

4.3 概略設計

Cutato 川水力発電所新設計画のプロジェクト位置は、図 4.1-1(1)、(2)に示した通りである。ここは Huambo 州や Bie 州の標高 1,600 m を越える高原地帯に降った雨が大変緩やかな勾配で Cutato 川に流れ出し、標高約 1,400 m、流域面積約 9,400 km² に位置する場所である。ここに落差約 4 m の滝があり、これに新設する高さ 4 m の堰と合わせて総落差 8 m と河川流況曲線の 180 日流量である 50 m³/s の河川水を利用し、最大出力 3,000 kW を発電する計画である。

発電所の主要緒元を表 4.3-1 に、一般平面図を添付図面 C-002 に示す。

新設発電所は、取水堰、取水口、発電所、放水口、仮設備などの土木設備と、水車、発電機、主要変圧器、諸設備などの電気機械設備ならびに高圧配電線などの送配電設備からなる。

また本地点の特徴としては、本体工事の前に、地雷対策工事を実施することが上げられる。

発電所地点までのアクセスは、首都ルアンダから Bie 州都 Cuito までが 720 km、Cuito から需要地の Andulo 郡までが 120 km、最後に Andulo から Cutato サイトまでが 43 km あり、首都から合計約 880 km 離れた地点である。

なお発電所地点までの資機材運搬は首都ルアンダからだけではなく、船荷は原則として Lobito からの運搬を考えられるため、新設計画の範囲内だけでなく、既設幹線道路の橋の補強やそれに伴う地雷調査や地雷対策工事も重要となる。

表 4.3-1 Cutato HPS プロジェクト諸元 (Hydro Power Station)

Item	Cutato HPS	Remarks
Type	Run-of-River Type	
Max. Discharge	50 m ³ /s	
Gross Head	8.0 m	
Effective Head	7.5 m	
Max. Output	3 MW (1.5 MW × 2 units)	
Annual Generated Energy	21.1 GWh	
Catchment Area	9,400 km ²	
Weir		
Type	Concrete Gravity	
Height	4.0 m	
Volume	970 m ³	
Design Flood	560 m ³ /s	
HWL	EL. 1,404.4 m	
Pondage area	0.72 km ²	
Spillway gates	2 sets of Hinged Crest Gate Width: 35.0 m, Height: 3.0 m	
Sand drain gates	1 set Width: 0.5 m, Height: 0.5 m	
Intake		
Width	21.0 m	
Length	14.5 m	
Height	7.0 m	
Screen	2 sets Width : 6.0 m, Height: 7.25 m	
Powerhouse	Semi-underground type	Access Road: 28km (Width: 5m)
Width	21.0 m	
Length	28.0 m	
Height	15.0 m	
Machine hall EL.	EL. 1,391.0 m & EL. 1,394.0 m	
Outlet		
Width	21.0 m	
Length	2.0 m	
Height	15.0 m	
Outlet gates	1 set of Stop Log, Width: 63.0 m, Height: 3.0m	
Turbine		
Type	S-type Tubular (HK-1RT)	
Capacity	1,500 kW	
Revolution	214.3 min-1	
Number of Units	2 units	
Inlet gates	Bi-plane type	
Generator		
Capacity	1,700 kVA	
Frequency	50 Hz	
Number of Units	2 units	
Main Transformer		Substation (189 m ²)
Capacity	3,400 kVA	
Voltage	6.6 kV / 33 kV	
Connection	Delta/Star	
Number of Units	1 unit	
Transmission / Distribution Line		30 kV
Number of Circuits	1	
Length	46 km (Cutato-Andulo)	

4.3.1 土木設備

4.3.1.1 基本条件

(1) 設計洪水量の設定

本地点における設計洪水量の設定においては、Cutato 川発電所地点より下流の Cuanza 川本川 Cambambe 地点の月別河川流量や、現地調査時の地元住民からの洪水時の証言等を参考に設定するものとする。

まず、Cutato 川発電所における設計洪水流量を設定するにあたり、Cuanza 川 Cambambe 地点の月別河川流量（1962－1972 年）より流況曲線を作成し、Cuanza 川の月最大流量を推定すると、約 $2.0 \text{ m}^3/\text{s}/100 \text{ km}^2$ となる。

Cutato 川発電所地点の流域面積は $9,400 \text{ km}^2$ であり、これより同地点での月最大流量は $188 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

また、この値を設計洪水流量にするにあたり、比較的流域面積が大きい日本の河川での関係は、月最大流量に対し設計洪水流量は約 3.7～5 倍程度となっている。

本地点の流域は緩やかな台地にあり、流出係数が少ないことが想定されることから、月最大流量の 3.7 倍の値で設定すると Cutato 川発電所における設計洪水流量は $695.6 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow 700 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

次に、現地調査時に地元住民にこれまでの最大水位を計画地点の上流で確認したところ、現水位（河床より +3 m 程度と考えられる）よりも約 2 m 高い水位であったという証言を得た。つまり、河川水位は約 5 m となる。

これを計画地点上流約 200 m の位置での断面で水理計算すると、 $Q = 410 \text{ m}^3/\text{s}$ という結果が得られる（ $A = 284 \text{ m}^2$, $V = 1.44 \text{ m/s}$ ）。

さらに、Creager 型近似式により最大洪水比流量を算出すると、 $q = 0.0592 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ となる（地域係数は流出係数が日本の約 0.1 であることから、同様の比率で $17 \rightarrow 1.7$ とした）。この値から最大洪水流量を算出すると、 $Q = 560 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

以上を踏まえ、本地点における設計洪水量は、上記 3 ケースの平均値として設定するものとする。設計洪水量は $Q = (700 + 410 + 560) / 3 = 556.7 \approx 560 \text{ m}^3/\text{s}$ となり、この値を採用するものとする。

(2) 取水堰型式（ゲート型式）の設定

Cutato 川は河川勾配が $1/1,500$ と非常に緩いため、河川嵩上げに対する上流域の環境影響を抑制する対策が必要となる。そのためには、洪水時に河川の水位上昇を抑える構造の堰

が有効と考えられる。

その場合、本地点での堰の構成は基礎コンクリート部 $H = 1.0 \sim 2.0$ m 程度、ゲート堰部 $H = 3.0$ m の合計堰高 $H = 4.0 \sim 5.0$ m 程度とする必要がある。

ちなみに、この堰により設計洪水流量 $Q = 560 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させた場合、ゲート堰部を倒伏することにより、基礎コンクリート部上を水深 3.0 m で流下させることが可能である（ゲート幅 $B = 70$ m とした場合）。

上記構造に適合すると思われる堰には下記の3種類が考えられ、それぞれの主な特徴を示す。

1) ファブリダム(ゴム引布製起伏堰)

長所：袋体が軽構造であるため、据付けが容易であり、袋体に送る空気または水を低動力で起動することができる。

そのため、安価な工事にする事が可能である。

短所：ゴム製のため河床砂礫や流木等での損傷が懸念され、ゴムの修繕等には専門家が必要である。

また、半開時にはVノッチが発生するため、任意の位置での水位保持が困難である。

2) SR 堰(鋼製起伏堰:ゴム袋体支持式)

長所：開度調節精度はファブリダムより優れており、水流前面に鋼製扉体を有していることから、河床砂礫や流木等による損傷は少ない。

短所：袋体の気圧がファブリダムに比べ約 10 倍とする必要があるため、ゴム袋体が損傷した場合、大規模な修繕（場合によっては取替え）となる可能性が高い。

また、ファブリダムと同様、ゴムの修繕等には専門家が必要であり、工事費もファブリダムに対して高額となる。

3) 鋼製起伏ゲート

長所：開度調節精度は最も優れており、河床砂礫や流木等による損傷は少ない。

また、すべて鋼材（現在では扉体はステンレス製が利用されており、再塗装の必要はない）あることから、修繕等において一般の鉄鋼メーカーでも対応が可能である。

さらに、扉体の高さが 3 m 以上になると、SR 堰よりも割安となる。

短所：扉体の重量が大きく、据付け時には大型の重機が必要となる。

また、現地の状況は下記のとおりである。

- ① 現地調査において河床には礫は見られなかったものの、流木があると思われる。
- ② 現地にはメンテナンスが行えるメーカーおよびゴムの専門家がないと思われる。
- ③ 鋼材や機械を扱うメーカーおよび鉄の専門家は、各所にゲート等が設置されていることから、存在していると思われる。

以上の特徴等を踏まえ、本地点における取水堰の型式を検討すると、「鋼製起伏ゲート」が最適であると考えられるため、同ゲートを本地点で採用するものとする。

鋼製起伏ゲートの動力として、常時は所内電源を利用し、発電所停止時などの予備用に30 kWのディーゼル発電機を設置する。ゲート操作は、常時は正副の水位計で水位を感知し、流入量計算を行い、流入量と放流量が等しくなるようゲート開度をセットする応水自動操作を行う。万が一大きな洪水時にゲートが倒れなかった場合やゲートが全開した後などでゲートを起立させ応水自動操作に持っていくまでの間は手動操作を行う。この場合、手動操作のためのマニュアル作成、訓練が重要となる。

(3) 設計洪水位の設定

鋼製起伏ゲートを用いた場合の設計洪水位は、以下のとおりとなる。

基礎地盤標高	:	EL. 1,399.10 m
コンクリート部堰高	:	1.90 m
越流水深	:	3.00 m
速度水頭	:	0.40 m
計	:	FWL 1,404.40 m

したがって、本地点における設計洪水位は、FWL 1,404.40 m とする。

(4) 設計震度の設定

設計地震動は、1)「ア」国の設計基準、2)「ア」国の地震リスク、および3)「ア」国の既往構造物の設計震度を基に設定する。

1) 「ア」国の設計基準

「ア」国において設計震度を設定した土木構造物の設計基準はない。

2) 「ア」国の地震リスク

アメリカ地質調査所 (USGS: United States Geological Survey) のデータベースを基に、「ア」国の中部に位置するプロジェクトサイト周辺で発生した地震の震源位置を図4.3-1に示す。

1973～2011.4 (約37年間)に観測された地震は、プロジェクトサイトから半径500 kmの範囲で7個、プロジェクトサイトから1,000 kmの範囲で44個である。また、これ

らの地震の最大規模はマグニチュード5程度であり、その多くはサンビア国との国境付近で発生している。これは、日本で発生する地震の数と比べると極めて少ない。

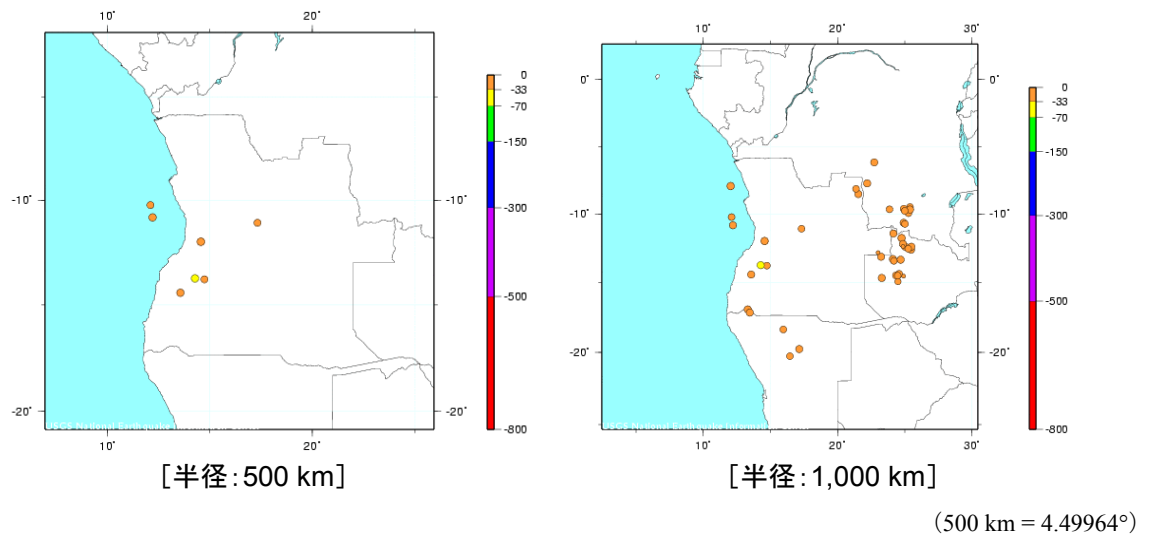


図 4.3-1 プロジェクトサイト周辺で発生した地震

出典：USGSホームページ

また、国連等が実施した Global Seismic Hazard Assessment Program では、全世界の地震リスクマップが作成されており、これを図 4.3-2 に示す。この地震リスクマップは、50 年間に 10%の確率（475 年に 1 度の発生確率）で発生すると想定される地盤加速度を示している。地震リスクマップによると、「ア」国の地震リスクは非常に小さく、一部、緑色に塗られているが、プロジェクトサイトの「ア」国中央部付近は最もリスクの小さい地域として、白色で塗られている。なお、白色に塗られている地域の地盤加速度は 0–0.04g であり、緑色の地域は 0.04–0.08g である。

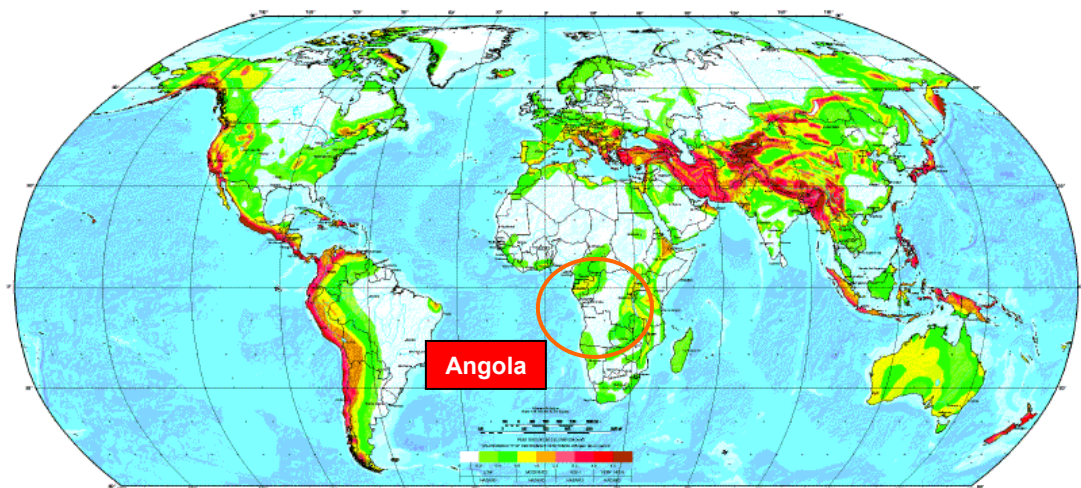


図 4.3-2 地震リスクマップ

出典：Global Seismic Hazard Assessment Program

以上より、対象サイトの地震リスクは非常に小さいと言える。

3) 既往構造物の設計震度

既往構造物の設計震度は、MINEA、設計コンサルタントおよび建設会社へのヒアリングなどによって調査した。その結果を以下に整理する。

- －南部港湾施設：kh = 0.04g
- －南部土木施設：kh = 0.00g
- －北部土木施設：kh = 0.04g

これより、土木施設の水平設計震度は、0.0～0.04g が採用されている。

表 4.3-2 設計震度に関する情報収集結果一覧表

情報源	項目	情報概要	設計震度	備考
Monteadriano 社		「ア」国内部の工事を受注しているポルトガル系建設会社	0.0	口頭による回答
T 商社		南部 Namibe の港湾リハビリ工事 (JICA 無償、2009) を実施した東亜建設による情報	0.04	参考値
Phil Engineering		ルアンダ市内のフィリピン系建設コンサルタント会社	0.04 (「ア」国北部)	<ul style="list-style-type: none"> ・「ア」国北部と南部とでは数値が異なるとの情報 ・南部は不明
INEA*		MINEA を通じて問い合わせしたが不明	不明	不明

* アンゴラ道路公社 (INEA : Roads Institute of Angola)

以上で述べたとおり、対象地点の地震リスクは非常に小さいが、対象構造物の重要性、損壊時の社会的影響を鑑み、地震リスクマップの地盤加速度（白色の地域）および既往構造物の設計震度の最大値である kh = 0.04g を設計震度とする。

4.3.1.2 取水堰

(1) 非越流部の高さ

非越流部の高さ（天端標高）は、設計洪水位＋風波浪高＋地震波浪高＋余裕高として設定する。

1) 設計洪水位

FWL : 1,404.400 m

2) 風波浪高

風波浪高は、SMB 法における Wilson の改良式により算出した。

その結果、対岸距離 1,350 m、10 分間の平均風速 10 m/s とすると、 $h = 0.283$ m となった。

3) 地震波浪高

地震波浪高は、佐藤清一の式により算出した。

その結果、設計震度 0.04、地震周期 1.0 sec、貯水池の水深 4.50 m とすると、 $h = 0.042$ m となった。

4) 余裕高

取水堰の非越流部はコンクリートダム型式であり、溢水したとしても問題の無い構造であることから、若干の余裕高を設定するものとし、 $h = 0.275$ m とする。

5) 非越流部の高さ

$H = 1,404.400 + 0.283 + 0.042 + 0.275 = \text{EL. } 1,405.000$ m とする。

(2) 非越流部の安定計算

非越流部の安定計算は、常時満水位時、サーチャージ水位時、設計洪水水位時の 3 ケースについて検討した。計算条件は以下のとおりである。

ダム天端標高	: EL. 1,405.000 m
基礎岩盤最深部標高	: EL. 1,399.500 m
設計洪水水位	: FWL 1,404.400 m
サーチャージ水位	: SWL 1,404.400 m (設計洪水水位と同じとした)
常時満水位	: NWL 1,404.000 m
堆砂位	: EL. 1401.000 m (越流部天端標高)
地震係数 (常時満水位時)	: 0.040
" (サーチャージ水位時)	: 0.020 (常時満水位時の 1/2)
コンクリート単位体積重量	: 22.6 kN/m ³
水の単位体積重量	: 9.81 kN/m ³
堆砂の水中重量	: 9.82 kN/m ³
泥圧係数	: 0.5
揚圧力係数	: 1/3
ダム下流水位 (常時満水位時)	: WL 1,400.000 m
" (サーチャージ水位時)	: WL 1,402.000 m
" (設計洪水水位時)	: WL 1,402.000 m
基礎地盤とコンクリートの摩擦係数	: 1.0
基礎地盤のせん断力	: 1,962.0 kN/m ²
基礎地盤の許容支持力	: 3,924.0 kN/m ² (短期の場合 1.5 倍)

これにより、非越流部の形状を天端幅 $B = 1.0$ m、下流面勾配 1 : 0.7 とした時の安定計算

結果は次のとおりである。

1) 常時満水位時

転倒に対する安定

$$e = 0.27 < B/6 = 0.64 \quad \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 57.70 > Fa = 4 \quad \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 31.8 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = 78.0 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

2) サーチャージ水位時

転倒に対する安定

$$e = 0.58 < B/6 = 0.64 \dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 52.66 > Fa = 4 \dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 3.6 \text{ kN/m}^2 < qa = 5886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = 72.2 \text{ kN/m}^2 < qa = 5886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

3) 設計洪水位時

転倒に対する安定

$$e = 0.45 < B/6 = 0.64 \dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 56.08 > Fa = 4 \dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 11.3 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = 64.5 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

よって、非越流部の形状としては、天端幅 $B = 1.0 \text{ m}$ 、下流面勾配 $1 : 0.7$ とする。

(3) 越流部（鋼製起伏ゲート）の検討

鋼製起伏ゲートについては、「鋼製起伏ゲート設計要領（案），（社）ダム・堰施設技術協会 1999.10」に記載の漁腹式鋼製起伏ゲートの設計計算例（扉高 3.0 m 、径間 30.0 m ）を参考に今回の形状（扉高 3.0 m 、径間 35.0 m ）でチェックした結果、発生応力度が設計計算例の約 10% 増程度であることが分かった。

設計計算例では、許容応力度に対して十分な（ 10% 以上）余裕があることから、本地点の形状とほぼ同等の結果と言えるため、設計計算例の諸元を採用するものとする。

また、設計計算例には扉高 6.0 m、径間 40.0 m までの各種寸法例が記載されていることから、本地点における詳細な寸法（支承部、油圧シリンダ室）については、記載内容を参考に決定するものとした。

さらに、4.3.1.1 節(2)項で述べたとおり、本地点においては上流への影響を少なくするために、越流長が 70.0 m 必要となる。したがって、施工時の河川切替え、ゲートのメンテナンス等を考慮し、2 門設置するものとする。

以下に、本地点に設置する鋼製起伏ゲートの主な諸元を示す。

扉 高：3.0 m（傾斜長 3.603 m）
径 間：35.0 m × 2 門
扉 幅：0.90 m
シリンダー室内幅（単 部）：2.30 m
 " （中間部）：3.26 m（軸中心部での値）
電動機：12 kW（1 門当たり）

また、ゲートの開閉は、水流の影響を受けにくい排砂路横に水位計（正副 2 個）を設置し、応水自動により制御するものとし、電源は基本的に Cutato 発電所で発生する電源を用いるが、非常用電源として発電所内部にディーゼル発電機（12 kW × 2 門 = 24 kW 以上）を設置するものとする。

4.3.1.3 取 水 口

取水口は本地点とほぼ同等の規模であり、S 形チューブラ水車を使用している関西電力㈱船津水力発電所（船津 P/S）を参考に計画する。

(1) 流砂進入防止

Cutato 川は 1/1500 の勾配であり、礫は見あたらないが、砂は混入することが考えられる。そのため、堆砂することが予想されるため、砂の混入を防止するため取水口前面には、取水堰越流部天端より 0.50 m 高い EL 1,401.50 m の天端を持つ堰（H = 1.50 m）を設置するものとする。

また、堰と取水口の間堆砂した場合を想定して、取水口左岸側には B = 0.50 m、H = 0.50 m の排砂ゲートを設ける構造とする。

(2) 取水口幅の設定

取水口の幅は、船津 P/S での取水流速である $V = 1.1 \text{ m/s}$ を参考に以下のとおり決定する。

使用最大流量 $Q = 25.0 \text{ m}^3/\text{s}$ （1 ユニット当たり）
取水口水深 $H = 4.0 \text{ m}$
取水口幅 $B = Q / (V \times H) = 25.0 / (1.1 \times 4.0) = 5.68 \text{ m} \rightarrow 6.00 \text{ m}$

(3) 取水口縦断形状の設定

取水口縦断形状は、船津 P/S の形状を参考に以下のとおり設定する。

インバート部の勾配	: 水平より 50°
インバート部曲線半径	: R = 4.250 m
クラウン部の勾配	: 水平より 60°
クラウン部曲線半径	: R = 1.000 m

(4) 整流桁（渦防止）の設定

取水を行った場合、取水口自由水面の箇所には渦が発生することがある。参考としている船津 P/S も例外ではなく、そのため、整流桁を設置している。

本発電所の場合も渦が発生する可能性は否定できないため、船津 P/S と同様、整流桁を計画する。なお、詳細設計時には渦を発生させないために、水理模型実験で確認が必要と思われる。

(5) 取水口および右岸土止め擁壁の天端高の設定

取水口および右岸土止め擁壁の天端は、発電所を保護するため、洪水時に溢水することを防ぐ必要がある。そのため、取水堰非越流部天端高以上の高さが必要となる。

また、発電所およびその周辺は、洪水時に作業員等が洪水対応のため作業することが必要となるため、不測の事態であったとしても溢水をすることはできないため、ここでは、鋼製起伏ゲートが作動しなくなった場合（起立状態）であったとしても、溢水しないことを条件とした。

計算は、長方形堰上を水が流下するものとし、ゲート部（起立状態）、シリンダー室部、非越流部に分け、それぞれの越流量により設計洪水流量 $Q = 560 \text{ m}^3/\text{s}$ が流下する時の水位を求め、擁壁高の設定を行った。

結果は以下のとおりである。

①越流標高 WL. 1,406.30 m	ゲート部 $Q1 = 469.05 \text{ m}^3/\text{s}$
	シリンダー室部 $Q2 = 21.55 \text{ m}^3/\text{s}$
	非越流部 $Q3 = 82.88 \text{ m}^3/\text{s}$
	計 $\Sigma Q = 573.48 \text{ m}^3/\text{s}$
②速度水頭	0.38 m
③壁高余裕	0.32 m
合計	EL. 1,407.00 m

以上より、取水口および右岸土止め擁壁の天端高は、EL. 1,407.00 m とする。

4.3.1.4 発電所

(1) 発電所の寸法

発電所の寸法は水車・発電機およびその他コントロールパネル等により決定される。

電気機械設備より必要な発電所建物の内寸法は以下のとおりである。

上下流方向	: L = 27.50 m
左右岩方向	: B = 20.00 m
水車部高さ	: H1 = 12.50 m
発電機部高さ	: H2 = 9.50 m

(2) 発電所付属設備

発電所の付属設備としては、以下のものを設置する。

1) 電気機械搬入用開口

水車上部の天井に L = 7.00 m、B = 5.00 m の開口を設ける。

開口部には屋根を設け、電気機械の搬入を行う。なお、搬入においては移動式クレーンを用いるものとし、そのための常設クレーンは設置しない。

また、雨水防止のための止水を施す。

2) 作業用通路

発電所下流より発電所内部に入るための作業通路を設置する。通路は、側壁部にケーブルラック (B = 0.50 m) を設置するため、機材の人力搬入等も考慮し、幅 2.00 m とする。

また、階段のステップは、日本の建築基準法では踏面寸法 230 mm 以下、踏面寸法 150 mm 以下と定められており、本地点では人力による機材搬入もあることから、安全を考慮し、1 段当たり踏面寸法 200 mm、踏面寸法 300 mm とする。

なお、通路は発電機設置床 (EL. 1394.0m) に取り付ける。

3) 非常用通路

発電所下流には通常使用する作業通路を設置するが、不測の事態が発生したときを考慮し、堅抗型式 (タラップによる) の通路を設ける。

取り付け位置は、水車設置床 (EL. 1,391.0 m) とするが、高低差が 13.0 m と高いため、途中 2 箇所に踊場を設置するものとする。

なお、上記内容を考慮し、非常用通路の内寸法は、L = 1.0 m、B = 2.0 m とする。

(3) 発電所周辺埋戻し

発電所周辺（山側および取水口～発電所間）は機材搬入等が必要なため、発電所屋上（EL. 1,404.0 m）まで埋戻すものとする。埋戻し材料は掘削残土とする。

(4) 右岸土止め擁壁（上流および下流）の安定計算

洪水時の溢水および発電所埋戻しのため、発電所上下流に右岸土止め擁壁を設置する。

右岸土止め擁壁の安定計算は、常時、地震時位の2ケースについて検討した。計算条件は以下のとおりである。なお、基本条件は取水堰と同等とした。

1) 上流右岸土止め擁壁

擁壁天端標高	: EL. 1,407.000 m
基礎部標高	: EL. 1,400.000 m
盛土高	: EL. 1,404.000 m
地震係数	: 0.040
コンクリート単位体積重量	: 22.6 kN/m ³
土の単位体積重量	: 19.6 kN/m ³
基礎地盤とコンクリートの摩擦係数	: 1.0
基礎地盤のせん断力	: 1,962.0 kN/m ²
基礎地盤の許容支持力	: 3,924.0 kN/m ² (短期の場合 1.5 倍)

これにより、擁壁の形状を天端幅 $B = 1.0$ m、下流面勾配 $1 : 0.25$ とした時の安定計算結果は次のとおりである。

① 常時時

転倒に対する安定

$$e = 0.44 < B/6 = 0.46 \dots\dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 84.81 > Fa = 4 \dots\dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 244.0 \text{ kN/m}^2 < qa = 3924.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = 5.0 \text{ kN/m}^2 < qa = 3924.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

② 地震時

転倒に対する安定

$$e = 0.55 < B/3 = 0.92 \dots\dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 68.11 > Fa = 4 \dots\dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 279.5 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = \quad - \quad (\text{地盤反力は三角形分布})$$

よって、上流右岸土止め擁壁の形状としては、天端幅 $B = 1.0 \text{ m}$ 、下流面勾配 $1 : 0.25$ とする。

2) 下流右岸土止め擁壁

擁壁天端標高	: EL. 1,404.000 m
基礎部標高	: EL. 1,400.000 m
盛土高	: EL. 1,404.000 m
地震係数	: 0.040
コンクリート単位体積重量	: 22.6 kN/m^3
土の単位体積重量	: 19.6 kN/m^3
基礎地盤とコンクリートの摩擦係数	: 1.0
基礎地盤のせん断力	: $1,962.0 \text{ kN/m}^2$
基礎地盤の許容支持力	: $3,924.0 \text{ kN/m}^2$ (短期の場合 1.5 倍)

これにより、擁壁の形状を天端幅 $B = 1.5 \text{ m}$ 、下流面勾配 $1 : 0.25$ とした時の安定計算結果は次のとおりである。

① 常時時

転倒に対する安定

$$e = 0.40 < B/6 = 0.42 \dots\dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 75.85 > Fa = 4 \dots\dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 177.6 \text{ kN/m}^2 < qa = 3,924.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = 3.6 \text{ kN/m}^2 < qa = 3,924.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots \text{OK}$$

② 地震時

転倒に対する安定

$$e = 0.46 < B/3 = 0.83 \dots\dots\dots \text{OK}$$

滑動に対する安定

$$F = 64.46 > Fa = 4 \dots\dots\dots \text{OK}$$

地盤支持力に対する安定

$$q1 = 194.4 \text{ kN/m}^2 < qa = 5,886.0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

$$q2 = \quad - \quad (\text{地盤反力は三角形分布})$$

よって、下流右岸土止め擁壁の形状としては、天端幅 $B = 1.5 \text{ m}$ 、下流面勾配 $1 : 0.25$ とする。

(5) 川側保護コンクリートの設置

洪水時には、発電所川側を洪水が流下する。そのため、発電所掘削により発生した溝は現状の河床高まで埋戻しを実施するものの、流下水により洗掘されるため、表層部を厚さ1.0 mのコンクリートで保護するものとする。

(6) 洪水時における発電所川側の水面形

発電所川側における洪水時の水面が、発電所を越える可能性がないか検証をした。

その結果、発電所川側を流下する水は、河川右岸側を通る洪水量を設計洪水量の1/2とした場合 ($Q = 280 \text{ m}^3/\text{s}$)、水深は1.86 mとなり、その水面形は図4.3-3のとおりである。このことより、洪水時に水が発電所を溢水することはないといえる。

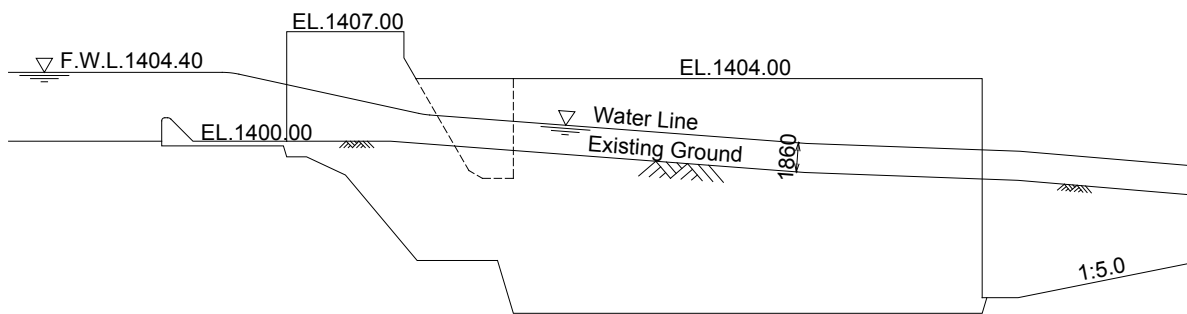


図 4.3-3 発電所横における水面形

4.3.1.5 放水口

(1) 放水口の位置およびゲート

本発電所の場合、放水路の必要がないため、放水口は発電所下流端に設置するものとする。放水口は水没することとなるため、メンテナンス用に角落しゲートが入る構造とする。

角落しゲートは、上部より移動式クレーンにて入れるものとし、発電機が2基あるが、メンテナンス時に用いるだけであり、2基同時にメンテナンスすることは無いと考えられるため、ゲートは1門のみ用意するものとする。

なお、角落しゲートの保管は、発電所屋上にシートを掛けた状態で保管するものとする。ただし、盗難等が懸念される場合は、別途、保管建屋等を考慮するものとする。

(2) 河床開削

発電時において、下流河川水位を TWL 1,396.0 m とする必要があるため、本地点において

は河床開削を行う必要がある。

まず、放水口の出口部については、船津 P/S を参考に河床を 1 : 5 の縦断勾配で開削するものとする。

それ以降の下流については、以下のとおりとする。

現状における河床の標高は EL. 1,396.0 m 付近と考えられるが、現状のままでは、最大使用水量 $Q = 50.0 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させた場合、TWL 1,396.0 m より水位が上昇し、必要な有効落差が得られず、発電出力を確保できない。そのため、発電所下流の河床を開削し、下流河川水位を TWL. 1,396.0 m となるようにする。

以下に、下流河川水位を確保するために必要な河川断面を計算した結果を示す。

(計算条件)

使用する公式	: マニングの式
流 量 Q	: $50.0 \text{ m}^3/\text{s}$
河 川 勾 配 I	: 1/1500
粗 度 係 数 n	: 0.025
開削河床幅 B	: 15.00m
開 削 勾 配	: 1:1.0

(計算結果)

上記条件により、最大使用水量 $50.0 \text{ m}^3/\text{s}$ を流下させるために必要な河川水深は 2.03 m となることから、開削による上流部の河床標高は EL. 1,393.97 m とする（下流へは 1/1500 の勾配で開削する）。

また、河床開削は、河川幅が十分広がる位置 ($B =$ 約 45 m) までとし、その延長は放水口から 200 m 下流までとなる。

なお、同断面で設計洪水流量の 1/2 ($Q = 280 \text{ m}^3/\text{s}$) を流下させた場合（右岸取水堰からの流下流量）、その水位は FWL 1,399.7 m である。

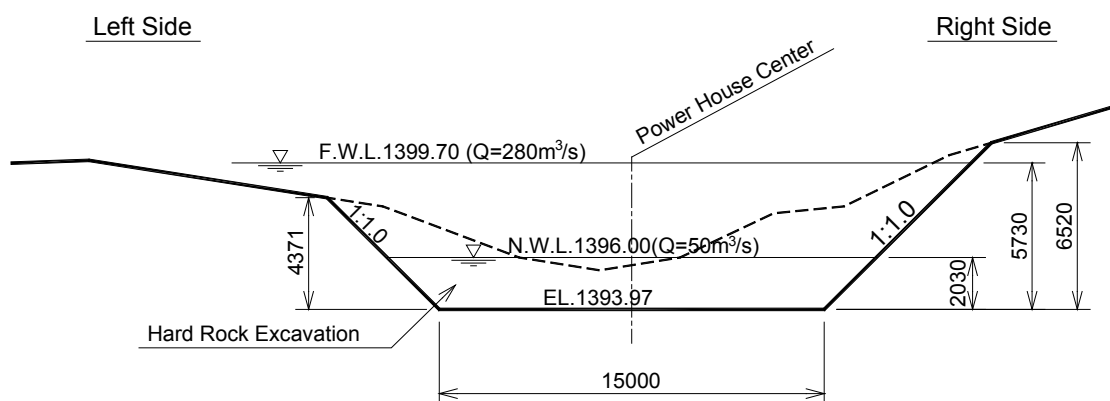


図 4.3-4 河床開削断面図

4.3.1.6 機器搬入路

機器搬入路は Chicumbi 村から発電所サイトまでの延長約 28 km 区間に設置する。

道路の線形は、「道路構造令」より、セミトレーラーの幅 2.5 m、最小回転半径 12.0 m を考慮し、幅員 5.0 m（車道 4.0m、路肩 0.5m×2 箇所）、曲線部の半径 $R = 20.0$ m 以上、縦断勾配 9%以下（走行速度 20 km/h）を確保するように計画する。

