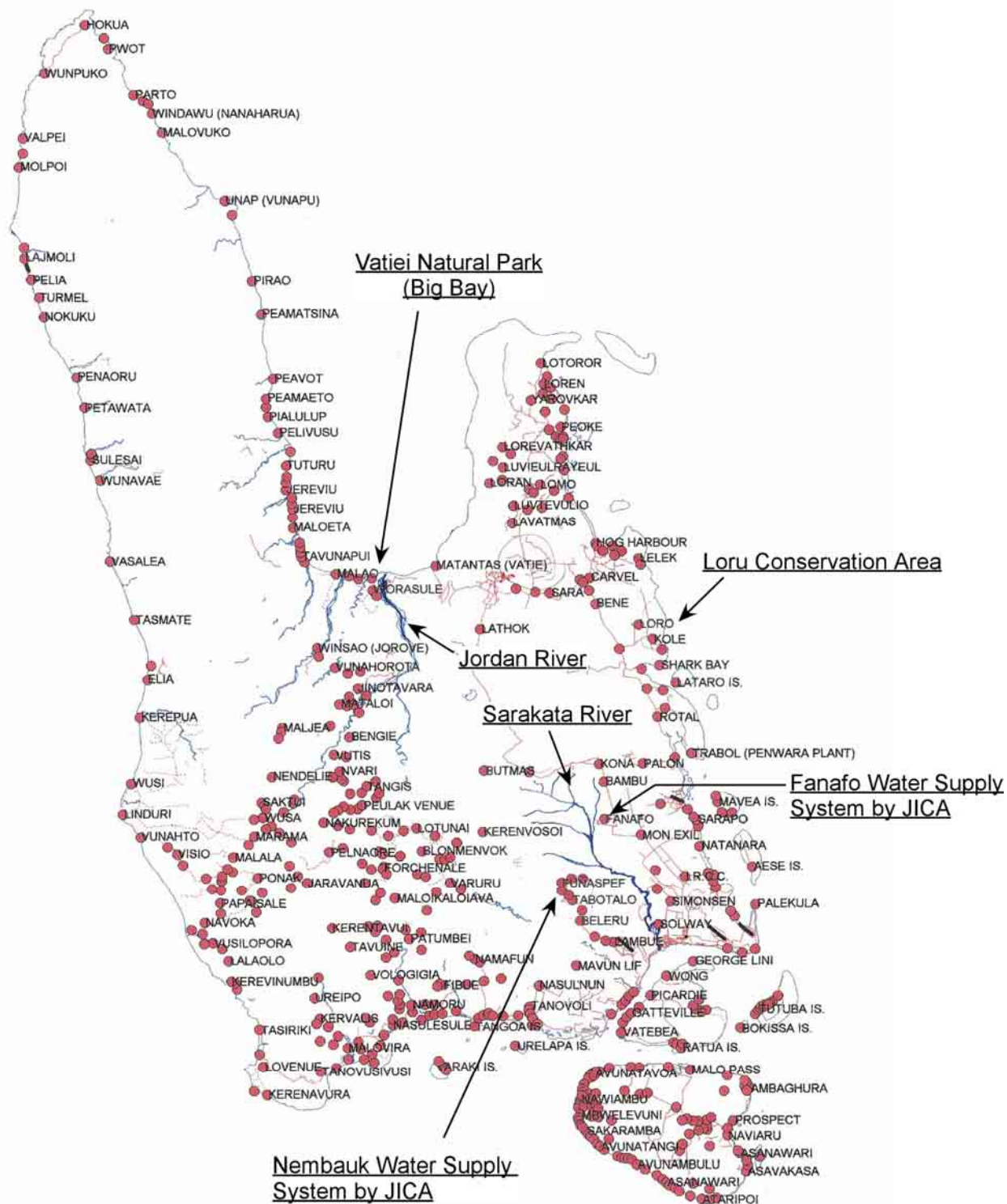


図 3.4.5 Santo 島の 2 つの自然保護域と集落分布 (2ヶ所の水供給システム)



## 【動物】

Santo 島における陸生動物データは前述した 2 つの保護区以外ない。Department of Forests の Mr. Watson J. Lui, Deputy Director によれば、同局には 2 人の陸生植物の同定ができる専門家がいるが、陸生動物についてはバヌアツ国には専門家はいないとのこと。サイト周辺については Environmental Unit から得た情報では以下の貴重種（鳥類）がサイト周辺で見られるとのことであるがそれ以上の情報はない。

- Vanuatu Kingfisher (*Halcyon chloris*)
- Santoa Cruz Ground Dove (*Gallicolumba sanctaecrusis*)
- Vanuatu Mountain Honey Eater (*Phylidonyris notabilis*)

淡水生物については、前述した National Strategy and Action Plan Project の一環としてバヌアツ国全土を対象とした魚類及び甲殻類の分布レポート「Freshwater Fish and Crustaceans of Santo, June 2000, Environmental Unit」があるが、サラカタ川を対象とした調査データはない。Port Vila 市及び Luganville 市にある Department of Fisheries 及びその支所におけるヒアリングにおいても海生生物に関する情報はあるものの、サラカタ川の淡水生物に係る情報はない。ただし、サラカタ川における遡行性生物に関してのみについて言えば、サイトの分流区間内にあるサラカタ滝（堰堤の下流 180m、発電所の上流 700m）は発電所の建設よりはるか以前から存在しており、しかも魚留の滝となっていることから、発電所の建設が遡行性生物に及ぼす影響はないといえる（添付資料 写真 3）。参考までに Environmental Unit が示した Santo 島における主要漁獲対象魚類名を以下に示す。

- Black Mullet (*Cestraceus plicatilis*)
- Spotted Bass (*Lutjanus fuscescens*)
- Jungle Perch (*Kuhlia rupestris*)
- Spotted Flagtail (*Khulia marginata*)

ここではバヌアツ国における貴重動物のリストを添付資料 表 3 に示すにとどめる。

【引用資料】 Freshwater Fish and Crustaceans of Santo, June 2000, Environmental Unit

### 3. 4. 4 水利用

Santo 島には大小取り混ぜて約 300 の集落がある。主要な集落の分布は前出の図 4.5.5 に示す通りである。これらの集落のうち送電線による電気利用が可能な集落は Fanafo 村及び Luganville 市近郊だけである。他の集落は灯油あるいはヤシ油、薪などにより明かりを取っている。また、飲料水供給システムについては Luganville 市が地下水を汲み上げて水道システムを整備しているほかは、Nembauk 地区の数ヶ所の村に湧水を利用した簡易水道システムが、また Fanafo 村にサラカタ川支流の Nacpei 川を水源とした簡易水道システムが整備されているに過ぎない（前出図 3.4.5 参照）。これらの水供給システムは電気によるポンプアップや送水システムではなく、高低差を利用した送水である。これら以外の集落はすべて天水、井戸、河川などに飲料水を依存している。

Mr. Kenneri Alvea, Sanma Provincial Council, Santo によれば、サラカタ川流域の集落の分布状況は表 3.4.1 の通りである。下流域の集落は塩分遡上の影響があるため漁業以外の水利用はない。発電所が位置する中流域はサラカタ川支流を飲料水源とし本流は漁業利用だけである。上流も同様の水利用であるが一部でサラカタ川本流の水を飲料水としている集落もあるとのことである。しかしながら、Ioan Viji, Acting Regional Forestry Officer, Sanma Provincial Council, Santo によれば、サラカタ川本流を飲料水源とし

て利用している集落はないとの話もあり詳細は不明であるが、発電所堰堤の建設に伴う河川水質の劣化で大きな影響を受けた村はないものと推察される。灌漑水については情報が無いが、サラカタ川の減水区間はサイト内の分流区間だけであり、影響はない。以下にサイトに最も近い Fanafo 村で長老たちからヒアリングした同村とサラカタ川及び発電所との係わりを示す。

Fanafo 村は人口約 1,000 人で村民の大部分が農業に従事している。サラカタ発電所からの送電線によりほぼ全戸電気の利用が可能であるが、一部の住民は料金がいため電気を利用していない。Fanafo 村には義務教育学校、診療所などが整備されており、これらの公共施設はすべて電化されている。サラカタ発電所 1、2 号機建設による影響や 3 号機導入による影響予想についてヒアリングしたが、Fanafo 村にはまったく負の影響はないとのことである。むしろ、発電所により道路、電気が整備されたこと、ダムの従業員 10 人も全員この村から雇用されていること、発電所建設工事時には Fanafo 村だけで 50 人程度が長期間雇用され良い現金収入になったことなど、Fanafo 村にとって発電所建設は弊害より利益をもたらしたとのことである。

Fanafo 村は飲料水等の生活用水を村のそばを流れるサラカタ川支流（Naccei 川）に依存しており、サラカタ川にはダムの下流で釣りをする程度でほとんど依存していない。分流区間に存在するサラカタ滝は村にとって神聖な場所のひとつとされているが、これまでも同滝に対して特別な儀式や祭りなどを行うこともなく、昔からアクセスが悪いためめったに行く人もなかったとのことである。また、観光客など誰も来ないとのことで、仮に 3 号機の設置で滝の流量が減ったとしても何の影響もないとのことである。発電所建設による地域住民への水利用への影響はないものと推察される。

表 3.4.1 サラカタ川流域の集落の分布状況

**Settlements currently Accessing water from Sarakata River**  
*[As per discussion with Kennerly Alvea, Sanma Provincial Council- August 19 2004]*

Name of Settlement	Down stream	Mid-Stream	Up-Stream
Butmas			<input checked="" type="checkbox"/>
Stone Hill			<input checked="" type="checkbox"/>
Kona			<input checked="" type="checkbox"/>
Fanafo			<input checked="" type="checkbox"/>
PRV			<input checked="" type="checkbox"/>
Samsonsem		<input checked="" type="checkbox"/>	
Jubilee Farm		<input checked="" type="checkbox"/>	
Monix Hill		<input checked="" type="checkbox"/>	
Vunaspef		<input checked="" type="checkbox"/>	
Mango		<input checked="" type="checkbox"/>	
Cattle Project		<input checked="" type="checkbox"/>	
Nerkar		<input checked="" type="checkbox"/>	
Nambau		<input checked="" type="checkbox"/>	
Sewa		<input checked="" type="checkbox"/>	
Beleru		<input checked="" type="checkbox"/>	
Nambel		<input checked="" type="checkbox"/>	
Side river	<input checked="" type="checkbox"/>		
solwai	<input checked="" type="checkbox"/>		
Sarakata	<input checked="" type="checkbox"/>		
Pepsi	<input checked="" type="checkbox"/>		
Pump Station	<input checked="" type="checkbox"/>		
Luganville	<input checked="" type="checkbox"/>		

【引用資料】 Mr. Kennerly Alvea, Sanma Provincial Council, Santo へのヒアリング結果に基づき作成

### 3. 4. 5 土地利用

サラカタ川流域の土地利用は河口部の Luganville 市を除けば、農業と牧畜だけである。サイト周辺も同様であるが、サイト内は周辺が鉄線で囲まれていて許可なしには入れないため、結果としてこれがサイト内の開発行為を防止し原風景（原生林）が保存されたままの状態になっている。

Mr. Gordon Wille, Rural lands Officer, Rural land Office, Santo によれば、Santo 島における集落の農業の概要は以下のようなものである。

- ・現金作物：ココナツ、バニラ、胡椒、ピーナツ、KAVA（フルーツ）、ココア、コーヒー
- ・自給あるいはマーケット販売用：オレンジ、マニオカ、中国キャベツ、スイカ、ネギ、バナナ、キャベツ、レタス
- ・主食：タロ、ヤム、クマラ
- ・牧畜（ブタ、牛、鶏）
- ・Luganville 市内のオープンマーケットは場所代を払い、農民が農作物を持ち込み売っている。
- ・オープンマーケットは土曜日の午後及び日曜日以外 24 時間開いている。

JICA サラカタ発電所基本設計報告書（2001）によれば、発電所の堰堤建設により取水部で 6.8m の水位上昇、湛水尻は上流約 800m に達すると報告されているが、発電所建設による住民移転も無く、発電所建設がサラカタ川流域の水利用・土地利用に著しい影響を及ぼすことは無かったものと推察される。また、送電線は Luganville 市－Fanafo 村間の既設幹線道沿いに建設されているがこちらについても特に影響は無かったと推察される。しかしながら、発電所敷地の借用問題は現時点においても解決されておらず、第 3 次増設工事に向けて解決しなければならない課題である。土地借用問題の概要は次の通りである。

### 3. 4. 6 土地借用問題

サラカタ水力発電所の敷地は、大きく 2 ヶ所に分けられ、それらはいずれも借地である。一方の敷地 5.2 ha は PRV (Plantation Reunions du Vanuatu) 社、もう一方の敷地 13.9 ha は以下の 5 人の Fanafo 村住民の所有地である（図 3.4.6）。

バヌアツ政府は PRV の 3 年間の燃料油及び農機具への税免除により土地の借料を支払わない契約を締結し、この約 10 年間 PRV に借料を支払っていない。PRV 社の土地も本来は上記 1～4 までの住民からの借用あるいは買い上げた土地であり、又貸しとなっている部分もあるようであるが両者の関係は良好である。残り 13.9 ha の土地については、サラカタ水力発電所建設時点から今日に至るまでバヌアツ政府は何らの補償も行っていない。その主な理由は 5 人の所有する敷地境界が明確でないため補償内容を決められないことに起因している。この土地借用問題の経緯を以下に示す。

(1) 政府はこれまで数回の話し合いの場を持ち、問題解決のため以下の 2 つの提案を行った。

提案 A：13.9 ha に対し補償金の一括支払いを行い、それを 5 人の共有基金とし、その運用については 5 人に責任を委ねる。

提案 B：裁判所による敷地境界の決定の後、その裁定にしたがって各地主に直接補償金を支払う。

(2) 地主側は裁判所による敷地境界の明確化を選定した。

(3) 5 人の地主のうち 1 人が裁判所の審査が遅々として進まないことに抗議するため、発電所入り口付近に一家で引越しを行い、バリケードを築いて発電所入り口を閉鎖する実力行使を数回行っ