また、道路沿いには送電線を設置することから、上記幅員 5.0 m のほか、2.0 m の幅で整地するものとする。したがって、整地幅は全体で 7.0 m である。

その他、資機材搬入にあたり、現地調査を行った結果では、道路の路面状況が悪く、また、橋梁も重量物運搬に必要な強度を有しているか不明なため、今回設置する機器搬入路までの運搬道路の調査が必要となる。

その際、運搬に障害があるようであれば、事前に修繕工事、または補強工事が必要となる。

4.3.1.7 変電所造成

変電所は、発電所山側に幅 15.0 m、奥行き 20.0 m で造成する。変電所への進入のため、アクセス道路から延長 40 m、幅員 4.0 m（車道 3.0 m、路肩 0.5 m×2 箇所）の道路を設置する。

なお、縦断線形及び曲線部の諸元については、機器搬入路に準ずるものとし、セミトレーラーが通行可能な道路とする。

4.3.1.8 仮設備

(1) 仮締切

仮締切は上流仮締切（1 期工事、2 期工事）および下流仮締切を配置するものとし、河床の水位が 2 m 程度と推定できることから、すべて大型土嚢の 3 段積み（ $H = 3.0$ m）とする。

まず、1 期工事での上流仮締切については、発電所位置上流から進入し、クレーンヤードまでの間約 55 m を締切るものとする。その際、仮締切上を重機が走行できるようにするため、幅員 5.0 m が確保できるように、上下流を大型土嚢で積み、その間を土砂で盛り立てる構造とする。

2 期工事での上流仮締切は、取水堰左岸を施工するために延長約 70 m を締切る。

下流仮締切は、2 期工事の準備としてクレーンヤードへ行くための工事用道路の一部を施工する必要があるため、工事用道路計画地点の下流に延長約 55 m を締切る。

なお、下流仮締切は、2期工事が始まる時点で撤去となる。

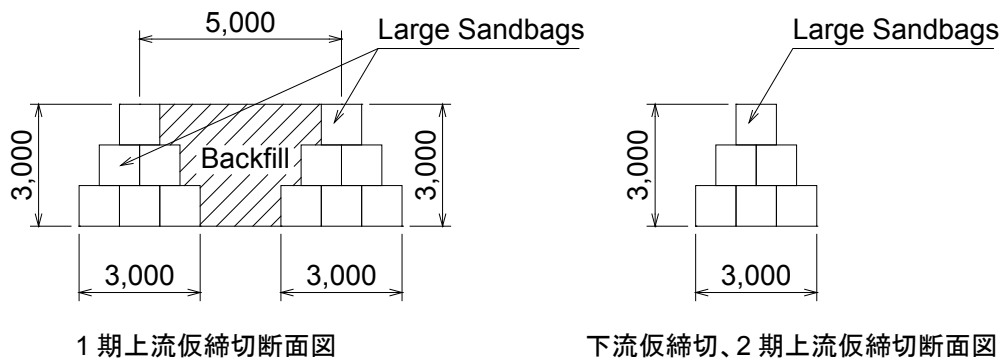


図 4.3-5 仮締切断面図

(2) クレーンヤード

クレーンヤードは、鋼製起伏ゲートおよび大型土嚢移動のために取水堰中央下流部に 20 m × 20 m 程度の広さで設置する。

構造は、仮締切と同様に大型土嚢によるものとする。

(3) 工事用道路

工事用道路は、機器搬入路から発電所の下流を通り、クレーンヤードまで取り付ける (L = 645 m)。また、作業効率を上げるため、機器搬入路付近から発電所位置へ向かう道路も取り付ける (L = 117 m)。

クレーンヤードへ向かう工事用道路は、1期工事時に河川中州まで取り付けるものとし、河川横断箇所にはコルゲートパイプ (φ2.0 m) を敷き並べ、隙間は土嚢で埋める構造とする。その際、コルゲートパイプ上面の土被りは 0.6 m 以上確保するものとする。

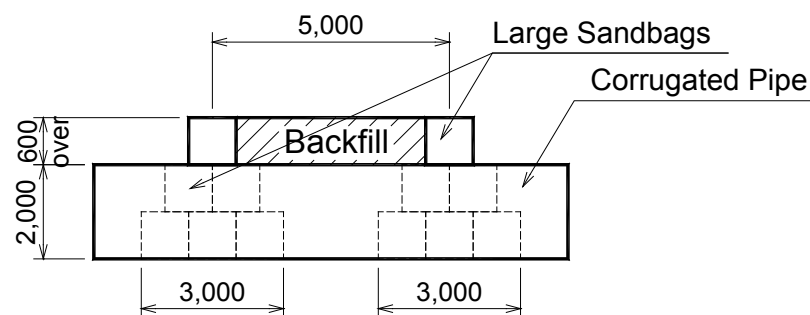


図 4.3-6 河川横断部工事用道路断面図

また、工事用道路は、(社)日本道路協会発行の「道路構造令の解説と運用」(道路構造令)より、セミトレーラーの幅 2.5 m、最小回転半径 12.0 m を考慮し、幅員 5.0 m (車道 4.0 m、

路肩 0.5 m × 2 箇所)、曲線部の半径 R = 20.0 m 以上、縦断勾配 9%以下(走行速度 20 km/h)を確保するように計画する。

また、道路構造令における最大幅員が 2.5 m であり、仮設備であることから、路肩を利用すれば車両(ここでは、ダンプトラック・コンクリートミキサー車をいう)のすれ違いは可能であるので、そのための待避所は設けないものとする。

(4) 骨材プラント

骨材プラントは、細骨材・粗骨材の製造およびストックを目的に設置するが、細骨材については、河床から採取可能であることから、ストックヤードのみを確保する。また、粗骨材については、現地調査の結果、河床には無いため、骨材プラントにクラッシャーを配置し、掘削残土(岩塊)を砕くことにより製造するものとする。

なお、必要と思われる敷地は $20\text{ m} \times 30\text{ m} = 600\text{ m}^2$ 程度と考える。

(5) コンクリートプラント

コンクリートプラントは、発電所規模が小さいことから、 $50\text{ m}^3/\text{h}$ 程度のプラントとする。

設置場所は、骨材プラントからベルトコンベアーで材料を搬送することから、骨材プラントの横とする。

コンクリートプラントには、セメントサイロ・バッチャープラント等を配置し、必要と思われる敷地は $15\text{ m} \times 20\text{ m} = 300\text{ m}^2$ 程度と考える。

(6) 仮建物

仮建物は、機器搬入路工事用及び本体工事用として2箇所設置するものとする。

機器搬入路工事用は Chicumbi 村近郊が良いと思われるが、通信等を考慮すると Andulo 郡市街地周辺が最適と考えられる。

建物の規模は、発電所サイトの事務所規模より小さくても良いと考えられるため、事務所 $10\text{ m} \times 10\text{ m} \times 2\text{ 棟} = 200\text{ m}^2$ 、宿舎 $10\text{ m} \times 15\text{ m} \times 2\text{ 棟} = 300\text{ m}^2$ 程度が必要と考える。

また、本体工事用の仮建物は、本体工事サイトに土木・建築・電気・機械に関する技術者や現場作業員の事務所および宿舎として設置する。

なお、船津 P/S の事例から、事務所 $10\text{ m} \times 15\text{ m} \times 2\text{ 棟} = 300\text{ m}^2$ 、宿舎 $10\text{ m} \times 20\text{ m} \times 2\text{ 棟} = 400\text{ m}^2$ 程度が必要と考える。

(7) 資材置場

資材置場は、鉄筋・ゲート・電気資材・機械資材および重機等の保管（待避）場所として、相当量の面積が必要と考える。

したがって、本地点では先のプラントヤード・仮建物ヤードの場所をなるべく広くし、資材置場とし、造成標高は、洪水時に水没しない標高である EL.1,408.0 m とする。

なお、地盤は硬質な岩盤部であるため、造成にあたっては発破作業も必要となると考えられる。

4.3.2 電気機械設備

4.3.2.1 基本条件

本発電所が接続される電力系統は、当面、他のどこの発電所とも並列運用するものではなく、本発電所単独運用となる予定である。発電所には2台の発電機を設置するため、最初に運転する発電機（1号機）は系統に強行送電するが、もう一方の発電機（2号機）は1号機との同期調整をしたうえで並列投入することになる。1号機・2号機の選定は全停電後の運転開始の都度選定可能なものとする。

4.3.2.2 水 車

(1) 水車本体

1) 水車形式

有効落差 7.50 m、単機流量 25.0 m³/s の条件で選定可能な水車形式には、S形チューブラ水車、またはバルブ形チューブラ水車があるが、適用限界近傍でないこと、小規模水車に向いていることから S 形チューブラ水車を採用する。

S 形チューブラ水車は、水車付近の水路の形状が全体として S 字状になっていると共に水車ランナのケーシング部が筒状で水流が軸流となっている。また低落差であるため落差変動の割合が大きくなり、水車効率を高く維持するためにランナベーン開度を可変なものとする。これは特殊な横軸カプラン水車でもある。

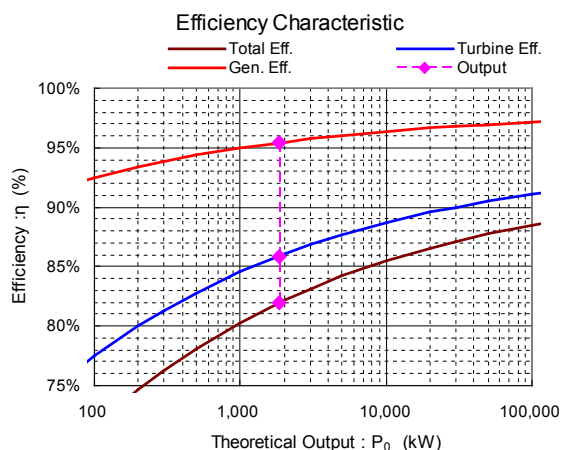


図 4.3-7 All Kind of Efficiency

2) 定格出力

水車の定格出力：Pt は次式で計算される。

$$\begin{aligned} P_t &= 9.8 \times Q_t \times H \times \eta_t \\ &= 9.8 \times 25.0 \times 7.50 \times 0.859 \\ &= 1,580 \text{ kW} \rightarrow 1,500 \text{ kW} \end{aligned}$$

但し 重力加速度：g = 9.8 m/s²
 単機流量：Qt = 25.0 m³/s
 有効落差：H = 7.50 m
 水車効率：ηt = 0.859

である。

3) 定格回転速度

カプラン水車の限界比速度：N_{lim} は次式で計算される。

$$\begin{aligned} N_{lim} &\leq 20,000 / (H + 20) \\ &= 20,000 / (7.5 + 20) = 727.3 \text{ m-kW} \end{aligned}$$

水車の回転速度と比速度の関係を利用して限界回転速度：N_{lim} を求める。

$$\begin{aligned} N_{lim} &= N_{lim} \times H^{(5/4)} / P_t^{(1/2)} \\ &= 727.3 \times 7.50^{(5/4)} / 1500^{(1/2)} = 233.0 \text{ min}^{-1} \end{aligned}$$

コスト低減の観点から 可能な限り高速の回転速度を選定する。これにより水車寸法・重量等の低減を期待でき、発電所建屋寸法、輸送道路等においても有利となる。

一方、発電機の回転速度：N は、周波数、磁極数によって次式のとおり定まるが、磁極数は正の偶数という制約があるため、水車と発電機を直結するものとして全体の回転速度：N を次のとおり選定する。

$$N = 120 \times f / p$$

但し、周波数：f = 50 Hz

磁極数：p = 28 限界回転速度以下となる
 偶数の経験上可能な最小値

表 4.3-3 Revo lving Speed

磁極数	回転速度 min ⁻¹
36	166.7
32	187.5
28	214.3
24	250.0
20	300.0

なお、発電機が小容量の場合、増速機を介して発電機回転速度を上昇することが総合的に有利な場合があるため、増速機設置案をも許容するものとする。

4) 水車中心標高

水車中心標高は、水車ランナの直下流部で発生しやすく、発生すると水車の効率低下や壊食という損傷に進展するおそれのあるキャビテーションに対する耐力を確保す

ることにより決定する。

キャビテーション耐力は、キャビテーション係数の設計値を水車比速度に応じて経験的に定まるプラントキャビテーション係数： σ_p 以上にするのである。

水車比速度とプラントキャビテーション係数の関係を図 4.3-8 のとおりである。

図 4.3-8 より $\sigma_p = 1.084$ であるが、当該地点の標高は 1,400 m 程度と高く、特殊設計条件となるため、30%の余裕を考慮し

$\sigma_p' = 1.3 \times \sigma_p = 1.409$ とする。

必要な吸出し高さ： H_s は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} H_s &= H_a - H_v - \sigma_p' \times H \\ &= 10.33 - 0.25 - 1.409 \times 7.50 \\ &= -0.49 \rightarrow -1.0 \text{ m} \end{aligned}$$

但し、大気圧： $H_a = 10.33 \text{ mAq}$

水蒸気圧： $H_v = 0.25 \text{ mAq}$

よって、水車中心標高： CL は次のとおりとする。

$$CL = TWL - H_s = 1,396.00 + (-1.00) = 1,395.00 \text{ m}$$

但し、大気圧： $H_a = 10.33 \text{ mAq}$

水蒸気圧： $H_v = 0.25 \text{ mAq}$

5) その他

- 水車ランナ及びガイドベーンのマテリアルはステンレス鋳鋼製とする。
- 水車軸のマテリアルは鍛鋼とする。
- 負荷遮断時における最大速度変動率： $\Delta N \leq 30\%$ とする。
- 軸受はボールベアリングまたはローラベアリングとし、軸受温度は 75°C 以下とする。
- 水車は無拘束速度を 2 分間継続しても支障がないこと。
- 入口弁の上流側に内張鉄管の短管（止水効果を有する推力板）を納入する。

(2) 調速機

- PID 式調速機 2 組を納入すること（ユニット方式）。
- 回転速度信号には SSG：速度信号用発電機 の出力を使用する。
- 速度調定率の設定値は 3～6%の範囲で可能なものとする。
- 水車の制御は、通常、調速機によるものを水位調整制御装置によるものに優先して行うが、水位調整制御装置からの緊急停止指令は最優先制御とする。
- 水車が 2 台運転の場合、両号機の出力は同一であることを原則とする。

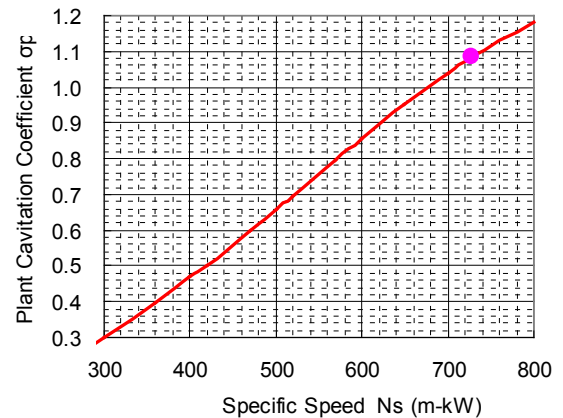


図 4.3-8 $N_s - \sigma_p$

(3) 水位調整制御装置

- 水位調整制御装置は1組とし、2台の水車が共用する（セントラル方式）。
- ダム水位信号は、土木部門でダム内に設置する2つのダム水位計のうち、低水位を示している値を採用する。
- ダム水位が緊急停止水位以下となった場合は重故障として扱い、2台の水車共、急停させる。
- 水位調整制御装置は、ダム水位に応じて水車に制御指令を発するが、水位の低い方から順に次のとおりとする。
 - ① 全水車停止
 - ② 水車出力減少（水車1台の停止を含む）
 - ③ 出力の現状維持
 - ④ 水車出力増大（2台目の水車起動を含む）
 - ⑤ 1台目の水車を起動

(4) 入口弁

当発電所は複数台の水車を有するため、水車の分解点検時には関係する水路部分のみを分離して断水する必要がある。そのためには、水車の上下流において遮水するための設備を必要とするが、上流側は水圧が高いため、入口弁を設置する。下流側は角落し遮水ができるよう配慮する。

当発電所は低落差（有効落差： $H = 7.50 \text{ m}$ ）であるため、入口弁における静水圧： H_0 も $H_0 = (\text{ダムの基準水位}) - (\text{入口弁標高}) = 1,404.00 - 1,395.00 = 9.00 \text{ m}$ と低い。

一方、流量： $Q_t = 25.0 \text{ m}^3/\text{s}$ は相応量であるため、低落差で漏水量の少ないバイプレーン弁（複葉弁）を採用する。

ガイドベーン開閉機構の損傷があっても支障が無いよう、流水遮断機能を保有させる。入口弁の開閉操作は電動サーボによることを検討する。

(5) 圧油装置：ガイドベーン、ランナベーン、入口弁操作用

ガイドベーン、ランナベーン、及び入口弁は、いずれも電動サーボによることを志向するため、圧油装置の省略を検討する。

圧油装置を設置する場合は、号機ごとの2組（ユニット方式）とし、それぞれの圧油ポンプは先行機、及び後行機の2台とする。

(6) 圧縮空気発生装置

圧油装置の省略、及び発電機ブレーキの省略または電気ブレーキの採用、を志向するため圧縮空気発生装置の省略を検討する。

圧縮空気発生装置を設置する場合は、号機ごとの2組（ユニット方式）とし、それぞれのコンプレッサは先行機、及び後行機の2台とする。

(7) 潤滑油装置

水車軸受および発電機軸受等の潤滑は無給油方式を志向するため、潤滑油装置の省略を検討する。

潤滑油装置を設置する場合は、号機ごとの2組（ユニット方式）とする。

(8) 冷却水給水装置

発電機本体及び各種軸受等において冷却水が必要な場合、号機毎の2組とする（ユニット方式）。

冷却水は鉄管給水で、その給水ルートは入口弁上流側の水圧鉄管を給水源とし、給水量の調整弁、給水対象を経て吸出し管において水車へ戻すことを志向する。

給水圧、給水量等において鉄管給水が困難な場合は吸出し管給水とし、給水ポンプ、給水量の調整弁、給水対象を経由した後吸出し管下流側の別場所へ戻すこととする。この場合は給水ポンプを先行機、後行機の2台とする。

(9) ドラフト排水装置

水車分解点検時の準備作業として、入口弁～水車ランナ～吸出し管～角落し部の範囲を抜粋する必要がある。そのためにドラフト排水装置を設置するものである。

ドラフト排水装置の使用頻度が少なく、所内排水装置による補助も期待できるため、ドラフト排水装置は、水車2台に対して1台とする（セントラル方式）。

4.3.2.3 発電機

(1) 発電機本体

1) 定格出力

発電機定格出力： P_g 、及び規模を示す発電機容量： kVA_g は次式により計算される。
発電所出力： P についても同様に次式により計算される。

$$P_g = P_t \times \eta_g = 1580 \times 0.954 = 1,507 \rightarrow 1500 \text{ kW}$$

$$kVA_g = P_g / \text{pf} = 1,500 / 0.9 = 1,667 \rightarrow 1700 \text{ kVA}$$

$$P = P_g \times n = 1500 \times 2 = 3000 \text{ kW}$$

但し 水車出力 : $P_t = 1580 \text{ kW}$

発電機効率 : $\eta_g = 0.954$

発電機力率 : $\text{pf} = 0.9$

発電機台数 : $n = 2$ 台である。

2) 定格電圧

発電機定格電圧 : V_g は、図 4.3-9 発電機定格電圧選定図に基づき $V_g = 6.6 \text{ kV}$ とする。

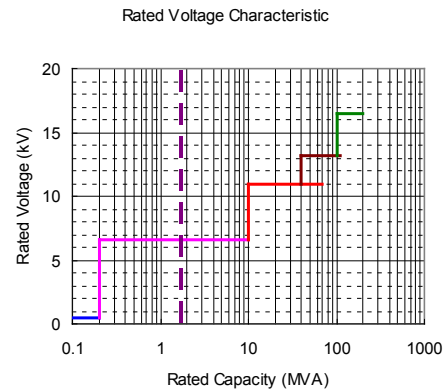


図 4.3-9 発電機定格電圧選定図

3) 回転速度

故障要因の減少、高効率の確保の観点から水車軸と発電機軸を直結(増速機なし)し、水車及び発電機の回転速度を同一にすることを志向する。よって発電機の回転速度は 4.3.2.2 節 3)項で示した水車の定格回転速度と同様、 214.3 min^{-1} とする。

なお、増速機を設置して発電機の回転速度を上昇させた方が総合経済性で有利になる場合があるため、増速機設置案をも許容するものとする。

4) その他

- 発電機は三相相極式回転界磁形同期発電機、1,700 kVA、6.6 kV、0.9 遅れ力率、50 Hz、 214.3 min^{-1} 、2 台とする。
- 発電機軸方向は水車軸と同様の水平軸または斜軸とし、その回転方向は、標準通り反水車側から見て時計方向とする。
- 発電機軸の材質は鍛鋼とする。
- 軸受最高温度は 75°C とする。
- 発電機室内温度を 40°C とした場合における発電機コイルの最高温度は、固定子で 105°C (埋込温度計法)、回転子で 100°C (抵抗計法) とする。
- 発電機のブレーキは省略、または電気ブレーキの採用で検討する。
- 進み力率に関しては $0.95 \sim 1.0$ の範囲を許容する。
- 発電機本体、及びその付属物は水車の無拘束速度に 2 分間置いても支障が無いこと。
- 発電機の安定運転や保証値である速度変動率 $\Delta N \leq 30\%$ を満足させるため、必要であればはずみ車を付加する。

(2) 励磁装置

各号機用として2組設置する（発電機はブラシレス励磁装置とするため、励磁用交流発電機、回転整流器、励磁変圧器、初励磁回路及びこれらの制御装置を装備する。

(3) 中性点接地抵抗器

発電機主回路の地絡電流を100 Aに抑制するため次式で示される抵抗値とする。地絡電流の継続時間は短いため30分定格とする。

$$\begin{aligned} R_g &= (V_g \times 1000) / \sqrt{3} / 100 \\ &= (6.6 \times 1000) / \sqrt{3} / 100 = 38.1 \Omega \end{aligned}$$

(4) 水車発電機制御盤

水車・発電機を制御・保護・監視する装置であり各号機用として2組（ユニット方式）を発電機の近傍に設置する。

制御・保護・監視の機能項目は次のとおりとする。

1) 制御項目

- ・水車発電機の起動、停止
- ・発電機出力の調整
- ・発電機電圧の調整

2) 保護項目

水車発電機に発生した故障内容の重大性に対応した4種類に区分して、水車発電機を保護する。

(a) 非常停止:86-1 = 電氣的な重大故障

故障を検出すれば、直ちに同期遮断器（CB G10、またはCB G20）を遮断すると共にガイドベーンを急閉鎖して水車発電機を安全に停止させる。同時に異常発生を表示すると共にベル警報を発する。

次に示す故障はこの保護区分とする。

- ・発電機の内部短絡 : G87
- ・発電機の内部地絡 : G87G
- ・発電機の過電圧 : G59
- ・発電機の過電流 : G51
- ・主回路地絡過電圧 : G64

(b) 急停止:86-2 = 機械的な重大故障

故障を検出すれば、ガイドベーンを急閉鎖した後 同期遮断器 (CB G10、または CB G20) を遮断して水車発電機を安全に停止させる。同時に異常発生を表示すると共にベル警報を発する。

次に示す故障はこの保護区分とする。

- ・ 軸受温度上昇 (第2段) : 38-2
- ・ 水車の過速度 : 12
- ・ 调速機故障 : 81F
- ・ 補機の重大故障 : 69W (冷却水断) 等

(c) 保安停止:86-5 = 普通故障

重大ではない故障であり、重大故障に発展しないよう通常の停止と同様の手順で水車発電機を安全に停止させる。即ち、故障を検出すれば、ガイドベーンを通常速度で閉鎖した後、同期遮断器 (CB G10、または CB G20) を遮断して水車発電機を停止させる。同時に異常発生を表示すると共にベル警報を発する。

次に示す故障はこの保護区分とする。

- ・ 軸受温度上昇 (第1段) : 38-1
- ・ 補機の故障

(d) 警報:30A = 軽微な故障

早急な停止を必要としない軽故障であるため、故障表示とブザー警報のみを行い、具体的な対応は操作員の判断にまかせるものとする。

3) 監視項目

水車発電機ユニットの監視項目として、次の項目を監視できるものとする。

- ① 発電機の電圧、電流、出力、回転速度
- ② 各種の軸受温度
- ③ 同期遮断器 (CB G10、または CB G20) の開閉状態 (ON-OFF)

(5) 発電所総合監視制御装置

発電所主回路、屋外変電所、および所内回路を含む発電所全体の制御・保護・監視を行うため次の装置を設置する。

1) 総合監視制御盤..... 1 式

発電所全体の制御・保護・監視を行うもので、水車発電機制御盤等の個々の制御盤と重複することなくその機能を総括的に実施できるよう配慮した設計とする。

2) 自動同期投入盤 1 面

発電所の主回路が充電されている時に 新たに発電機の運転を開始する場合、発電機は主回路との同期（両者の電圧、周波数、及び位相が全て同一である状態）を確保したうえで、同期遮断器により並列投入する必要がある。

本発電所は当面 単独系統での運用となるため、第1番機（最初に運転を開始する発電機）は直接送電するので、自動同期投入盤は使用しない。

第2番機は同期調整をしたうえで並列を行うのに本装置を使う。

(6) 発電機用消火装置

発電機用消火装置としては A：通常火災、B：油火災、C：電気火災 のいずれにも対応できるものとする必要があり、誤操作時の影響が少なく簡便で、信頼性の高い粉末消火器を発電機近傍に設置する。

(7) 6.6kV 回路

発電機の高圧側端子から主要変圧器の1次側（低圧側）端子まで、及び分岐して所内の低圧回路へ接続するための所内変圧器2次側（低圧側）端子までの主回路に次の機器を接続する。

1) 同期遮断器:CB G10 及び CB G20 2 台

引出型真空遮断器 7.2kV、400A、8kA

定格電流 : $I_0 = \text{kVA}_g / \sqrt{3} / V_g = 1700 / \sqrt{3} / 6.6 = 148.7 \rightarrow 400\text{A}$

定格遮断電流 : $I_s = I_0 / Z_s = 148.7 / 0.2 = 744\text{A} \rightarrow 8\text{kA}$

但し、 Z_s : 当該箇所における等価インピーダンス (20%と想定)

2) 主変1次側遮断器:CB 110..... 1 台

引出型真空遮断器 7.2kV、400A、8kA

定格電流 : $I_0 = \text{kVA}_g \times n / \sqrt{3} / V_g = 1700 \times 2 / \sqrt{3} / 6.6 = 297.4 \rightarrow 400\text{A}$

定格遮断電流 : $I_s = I_0 / Z_s = 297.4 / 0.2 = 1,488\text{A} \rightarrow 8\text{kA}$

但し、 Z_s : 当該箇所における等価インピーダンス (20%と想定)

3) 所内用遮断器:CB H10 1 台

引出型真空遮断器 7.2kV、400A、8kA

定格電流 : $I_0 = \text{kVA}_{H10} / \sqrt{3} / V_g = 300 / \sqrt{3} / 6.6 = 26.2 \rightarrow 400\text{A}$

但し、 kVA_{H10} : 所内変圧器容量 = 300 kVA ((d)項参照)

定格遮断電流 : $I_s = I_0 / Z_s = 26.2 / 0.0176 = 1,488\text{A} \rightarrow 8\text{kA}$

但し、 Z_s : 当該箇所における等価インピーダンス (1.76%と想定)

4) 所内変圧器:HTrB..... 1台

屋内型 H 種乾式 300 kVA 6.6kV/400V-230V Δ-Y

定格容量： $kVA_{H10} = kVA_g \times n \times C_H = 1,700 \times 2 \times 0.08 = 272 \rightarrow 300 \text{ kVA}$

但し、 C_H ：所内率（8%と想定）

5) 6.6kV 電力ケーブル 1式

主回路用に次のとおり電力ケーブルを敷設する。

発電機～水車発電機制御盤 6.6kV CVT ケーブル 38 mm^2 $10\text{m} \times 2 = 20 \text{ m}$

発電機～同期遮断器 6.6kV CVT ケーブル 38 mm^2 $40\text{m} \times 2 = 80 \text{ m}$

主変 1 次遮断器～主要変圧器 6.6kV CV ケーブル 1c 150 mm^2 200m

別途 所内機器の電源用ケーブルを敷設する必要がある。

(8) 低圧回路

所内変圧器の 2 次側端子（低圧側）から接続される低圧の 3 相 400V 回路、及び単相 230V 回路を通じて、次の設備を設置する。

1) コントロールセンター 2組(ユニット方式)

水車発電機に関する主要補機（電動機）の制御盤で、各補機毎に 配線用遮断器、電磁接触器、切替開閉器、保護継電器、表示装置、電流計、動作時間計 等を装備したものとす。

2) AC 電源装置 1組

発電所全体（屋外変電所及びダムを含む）で必要な AC 電源（コントロールセンターを除く）を供給するもので、種別・供給先別に配線用遮断器を通して供給する。

なお、全発電機が停止して 発電所が全停となった状態にも稼動が必要な重要ふかで非常用予備電源に接続する負荷は専用の回路に接続する必要がある。

3) DC 電源装置 1組

発電所全体（屋外変電所及びダムを含む）における制御・保護、初期励磁、通信設備等で必要な DC 電源を供給するもので、次の装置を包含する。

(a) 整流器 1組

整流器は、出力電圧： $V_{rec} = DC100V$ とし、その出力は次のとおりとする。

整流器出力： $P_{rec} = P \times C_H \times C_{DC} = 3,400 \times 0.08 \times 0.05 = 12 \rightarrow 15 \text{ kW}$

但し P : 発電所出力 3,000 kW

C_H : 所内率 8%と想定

C_{DC} : 直流負荷率 5%と想定

(b) 蓄電池 1組

蓄電池は無保守が可能で長寿命の2次電池で、全体としてDC 100Vとなる構成とし、その容量は次のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{蓄電池容量} : P_{bat} &= P_{rec} \times 1000 \times C_{bat} / V_{rec} \times C_{10} \\ &= 15 \times 1000 \times 0.3 / 100 \times 10 = 450 \rightarrow 500 \text{ Ah} \end{aligned}$$

但し、 C_{bat} : 蓄電池負担率 30%と想定

C_{10} : 10時間率換算係数 = 10 h

4) 電線ケーブル類 1式

発電所全体（屋外変電所及びダムを含む）に設置する、低圧電源ケーブル、制御ケーブル、通信線等は次のとおりとする。

- ・低圧電源ケーブル 600V CV ケーブル 仕様、数量は詳細設計で決定
- ・制御ケーブル CVV、CVVS ケーブル 仕様、数量は詳細設計で決定
- ・通信ケーブル CPEV ケーブル 仕様、数量は詳細設計で決定

4.3.2.4 主要変圧器

本項では、発電所で発生した電力を昇圧し、送電するために、屋外変電所に以下の設備を設置する。屋外変電所位置は発電所に隣接した位置とし、189 m²の広さとする。

(1) 主要変圧器本体

2台の発電機で得られた電力を長距離の送電に必要な高電圧に変換するために、三相の主要変圧器を1台設置する。

1) 定格出力

主要変圧器定格容量 : kVA_{tr} は次式により計算される。

$$kVA_{tr} = kVA_g \times n = 1,700 \times 2 = 3,400 \text{ kVA}$$

但し、発電機定格容量 : kVA_g = 1,700 kVA

発電機台数 : n = 2台

2) 定格電圧

1次側（低圧側）巻線の定格電圧は、発電機の定格電圧 : $V_g = 6.6 \text{ kV}$ に合わせる。

2次側（高圧側）巻線の定格電圧は、送電線の定格電圧 : $V_L = 33 \text{ kV}$ に合わせる。

なお、送配電線の運用状況にあわせて最適な電圧に設定するため、高圧側（2次側）

巻線には次に示す5種類の電圧タップを有するものとする。各タップ電圧は定格電圧の95%、97.5%、100%、102.5%、105%とする。

3) 結線方式

主要変圧器は三相であり、下記の条件を考慮して1次側（低圧側）は三角（デルタ）結線、2次側（高圧側）は星形（Y、スター）結線とする。

- ・ 零相及び3の倍数の高調波を移行させないようにするため、どちらか一方は三角（デルタ）結線とする。
- ・ 送電線の負荷端は三角（デルタ）結線であり中性点がない。そのため送電線の地絡故障を検出するためには、送電端である発電所引出側は中性点を有する星形（Y、スター）結線とする必要がある。

4) 冷却方式

部品数が少なく信頼性の高い屋外形油入自冷式：ONANとする。

5) ブッシング CT の採用

主要変圧器の2次側（高電圧側）は、33kVの高電圧であるため、次のCTを内蔵するブッシングCTを採用して機器数を低減し、信頼性低下を阻止するものとする。

- ・ 電流比 100 / 5A 定格負担 40 VA

$$1 \text{ 次電流} : I_1 = \text{kVAttr} / \sqrt{3} / V_2 = 3400 / \sqrt{3} / 33$$

$$= 59.5 \rightarrow 100 \text{ A}$$
 但し、主要変圧器定格容量：kVAttr = 3,400 kVA
 主要変圧器2次電圧：V₂ = 33 kV

(2) 中性点接地設備

送電線における地絡故障電流を検出するため、シンプルで最適と考えられる高抵抗器を中性点接地設備として設置する。抵抗値については、送電線の定格電圧が33kVであることを考慮し、次の検討式に基づき中性点接地抵抗：R_{NTR} = 750Ωとする。

$$\text{中性点接地抵抗} : R_{NTR} = V_L \times 1,000 / \sqrt{3} / I_N' = 33 \times 1,000 / \sqrt{3} / 30$$

$$= 635 \rightarrow 750\Omega$$

但し、送電線の定格電圧：V_L = 33 kV
 地絡電流の目標値：I_N' = 30 A

中性点接地回路には地絡電流検出用の変流器（1台、30/5 A、40VA）を設置する。

(3) 油流出防止設備

主要変圧器は油入式であるため、主要変圧器の重大故障時においても内蔵する絶縁油が流出することが無いよう、主要変圧器周囲の下部に絶縁油流出防止ピットを設置する。

(4) 33kV 回路

主要変圧器 2 次側（高圧側）端子から送電部門との責任分界点である第 1 号電柱上の最上部腕金までの主回路に次の機器を接続する。

1) 線路側遮断器:CB 01.....1 台

屋外型真空遮断器 36kV、600A、16kA

定格電流 : $I_0 = kVA_{tr} / \sqrt{3} / V_L = 3400 / \sqrt{3} / 33 = 59.4 \rightarrow 600 \text{ A}$

定格遮断電流 : $I_s = I_0 / Z_s = 59.4 / 0.25 = 238 \text{ A} \rightarrow 16 \text{ kA}$

但し Z_s : 当該箇所における等価インピーダンス (25%と想定)

2) 線路側断路器:LS 1.....1 台

屋外型 3 極単投式断路器 接地機構付 36kV、600A

定格電流 : $I_0 = kVA_{tr} / \sqrt{3} / V_L = 3400 / \sqrt{3} / 33 = 59.4 \rightarrow 600 \text{ A}$

3) 計器用変圧器3 台

屋外用コンデンサ分圧形計器用変圧器 $33/\sqrt{3} \text{ kV} / 110/\sqrt{3} \text{ V}$ 、100 VA

4) 避雷器.....3 台

屋外用 42 kV、10 kA

4.3.2.5 諸設備

発電所（屋外変電所、ダムを含む）全体に関連する電気機械設備で、前述の水車、発電機、主要変圧器のいずれにも該当しないものとして、次の設備を設置する。

(1) 天井クレーン

発電所の建設時、及び水車・発電機等の分解点検時等において発電所建屋内で重量物の吊上げ、移動をするために天井クレーンを 1 基設置する。定格仕様については、詳細設計で見直す必要があるが、概略、次のとおり想定する。

- 形式 : ホイスト式 天井クレーン
- 数量 : 1 基
- 定格荷重 : 7 t

- 吊上げ高さ : -3.00 m ~ +6.00 m (F1 階 : EL. 1,394.00 m 基準)
- 走行スパン : 30.0 m
- 横行スパン : 20.0 m
- クレーン梁高さ : EL. 1,401.00 m

(2) 非常用予備電源 : EG

発電所（屋外変電所、ダムを含む）全体において、水車発電機が全停しても必要な重要負荷に電源供給するための非常用予備電源 1 台を設置する。

定格仕様については、詳細設計で見直す必要があるが概略次のとおり想定する。

- 形式 : セルモータ起動式 ディーゼルエンジン発電機
- 数量 : 1 台
- 定格容量 : 25 kVA
- 定格電圧 : 400-230 V (3 相 4 線式)
- 定格容量 : $kVA_{EG} = kVA_g \times n \times CH \times CEG$
 $= 1700 \times 2 \times 0.08 \times 0.1 = 27.2 \rightarrow 30 \text{ kVA}$

但し、発電機容量 : $kVA_g = 1,700 \text{ kVA}$
 所内率 : CH 8%と想定
 重要負荷率 : CEG 10%と想定

(3) 所内排水設備

発電所内の漏水を集約し、必要に応じて自動的に発電所外部へ排水する設備を設置する。

必要な装置、数量次のとおりである。定格仕様については、詳細設計で検討する。

- 所内排水ピット : 1 式
- 水位検出装置 : 1 式
- 所内排水ポンプ（常用機） : 1 台
- 所内排水ポンプ（予備機） : 1 台 非常用予備電源切替回路からの受電とする。

(4) 接地網

発電所（屋外変電所、ダムを含む）全体の雷撃対策として、発電所、及び屋外変電所において公称断面積 50 mm^2 以上の裸硬銅線による接地網を構築すると共に、相互の設置網を同様の電線により連接接地する。

- ダム設備についても同様の接地を行う。

(5) 通信設備

屋外変電所 通信機械室には Andulo 郡都にある保守要員本部内を親局とする電話設備の子局が設置される（送配電部門で施工）。

送受機、またはページング設備を次の場所に設置する。

- | | | |
|----------------|-----------------------|-----|
| 1) 送受機 設置場所 | : ① 発電所総合監視制御盤の近傍 | 1 台 |
| | ② 屋外変電所通信機械室内 | 1 台 |
| 2) ページング設備設置場所 | : ① 発電所内（水車発電機付近をカバー） | 1 式 |
| | ② 屋外変電所（構内全域をカバー） | 1 式 |
| | ③ 取水ダム（ダム水位計付近をカバー） | 1 式 |

4.3.3 送配電設備

4.3.3.1 基本条件

EDEL やその配電向け建設業者にヒアリングした結果を基に基本条件を整理する。なおコスト削減の観点から資機材調達面では極力現地で使用されている配電設備用製品を使用する。

(1) 適用基準・規格

現在「ア」国内の殆ど独自基準はなく下記のような国際的規格（IEC：International Electrotechnical Commission）やポルトガル国エネルギー省制定の配電設備基準を用いており基本的にこれらに準拠する。

- 1) Manual de Equipamentos Eléctricos João Mamede Filho LTC (Br)（ブラジル国発行版 IEC 基準書）
- 2) Edição DGE do Regulamento de Segurança de Linha Eléctricas de Alta Tensão（ポルトガル国エネルギー省発行）

(2) 使用周波数・電圧

「ア」国における使用周波数は 50Hz、配電電圧は 59 kV 以下と定義され、30 kV 高压配電線、15 kV 中圧配電線、400V-230V 低圧配電線が使用ある。送配電ルート上の道路距離は約 42 km あるため、電圧降下を考慮した配電電圧の検討を行う。

「ア」国首都ルアンダでは 30 kV または 15 kV の 3 相 3 線式で配電されており、本計画でもこれらに準拠する。

(3) 電圧変動許容範囲

「ア」国では、電圧変動率に対する規定は表 4.3-4 の通りであり、許容値内に収める必要がある。

表 4.3-4 「ア」国の国家配電システムの電圧変動許容範囲(電力品質)

種別	配電定格	電圧変動率 (%)
高圧／中圧配電系統	30 kV／15 kV	±5
低圧配電系統	400 V－230 V	±5

(4) 供給範囲

- ・本計画では発電所周辺の最も大きな町である Andulo 郡都を最終需要地とする。
- ・ただしそのルート沿いにある Chicumbi 村の教会、小学校ならびに病院までの低圧配電設備と、発電所に近い Muenga 村には柱上変圧器までを設置し必要な電力供給を行う。

1) 配電ルート

Cutato 川地点からの需要地までの配電ルートは、地雷、村民の立ち退き、畑や森林の伐採などの社会環境への影響を総合的に判断して既設道路沿いと発電所アクセス道路沿いに計画する。GPS 測定した結果を表 4.3-5 に、高圧配電ルートを添付図面 T-001 に示す。

表 4.3-5 高圧配電ルート案

Cutato – Andulo 30kV Distribution Network Plan by GPS Sampling					
Site Name or Sampling Point No. (Corner or Cross point)	GPS (South) Reference	GPS (East) Reference	Rout Road Distance (m)	Proposed line Distance (Sub Total)	Proposed Installed Pole Tr Capacity (kVA)
Sub station(S/S)	11°18.688	16°28.688	0	0	(Step Up TR 3,400)
A1	11°19.373	16°29.413	1,400	1,400	Non
A778	11°18.699	16°30.544	2,200	3,600	Non
A765	11°18.959	16°31.123	1,120	4,720	Non
Muenga	11°19.174	16°31.385	730	5,450	3φ100
A767	11°19.125	16°31.819	1,000	6,450	Non
A770	11°20.952	16°32.994	4,220	10,670	Non
A772	11°18.688	16°28.929	1,500	12,170	Non
A773	11°22.146	16°33.870	1,100	13,270	Non
A776	11°24.440	16°38.575	4,260	17,530	Non
A777	11°25.395	16°33.602	1,780	19,310	Non
A781	11°27.197	16°35.251	4,630	23,940	Non
A782	11°27.867	16°35.425	1,000	24,940	Non
Chicumbi	11°18.959	16°31.123	3,150	28,090	3φ250
A786	11°28.575	16°37.971	4,430	30,590	Non
A787	11°29.115	16°39.099	3,100	33,690	Non
A788 (Small River)	11°28.981	16°39.516	660	34,350	Non
A789	11°28.562	16°40.021	2,080	36,430	Non
Andulo (West market)	11°28.796	16°40.615	1,000	37,430	
Andulo (Center 5R cross)	11°29.096	16°47.573	2,000	39,430	
Andulo (Governor office)	11°29.1	16°42.3	500	39,930	
Andulo (DG station)	11°29.178	16°42.391	2,000	41,930	
Andulo (Airport)	11°29.105	16°42.609	400	41,830	
30kV network end	-	-	-	41,830	-

Andulo郡都内の変圧器はFS対象外。配電線巨長は道路距離に弛度を1割程見込み46kmとする。

2) 低圧配電ルート

Chicumbi 村での教会、小学校、病院までの低圧配電ルートも、既設道路沿いに計画する。GPS 測定した結果を表 4.3-6 に、低圧配電の距離を添付図面 T-003 に示す。道路沿いの電柱の中で各需要地の負荷の中心に近い電柱に柱上変圧器を設置し、低圧 400-230V の 3 相 4 線式で、建物の配電盤に配電する。

表 4.3-6 低圧配電ルート案

Chicumbi 400-230V Distribution Network Plan by GPS Sampling					
Site Name or Sampling Point No. (Corner or Cross point)	GPS (South) Reference	GPS (East) Reference	Rout Road Distance (m)	Proposed line Distance (Sub Total)	Proposed Installed Pole Tr Capacity (kVA)
Chicumbi (Pole TR point)	11°18.959	16°31.123	0	0	(3φ250)
(Church, School, Hospital)	(11°28.683)	(16°34.709)	1,300	1300	Non
(House hold)	(11°29.036)	(16°35.270)	200	1500	Non
400-230kV network end	-	-	-	1,500	

Chicumbi村の変圧器は再掲。

(5) 配電用変圧器容量

高圧配電ルートの GPS 確認箇所に沿って配電柱を配し、Muenga、Chicumbi の各一箇所の柱上に変圧器を設置するにあたり、以下のヒアリングやアンケート結果を参考に配電用変圧器容量を検討する。ただし柱上に搭載可能な変圧器容量は最大で 250 kVA である。

なお不等率は一般的な値 1.25 を採用した。

a) Andulo 郡(郡政府より聴取)

- ・人口は Muenga 村 5,800 人、Chicumbi 村 4,810 人、Andulo 郡都 142,712 人
- ・Andulo 郡都は 10 年後に約 20 万人 (約 1.5 倍) と推定
- ・1 戸世帯の平均 6~10 人家族
- ・郡都内の 1 軒当りピークは 150 W (ただし変圧器容量の算出には将来の需要増を考慮して 500W を想定)
- ・郡都以外の各村は 1 軒当りピーク 100 W (ただし変圧器容量の算出には将来の需要増を考慮して 200 W を想定)
- ・経済調整省からの情報によれば当初の電力需要は電化後 2~3 年で 2~3 倍に増加するとのこと

b) Chicumbi 村(教会牧師より聴取)

- ・現在はディーゼル 1 台 40 kW を所有
- ・将来は需要が伸びて 200 kW と想定

4.3.3.2 送配電線

「ア」国の電圧基準や供給方式に則り、本プロジェクトは表 4.3-7 に示す供給方式とする。

表 4.3-7 本プロジェクトの供給方式

種別	配電定格	供給方式
高压配電系統	30kV	3相3線式
低压配電系統	400V-230V	3相4線式

以降、送配電線、送電は以降、配電線、配電と表すことにする。

(1) 高压配電線

各種検討した結果、以下の基本仕様とする。

配電線用電線：鋼心入りアルミより線（ACSR）
電線サイズ：120 mm ²
配電電圧：30 kV
配電線互長：46 km
供給方式：3相3線式×1回線

以下に基本仕様を選定した根拠を示す。

1) 配電電圧

- 配電電圧と配電線互長との経済性を考えた関係式を示す（Alfred Still 実験式）。

$$\text{配電電圧} = 5.5\sqrt{(0.6 \times \text{配電線互長 km} + 0.01 \times \text{配電電力 kW})}$$

上記より Andulo 郡都までの配電線互長 46 km と配電電力 3,000 kW の場合 41 kV が適している。

この電圧に近く、経済性を考え、30 kV での配電電圧について検討をする。

- また、長距離配電の観点から、配電系統の電圧降下を抑えることが必要である。

本プロジェクトの高压配電系統のように、需要地の末端に負荷が集中し、大きくなればなるほど、電圧降下度合いは大きくなる。以下に末端集中負荷時の場合の電圧降下式を示す。

$$\text{電圧降下 (v)} = K * I * \text{reg} * L$$

K : 係数、3相3線式は $\sqrt{3}$

I : 電流 (A)

reg : 電圧変動 = $r \cdot \cos\theta + x \cdot \sin\theta$

r : 配電線抵抗 (Ω)

x : 配電線リアクタンス(Ω)

θ : 位相角

$\cos\theta$: 力率

L : 電線亘長 (km)

配電電圧 30 kV、電線サイズ 120 mm²を採用し、末端負荷終端（Andulo 郡都を想定）に 2,500 kW の負荷（途中で 500 kW ほど消費されると仮定）、配電線恒長 46 km、力率 0.85 を想定し計算した場合、4%程の電圧降下となる。

以上より、電圧変動範囲内（±5%）に収まり、コスト低減となる 30 kV を配電電圧とする。

2) 配電線種と電線サイズ

- 配電線恒長 46 km で、対応負荷 10 MW までを考慮すると、アルミアロイ電線（AAAC : All Aluminium Alloy Conductor）もしくは、鋼芯アルミより線（ACSR : Aluminium Conductor Steel Reinforced）120 mm²の配電線による配電が考えられる。

表 4.3-8 配電線の電圧、距離および配電容量

配電電圧	配電可能距離 (半径 km)	配電線容量 (MW)	使用電線 (mm ²)	参考、電線損失 (%)
15 kV	25	2~3	AAAC120	3.2
30 kV	70	10	AAAC120/ ACSR120	3.2
30 kV	70	20	ACSR210	2.8

- 配電線の線種とサイズの決定

本プロジェクトでは、現地での電線入手の容易性、将来の送電容量増に対応でき、長径間の電線敷設の可能な、鋼芯アルミより線（ACSR120）を採用する。

- 配電容量の裕度について（電線容量のチェック）

ACSR 120 mm²を採用した場合、最大配電電流値は 370 A で、仮に 10 MW 対応の電流が流れたとしても 193 A しか流れないため、十分な配電容量を保有していることになり、将来の配電線容量の増強には約 1.8 倍の供給裕度を持っている。

$$\text{送電電流} = 10 \text{ MVA} / (\sqrt{3} * 30 \text{ kV}) = 192.46 \text{ A} < 370 \text{ A (90°C 時の最大電流値)}$$

また、Cutato 川発電所地点から Andulo 郡都へ向かう道路沿いに配電線を敷設するため、将来の更なる住宅や工業団地等の建設等に伴う需要増にも対応でき、将来の発電所の増加や他の配電系統との連系など行った際に、ある程度容量的に裕度のある配電線としておくことが望ましい。

- 短絡電流について（配電線短絡時の過電流のチェック）

主要変圧器 2 次側直近における相間短絡事故時に最も厳しい過電流が流れるが、

これと柱上変圧器 2 次側短絡の場合、配電線の相短絡も含めた場合と 3 通り計算し、今後詳細設計で各保護制定値に反映される。

- 1) 変電所の変圧器 2 次側短絡 : 3.96 kA (30 kV base)
- 2) 柱上変圧器の 2 次側短絡 : 10.2 kA (30 kV base)
- 3) 配電線における相短絡 (中間距離) : 0.9 kA (30 kV base)

計算条件としては、ASCR 120 mm²を採用し、R0.273*X0.323 (Ω/km) とし、変圧器の%インピーダンス 5% (柱上変圧器 4%)、配電線の中間距離 23 km にて全相短絡とした。

(2) 配電線用支持物 (電柱と碍子类)

各種検討した結果、以下の基本仕様とする。

配電用装柱	: 鉄骨モルタル吹付装柱 (推定)、14 m 以上
碍子	: 最高使用電圧 36 kV 対応品
相間距離	: (詳細設計にて決定)
装柱間隔	: 30 kV の場合 135 m 間隔 (「ア」標準)
その他	: 碍子はアークホーン付

以下に基本仕様を選定した根拠を示す。

1) 配電用装柱

「ア」国では、既にルアンダ市内でよく使われている装柱を採用する。装柱や腕金の種類は、EDEL が一般的に用いているものを選定する。

なお 14 m の装柱は、「ア」国の 30 kV 配電に標準的に用いているとのことであり、建設ルート上には 1 ヶ所小さな河川を横断する以外、特に大きな障害はない土地であり、運搬面やコストも考慮し、「ア」国の標準のものを採用する。

2) 碍子 (懸垂ならびにラインポスト)

「ア」国では懸垂碍子は最高電圧 12 kV / 枚のものを採用し、配電電圧が 30 kV の場合、枚数は 3 枚で 36 kV 対応とする。また耐雷対策として 30 kV ではアークホーン付碍子が多く使われており、これを採用する。ラインポスト碍子も 36 kV のものを採用する。

3) 架空線の相間距離

「ア」国標準では 30 kV は 60 cm 以上とのことであったが、相間距離の設計は、詳細検討段階にて各種装柱設計の更なる検討を行う。

4) 装柱間隔

「ア」国標準としては、30 kV の場合 135 m 間隔が標準とされていて、実際の設計では設置によって径間の長短があるので、現段階では配電線亘長から装柱の標準間隔で割った単純計算による電柱の本数検討までとし、詳細設計時に具体的位置を決定する。

(3) 柱上変圧器

1) 変圧器の容量

前述の基本条件に沿って現在における必要な配電用変圧器の合計容量を算定する。

<現在の電力消費量と変圧器容量の推定>

- ・ 合計で 11,523 kVA の容量が必要となる。
- ・ 不等率：1.25、力率：0.85、一軒あたりの電気の使用量を Muenga 村、Chimonga 村、Chicumbi 村各 200W、Andulo 郡都は 500W とすると、

需要地域	人口	電力消費量 (kW)	必要変圧器容量 (kVA)
Muenga	5,800人/6 × 0.2kW =	193	193/1.25 ÷ 0.85 = 181
Chimonga	5,000人/6 × 0.2kW =	167	167/1.25 ÷ 0.85 = 157
Chicumbi	4,810人/6 × 0.2kW =	160	160/1.25 ÷ 0.85 = 150
Andulo郡都	142,712人/6 × 0.5kW =	11,892	1,1892/1.25 ÷ 0.85 = 11,192
Sub total	158,322人		11,680 kVA

一方 10 年後を推定すると、10 年後の人口は Andulo 郡都でのヒアリングした増加予測 20 万人と、他でも 1.5 倍に人口増加すると仮定して消費量を想定する。

<10 年後の電力消費量と変圧器容量の推定>

- ・ 合計で 16,182 kVA の容量が必要となる。
- ・ 不等率：1.25、力率：0.85、一軒あたりの電気の使用量を Muenga 村、Chimonga 村、Chicumbi 村各 200W、Andulo 郡都 500W とすると、

需要地域	人口 (人)	電力消費量 (kW)	必要変圧器容量 (kVA)
Muenga	5,800 × 1.5/6 × 0.2kW =	290	290 /1.25 ÷ 0.85 = 272
Chimonga	5,000 × 1.5/6 × 0.2kW =	250	250 /1.25 ÷ 0.85 = 235
Chicumbi	4,810 × 1.5/6 × 0.2kW =	240	240 /1.25 ÷ 0.85 = 225
Andulo郡都	200,000/6 × 0.5kW =	16,666	16,666 /1.25 ÷ 0.85 = 15,685
Sub total	237,483人		16,417 kVA

2) 変圧器の仕様

1) 項で算定した容量を基に FS の対象範囲となる Muenga 村、Chimonga 村、Chicumbi

村に設置する配電用変圧器の仕様を決定する。

なお、標高は1,600 m 程あり 1,000 m を越すため、ブッシング等は気中絶縁に対する配慮が必要となるが相手国では配電に関しては特に考慮はしていないとのことであった。しかし、閃絡電圧が高地では低くなる恐れがあるので、安全サイドの仕様とする必要がある。

(a) Muenga 村、Chimonga 村について

設置する柱上変圧器の基本仕様は表 4.3-9 の通りとする。

10 年後の変圧器の必要容量 272kVA、235kVA を考慮し、変圧器容量を考えると、300 kVA が最適とする。

表 4.3-9 柱上変圧器基本仕様

型 式	3 相、屋外式、油入、自冷式、 Δ -Y 結線
容 量	100kVA × 3 台
定格電圧	一次側：30kV 二次側：400-230V
使用条件（標高）	1,000m 以上

(b) Chicumbi 村について

設置する柱上変圧器の仕様は表 4.3-10 の通りである。

10 年後の変圧器の必要容量 225kVA を考慮し、また、ここには教会、病院、小学校があるので、それらの容量を考慮して、300 kVA とする。

表 4.3-10 Chicumbi 村 柱上変圧器基本仕様

型 式	3 相、屋外式、油入、自冷式、 Δ -Y 結線
容 量	100 kVA × 3 台
定格電圧	一次側：30kV 二次側：400-230V
使用条件（標高）	1,000m 以上

(c) Andulo 郡都について

Andulo 郡都内の配電線の敷設は本 FS 対象外としているため、設置は「ア」国政府の範疇とする。

(3)項の 1)項より力率 0.85 として容量換算すると、10 年後の需要対応で、最低 16,000kVA 程度必要となる。

(4) 避雷器

配電線敷設地点の標高は 1,600 m の高地であるため、雨季には雷雨があることから、避雷

器を設置する。

避雷器の仕様は最高電圧 42 kV とし、設置間隔は 200～300 m 毎とし電柱上に設置する。

(5) 保護装置

地絡などの事故発生時に遮断するよう、配電線と変圧器を保護するために、柱上変圧器の高圧 1 次側にフューズ付のカットアウトスイッチと、低圧 2 次側に配電用遮断器の保護装置を設置する。

(6) 低圧配電線

基本仕様としては下記とする。

線種	: AAC
電線サイズ	: 250 mm ²
送電電圧	: 400–230V
配電線互長	: 1.5 km
供給方式	: 3相4線式×1回線
支持物	: 支持物の高さならびに間隔については、詳細設計による。

(7) 電力量計

CDM に関連し、発電所の運転開始以降、需要側の消費電力量を測定することが必要なため、Muenga、Chicumbi の柱上変圧器を搭載した電柱の下部に電力量計を設置する。

なお、本 FS では、Andulo 郡都他の電力量計は配電線や柱上変圧器などと同様に供給対象外としていて、「ア」国政府が設置するものとする。

4.3.4 地雷対策工事

(1) 地雷対策工事の実行組織

1) 地雷調査・除去時の全般統制組織

前出 4.2.7 節にて述べたように水力発電所建設予定地並びに資材運搬及び送電ルート of Andulo 都～Chicumbi 村～Chimonga 村～Muennga 村～Cutato 川流域（水力発電所建設予定地）の間（この間を地雷対策に関する計画では「送電ルート」と呼称）は、詳細な地雷汚染地図もなく、地雷現地実地調査も実施していないので、地雷の存在を否定出来ない。また、Lobito（資材積上港）～AltoHama～Cuito～Andulo～Chicumbi 間の資材運搬経路上で、橋梁の改修または補強をする場合も同じである。このような地域においては、「自分の身は自分で守る」を大原則にして土木工事を始める前に地雷汚染の状況を調査し、除去する必要がある。地雷・不発弾の調査・除去を INAD に発注する場合は、それらを監督指導できる専門家を要時要点に派遣して確認する必

要がある。その時の地雷調査・除去時の全般統制組織は図 4.3-10 のとおりである。

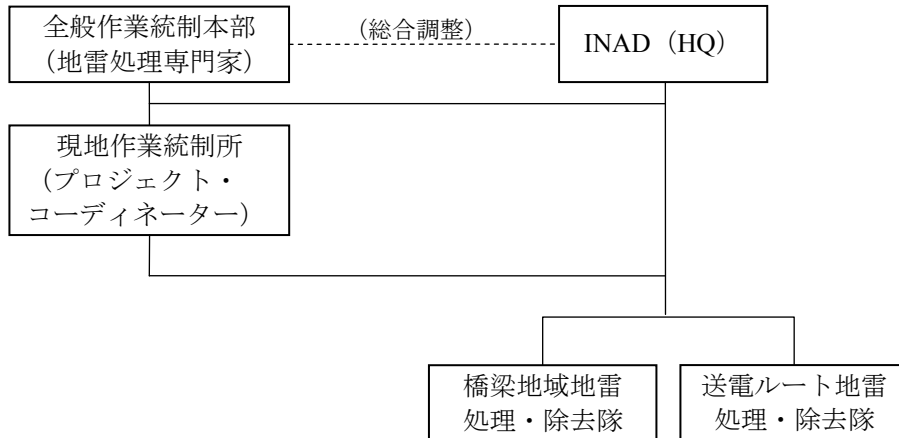


図 4.3-10 地雷調査・除去時の全般統制組織

2) 全般作業統制本部の編成

全般作業統制本部の組織は、「地雷処理専門家」を長として、本部に「日本語ーポルトガル語通訳」及び役務車両（操縦手付）1 両を、現地作業統制所に現地スタッフの「プロジェクト・コーディネーター」及び役務車両（操縦手付）1 両を配置する。

3) 橋梁地域地雷調査・除去隊の編成

作業の企画・調整・指揮・調整する「プロジェクト・コーディネーター」を長として、その編成は、図 4.3-11 である。

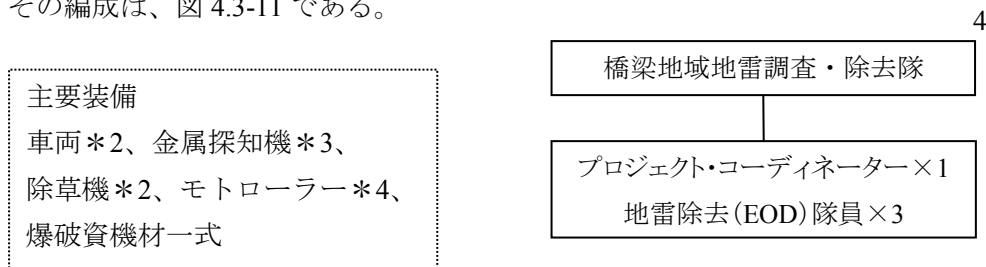


図 4.3-11 橋梁地域地雷調査・除去隊の編成

4) 送電ルート地雷調査・除去隊の編成

送電ルートの地雷を調査・除去する編成案には、機械力による地雷除去を実施する案と人力による地雷除去を実施する案の 2 案がある。Andulo 郡の現地は、地雷汚染の程度がかなり低いと見積もられているので、地雷除去より地雷調査を主として実施すべきと考える。よって、地雷の除去つまり安全確認を主とした人力による地雷調査の編成が効率的と判断する。

送電ルート地雷調査・除去隊の編成（案）は、図 4.3-12 のとおりである。

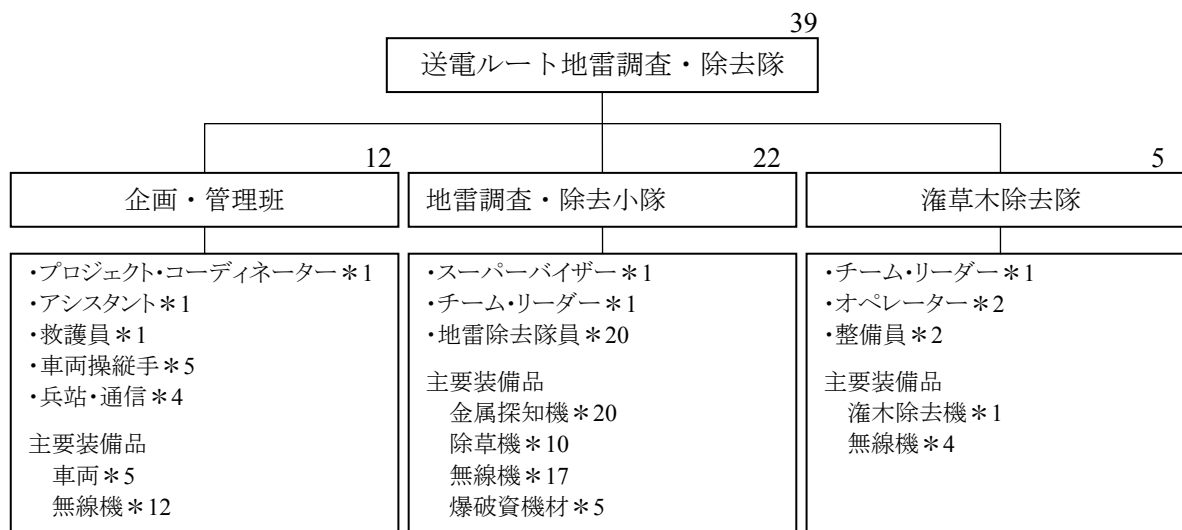


図 4.3-12 送電ルート地雷調査・除去隊の編成

(2) 地雷調査・除去所要面積の算定

1) 橋梁地域の地雷調査・除去所要面積

資機材積上港の Lobito 港から水力発電所建設予定地までの資機材搬入路のうち、Lobito～Alto Hama～Cuito～Andulo～Chicumbi 間は、既存の道路を使用することができる。しかし、その間の橋梁については、一部に 40 t クラスのセミトレーラーが通行できるように補強しなければならない橋梁が存在する。補強を必要とする橋梁の箇所数を 10 箇所と見積もる。1 箇所につき幅 30 m×奥行 100 m とすると、橋梁地域の地雷調査・除去面積は、30,000 m²となる。

2) 送電ルートの地雷調査・除去所要面積

Andulo～Chicumbi 間（距離 14 km）の送電線建設ために、既存道路の横に幅 2 m の整地を必要とし、その地域の地雷を調査し、除去する必要がある。よって、地雷調査・除去所要面積は、2 m×14,000 m = 28,000 m²となる。

Chicumbi 村～Chimonga 村～Muennga 村～Cutato 川流域（水力発電所建設予定地）間の既設道路（距離 29 km）は、狭く、重機材を運搬するには容量不足のため、既設道路の横に幅 5 m の道路を新設する。更にその新設道路の横に幅 2 m の送電ルートを整地する。よって、地雷調査・除去所要面積は、7 m×29,000 m = 203,000 m²となる。

さらに Site 仮設備用地（7,000 m²）の地雷調査・除去を必要とする。

送電ルートの地雷調査・除去所要面積の総合計は、238,000 m²となる。

4.4 施工計画・工程

4.4.1 基本条件

施工計画・工程計画の基本条件は、早期着工早期運転開始を目指したものとする。
工期的には電気機械工事が最長となるため、他の土木工事及び送配電工事は、電気機械工事工程をベースに工程に遊びが生じないように計画する。
また本体工事は、地雷対策工事完了後に実施する。

4.4.2 地雷対策工事工程

(1) 工程計画

1) 橋梁地域の地雷調査・除去

橋梁地域 1 箇所 の地雷調査・除去実作業所要日数を 2 日として、準備及び片付け・予備を考慮すると、所用月数は以下のとおりとなる。

州名	補強箇所数	準備日数	実施日数	片付け・予備	所要日数合計
Benguila	2 箇所	1 日	4 日	2 日	7 日
Huambo	3 箇所	1 日	6 日	2 日	9 日
Bie	5 箇所	1 日	10 日	5 日	16 日
合計	10 箇所	3 日	20 日	9 日	32 日

月稼働日数を 20 日とすると、所要月数は 1.6 ヶ月となる。

2) 送電ルート の地雷調査・除去

4.3.4.1 節に示した地雷調査・除去隊の編成及び作業所要面積に基づき、所要月数を算定する。

地雷除去隊員 1 人による 1 日当たり地雷調査・除去面積	$100\text{m} \times 1.5\text{m} = 150\text{m}^2$
地雷調査・除去隊(20 人)による 1 日当たり地雷調査・除去面積	$150\text{m}^2 \times 20 \text{人} = 3,000\text{m}^2$
1 週間当たり地雷調査・除去面積	$3,000\text{m}^2 \times 5 \text{日/週} = 15,000\text{m}^2$
地雷調査・除去に要する週数	$238,000 / 15,000\text{m}^2 = 16 \text{週間}$
準備・後片付け	作業開始前後の 1 週間

以上より、地雷調査・除去所要工期は、4.5 ヶ月間 (18 週間) となる。

(2) 工事工程表

橋梁地域及び資料運搬ルート の地雷調査・除去は平行して実施することとし、全体工期は 4.5 ヶ月となる。また、本対策は以下の工程により実施する。

月	1月目	2月目	3月目	4月目	5月目
全般作業統制本部 (地雷処理専門家) (プロジェクト・コーディネーター)	現地指導 ←→	(国内にて指導) ←-----→		現地指導 ←→	←→
橋梁地域の地雷調査・除去隊	←→	←→			
送電ルートの地雷調査・除去隊	←→				←→

4.4.3 本体工事工程

本体工事は、大きく土木工事、電気機械工事、送配電工事に分けられる。

(1) 土木工事

土木工事工程を立案する上での基本条件は、次の通りである。

- ① 電気機械工事以外の土木・送配電工事は、電気機械工事の設計、製作、輸送に必要な20ヶ月以内に完了することによって早期運転開始につなげる。
- ② 土木工事のうち河川工事は、河川流量の少ない時期に実施することとする。Cambambe地点流量(表4.1-3参照)を基に、Cutato川水力開発地点流量を算出すると図4.4-1の通りとなる。これより、河川工事の実施時期は、河川流量が比較的少ない5~1月(80 m³/s以下)とする。なお、その他の工事については工事実施期間に制限を設けない。

Cambambe 地点流域面積 121,470 km²
 Cutato川水力開発地点流域面積 9,400 km² (単位: m³/s)

月	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	平均流量
Cambambe 地点 平均流量	1,004.8	1,255.6	1,619.5	1,608.3	959.0	531.7	376.0	305.5	254.3	277.6	418.7	665.6	773.1
Cutato川水力開発地点 平均流量	77.8	97.2	125.3	124.5	74.2	41.1	29.1	23.6	19.7	21.5	32.4	51.5	59.8

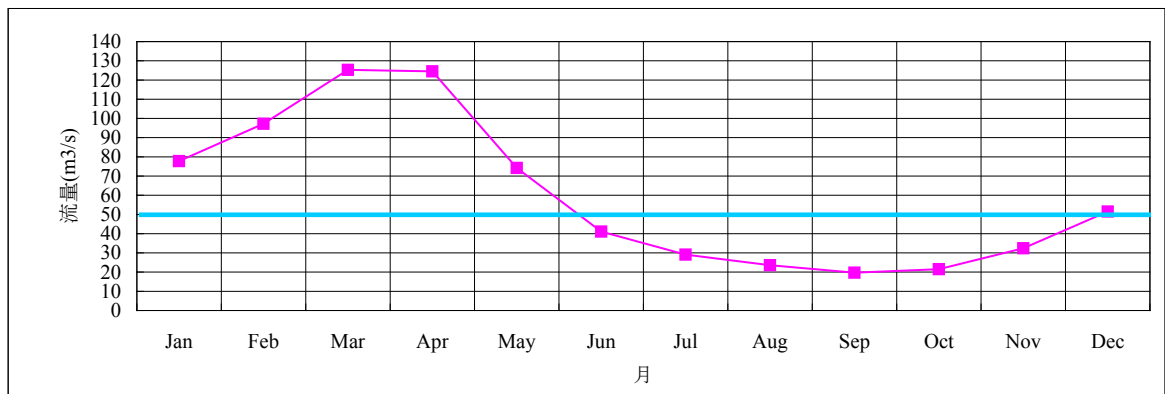


図 4.4-1 河川流量(Cutato 川水力開発地点)

- ③ 鋼製起伏ゲート、鉄管、ドラフトチューブの設計・製作・輸送に要する期間は、約1年である。したがって、これらの金物の設置は、契約から1年以上経過した時期とする。
- ④ ダムサイトの地形的特徴としては、河川の流路が大きく2つに分けられることが挙げられる。左分流側の構造物は、左岸取水堰のみであるのに対して、右分流側には、右岸取水堰、取水口、発電所、放水口など、数多くの構造物を建設する。工事区域は、河川切替えの行い易さから、左岸と右岸に分けて実施する。なお、工事は、工事量の多い右分流側側から行う。