た。この騒動は2004年6月8日付けのバヌアツの代表的な新聞 Daily Post 紙にも掲載された。

- (4) 政府は2004年7月に警察官同行で地主との会合を持ち、今後バリケード封鎖等の強政策をとった場合には警察官による強制排除等を実施する旨等を告げ、裁判所の裁定を待つことを地主側に確約させた。

電力局によれば、この種の敷地境界を巡る紛争は、住民間あるいは開発者と地主との間で頻繁に起こる問題で、登記簿による敷地境界線が明確に定められていないバヌアツの農村部では珍しいことではないとしている。Sanma 州地方政府も同様な見解で、サラカタ発電所の土地借用問題は地主同士の諍いで地方政府は関係ないとしている。また、UNELCO は土地借料の話は政府と住民との間の問題なので UNELCO には関係ないとの立場をとっている。Fanafo 村の住民へのヒアリングにおいても、この問題は5人だけの問題であり村民が土地問題を巡って深刻な内部対立を生じているような状況はないとのことである。

しかしながら、発電所入り口付近に引越した宅を訪問した際、同家の周囲及び入り口は有刺鉄線で厳重に封鎖されており、Fanafo 村における解放的な一般家庭とはまったく異なる雰囲気であった。このときには2人の婦人と有刺鉄線の入り口越しに話しかけただけであったが、土地問題については主人が不在のため一切話はできないとのことであった。個人的印象ではあるが、婦人たちや子供たちの服装、家屋内部の状況からして同一家の経済状態は裕福ではないと推察された（添付資料 写真4）。この問題による村内部での深刻な内部対立はないようではあるが、当該一家に関しては村社会から断絶している印象を強く持った。

Fanafo 村を含めサラカタ川流域の集落の半分は開拓のため他の島々から移住してきた人たちが作った村であり、農村社会としては歴史が浅いとのことである。古くからの部落であればこのような問題を調停する長老たちがいるはずであるが、このような村の結束力の弱さも問題を複雑化させている要因のひとつと推察される。

以上述べたように、この土地借用問題を単なる5人の損得感情のもつれと見ることも可能であり、政府関係者は訪問した先々でこのようなイメージでこの問題を捉えていた。しかしながら、サラカタ水力発電所建設以前には地主たちがこの区域で約500頭の牛を飼育しており、土地借用により約10年間に渡りいくばくかの経済的損失を地主たちに与えてきたのは事実であり、裁判所の裁定が長期間出てこない理由も不明である。用地収用問題が解決されない限り、基本設計調査の実施は困難な状況にある。

### 3. 5 スコーピング（環境影響要因の検討）

ここでは JICA 環境社会配慮ガイドラインの別紙 3 スクリーニング様式に基づき、本プロジェクトにおける環境影響要因の検討を以下の通り行った。

#### 3. 5. 1 大気汚染

##### 1) 建設時

第 3 期発電設備増設プロジェクト（以下、本プロジェクト）では大規模な土工事が発生しないため、少数の建設機械の稼動に伴うごく小規模な大気汚染が発生するが、環境への影響はほとんどない。

##### 2) 供用時

本プロジェクトにおいて大気汚染にかかる発生源は存在しない。

#### 3. 5. 2 水質汚濁

##### 1) 建設時

建設工事の詳細は決定していないが、工事は乾季に実施されることになると考えられる。工事期間中は既設設備の運転を停止することが必要となるため、取水ゲートを一定期間閉鎖することになる。その結果として、これまで約 10 年間乾季には低水量であった分流区間の流量が工事期間中のみ著しく増加することになるが、雨季の越流量を超えることはないので環境に著しい影響はない。土工事はサラカタ水力発電所の最下流部にある発電施設付近のみで行われ、かつ小規模であるため適切な濁水防止対策が実施されれば環境に著しい影響を与えることはない。

##### 2) 供用時

(1) 本プロジェクトでは堰堤・取水施設等に係る工事が発生しないため、堰堤後背部の水深や冠水域の変化はない。また、堰堤後背部の停滞水域において水草や植物プランクトンの異常発生もこれまで発生していないことから、本プロジェクトにより堰堤後背部の停滞水域において環境影響は発生しない。

(2) UNELCO は取水量及び堰堤からの越流水量の測定を行っていない。乾季において越流量が少ないと判断した場合、取水ゲートを下げ分流区間における流量を経験的に管理してきた。既存のタービン・発電機の出力確保のためには約  $3\text{m}^3/\text{sec}$  ( $1.45\text{m}^3/\text{sec} \times 2$  基) の水量が必要である。乾季に実施した現地視察では沈砂池や導水路の水深から判断して、 $6\text{m}^3$  以上の水量が取水されているのが確認された。しかしながら、渇水期には発電量を下げても分流区間の生態系保全のための流量を確保する必要がある。このような対応方法には UNELCO も同意しこれまでも実施してきたが、今後分流区間内の維持流量を定量的に定め、毎日の点検事項として取水量及び分流区間の流量をモニタリングするシステムの構築が必要であろう。

#### 3. 5. 3 土壌汚染

建設時及び供用時共に土壌汚染を発生させるような物質の使用はない。

#### 3. 5. 4 廃棄物

##### 1) 建設時

建設廃材や建設残土などの環境汚染要因はあるが、土工事が小規模であるため適切な処理計画を実施すれば環境影響は発生しない。

##### 2) 供用時

供用時には数名の運転員と門番家族がサイト内で生活するが、これらの生活系廃棄物量はわずかであり、環境汚染を発生させるようなものではない。このほかの廃棄物は発生しない。

### 3. 5. 5 騒音・振動

土工事の実施場所が限定的でかつ小規模であり、周辺に人家もないことから建設時及び供用時ともに環境影響は発生しない。

### 3. 5. 6 地盤沈下

本プロジェクトにおいて地盤沈下をもたらすような要因は存在しない。

### 3. 5. 7 悪臭

本プロジェクトにおいて悪臭をもたらすような要因は存在しない。

### 3. 5. 8 地形・地質

サイト周辺の地形・地質に大きな影響を及ぼすような土工事はない。供用時においても地形・地質に影響を及ぼすような要因は存在しない。

### 3. 5. 9 底質

河川の底質に影響を及ぼすような土工事は発生しない。供用時においても底質に影響を及ぼすような要因は存在しない。

### 3. 5. 10 生物・生態系

サラカタ川の生物・生態系に関する調査データはないが、サイト周辺は鉄条網で囲まれており開墾や漁業などの人為的攪乱行為がないため同地域の原風景がそのままの形で保存されている。

#### 1) 建設時

分流区間における流量の増加、土工事に伴う濁水の発生などが主要な環境影響要因であるが、流量の増加は雨季の流量を超えるものではなく、土工事についても対策を適正に実施することにより生物・生態系に大きな影響を及ぼすことない。

#### 2) 供用時

「6.2 水質汚濁」の項で述べたように、乾季における分流区間の生態系保全のための流量を確保する必要がある。適正な管理実施のためには分流区間内の維持流量を定量的に定め、毎日の点検事項として流量モニタリングシステムを構築する必要がある。

### 3. 5. 11 水利用

サイト周辺の飲料水供給システムについては Luganville 市が地下水利用水道、Nembauk 地区が湧水利用簡易水道、Fanafo 村が Naccei 川（サラカタ川支流）を水源とした簡易水道を整備している。これら以外の集落はすべて天水、井戸、サラカタ川支流などに飲料水源を依存しており、本プロジェクトによる飲料水利用への影響はない。灌漑水については情報がないが、サラカタ川の減水区間はサイト内の分流区間だけであり影響はない。発電所下流の漁業についても水質及び流量の大きな変化がないと考えられることから影響はない。

### 3. 5. 12 事故

本プロジェクトで想定される事故としては、工事期間中の重機、ダンプカーなどの公道における交通事故、建設工事時の労働災害などがあげられるが、これらは本プロジェクトの工事計画策定時に決定されるべき事項である。ただし、工事規模から考えて適切な対策が講じられれば特に大きな影響要因とはならないと考えられる。

### 3. 5. 13 地球温暖化

堰堤後背部の停滞水域はきわめて小さく地球温暖化に及ぼす影響はない。

### 3. 5. 14 非自発的住民移転

約10年前に実施されたサラカタ水力発電所第1期および第2期工事では住民移転は発生しなかった。

本プロジェクトにおいても住民移転は発生しない。

### 3. 5. 15 雇用や生計手段等の地域経済

Luganville 市を除けばサラカタ川流域の住民の大部分が農業と牧畜に従事している。サラカタ水力発電所の運転員は門番を除けば合計 10 名で、全員が Fanafo 村の住人である。本プロジェクトで従業員数が減少の方向で変化することはないと考えられることから、本プロジェクトによる地域社会への影響はないと推察される。ただし、建設時に雇用する労働者は現地住民にとって良い現金収入となることから、部落間あるいは個々の摩擦を避けるように慎重に雇用計画を策定することが必要であろう。

### 3. 5. 16 土地利用や地域資源利用

サラカタ川流域の土地利用は河口部の Luganville 市を除けば、農業と牧畜だけである。本プロジェクトによる影響はない。

### 3. 5. 17 社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織

本プロジェクトによる影響はない。

### 3. 5. 18 既存の社会インフラや社会サービス

サラカタ川流域における既存の社会インフラや社会サービスとしては、Luganville 市近郊及び Fanafo 村への送配電システムおよび Luganville 市、Nembauk 地区、Fanafo 村における簡易水道システム、UNELCO のディーゼル発電所、Telecom Vanuatu の電話システムなどがある。

本プロジェクトによりサラカタ水力発電所が 1,200 kW の発電能力を持つようになった場合、既存の UNELCO のディーゼル発電所とあわせれば、余剰電力が生まれるようになるため、既存の UNELCO のディーゼル発電所の休止などの影響が出てくることが予想される。UNELCO のディーゼル発電所の規模縮小が行われれば燃料使用量、保守管理費なども削減されることから、大気質の改善、電気料金の引き下げなどの正の影響が生じるが、同時に従業員の解雇などの負の影響も発生する可能性もある。サラカタ水力発電所の 1,200 kW の発電によって生じた余剰電力は、Santo 島の地方電化に利用することも可能であるし、Luganville 市の産業促進のために工業用電気として安価で工場に提供することも可能である。いずれにしても、本プロジェクトによる電気供給能力の向上により Santo 島における既存の社会インフラや社会サービスは大きな影響を受ける可能性がある。

### 3. 5. 19 貧困層・先住民族・少数民族

本プロジェクトによる影響はない。

### 3. 5. 20 被害と便益の偏在

サラカタ水力発電所建設により被害を受けた集落は存在しない。むしろ、Fanafo 村では道路、電気などの社会インフラが整備され利便性が大きく向上した。本プロジェクトにより被害と便益の偏在に関する影響は発生しない。

### 3. 5. 21 地域内の利害対立

サラカタ水力発電所の敷地はすべて借地であり、そのうち 13.9 ha については Fanafo 村の住人 5 人の所有地である。サラカタ水力発電所建設以前は放牧地として利用されてきたが、発電所建設のため飼育していた約 500 頭の牛は他の場所へと移された。しかしながら、建設から約 10 年間バヌアツ政府は何らの補償をも彼らに支払っていない。原因は 5 人の敷地境界が明確でないことにあり、現在も裁判所で抗争中である。政府は裁判所の裁定が出次第、敷地面積に応じて補償を行う予定であるが、5 人の原告のうち 1 名が Fanafo 村から発電所入り口付近に引越し、ゲートをバリケードで封鎖するなどの実力行使を行ってきた経緯がある。この問題は村人 5 人だけの紛争と見ることもできるが、10 年間にわたり解決しないということについては政府側の積極的な対応不足という見方もできる。今回の現地調査で政府機

関、地方政府、Fanafo 村住民など様々な立場の人からこの問題についての意見をヒアリングしたが、裁判の経過状況、問題の本質、政府側の対応などについて必ずしも明確になっていない。JICA は本プロジェクト実施に際して、資金提供者としての社会的責任遂行の観点から、バヌアツ政府側にこの問題解決のための積極的な対応を迫ることが必要と考えられる。

### 3. 5. 2 2 ジェンダー

本プロジェクトによる影響はない。

### 3. 5. 2 3 子どもの権利

本プロジェクトによる影響はない。

### 3. 5. 2 4 文化遺産

Fanafo 村にとってサラカタ水力発電所内にあるサラカタ滝は神聖な場所のひとつである。しかしながら、村民は昔から同滝に対して儀式、祭り等は実施していない。発電所周辺域にはこれ以外文化遺産に該当するものは存在しない。

### 3. 5. 2 5 HIV/AIDS 等の感染症

10 年前のサラカタ水力発電所建設時には労働者はほぼ全員サイト周辺の集落から雇用された。本プロジェクトの工事においても同様な方法で労働者が雇用されると推測される。したがって、本プロジェクト建設工事における HIV/AIDS 等の感染症のリスクはきわめて小さい。

### 3. 5. 2 6 その他

#### 1) 保護区

Santo 島には 2 ヶ所の自然保護区が存在するが、サイト周辺に保護区は存在しない。

#### 2) 景観・観光

サイト周辺に観光地は存在しない。サラカタ滝はサイト内にあり、現状では観光客は訪れていないものの優れた景観を有していることから、分流区間の維持流量を今後適正に管理していくことが必要であろう。

#### 3) 環境 NGOs

バヌアツ国には 4 つの代表的な環境 NGOs があるが、土地借用問題を含め現時点では本プロジェクトの環境影響は NGOs の間で問題とはなっていない模様である。

#### 4) 環境関連国際条約

バヌアツ国は以下の環境関連国際条約に批准している。

- United Nations Convention on Biological Diversity (UNCBD)
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES)
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer
- United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD)

#### 5) 代替案 (Alternative)

サラカタ 3 号機の増設は約 10 年前に行なわれた 1 号機、2 号機建設時から想定されていた計画で、基本的に 3 号機導入以外の代替案は検討されていない。Luganville 市の増大する電気需要を賄うための他の方法としては、UNELCO のディーゼル発電所の増設が最も有力な方法であるが、この場合燃料油の消費量増大、大気汚染など、再生可能エネルギーを利用するサラカタ 3 号機導入に比べ負の影響はるかに大きい。また、バヌアツ政府はサラカタ水力発電所を重要な国家資産のひとつとして捉え同発電所の公営化も検討中であり、3 号機の導入は将来的なバヌアツ国のエネルギー政策の展開を考える上で重要