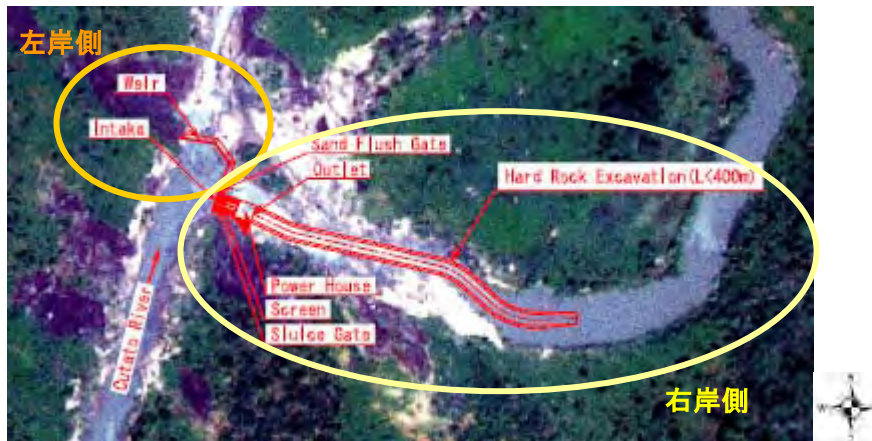


図 4.4-2 施工区域

以上の考え方に基づいた、土木工事の工程は、表 4.4-1 の通りとなる。

(2) 電気機械工事

電気機械工事に必要な期間は次の通りとなる。

－設計・製作・輸送	20ヶ月
－据付	3ヶ月
－試験・調整・運転指導	1ヶ月
合 計	24ヶ月

電気機械設備の工事には2年を要し、他の工事の工事量を勘案すると、本工事が全体工程上、クリティカルとなる。

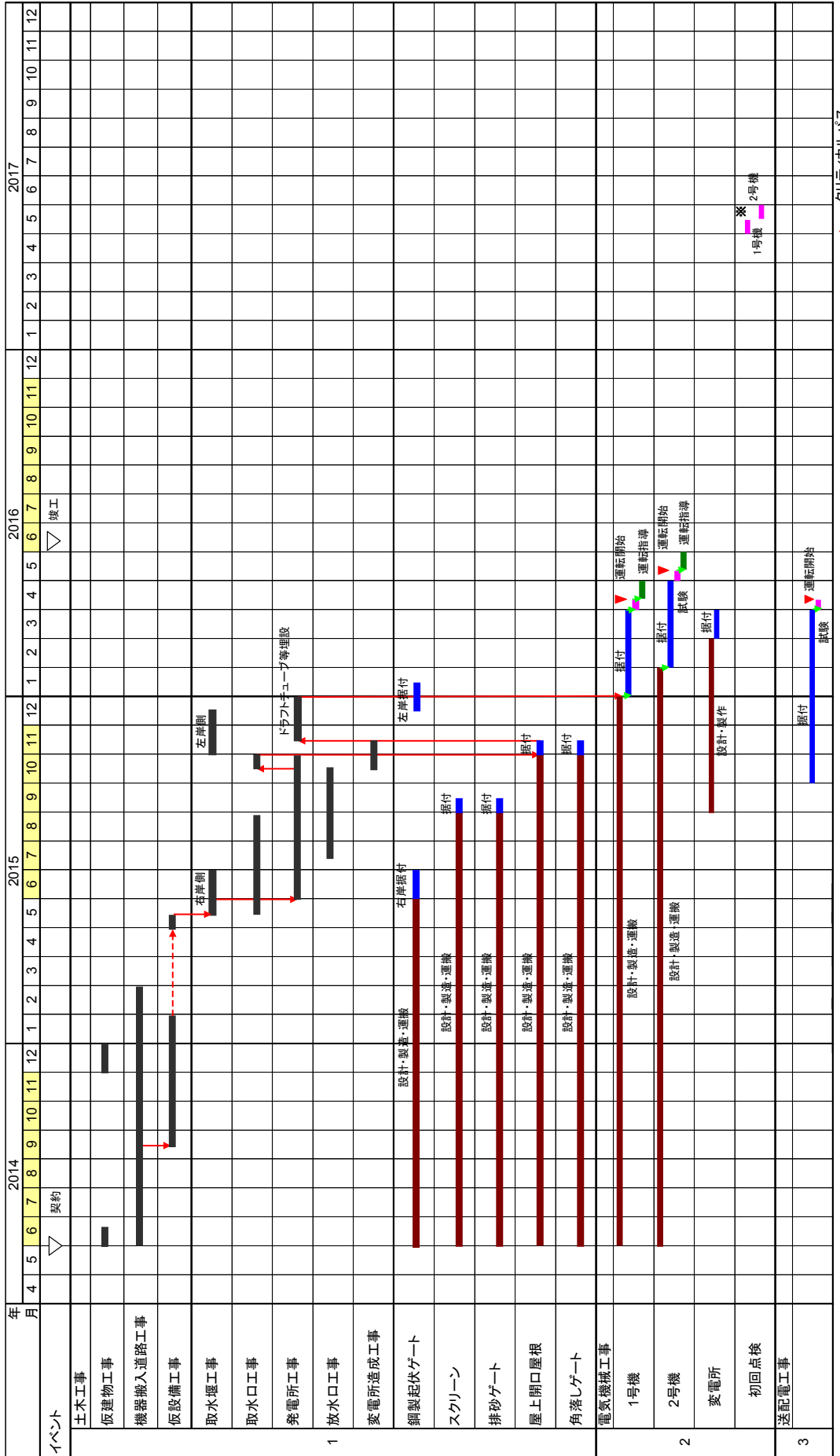
(3) 送配電工事

発電所の運転開始時期を目途に、送配電工事を完了するため、配電線の敷設、試験期間を合わせて、6ヶ月を工事期間とする。

(4) 本体工事工程

本体工事工程を表4.4-2に示す。

表 4.4-2 本体工事工程表



※ 運転開始 1年後に、(初回)分解点検と設備運用状況のフォローを行う。

4.5 プロジェクト実施計画

4.5.1 基本条件

プロジェクト実施計画策定のための基本条件を以下に整理する。

- L/A 調印時期は 2011 年 11 月末と仮定する。
- 調達手続きに要する期間は以下のとおりとする。

a) コンサルタントの選定	5 ヶ月	
b) 詳細設計	9 ヶ月	
入札書類作成、JICA 同意	4 ヶ月	2014 年 6 月 1 日
入札期間	3 ヶ月	本体工事着工
入札評価、JICA 同意	6 ヶ月	
契約交渉、JICA 契約同意、L/C 開設、L/Com 発行	3 ヶ月	
合 計	30 ヶ月	
- 原則として、先方政府への事前通報（プレッジ）以降に諸手続の開始を認める。

4.5.2 基本工程

基本工程は、4.4 節「施工計画・工程」に示す 2 工事（地雷対策工事、本体工事）と上述の基本条件を組合せたものとなる。基本工程を表 4.5-1 に示す。

表 4.5-1 に示したとおり、これらの 2 工事は詳細設計、入札図書までは同時に実施するが、入札以降は別々に取り組む。これによって、早期着工、早期運転開始が可能となる。

4.5.3 CDM 工程

4.2.8 節「CDM プロジェクト支援の考え」に基づき、工程計画を策定する。

(1) CDM の事前考慮

CDM プロジェクトの登録申請に当たっては、その事業の実施を意思決定する際に、CDM の便益が事業にとって必要不可欠であり CDM として実施することが事前に考慮されていたかがプロジェクトの追加性評価の主要な事項となる。

このため、本事業の実施においては、投資決定の段階から CDM を活用しない場合と CDM を活用する場合を比較し、本事業にとっての CDM の必要性を十分に検討しておくことが望まれる。

CDM理事会は“Guidelines on the Demonstration and Assessment of Prior Consideration of the CDM”¹¹にてCDMの事前考慮の実証及び評価方法を定めている。

この中で、新規プロジェクトに関しては、「2008年8月2日以降が開始日のプロジェクトについては、プロジェクト参加者がホスト国のDNA及びUNFCCC事務局に、プロジェクトの開始日から6 ヶ月以内に書面によってプロジェクトの開始とCDMを目指す意志について通知すること。プロジェクトの有効化審査を行う場合、DOEがそのような通知があることについてDNAまたはUNFCCC事務局から確認する。通知が確認できない場合、DOEは当該プロジェクトの意志決定においてCDMが真剣に考慮されなかったと判断する。」と規定している。

本事業の「プロジェクトの開始日」は、事業の実施が決定される日、即ち、日本政府と「ア」国政府の間でローン協定が締結される日と考えられる。

このため、日本政府と「ア」国政府の間でローン協定が締結された日から6 ヶ月以内に、「ア」国DNA及びUNFCCC事務局へ書面でプロジェクトの開始とCDMを目指す意志について通知を行わなければならない。

(2) PDD、PCN、PIN の作成

本事業の詳細決定の完了後、プロジェクトオーナーの責任の下で PDD 及び PCN、PIN の作成を行う。PDD の作成に当たっては、UNFCCC ホームページに掲載されている最新の小規模 CDM 用の PDD フォーマットと最新バージョンの方法論を利用し、PDD 作成ガイドラインに基づき正確に事業の内容を記載すること。PCN、PIN の作成については、「ア」国 DNA の定める様式に従うこと。

なお、別添として添付する本 FS 段階での情報に基づくドラフト PDD を参照できる。但

11 EB49 Report Anx22

し、本ドラフト PDD は FS 段階での情報を基に作成しており、内容には想定事項も含まれるため、今後、詳細設計及び環境影響評価の内容及び CDM 理事会での今後の決定事項に合わせて内容を更新しなければならない。

(3) 「ア」国政府承認レターと日本政府の承認レターの取得

本事業のホスト国である「ア」国の DNA 及び投資者として想定される日本国政府の承認レターを取得しなければならない。

「ア」国政府の承認プロセスについては 4.2.8 節(2)項を参照すること。

また、本事業は日本政府の円借款事業であるため、CDM の承認レターと同時に日本政府から本事業に投入される資金が ODA の流用ではなく資金的義務とは別であることを確認したレターも取得しなければならない。

(4) 有効化審査 (Validation) の実施

PDD の完成後、プロジェクト参加者 (プロジェクトオーナーあるいはクレジット購入者) は適切な DOE を選定し、有効化審査を依頼し、PDD を DOE へ提出する。

PDD は DOE により CDM としての要件が満たされていることを確認された後、ウェブ上で全文が公開され、30 日間、締約国、利害関係者、認定された NGO 等からのパブリックコメントを受け付ける。

パブリックコメントの後、DOE は現地及び机上審査を通して、で本事業が京都議定書並びに CDM 理事会の定める各種規定や要件に符合しているかを確認し、審査内容を Validation Report として CDM 理事会に提出及び一般公開する。

(5) 登録申請

UNFCCC 事務局への登録申請手続きは DOE を通して実施される。

申請された書類は、UNFCCC 事務局により、コンプライアンス・チェックと情報・報告チェックが行われ、それらを一般に公開される。

その後、プロジェクトの関係締約国、または CDM 理事会メンバー3 名以上から再審査 (レビュー) 要請がなければ、事業は CDM として登録される。

再審査 (レビュー) 要請があれば、CDM 理事会において、登録が検討されることとなる。

なお、本事業は、後発発展途上国である「ア」国がホスト国となる CDM プロジェクトであるため、登録費用は免除される。

クレジット期間の開始は水力発電所の正式な運転の開始日または CDM としての登録日のいずれか遅い日となる。このため、工事の竣工と CDM の登録は同時期に行われるのが望

ましい。以下の表 4.5-2 に示すとおり、工事の進捗とスケジュールを合わせて CDM の手続きも実施する必要がある。

(6) モニタリングと検証 (Verification)、CER の発行

CDM としてクレジットを発行するため、事業の登録後は継続して必要なパラメータのモニタリングを行い、定期的に DOE がモニタリング結果を検証する必要がある。

本事業で想定されるモニタリング項目は、発電設備での総発電電力量と実際にユーザーに供給された供給電力量であり、これらのパラメータはプロジェクトオーナーの責任の下で、記録・保管され、モニタリング報告書に纏められなければならない。

モニタリング報告書はウェブ上で一般に公開された後、DOE により PDD の記載内容及び関連する各種規定に沿って正しく実施された結果であることが検証される。必要に応じて、DOE は、現地査察を行い操業記録の精査や測定情報の収集、モニタリング機器の正確性のテスト等を実施し、CER 量を認証して検証報告書、認証報告書を作成・公表する。

UNFCCC 事務局への発行申請手続きは DOE を通して実施される。

申請書類は UNFCCC 事務局により、コンプライトネス・チェックと報告チェックが行われ、一般に公開される。

その後、プロジェクトの関係締約国、または CDM 理事会メンバー3 名以上から再審査(レビュー) 要請がなければ、CER が発行される。

再審査(レビュー) 要請があれば、CDM 理事会において、発行が検討されることとなる。

プロジェクトオーナーはクレジット期間中に継続してモニタリング項目のモニタリングを実施し、上記の検証と CER の発行申請作業を、一定期間毎に繰り返し実施する必要があるため、毎回のクレジット発行がスムーズに実施できるよう長期的なモニタリング体制と CDM コンサルタントなどからのサポート体制を構築することが望まれる。

(7) クレジット期間の更新

本事業では 7 年×3 期の更新型クレジット期間を採用するため、7 年に一回、計二回のベースラインとクレジット期間の更新手続きを行わなければならない。

プロジェクトオーナーは 7 年のクレジット期間が終了する約 1 年前から、最新の方法論のバージョンに照らして登録時の PDD のベースライン設定、排出削減量の推計、モニタリング計画に関する部分を改訂する。

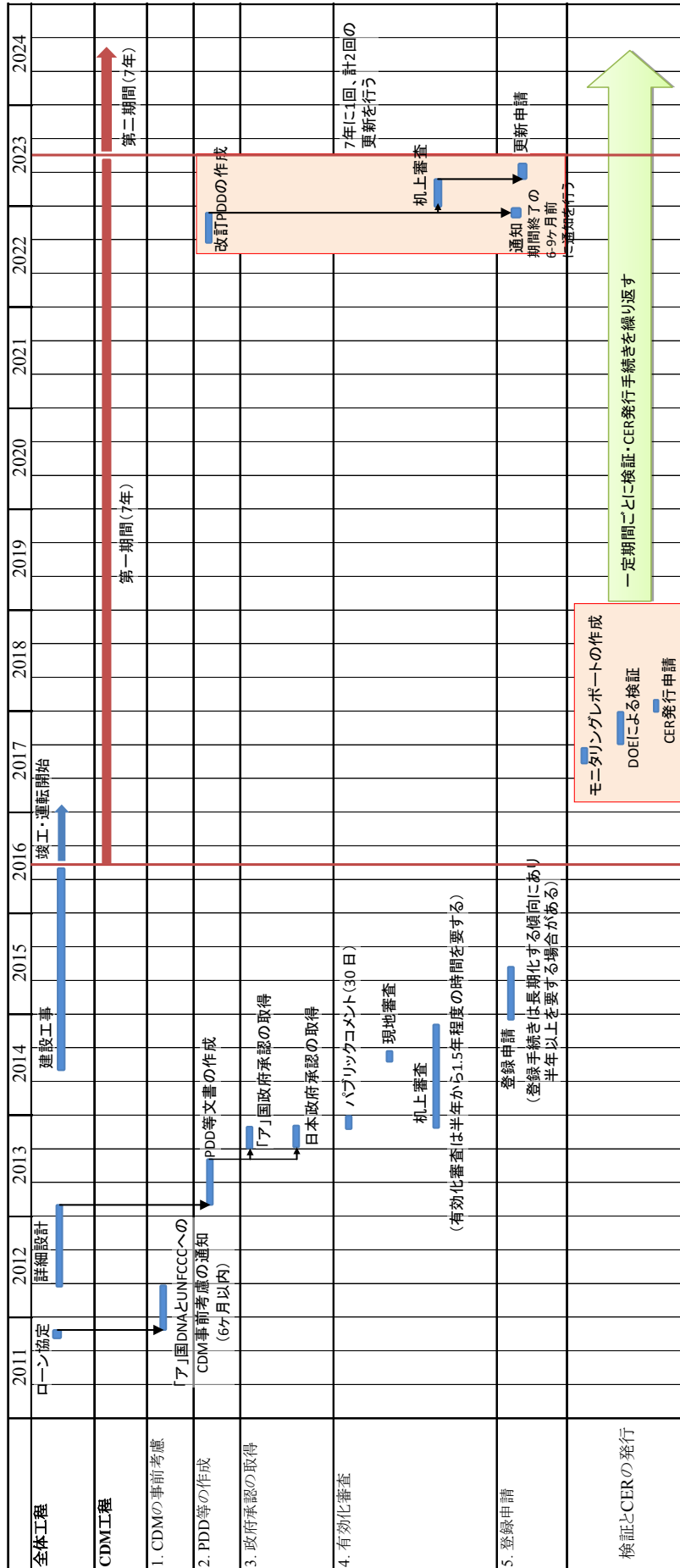
PDD の改訂後、現行のクレジット期間が終了する日の 9 ~ 6 ヶ月前までに、改訂された PDD と選定した DOE に関する情報を UNFCCC 事務局へ通知しなければならない。

注) 6 ヶ月前までに、クレジット期間の更新申請の通知を事務局が受領しなかった場合、そのクレジット期間を超えて CER の発行を行うことはできない。

改定後のPDDを基に、DOEは更新されたベースラインの有効性について、有効化審査を実施し、事務局へ更新申請を行う。事務局は、申請書類のコンプライアンス・チェックの後、クレジット期間の更新についてウェブサイト上で4週間公開し、4週間の間に、再審査の申請がなければ、クレジット期間が更新される。

以上に必要な工程を表4.5-2に示す。

表 4.5-2 CDM 登録申請までのスケジュール案



4.6 事業費

4.6.1 基本条件

(1) Exchange Rate (有効数字 3 桁)

2010 年平均値 (「ア」国中央銀行)

- ① 円/\$ US\$1 = 87.6 ¥
- ② Kz/\$ US\$1 = 91.9 Kz
- ③ 円/Kz Kz 1 = 0.953 ¥

(2) Price Escalation Rate (エンジニアリングサービスを含む)

- ① 外貨分 年率 0.0%
- ② 内貨分 年率 10.0%

(3) Physical Contingency Rate

原則 3% とするが、土木工事は数量等不確定要素が多いため 5% とする。

(4) Spare Parts

維持管理の重要性を鑑み、最低限 2 年分程度のスペアパーツ資器材価格に含める。

(5) Base Cost 算出基準年月

2011 年 2 月

(6) Project Cost の積算手順

- ① Base Cost の積算
- ② Base Cost × Price Escalation Rate
- ③ (①+②) × Physical Contingency Rate
- ④ Total Cost = ①+②+③

なお、Consultant Services の Price Escalation 及び Physical Contingency は、コンサルタント費用の中に含め、全体の Contingency には計上しない。

(7) Annual Fund Requirements 年次基準

Calendar Year (1 月～12 月) とする。

4.6.2 地雷対策工事

地雷対策工事要員は、対策を実施する現地要員とそれを監督・管理する邦人要員とで構成する。現地で調査した現地地雷対策工事要員、必要な現地要員とそれぞれの単価を以下に示す。

● コーディネーター	：	\$2,000/月
● アシスタント	：	\$1,500/月
● スーパーバイザー	：	\$1,000/月
● チームリーダー	：	\$900/月
● 救護員	：	\$700/月
● オペレーター	：	\$700/月
● 車両操縦手	：	\$650/月
● 兵站・通信	：	\$500/月
● 整備員	：	\$700/月
● EOD 隊員	：	\$500/月

(1) 全般作業統制費用

「ア」国の実施要員が実施する地雷対策の作業確認および監督を行う専門家が必要となる。この作業は、邦人専門家と「ア」国のアシスタントにより実施する。

邦人要員	：	地雷処理専門家、地雷処理専門家（各1名）
「ア」国要員	：	コーディネーター（1名）、車両操縦手（2名）

本費用は、人件費、旅費、宿泊費などの専門家費用に加え、車輛費用および一般管理費とする。一般管理費率は、15%を常時とする。

(2) 橋梁地域の地雷調査・除去

橋梁地域の地雷調査・除去は、「ア」国のコーディネーターおよびEOD隊員の3名で実施し、これに要する期間は、1.6ヶ月である。

これらの要員の人件費以外に、ピックアップ型車輛およびその他資機材（諸資機材、爆破資材、消耗品等）が必要となる。ピックアップ型車輛は、「ア」国の地雷対策実施機関所有のものを利用するため、必要な費用としては燃料費を計上する。また、その他資機材は、人件費および車輛燃料費の20%として計上する。

(3) 資材運搬及び送電ルートの地雷調査・除去

資材運搬及び送電ルートの地雷調査・除去は、3ヶ月を要し、コーディネーター（1人）、アシスタント（1人）、スーパーバイザー（1人）、チームリーダー（2人）、救護員（1人）、オペレーター（2人）、車両操縦手（5人）、兵站・通信（4人）、整備員（2人）、

EOD 隊員（20 人）が班編制で実施する。

費用算出の考え方は、橋梁地域の地雷調査・除去と同様である。

以上の(1)～(3)に必要な費用は、表 4.6-1 に示す通り円換算で約 26 百万円であり、外貨分が 7.5 百万円、残りが内貨分（現地貨分）18.5 百万円となる。

表 4.6-1 地雷対策費用

1 US\$ = 87.6円

地雷対策工事費総計		円換算	26,241,751 円
地雷対策工事費小計		7,501,220 円	213,933 \$
1	全般作業統制本部経費		7,501,220 円
			60,375 \$
1.1	人件費	地雷処理専門家	1,260,000 円
		日本・ポルトガル語通訳	1,050,000 円
		コーディネーター	9,000 \$
1.2	日本人旅費	専門家・通訳	4,000,000 円
1.3	日本人現地宿泊	専門家・通訳	11,000 \$
1.4	日本人日当	専門家・通訳	212,800 円
1.5	現地スタッフ宿泊費	コーディネーター	4,500 \$
1.6	車両役務費	車両役務費 (1)	5,500 \$
		車両役務費 (2)	22,500 \$
1.7	一般管理費	上記 1.1～1.7 合計の 15 %	978,420 円
			7,875 \$
2	橋梁地域の地雷調査・除去隊経費		7,488 \$
2.1	人件費	コーディネーター	3,200 \$
		EOD 隊員	2,400 \$
2.2	車両燃料	ピックアップ型車両	640 \$
2.3	諸資機材、爆破資機材、消耗品等	上記 2.1+2.2 の 20%	1,248 \$
3	送電ルートでの地雷調査・除去隊経費		146,070 \$
3.1	人件費	コーディネーター	9,000 \$
		アシスタント	6,750 \$
		スーパーバイザー	4,500 \$
		チームリーダー	8,100 \$
		救護員	3,150 \$
		オペレーター	6,300 \$
		車両操縦手	14,625 \$
		兵站・通信	9,000 \$
		整備員	6,300 \$
		EOD 隊員	45,000 \$
3.2	車両燃料	ブラッシュカッター	4,500 \$
		ピックアップ型車両	4,500 \$
3.3	諸資機材、爆破資機材、消耗品等	上記 3.1 + 3.2 の 20%	24,345 \$

4.6.3 土木工事

歩掛は、日本の積算基準（土木工事積算基準マニュアル）を基に算出したものを、「ア」国の国情を考慮し補正する。この歩掛に、想定される調達国の単価を乗じ、工種単価を算出する。

工種単価に、別途算出する数量を乗じた値が工種毎の単価となり、これを工事毎に積み上げたものが各工事の直接工事費となる。

間接工事費としては、現場管理費および一般管理費を計上する。

海外から搬入する資機材としては、鉄筋・金物類・建設機械とし、それ以外の材料等は現地調達とした。

したがって、内貨分としては、①労務費、②鉄筋及び金物類を除く材料費、③油脂燃料、④諸雑費、外貨分としては、①鉄筋及び金物類の材料費、②機器損料（機械運搬費含む）、③鉄筋及び金物類の運搬費とした。

表 4.6-2 に土木工事の内訳を示す。土木工事の総額は 1,351 百万円となる。

表 4.6-2 土木工事費用

工 種			ベースコスト（百万円）		
			現地貨(L/C)	外貨(F/C)	小計
1	Access Road and T/L Routes	機器搬入路工事	53.9	82.2	136.1
2	Temporary Office and warehouse	仮建物工事	198.2	14.2	212.4
3	Temporary Facilities	仮設備工事	50.5	64.7	115.2
4	Power Intake	取水口工事	33.2	57.3	90.5
5	Weir	取水堰工事	14.8	21.9	36.7
6	Powerhouse	発電所工事	52.3	96.2	148.5
7	Power Outlet	放水口工事	16.2	49.8	66
8	Transformer Yard	変電所造成工事	1.2	5.6	6.8
9	Steel Overturning Gate	鋼製起伏ゲート	12.5	423.8	436.3
10	Screen	スクリーン	0.6	18.5	19.1
11	Sand Washout Gate	排砂ゲート	0.1	1.1	1.2
12	Open Roof of the Powerhouse	発電所開口屋根	0.6	18.7	19.3
13	Stop Log Gate	角落しゲート	0.7	27	27.7
14	Metal Transportation	金物輸送費	0.0	35.3	35.3
Total Cost		土木工事費計	434.8	916.3	1351.1

4.6.4 電気機械工事

水車、発電機、主要変圧器、諸設備の機材費は、海外での工事实績を有する日本のメーカーからの見積に基づき算出する。

なお、輸送梱包費、据付工事費、調達管理費及び内貨分と外貨分の振り分け等については、他地点の実績に基づき積算した。

表 4.6-3 電気機械工事の費用

項目	費用 (百万円)	内貨分	外貨分	備 考
水 車	838	42	796	S形チューブラ水車 2 台
発 電 機	429	21	408	1700 kVA × 2 台 (6.6 kV)
主要変圧器	105	5	100	3400 kVA (6.6 kV/33 kV)
諸 設 備	39	2	37	その他発電所共通設備
合 計	1,411	70	1,341	

以上により、電気機械工事の費用は **1,411 百万円**となる。

なお、運転開始 1 年後に (初回) 分解点検と設備運用状況の確認を行う。

4.6.5 送配電工事

(1) 高圧配電工事

30 kV 配電線の費用は、「ア」国の配電工事会社の見積りと日本の電力会社の実績を参考に積算する。

$$\bullet 12,600 \text{ 千円/km (ACSR } 120 \text{ mm}^2) \times 46 \text{ km} = 579,600 \text{ 千円}$$

以上より、高圧配電工事の費用は 579.6 百万円となる。送配電工事は現地機材・資材を使うので、内貨分は 90% (521.6 百万円)、外貨分 10% (58 百万円) と想定した。

(2) 低圧配電工事

400-230V 配電線の費用は、「ア」国の配電工事会社の見積りと日本の電力会社の実績を参考に積算する。

$$\bullet \text{低圧配電線} : 5,900 \text{ 千円/km (AAC250 mm}^2) \times 7 \text{ km} = 41,300 \text{ 千円}$$

$$\text{プリペイド Wh メーター} : 21,000 \text{ 千円 (単相 ; 2,100 軒分、三相 ; 50 軒分)}$$

以上より、低圧配電工事の費用は合計 62.3 百万円となる。送配電工事は現地機材・資材を使うので、内貨分は 90% (56.1 百万円)、外貨分 10% (6.2 百万円) と想定した。

送配電工事の総合計費用は、641.9 百万円となり、内貨分は 577.7 百万円、外貨分は 64.2 百万円となった。

4.6.6 工事費(ベースコスト)

以上より、工事費（ベースコスト）は、表 4.6-4 に示す通り 3,430 百万円となる。

表 4.6-4 工事費総括

Work Items			工事費(ベースコスト) (Mil. JPY)
1	Land-mine investigation and Removal	地雷対策工事	26
Main Works		本体工事	3,342
2	Civil Works	土木工事	1,351
3	Electro-Mechanical Works	電気機械工事	1,411
4	Associated Transmission Line	送配電工事	642
Construction Cost (Base Cost)		工事費	3,430

4.6.7 価格予備費

2.1.1 節に記載の「ア」国の消費者物価指数を考慮し、内貨分（L/C）に対しては年率 10% の価格予備費を計上した。また、外貨分（F/C）に対して日本国内の物価上昇を考慮すると、価格予備費は必要ない。

価格予備費の算出は次式による。

$$\text{価格予備費} = \text{ベースコスト} \times (1 + R)^T - \text{ベースコスト}$$

R : 物価上昇率 (= 10%)

T : 対象工事実施期間の中央値 (年月) - 積算基準年月 (2011 年 2 月末) (年)

価格予備費は内貨分で 510 百万円、外貨分で 0 円の合計で 510 百万円と推定される。

4.6.8 物理予備費

先行工事の内の機器搬入路工事を含む土木工事は、5%の物理予備費を、その他の工事については 3%の物理予備費を計上した。

物理予備費の算出は次式による。

$$\text{物理予備費} = (\text{ベースコスト} + \text{価格予備費}) \times \text{物理予備費}\%$$

物理予備費は内貨分で 54 百万円、外貨分で 75 百万円の合計で 129 百万円と推定される。

4.6.9 エンジニアリングサービスおよび管理費

エンジニアリングサービスに係る費用は、工事費の 6.0%とし、244 百万円となる。エンジニアリングサービスの内貨分及び外貨分の振り分けは過去のプロジェクトの実績から、内貨分 40%、外貨分 60%と想定した。

また、プロジェクト所有者の管理費は、工事費の 2.5%とし、102 百万円となる。

4.6.10 事業費

以上の費用見積もりによる事業費の総括表を表 4.6-5 に示す。事業費は 4,416 百万円となる。

表 4.6-5 事業費内訳表

Work Item	Exchange Rate			1 US\$=			91.9			Kz =			87.6 JPY			1 Kz =			0.953 JPY		
	Base Cost	L/C	F/C	Base Cost	L/C Portion (Million JPY)		Subtotal	Base Cost	F/C Portion (Million JPY)		Subtotal	Base Cost	Price Contingency		Subtotal	Total Cost					
					Million JPY	%			Million JPY	%			Million JPY	%			Million JPY	%	Million JPY	%	
	Million JPY	%	%	Million JPY	Years	Amount	%	Million JPY	Years	Amount	%	Million JPY	Years	Amount	%	Million JPY					
1 Land-mine investigation and removal	26.2	71%	29%	18.7	10%	2.5	5.0	5%	1.2	24.9	7.5	0%	2.5	0.0	5%	0.4	7.9				
2 Civil Work	1351.1			434.8			186.3		23.5	644.6	916.3			0.0		33.0	1593.9				
2.1 Civil Work	812.2			420.3			179.9		23.0	623.2	391.9			0.0		18.3	1,033.4				
2.1.1 Access road and D/L route	136.1	40%	60%	53.9	10%	3.6	22.1	5%	3.8	79.8	82.2	0%	3.6	0.0	5%	4.1	166.1				
2.1.2 Temporary office & warehouse	212.4	93%	7%	198.2	10%	3.6	81.1	3%	8.4	287.7	14.2	0%	3.6	0.0	5%	0.7	302.6				
2.1.3 Temporary facilities	115.2	44%	56%	50.5	10%	3.8	22.0	3%	2.2	74.7	64.7	0%	3.8	0.0	3%	1.9	141.3				
2.1.4 Power intake	90.5	37%	63%	33.2	10%	4.0	15.4	5%	2.4	51	57.3	0%	4	0.0	5%	2.9	111.2				
2.1.5 Weir	36.7	40%	60%	14.8	10%	4.0	6.9	5%	1.1	22.8	21.9	0%	4	0.0	5%	1.1	45.8				
2.1.6 Powerhouse	148.5	35%	65%	52.3	10%	4.0	24.3	5%	3.8	80.4	96.2	0%	4	0.0	5%	4.8	181.4				
2.1.7 Power outlet	66.0	25%	76%	16.2	10%	4.0	7.5	5%	1.2	24.9	49.8	0%	4	0.0	5%	2.5	77.2				
2.1.8 Transformer yard	6.8	18%	82%	1.2	10%	4.0	0.6	5%	0.1	1.9	5.6	0%	4	0.0	5%	0.3	7.8				
2.2 Metal Work	538.9			14.5			6.4		0.5	21.4	524.4			0.0		14.7	560.5				
2.2.1 Steel overturning gate	436.3	3%	97%	12.5	10%	3.8	5.5	3%	0.5	18.5	423.8	0%	3.8	0.0	3%	12.7	455.0				
2.2.2 Screen	19.1	3%	97%	0.6	10%	3.9	0.3	3%	0.0	0.9	18.5	0%	3.9	0.0	3%	0.6	20.0				
2.2.3 Sand washout gate	1.2	8%	92%	0.1	10%	3.9	0.0	3%	0.0	0.1	1.1	0%	3.9	0.0	3%	0	1.2				
2.2.4 Open roof of the powerhouse	19.3	3%	97%	0.6	10%	4.0	0.3	3%	0.0	0.9	18.7	0%	4.0	0.0	3%	0.6	20.2				
2.2.5 Stop log gate	27.7	3%	98%	0.7	10%	4.0	0.3	3%	0.0	1	27.0	0%	4.0	0.0	3%	0.8	28.8				
2.2.6 Metal Transportation	35.3	0%	100%	0.0	10%			0%			35.3	0%	0.0	0.0	0%	0	35.3				
3 Electric-Mechanical Work	1,411.0			70.0			34.5		3.1	107.6	1,341.0			0.0		40.2	1,488.8				
3.1 Turbine	838.0	5%	95%	42.0	10%	4.2	20.7	3%	1.9	64.6	796.0	0%	4.2	0.0	3%	23.9	884.5				
3.2 Generator	429.0	5%	95%	21.0	10%	4.2	10.3	3%	0.9	32.2	408.0	0%	4.2	0.0	3%	12.2	452.4				
3.3 Transformer	105.0	5%	95%	5.0	10%	4.2	2.5	3%	0.2	7.7	100.0	0%	4.2	0.0	3%	3.0	110.7				
3.4 Other Auxiliaries	39.0	5%	95%	2.0	10%	4.2	1.0	3%	0.1	3.1	37.0	0%	4.2	0.0	3%	1.1	41.2				
4 Associated Distribution Line	641.9			577.7			284.4		25.9	888.0	64.2			0.0		1.9	954.1				
4.1 High Voltage Distribution Work	579.6	90%	10%	521.6	10%	4.2	256.8	3%	23.4	801.8	58.0	0%	4.2	0.0	3%	1.7	861.5				
4.2 Low Voltage Distribution Work	62.3	90%	10%	56.1	10%	4.2	27.6	3%	2.5	86.2	6.2	0%	4.2	0.0	3%	0.2	92.6				
Total Construction Cost	3,430.2			1,101.2			510.2		53.7	1,665.1	2,329.0			0.0		75.5	4,069.6				
5 Consultant Service Fee (6.0% of Construction Cost)		40%	60%							97.7							244.2				
6 Administration (2.5% of Construction Cost)		100%	0%							101.7							101.7				
Total Project Cost	3,430.2			1,101.2			510.2		53.7	1,864.5	2,329.0			0.0		75.5	4,415.5				

注: Price contingency は各工程計画の中央値で算出した。

4.6.11 コスト削減策

本計画におけるコスト削減策を表 4.6-6 「計画段階に関する再検討」縮減コスト一覧に示す。

プロジェクト名 : アンゴラ国 地方電化開発事業準備調査
 F/S 実施期間 : 2010年8月～2012年1月
 当初想定された総事業費 : 59.2億円
 コスト削減策検討後の総事業費 : 44.2億円

表 4.6-6 「計画段階に関する再検討」縮減コスト一覧

施策番号	コスト削減項目	縮減コスト (単位：億円)	別紙 番号
イ) 最適計画の策定 ①導水計画			
イー①-1	発電水の導水計画の見直し	3.6億円	1
イ) 最適計画の策定 ②建設機械の調達方法			
イー②-1	建設機械の調達方法の見直し	11.4億円	2
ロ)			
ロー1			
ハ)			
ハー1			
ニ)			
ニー1			
合計		15.0億円	
コスト削減率		74.7%	

別紙 ※上記コスト削減項目毎の要旨を様式イにとりまとめる (1頁以内)

様式イ(共通)

施策番号 イー①-1

コスト縮減項目:

案件名: アンゴラ国 地方電化開発事業

概要: 地方電化開発候補5地点の中から、最適と思われる Cutato 地点を採用することとした。

【発電所諸元】 最大出力: 3,000 kW
 使用水量: 50 m³/s
 総落差: 8.0 m
 水車型式: S形チューブラ水車

【見直し内容】

- 1) 当初計画: 第1次現地調査において、計画地点の岩盤が硬く、掘削が大変であると判断し、掘削量が少なくなるように、水路案(コンクリート壁を約400m設置することにより発電水を導水)として計画した。
- 2) 見直し後: 水路案では、掘削量が少なくなるものの、結果としてコンクリート量がその分増える。そこで、堰直下に発電所を設置した場合(堰直下案:放水口から下流へ約400mの河床開削をする)を検討し、結果として建設工事費が安価になることが判明したことから、堰直下案を採用することとした。なお、掘削は発破による掘削となる。