なプロジェクトである。

### 3. 6 考察

#### 3. 6. 1 カテゴリ分類の妥当性の検討

本プロジェクトは JICA 環境社会配慮ガイドラインのスクリーニング結果に基づき、カテゴリ B 案件として調査を開始した。ここでは本調査結果に基づき本プロジェクトのカテゴリ分類の妥当性について検討する。

カテゴリ B の定義は、「環境や社会への望ましくない影響が、カテゴリ A に比して小さいと考えられる協力事業はカテゴリ B に分類される。一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる。」とある。ここで、前章のスコーピング結果に基づき、本プロジェクト実施に伴う環境影響要因をとりまとめると表 4.7.1 のようである。これらの環境影響要因をカテゴリ A の定義「環境や社会への重大で望ましくない影響のある可能性を持つようなプロジェクトはカテゴリ A に分類される。」で評価すると、本プロジェクトではカテゴリ A に分類されるような「特に重大な負の影響が明確な要因」は見当たらない。カテゴリ C の場合、「環境や社会への望ましくない影響が最小限かあるいはほとんどないと考えられる協力事業」と定義されていることから、本プロジェクトはカテゴリ C にかなり近いものとも考えることもできる。

しかしながら、サラカタ水力発電所の借地問題に注目した場合、地主に対して約 10 年間もの長期間に渡り何一つ補償を行っておらず、地主の一人は発電所入り口の封鎖という直接行動まで起こしているということは、世界的投融資機関の立場であれば、投融資に係るリスクと捉える可能性が高い。無償供与した資金で長期間に渡り社会的問題が継続しているのは事実であり、事業の資金提供者としての社会的責任は免れないと考えるのが CSR (Cooperate Social Responsibility) 時代の考え方である。従って、本プロジェクトはカテゴリ B として、早急に必要な対応策を講じるのが適切と推察される。

表 3.6.1 環境影響要因の抽出

項目	ステージ	環境影響要因	対策
1) 水質汚濁	建設時	・土工事に伴う濁水の発生	・水質・流量ベースラインデータの収集 ・濁水発生防止対策の策定 ・工事期間中の水質・流量モニタリング
	供用時	・分流区間の流量低下	・維持流量の決定及び流量管理システムの構築 ・堰堤越流水量のモニタリング
2) 生物・生態系	建設時	・土工事に伴う濁水の発生による生物・生態系への影響	・生物ベースラインデータの収集 ・工事期間中の生物モニタリング
	供用時	・分流区間の流量低下に伴う生物・生態系への負の影響	・「水質汚濁」の項に同じ
3) 雇用や生計手段等の地域経済	建設時	・労働者雇用時の紛争	・適切な労働者雇用計画の策定
4) 既存の社会インフラや社会サービス	供用時	・サラカタ水力発電所の発電能力の増大による UNELCO の既存発電所への影響 ・電力料金の引き下げ等	・サラカタ水力発電所の発電能力向上に合わせた地域開発基本計画の策定
5) 地域内の利害対立	建設時 供用時	・サラカタ水力発電所借地問題の長期化に伴う政府・住民対立	・バヌアツ政府による問題解決のための積極的対応の推進
6) 景観保全	供用時	・分流区間の流量低下に伴うサラカタ滝の景観への負の影響	・「水質汚濁」の項に同じ

### 3. 6. 2 環境社会配慮調査計画案

「第3章 現地調査内容」で述べたように、現地調査期間中に JICA 本部に提出した Draft Scoping に基づき、JICA 環境社会配慮審査室が本プロジェクトの環境影響レベルを審査した。その結果、本プロジェクトでは著しい環境影響が発生しないと判断されたため、EIA は実施せず対策・モニタリングを盛り込む環境社会配慮調査計画を策定し、先方政府に実施させることになった。環境社会配慮調査案は前出の「表 4.7.1 環境影響要因の抽出」結果に基づいて作成し、2004 年 8 月 24 日（火）に関係官庁を集め説明会を開催し上記計画実施の方向で合意を得た。ここでは、関係官庁に提示した環境社会配慮調査案を以下に示す（先方政府提出版は添付資料 3 参照）。

## バヌアツ国政府により実施されるべき環境社会環境配慮調査計画（案）

### 1. 調査内容

#### 1.1 ベースライン調査

##### 1.1.1 自然環境

###### (1) 水文・水質調査

- ・調査期間：2004年9月から2005年1月
- ・調査時期：調査期間中月1回の頻度
- ・調査項目：河川状況の目視・測定（川幅、水深、現場写真）、流量、水質（水温、pH、DO、EC、SS、TSS、濁度、アルカリ度、硬度、水色）
- ・調査地点：堰堤による影響のない上流部に1地点、堰堤ポンド内1地点、堰堤から発電所までの区間（分流区間）に1地点、発電所下流に1地点、取水路内に1地点、計4地点（調査地点4.7.1参照）ただし、堰堤による影響のない上流部の1地点、堰堤ポンド内1地点、発電所下流の1地点の計3地点は水質のみとする。
- ・調査方法：現場測定及び分析ラボによる分析による。

###### (2) 水生生物調査

- ・調査期間：2004年9月から2005年1月
- ・調査時期：調査期間中雨季及び乾季に各1回。ただし、調査対象種が産卵行動、遡行などの特性が明確な場合、調査時期を適宜変更すること。
- ・調査項目：水生生物（特に住民の食料源である魚類、甲殻類等に留意すること）
- ・調査地点：水文・水質調査における堰堤から発電所までの区間（分流区間）の地点及び発電所下流の地点と原則同一地点とする。計2地点。
- ・調査方法：捕獲・同定、目視観察、住民へのヒアリング等による。

###### (3) 植生調査

- ・調査期間：2004年9月から2005年1月
- ・調査時期：調査期間1回。
- ・調査項目：水辺の草本及び木本類、水生植物
- ・調査地点：堰堤から発電所までの区間（分流区間）とする。
- ・調査方法：同定及び目視観察による。

##### 1.1.2 社会環境

###### (1) サイト周辺の村落の実態調査

以下の事項について調査を実施する。

- ・調査期間：2004年9月から2005年1月
- ・調査時期：調査期間中1回
- ・調査項目：サラカタ発電所周辺及び下流域の集落の分布、人口、産業、サラカタ川水系の水利用状況等
- ・調査地点：サラカタ発電所周辺及びサラカタ川流域の集落
- ・調査方法：ヒアリング、アンケート等による。

## (2) 土地借用問題

以下の事項について調査を実施する。

- ・第 1,2 期工事後の土地借用問題未解決に対する行政側の対応策の経緯
- ・第 1,2 期工事後の土地借用問題未解決に対する FANAFO 村の地主及び住民の意見

## 1.2 対策

工事期間中及び供用時における自然及び社会環境影響への影響低減のための以下の項目を含む対策・対応を記載すること。

### 1.2.1 工事期間中

#### (1) 自然環境対策

- ・土工事に伴う濁水等水質汚濁防止対策
- ・取水停止による越流量増加対策

#### (2) 社会環境対策

- ・サラカタ水力発電所・第 3 期工事实施計画と環境社会配慮（漁業影響、工事中の雇用等を含む）の周辺部落への説明会の開催及び住民の意見の聴衆・計画への反映
- ・土地借用問題に対する対応策
- ・労働者雇用計画
- ・工事中の代替電力供給計画
- ・災害・事故防止対策

### 1.2.2 供用時

- ・堰堤一発電所区間の流量確保対策

## 1.3 モニタリング

モニタリング計画策定に際しては、責任者、組織、異常発生時の対応計画、緊急連絡網等を明示すること。

### 1.3.1 工事期間中

#### (1) 自然環境

工事期間中の自然環境モニタリングは水文・水質調査のみとし以下のように実施する。

- ・調査期間：工事期間中
- ・調査時期：調査期間中適宜実施（月 1 回の頻度）
- ・調査項目：ベースライン調査と同様とする。
- ・調査地点：ベースライン調査と同様とする。
- ・調査方法：ベースライン調査と同様とする。

#### (2) 社会環境

工事期間中の社会環境モニタリングは原則月 1 回以下のように実施する。

- ・土地借用問題に対する FANAFO 村の地主への問題解決に向けた対応策の実施状況（原則月 1 回）

### 1.3.2 供用時

#### (1) 自然環境

供用時の自然環境モニタリングは水文・水質調査のみとし以下のように実施する。

- ・調査期間：供用開始後約 1 年間

- ・調査時期：調査期間中適宜実施（最低月 1 回の頻度）
- ・調査項目：ベースライン調査と同様とする。
- ・調査地点：ベースライン調査と同様とする。
- ・調査方法：ベースライン調査と同様とする。

## (2) 社会環境

供用時の社会環境モニタリングは原則月 1 回とし土地借用問題解決まで以下のように実施する。

- ・土地借用問題に対する FANAFO 村の地主への問題解決に向けた対応策の進展状況

## 2. 報告

以下の報告書を JICA バヌアツ事務所宛に提出すること。

- (1) 環境社会配慮実施計画書、モニタリング計画書（2004 年 10 月末まで）
- (2) ベースライン調査報告書（ベースライン調査終了後 2 ヶ月以内）
- (3) モニタリング報告書（モニタリング開始後毎月 1 回）

## 3. 備考

- 3.1 水文・水質調査は乾季の最低流量を測定できるように速やかに実施すること。
- 3.2 本調査結果及び既存の水文データに基づき乾季の分流区間維持流量を決定すること。
- 3.3 本プロジェクト終了後も分流区間の流量及び取水量のモニタリングを継続すること。
- 3.4 本プロジェクト終了後も土地借用問題の解決に向けた努力を継続すること。

以上

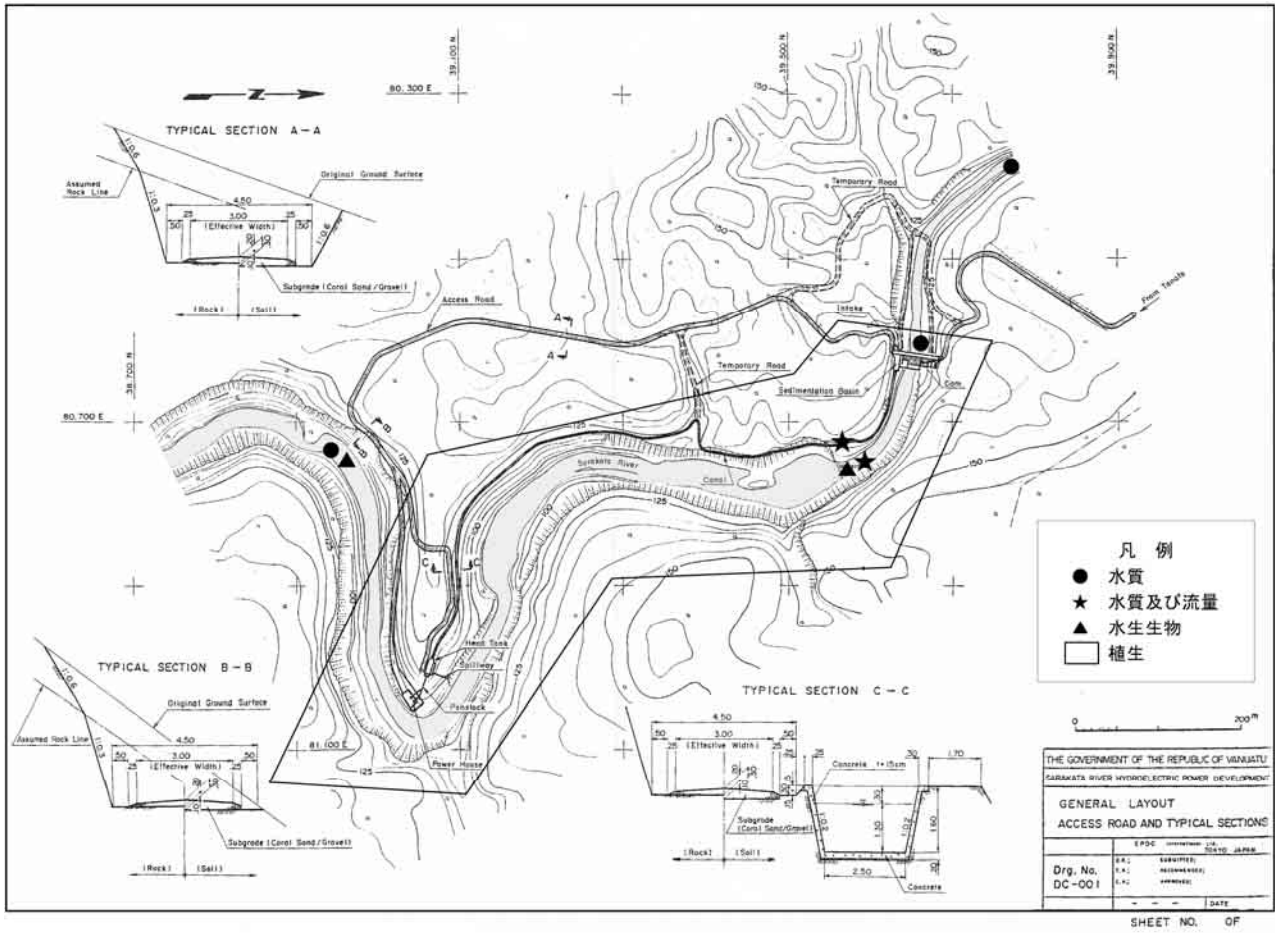


図 3.6.1 調査地点

### 3. 7 基本設計調査実施上の留意点

基本設計調査実施上の環境社会配慮における留意事項を以下に示す。

#### 3. 7. 1 サラカタ水力発電所借問題の進展状況

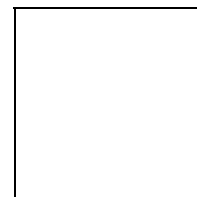
サラカタ水力発電所借問題は本プロジェクトにおける最大のネックポイントである。本調査で提示した「バヌアツ政府による環境社会配慮調査計画（以下、調査計画）」が TOR どおり進行していれば、土地借用問題に進展が見られるはずであるので、バヌアツア政府側にこの問題に対するこれまでの対応及び現状を明確にさせ、仮に不備・停滞があればその理由を明確にさせ、先方に問題解決のための対策の促進を要求することが必要である。

#### 3. 7. 2 分水区間の流量確保

本調査では乾季における分水区間の流量確保のための調査計画を提示しており、先方政府もこれに合意している。基本設計調査では分流区間及び取水路において調査計画書で指示したような分水区間の流量確保システムが整備され実際に機能しているか確認する必要がある。

#### 3. 7. 3 生物・生態系保護

調査計画書で指示した分流区間における生物調査の結果として、サイト内に貴重種や重要な生態系の存在が確認されていれば、バヌアツ政府にその保全対策を提示させる必要がある。



Draft of Scoping (スコーピング案)

Creation Date: August , 2004

Reception Date:

**1. Title of the Cooperation Project and Names of Project Proponents and Consultants**

- **Title of the Cooperation Project:** Project for the Sarakata River Hydroelectric Power Development (3<sup>rd</sup> Stage);
- **Names of Project Proponents:** Ministry of Land, Energy and Resources, the Government of Vanuatu;
- **Names of Consultants:** Nobuyuki Nakazawa, E&E Solutions Inc.