【コスト縮減額】 縮減額 約3.6億円

【効果】 第2次現地調査において、現地河床には砂(細骨材)はあるが砂利(粗骨材)は無く、コンクリート製造にあたり、掘削した岩盤を採石として製造する必要があることが判明した。
 したがって、堰直下案を採用したことにより、コンクリート量が減り、コンクリート製造においても、粗骨材の製造が容易となった。

【比較図表類】

工種	仕様	単位	数量	単価 (円)	工事費 (円)	
					水路案	堰直下案
コンクリート		m ³	8,350	35,543	296,784,050	
鉄筋加工組立	0.1 t/m ³ (コンクリート)	t	835	70,280	58,683,800	
掘削	硬岩Ⅱ	m ³	13,100	7,760		101,656,000
型枠	一般型枠	m ²	10,800	4,552	49,161,600	
小計					404,629,450	101,656,000
現場管理費	小計×15%	式	1		60,694,418	15,248,400
一般管理費	(小計+現管)×3%	式	1		13,960,132	3,507,600
合計					479,284,000 ≒ 480,000,000	120,412,000 ≒ 120,000,000

様式イ(共通)

施策番号 イー②-1

コスト縮減項目:

案件名: アンゴラ国 地方電化開発事業

概要: 地方電化開発候補5地点の中から、最適と思われる Cutato 地点を採用することとした。

【発電所諸元】 最大出力: 3,000 kW

使用水量: 50 m³/s

総落差: 8.0 m

水車型式: S形チューブラ水車

【見直し内容】

- 1) 当初計画: 建設工事(土木工事)における建設機械は、すべて現地で調達するものとして計画していた。
- 2) 見直し後: 「ア」国での人件費は日本と比べ約30%の金額となるものの、建設機械は日本の約630%と高額となることが判明した。そのため、土木工事において、海外から建設機械を持ち込むことにより、建設コストを安価なものとした。

【コスト縮減額】 縮減額 約11.4億円

【効果】 建設機械は、工事期間が2年程度であることから、中古品でも十分対応可能であり、現在日本においては公共事業縮小により建設機械の余剰が大量にあり、日本などの海外から建設機械を持ち込むことにより、建設機械の有効利用となる。

【比較図表類】

土木工事費比較表

(単位: 千円)

工 事 名	日本単価による 土木工事費	アンゴラ単価による土木工事費	
		機械リース	機械持込み
①土木工事	456,100	1,021,400	484,600
②金物工事	609,500	885,100	538,900
③仮設備工事	106,400	267,200	115,200
④仮建物工事	173,100	316,700	212,400
計	1,345,100 ≒ 1,350,000	2,490,400 ≒ 2,490,000	1,351,100 ≒ 1,350,000

4.7 経済財務分析

4.7.1 事業費

4.6 節で算出された事業費を表 4.7-1 に再掲する。諸税を含めたプロジェクトコストは 5,350 百万円、ドル表記では US\$ 61.1 Million、アンゴラクアンザ表記では Kz 5,616 Million と推定される。円借款を利用した場合にはこのプロジェクトコストに建中金利とコミットメントチャージが上乗せされる。なお、表 4.7-1 中の諸税は後述する表 4.7-9 プロジェクト支出計画で計算した値を転記している。

表 4.7-1 Cutato 水力発電所プロジェクトコスト

Project Cost for Cutato Hydropower Development													
Case 1	Cutato Hydropower		1 US\$ = 87.6 JPY =		91.9 Kz		1 Kz = 0.953 JPY		Million JPY			Million US\$	Million Kz
	Base Cost Total	Base Cost		Price Contingency		Physical Contingency		Base Cost + Contingencies	Base Cost + Contingencies	Total	Total	Total	
		L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	L/C	F/C	Base + Cont.	Base + Cont.	Base + Cont.	
1. Construction Cost	3,430.2	1,101.2	2,329.0	510.2	0.0	53.7	75.5	1,665.1	2,404.5	4,069.6	46.5	4,272.3	
1.1 Land-mine investigation and removal	26.2	18.7	7.5	5.0	0.0	1.2	0.4	24.9	7.9	32.8	0.37	34.4	
1.2 Civil Work	1,351.1	434.8	916.3	186.3	0.0	23.5	33.0	644.6	949.3	1,593.9	18.20	1,672.5	
1.3 Electro-Mechanical Work	1,411.0	70.0	1,341.0	34.5	0.0	3.1	40.2	107.6	1,381.2	1,488.8	17.00	1,562.2	
1.4 Associated Distribution Line	641.9	577.7	64.2	284.4	0.0	25.9	1.9	888.0	66.1	954.1	10.89	1,001.2	
2. Consultant Fee for Supervision	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	97.7	146.5	244.2	2.8	256.2	
2.1 Consultant Service Fee (6.0% of Construction Cost)	0.0							97.7	146.5	244.2	2.79	256.2	
Subtotal (Eligible Portion)	3,430.2	1,101.2	2,329.0	510.2	0.0	53.7	75.5	1,762.8	2,551.0	4,313.8	49.3	4,528.5	
3. Angola Portion (Non-eligible Portion)	934.6	934.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,036.3	0.0	1,036.3	11.8	1,087.4	
3.1 Administration (2.5% of Construction Cost)	0.0							101.7	0.0	101.7	1.16	106.7	
3.2 Tax and Duties	934.6	934.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	934.6	0.0	934.6	10.67	980.7	
Total Cost	4,364.8	2,035.8	2,329.0	510.2	0.0	53.7	75.5	2,799.1	2,551.0	5,350.1	61.1	5,615.9	

4.7.2 経済分析

(1) 分析手法

経済分析では“With-Without”手法を用いて、本プロジェクトの経済的価値を評価する。“With”は本プロジェクトを、“Without”は本プロジェクトが無い場合の代替プロジェクトを意味する。互いの費用を比較 (B-C) し、EIRR を算出する。算出された EIRR と当該国の割引率 (DR : Discount Rate) と比較し、EIRR が DR より大きければ、本プロジェクトは経済的に実行可能 (Economically Feasible) 判断される。通常電力セクターの割引率として 10~12%が使われている。

本プロジェクトが無い場合の代替プロジェクトとして、本プロジェクトの開発容量からディーゼル発電機が妥当と判断し、本件と同容量のディーゼル発電機を代替プロジェクトとする。また、代替ディーゼル発電機の設置場所は電力供給対象地区が Muenga 村、Chicumbi 村、及び Andulo 群都であるので、Cutato 水力発電所に最も近い Muenga 村と想定する。

なお、費用には以下の費用が含まれる。

- ・建設費、燃料費、固定運転費及び可変運転費（Variable Operation & Maintenance Cost）

但し、地雷調査・撤去工事及び土木工事のうち、機器搬入路工事（Chicumbi 村～Muenga 村間）、仮建物工事及び仮設備工事、ならびに関連配電線工事（Andulo 群都～Muenga 村間）は代替ディーゼル発電機工事でも必要な共通工事となるので、経済分析では除外する。また、物理予備費及び価格予備費も一般的には経済分析に含めない。更に関税・諸税等も資本の内部移転という観点から経済分析から除外する。また、表 4-7.3 の代替ディーゼル発電機の費用にはコンサルタントサービスやプロジェクトオーナーの管理費は含まれていないので、この 2 項目の費用も経済分析から除外する。従って、経済分析に使用するプロジェクトコストは表 4.7-2 に示す通り 28.7 百万米ドルとなる。

(2) Cutato 水力開発プロジェクト (With)

表 4.7-2 に Cutato 水力発電所の主要諸元を示す。

表 4.7-2 Cutato 水力発電所諸元

Items	Unit	Cutato Hydropower	Remark
Rated Capacity	MW	3.0	1.5 MW × 2 units
Investment Cost Estimation (From Table 4.7-8)	M.JPY	5,378	Including IDC (Interest During Construction) and Service Charge
	M.US\$	61.3	1 US\$ = 87.6 JPY in 2010
	M.Kz	5,642	1 US\$ = 91.9 Kz in 2010
Project Cost to be used in the economic analysis	M.US\$	28.7	Excluding Land-mine, Part of Access Road, Temporary Office, Part of Associated Distribution Line, Contingencies, Taxes & duties, Consultant Service Fee, and Administration
Unit Construction Cost	US\$/kW	20,433	= Investment Cost Estimation (M.US\$) / Rated Capacity (MW)
Detailed Design + Tending + Construction Period	Years	5.0	0.8%, 1.5%, 33.9%, 43.8%, 20.0% The above percentage shows for Grand Total excluding Taxes and Duties
Capacity Factor	%	80.3%	= Gross Annual Generation (kWh) / 8760 hours / Rated Capacity
Gross Annual Generation	GWh	21.10	Based on Chapter 4.3
Energy at Station Exit	GWh	20.89	Station use of 1%
Distribution Loss	%	5%	Excluding commercial loss
Salable Energy	GWh	19.85	
Fixed OM Cost	M.US\$/year	0.09	Engineer's Estimation (3 % of Project Cost in economic analysis)
Variable OM Cost	US\$/kWh	0.0015	Engineer's Estimation
Service Life Time	Years	40	Engineer's estimation
Commencement of Operation	Years	2016	

(3) ディーゼル発電機 (Without)

表 4.7-3 に代替ディーゼル発電機の主要諸元を示す。

表 4.7-3 代替ディーゼル発電機諸元

Items	Unit	HSD-fired Diesel Plant	Remark
Rated Capacity	MW	3	1,500 kW × 2 unit
Unit Construction Cost	\$/kW	900	Engineer's estimation
Project Cost Estimation	M.JPY	237	1 US\$ = 87.6 JPY in 2010
	M.US\$	2.70	
	M. Kz	248	1 US\$ = 91.9 Kz in 2010
Construction Period	Years	2	50%, 50%
Gross Annual Generation	GWh	20.99	
Station use	%	0.5%	Engineer's estimation
Energy at Station Exit	GWh	20.89	
Plant Efficiency (LHV Base)	HSD-firing		40.0%
Kcal required per 1 kWh Generation	HSD-firing	kcal/kWh	2,150
Heat content of HSD		kcal/litter	9,070
Fuel Price of HSD (FOB)		US\$/bbl	113.0
Required HSD for 1 kWh Generation		litter/kWh	0.237
Fuel Cost per 1 kWh Generation	High Speed Diesel Oil (HSD)	US\$/kWh	0.1684
Fixed OM Cost		M.US\$/year	0.05
Variable OM Cost		US\$/kWh	0.0015
Service Life Time		Years	20

なお、ディーゼル発電機の燃料はディーゼル油 (HSD : High Speed Diesel Oil) とし、経済分析の観点から本船渡し (FOB : Free on Board) 価格を使用する。

図 4.7-1 は「ア」国のスポット原油 FOB 価格の履歴 (2004 年 6 月 4 日～2011 年 3 月 25 日) を示す。過去 3 ヶ月間 (2011 年 1 月～2011 年 3 月) の平均 FOB 価格は 102.7 US\$/bbl であった。

HSD は精製油のため原油価格より高く、その割合は原油価格の約 1 割増しである。従って、「ア」国の HSD の FOB 価格は 113.0 (=102.7 × 1.1) US\$/bbl と推定される。

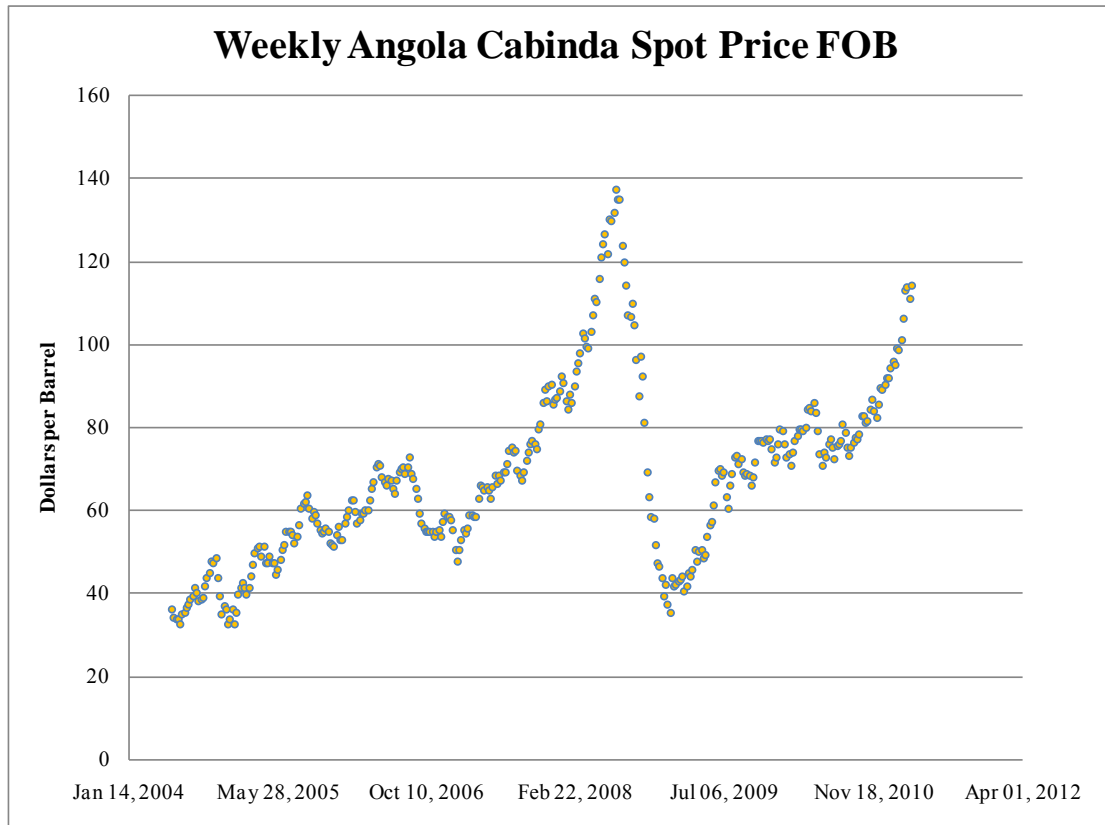


図 4.7-1 「ア」国原油スポット FOB 価格推移

(4) With 及び Without (W/O) プロジェクトのコスト比較

経済分析で使用する With 及び Without プロジェクトのコスト比較を表 4.7-4 に示す。W/O プロジェクトでは代替ディーゼル発電機の調達・設置費用 US\$ 2.7 Million (237 百万円) を使い、With プロジェクトでは代替ディーゼル発電機の調達・設置費用に該当する費用及び送配電ルート等の増加費用 US\$ 28.7 Million (2,517.2 百万円) を使用している。

表 4.7-4 With 及び Without プロジェクトのコスト比較(ベースコスト)

	Base Cost (Million JPY)		Remarks
	With the Project	W/O the Project	
	Cutato Hydropower Station	Diesel Power Plant	
Installed Capacity (MW)	3	3	1500 kW x 2 units
1 Landmine-investigation and Removal	26.2	26.2	Common work for with and w/o the project
2 Civil Work	1351.1	-	
2.1 Civil Work	812.2	-	
2.1.1 Access road and D/L route	136.1	109.4	Access road and D/L route is 5.5 km shorter than with project because Diesel Power Plant is assumed to be installed at Muenga village.
2.1.2 Temporary office & warehouse	212.4	212.4	Common work for with and w/o the project
2.1.3 Temporary facilities	115.2	237.0	Procurement and installation costs of alternative Diesel Power Plant is 900 US\$/kW x 3,000 kW x 87.6 JPY/US\$ = 237 Million JPY Unit construction cost of 900 US\$/kW is Engineer's estimation.
2.1.4 Power intake	90.5		
2.1.5 Weir	36.7		
2.1.6 Power house	148.5		
2.1.7 Power outlet	66.0		
2.1.8 Transformer yard	6.8		
2.2 Metal Work	538.9		
3 Electric-Mechanical Work	1411.0		
4.1 High Voltage Distribution Work	579.6	502.7	High Voltage Distribution Line is 6.1 km shorter than with project because Diesel Power Plant is assumed to be installed at Muenga village.
4.2 Low Voltage Distribution Work	62.3	62.3	Common work for with and w/o the project
Total Construction Cost	3,367.9	1,087.7	

Economic cost to be used in the Economic Analysis

		Million JPY	Million US\$	Remarks
W/O Project	Diesel Power Plant	237.0	2.7	Focused on procurement and installation costs of Diesel Power Plant
With Project	Cutato Hydropower Station	2,517.2	28.7	(1) Excluding common costs of item 1, 2.1.2. & 4.2 (2) Sum of item 2.1.3 to 2.1.8 and 2.2 & 3. (3) Increased cost of item 2.1.1 & 4.1

(5) 経済分析結果

表 4.7-5 に経済分析計算シートを示す。ディーゼル発電機は共用年数を 20 年と想定しているため、設備の残存価格 10%と仮定して、19 年目と 20 年目に再投資を行っている。

現状の条件下ではEIRRは 13.3%で、電力セクターで使われている割引率 10 ~ 12%を考慮すると経済的に実行可能性有りと評価できる。また、EIRRが 10%となるHSDのFOB価格は 85 US\$/bblで、これは原油価格 77.3 US\$/bblに相当する。従って原油価格が 78 US\$/bblまで下がっても、本プロジェクトの経済的実行可能性は確保される。なお、「ア」国の原油価格 78 \$/bbl以下は 2010 年 10 月以降発生していない¹²。

表 4.7-5 の経済分析計算シートには(B) - (C)の累積値も表示している。Cutato 水力発電所の建設コストが代替のディーゼル発電機より遥かに高いため、運転開始当初は(B)-(C)が負になっているが、昨今の燃料費の高騰により、運転開始 8 年目から(B)-(C)は正（建設費を含めた投資・運転コストの累積費用が Cutato 水力発電所の方が安くなる）に転じている。

¹² 2011 年 4 月末現在

表 4.7-5 経済分析計算シート(With-Without手法)

CUTATO Hydropower Project (Cost)	Unit	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	40	Total	
Construction Cost	M.US\$	0	0	10	12.9	5.7																						28.6	
Annual Generation	GWh		0	0	0	10.60	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	21.10	834
Fuel Cost	M.US\$																											0	
Fixed OM Cost	M.US\$					0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	3.6	
Variable OM Cost	M.US\$					0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.8	
Total Cost	M.US\$	0	0.00	10.00	12.90	5.81	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	33.0		
Alternative Diesel Power Plant (Benefit)	Unit	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	40	Total	
Construction Cost	M.US\$	0.0	0.0	1.4	1.3																							5.2	
Gross Generation Energy	GWh					20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	20.99	840	
Fuel Cost	M.US\$					3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	141.20	
Fixed OM Cost	M.US\$					0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	2.2	
Variable OM Cost	M.US\$					0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	1.2	
Total Cost	M.US\$	0.00	0.00	1.40	1.30	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	3.61	149.8	
		EIRR = 13.3%																											
(B) - (C)	M.US\$	0.00	0.00	-8.60	-11.60	-2.20	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	
Cumulative (B) - (C)	M.US\$	0.00	0.00	-8.60	-20.20	-22.40	-18.89	-15.39	-11.88	-8.38	-4.88	-1.37	2.13	5.64	9.14	12.64	16.15	19.65	23.16	26.66	30.16	33.67	37.17	41.98	46.68	50.18	116.76		

Note: Years from 22 to 39 are skipped intentionally.

4.7.3 財務分析

(1) 円借款供与条件

日本政府の円借款供与には通常の円借款と気候変動対策円借款の2種類がある。どちらの円借款供与が本件に適用されるかは、「ア」国政府と日本政府間で最終的に決定される。本報告書では、本件はCDM導入を目指した小水力開発であることから、表4.7-6に示す気候変動対策円借款供与条件表の適用を想定する。また、「ア」国は国民一人当たりの国民総所得（GNI：Gross National Income）が2009年で3,750 US\$¹³であるが、国際復興開発銀行（IBRD：International Bank for Reconstruction and Development）へ移行するための必要書類を世銀に未だ提出していないため、現状ではLDCに分類される。財務分析ではLDCの基準供与条件を想定する。

表 4.7-6 気候変動対策円借款供与条件

(平成22年4月1日以降に事前通報が行われた案件に適用)

所得段階	一人当たり GNI(平成20 年)	条件	基準/オプ ション	金利 (%)	償還期間 (年)	うち据置期間 (年)	調達条件
LDC	うち最貧国	無利子近似		0.01	40	10	アンタイド
		アンタイド	基準	0.20	40	10	アンタイド
			オプション1	0.15	30	10	アンタイド
			オプション2	0.10	20	6	アンタイド
貧困国	<=975 US\$	アンタイド	基準	0.25	40	10	アンタイド
			オプション1	0.20	30	10	アンタイド
			オプション2	0.15	20	6	アンタイド
			オプション3	0.10	15	5	アンタイド
		STEP	基準	0.10	40	10	タイド
低所得国	>= 976 US\$ <=1,855 US\$	アンタイド	基準	0.30	40	10	アンタイド
			オプション1	0.25	30	10	アンタイド
			オプション2	0.20	20	6	アンタイド
			オプション3	0.15	15	5	アンタイド
		STEP	基準	0.10	40	10	タイド
中所得国	>= 1,856 US\$ <=3,855 US\$	アンタイド	基準	0.30	40	10	アンタイド
			オプション1	0.25	30	10	アンタイド
			オプション2	0.20	20	6	アンタイド
			オプション3	0.15	15	5	アンタイド
		STEP	基準	0.10	40	10	タイド
中進国	>= 3,856 US\$ <=6,725 US\$	アンタイド	基準	0.30	40	10	アンタイド
			オプション1	0.25	30	10	アンタイド
			オプション2	0.20	20	6	アンタイド
			オプション3	0.15	15	5	アンタイド
コンサルティングサービス		コンサルティングサービス部分の金利は0.01%とし、償還期間及び据置き期間は本体部分と同様とする。					

13 出典：World Development Indicators database, December 2010, World Bank

(2) 支出計画 (Disbursement Schedule)

前述の表 4.7-1 及び表 4.7-7 に基づいて作成した支出計画を表 4.7-9 に、またその要約を表 4.7-8 に示す。総事業費は約 54 億円となり、JICA 融資を表 4.7-1 の直接工事費全額及びコンサルタント費全額と想定すると、JICA 融資額は約 43 億円で、総事業費の約 80%となる。

表 4.7-7 融資条件

A. JICA Loan Condition (Loan Condition for Climate Change Countermeasures)			Note
			IDC
IDC and Interest for main portion	%	0.20%	Applicable to LDC (Lest Developed Countries)
IDC and Interest for Consulting Service	%	0.01%	
Finance Close	Year	2011	Engineer's assumption
Repayment Term	years	30	Applicable to LDC Excluding Grace period of 10 years
Grace Period	years	10	Applicable to LDC (Lest Developed Countries)
Commitment Charge	%	0.1%	Applicable to undisbursed amount up to the year

表 4.7-8 総事業費総括表

1USD = 87.6

JPY = 91.9 Kz

(Million JPY)

Cutato Hydropower	Total Investment			Base Cost	Physical Contingency	Price Contingency	Other Costs (IDC etc.)	Total Investment
Total	5,378	M.JPY	100.0%	4,711	129	510	28	5,378
JICA Loan	4,314	M.JPY	80.2%	87.6%	2.4%	9.5%	0.5%	100.0%
ENE Own Fund (inc. IDC)	1,064	M.JPY	19.8%					

(Million US\$)

Cutato Hydropower	Total Investment			Base Cost	Physical Contingency	Price Contingency	Other Costs (IDC etc.)	Total Investment
Total	61.3	M.US\$	100.0%	53.8	1.5	5.8	0.3	61.4
JICA Loan	49.2	M.US\$	80.3%	87.6%	2.4%	9.4%	0.5%	100.0%
ENE Own Fund (inc. IDC)	12.1	M.US\$	19.7%					

(Million Kz)

Total	Total Investment			Base Cost	Physical Contingency	Price Contingency	Other Costs (IDC etc.)	Total Investment
Total	5,642	M.Kz	100.0%	4,942	136	535	29	5,642
JICA Loan	4,526	M.Kz	80.2%	87.6%	2.4%	9.5%	0.5%	100.0%
ENE Own Fund (inc. IDC)	1,116	M.Kz	19.8%					

表 4.7-9 Cutato 水力開発プロジェクト支出計画

Cutato Hydropower		(Unit: Million JPY)									
	Cost as of 2010	Annual Escalation	Construction Period								Total
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
A-1. Foreign Currency Portion	2,551.0		0.0	14.7	29.2	871.0	1,126.0	510.1	0.0	0.0	2,551.0
1. Construction Cost	2,404.5	0.0%	0.0	0.0	7.2	834.4	1,082.0	480.9	0.0	0.0	2,404.5
2. Consultant Fee	146.5		0.0	14.7	22.0	36.6	44.0	29.2	0.0	0.0	146.5
A-2. Local Currency Portion	1,864.5		0.0	20.0	35.0	627.6	809.1	372.8	0.0	0.0	1,864.5
1. Construction Cost	1,665.1	0.0%	0.0	0.0	5.0	577.8	749.3	333.0	0.0	0.0	1,665.1
2. Consultant Fee	97.7		0.0	9.8	14.7	24.4	29.3	19.5	0.0	0.0	97.7
3. Administration Cost	101.7		0.0	10.2	15.3	25.4	30.5	20.3	0.0	0.0	101.7
Grand Total excluding Taxes and Duties	4,415.5		0.0	34.7	64.2	1,498.6	1,935.1	882.9	0.0	0.0	4,415.5
A-3. Import Duties											
1. Construction Cost	2,404.5	20.5%	0.0	0.0	1.5	171.1	221.8	98.6	0.0	0.0	493.0
Subtotal	493.0		0.0	0.0	1.5	171.1	221.8	98.6	0.0	0.0	493.0
A-4. Value Added Tax											
F/C portion	2,551.0	10.0%	0.0	1.5	2.9	87.1	112.6	51.0	0.0	0.0	255.1
L/C portion	1,864.5	10.0%	0.0	2.0	3.5	62.8	80.9	37.3	0.0	0.0	186.5
Subtotal	441.6		0.0	3.5	6.4	149.9	193.5	88.3	0.0	0.0	441.6
A-5. Total Project Cost excluding IDC											
F/C Portion											
(1) Procurement and Construction	2,551.0		0.0	14.7	29.2	871.0	1,126.0	510.1	0.0	0.0	2,551.0
L/C Portion											
(1) Procurement and Construction	1,864.5		0.0	20.0	35.0	627.6	809.1	372.8	0.0	0.0	1,864.5
(2) Import Duties	493.0		0.0	0.0	1.5	171.1	221.8	98.6	0.0	0.0	493.0
(3) Value Added Tax	441.6		0.0	3.5	6.4	149.9	193.5	88.3	0.0	0.0	441.6
Subtotal	5,350.1		0.0	38.2	72.1	1,819.6	2,350.4	1,069.8	0.0	0.0	5,350.1
A-6. JICA Loan Arrangement											
(1) JICA Loan 4,313.8 M.JPY											
Main Portion for F/C & L/C Portion	4,069.6		0.0	0.0	12.2	1,412.2	1,831.3	813.9	0.0	0.0	4,069.6
Consulting Service Portion	244.2		0.0	24.5	36.7	61.0	73.3	48.7	0.0	0.0	244.2
ENE/GoA Own Fund	1,036.3		0.0	13.7	23.2	346.4	445.8	207.2	0.0	0.0	1,036.3
Cumulative Loan Amount for main portion			0.0	0.0	12.2	1,424.4	3,255.7	4,069.6	0.0	0.0	
Cumulative Loan Amount for Consulting Service			0.0	24.5	61.2	122.2	195.5	244.2	0.0	0.0	
IDC for main portion	13.4	0.20%	0.0	0.0	0.0	1.4	4.7	7.3	0.0	0.0	13.4
IDC for Consulting Service	0.0	0.01%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total IDC to be burden by ENE/GoA	13.4		0.0	0.0	0.0	1.4	4.7	7.3	0.0	0.0	13.4
(2) Own Fund by ENE/GoA											
ENE/GoA Own Fund exceeding JICA Loan	1,036.3		0.0	13.7	23.2	346.4	445.8	207.2	0.0	0.0	1,036.3
IDC (to be paid by ENE/GoA)	13.4		0.0	0.0	0.0	1.4	4.7	7.3	0.0	0.0	13.4
Commitment Charge for Undisbursement	14.3	0.1%	0.0	4.3	4.3	3.5	1.8	0.4	0.0	0.0	14.3
Total ENE/GoA Own Fund	1,064.0		0.0	18.0	27.5	351.3	452.3	214.9	0.0	0.0	1,064.0
A-7. Total Cost and Finance Arrangement	5,377.8		0.0	42.5	76.4	1,824.5	2,356.9	1,077.5	0.0	0.0	5,377.8
JICA Loan Amount (Debt)	4,313.8	80.2%	0.0	24.5	48.9	1,473.2	1,904.6	862.6	0.0	0.0	4,313.8
Own Fund by ENE/GoA exceeding JICA Loan	1,036.3		0.0	13.7	23.2	346.4	445.8	207.2	0.0	0.0	1,036.3
Total IDC and Service Charge	27.7		0.0	4.3	4.3	4.9	6.5	7.7	0.0	0.0	27.7
Total Fund by ENE/GoA (Equity)	1,064.0	19.8%	0.0	18.0	27.5	351.3	452.3	214.9	0.0	0.0	1,064.0

(3) その他の計算条件

財務分析で使用するその他の計算条件を表 4.7-10 に示す。財務分析で収入と基となる電気料金は 2004 年以降据え置かれたままである。ここで見ている電気料金の上昇年率 1% は、「ア」国の経済成長に伴い、各需要家の電力消費量と使用容量が増え、その結果としてより高い料金区分（例えば中圧需要家から高圧需要家）移行による電気料金の収入増を

想定している。

表 4.7-10 その他の財務条件

1. Power Tariff				
Average Power Tariff in 2010	Kz/kWh	4.00	The average power tariff of EDEL in 2010 Engineer's estimation, concurred with ENE	
	US\$/kWh	0.044	1 US\$ = 91.9 Kz in 2010 average	
Average Power Tariff Escalation	%/year	1.0%	Shifting to higher category of electricity tariff due to increase of GWh and kVA in proportion to the economic growth in the future. Concurred with ENE	
2. Corporate Income Tax and Depreciation *)				
Corporate Income Tax	%	35%	35 % of Industrial Tax in Angola, Already confirmed by ENE	
Depreciation Method	Straight Line Method		Already confirmed by ENE	
Depreciation Period	years	20	Already confirmed by ENE	
3. Import Duties and Value Added Tax *)				
Import Duties	%	20.5%	Average 18% + 2% of general customs fees +0.5% of stamp duty in Angola	
Value Added Tax (Consumption Tax)	%	10%	10 % of the standard rate. Imposing on importation goods into Angola, local production and services.	

Note: *) Provided by Japanese firms in Angola

(4) CER 収入

本プロジェクトは4.2.8節で記述しているようにCDMによる開発を前提としているため、表4.7-11に示すCERクレジット取引による収入を想定する。

表 4.7-11 CER クレジット取引による収入

Coefficient of Carbon Emission Reduction	ton.e/MWh	0.8	in comparison with a Diesel Power Plant
Annual salable energy of Cutato HPP	MWh	19,850	
(1) Gross CER (Carbon Emission Reduction)	ton.e	15,880	= Coefficient x Salable Energy (MWh)
Gross Generation Energy of Cutato HPP	MWh	21,100	
Coefficient of swamp gas (CH ₄)	ton.e/MWh	0.09	Default value to estimate CH ₄ emission produced by plants in the pond
(2) Amount of Emission of swamp gas (CH ₄)	ton.e	1,899	= Coefficient × gross generation (MWh)
(3) Net CER { (1) - (2) }	ton.e	13,981	
CER Revenue per CO ₂ ton equivalent	Euro/ton.e	10.0	Engineer's estimation based on the current CER transaction
Exchange Rate 1 Euro =	US\$/Euro	1.33	Based on the average exchange rate in 2010 released by the Central Bank of Angola
Total CER Revenue	M.US\$	0.19	
Effective period of CER Revenue	year	21	The first effective period is 7 years and twice extended contract (7-years × 2) is available

(5) 財務分析評価指標

財務分析では最初に損益計算書を作成し、損益計算書をベースにキャッシュフローを作成する。キャッシュフロー表から財務指標を求め、本プロジェクトの財務的実行可能性を評価する。評価には一般的に以下の財務指標が使われる。

表 4.7-12 財務指標と評価基準

財務指標	評価基準	備考
プロジェクト内部収益率 (Project IRR : Project Internal Rate of Return)	Project IRR > WACC	Project IRR は 100%自己出資した場合のプロジェクト内部収益を示す。100%自己出資なので、建設中金利等のローン条件に左右されず、プロジェクトそのものの財務的特性を示す。 事業者が事業を継続して行う上で、幾らの資本費用（負債及び自己資本）がかかっているかを資本加重平均費用（WACC : Weighted Average Cost of Capital）は示す。WACC より高い収益率が望めなければ事業者は投資しない。一般にインフレ率が高い程、WACC は高くなり、2009 年の「ア」国のインフレ率 12.0 %から WACC10%以上と思われる。
株主資本利益率 (ROE : Return on Equity)	ROE > 12~13 %	自己出資分に対する利益率。ROE が低ければ、他のより高い ROE が期待できる事業に投資する。
債務返済指数 (DSCR : Debt Service Coverage Ratio)	DSCR > 1.5 (平均) DSCR > 1.3 (各年)	DSCR が 1 の場合、運用利益を全額利子支払いと元本返済に廻し、手元に現金が残らない。
年平均化発電原価 (LPC : Levelised Production Cost)	LPC < 系統発電原価	LPC が系統の発電原価より安ければ、本プロジェクトの導入は系統の発電原価を下げる方向に働き、電力会社の財務基盤強化に貢献する。 世銀の報告書(2010年3月)では ENE が EDEL へ卸す電気は約 11 US¢/kWh のコストがかかっていると報告されている。

上記表中の財務指標で DSCR と LPC の本文中の計算式は以下の通り。

$$DSCR = \frac{\text{営業利益} - \text{法人所得税}}{\text{金利支払い額} + \text{元本返済額}}$$

$$LPC = \frac{\sum \text{割引後の現在価値費用 (運転期間中)}}{\sum \text{割引後の売電量 (運転期間中)}}$$

但し、割引率：12%

(6) 財務分析結果

財務分析計算シートを表 4.7-14 及び表 4.7-15 に示すが、表 4.7-13 にまとめたように極めて厳しい結果となり、財務的には成立しないと言わざるを得ない。

表 4.7-13 財務分析結果総括表

財務指標	結果	評価
Project IRR	Project IRR = -3.6 % < 10 %	全ての財務指標が成立条件を満足しない。
ROE	ROE = 計算不能	
DSCR	最小 DSCR = 0.61 < 1.3 平均 DSCR = 0.65 < 1.5	
LPC	13.68 US cent/kWh > 11 US¢/kWh	

4.7.4 経済・財務分析結論

本プロジェクトを経済・財務的に評価した場合の結論は以下の通り。

- CER 収入を考慮しても財務的には成立しないものの、経済的には EIRR は 13.3%と昨今の原油高を背景に実行可能性はある。
- 経済的には十分な実行可能性のあるものの財務的に成立し難い要因はひとえに工事費が高いという理由に尽きる。
- 工事費が高くなった理由を表 4.7-16 に示す。

表 4.7-16 工事費高騰の理由

1	「ア」国の特殊事情による工事費高騰	
	1.1	地雷調査及び地雷除去工事の実施
	1.2	年率 10%を超える物価上昇率（価格予備費の高騰）
	1.3	日本に比べて割高な材料費や機械損料費
2	現地ダムサイトの特殊事情による工事費高騰	
	2.1	有効落差が 7.5 m と低落差であるため、他の水車に比べて比較的成本が高い S 形チューブラ水車の採用
	2.2	河川勾配が 1/1500 と非常に緩いため、洪水時の貯水池の水位上昇を抑制するための鋼製起伏ゲートの採用（環境対策）

- 「ア」国政府は 2015 年までに人口の半分が電気にアクセスできることを目標としており、本プロジェクトの実施により、Andulo 郡都で新たに約 6,000 世帯が電気へのアクセスが可能となる。経済分析の結果から本プロジェクトは地方電化事業として実施する価値は十分あると判断する。

4.7.5 事業運用効果指標の策定

(1) JICA の運用・効果指標

円借款事業の業績指標として運用・効果指標を設定する。運用指標とは事業の運営状況を定量的に測る指標であり、効果指標とは事業の効果発現状況を定量的に測る指標と定義されている。

表 4.7-17 に水力発電事業の運用指標を、また、表 4.7-18 に同効果指標を示す。

表 4.7-17 水力発電事業の運用指標

2. Hydraulic Power Generation (Conventional, Pumping-up)

Operation Indicator						
Category	Name	Policy and method of establishing the indicator	Target	Purpose	Remarks	
Basic	Unplanned Outage Hours (Hours or Days/Year)	As shown by the name of the indicator	0	To assess if the power plant is adequately operated	Classified according to the cases: mechanical failure, human work, and natural disasters, and others	
Basic	Capacity Factor (%)	As shown by the name of the indicator	Capacity factor planned at the time appraisal	To assess if the power plant is adequately operated	Adopted on for conventional hydraulic power plant	
Basic	Comprehensive Circulating Efficiency (%)	Comprehensive Circulating Efficiency = (net electric energy)/(electricity used for pumping) x 100 (%)	Decide on 70 - 75 % by discussion	To assess if the power plant performance of has been maintained	Adopted only for pumped storage power plant	
Auxiliary	Operating Hours (Hours)	As shown by the name of the indicator	Decide on 00 - 1000 hours by discussion	To confirm if the power plant is operated for a certain period	Adopted only for pumped storage power plant Classified under the two categories of pumping and generating Not reaching the target does not always lead to low estimation	
Auxiliary	Hydraulic Utilization Factor (%)	Hydraulic Utilization Factor - (net electric energy)/(possible power generation in a given year) x 100 (%)	Decided on around 90 % by discussion	To assess if the operation of the power plant is optimum considering the annual volume of inflow	Adopted only for conventional hydraulic power plant It is necessary to check if it is technically computable	
Auxiliary	Planned Outage Hours (Hours or Days/Year)		To be discussed with the executing agency	To assess the level of operation of the power plant	Not reaching the target does not always lead to low evaluation	
Auxiliary	Annual Total Volume of Inflow to the Reservoir (m ³ /Year)	Annual total volume of inflow to the dam reservoir from rivers	To be discussed with the executing agency	Basic indicator to show dam control and drought conditions	Adopt this indicator when a dam is included. However, goals of indicators that are related to dams, etc. should be represented by the value of the base year in the plan as a reference value. It is desirable to keep track of the years with probable drought based on precipitation data.	
Auxiliary	Volume of Sedimentation in the Reservoir (m ³ /year)	Volume of sedimentation in the reservoir	To be discussed with the executing agency	Important indicator in dam control	Adopt this indicator when a dam is included.	

表 4.7-18 水力発電事業の効果指標

2. Hydraulic Power Generation (Conventional, Pumping-up)

Effect Indicator

Category	Name	Policy and method of establishing the indicator	Target	Purpose	Remarks
Basic	Net Electric Energy Production (GWh/Year)	As shown by the name of the indicator	Electricity generated per year planned at the time of the appraisal	To check if the assumed electricity generated was actually produced as planned	Can be adopted as an operation indicator In the case of pumping-up power generation, not reaching the target does not always lead to low evaluation
Basic	Maximum Output (MW)	As shown by the name of the indicator Basically represented by instantaneous value	Maximum output planned at the time of the appraisal	To assess if the performance of the power plant is maintained and fully executed	Can be adopted as an operation indicator

(2) 運用・効果指標の設定

表 4.7-17 及び表 4.7-18 の運用、効果指標の中から、指標データの正当性、信頼性、及び入手しやすさの 3 点から、本件では以下の運用指標及び効果指標を設定する。

表 4.7-19 本水力発電事業の運用・効果指標

区分	指標	設定値	備考
運用指標	負荷率 (Capacity Factor)	80 % (=21,100 MWh/ 8760 hrs/3 MW)	流れ込み式発電所であるため、プラント稼働率はほぼ 100%に近い。従って稼働率では無く、発電量に着目した負荷率を運用指標に設定する。
	計画外停止 (Unplanned Outage Hours)	0 hours/year	一般的に水力発電所の事故による計画外停止は火力発電所に比べて非常に少なく、新設の水力発電所であることから計画外停止時間を 0 時間と設定する。
効果指標	最大出力 (Maximum Output)	3,000 kW	最大出力 3,000 kW が可能となるよう使用水量、落差、及び機器を決定しており、最大出力 3,000 kW を効果指標として設定する。
	グロス発電量 (Gross Electric Power Generation)	21,100 MWh/year	設備容量が 3MW の小水力発電所のため、発電所での使用電力は小さく、また、データの入手しやすさからグロス発電量を効果指標として設定する。

4.8 環境社会配慮

4.8.1 「ア」国の環境影響評価制度

(1) 環境関連の法的枠組み¹⁴

「ア」国は各地域や大陸における環境関連の議定書および協定にも多く署名しており、現在新たな憲法を起草中である。現行憲法における規定の多くは新憲法にそのまま移行されると思われる。1992年施行の現行憲法は次のように定めている：

「表土および下層土、内水および領海、大陸棚および排他的経済水域に存在する全ての天然資源は国家の財産であり、いかなる条件下でそれらを使用し開発し活用するかについては国家が決定するものとする。」

「国家は、共同体全体の利益のための天然資源の活用・利用に指針を与えることで天然資源の保護・保全の促進に努めることとする。」

「全ての国民は健全かつ清浄な環境において生活する権利を有するものとする。」

「国家は、全国土に渡り、環境および国内動植物の種を保護し生態系のバランスを保つための必要な措置を講ずるものとする。」

1998年施行の「ア」国環境基本法（EFL：Environmental Framework Law）は、憲法上の規定を実行するための包括的文書である。13条(1)項は「生物資源特に絶滅危惧種の多様性、保全、繁殖、その性質および量を脅かす行為」を禁じている。また、13条(2)項では、政府は「動物種の維持・再生、被害にあった生息地の回復、そして特に動物種と生息地に有害となりうる行為や物質の規制」のために適切な措置を講じることを保証しなければならない、と定めている。

14条(1)項では、保護区ネットワークを構築し維持するための法的基礎を設けており、これらは「国内、地区、地方あるいは国際的な領域」に及び得ると明言している。

最後に12条では、政府に対し、地域社会とりわけ環境擁護団体への参加を通じて環境的世襲財を「擁護する」責務を与えている。EFLはまた、環境に悪影響を与えうる行為について環境影響評価を実施する必要性を明らかにし、環境被害により悪影響を受けた全ての市民について、加害者に対し法的措置をとる権利を与えている。

環境影響評価に関する省令51/04は、環境影響評価に関し、EFLの規定と同様に規制しているが、住民参加の意味するところについては言及しつつもあいまいな姿勢を保っており、環境影響評価の検証および承認のプロセスについても同じく不透明なままである。

EFLを適用する場合の規制の枠組みについては、不完全である。規制の枠組みは、環境影

14 USAID, 118/119 Biodiversity and Tropical Forest Assessment for Angola, May 2008

響評価に係る規定において、特に重要である。

(2) 制度的枠組み

環境省（MINAMB：Ministério do Ambiente (Ministry of Environment)）は、環境に関する事柄について法的権限を有するが、どの国内保護区においてもほとんど存在感を発揮しておらず、慢性的な人員不足に陥っている。2007年度予算においても、US\$ 4,000 万以上を費やすことができなかった。こうした MINAMB の機能的欠陥を考慮し、他の省庁、特に農務省が、環境問題を取り扱う主な役割を担っている。

農務省は、森林政策を決定し森林資源の管理に関する全ての業務を計画し監督する権限を有するが、森林および保護区の管理における森林開発局（IDF：Institute of Forest Development）の役割は次第に減じており、あまり意味を持たなくなっている。

MINAMB および農務省に加え、MINEA と漁業省も生物多様性の保全と環境管理に深くかかわっており、漁業省は自然環境、特に海洋環境の保全に協力するものである。

環境に対する州レベルでの決まった組織形態はなく、対象の州が変わると同じ作業を繰り返すことになるが、ほとんどの場合、環境事案に対する裁定は農務・漁業・環境担当の地方局に委ねられている。地方局の各部門はそれぞれ農務省・MINAMB・漁業省の3省庁の監督下にある。それ以外は、州政府が環境局の下に環境課を設け、MINAMB と協力して事にあたってきた。

要約すると、担当部門省庁および MINAMB は環境関連事案に対する責任において、ひどく明快さを欠いていることになる。このことは、森林セクターにおいて、MINAMB と農務省の機能が重複してしまっていることに関し、特に深刻な問題となっている。

(3) 環境影響評価に関する法制度および手続き

「ア」国では、元来、環境および天然資源の保護は国家の義務とみなされていて、環境保護や天然資源の継続的利用を促進するための国際および国内プログラムに取り組むと同時に、環境についての戦略や政策、法律を整える義務があるとされている。

EFLは、さらに進んで、環境保護のため汚染を防止するための指導原理および基準を提示している。「ア」国は過去10年間に水資源、石油、鉱山、および土地に関し、包括的な環境関連の法律を策定しており、これにより、地域的および国際的機関やパートナーとの結束を強化してきた。¹⁵

EFLはさらなる計画を推し進めており、それはいくつかの文書にも記載されている。¹⁶

15 <http://www.ao.undp.org/Energy%20Environment.htm>

16 Diario da republica（政府官報）No.27/1998, No.59/2004, No.84/2007

エネルギー産業に関するプロジェクトについては、実施前にアンゴラ国政府の環境責任組織による環境影響評価（EIA：Environmental Impact Assessment）の認可を取得することが要求される。事業者は EIA 報告書を作成し、MINAMB に提出する。MINAMB の環境影響防止課（ポルトガル語で *Derecção Nacional Prevenção Avaleação de Impactes Ambiente*）がその報告書を審査し、環境大臣が EIA 報告書の承認を発行する。

EIA の内容は次のようなものである。

- 1) プロジェクトの明細
- 2) 環境影響検討の際のガイドライン
- 3) 選択可能なテクノロジー
- 4) プロジェクトの計画・実施についての検証および評価
- 5) プロジェクト周辺の地域、汚染、生活者組織の明確化および制限
- 6) 当該プロジェクトと互換性のある代替案
- 7) その他考慮すべき要素

環境評価の対象となる技術的な活動は、以下に関するものが挙げられる。

- 1) 水、大気、気候
- 2) 自然界の生態系
- 3) 社会経済

環境法によると、水力開発では、出力 1,000 kW 以上は EIA 作成が義務づけられている¹⁷。送電線は 230 kV が EIA 作成の対象である。しかしながら、MINAMB-EIA 局の局長によると、水力・送電線ともにその規模に関係なく、EIA は必要となる。

国際協力機構環境社会配慮ガイドライン（JICA ガイドライン：2010 年 4 月公布）では、マスタープラン段階で初期環境影響評価（IEE：Initial Environmental Examination）の実施が義務付けられているが、「ア」国の環境法では IEE の規定はない。IEE または EIA の実施については、環境社会配慮担当者による指導・支援が必要である。

水力開発では、事業者が環境ライセンスを取得する必要がある。1998 年 EFL 第 17 条では、「環境ライセンスおよび環境登録は、その性質、サイト、規模等から、環境・社会的インパクトを引き起こす可能性が高い活動については、後日政府によって制定される特別の規則によって規制されることとなる。」とあり、2007 年に環境ライセンス政令が定められている。同法 1 条では、「天然資源を活用するプロジェクトで、環境汚染が確実にあるいは潜在的に予想される場合、或いは環境破壊や環境条件の変更が発生する可能性のある案件については」環境ライセンスが必要、とある。

また同法第 25 条に、ライセンス取得にかかる手続き料は政府政令によって後日定められるとあり、それが官報 2009 年第一シリーズ 224 号（政府政令 130/09 号）の料金表に示

17 Diario Da Republica, NO59/2004

される¹⁸。尚、2004年のEIA政令では、MINAMBは、EIA審査の結果、AutorizarまたはLicenciarすることとなっており、法律では、①Autorizacaoと②Licenceの2種の行政手続きが存在することになっている。このうち、②が2007年の環境ライセンス法により規定されると考えられる。

また、大統領令82/10号（2010年11月22日「水力発電建設・操業譲渡契約モデル」）では、第24条にて水力発電所プロジェクトの建設と操業権の譲渡を受ける事業者は、工事開始前に環境ライセンスを当局に提示しなくてはならない、と定めており、Licenceという言葉を用い、Authorizationという表現をしていないので、文言通りに読むと2007年の環境ライセンス政令に定められる環境ライセンスをさすものと考えられる。

法律の解釈を行うに際して、ある程度「MINAMBとMINEAがOKといえればいい」要素があり、現実的には、環境コンサルタントに任すしかないと推定される。

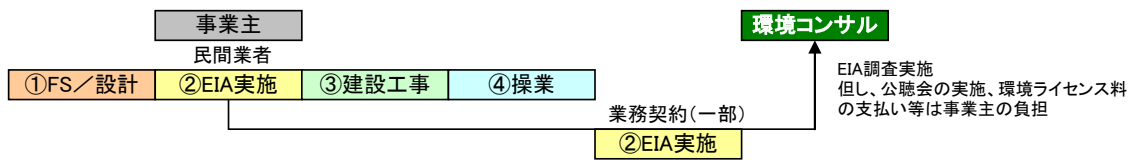
(4) EIA調査の実施手順

EIAは①環境インベントリー作成、②プロジェクト分析、③環境インパクトの特定と評価、④予防・緩和対策の策定・提示、⑤環境モニタープログラムの策定・提示の5コンポーネントによって構成される。公聴会はEIA調査が全て終わり、インパクトが特定された後で実施されるものである。事業主の違いによるEIAプロセスの概略を次に示す¹⁹。

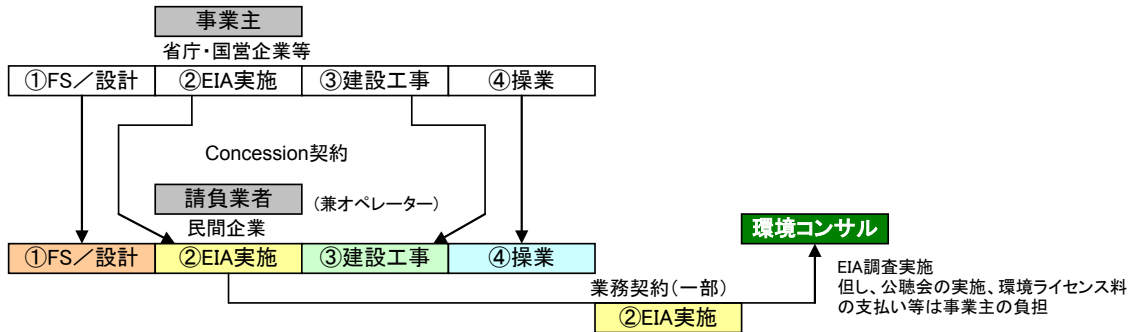
18 2,830,000UCF（約196 Million Kz = 約US\$2 Million）以上の投資案件は、投資額の0.18%の設置ライセンス料、同額の0.3%の操業ライセンス料が課される計算となる。

19 JICAより提供

1) 民間投資の場合



2) 公共事業の場合(PPP-BOT)



3) JICA円借事業の場合(小水力発電)

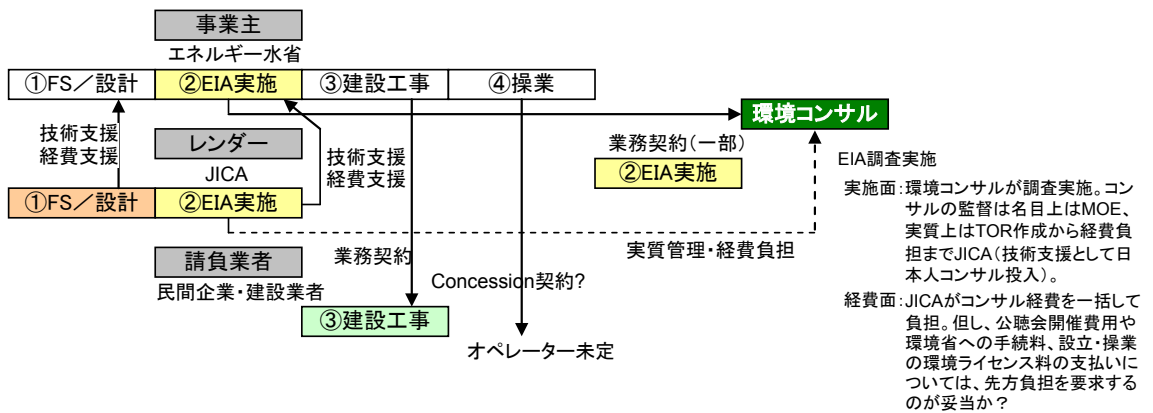


図 4.8-1 事業主の違いによる EIA プロセスの概略

(5) 水管理

2004 年施行の生物学的水産資源法は、水資源に関するもっとも重要な法律である。その目的は、生物学的水資源と海洋生態系の保護のための原理原則やルールの制定、海洋環境と沿岸地域の保護の促進、そして責任ある漁業のための原則とルールの制定である。この法令は、とりわけ、絶滅の危機にある水生生物種や海洋および河川保護区域に生息する生物の保護、漁獲割当量の設定、漁業規制、有害な漁獲方法の禁止のための規定を設けている。

2002 年に制定された水法は、水資源の管理および流通を規制することに焦点をあてていて、汚染により発生したコストを負担させるため、汚染者の責任について認め優先順位をつけている。

4.8.2 JICA 環境社会配慮ガイドライン

現行の JICA の環境社会配慮ガイドラインは、2010 年 7 月 1 日より施行され、同日以降要請を受けたプロジェクトに適用される。

(1) プロジェクトのカテゴリ分類²⁰

プロジェクトのカテゴリ分類は以下のとおりである。

- a. セクター、規模、特性、地域によって判断(追加情報によって分類を見直すこともある)
 - カテゴリ A： 重大で望ましくない影響が想定される
 - カテゴリ B： 望ましくない影響がカテゴリ A より小さい
 - カテゴリ C： 影響が最小限かあるいは全くない
 - カテゴリ FI： 融資承諾前にサブプロジェクトが特定できない
(ツーステップローン、セクターローン等)
- b. カテゴリ分類結果に応じた手続きを規定
- c. カテゴリ A、B 及び FI は環境レビューとモニタリングを実施
ガイドラインにおけるカテゴリ A は、以下のようなプロジェクトである。
 - a. 影響を及ぼしやすいセクターの大規模事業
火力発電、水力発電、ダム、道路、鉄道、空港、港湾、パイプライン、廃棄物処理・処分など
 - b. 影響を及ぼしやすい特性
 - ・大規模非自発的住民移転
 - ・大規模な埋立、土地造成、開墾など
 - c. 影響を受けやすい地域
 - ・国立公園、国指定の保護対象地域
 - ・原生林・熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地
 - ・先住民族の生活区域など

(2) ガイドラインの構成要素

第 1.5 章「JICA の責務」および第 1.6 章「相手国等に求める要件」は以下のように構成されている。

- (1) 新 JICA ガイドライン
- (2) 案件準備段階
- (3) 環境レビュー段階
- (4) モニタリング段階

20 JICA、能力強化研修「環境社会配慮」講義資料、2010 年 8 月 24 日

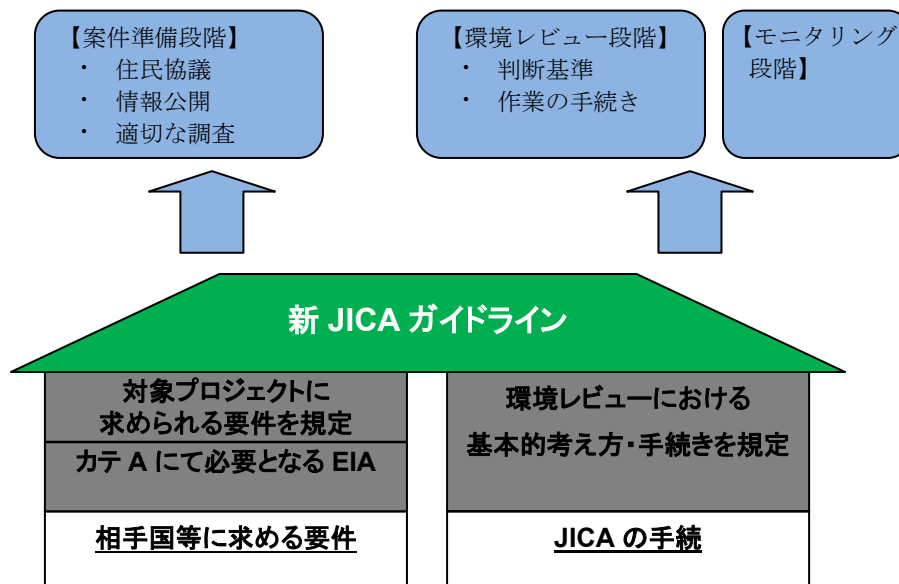


図 4.8-2 ガイドラインの構成要素

(3) 対象プロジェクトに求められる要件

1) 基本的事項

- プロジェクトがもたらす影響を回避・最小化するような代替案や緩和策を検討
- 定量的な評価も加えた形で分析
- 環境社会配慮の検討の結果の文書化
- 必要に応じ、専門家等からなる委員会を設置

2) 検討する影響の範囲

- 人間の健康と安全への影響及び自然環境への影響
大気、水、土壌、廃棄物、事故、水利用、気候変動、生態系及び生物相等
- 社会配慮
非自発的住民移転等人口移動、雇用や生計手段等の地域経済、土地利用や地域資源利用、社会関係資本や地域の意思決定機関等社会組織、既存の社会インフラや社会サービス、貧困層や先住民族など社会的に脆弱なグループ、被害と便益の分配や開発プロセスにおける公平性、ジェンダー、子どもの権利、文化遺産、地域における利害の対立、HIV/AIDS 等の感染症、労働環境（労働安全を含む）

3) 法令、基準等との整合

- プロジェクト実施地における政府が定める環境社会配慮に関する法令、基準を遵守
- 原則として、政府が法令等により自然保護や文化遺産保護のために特に指定した地域の外で実施されねばならない。

4) 社会的合意

- a. プロジェクトが計画されている国、地域において社会的に適切な方法で合意が得られるよう十分な調整が図られていなければならない。
- b. 女性、子ども、老人、貧困層、少数民族等の社会的な弱者については、一般に様々な環境影響や社会的影響を受けやすい一方で、社会における意思決定プロセスへのアクセスが弱いことに留意し、適切な配慮がなされていなければならない。

5) 生態系・生物相

- a. プロジェクトは、重要な自然生息地または重要な森林の著しい転換または著しい結果を伴うものであってはならない。
- b. 森林の違法伐採は回避しなければならない。違法伐採回避を確実にする一助として、プロジェクト実施主体者による、森林認証の取得が奨励される。

6) モニタリング

- a. モニタリング結果を、当該プロジェクトに関わる現地ステークホルダーに公表するよう努めなければならない。
- b. 第三者等から、環境社会配慮が十分でないなどの具体的な指摘があった場合には、当該プロジェクトに関わるステークホルダーが参加して対策を協議・検討するための場が十分な情報公開のもとに設けられ、問題解決に向けた手順が合意されるよう努めなければならない。

7) 環境影響(環境に及ぼす影響が大きい場合)

- a. EIA 報告書の作成、公開
- b. 世界銀行のセーフガードポリシーである Operational Policy (OP) 4.01, Annex B. (Guidelines Appendix 2) に規定されている内容

(<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTOPMANUAL/0,,contentMDK:20065951~menuPK:4564185~pagePK:64709096~piPK:64709108~theSitePK:502184,00.htm> 1)

8) 先住民族

- a. 先住民族に及ぼす影響の回避、最小化
- b. 十分な情報が提供された上での自由な事前の協議を通じて、当該先住民族の合意が得られるように努める
- c. 先住民族計画の作成、公開
- d. 世界銀行のセーフガードポリシーである Operational Policy (OP) 4.10, Annex B に規定されている内容

(<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/PROJECTS/EXTPOLICIES/EXTOPMANUAL/0,,contentMDK:20564712~menuPK:4564185~pagePK:64709096~piPK:64709108~theSitePK:502184,00.htm>)

4.8.3 Cutato 川発電所の初期環境影響調査

(1) スコーピング

Cutato 川発電所を対象として、関連する情報を収集し、第1回および第2回現地調査に基づいて、スコーピング案を作成した。

表 4.8-1 スコーピング一覧

一 発電所一

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	D	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：維持管理のために点検車両の通行がある。
	2	水質汚濁	D	D	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性はある。 供用時：発電用冷却水を処理した後に、河川に戻す。
	3	廃棄物	C-	D	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	4	土壌汚染	D	D	工事中：建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 供用時：建設構造物の維持管理のための除草剤散布による土壌汚染の影響が考えられる。
	5	騒音・振動	C-	D	工事中：建設機材・車両の稼働等による騒音が想定される。 供用時：維持管理のために点検車両の通行がある。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然 環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	C-	C-	工事中：本事業は小水力発電所新設であり、工事範囲は狭い(河川敷で延長数百 m)ため、一般的には生態系に与える影響は小さい。 供用時：工事前後で河川流量の変化は極めて小さいので、生態系への影響も小さい。 しかし、事業対象地における希少な動植物の存在を確認し、生態系への影響を評価するべきである。
	11	水象	C-	C-	工事中：河川等の水流を切り替える。また、小規模な河床掘削工事も想定される。 供用時：発電所完成後は、完成前に比べて、乾季には、分岐河川において分流量に変化が生じる(発電用に優先使用する)が、雨季は完成前後でほぼ変化がない。堰により、貯水池ができるため、貯水池上流域では長期的には河床高が上昇する。
社会 環境	12	地形、地質	D	D	本事業は、大規模な切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
	13	住民移転	D-	D-	工事前：計画時：貯水池や取り付け道路のための用地取得は発生する。それに伴う住民移転が発生する可能性は極めて低い。
	14	貧困層	C-	B+	工事前：移転対象者に貧困層が含まれる可能性がある。 供用時：発電所周辺の無電化村の住民に対して、電力を供給するため、生活水準が向上し、ビジネスの機会が増大する。貧困層にとっても、学校・病院等の社会サービスが向上する。正の影響が見込まれる。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地域及びその周辺に、少数民族・先住民は存在しない(周辺集落には、ア国の多数派民族 Ombundo 族が居住)。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会 環境	16	雇用や生計手段等の地域 経済	D	B+	本事業は、地方電力開発であり、農業や工業用の動力を供給することにより、地域経済振興をもたらす。正の影響が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	B+/-	本事業は、地方電化開発であり、かんがい用の動力を供給することによって、耕作地が広がる(正の影響が見込まれる)。一方、貯水池によって既設の耕作地の水没や利用制限を受けることがある。
	18	水利用	C-	C-	工事中: 事業対象地周辺の河川等で水利用があるため、工事中の濁水による影響が考えられる。 供用時: 発電用に取水するが、直下流で放水するため、河川流量が減ることはない。
	19	既存の社会インフラや社会 サービス	C-	B+	工事中: 工事中に一般住民の交通を制限することがある。 供用時: 電力供給対象として、住居のほかに、道路・学校・医療施設等があるため、これらのインフラや関連サービスの質が向上する。
	20	社会関係資本や地域の意 思決定機関等の社会組織	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響があると考えられる。
	21	被害と便益の偏在	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、便益の社会性や経済性、公平性が保たれるべきである。
	22	地域内の利害対立	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、地域内の利害対立を引き起こすことを避けるべきである。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域およびその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	C	C	本事業は、小水力発電であり、景観への影響は小さいと考えられる。
	25	ジェンダー	C	B+	供用時には、女性にとって炊事のためのまきなどの燃料調達の労働負荷が減る可能性がある。また、炊事への電力利用(電気ポットなど)も期待される。
	26	子どもの権利	C	B+	供用時には、日没後、電気の利用により勉強や家事手伝いが可能になる。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	C-	D	工事中: 大規模な工事は想定されないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
	28	労働環境(労働安全を含む)	C-	D	工事中: 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時: 供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
	29	事故	C-	C-	工事中: 工事中の事故に対する配慮が必要である。 供用時: 発電所の維持管理に伴う事故に配慮する。
その他	30	越境の影響、及び気候変動	D	B+	本事業は、二酸化炭素を発生しない発電であるため、気候変動に係る正の影響が期待される。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

—配電線—

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染 対策	1	大気汚染	D	D	工事中：建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：維持管理のために点検車両の通行がある。
	2	水質汚濁	D	D	工事中：工事現場、重機、車両及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性はある。 供用時：特になし
	3	廃棄物	C-	D	工事中：建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時：周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。
	4	土壌汚染	D	D	工事中：建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 供用時：特になし
	5	騒音・振動	C-	D	工事中：建設機材・車両の稼働等による騒音が想定される。 供用時：維持管理のために点検車両の通行がある。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然 環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	D	D	配電線工事は道路沿いを計画しており、生態系に与える影響は小さい。
	11	水象	D	D	水象に影響を与える作業は想定されない。
社会 環境	12	地形、地質	D	D	本事業は、切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
	13	住民移転	D-	D-	配電線ルートは住民移転を伴わないように選定する。
	14	貧困層	D	B+	供用時：発電所周辺の無電化村の住民に対して、電力を供給するため、生活水準が向上する。貧困層にとっても、学校・病院等の社会サービスが向上する。正の影響が見込まれる。
	15	少数民族・先住民	D	D	事業対象地域及びその周辺に、少数民族・先住民は存在しない(周辺集落には、「ア」国の多数派民族 Ombundo 族が居住)。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	D	B+	本事業は、地方電力開発であり、農業や工業用の動力を供給することにより、地域経済振興をもたらす。正の影響が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用	D	B+	本事業は、地方電力開発であり、かんがい用の動力を供給することによって、耕作地が広がる(正の影響が見込まれる)。
	18	水利用	D	D	工用水の利用は極めて少ない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C-	B+	工事中：工事中に一般住民の交通を制限することがある。 供用時：電力供給対象として、住居のほか、道路・学校・医療施設等があるため、これらのインフラや関連サービスの質が向上する。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響があると考えられる。
	21	被害と便益の偏在	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、便益の社会性や経済性、公平性が保たれるべきである。
	22	地域内の利害対立	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、地域内の利害対立を引き起こすことを避けるべきである。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域およびその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	C-	C-	本事業は、小規模電柱の敷設が主体であり、景観への影響は小さいと考えられる。
	25	ジェンダー	C	B+	供用時には、女性にとって炊事のためのまきなどの燃料調達への労働負荷が減る可能性がある。また、炊事への電力利用(電気ボットなど)も期待される。
	26	子どもの権利	C	B+	供用時には、日没後、電気の利用により勉強や家事手伝いが可能になる。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	D	D	工事中：大規模な工事は想定されない。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
社会 環境	28	労働環境(労働安全を含む)	C-	D	工事中:建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時:供用段階で労働者への負の影響が想定されるような作業は計画されていない。
	29	事故	C-	C-	工事中:工事中の事故に対する配慮が必要である。 供用時:発電所の維持管理に伴う事故が懸念される。
その他	30	越境の影響、及び気候変動	D	B+	本事業は、二酸化炭素を発生しない発電であるため、気候変動に係る正の影響が期待される。

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Positive/negative impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

(2) 環境社会配慮調査の TOR

スコーピングで絞り込んだ EIA 項目およびその調査方法と内容を表 4.8-2 に記載する。

表 4.8-2 環境影響評価項目、調査方法と内容

調査項目	調査内容	備考(参考評価基準、水準等)
発電所		
代替案の検討	堰高の検討、太陽光・ディーゼル発電との比較	自然社会環境影響を最小化し、プロジェクトの効果を最大化する
廃棄物	サイト周辺	日本の環境基準、WHO、WB、IFC(民間)
騒音	サイト周辺	日本の環境基準、WHO、WB、IFC(民間)
生態系	事業対象地における希少な動植物の存在を確認し、生態系への影響を評価する	国際自然保護連合(IUCN:International Union for Conservation of nature and Natural Resources)レッドリスト
住民移転	貯水池形成に伴う住民移転 -1/25000 地形図および衛星写真の活用	「ア」国の事例及び JICA 環境社会配慮ガイドライン、世銀 Operational Policy 4.12 等に沿って作成
土地利用や地域資源利用	貯水池範囲における土地利用や地域資源(水と魚など)の調査 -現地聞き取り -1/25000 地形図および衛星写真の活用	Cutato 川における水利権・漁業権
ステークホルダー協議(SHM)	2段階で実施 ① スコーピング案段階 ② ドラフト報告書段階	JICA 環境社会配慮ガイドライン* ワークショップ:関係機関&NGO 等、セミナー:関係機関&区の代表、議員等
配電線		
廃棄物	サイト周辺	日本の環境基準、WHO、WB、IFC(民間)
騒音	サイト周辺	日本の環境基準、WHO、WB、IFC(民間)
生態系	事業対象地における希少な動植物の存在を確認し、生態系への影響を評価する	IUCN レッドリスト
土地利用や地域資源利用	配電線ルートにおける土地(ROW 含む)利用 -現地聞き取り -1/25000 地形図および衛星写真の活用	「ア」国の補償に関する基準(land law)、JICA 環境社会配慮ガイドライン、世銀 Operational Policy 4.12 等
ステークホルダー協議(SHM)	2段階で実施 ① スコーピング案段階 ② ドラフト報告書段階	JICA 環境社会配慮ガイドライン* ワークショップ:関係機関&NGO 等、セミナー:関係機関&区の代表、議員等

* 環境社会配慮の概要検討時に、情報公開と現地ステークホルダーとの協議を必要に応じて行い、JICAは、その結果を反映させる

(3) Cutato 川発電所の初期環境影響調査

元々、本プロジェクトはカテゴリ C であったため、IEE レベルで環境社会配慮調査を相手国などと共同で実施する計画はなかった。しかしながら、第1次調査結果から、本プロジェクトは水力発電所新設であり、JICA はカテゴリ B に相当すると判断された。限られた時間内で JICA ガイドラインのカテゴリ B を意識した環境調査を行った。第2次現地調査において、Cutato 川発電所サイトおよび配電線ルートを対象に IEE レベルでの調査を実施した。まず、関係機関と調整の上、住民アンケートを実施した。さらに、関係機関に対し、環境社会影響を回避・軽減するための対策（影響回避が出来ない場合の補償・代償措置を含む）やモニタリング及び制度の整備状況を確認した。

1) パブリックコンサルテーション

まず住民に本プロジェクトに関する基本情報を確認するため、アンケート調査を行った。住民アンケートの結果は添付資料-1 に示す。

今後、Cutato 水力プロジェクトのステークホルダーにプロジェクトの概要とその環境影響を説明し、彼らの意見を聞くために、ワークショップを開く必要がある。参加者は MINEA、ENE、各郡の（上級）役人及びその他の関係者である。

なお、「ア」国政府に対しては、JICA 環境ガイドラインに沿って、本プロジェクトの FS 結果に基づいて EIA を実施するよう要望した。さらに EIA 開始後、実際に影響を受ける地域住民との協議を出来るだけ早期に実施するよう要望する。

2) 緩和対策や制度の整備

環境社会影響を回避・軽減するための対策（影響回避が出来ない場合の補償・代償措置を含む）やモニタリング及び制度については、MINAMB を初めとしてア政府は経験不足である。プロジェクト提案者は、一般に EIA レポートおよびモニタリング計画の作成を民間会社に委託する²¹。水力の EIA レポート作成の実績を有する現地の環境調査会社がある。