**2. Outline of the Project (Location, Scale of Operation, Lot Area, etc.)**

- **Location:** The Sarakata River is located northwest from Luganville City in Santo Island. The site is located at the midstream of the Sarakata River, 15km upstream from the sea.
- **Scale of Operation, Lot Area etc.:** The Sarakata Hydroelectric Power Station has been operating for about 10 years after the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> construction stages. Although this project is the 600 kW extension project, large scale earthwork will not be needed in the 3<sup>rd</sup> construction stages because all the facilities of the Sarakata Hydroelectric Power Station were designed and constructed based on the future 600 kW extension.

**3. Overall Environmental and Social Condition of the Project Area (Environmental Pollution, Ecosystem, Land Use, Population, Environmental Quality Criteria, Legal Regulations Regarding Urban Planning etc.)**

- **Environmental Pollution:** There is no baseline data on environmental pollution. Based on the site reconnaissance, there are no pollution sources around the site.
- **Ecosystem:** There is little data on the ecosystem around the site.
- **Land use:** Agriculture and livestock farming are the major land uses.
- **Population:** The population of Luganville City is approximately 10,000 people. The population of the nearest village to the site, Fanafo, which is located about three (3) km from the site, is 1,000 people. This village is the only community to be affected by the 3<sup>rd</sup> stage extension project, and relies upon clean water resources from the Naccei River, which is located near the village and is one of the branches of the Sarakata River.
- **Environmental Quality Criteria, Legal Regulations:** There are no national environmental standards and criteria in Vanuatu. According to the Environmental Unit of the Ministry of Land, Energy and Resources, they perform their work by referring to international environmental standards and regulations.

**4. Adverse Environmental and Social Impacts (Spatial and Time Range, Range of Impacts to Be Assessed, Methods of Prediction and Evaluation)**

**4.1 Natural Environment**

- **Construction Stage:** The following impacts may occur during the 3<sup>rd</sup> stage construction: (1) flow volume



may increase at the section between the weir and the power facility due to the shutoff of the water intake from the Sarakata River; (2) water quality may deteriorate, especially with respect to turbidity, due to the earthwork and the flow volume increase at the section between the weir and the power facility. Water quality and flow volume monitoring will be needed during the construction stage.

- Operation Stage: After the completion of the 3<sup>rd</sup> stage construction, flow volume may decrease at the section between the weir and the power facility. To mitigate the above, a detail design which reflects environment consideration, water quality, and flow volume monitoring will be needed during the operation stage.

#### **4.2 Social environment**

The Sarakata hydropower project was constructed on two parcels of land which are owned by the custom owners. One part of the land, 5.2 ha, is leased by the custom owners to PRV (Plantation Reunions du Vanuatu). The other part of the land, 13.9ha, is still in dispute. There are five claimants. This dispute was published in the Daily Post Newspaper on June 8, 2004. The government held a meeting with the five claimants on July, 2004, and got the agreement that all claimants must wait for the court ruling. This type of conflict is not rare, because the boarder line of the lot is not precisely fixed in the rural area in Vanuatu. However, because the government has not paid any rental fee to the land owners for about 10 years, the countermeasures against this dispute should be clarified and monitored.

- Construction Stage: There are no serious social impacts except for the above land lease dispute problem. However, it will be important to pay attention to the conflict between the proponent and the local communities in labor hiring during the 3<sup>rd</sup> stage construction because the labor wage would be a significant income to the local communities. Water quality deterioration in turbidity at the downstream of the site may affect the fishing ground of the Fanafo village people. Since freshwater fish and crustaceans are an important food source for the rural people, countermeasures and monitoring will be needed.

- Operation Stage: There are no serious social impacts except for the above land lease dispute problem.

#### **5. Alternatives, including no action:**

Alternatives for the project itself have been considered in the studies of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages of this project. And according to the studies of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages, the addition of 600kw facility was the optimum plan.

Because moving ahead on the renewable energy utilization is one of the most important national policies, 600kW generated by this project will be an essential energy for Vanuatu. Without this project, the diesel power generators would have to be operated with full power to provide the increasing electric power demand. In this situation, the running cost and the air pollution level would be highly increased. Therefore, this project will be an essential energy resource for Vanuatu.

#### **6. Related Documentation (Maps and so on)**

- Please refer to the location map.

## 資料 2 Draft Scoping Document

### Preliminary Study on the Project for the Sarakata River Hydroelectric Power Development (3<sup>rd</sup> Stage)

Summary of Preliminary Study Result for Grant Aid Project

#### 7. Title of the Cooperation Project, and Names of Project Proponent and Consultants

- Title of the Cooperation Project: Project for the Sarakata River Hydroelectric Power Development (3<sup>rd</sup> Stage);
- Names of Project Proponents: Ministry of Land, Energy and Resources, the Government of Vanuatu;
- Names of Consultants: Nobuyuki Nakazawa, E&E Solutions Inc.

#### 2. Categorization and its reason

The project is classified as Category B because the part of the land, about 13.9ha, is still in dispute by the custom owners.

#### 3. Title of the Regulations under which the environmental and social considerations study has been conducted

Environmental Management and Conservation Act NO.12 enforced in 2002. This act provides for the EIA system in Vanuatu. However, environmental standards and regulation have not been prepared yet. The EIA enforcement organization is the Environmental Unit. This unit has had experience with only two EIAs since 2002, but no experience in the EIA process for hydroelectric power generation stations. The Environmental Unit consists of only six environmental professionals. When they conduct an EIA, they form a task force with other related organizations in order to staff the projects. For example, the Department of Geology, Mines and Water Resources has a capability to conduct the hydrological and water quality survey for rivers because they have some experts, the measurement equipment, and a small chemical analysis laboratory needed to perform the work.

#### 4. Outline of the Project and the Location

- Location: The Sarakata River is located northwest from Luganville city in Santo Island. The site is located at the midstream of the Sarakata River, 15km upstream from the sea.
- Scale of Operation, Lot Area etc.: This project is the 600 kW extension project, large scale earthwork will not be needed in the 3<sup>rd</sup> construction stages because all the facilities of the Sarakata Hydroelectric Power Station were designed and constructed based on the future 600 kW extension.

#### 5. Proposed Project and Alternatives (including without project option)

##### (1) Proposed project

The Sarakata hydroelectric power station has been operating for about 10 years after the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> construction stages. Although this project is the 600 kW extension project, large scale earthwork will not be needed in the 3<sup>rd</sup> construction stages because all the facilities of the Sarakata Hydroelectric Power Station were designed and constructed based on the future 600 kW extension.

## (2) Alternatives

Alternatives for the project itself have been considered in the studies of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages of this project. And according to the studies of the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages, the addition of 600kW facility is the optimum plan.

Because moving ahead on the renewable energy utilization is one of the most important national policies, additional 600kW generated by this project will be an essential energy for Vanuatu. Without this project, the diesel power generators would have to be operated with full power to provide the increasing electric power demand. In this situation, the running cost and the air pollution level would be highly increased. Therefore, this project will be an essential energy resource for Vanuatu.

## 6. Key Impacts Identified and Mitigation

### (1) Key Impacts Identified

The following impacts are considered using the environmental checklist of JBIC (Hydro Power Projects) and the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations.

#### 6.1 Air Pollution

Air pollution will not be serious problem in this project.

#### 6.2 Water pollution

##### 6.2.1 Construction Stage

The construction plan of the 3<sup>rd</sup> stage has not been fixed yet. However, based on the result of our site reconnaissance, there is no possibility that large-scale earth work will be conducted during this project. Therefore, the possibility of the water pollution due to earth work is expected to be low.

##### 6.2.2 Operation Stage

(1) After implementation of this project, water level increases and expansion of the inundation zone of the Sarakata River are not expected. Therefore, water quality degradation in the weir reservoir due to inundation of woody vegetation will not occur. According to the staff of the Sarakata Hydroelectric Power Generation Station, there was no proliferation of phytoplankton and zooplankton, so far. During our site reconnaissance conducted in the dry season, water quality degradation was not observed.

(2) UNELCO has no data on the quantity of water to be diverted from the Sarakata River. However, quantity of diverted water is estimated to be more than 3m<sup>3</sup>/sec at present because the two turbines need about 3m<sup>3</sup>/sec to operate. Excess water is discharged from the head tank directly to the Sarakata River. Although UNELCO has tried to maintain the overflow from the weir during the dry season so far, mitigation measures to maintain the overflow should be taken to protect the ecosystem at the section between the weir and the power station, which is about 880m.

(3) There is no possibility that river flow downstream of the Sarakata Hydroelectric Power Facility will be reduced. Therefore, water quality degradation downstream of the Sarakata Hydroelectric Power Facility caused by reduced river flow is not expected.

#### 6.3 Soil pollution

There is no relationship with this project.

#### 6.4 Waste

##### 6.4.1 Construction Stage

Since large-scale earth works are not expected, the wastes generated from earth work are expected to be small.

#### 6.4.2 Operation Stage

Since only a gatekeeper family and two operation staff are staying in the site, there is no impact on the environment because the amount of their waste will be very small.

#### 6.5 Noise and vibration

##### 6.5.1 Construction Stage

Although a family is living near the site, serious noise and vibration impacts on that family are not expected because the location of the construction is limited only to the area around the power generation facility which is far from the family.

##### 6.5.2 Operation Stage

Impacts on the family are not expected.

#### 6.6 Ground subsidence

There is no relationship with this project.

#### 6.7 Offensive odors

There is no relationship with this project.

#### 6.8 Geographical features

The Sarakata River is located northwestward from the City of Luganville, located on Santo Island. The site is located at the midstream of the Sarakata River, 15km upstream from the sea. The right bank of the site is covered by the natural forest and the left bank is the highland with meadows. The Sarakata River flows between steep cliffs in this area. There is a natural waterfall, named the Sarakata Waterfall, located 180m downstream of the weir and 700m upstream of the power generation facility. No impact on geographical features is expected because the earthwork will be conducted on a small scale.

#### 6.9 Bottom sediment

The river bottom downstream from the weir consists of big rocks and cobbles. The river bottom upstream of the weir looks to be of the same condition. There is no information on the bottom sediment of the weir reservoir.

#### 6.10 Biota and Ecosystem

There is little baseline data on the biota and ecosystem of the Sarakata River.

According to the Environmental Unit, the following birds can be observed as the rare species around the site;

- Vanuatu Kingfisher (*Halcyon chloris*),
- Santoa Cruz Ground Dove (*Gallicolumba sanctaecrusis*), and
- Vanuatu Mountain Honey Eater (*Phylidonyris notabilis*).

There is no information on any other important species around the site. Regarding the migratory fish species, there is no impact on them, because the Sarakata Waterfall has prevented their migration so far. The serious impacts on biota and ecosystem will not occur due to the 3<sup>rd</sup> stage, because the scale of the earthwork is small.

#### 6.11 Water usage

Fanafo is the nearest village with a population of more than 1,000 people. This village is located about

three kilometers from the site. This village is the community to be affected by the 3<sup>rd</sup> stage extension of the project. However, this village relies upon the water resources of the Naccei River. The Naccei River has clean water and is located near the village. It is one of the branches of the Sarakata River. According to the people of the Fanafo village, they have been using the Sarakara River downstream of the project site as a fishing ground. Freshwater fish and crustaceans are important foods for the rural people. The following are the major fishes for the Santo Island;

- Black Mullet (*Cestraceus plicatilis*),
- Spotted Bass (*Lutjanus fuscescens*),
- Jungle Perch (*Kuhlia rupestris*), and
- Spotted Flagtail (*Khulia marginata*).

The serious impacts on local water use will not occur, because the scale of the earthwork is small.

#### 6.12 Accidents

There is no information on accidents.

#### 6.13 Global warming

There is no relationship with this project because the weir reservoir is very small and combustion of hydrocarbons will not occur.

#### 6.14 Involuntary resettlement

There was no involuntary resettlement in the past 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages of this project. Similarly, no involuntary resettlement is expected during the 3<sup>rd</sup> stage, either.

#### 6.15 Local economy such as employment and livelihood etc.

The population of the Fanafo village is about 1,000 and almost all the families are engaged in agriculture and livestock farming. The Sarakata Hydropower Facility is hiring a total of 10 operation staff coming from and living in this village. After starting the construction of the 3<sup>rd</sup> stage, some laborers will be hired. During the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> stages, about 50 persons for 12 months were hired as labor from the Fanafo village. As the labor wage is an important income for the rural people as cash earning, it needs to pay attention to the labor hiring plan for the 3<sup>rd</sup> stage to avoid any conflict among the villages and/or individuals.

#### 6.16 Land use and utilization of local resources

Agriculture and livestock farming are the major land use. There is no impact on land use in this project.

#### 6.17 Social institutions, such as social infrastructure and local decision-making institutions

There is no impact on social institutions in this project.

#### 6.18 Existing social infrastructures and services

There are some existing social infrastructures, including a small water supply system, the local school, the clinic, the church, the road, and an electrical system. No impact on social infrastructure and services are expected as a result of this project.

#### 6.19 The poor, indigenous, or ethnic people

There is no relationship with this project.

#### 6.20 Misdistribution of benefit and damage

For almost all the people of Fanafo Village, their level of comfort and quality of life has improved as a result of the Sarakata hydroelectric power generation facility. However, the next chapter identifies a problem related to the improvement in quality of life.

## 6.21 Local conflict of interests

The Sarakata hydropower project was constructed on two parcels of land which are owned by the custom owners. One part of the land is leased out by the custom owners to PRV (Plantation Reunions du Vanuatu). The hydropower project occupies 5.2ha of this land. The other part of the land, about 13.9ha, is still in dispute by the custom owners. There are five claimants to the land.

There have been no problems between the government and PRV, despite the fact that the government has not paid any rental fees for about 10 years. Instead of getting the rental fees from the government, PRV required duty exemptions on fuel and agricultural materials for three years. The original custom owners of this 5.2ha of land before it was sold or leased to PRV are four persons corresponding to above 1 to 4.

Regarding another parcel of the land with 13.9ha, the government attributes this dispute to the land ownership conflict between five persons. However, the government has tried to resolve this dispute by having many meetings with claimants so far. As a result of that, the government put forward following two proposals to the claimants:

- (1) The government makes a lump sum payment for the 13.9ha of land into a trust fund to be owned by the five custom owners. The custom owners will be solely responsible for the trust fund management.
- (2) The government is awaiting a court ruling on which of the five claimants is the true owner of the land. Then, the government will make payment for the 13.9ha directly to the true owner.

The five claimants agreed on the (2) proposal, but Mr. Thomas Toaserekite's family has moved near the entrance into the hydroelectric power facility and blocked the entrance several times because the court was slow in hearing the case. This trouble was published in the Daily Post Newspaper in June 8, 2004. The government held the meeting again with the five claimants in July, 2004, and got the agreement that all claimants must wait for the court ruling.

According to Mr. Leo Moli, Energy Unit, this type of trouble is not rare, because the border line of the lot is not precisely fixed in rural areas in Vanuatu. However, as the government has not paid any rental fee to the landowners for about 10 years, the background of this problem should be clarified and followed before project implementation.

## 6.22 Gender

There is no relationship with this project

## 6.23 Children's rights

There is no relationship with this project

## 6.24 Cultural heritage

According to the people of Fanafo village, the Sarakata Waterfall is one of the sacred areas for the village. However, the traditional ceremonial rites for the waterfall have not been conducted so far, and nobody has been there due to the poor accessibility. There are no other cultural heritage sites along the Sarakata River.

## 6.25 Infectious diseases such as HIV/AIDS etc.

Since almost all the labors were hired from the surrounding villages during the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> construction stages, there was no problem relating to infectious diseases. During 3<sup>rd</sup> construction stage, almost all the labors will be hired from the surrounding villages, the same as before.

## 6.26 Others

### (1) Protected Areas

There are two natural protected areas, Vatiei National Park and Loru Conservation Area, in Santo Island. However, there is no protected area near the site.

### (2) Landscape and Tourism

There is no possibility that the project will adversely affect the local landscape. No tourist has visited the Sarakata Waterfall so far.

### (3) Environmental NGOs

The following are the major environmental NGOs in Vanuatu,

- Vanuatu Association of Non-Government Organization (VANGO),
- Wan Tok Environment Center, Tel/Fax 36153, Roy Hills, Luganville, Santo,
- Director, FSP-Vanuatu, Telephone 22915, Fax 24510, E-mail: admin@fsp.org.vu, and
- Mr. David Esrom, Eco-Man Consultants Limited. Ph: 24977, Fax: 24977. Mobile Phone: 43219.

### (4) International Conventions

Vanuatu ratifies the following international convention:

- United Nations Convention on Biological Diversity (UNCBD),
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC),
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES),
- Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer, and
- United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD).

### (5) Environmental and Social Monitoring

At present, the team has been discussing the implementation of the EIA, including the monitoring plans in the 3<sup>rd</sup> stage with the Vanuatu government so far. It is considered that the following items should be monitored through the construction stage and the operation stage:

- Water quality and flow,
- Dispute of land lease,
- Labor hiring program,
- Alternative electric power supply during construction stage, and
- Accident prevention plans, including contingency plans and mitigation measures.

### (2) Mitigation

Mitigation measures to reduce the key impacts are summarize below:

#### 1) Sedimentation

Mitigation measures for sedimentation include slope protection, reforestation, and removal of sediments (hydraulic removal, mechanical removal, man-powered removal).

#### 2) Land acquisition

Development of land acquisition plan including; total land area acquired for the project; the areas affected by land acquisition; type and land use; ownership, tenure, and land use patterns; land acquisition procedures and compensation; legal framework for land acquisition and compensation; compensation framework; valuation and

compensation for lost assets; timetable and budget for the land acquisition; grievance redress.

## 7. Monitoring

A monitoring plan should be prepared including the following:

- Monitoring team organization chart,
- Responsible organization and person,
- Emergency contact network, and
- Contingency plans and mitigation measures.

## 8. Enhancement Opportunities (training, supervision, remedial action, financing, reporting and so on)

The EIA report of the Sarakata River Hydroelectric Project has not been prepared yet. So far, the Preliminary Study team (hereinafter referred to as "the team") has been discussing the implementation of the EIA for the project with Environmental Unit so far. Many organizations, including the Department of Public Works, Department of Geology and Mines, Environmental Unit, Sanma Provincial Government, Department of Provincial Affairs, Vanuatu Investment Promotion Authority, and Department of Health, are closely related to the EIA implementation. Further discussion about EIA implementation between the Vanuatu government and the team will be needed.

## 9. Consultation (state who has been contacted about the Project, means of contacting them, date when they were contacted and so on)

Consultations with stakeholders are summarized in Table 9.1.

Table 9.1 Summary of Consultation

Date	Consulted Person	Means
July 26	JICA JICA Vanuatu Office • Mr. Ike, Resident Representative	Interview
July 27	Ministry of Lands and Energy • Steven Tah, Director General, Ministry of Lands and Energy • Leo Moli, Principal, Energy office	Interview
July 28	Environmental Unit , Ministry of Lands and Energy • Ernest Bani, Head of Environmental Unit, • Cathenne Malosu, Assistant EIA officer, Environmental Unit	Interview
		Interview
July 29	UNELCO Santo • Stephane Garlopeau, Area Manager	Interview
	Fanafo Village • James Targis, Customary owner of Fanafo Village • Rukon Pelre, Customary Claimant of Hydro Land	Interview



August 3	Environmental Unit • Cathenne Malosu, Assistant EIA officer, Environmental Unit Department of Forests • Hanington Tate, Principal Forest Officer	Interview
	Department of Geology, Mines, and Water resources • Chris Ioan, Director	
August 4	Meteorological Service • Jotham Napat, Director	Interview
	Statistic Center • Simil Johnson, Social Statistician	
	Vanuatu Fisheries • Robert Jimmy, Principal Fisheries Biologist	
	Vanuatu Culture Center • Ralph Regenvanu, Director	
August 5	Department of Foreign affairs • Paula Sami	Interview
	Energy Unit • Steven Tahu, Director General Ministry of Lands and Energy • Leo Moli, Pricipal Energy Officers	Interview
	Department of Economic & Sector Planning • Amdeng, Director	
	Department of Finance • Shing, Finance Policy Manager, Nikunji Soni, Adviser, Leo Moli, Principal of Energy Unit staffs	
	Strategic Management Office • Bebe, Director	
August 6	Environmental Unit • Russell Nari, Deputy Director • Cathenne Malosu, Assistant EIA officer	Interview
	Tourism Development Office • Eddy Slias, Director	
	UNELCO • Raffin, Managing Director	
August 9	Lap Up Meeting: Ministry of Lands and Energy • Steven Tahu, Director General, Ministry of Lands and Energy • Leo Moli, Principal, Energy office • Soni, Department of Finance • Ernest Bani, Envirnmental Unit	Interview
	State Law Office • Michel Edwards, Legistration Advisor	Interview

August 10	Lap Up Meeting: Ministry of Lands and Energy <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steven Tahi, Director General, Ministry of Lands and Energy</li> <li>• Leo Moli, Principal, Energy office</li> <li>• Ernest Bani, Environmental Unit</li> </ul>	Interview
August 11	Ministry of Lands and Energy <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steven Tahi, Director General, Ministry of Lands and Energy</li> <li>• Leo Moli, Principal, Energy office</li> <li>• Ernest Bani, Environmental Unit</li> </ul>	Interview
August 12	Sanma Provincial Council in Santo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenneri Alvea, Environmental Officer</li> </ul>	Interview
	Sanma Provincial Council in Santo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ioan Viji, Acting Regional Forestry Officer</li> </ul>	
	Fisheries Department, Santo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alsen Obed, Fisheries Extension Officer</li> </ul>	
	Rural land Office, Santo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gordon Wille, Rural lands Officer</li> </ul>	
August 13	Wantok Environment Center (NGO) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roy K. Hills, Technical Advisor</li> </ul>	Interview and meeting
	Department of Forests <ul style="list-style-type: none"> <li>• Watson J. Lui, Deputy Director</li> </ul>	
August 17	UNELCO <ul style="list-style-type: none"> <li>• John Chniel, Responsible Exploitation Eau</li> </ul>	Interview
	JICA JICA Vanuatu Office <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mr. Ike, Resident Representative</li> </ul>	
	Prime Minister Office <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jean Sese</li> </ul>	
August 18	Energy Unit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leo Moli, Principal, Energy office</li> <li>• Fred, Energy officer</li> </ul>	Interview
August 19	Sanma Provincial Council in Santo <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenneri Alvea, Environmental Officer, Sanma Provincial Council in Santo</li> <li>• Ioan Viji, Acting Regional Forestry Officer</li> </ul>	Interview
August 23	Rural water supply <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalparam Cershom, Engineer</li> </ul>	Interview
August 24	Energy Unit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leo Moli, Principal, Energy office</li> <li>• Leo Moli</li> </ul> Director, Environmental Unit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Russell Nari, Deputy</li> </ul>	Interview

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cathenne Malosu, Assistant EIA officer</li> </ul> Department of Forests <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hanington Tate, Principal Forest Officer</li> </ul> Rural water supply <ul style="list-style-type: none"> <li>• KalparamCershom, Engineer</li> </ul>	
August 25	JICA JICA Vanuatu Office <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mr. Ike, Resident Representative</li> </ul>	Meeting

10. Review of EIA Report where available (Environmental Compliance Certificate, Consistency with JICA guidelines)

The EIA report of the Sarakata River Hydroelectric Project has not been prepared yet.

11. Related documents (Maps and so on)

Survey area is shown in Figure 11.1.

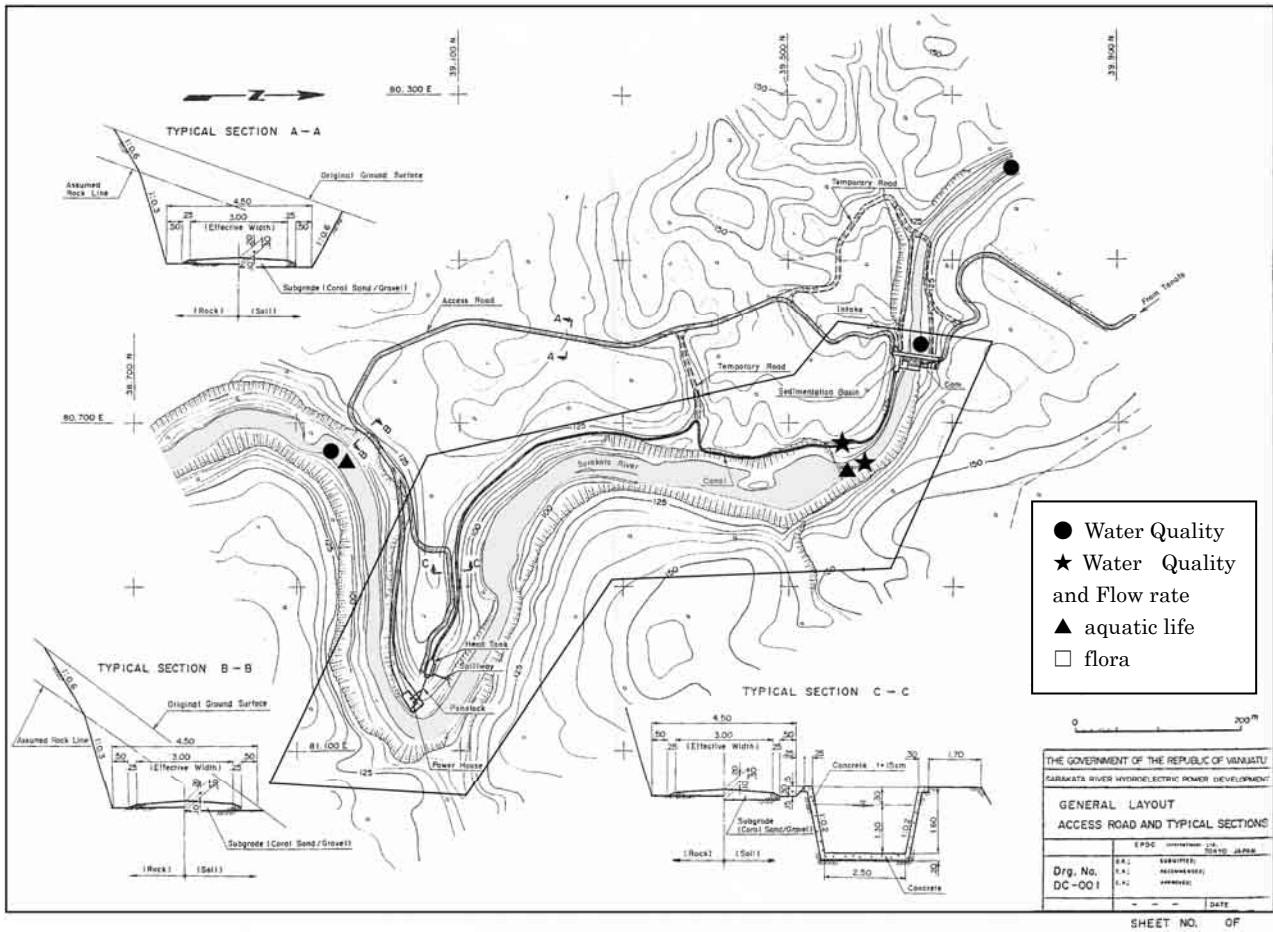


Figure 11.1. Survey Area for the Project

**Terms of Reference (TOR)**  
**Monitoring Study on Environmental and Social Considerations**  
**to Be Implemented by the Government of Vanuatu (Draft)**

August 23, 2004

JICA Preparatory Study Team

Nobuyuki Nakazawa

This draft TOR provides the objectives, scope of work, and contents for the environmental and social consideration study on the Project for the Sarakata River Hydroelectric Power Development (3<sup>rd</sup> Stage)

1. Objectives

The objectives of this study are, as follows: (1) To understand the actual situation of the natural and social environment around the Sarakata hydroelectric power generation facility (hereinafter referred to as "the site"); (2) To measures for mitigating the project's prospective adverse impacts; and (3) To monitor the adverse impacts on the natural and social environment around the site during the construction and the operation stages.