現時点で想定される環境負荷軽減策は下記の通りである：

水生生物への影響については、工事中の汚濁水の処理で、また、掘削土の発生については、発生土の適切な処理や処分によって、その影響は軽減される。

提言した軽減策の効果をモニタリングするために、今後、環境管理計画を作成する必要がある。主な環境管理計画の項目は下記の通り。

水生生物への影響を軽減するために提言した汚濁水の処理の効果をモニタリングするために、(1)処理の実施の有無の検査、(2)年1回程度の水質調査は必要と考えられる。

21 MINAMB-EIA 局 Julietta Condes 局長に確認。

3) 代替案の検討

代替案は、4つのオプションを各評価項目に基づき定性的に評価した。評価結果は表4.8-3に示すとおりである。

ディーゼル発電は小水力発電の代替案と考えられる。国内産の原油を使用しているため、燃料代は比較的安く、安定している（Diesel 40 Kz per L, Gasoline 60 Kz per L、全国共通、2010年9月13日）。しかし、ディーゼル発電のコストは原油の高騰により小水力に比べて多少高くなってきている。

太陽光発電は環境への負荷は小水力に比べて小さいが、電力発電量が20-40Wと極めて小さい。また、太陽光は日没後の発電はできない。一般住民にとって、最も需要が高くなる夜間の電力供給には蓄電池（バッテリー）などが必要となる。安価なため最も普及している鉛蓄電池は、寿命が数ヶ月程度であるため、無処理のまま廃棄されることが多い。固形廃棄物および鉛流出による公害の影響は、特に途上国では無視できない。全てを太陽光で賄うとプロジェクトコストも高くなる。

本プロジェクトの目的は地方の都市や農村の電化率の向上である。したがって、何のプロジェクトも実施しないことは、環境負荷はないが、電化率の向上も期待できない。小水力は、環境負荷の点ではその他代替案と同等以上であり、運転コストを含む総合的な経済性からは有利である。総合的に判断して、小水力は最も優れたプロジェクト案である。

表 4.8-3 代替案評価結果

評価項目	小水力	代替案		
		ディーゼル発電	発電太陽光	プロジェクトなし
環境影響度	B	C	B	A
建設費	C	B	C	-
運転費用	A	C	A	-
MWあたりのプロジェクトコスト	A	B	C	-
需要に対する電力発生量	B	A	C	-
園内資源の有効利用	A	B	A	C
電化率の向上への貢献度	A	A	B	C
総合	A	B	B	C

A： 環境への負荷無し、コスト低、大発生量、園内資源の有効利用度大、貢献度大
 B： 多少の環境負荷あり、コスト中、中発生量、園内資源の有効利用度中、貢献度中
 C： 環境への負荷あり、コスト高、低発生量、園内資源の有効利用度小、貢献度小
 -： コストゼロ、発生量ゼロ

4) 環境影響評価項目の調査

(a) 水 象

河川の水象の変化は、建設中と建設後に発生する。その水象の変化が環境に与える影響を評価する。まず、水象の変化の度合いを検討する。

サイトは、河川が二股に分かれる分岐点に位置する。その分岐河川は約 600 m 下流で合流する。堰は、二股の河川のいずれかに分流させながら、建設することになる。したがって、建設中は、同流量に対して、河川は現状とは異なる流れとなる。特に乾季の低流量時に一方の河川の水位低下が懸念される。しかし、合流点の水位により河川水位は支配されるため、最低でも 0.9 m の水位は確保されると推定される。

発電所完成後は、完成前に比べて、乾季には分岐河川において分流量に変化が生じる（発電用に優先使用する）が、雨季は完成前後でほぼ変化がない。建設中同様に 0.9m の最低水位は確保される。

さらに、堰により、貯水池ができるため、長期的には河床高が上昇すると予想される。現況の河床勾配は平均で 1/1500 であるが、一般にその 1/2 の勾配で河床は上昇し、河床勾配は 1/3000 になる。したがって、水位が上昇し、現在の河川流況は変化することになる。堰の基礎標高は 1,400 m と推定される。起伏ゲート（高さ 3 m）を除く堰高は 1 m であり、常時満水位は 1,404 m となる。河床が上昇し、堰高まで進行した場合には、上流約 6 km にまで影響が及び、その地点での河床標高は 1,404 m となる。堰建設は、河床標高には影響を与えないことになる。

毎秒 560 m³ の流量の洪水が発生したとしても、その水深は上流 6 km の地点においても 4 m 程度であり、河川敷は 1,408 m 以上であれば、堰建設の影響を受けないと考えられる。

(b) 生態系



写真 4.8-1 Mu enga 村長老からの聞き取り

プロジェクトサイトは、図 4.8-3 に示すように環境保護地区には含まれていない²²。「ア」国には、20 箇所の環境保護区がある。これら保護区の総面積は約 68,000 km² で国家面積の約 6% を占めるが、他のアフリカ諸国に比べて最低の比率である。これらはアンゴラ国家生物多様性戦略および行動計画（Angola's National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBCSAP; MINUA 2006)）により、国立公園と地域公園、保護区、ゲーム禁止区に 4 分類されている。保護区は異なる分類を定めては

22 USAID, 118/119 Biodiversity and Tropical Forest Assessment for Angola, May 2008

いるが、これらの分類の法的な保護の重要性は明確ではない。

Cutato 川の河川敷は、衛星写真によると、標高 1,420 m 以下では、湿地、草地、広葉樹に大分類される。畑作地などは見られない。

現地調査で、サイト近傍の Muenga 村と Chimonga 村、Chicumbi 村で、長老などを集め、野生生物や植生、土地利用などについて彼らに尋ねて確認した（写真 4.8-3）。現地ではミモザ科の植物が確認された。

現地住民からの聞き取り²³では、サイトに生息する哺乳類として、かばやワニ（クロコダイル）のほか、サル、ウサギ、ヤギ、イノシシがいる。なまずやテラピア、Cacusoの魚類もクタト川に生息している。



写真 4.8-2 Chicumbi 村住民(右端は MINEA 職員)



写真 4.8-3 Chimonga 村住民

「ア」国において IUCN レッドリストで登録されているものを表 4.8-4 に示す。現地での聞き取りでは、プロジェクトサイトにおいてレッドリスト登録種が存在している可能性はある。

23 ムエンガ村で長老などから 2011 年 1 月 26 日に聞き取りをした。

Exhibit 9. Angola's protected areas

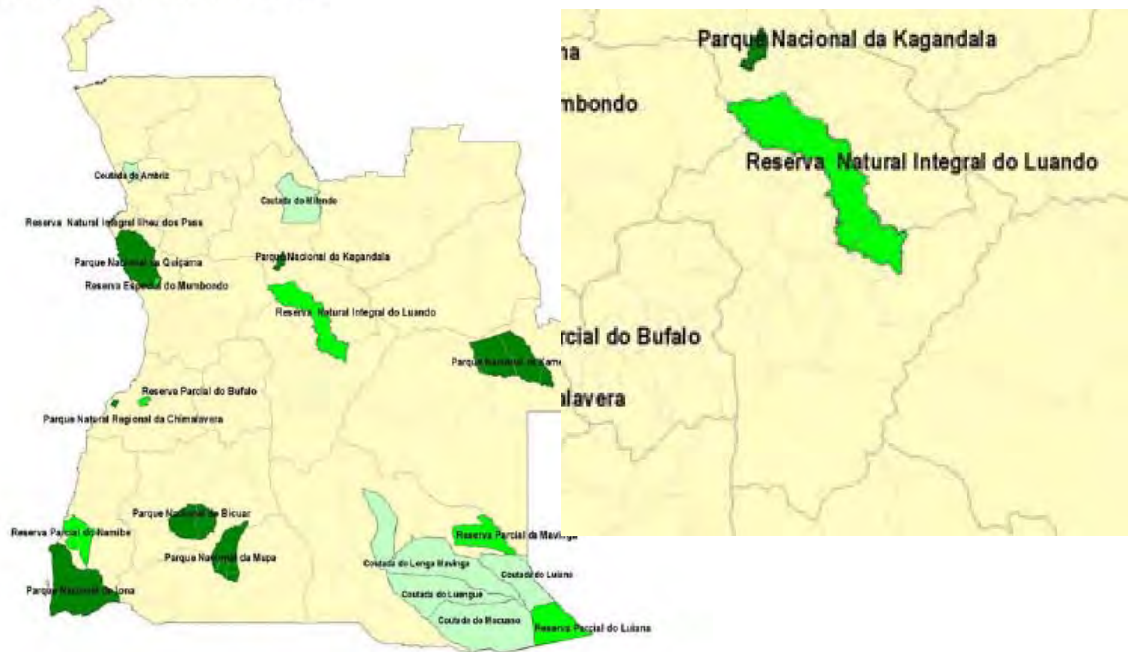


図 4.8-3 環境保護地区

表 4.8-4 (1) IUCN レッドリスト(哺乳類)

No.	Name 1	Name 2	Status in 2001
1	Black Rhinoceros	Diceros bicornis	CR
2	Western Gorilla	Gorilla gorilla	EN
3	Common Chimpanzee	Pan troglodytes	
4	Fin Whale	Balaenoptera physalus	
5	African Eild Dog	Lycan pictus	
6	Mountain Zebra	Equus zebra	
7	African Bush Elephant	Loxodonta africana	VU
8	African Manatee	Trichechus senegalensis	
9	Humpback Whale	Megaptera novaeangliae	
10	Cheetah	Acinonyx jubatus	
11	Blac-footed Cat	Felis nigripes	
12	African Golden Cat	Profelis aurata	
13	Lion	Panthera leo bleyenberghi	
14	Hippopotamus	Hippopotamus amphibius	NT
15	Angolan Marsh	Rat Dasymys nudipes	
16	Angolan Epauletted Fruit Bat	Epomophorus angolensis	
17	Angolan Hairy Bat	Cistugo seabrai	
18	Beatrix's Bat	Glauconycteris beatrix	
19	Angolan Long-eared Bats	Laephotis angolensis	
20	Natal Long-fingered Bat	Miniopterus natalensis	
21	Large-eared Free-tailed Bat	Otomops martiensseni	
22	Pel's Pouched Bat	Saccolaimus peli	
23	Intermediate Slit-Faced Bat	Nycteris intermedia	
24	Swinny's Hourseshoe Bat	Rhinolophus swinnyi	

Legend: CR; Critically endangered, EN; Endangered, VU; Vulnerable, NT; Near threatened

表 4.8-4 (2) IUCN レッドリスト(哺乳類以外)

No	Name	Taxonomy			Assessment Information
		Class:	Scientific Name:	Common English Name/s:	* Red List Category & Criteria:
1	Pinheyagrion angolicum	INSECTA	Pinheyagrion angolicum	Angola Bluet	LC
2	Pseudagrion angolense	INSECTA	Pseudagrion angolense	Angola Sprite	DD
3	Barbus fasciolatus	ACTINOPTERYGII	Barbus fasciolatus	African banded barb, Angola barb, Angolan barb, Barred barb, Orange barb, Red barb, Tiger barb	LC
4	Chetia welwitschi	ACTINOPTERYGII	Chetia welwitschi	Angola happy, Angolan happy	DD
5	Etrumeus whiteheadi	ACTINOPTERYGII	Etrumeus whiteheadi	Whitehead's Round Herring, Whitehead's Round Herring, Redeye, Redeye Roundherring, Round Herring, Whitehead's Round Herring	LC
6	Kneria angolensis	ACTINOPTERYGII	Kneria angolensis	Angola kneria	LC
7	Kneria ansorgii	ACTINOPTERYGII	Kneria ansorgii	-	DD
8	Afrixalus osorioi	Amphibia	Afrixalus osorioi	Angola Banana Frog, Congro Spiny Reed Frog, Osorio's Spiny Reed Frog	LC
9	Amietia angolensis	AMPHIBIA	Amietia angolensis	Angola River Frog, Common River Frog	LC
10	Prosymna angolensis	REPTILIA	Prosymna angolensis	Angola Shovel-snout	LC
11	Batis minulla	AVES	Batis minulla	Angola Batis	LC
12	Cossypha heinrichi	AVES	Cossypha heinrichi	White-headed Robin-chat, Angolan Robin-chat, Angola White-headed Robin	VU
13	Dioptrornis brunneus	AVES	Dioptrornis brunneus	Angola Slaty Flycatcher, Angola Slaty-flycatcher	LC
14	Hirundo angolensis	AVES	Hirundo angolensis	Angola Swallow	LC
15	Mirafraga angolensis	AVES	Mirafraga angolensis	Angola Lark	LC
16	Prionops gabela	AVES	Prionops gabela	Gabela Helmet-shrike, Angola Helmetshrike, Gabela Helmetshrike, Gabela Helmet Shrike	EN
17	Turdoides hartlaubii	AVES	Turdoides hartlaubii	Angola Babbler, Hartlaub's Babbler	LC
18	Xenocopsychus ansorgei	AVES	Xenocopsychus ansorgei	Angola Cave-chat, Angola Cave Chat	NT
19	Colobus angolensis	MAMMALIA	Colobus angolensis	Angola Colobus, Angolan Black-and-white Colobus, Angolan Colobus	LC

(c) 土地利用

湛水予定域は全て国有地であり、補償は発生しない²⁴。サイト近傍には、灌漑している用地もない。河川敷の土地利用では、衛星写真によると、標高 1,420 m 以下では耕作地は確認できない。



写真 4.8-4 Cu tato サイト(上流から下流を望む、雨季、2011 年 1 月 26 日)

サイト近傍の Muenga 村や Chimonga 村、Chicumbi 村で栽培している作物は以下のとおりである：

トウモロコシ、ヘイジャン豆、サツマイモ、ジャガイモ、バナナ、大根（ラディッシュ）、落花生、タマネギ、ナス、ハウレンソウ

(d) 住民移転

支流において、衛星写真によると、河川敷標高 1,420 m 付近に数軒家屋が見られる。本流では 1,420 m 以下には家屋は見られない。プロジェクト建設に伴う住民移転は発生しないと予想される。

(e) 権利と補償

送電線ルートや機器搬入路、仮設備用地、土捨て場、原石山などの用地取得および補償は地方政府（Municipality）が行う。補償費は 1 m² 当り 150 Kz である。農作物の補償も地方政府が行う。

水利権はアンゴラ政府が所有しており、民間会社が水を利用する場合には使用料金を支払う。

漁業権は農業漁業省（Ministry of Agriculture and Fishery）が管理している。漁業で副収入を得ている住民がいる。現地です川に木かごを設置して漁をしている（写真 4.8-5）。

24 Andulo 郡庁舎にて、2011 年 1 月 27 日に郡の経済計画責任者 Francisco Pereira の説明。



写真 4.8-5 Cu tato 川(サイト下流)のかご漁

5) 結 論

1998年施行の「ア」国 EFL は、環境政策上最も重要な包括的文書となっている。EFL を適用する場合の規制の具体的な枠組みについては、不完全である。EFL によると、水力開発では、出力 1,000 kW 以上は EIA 作成が義務づけられている。送電線は 230 kV が EIA 作成の対象である。

本調査では、まず、水力候補地点の環境影響調査を行った。いずれも流れ込み式であり、地点ごとの環境影響には差異はほとんど認められなかった。Cutato 川地点は若干他地点に比べて出力が大きいため、洪水時に堰による上流の水位上昇が懸念されたが、ゲート設置により洪水時の水位を抑制できる。そのため、他地点に比べて大きな環境影響を与えることはない。

次に、選定された Cutato 川発電所の初期環境影響調査を行った。簡易アンケートで対象とした全ての住民は、水力発電所の建設を支持している。堰の建設によって、移転が必要となる住民はいないと推定される。また、堰上げによる貯水の影響を受ける土地は国有地であり、畑作地などはない様子で、補償対象とならない。

生態系への影響は少ないと考えられるが、EIA でさらなる調査は必要である。特に、住民情報も考慮すると、サイトにおけるカバの生息状況を確認することが求められる。

MINEA の環境課に初期環境影響調査結果を説明した²⁵。MINEA の担当部署および責任者は、決まっていない。初期環境影響調査に続いて EIA を実施することとなった。

²⁵ MINEA 環境課の Osorio Lologio 氏に 2011 年 2 月 1 日説明

添付資料-1:住民アンケートの結果

住民ヒアリング結果

		回答者1	回答者2	回答者3
1. ヒアリング実施状況				
	日時	2011年1月26日11:00～12:30	2011年1月26日11:00～12:30	2011年1月26日11:00～12:30
	場所	ムエンガ村	ムエンガ村	ムエンガ村
	回答者	長老	Francisco Catombela	Muafeca
	ヒアリングの状況	村人10人程度が集まり長老が代表して回答した。ポルトガル語ができる村人がおらず、現地の言葉に訳してヒアリングを実施。	長老から自宅に発電機を持っている住民を紹介してもらい発電機のことを中心にヒアリング	長老から漁業関係者を紹介してもらい漁業面での影響についてヒアリング
2. EIA				
(1)	サイト近くに生育する野生生物を記述してください。	カバ、サル、ウサギ、ヤギ、イノシシ	—	—
(2)	サイト近くに多い、花、草、木の名前を記述してください。	(村の周辺に自生している植物) GANGA, METI, OLONCHA	—	—
(3)	サイト近くで栽培している農作物を記述してください。	(村で栽培している農作物)トモロコシ、ヘイジャン豆、サツマイモ、ジャガイモ、バナナ、大根、落花生、タマネギ、ナス、ホウレンソウ	—	—
(4)	Cutato川沿いの川辺に居住する人はいるか？(川から10m高い土地と川の間)	■いいえ	—	—
(5)	Cutato川で漁業で生活している人はいるか？	■はい	—	(クタ川で獲れる主な魚)ナマズ、Cacuso, Tilapia
(6)	添付の写真の生物を見たことがあるか？あればどれか示してください。	すべての動物を見たことがあると回答	すべての動物を見たことがあると回答	—
3. CDM				
(1)	現在自宅に電化製品や発電機を持っていますか。	■いいえ(長老の家にはない)	■はい	—
	持っている場合…発電のための燃料は？	なし	ガソリン	—
	持っている場合…主な電化製品は？	なし	テレビ、コンボ	—
(2)	現在、自宅の照明はどのような手段で行っていますか？	灯油ランタン又はロウソク	電池式の照明(発電機の使用時に充電)	—
(3)	現在、地域の環境状況についてどのような感想を持っていますか？			
	・環境は良好であると思う	■	■	—
	・大気環境が悪いと思う	□	□	—
	・水環境が悪いと思う	□	□	—
	・騒音を感じる	□	□	—
	・その他	□	□	—
(4)	水力発電所による安定した電力の供給を望みますか？	■はい	■はい	—
(5)	水力発電所の建設時にトラックの通行が増えたり騒音が発生する可能性がありますか、許容することができますか？	■はい	■はい	Q.水力発電所の建設によって漁業に影響(場所の移動など)が発生する可能性があるが許容できるか？—A.問題ない
(6)	水力発電所の建設に伴い、発電所の上流地域の一部が水没する可能性がありますか、許容することができますか？	■はい	■はい	—
(7)	水力発電所の建設を支持しますか？	■はい	■はい	■はい
4. 需要調査				
(1)	家族人数は？	妻3人、子供19人	妻1人、子供3人	—
(2)	薪を一回にどのくらいの時間を燃やしますか？	時間ははっきりと分からないが、一家、3日分の炊事で写真の大きさの丸太を一本ずつ使用。	—	—
(3)	ディーゼルを一日にどのくらいの時間動かしますか？	発電機は持っていない。	ガソリン1日3L	—
(4)	夜は明がツギをどのくらいの時間照らすか？	約4時間	約4時間	—
(5)	村の人口	2010年の人口統計:8042人、2008年:5800人。10年前は戦時中のため統計をしていない。	—	—
	備考		村で発電機を持っている家庭は3軒、いずれもガソリンを燃料としている	

住民ヒアリング結果

		回答者1	回答者2	回答者3
1. ヒアリング実施状況				
日時		2011年1月27日11:30～12:30	2011年1月27日11:30～12:30	2011年1月27日11:30～12:30
場所		チクンビ村	チクンビ村	チクンビ村
回答者		長老	副長老	
ヒアリングの状況		村人100人程度が集まり長老2名が代表して回答した。	村人100人程度が集まり長老2名が代表して回答した。	長老から発電機を持っている過程を紹介してもらい、発電機を見せてもらう。
2. EIA				
(1)	サイト近くに生育する野生生物を記述してください。	(村の周辺に生息している動物)ヤギ、サル、ウサギ、ニワトリ	(村の周辺に生息している動物)ヤギ、サル、ウサギ、ニワトリ	—
(2)	サイト近くに多い、花、草、木の名前を記述してください。	(村の周辺に自生している植物)GANGA、METI、OLONCHA	(村の周辺に自生している植物)GANGA、METI、OLONCHA	—
(3)	サイト近くで栽培している農作物を記述してください。	(村で栽培している農作物)トウモロコシ、ヘイジャン豆、サツマイモ、ジャガイモ、バナナ、ラビッシュ、落花生、タマネギ、ナス、ホウレンソウ	(村で栽培している農作物)トウモロコシ、ヘイジャン豆、サツマイモ、ジャガイモ、バナナ、ラビッシュ、落花生、タマネギ、ナス、ホウレンソウ	—
(4)	Cutato川沿いの川辺に居住する人はいるか？(川から10m高い土地と川の間)	■いいえ	■いいえ	—
(5)	Cutato川で漁業で生活している人はいるか？	■はい	■はい	—
(6)	添付の写真の生物を見たことがあるか？あればどれか示してください。	すべての動物を見たことがあると回答	すべての動物を見たことがあると回答	—
3. CDM				
(1)	現在自宅に電化製品や発電機を持っていますか。	■いいえ	■いいえ	■はい
	持っている場合…発電のための燃料は？	なし	なし	ガソリン
	持っている場合…主な電化製品は？	なし	なし	テレビ、ラジオ、照明(各部屋にあり)
(2)	現在、自宅の照明はどのような手段で行っていますか？	電池式ランタン	電池式ランタン	電灯(18:00～最長で23:00)
(3)	現在、地域の環境状況についてどのような感想を持っていますか？			
	・環境は良好であると思う	■	■	—
	・大気環境が悪いと思う	□	□	—
	・水環境が悪いと思う	□	□	—
	・騒音を感じる	□	□	—
	・その他	□	□	—
(4)	水力発電所による安定した電力の供給を望みますか？	■はい	■はい	—
(5)	水力発電所の建設時にトラックの通行が増えたり騒音が発生する可能性がありますか、許容することができますか？	■はい	■はい	—
(6)	水力発電所の建設に伴い、発電所の上流地域の一部が水没する可能性がありますか、許容することができますか？	■はい	■はい	—
(7)	水力発電所の建設を支持しますか？	■はい	■はい	—
4. 需要調査				
(1)	家族人数は？	妻1人、子供5人	妻2人、子供15人	—
(2)	薪を一回にどのくらいの時間を燃やしますか？	朝と昼過ぎに炊事。丸太一本で3日～1週間使用。	朝と昼過ぎに炊事。丸太一本で3日～1週間使用。	—
(3)	ディーゼルを一日にどのくらいの時間動かしますか？	発電機は持っていない。	発電機は持っていない。	—
(4)	夜は明かりをどのくらいの時間	18:00～20:00	18:00～20:00	—
(5)	村の人口	2011年1月:4812人、2009年:3800人。	—	—
	備考		漁業で生活する村人がいるが、村としては電気の方が重要であると考えているので、漁業に多少の影響があっても許容できる。	村で発電機を持っている家庭は3軒、いずれもガソリンを燃料としている。発電機の価格は15000クワンザ、ガソリン代が高いため経済的な負担が大きい。

住民ヒアリング結果

		回答者1
1. ヒアリング実施状況		
日時	2011年1月26日 13:30～14:30	
場所	シモンガ村	
回答者	Rufono Fanguelo(長老)	
ヒアリングの状況	長老宅にて長老からヒアリング。その他村人は畑に出ているとのこと不在。	

2. EIA		
(1)	サイト近くに生育する野生生物を記述してください。	カバ
(2)	サイト近くに多い、花、草、木の名前を記述してください。	(村の周辺に自生している植物)Manda、Omone、Oloncha
(3)	サイト近くで栽培している農作物を記述してください。	(村で栽培している農作物)トウモロコシ、ヘイジャン豆、キャッサバ、落花生、大豆
(4)	Cutato川沿いの川辺に居住する人はいるか？(川から10m高い土地と川の間)	■いいえ
(5)	Cutato川で漁業で生活している人はいるか？	■はい
(6)	添付の写真の生物を見たことがあるか？あればどれか示してください。	サル以外の動物を見たことがあると回答

3. CDM		
(1)	現在自宅に電化製品や発電機を持っていますか。	■いいえ(長老の家にはない)
	持っている場合…発電のための燃料は？	なし
	持っている場合…主な電化製品は？	なし
(2)	現在、自宅の照明はどのような手段で行っていますか？	電池式ランタン
(3)	現在、地域の環境状況についてどのような感想を持っていますか？	
	・環境は良好であると思う	■
	・大気環境が悪いと思う	□
	・水環境が悪いと思う	□
	・騒音を感じる	□
	・その他	□
(4)	水力発電所による安定した電力の供給を望みますか？	■はい
(5)	水力発電所の建設時にトラックの通行が増えたり騒音が発生する可能性があります、許容することができますか？	■はい
(6)	水力発電所の建設に伴い、発電所の上流地域の一部が水没する可能性があります、許容することができますか？	■はい
(7)	水力発電所の建設を支持しますか？	■はい

4. 需要調査		
(1)	家族人数は？	妻1人、子供2人
(2)	蒔きを一回にどのくらいの時間を燃やしますか？	全世帯薪で炊事している。一家、3日分～1週間の炊事で写真の大きさの丸太を一本ずつ使用。
(3)	ディーゼルを一日にどのくらいの時間動かしますか？	発電機は持っていない。
(4)	夜は明かりをどのくらいの時間	PM18:00～20:30
(5)	村の人口	2630人

備考	発電機を持っている家は10軒程度ある。水力発電所の建設について、郡長から説明があった。
----	---

4.8.4 環境影響評価(EIA)

2011年5月～2011年10月にかけて、EIA およびそれに係る調査を実施した。結果を以下に示す。

4.8.4.1 「ア」国における法的枠組み

(1) 環境社会配慮に関する法律・制度

「ア」国において環境社会配慮に係る法律・制度を以下に示す。

- 環境基本法 (1998年6月19日制定)
- 環境影響評価法 (2004年7月23日制定)
- 環境認可法 (2004年7月13日制定)
- 水 法 (2002年6月21日制定)
- 水生生物資源法 (2004年10月8日制定)
- 土地利用計画および都市開発法 (2004年6月25日制定)
- 文化遺産法 (2005年10月7日制定)

アンゴラ国における環境影響評価の承認手続きを、図4.8-4に示す。

(2) 環境社会配慮に関する組織

環境社会配慮に係る組織を以下に示す。

- MINAMB
- 農務省
- MINEA
- 漁業省
- 文化省

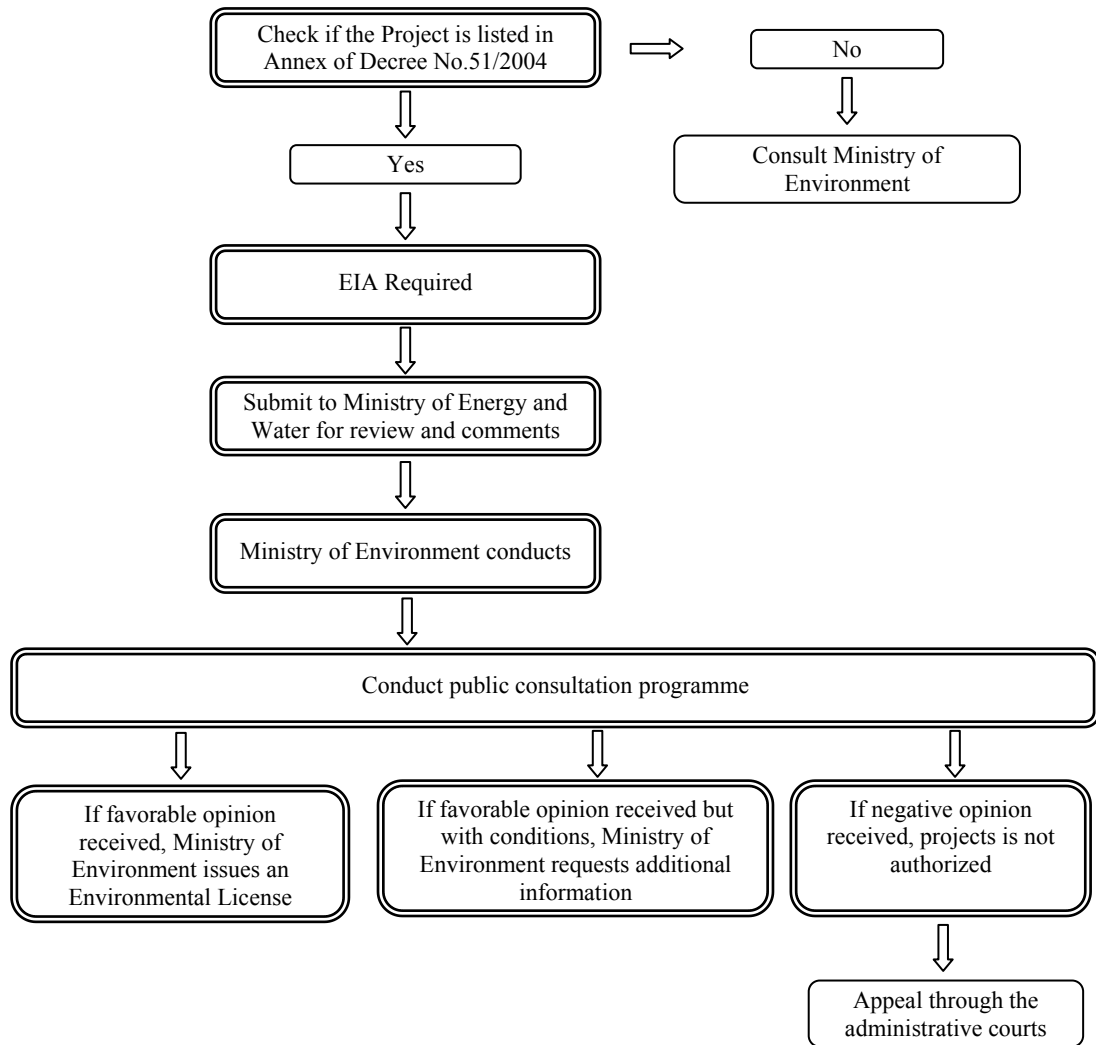


図 4.8-4 EIA の承認手続き

(3) 「ア」国の法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインの格差

「ア」国の法制度と JICA 環境社会配慮ガイドラインでは、以下の点で違いがみられた。

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| ● 保護地域に対する法制度 | 「ア」国には規定がない。 |
| ● 不法伐採に対する配慮 | 「ア」国には伐採に対する規定がない。 |
| ● 社会弱者、少数民族への配慮 | 「ア」国には規定がない。 |
| ● 住民移転に対する配慮 | 「ア」国には規定がなく、生活再建支援も行われない。 |
| ● ステークホルダー協議の実施時期 | EIA 提出後に MINAMB が実施。 |
| ● 緩和策、モニタリング計画 | ステークホルダーのモニタリングは求めている。 |

4.8.4.2 代替案の検討

代替案として、発電方法、設計（堰高）について、Cutato 川小水力発電計画との比較検討を行った。

代替発電は、小水力発電、ディーゼル発電、太陽光発電、ゼロオプションの4つで、環境影響度、建設費、運転費用、事業費/MW、需要に対する電力発電量、国内資源の有効利用、電化率向上への貢献度の観点から比較評価を行った。その結果、建設費/MW が最も低く、その他、運転費用、国内資源の有効利用、電化率向上への貢献度でも優れていることから、小水力が最も優位となった。

設計（堰高）については、3m、4m、5m で、B/C の観点から比較した結果、堰高 4m、最大使用水量 50m³/s のスキームにおいて B/C が最大となった。

4.8.4.3 スコーピング

事業の影響範囲は、直接的影響範囲として、取水堰上流約 6km から発電所下流約 1km の合計 7km と約 28km の搬入路、約 7,000 km² の仮設備用地が想定され、間接的影響範囲は、Muenga 村、Chimonga 村、Chicumbi 村と Andulo 市街が想定される。

事業の影響範囲に関する情報収集および現地踏査結果を基に、スコーピングを行った。スコーピング結果を、表 4.8-5 に示す。

表 4.8-5 スコーピングリスト

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	B-	B-	工事中: 建設機材の稼働等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時: 維持管理のために点検車両の通行がある。
	2	水質汚濁	B-	B-/D*	工事中: 工事現場、重機、車両および工事宿舎からの排水等によって底質、生体遺物、脂肪、微生物が増加し、水質の物理的・化学的悪化が生じる可能性がある。掘削等による水質の濁り、重機や工事用車両からの化学汚染物質の増加等が想定される。 供用時: 発電用冷却水による富栄養化が想定される。
	3	廃棄物	C-	C-	工事中: 建設残土や廃材の発生が想定される。 供用時: 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は不明である。
	4	土壌汚染	B-	D	工事中: 建設資材や工事用車両、重機からの炭化水素等の危険物質の漏れによる土壌汚染が想定される。
	5	騒音・振動	B-	B-	工事中: 工事用車両や重機による騒音・振動が想定される。 供用時: 維持管理のために点検車両の通行がある。
	6	地盤沈下	D	D	地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭	D	D	悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	D	D	底質へ影響を及ぼすような作業等は想定されない。
自然環境	9	保護区	D	D	事業対象地及びその周辺に、国立公園や保護区等は存在しない。
	10	生態系	B-	B± /B-	工事中: 森林伐採による植生や生息地の減少、建設資材の借置きや工事用車両や重機による環境破壊、河川の堰止めによる水生生物への影響などが想定される。 供用時: ダムや道路、送電線による水生生物・半水生生物への負の影響が想定される。貯水池による新たな環境が創造される正の面も考えられる。
	11	水象	B-/D	B-/D	工事中: 堰止めによる水流の変化や、下流部における掘削等による底質の移動の増加や沈殿物の増加などが想定される。 供用時: 水流の変化による底質移動への影響や、水生生物の生息地の減少および底質の粗硫化、下流部の環境の変化が想定される。

分類	No.	影響項目	評価		評価理由
			工事中	供用時	
自然環境	12	地形、地質	B-/D	B-/D	本事業は、大規模な切土や盛土は計画されていないことから、地形・地質への影響はほとんどないと考えられる。
社会環境	13	住民移転	D/C-	D	<u>工事前・計画時</u> : 貯水池や取り付け道路のための用地取得は発生する。／住民移転等が発生しない用、設計する必要がある。
	14	貧困層	D	B+	<u>供用時</u> : 発電所周辺の無電化村の住民に対して、電力を供給するため、生活水準が向上し、ビジネスの機会が増大する。貧困層にとっても、学校・病院等の社会サービスが向上する。正の影響が見込まれる。
	15	少数民族・先住民族	D	D	事業対象地域及びその周辺に、少数民族・先住民族は存在しない(周辺集落には、「ア」国の多数派民族 Ombundo 族が居住)。
	16	雇用や生計手段等の地域経済	B+	B+	<u>工事中</u> : 事業地への建設作業員の流入が地域経済を活性化させると想定される。本事業は、地方電力開発であり、農業や工業用の動力を供給することにより、地域経済振興をもたらす。正の影響が見込まれる。
	17	土地利用や地域資源利用	B-	B±/B+	<u>工事中</u> : 事業地への建設作業員の流入による地域文化や地域資源への集中、健康への影響、交通事故の増加が想定される。 <u>供用時</u> : 本事業は、地方電化開発であり、かんがい用の動力を供給することによって、耕作地が広がる(正の影響が見込まれる)。一方、貯水池によって既設の耕作地の水没や利用制限を受けることがある。
	18	水利用	C-	C-/D	<u>工事中</u> : 事業対象地周辺の河川等で水利用があるため、工事中の濁水による影響が考えられる。 <u>供用時</u> : 発電用に取水するが、直下流で放水するため、河川流量が減ることはない。
	19	既存の社会インフラや社会サービス	C-	B+	<u>工事中</u> : 工事中に一般住民の交通を制限することがある。 <u>供用時</u> : 電力供給対象として、住居のほか、道路・学校・医療施設等があるため、これらのインフラや関連サービスの質が向上する。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、社会関係資本や地域の意思決定機関等への影響があると考えられる。
	21	被害と便益の偏在	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、便益の社会性や経済性、公平性が保たれるべきである。
	22	地域内の利害対立	C	C	本事業は、開発電力の供給先の優先度について、地域内の利害対立を引き起こすことを避けるべきである。
	23	文化遺産	D	D	事業対象地域およびその周辺に、文化遺産等は存在しない。
	24	景観	C/C-	C/C-	本事業は、小水力発電であり、景観への影響は小さいと考えられる。
	25	ジェンダー	D	B+	<u>供用時</u> : 供用時には、女性にとって炊事のためのまきなどの燃料調達の労働負荷が減る可能性がある。また、炊事への電力利用(電気ポットなど)も期待される。
	26	子どもの権利	D	B+	<u>供用時</u> : 供用時には、日没後、電気の利用により勉強や家事手伝いが可能になる。
	27	HIV/AIDS等の感染症	B-/C-	B-/C-	<u>工事中</u> : 大規模な工事は想定されないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性が考えられる。
28	労働環境(労働安全を含む)	C-	C-	<u>工事中</u> : 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 <u>供用時</u> : ダム管理作業員の労働環境に配慮する必要がある。	
29	事故	C-	C-	<u>工事中</u> : 工事中の事故に対する配慮が必要である。 <u>供用時</u> : 発電所の維持管理に伴う事故に配慮する。	
その他	30	越境の影響、及び気候変動	D	B+	本事業は、二酸化炭素を発生しない発電であるため、気候変動に係る正の影響が期待される。

A+/-: Significant positive/負 impact is expected.