2. Scoping of Environmental Factors to Be Affected

2.1 Natural Environment

(1) Construction Stage

The following impacts may occur during the 3<sup>rd</sup> stage construction: 1) flow volume may increase at the section between the weir and the power facility due to the shutoff of the water intake from the Sarakata River; 2) water quality may deteriorate due to the earthwork and the increase in flow volume at the section between the weir and the power facility. These potential adverse impacts may affect aquatic life and the vegetations in the Sarakata River. Environmental monitoring, including river flow, water quality, aquatic life, and vegetation will be needed during the construction stage.

(2) Operation Stage

After the completion of the 3<sup>rd</sup> stage construction, flow volume may decrease at the section between the weir and the power facility. To mitigate the above, a detailed design which reflects environment consideration, water quality, and flow monitoring will be needed during the operation stage.

2.2 Social Environment

The Sarakata hydropower project was constructed on two parcels of land which are owned by the custom owners. One part of the land, 5.2 ha, is leased by the custom owners to PRV (Plantation Reunions du Vanuatu). The other part of the land, 13.9ha, is still in dispute. The countermeasures against this dispute should be clarified and monitored through the construction and the operation stages.

(1) Construction Stage

It will be important to pay attention to the conflict between the proponent and the local communities in labor hiring during the 3<sup>rd</sup> stage construction because the labor wage would be a significant income to the local communities. Water quality deterioration due to increased turbidity downstream of the site may affect the fishing ground of the Fanafo village people. Since freshwater fish and crustaceans are an important food source for the rural people, countermeasures and monitoring will be needed.

## (2) Operation Stage

The above land lease dispute problem should be monitored and resolved.

## 3. Contents of the Study

### 3.1 Baseline Study

#### 3.1.1 Natural Environment

##### (1) Hydrology and Water Quality Study

- Period: September, 2004 to January, 2005

- Frequency: once a month, total five (5) times

- Parameters:

1) Observation: river width, water color, and taking photographs,

2) Flow: current meter and/or setting gauging station, cross section,

3) Water quality: water temperature, pH, DO, EC, SS, T-SS, turbidity, alkalinity, hardness

-Location: Total five (5) points:

1) Upstream from the weir at a location unaffected by the weir's inundation (control point), only for water quality;

2) Pond water behind the weir, only for water quality;

3) Section between the weir and the power generation facility, for water quality and flow;

4) Downstream from the power generation facility, only for water quality; and

5) Water intake channel, for water quality and flow.

-Methods: portable meter and laboratory chemical analysis based on the Standard Methods and other certified measurement methods

##### (2) Aquatic Life Study

- Period: September, 2004 to January, 2005

- Frequency: as a rule, once during the rainy season and once during the dry season, total two (2) times

\* Select the best season for species

- Parameters: nekton, crustacean, and others

\* Select the target species which are important for rural people as a food

-Location: Total two (2) points:

1) Section between the weir and the power generation facility,

2) Downstream from the power generation facility.

-Methods: trapping, identification, and interviews with village people.

### (3) Vegetation Study

- Period: September, 2004 to January, 2005
- Frequency: once during the study period, total one (1) time
- Parameters: herbaceous, woody and aquatic plants
- Location: Total one (1) zone:
  - 1) The Sarakara River banks at the section between the weir and the power generation facility,
- Methods: observation and identification

### 3.1.2 Social Environment

#### (1) Village Study Around the Site

- Period: September, 2004 to January, 2005
- Frequency: once during the study period, total one (1) time
- Parameters: Relationship between villages and the Sarakata River, including distribution of the related villages, population, water use for the Sarakata River catchment area
- Location: catchment area of the Sarakata River
- Methods: existing information and site survey

#### (2) Land Lease Issues

The following study should be conducted:

- Background information on the land lease issues, including the mitigation measures having been conducted by the government so far, and
- Collection of current information on these issues, including opinions from land custom owners and the Fanafo village people.

### 3.2 Mitigation Measures

The following mitigation measures should be described:

#### 3.2.1 Construction Stage

##### (1) Natural Environment Conservation

- Water quality degradation prevention measures caused by the anticipated increase in water flow at the section between the weir and the power generation facility and earth works,

##### (2) Social Environment Conservation

- Public hearing and explanatory meeting of the 3<sup>rd</sup> stage project to the relating villages,
- Mitigation measures against the land lease issues,
- Labor hiring program,
- Alternative electric power supply during construction stage, and
- Accident prevention plans, including contingency plans and mitigation measures,

#### 3.2.2 Operation Stage

- Plan to keep adequate flow of the Sarakata River at the section between the weir and the power

generation facility.

### 3.3 Monitoring

A monitoring plan should be prepared including the following:

- Monitoring team organization chart,
- Responsible organization and person,
- Emergency contact network, and
- Contingency plans and mitigation measures.

#### 3.3.1 Construction Stage

##### (1) Natural Environment

Hydrological and water quality monitoring should be conducted, as follows:

- Period: during the construction stage,
- Frequency: once a month,
- Parameters: same as the Baseline Study,
- Location: same as the Baseline Study, and
- Methods: same as the Baseline Study.

##### (2) Social Environment

The land lease issues should be monitored once a month.

#### 3.3.2 Operation Stage

##### (1) Natural Environment

Hydrological and water quality monitoring should be conducted, as follows:

- Period: one (1) year since operation start,
- Frequency: once a month,
- Parameters: same as the Baseline Study,
- Location: same as the Baseline Study, and
- Methods: same as the Baseline Study.

##### (2) Social Environment

The land lease issues should be monitored semi-annually by seeing the light at the end of the tunnel.

### 4. Report

The following reports should be submitted to the JICA Office in Vanuatu:

- (1) Execution plan on "Monitoring Study on Environmental and Social Considerations" should be submitted by the end of October, 2004, which includes the detailed plans on the baseline study, mitigation measures, and monitoring;
- (2) Baseline Study report stipulated in this TOR should be submitted within two (2) months after finishing all site surveys; and



(3) Monitoring report should be submitted monthly after starting the monitoring.

#### 5. Notes

5.1 Hydrological and water quality studies should start as soon as possible.

5.2 Using the flow data measured in this early September and the past flow record, the minimum discharge volume from the weir to the Sarakata River during dry season should be determined referring the other Baseline Study results.

5.3 Flow monitoring at the section between the weir and the power generation facility and at the water intake channel should be continued after completion of this study to keep adequate flow in the Sarakata River.

5.4 Monitoring of the land lease issues should be continued and reported to the JICA office in Vanuatu on Vanuatu government's own initiative after the completion of this Study.

資料 表2 バヌアツ国における貴重植物のリスト

Plant species of conservation significance

Endemic plant species	Plant species of cultural or economic value	Plant species that are rare or vulnerable
<i>Agathis silbae</i> (Kauri)	<i>Bambusa</i> spp. (Bamboo )	<i>Agathis macrophyllum</i> (Kauri)
<i>Calamus vanuatuensis</i> (Rattan)	<i>Cordyline fruticosa</i> (Nangaria )	<i>Agathis silbae</i> (Kauri)
<i>Callophyllum neo ebudica</i> (Tamanu )	<i>Cyathea</i> spp. (Tree Ferns)	<i>Canarium harveyi</i> (Nangae)
<i>Carpoxyton macrospermum</i> (Palm) monospecific genus	<i>Cycas</i> spp. ( Namele)	<i>Carpoxyton macrospermum</i> (Palm)
<i>Caryota ophiopellis</i> (Snakeskin Palm)	Fruit trees (Naos, breadfruit, ....) and their genetic variants	<i>Caryota ophiopellis</i> (Snakeskin Palm)
<i>Clinostigma harlandii</i> (Palm)	Medicinal plants	<i>Clinostigma harlandii</i> (Palm)
<i>Cyphosperma voutmelense</i> (Palm)	<i>Metroxylon warburgii</i> (Natangura )	<i>Cycas seemanii</i> (Cycad)
<i>Dioscorea hebridensis</i> (Yam)	<i>Pandanaceae</i> spp. (Pandanus)	<i>Cyphosperma voutmelense</i> (Palm)
<i>Ficus granatum</i> (Nabanga)	<i>Piper methysticum</i> (Kava)	<i>Gulubria cylindrocarpa</i> (Palm)
<i>Heterospathe uniformis</i> (Palm)	Root crops (yam, wild yam, taro, water taro, kumala) and their genetic variants	<i>Heterospathe uniformis</i> (Palm)
<i>Licuala caballionii</i> (Palm)	Tree species used for local construction and canoes	<i>Licuala caballionii</i> (Palm)
<i>Macaranga megacarpa</i> (Navenue)	Wild "cabbages"	<i>Metroxylon warburgii</i> (Natangura)
<i>Neoveitchia brunnea</i> (Palm)	Wild cane ( <i>Saccharum maximum</i> .)	<i>Neoveitchia brunnea</i> (Palm)
<i>Orchidaceae</i> spp. (Orchids)		<i>Orchidaceae</i> spp. (various orchids)
<i>Physokentia tete</i> (Palm)		<i>Pelagodoxa henryana</i> (Palm)
<i>Veitchia</i> spp. (Palm)		<i>Physokentia tete</i> (Palm)
		<i>Santalum austrocaledonicum</i> (Sandlewood)
		<i>Veitchia</i> sp. (Palm)

【引用資料】 National Biodiversity Conservation Strategy, Environmental Unit, Nov, 1999

資料 表3 バヌアツ国における貴重植物のリスト

Animal species of conservation significance

Endemic animal species	Animal species of cultural and economic value	Animal species locally vulnerable to over exploitation	Animal species that are rare or vulnerable
<i>Aplonis santovestris</i> (Santo Mountain Starling)	All shellfish	All commercial sea cucumber species	All Flying-fox species
<i>Crytobhepharus novohebridicus</i> (Beach Skink)	<i>Anguille sp.</i> (Eel)	All land crabs	<i>Birgus latro</i> (Coconut Crab)
<i>Ducula bakeri</i> (Vanuatu Mountain Pigeon)	<i>Birgus latro</i> (Coconut Crab)	All species of Flying-fox	<i>Brachylophus fasciatus</i> (Banded Iguana) Introduced from Fiji.
<i>Emoia aneityumensis</i> (Aneityum Skink)	<i>Chelonidae</i> (All turtle species)	<i>Birgus latro</i> (Coconut Crab)	<i>Chaerephon bregullae</i> (bat)
<i>Emoia nigromarginata</i> (Pentecost Green Skink)	<i>Ducula bakeri</i> (Vanuatu Mountain Pigeon)	<i>Charonia tritonis</i> (Triton Shell)	<i>Charmosyna palmarum</i> (Green Palm Lorikeet) – Vanuatu and Santa Cruz Group
<i>Emoia sanfordi</i> (Vanuatu Skink)	<i>Ducula pacifica</i> (Pacific Imperial Pigeon)	<i>Chelonidae</i> (All turtle species)	<i>Charonia tritonis</i> (Triton Shell)
<i>Emoia speiseri</i> (Speiser's Skink)	<i>Gallus gallus</i> (Red Jungle Fowl / Wild Fowl)	<i>Ducula bakeri</i> (Vanuatu Mountain Pigeon)	<i>Chelonidae</i> (All turtle species)
<i>Halcyon farquhari</i> (Vanuatu Kingfisher)	Land Crabs	<i>Ducula pacifica</i> (Pacific Imperial Pigeon)	<i>Crocodylus porosus</i> (Saltwater crocodile)
<i>Macrobrachium sp. nov.</i> (Freshwater Prawn)	<i>Macrobrachium spp.</i> (Freshwater Prawns)	<i>Macrobrachium spp</i> (Freshwater prawns)	<i>Ducula bakeri</i> (Vanuatu Mountain Pigeon)
<i>Megapodius freycinet</i> (Incubator Bird)	<i>Megapodius freycinet</i> (Incubator Bird)	<i>Megapodius freycinet</i> (Incubator Bird)	<i>Ducula pacifica</i> (Pacific Imperial Pigeon)
<i>Myeomeia cardinalensis</i> (Vanuatu Honeyeater)	<i>Panulirus spp. and Paribacus caledonicus...</i> Lobster	<i>Neritid spp</i> (freshwater shellfish, arsih)	<i>Dugon dugong</i> (Dugong)
Narave Pig – genetic variant of <i>Sus scrota</i>	<i>Pteropus anetianus</i> (White Flying Fox)	<i>Panulirus spp. and Paribacus caledonicus...</i> Lobster	<i>Erythrura cyaneovirens</i> (Royal Parrotfinch)
<i>Neolalage banksiana</i> (Vanuatu Fly Catcher) endemic genus	<i>Pteropus tonganus</i> (Pacific Flying-fox)	<i>Scylla sp.</i> (Mud Crab)	<i>Falco peregrinus</i> (Peregrine Falcon)
<i>Perochirus guentheri</i> (Saw-tailed Gecko)	<i>Puffinus lberminieri gunax</i> (Audubon's Shearwater)	<i>Tridacnid spp.</i> (Giant Clam)	<i>Gallinolumba sanctaerucis</i> (Santa Cruz Ground Dove) Vanuatu with Santa Cruz Group
<i>Petula sp.</i> (Snail)	<i>Puffinus pacificus</i> (Wedge-tailed Shearwater)	<i>Trochus niloticus</i> (Trochus)	<i>Hippopus hippopus</i> (Giant Clam)
<i>Phylidonyris notabilis</i> (Vanuatu Mountain Honeyeater)	<i>Tridacna spp.</i> (Giant Clam)	<i>Turbo marmoratus</i> (Green Snail)	<i>Megapodius freycinet</i> (Incubator Bird)
<i>Polyura sacco</i> and other butterfly species	<i>Trochus niloticus</i> (Trochus)		<i>Tridacna spp</i> (Giant Clams)
<i>Pteropus anetianus</i> (White Flying Fox)			
<i>Pteropus fundatus</i> (Banks Flying Fox)			
<i>Stenogobius sp.</i> , <i>Sicyopterus sp.</i> , <i>Sicyopus sp.</i> , <i>Stiphodon sp.</i> , <i>Vivineala pryhotigris, sp. nov.</i> (Freshwater Fish)			
<i>Zosterops flavifrons</i> (Yellow White-eye)			

【引用資料】 National Biodiversity Conservation Strategy, Environmental Unit, Nov, 1999

## 第4章 結論・提言

### 4. 1 無償資金協力実施の必要性・妥当性

無償資金協力実施の基本原則に照らして、本件を無償資金協力で実施する必要性・妥当性・緊急性・効果を、国家エネルギー政策、上位計画における位置づけ、電力需要動向、裨益効果、既設設備の維持・管理状況・体制、中・長期運用計画及び環境社会配慮等の観点から、検討／評価した。

検討の結果、本件を無償資金協力で実施する必要性・妥当性・緊急性・効果にかかる評価／提言は、以下のとおりである。

#### (1) 国家エネルギー政策の観点からの評価

「バ」国政府は、国家経済の大きな負担となっている高価な輸入石油依存からの脱却を目指した再生可能エネルギーの利用、規制機関の下で統制のとれた合理的なエネルギーの供給及び国土・資源の有効利用による国家経済の発展を目指した地方電化／開発をエネルギー政策の柱としている。

本計画は、脱輸入石油に極めて大きい貢献をする。また、本計画実施によって発生する収益金は、地方電化／開発の強力なサポートとなる。この様に、本計画は、国家エネルギー政策に沿って中心的役割を果たすものであり、国家エネルギー政策の側面から十分な必要性、妥当性及び緊急性が認められる。

#### (2) 上位計画における位置づけの観点からの評価

国家目標を達成するための優先行動計画を検討し、PAA ( Prioritized Action Agenda )が計画局によって策定された。この「バ」国計画局が策定した PAA によると、基本政策に沿って、電力分野における最優先の行動計画として以下が取り上げられている。

- ①サラカタ水力発電所の3号機増設
- ②再生可能エネルギー利用による地方電化促進とそのための資金の確保
- ③電気事業の規制機関設置にかかる調査・検討
- ④現行の電気事業契約条項の再評価

この様に、本件は極めて重要な役割を担う計画として認識され、「バ」国の電力分野における最優先事業として明白に位置づけられている。本計画の上位計画における位置づけには十分なものがあるといえる。

#### (3) 電力需要動向の観点からの評価

現在のピーク負荷は1, 300 KWで今後1, 630 KW程度に増加するものと見込まれている。一方、No. 3号機(600 KW)の増設後の水力の総出力である1, 200 KWは、現在及び将来のピーク負荷よりも小さいため、水力が増設分を含めてフル稼働することが可能である。「バ」政府の基本政策であるところの”高価な輸入石油からの脱却”に大きく貢献することが期待される。

本件が実施される場合の輸入石油削減量は、実施しない場合に比べて大幅(50%以上)に増

加することとなり、電力需要に関連した本件実施の妥当性は十分であると認められる。

#### (4) 裨益効果の観点からの評価

サラカタ水力発電所による主な裨益効果は、ルガンビル市の電化促進、地方電化促進、ルガンビル市の電力料金補助、及び輸入石油削減等である。「2.4 裨益効果」において検討されているように、サラカタ水力発電所 No. 1 & No. 2 号機によるそれぞれの効果の実績には著しいものがある。試算によると、No. 3 号機の増設によってそれぞれの効果は次のように急増する。

	<u>No. 1 &amp; 2 号機</u>	<u>No. 1, 2 &amp; 3 号機</u>
i) 地方電化に使用できる金額：	3. 8 百万 VT / 年	10. 0 百万 VT / 年
ii) 電力料金の補助：	4. 6 VT / KWh (2003 年実績)	7. 8 VT / KWh
iii) 輸入石油削減量：	54. 8 %	76. 0 %

上記のように、No. 3 号機増設による裨益効果は十分なものが期待出来、その実施の必要性、妥当性も十分なものが認められる。

#### (5) 維持・管理状況・体制の観点からの評価

サイクロンや大雨による被害に対処しつつ行ってきた、過去10年間の発電実績は評価に値するが、土木施設や発電機器の維持・管理上問題視されるものがある。

これら土木施設や発電機器の維持・管理において深刻な問題が発生するのは、点検の項目・方法や点検記録の分析にもとづいて設備保全策を講ずるなど、予防保全においてまだ十分な知識や経験レベルに達していないことが原因と考えられる。増設に合わせてOJTによる技術移転を行うことが必要と考えられる。

#### (6) 中・長期運用計画の観点からの評価

ルガンビルの電力供給に対する UNELCO との協定は2010年末に失効することになっている。同電力協定が失効する2011年以降、「バ」国政府は国家エネルギー公社を新設し、直営で電力供給を行う計画を持っている。このような「バ」国政府の中・長期的運用計画の妥当性を以下のように評価した。

現在の特定の私企業による独占形態では、利益が期待出来ない地方電化などには消極的なため政府の基本政策にそぐわない、あるいは電力料金が非常に高いなどの不合理がある。よって、国家エネルギー公社を新設し、政府の基本エネルギー政策に立脚した電力供給を行いたいという希望はよく理解出来る。しかしながら、その為にはそれを実施していく人材が不可欠であるが、その人材が育成されていない。従って、人材が育成されるまで、当面は UNELCO 社（又は、他の私企業）にほぼ全面的に委託する形態とするのが、実情に照らして妥当であろう。但し、UNELCO 社（又は、他の私企業）との契約条項は、新設される規制機関の下で厳しく見直されるべきである。

一方、国家エネルギー公社の直営形態への移行に向けて、10年～15年前後の期間を想定した

人材育成を重視すべきである。人材育成の方法としては、技術、経営、会計分野の専門家派遣による教育・訓練及び UNELCO（又は、他の私企業）との新規契約において、教育・訓練の義務を契約条項に盛り込むことなどが考えられる。

#### （7）環境社会配慮面からの評価

サラカタ水力発電所は、流れ込み式水力発電所として計画されている。この形式は、貯水池あるいは調整池をもたず、河川流量は一部が取水口から発電用にまわされるが、残りは堰を越流してサラカタ川を流下する。また、発電用に使用された流量も発電後はサラカタ川にもどされる。このように、発電所建設による自然環境への主な影響は、取水口から発電所の間約 1 Km 区間にかぎられる。

さらに、サラカタ発電所の基本設計においては、サラカタ川の取水堰から発電所放流地点の区間（いわゆる減水区間）に生息する動植物や滝の景観への影響を最大限に緩和する必要性から、渇水期においても河川流量を維持すること及び河川流況の基本的特性（流量の季節的変化や洪水）を変えないことを開発規模決定における環境配慮条件とした経緯もあり、特に負の影響が明確な要因は見当たらない。土地借用問題が残されているが、「バ」政府は早急な解決を図るべく強い意向を示している。

#### （8）結論

上記の如く、本件の実施は、国家エネルギー政策、上位計画における位置づけ、電力需要動向、裨益効果等の観点から、その高い必要性、妥当性、緊急性及び効果が認められた。さらに、環境社会配慮の面からも、特に負の影響が明確な要因は見当たらないことも確認された。また、地方電化／開発による福祉／生活レベルの向上、国家経済への貢献等、無償資金協力の基本原則にも合致するものである。

一方、維持・管理体制の改善のため、OJTによる技術移転が必要である。さらに、将来の国家エネルギー公社直営による運営に向けて、人材育成が不可欠である。よって、これら技術移転や人材育成が行われることを条件に、本件を無償資金協力で実施する必要性、妥当性、緊急性は十分に高いことが確認された。

## 4. 2 基本設計調査に際し留意すべき事項

（1）増設号機の水車タイプや補機の選定においては、運転モードや維持管理を考慮して慎重に検討する必要がある。具体的には、3号機はベース供給の主力として運用されるので、系統周波数の変動対策として負荷応答性に優れた水車タイプの選定が不可欠となろう。また、既設1・2号水車のガバナは単独運転が出来ないためディーゼル発電機との並列運転を余儀なくされるなど、水力の出力を最大限に活用できない不具合がある。1・2号機のガバナは単独運転が可能なガバナに取り替える必要がある。

（2）水車流入量調節の頻繁な繰り返しが1号水車の故障の一因となったことを勘案すると、増

設ではダミーロード（模擬負荷）の導入によって水車への流入量を変えることなく負荷変動に対応が出来る設備設計とすることも望ましいと考えられる。また、現場における保守・点検の負担を軽減する点からも、特に水車については保守点検の出来るだけ簡便なタイプとすることが必要と思われる。

（３）サラカタ水力発電所借問題は本プロジェクトにおける最大のネックポイントである。本調査で提示した「バヌアツ政府による環境社会配慮調査計画（以下、調査計画）」が TOR どおり進行していれば、土地借用問題に進展が見られるはずであるので、バヌアツ政府側にこの問題に対するこれまでの対応及び現状を明確にさせ、仮に不備・停滞があればその理由を明確にさせ、先方に問題解決のための対策の促進を要求することが必要である。

（４）本調査では乾季における分水区間の流量確保のための調査計画を提示しており、先方政府もこれに合意している。基本設計調査では分流区間及び取水路において調査計画書で指示したような分水区間の流量確保システムが整備され実際に機能しているか確認する必要がある。

（５）調査計画書で指示した分流区間における生物調査の結果として、サイト内に貴重種や重要な生態系の存在が確認されていれば、バヌアツ政府にその保全対策を提示させる必要がある。

添付資料

ミニッツ



**MINUTES OF DISCUSSIONS  
ON  
THE PREPARATORY STUDY  
ON  
THE PROJECT FOR THE SARAKATA RIVER HYDROELECTRIC POWER  
DEVELOPMENT (3RD STAGE)  
IN  
REPUBLIC OF VANUATU**


In response to a request for Grant Aid from the Government of Republic of Vanuatu (hereinafter referred to as "Vanuatu"), the Government of Japan decided to conduct a Preparatory Study on the Project for the Sarakata River Hydroelectric Power Development (3rd Stage) (hereinafter referred to as "the Project") and entrusted the study to the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA").

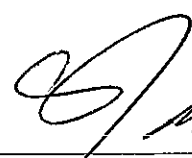
JICA sent to Vanuatu the Preparatory Study Team (hereinafter referred to as "the Team"), which is headed by Dr. NIWA, Akira, Senior Adviser, Institute of International Cooperation, JICA and is scheduled to stay in the country from 26 July to 26 August, 2004.

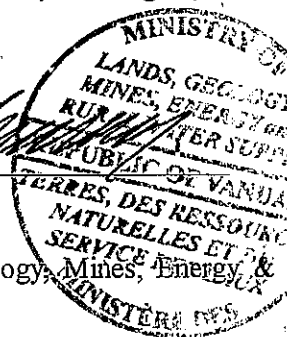
The Team held a series of discussions with the officials concerned from the Government of Vanuatu and conducted a field survey at the study area.

In the course of discussions and field survey, both parties confirmed the main items described on the attached sheet.


Port Vila, 11 August, 2004

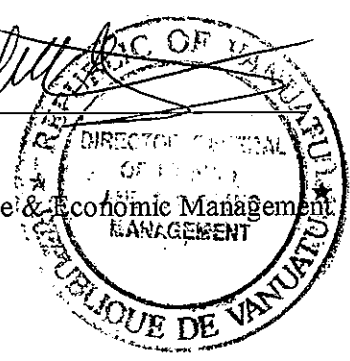
  
\_\_\_\_\_  
Niwa, Akira  
Leader  
Preparatory Study Team  
Japan Cooperation International Agency  
Japan

  
\_\_\_\_\_  
Stephen Tahh  
Director General  
Ministry of Lands, Geology,  
Environment  
Vanuatu



Witness By :

  
\_\_\_\_\_  
Simeon Athy  
Director General  
Ministry of Finance & Economic Management  
Vanuatu



- Secretariat makes annual usage plan for Sarakata Savings and distributes it to the Members of the SC, Embassy of Japan in Fiji and JICA Vanuatu Office one month before the SC.
  - The usage plan for Sarakata Savings becomes effective after the approval of the SC.
  - Chairman reports for Sarakata Savings and Repairs/Renewal Fund to the Members of SC, Embassy of Japan in Fiji and JICA Vanuatu Office annually.
  - The Members of the SC makes and carries out necessary measures for the smooth implementation and proper operation/maintenance of the Project.
- 5-3. The Vanuatu side expressed that the Sarakata Savings should be used strategically under the long-term rural electrification plan and requested the cooperation for setting up for it. The Team agreed to convey the request to the Government of Japan.
- 5-4. Any future changes to the composition of the SC is a matter that would need to be discussed by both parties.

#### **6. Requested items by the Government of Vanuatu**

The Vanuatu side requested the following items. Both sides agreed that hydroelectric generator shall be main power resource. JICA will assess the appropriateness of the request and will report the findings and results to the Government of Japan.

- A 600 kW hydropower turbine
- A 750 kVA generator
- Auxiliary equipment
- Penstock from head tank to generator
- Power house extension for workspace
- Replacement of governors for existing generation units to ones with stand alone mode
- Inspection and repair/rehabilitation of existing all facilities

#### **7. Environmental and Social Impact**

7-1. The Team explained that there are some environmental and social issues to consider for an impact assessment for this project. For example, a part of the agreement of land lease with 5 consumer landowners for Sarakata hydropower station constructed by Japan Grant Aid in 1993, 94 had not concluded yet because boundaries of each owner's land were not legally clarified. The Team explained that the impact of the Project for environment and society would be evaluated strictly based on "JICA Guideline for Environmental and Social Consideration".

7-2. The Team shall make the draft of Terms of Reference (hereinafter referred to as "the TOR") of necessary assessments and procedures for environmental and social issues in the Project and report it to the Vanuatu side by the end of coming September. The Vanuatu side and the Team shall agree to a final Terms of Reference which will guide the Environmental Impact Assessment process under the cost of the Vanuatu side.

7-3. The Vanuatu side understood that the completion of the above-mentioned necessary assessments and procedures was one of the necessary conditions for implementation of the Basic Design Study.

#### **8. Sarakata Reserve Fund**

8-1. The Vanuatu side explained that the balance of the gross revenues from Sarakata hydropower plant was as shown in Annex-3.

8-2. The Vanuatu side expressed that the usage of the Sarakata Savings for rural electrification should be increased. Both sides agreed that its usage would be decided by the SC.

## **9. Operation and Maintenance**

- 9-1. The Team confirmed that the existing generators had been operated and maintained for 10 years successfully. By site survey, the Team identified that large of area of the ground along the existing headrace canal shows severe cracks, a symptom of possible landslide.
- 9-2. The Team expressed that the situation was aggravating for the structure of the headrace canal and that following measures should be taken urgently
  - installation of temporary sheets to prevent the rain from permeating into the potential landslide surfaces
  - permanent measures for protection from landslide
- 9-3. The Vanuatu side explained that the above-mentioned countermeasures are to be carried out at the cost of Vanuatu side. The Vanuatu side shall complete installation of above-mentioned sheets before the start of next rainy season and the permanent measures for protection from landslide as soon as practically possible.
- 9-4. Both sides agreed that the Sarakata Hydropower Station should be under sustainable operation and maintenance after 2010 when the concession for power generation and supply in Luganville expired.
- 9-5. The Vanuatu side agreed to allocate the necessary budget and personnel for implementation of the Project and for the sustainable operation and maintenance of Sarakata Hydropower Station.

## JAPAN'S GRANT AID SCHEME

## 1. Grant Aid Procedure

## 1) Japan's Grant Aid Program is executed through the following procedures.

- Application (Request made by a recipient country)
- Study (Basic Design Study conducted by JICA)
- Appraisal & Approval (Appraisal by the Government of Japan and Approval by Cabinet)
- Determination of Implementation (The Notes exchanged between the Governments of Japan and the recipient country)

## 2) Firstly, the application or request for a Grant Aid project submitted by a recipient country is examined by the Government of Japan (the Ministry of Foreign Affairs) to determine whether or not it is eligible for Grant Aid. If the request is deemed appropriate, the Government of Japan assigns JICA to conduct a study on the request. If necessary, JICA send a Preliminary Study Team to the recipient country to confirm the contents of the request.

Secondly, JICA conducts the study (Basic Design Study), using Japanese consulting firms.

Thirdly, the Government of Japan appraises the project to see whether or not it is suitable for Japan's Grant Aid Programme, based on the Basic Design Study report prepared by JICA, and the results are then submitted to the Cabinet for approval.

Fourthly, the project, once approved by the Cabinet, becomes official with the Exchange of Notes signed by the Governments of Japan and the recipient country.

Finally, for the implementation of the project, JICA assists the recipient country in such matters as preparing tenders, contracts and so on.

## 2. Basic Design Study

## 1) Contents of the Study

The aim of the Basic Design Study (hereinafter referred to as "the Study"), conducted by JICA on a requested project (hereinafter referred to as "the Project"), is to provide a basic document necessary for the appraisal of the Project by the Government of Japan. The contents of the Study are as follows:

- a) confirmation of the background, objectives and benefits of the Project and also institutional capacity of agencies concerned of the recipient country necessary for the Project's implementation;
- b) evaluation of the appropriateness of the Project to be implemented under the Grant Aid Scheme from the technical, social and economic points of view;
- c) confirmation of items agreed on by both parties concerning the basic concept of the Project;
- d) preparation of a basic design of the Project; and
- e) estimation of costs of the Project.

The contents of the original request are not necessarily approved in their initial form as the contents of the Grant Aid project. The Basic Design of the Project is confirmed considering the guidelines of Japan's Grant Aid Scheme.

The Government of Japan requests the Government of the recipient country to take whatever measures are necessary to ensure its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even through they may fall outside of the jurisdiction of the organization in the recipient country actually implementing the Project. Therefore, the implementation of the Project is confirmed by all relevant organizations of the recipient country through the Minutes of Discussions.

2) Selection of Consultants

For the smooth implementation of the Study, JICA uses a consulting firm selected through its own procedure (competitive proposal). The selected firm participates the Study and prepares a report based upon the terms of reference set by JICA.

At the beginning of implementation after the Exchange of Notes, for the services of the Detailed Design and Construction Supervision of the Project, JICA recommends the same consulting firm which participated in the Study to the recipient country, in order to maintain the technical consistency between the Basic Design and Detailed Design as well as to avoid any undue delay caused by the selection of a new consulting firm.

3. Japan's Grant Aid Scheme

1) What is Grant Aid?

The Grant Aid Program provides a recipient country with non-reimbursable funds to procure the facilities, equipment and services (engineering services and transportation of the products, etc.) for economic and social development of the country under principles in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Grant Aid is not supplied through the donation of materials as such.

2) Exchange of Notes (E/N)

Japan's Grant Aid is extended in accordance with the Notes exchanged by the two Governments concerned, in which the objectives of the project, period of execution, conditions and amount of the Grant Aid, etc., are confirmed.

3) "The period of the Grant" means the one fiscal year which the Cabinet approves the project for. Within the fiscal year, all procedure such as exchanging of the Notes, concluding contracts with consulting firms and contractors and final payment to them must be completed.

However, in case of delays in delivery, installation or construction due to unforeseen factors such as weather, the period of the Grant Aid can be further extended for a maximum of one fiscal year at most by mutual agreement between the two Governments.

4) Under the Grant, in principle, Japanese products and services including transport or those of the recipient country are to be purchased.

When the two Governments deem it necessary, the Grant Aid may be used for the purchase of the products or services of a third country.

However, the prime contractors, namely consulting, contracting and procurement firms, are limited to "Japanese nationals". (The term "Japanese nationals" means persons of Japanese nationality or Japanese corporations controlled by persons of Japanese nationality.)

5) Necessity of "Verification"

The Government of the recipient country or its designated authority will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be verified by the Government of Japan. This "Verification" is deemed necessary to secure accountability of Japanese taxpayers.

6) Undertakings required to the Government of the recipient country

- a) to secure a lot of land necessary for the construction of the Project and to clear the site;
- b) to provide facilities for distribution of electricity, water supply and drainage and other incidental facilities outside the site;
- c) to ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the recipient country and internal transportation therein of the products purchased under the Grant Aid;
- d) to exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contracts;
- e) to accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and services under the verified contracts such as facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of their work;
- f) to ensure that the facilities constructed and products purchased under the Grant Aid be maintained and used properly and effectively for the Project; and
- g) to bear all the expenses, other than those covered by the Grant Aid, necessary for the Project.

7) "Proper Use"

The recipient country is required to maintain and use the facilities constructed and equipment purchased under the Grant Aid properly and effectively and to assign the necessary staff for operation and maintenance of them as well as to bear all the expenses other than those covered by the Grant Aid.

8) "Re-export"

The products purchased under the Grant Aid shall not be re-exported from the recipient country.

9) Banking Arrangement (B/A)

- a) The Government of the recipient country or its designated authority should open an account in the name of the Government of the recipient country in an authorized foreign exchange bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank"). The Government of Japan will execute the Grant Aid by making payments in Japanese yen to cover the obligations incurred by the Government of the recipient country or its designated authority under the verified contracts.
- b) The payments will be made when payment requests are presented by the Bank to the Government of Japan under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Government of recipient country or its designated authority.

9)

Authorization to Pay (A/P)

The Government of the recipient country should bear an advising commission of an Authorization to Pay and payment commissions to the Bank.

SA

SA

## Major Undertakings to be taken by Each Government

No.	Items	To be covered by Grant Aid	To be covered by Vanuatu Side
1	To secure land		●
2	To clear level and reclaim the site when needed		●
3	To construct gates and fences in and around the site		●
4	To construct the parking lot	●	
5	To construct roads		
	1) Within the site	●	
	2) Outside the site		●
6	To construct the building	●	
7	To provide facilities for the distribution of electricity , water supply , drainage and other incidental facilities		
	1) Electricity		
	a) The distributing line to the site		●
	b) The drop wiring and internal wiring within the site	●	
	c) The main circuit breaker and transformer	●	
	2) Water Supply		
	a) The city water distribution main to the site		●
	b) The supply system within the site (receiving and elevated tanks)	●	
	3) Drainage		
	a) The city drainage main(for storm sewer and others to the site)		●
	b) The drainage system (for toilet sewer, ordinary waste, storm drainage and others) within the site	●	
	4) Gas Supply		
	a) The city gas main to the site		●
	b) The gas supply system within the site	●	
	5) Telephone System		
	a)The telephone trunk line to the main distribution frame/panel (MDF) of the building		●
	b) The MDF and the extension after the frame/panel	●	
	6) Furniture and Equipment		
	a) General furniture		●
	b) Project equipment	●	
8	To bear the following commissions to the Japanese foreign exchange banking services based upon the B/A		
	1) Advising commission of A/P		●
	2) Payment commission		●
9	To ensure unloading and customs clearance at port of disembarkation in recipient country		
	1) Marine (Air) transportation of the products from Japan to the recipient country	●	
	2) Tax exemption and custom clearance of the products at the port of disembarkation		●
	3) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site	●	
10	To accord Japanese nationals whose services may be required in connection with the supply of the products and the services under the verified contract such facilities as may be necessary for their entry into the recipient country and stay therein for the performance of the their work		●
11	To exempt Japanese nationals from customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the recipient country with respect to the supply of the products and services under the verified contracts		●
12	To maintain and use properly and effectively the facilities contracted and equipment provided under the Grant		●
13	To bear all the expenses, other than those to be borne by the Grant, necessary for construction of the facilities as well as for the transportation and installation of the equipment		●

SA 9 /



## The balance of the gross revenues from Sarakata hydropower plant (VT)

	Revenue	Expenditures		
	Gross Revenue from Sarakata Hydropower Station	Operation and Maintenance Cost	Repairs/Renewal Funds	Sarakata Savings
Mar 95 – Feb 96	40,665,952	20,000,000	10,000,000	10,665,952
Mar 96 – Feb 97	86,284,823	20,000,000	10,000,000	56,284,823
Mar 97 – Feb 98	91,796,936	20,000,000	10,000,000	61,796,936
Mar 98 – Feb 99	81,684,288	20,000,000	10,000,000	51,684,288
Mar 99 – Feb 00	82,669,765	20,000,000	10,000,000	52,669,765
Mar 00 – Feb 01	100,473,914	20,000,000	10,000,000	70,473,914
Mar 01 – Dec 01	80,456,685	16,666,667	8,333,333	55,456,685
Jan 02 – Dec 02	59,950,178	20,000,000	10,000,000	29,950,178
Jan 03 – Dec 03	57,886,496	20,000,000	10,000,000	27,886,496
Toatal	681,869,037	176,666,667	88,333,333	416,869,037

## The expenditures of Sarakata Savings (VT)

	Urban Electrification	Rural Electrification	Administration	Luganville Tariff Subsidy	VAT	Total Expenses
Mar 96 – Feb 97	11,971,148	1,279,043	0	0	0	13,250,191
Mar 97 – Feb 98	31,641,646	3,588,635	928,452	0	0	36,158,733
Mar 98 – Feb 99	41,224,964	3,173,571	5,817,238	0	5,880,276	56,096,049
Mar 99 – Feb 00	52,124,756	2,647,354	3,996,473	0	7,015,153	65,783,736
Mar 00 – Feb 01	43,461,888	19,135,713	12,251,012	0	6,964,112	81,812,725
Mar 01 – Dec 01	23,984,690	0	13,047,500	0	2,998,085	40,030,275
Jan 02 – Dec 02	20,460,908	4,335,951	7,460,604	15,741,300	4,156,239	52,175,002
Jan 03 – Dec 03				29,201,040	0	29,201,040
Toatal	224,870,000	34,180,267	43,501,279	44,942,340	27,013,865	374,507,751

Sarakata Reserve Fund Left on 11 Aug, 2004 (VT)	53,508,555
---	------------

## The main results by Sarakata Reserve Fund from 1996 to 2003

	Rate of Electrification	Number of Electrified household	Luganville Tariff Subsidy
Urban Electrification			
Luganville Electrification	40%→89.1%	Nul→668	-
Rural Electrification			
Epau Village Electrification	0%→89%	0→49	-
Isangel Electrification	Nul	Nul→543	-
Lakatoro/Norsup Electrification	Nul	Nul→499	-
Tariff Subsidy			
Luganville Tariff Subsidy	-	-	35.05→30.45VT/kWh

The expenditures of Repairs/Renewal Fund (VT)

	Expenditures	Main Items of Expenses
Mar 96 – Feb 97	4,656,751	Purchase of New Control Boards
Mar 97 – Feb 98	0	
Mar 98 – Feb 99	124,117	Recovery of Cyclone Damage
Mar 99 – Feb 00	10,343	Bank Charges
Mar 00 – Feb 01	0	
Mar 01 – Dec 01	0	
Jan 02 – Dec 02	10,722,820	Renewal of HV Cubical Housing Step-down Transformer
Jan 03 – Dec 03	14,352,500	See below for Details *
Toatal	29,866,531	

Repairs/Renewal Funds Left on 11 Aug, 2004 (VT)	58,466,802
---	------------

- \*7,852,500VT – New Watchman and Shift-workers House at the Hydropower Site
- 6,500,000VT – Rehabilitation of Civil Structures Damaged by Heavy Raining

SA 7 11