B+/-: Positive/負 impact is expected to some extent.

C+/-: Extent of positive/負 impact is unknown. (A further examination is needed, and the impact could be clarified as the study progresses)

D: No impact is expected.

※Power plant / distribution line

4.8.4.4 調査内容

スコーピング結果を基にして、EIA の調査項目および調査内容を検討した。その結果を表 4.8-6 に示す。

表 4.8-6 調査内容

評価項目	調査内容・範囲	調査方法	備考(評価基準等)
代替案の検討	他の発電方法の検討 堰の高さの検討	利益率・経費率の比較 他の調査の予備分析	自然社会環境影響の最小化 プロジェクトの効果の最大化
廃棄物	事業地周辺	現地調査 廃棄物関係機関への聞き取り 事業実施による影響評価 代替案の提案	EU Directives, WB
騒音	事業地周辺	現地調査 騒音測定 事業実施による影響評価 代替案の提案	WHO, WB
大気質	事業地周辺	事業実施による影響評価 代替案の提案	WHO, WB
水資源	Cutato 川(事業地内と事業地上流)	水文の分析 堰の影響評価 代替案の提案	WHO, WB
水質	Cutato 川(事業地内と事業地上流)	資料調査 事業実施による影響評価 代替案の提案	WHO, WB
生態系	事業地内の重要種の有無、生態系への影響評価	資料分析 現地調査 事業による影響評価 代替案の提案	IUCN Red list(version 2011.1), CITES(2011.10)
住民移転	湛水域での住民移転の有無の確認	現地調査 関係機関への聞き取り 1/25000 地形図および航空写真の利用	「ア」国での事例 JICA 環境社会配慮ガイドライン Operational Policy 4.12 of WB
土地利用や地域資源利用	事業地内の土地利用や地域資源(水、魚等)の分析	現地調査 関係機関への聞き取り 1/25000 地形図および航空写真の利用 代替案の提案	Water rights and fishing rights in Cutato River
ステークホルダー協議	2 段階で実施 1) スコーピング段階 2) EIA 提出後	スコーピング段階 ステークホルダーの選定 住民参加プログラムの検討 1st 住民会議- Kuito 2nd 住民会議- Andulo 問題点の選定 EIA 段階 EIA 結果の公表 MINAMB による住民会議の実施	JICA 環境社会配慮ガイドライン

4.8.4.5 事業地周辺の環境

事業地は、標高 1,400m 程度の緩やかな丘陵地帯の Miaombe 平原に位置する。Cutato 川は、Cuanza 川（流域面積 147,000km²）の支川に当り、流域面積は 9,400 km² である。河川は、発電所地点の直上流部で二股に分かれて、中洲を形成しており、下流部で再び合流する。年間降水量は、約 1,250mm である。基礎岩盤は、硬質な先カンブリア紀の花崗岩類および片麻岩類であり、硬質な基盤岩類である。

(1) 自然環境

植生は、Meta Panda に属し、Brachystegia 類が優占する低木～亜高木林が広がっていた。しかし、植生は、木炭生産のための伐採や狩猟のための野焼きの影響を強く受けていた。林地のほかは、農地が居住地周辺に散在している。

陸上生物では、低木類を主とした多くの植物、カバ、ワニ、カエル等が足跡や観察によって確認された。水生生物では、テラピアなどの魚類、カゲロウ類、トビゲラ類などの底生動物が確認されている。



写真 4.8-6 事業地周辺の植生

11種の重要種が確認された（表 4.8-7）。動物相では、カバの足跡やワニが、発電所建設地点近くで確認された。しかしながら、湛水域の環境はカバの生息環境とは異なる。したがって、カバは、湛水域を生態的生息地とはしておらず、餌場への移動経路として利用しているものと考えられる。鳥類では、アフリカガモ（*Anas sparsa*）が確認された。魚類では、*Tilapia rendalli* や *Clarias ngamensis* のような回遊魚が確認された。

表 4.8-7 確認重要種一覧

分類群	学名	IUCN	CITES
Flora	<i>Pterocarpus angolensis</i>	NT	-
Birds	<i>Anas sparsa</i>	LC	-
Mammals	<i>Hippopotamus amphibus</i>	VU	-
Reptiles	<i>Crocodylus niloticus</i>	LC	Appendix I
Fishes	<i>Tilapia rendalli</i>	LC	-
	<i>Clarias ngamensis</i>	LC	-
	<i>Barbus poechii</i>	LC	-
	<i>Barbus afrovernayi</i>	LC	-
	<i>Barbus paludinosus</i>	LC	-
	<i>Barbus bifrenatus</i>	LC	-
	<i>Hydrocynus vittatus</i>	LC	-

VU-Vulnerable NT-Near Threatened LC-Least Concern



写真 4.8-7 カバが確認された環境



写真 4.8-8 カバの足跡

大気質、水質、騒音については、「ア」国では、これらの環境基準が定められていないため、世界保健機構（WHO）の基準に従った。現地調査や資料より得られた結果には、WHOの基準を逸脱するものはないと考えられた。

表 4.8-8 水質調査結果

色	臭気	pH	電気伝導率 (NTU)	濁度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	大腸菌総数 (NMP/1000 ml)	大腸菌 (NMP/1000 ml)
負	負	10,7	476	8	Positive	Positive

参考：Kuito 水資源局、2011年6月

表 4.8-9 騒音調査結果

調査地点	マイクロフォンの方向	測定結果				測定時間
		LAeq	L5	L50	L95	
Muenga 村	北東	23.7	28.5	21.0	14.5	13 h 05 min - 13 h 10 min
Chimonga 村	東	25.8	30.7	23.0	17.3	14 h 15 min - 14 h 20 min
Chicumbi 村	北	30.2	35.5	28.9	23.1	16 h 20 min - 16 h 25 min

(2) 社会環境

人口 311,544 人を持つ Andulo 郡における保健、教育、雇用は、住民が十分満足できる状況にはない。

市街地には、23 の公共保健機関と 21 の民間保健機関がある。これら保健機関のネットワークは、2 台の救急車のみで、医者は 9 人しかいない。学校は 207 校あるが、建物を有する学校は 24 校のみである。2011 年時点で、生徒数は 92,243 人に対して、教師の数は 1,369 人である。雇用の状況は、約 3,850 人が公共機関で働き、約 60,000 世帯が農業に従事している。主な作物は、キャッサバや豆類である。農家はその他、魚釣りや炭焼き、蜂蜜採取

によって、生活している。農業の他は、小規模の商店、魚屋、肉屋、ブティック、ホテルなどがある。

また、Andulo は、Nharea のダイヤモンド産業の補給基地となっているため、Luanda やコンゴ共和国などからの多くの取引業者が往来し、様々な物資が取引されている。電力は、443 機の発電機で賄われている。

事業地周辺の村の生活水準は、さらに悪い。村人のほとんどは農業に従事しており、木炭を生産して副収入を得ている。どの村にも教会と墓地、村長が祀られている石碑 (Acocoto) がある。生活用水は、川や貯水池から得ており、主なエネルギー源は、薪で、一部灯油も使われている。発電機による電力も利用されている。

Muenga 村は、最も事業地に近い村である。人口 8,842 人で、病院はなく、病人は Chimonga まで行かなくてはならない。生徒数 640 人に対して、教師は 3 人である。校舎はなく、野外で授業をしている。Acocoto は、Cutato 川沿いに 2 つある。Chimonga 村は、Muenga 村よりは生活水準が良く、人口 5,630 人で、保健センターと学校があり、商店もある。Chimonga 村では、様々な野菜、バナナ、パイナップルが生産されている。Chicumbi 村は、人口は 4,812 人で、病院と学校がある。

Andulo 郡や周辺の村で頻度の高い症例は、マラリアや呼吸器系の病気、インフルエンザ、下痢である。廃棄物は、Andulo 市街の一部でのみ、センターで処理されている。その他は、Andulo でも村落でも、焼却するか埋設して処理している。

4.8.4.6 影響評価

環境への影響として、Cutato 川の水質変化による生活用水への影響、工事用資材や工事中のダンプ等の機材の故障による化学物質やオイル漏れによる水質汚染、土壌汚染、地下水汚染が考えられた。

生態系への影響として、ダムの堰き止めによる回遊魚への影響、水質変化による水生生物への影響が考えられた。また、堰や水位変動によるカバやワニへの影響も考えられた。本ダムは、洪水吐を 2 門設置する設計となっており、水流の完全な遮断および洪水水位を最小限に抑えることができる。したがって、回遊魚やカバに対する影響は小さいと考えられる。

陸生生物では、森林面積減少による生息・生育地の減少、搬入路における交通事故、送電線設置による鳥類への影響が考えられる。

社会経済に対しては、何千人もの住民に電力が供給されることによって大きな正の効果が生じると期待される。

本事業全体に対する影響評価を表 4.8-10 に示す。

表 4.8-10 影響評価

環境項目	影 響	工事中	供用時	影響の性質	重大性
地形・地質	地形変化	√	√	負	C
	地すべり	√	√	負	B~C
	侵食	√	√	負	C
	地質の除去	√	√	負	C
土 壤	土壌硬化	√		負	C
	土壌汚染	√	√	負	A~C
	土壌の侵食・堆積	√	√	負	C
	土壌基盤の恒久的な破壊	√	√	負	C
土地利用	土地利用の変化	√	√	負	C
水 資 源	水循環の変化	√	√	負	C
	水質変化	√	√	負	C
	水質汚染	√	√	負	A~C
	自然排水の変化	√	√	負	C
地下水資源	地下水源への混交	√	√	負	A~C
	地下水の浸透と充填率の増加	√		正	C
	地下水分布の変化	√		負	B
植 物 相	植物相と植生の破壊	√	√	負	C
	生育地の破壊		√	負	C
陸生動物相	攪乱の増加	√		負	C
	生息地の損失と破壊	√	√	負	C
	死亡率の増加	√	√	負	C
水生動物相	堰の影響		√	負	C
	生息地の損失		√	負	C
	生息環境の変化	√	√	負	C
景 観	景観の変化	√		負	C
	自然景観の減少	√	√	負	C
	送電線による景観の変化		√	負	C
大 気 質	排気ガスの増加	√		負	C
騒 音	騒音レベルの増加	√	√	負	C
社会経済	人口の変化	√	√	正	B~C
	自然資源の減少	√	√	負	B~C
	経済的活動機会の増加	√	√	正	C
	農業生産物の増加	√	√	正	C
	公共・私的サービスの増加	√	√	正	C
	雇用機会	√	√	正	C
	文化構造の変化	√	√	正・負	C
	保健の質の変化(マラリア、コレラ、エイズ等)	√	√	負	B
	貧困層の減少		√	正	B
	ジェンダー		√	正	B
電力の供給		√	正	A	

A: very significant, B: significant C: low significant, D: not significant

このうち、主な負の影響を以下に整理する。

- 森林伐採による木炭生産原料の減少
- 水質変化による生活用水および水生生物への影響
- 堰止めによる移動経路の遮断および水位変化の水生生物への影響
- 森林伐採による動植物生息・生育地の減少
- 送電線整備による鳥類への影響
- 建設資材からの化学汚染物質の漏出による水質汚染、土壌汚染、地下水汚染
- 工事用車両からのオイル、ガソリン漏れによる水質汚染、土壌汚染、地下水汚染
- 工事用車両による騒音・振動の住民に対する影響
- 交通事故の危険性の増加

4.8.4.7 緩和策

事業実施によって生じる影響に対する緩和策を表 4.8-11 と表 4.8-12 に示す。

このうち、重要な緩和策について以下に整理する。

- 伐採面積の最小限化
- 原石山、土捨て場への在来種を用いた植林
- 定期的な水質調査の実施による影響範囲の確認
- 魚道の設置
- 鳥類衝突防止標識（BFD）等の設置
- 工事業者および工事作業員への工事用資材放置、工事用ダンプ等の運転、機器メンテナンス方法、生活態度についての指導の徹底

表 4.8-11 緩和策(工事中)

環境項目	影響	緩和策
地形・地質	地すべり	<ul style="list-style-type: none"> 資材仮置き制限 適切な建築方法の適用
	侵食および沈殿	<ul style="list-style-type: none"> 使用する恒久的な湿度の保持
土質	土壌硬化	<ul style="list-style-type: none"> 土壌の耕起
	土壌汚染	<ul style="list-style-type: none"> 土捨場の適切な場所の選定 流出/漏れの封じ込めおよび保持 化学物質およびオイル、ガソリン漏れが起こった際の迅速な処理 重機および工事用車両の適切なメンテナンス
土地利用	土地利用の変化	<ul style="list-style-type: none"> 在来種を用いた森林再生
水資源	水資源の変化	<ul style="list-style-type: none"> 既存通路の適切な利用 可能な限り、乾季中に水流やその周辺の工事を行うこと 排水システムの構築 工事用車両のメンテナンスの徹底 廃棄物および建設資材の適切な管理 化学物質およびオイル、ガソリン漏れが起こった際の迅速な処理
地下水資源	地下水汚染	<ul style="list-style-type: none"> 有害物質の漏れの最小化
植物相及び植生	植生破壊	<ul style="list-style-type: none"> 影響範囲の Cutato 川上下流の森林環境の保全 在来種を用いた森林再生
陸生動物相	鳥類相の生育環境攪乱	<ul style="list-style-type: none"> 森林伐採面積の最小化 鳥類衝突防止標識(BFD)等の設置
半水生動物相	半水生動物相への影響	<ul style="list-style-type: none"> 爬虫類や両生類のためのエコロジカル溝の設置 カバやワニのための湿地の維持 カバの個体群の調査
水生動物相	水生生物相への影響	<ul style="list-style-type: none"> 水流の維持 魚道の設置
大気質	大気質への影響	<ul style="list-style-type: none"> 重機や工事用車両のメンテナンスの徹底 適正な状況および道路範囲内での輸送 乾季における水散布の実施 汚染を引起す可能性のある工程やその予防手段についての住民への情報提供
騒音環境	搬入路建設による村人への影響	<ul style="list-style-type: none"> 騒音の大きい工程の日中および平日における実施 重機や工事用車両のメンテナンスの徹底
社会経済	森林伐採の影響	<ul style="list-style-type: none"> 在来種を用いた森林再生 林地を避けた搬入路および送電線ルートを設計
	社会構造の変化	<ul style="list-style-type: none"> 地域住民の雇用 地域文化、伝統、習慣への尊重
	保健サービスの質の変化	<ul style="list-style-type: none"> 保健計画の発展 労働者や住民のための保健センターの設立
	交通量増加	<ul style="list-style-type: none"> 標識の設置 工事用車両等に対する緩和策の有資格者や適応者による確実な実施
	墓地	<ul style="list-style-type: none"> 送電線ルート設計時の墓地の回避
廃棄物	廃棄物の影響	<ul style="list-style-type: none"> 建設業者、建設作業員、住民への環境教育 一般廃棄物の適切な管理および再利用 廃棄物の適切な分別 有害物質を含まない建設資材の使用 適切な状況下での廃棄物の運搬 廃棄物量の記録 適切な廃棄物の最終処理

表 4.8-12 緩和策(供用時)

環境項目	影響	緩和策
動植物相	カバの生息地の変化	● カバの個体群モニタリング
	回遊魚の変化	● 魚道の利用状況モニタリングおよび管理
	森林伐採の影響	● 植物種に対する影響のモニタリングプログラムの開発

4.8.4.8 モニタリング計画

影響評価結果、緩和策を基にして、供用時のモニタリング計画を表 4.8-13 に示す。

表 4.8-13 モニタリング計画

項目	工事中	供用時	調査範囲
水質	- pH	○	湛水域上流 湛水域 湛水域下流
	- 水温	○	
	- 全硬度	○	
	- アルカリ度	○	
	- 全リン	○	
	- 硝酸塩	○	
	- 亜硝酸塩	○	
	- BOD	○	
	- COD	○	
	- アンモニウム	○	
	- 全窒素	○	
	- リン	○	
	- 全浮遊個体	○	
	- 塩分	○	
	- 電気伝導度	○	
	- カドミウム	○	
	- クロム	○	
	- 銅	○	
	- 亜鉛	○	
	- 鉱油	○	
	- 油脂	○	
	- 全炭化水素	○	
	- 溶解度		
- 酸素		○	
- 透明度		○	
- 色		○	
- 濁度		○	
- 伝導率		○	
- 酸化性		○	
魚類	○	○	
カバ・ワニ	○	○	堰による影響範囲周辺

4.8.4.9 住民移転・補償

湛水予定域には、家屋や農地はない。Muenga 村の Cutato 川沿いにある 2 つの Acocoto も湛水予定域の上部にある。村人が行っている漁は、主に消費のためであり、漁で生計を立てている者はいない。したがって、住民移転や補償の対象はない。しかし、搬入路沿いには、墓地や林地があるため、詳細設計の段階でこれらを守る必要がある。

4.8.4.10 ステークホルダー協議

ステークホルダー会議を、2011 年 6 月に Kuito (Bié 州の州都) と Andulo で行った。関係機関からの参加者は、MINEA Bié 州局職員、Bié 州技術・インフラ整備局副局長、Cuito 郡局職員、Andulo 郡局職員、警察副署長、副市长であった。参加者数は、Kuito では 13 人、Andulo では、村の責任者 (Soba) 等を含めて 78 人であった。会議への参加者は、本事業に対して賛成であった。その他、ステークホルダー会議において議題となった事項を以下に示す。



写真 4.8-9 Andulo における住民会議

- 本事業による経済効果範囲
- 本事業による利水（灌漑、生活用水供給）整備の有無
- 本事業から他地域の整備への発展の可能性
- 搬入路整備（Chicumbi - ダムサイト間：28km×幅 5m）によって生じる土地の占拠
- 農地や墓地に対する補償
- 漁業に対する影響
- 搬入路・送電線ルートに沿って起こる事故の危険性

4.8.4.11 結 論

EIA の結果、自然環境への大きな影響として、建設資材や工事用車両から漏れる可能性のある化学汚染物質やオイル、ガソリンによる水質汚染、土壌汚染、地下水汚染が挙げられる。

生態系への影響として、回遊魚やカバが確認されており、ダムの堰き止めによるこれらへの影響が考えられた。本ダムは、取水堰に洪水吐を 2 門設置する設計となっており、水流の完全な遮断および洪水水位を抑制できる。また、ダムサイト周辺でカバの足跡が確認されているが、ダムサイト周辺の環境は、流速が早く、川岸は岩盤が路頭しているため、カ

バの生息環境とは異なる。そのため、カバはダムサイト周辺を生態的生息地としては利用しておらず、餌場への移動経路として利用しているものと考えられる。したがって、回遊魚やカバに対する影響は小さいと考えられる。緩和策として、魚道の設置および魚道の効果に対するモニタリング、カバについては事業地周辺の利用状況のモニタリングを提案する。

陸生生物では、森林伐採による動植物生息・生育地の減少や送電線設置による鳥類への影響が考えられる。これらの影響に対する緩和策として、伐採面積の最小限化や在来種を用いた植林、鳥類衝突防止標識等の設置が考えられる。

湛水域内では、住宅および農地は確認されず、したがって住民移転や補償の対象はない。しかし、搬入路および送電線のルートに沿って、墓地や林地があるため、詳細設計時に、これらを避ける必要がある。

以上のことから、自然環境や生態系に対する負の影響が考えられるが、これらの影響は重大なものではなく、緩和策の実施によって回避および減少させることが可能であると考えられる。負の影響よりも本プロジェクトの実施による何千人もの住民への電力の供給によって生じる社会経済に与える正の影響の方が大きいと評価できる。

4.9 円借款事業実施に向けて

4.9.1 実施体制

本件の事業化を円借款で行う場合、MINEA が責任機関として、日本側との交渉窓口となり、ENE は実施機関としてプロジェクトの建設を監理し、建設後は運転及び維持管理を担当することになる。実施機関である ENE の組織図を図 4.9-1 に示す。本件実施の場合は ENE 組織図中の Special Project が立ち上げられ、ここが担当する可能性が高い。

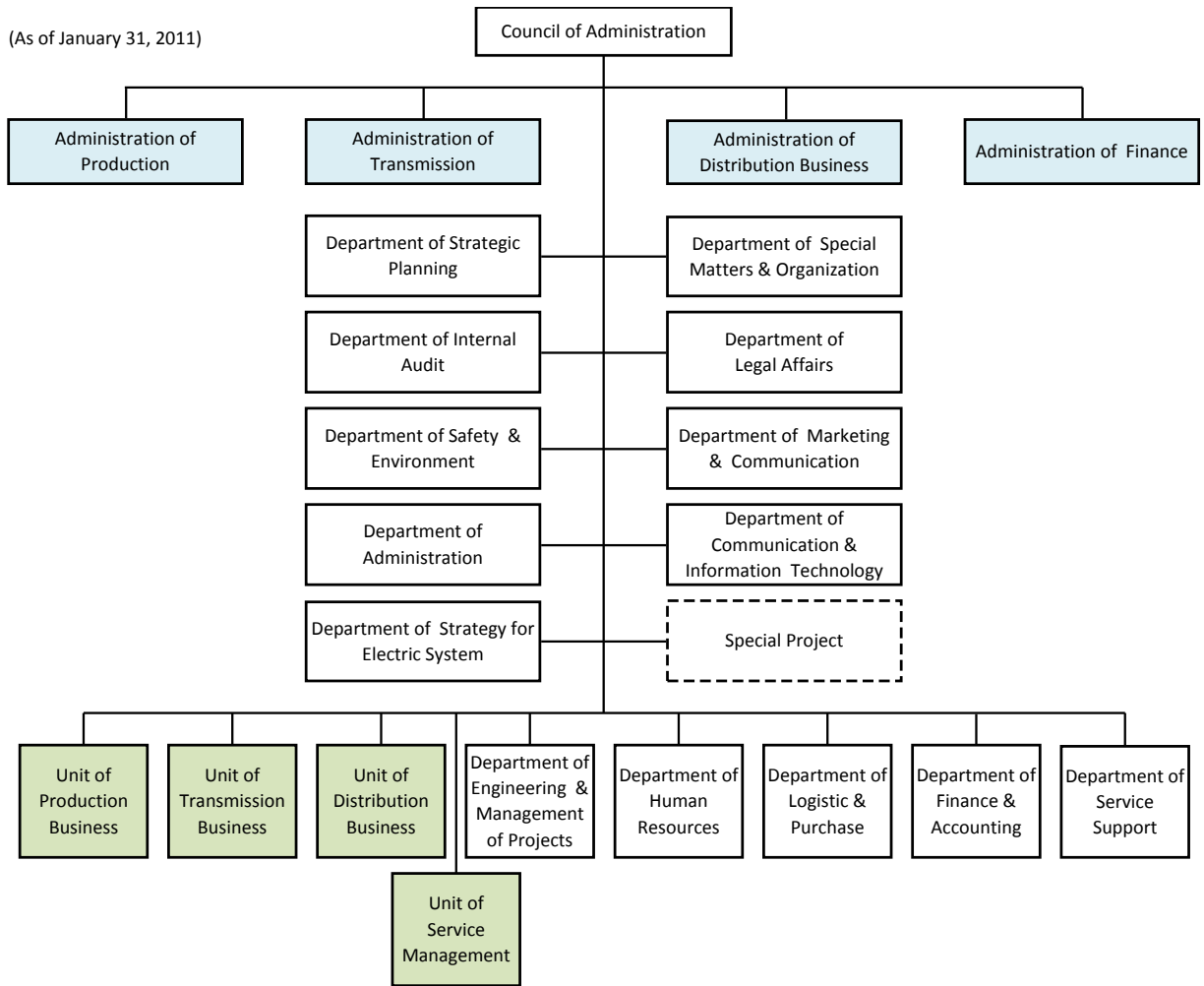
また、Cuanza 川流域の水力開発は第 2 章で述べているように GAMEK が担当しているが、GAMEK の開発範囲は Capanda 発電所 (520 MW) と Cambambe 発電所 (180 MW) 間の Cuanza 川 (7~9 ヶ所の大落差があり、包蔵水力は約 7,000MW) で、それ以外の範囲の Cuanza 川の開発は ENE が行う。Cambambe 発電所は最下流なので、ENE の実質的な開発範囲は Capanda 発電所の上流側となる。

ENE は「ア」国で外国投資により初めて建設された Chicapa-1 水力発電所に資本参加し、開発した実績を持つ。Chicapa-1 水力発電所の概要²⁶は以下の通りである。

・発電所名	Chicapa -1 Hydropower Plant (16 MW = 4 MW × 4 units)
・河川・位置	Chicapa River in the Province of Luanda Sul.
・出資者	ALROSA ²⁷ (55%)、ENE (45%)
・工事期間	2003 年建設開始 2007 年 11 月運転開始
・総プロジェクトコスト	約 130 百万ドル (8,125 USD/kW)
・事業期間	40 年

²⁶ 出典：[//en-alrosa.ru/about/structure/231/sarl/index.html](http://en-alrosa.ru/about/structure/231/sarl/index.html)

²⁷ 1992 年に設立されたロシア国営のダイヤモンド会社



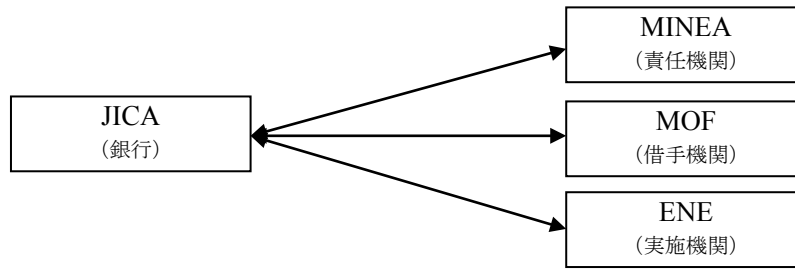
出典：ENE Website

図 4.9-1 ENE 組織図

他の円借款プロジェクトを参照すると実施までの各段階の主な関係機関は以下と想定される。

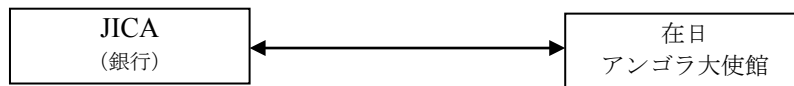
(1) 合意書締結 (Minutes of Discussion)

- プロジェクトの内容及びプロジェクト費用の確認
- 実施工程及び実施に係る対応の確認
- その他の関係事項等の確認



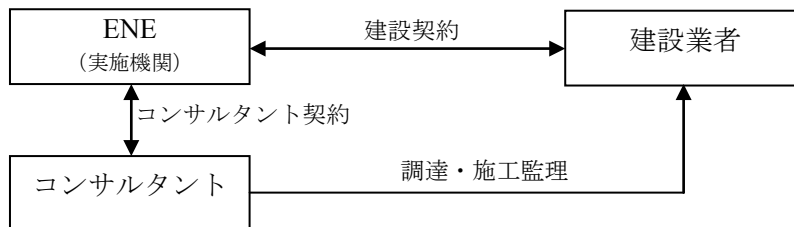
(2) 借款協定締結 (Loan Agreement)

- 円借款条件（借款額、借款目的、返済方法、及びその他の条件等）の締結



(3) 実施 (Implementation)

- 実施機関である ENE はコンサルタントを雇用し、コンサルタントは建設業者が実施する調達・建設の監理を行う。



4.9.2 実施段階におけるコンサルタントの役割

コンサルタントは以下のエンジニアリングサービス（案）を ENE に提供する。

(1) 実施計画及び FS レポートの再検討

- プロジェクトがその効果を十分発現できるかという観点から FS レポートの設計思想及び実施計画の再検証
- プロジェクトの業務範囲の決定
- 発電機器などの主要機器の設計仕様の決定

(2) 詳細設計の実施

- 業務範囲に沿った詳細設計の実施ならびに数量表、プロジェクトコスト見積及び実施工程表の作成
- 必要に応じて契約工区数の検討・決定

- 契約工区毎の入札図書及び契約図書の作成
 - 入札業者の評価基準・評価方法の作成
- (3) ENE への国際入札支援
- ENE が行うプロジェクトの公示文書の作成及び公示方法の支援
 - ENE が行う入札図書への質問に対する回答書の作成支援
 - 必要に応じて ENE が実施する現地説明会の支援
- (4) ENE への入札業者の審査及び評価支援
- ENE が行う入札業者の評価・審査の支援
 - ENE 宛ての入札評価報告書の作成
 - ENE が行う落札業者との契約交渉及び契約締結の支援
- (5) 工場出荷品の検査、試験及び搬送監理（ENE と共同もしくは ENE に代わって）
- 業者が提出する工場製造計画、試験計画及び搬送計画の審査・承認
 - 発電機器等の工場出荷品の工場検査の立会
 - 契約業者から提出される検査報告書の審査・承認
- (6) 現地建設工事の施工監理（ENE と共同もしくは ENE に代わって）
- 業者から提出される施工計画書の審査・承認
 - 業者から提出される施工図の審査・承認
 - 業者から提出される請求書の審査・承認
 - ENE、業者及びコンサルタント間で開催される工程進捗会議の主催
 - 工程進捗状況及び施工品質の監視と業者への必要な指示
 - 毎月の出来高管理（数量、工事費）及び予算管理
 - ENE への月報提出
 - ENE が JICA へ提出する進捗報告書の作成支援
 - 業者から提出されるクレーム対応（もし、有れば）
 - 業者が提出する竣工図書の審査・承認
 - プロジェクト工事誌の作成
- (7) 運転開始調整試験の立会・検査（ENE と共同もしくは ENE に代わって）
- 業者から提出される運転開始前の各種調整試験計画書の審査・承認
 - 業者が実施する運転開始前の各種調整試験への立会・検査
 - 業者が提出する各種調整試験結果報告書の審査・承認
 - ENE の承認に基づく運転開始に伴う引渡証明書の発行
- (8) ENE への運転・維持管理の支援
- 業者から提出される操作マニュアルの審査・承認
 - ENE の運転・維持管理体制に対する助言と提言

- 各種操作記録表（出力、発電量、流入量、事故履歴等）の作成支援

(9) ENE への環境配慮の支援

- ENE が実施する建設工事中の環境・社会配慮への支援
- ENE が MINAMB に提出する環境モニタリング報告書の作成支援

(10) ENE 職員に対する技術移転及び研修の実施

- ENE 職員に対する小水力開発に係る技術移転と研修の本邦での実施

4.9.3 コンサルタント要員配置計画案

コンサルタントの要員配置計画案を表 4.9-2 に示す。現時点で想定されるコンサルタントの人月数は表 4.9-1 の通り。

表 4.9-1 コンサルタントの人月数

Consultant	Pre-Construction Stage				Constructi on Stage	Guarantee Period	Total (M/M)
	Detailed Design Stage	Preparation of Tender Documents	Evaluation	Contract Negotiation			
Foreign Consultant	21.0	8.0	5.0	2.5	41.0	2.5	80.0
	36.5						
Local Consultant	37.0	10.0	15.0 ^{*)}	3.0	78.0	0.0	143.0
	65.0						

*) Tender Period の 3.0 M/M を含む。

表 4.9-2 コンサルタント要員配置計画案

Implementation schedule	2011												2012												2013												2014												2015												2016												2017											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Stage	Pre-Construction Stage												Pre-Construction Stage												Pre-Construction Stage												Construction Stage												Construction Stage												Guarantee Period																							
F/S	★																																																																																			
EIA	★																																																																																			
Procurement/Construction Consultant Selection	★																																																																																			
Detail Design																																																																																				
Preparation of Tender Documents																																																																																				
Tender period																																																																																				
Tender Evaluation																																																																																				
Contract negotiation																																																																																				
SuperVision of Construction																																																																																				
Civil Work																																																																																				
Temporary office & warehouse																																																																																				
Access road																																																																																				
Temporary facilities																																																																																				
Power intake																																																																																				
Weir																																																																																				
Power house																																																																																				
Power outlet																																																																																				
Transformer yard																																																																																				
Transformer																																																																																				
Metal Work																																																																																				
Steel overturning gate																																																																																				
Screen																																																																																				
Sand washout gate																																																																																				
Open roof of the powerhouse																																																																																				
Stop log gate																																																																																				
Metal transportation																																																																																				
Electric Mechanical Work																																																																																				
Turbine																																																																																				
Generator																																																																																				
Transformer																																																																																				
Transmission line																																																																																				
Manning schedule	total												total												total												total												total												total																							
Foreign Engineers	8.5												8.5												8.5												8.5												8.5												8.5																							
Project Manager	1												1												1												1												1												1																							
Hydrologist	1												1												1												1												1												1																							
Geologist	1												1												1												1												1												1																							
Civil Engineer (Weir, Power Intake & Outlet)	1												1												1												1												1												1																							
Architectural Engineer (Powerhouse)	1												1												1												1												1												1																							
Metal Engineer (Gate, Screen, Draft Tube etc.)	1												1												1												1												1												1																							
Electre Mechanical Engineer (Turbine, Generator)	1												1												1												1												1												1																							
Electre Mechanical Engineer (Substation, I&C)	1												1												1												1												1												1																							
Transmission Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Construction Planning Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Contract & Claim Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Environmental Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Subtotal	4												4												4												4												4												4																							
Local Engineers	78												78												78												78												78												78																							
Deputy Project Manager	1												1												1												1												1												1																							
Hydrologist	1												1												1												1												1												1																							
Geologist	1												1												1												1												1												1																							
Civil Engineer (Weir, Power Intake & Outlet)	1												1												1												1												1												1																							
Architectural Engineer (Powerhouse)	1												1												1												1												1												1																							
Metal Engineer (Gate, Screen, Draft Tube etc.)	1												1												1												1												1												1																							
Electre Mechanical Engineer (Turbine, Generator)	1												1												1												1												1												1																							
Electre Mechanical Engineer (Substation, I&C)	1												1												1												1												1												1																							
Transmission Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Environmental Engineer	1												1												1												1												1												1																							
Subtotal	143												143												143												143												143												143																							
Supporting Staff	37												37												37												37												37												37																							
Administrator	1												1												1												1												1												1																							
Secretary	1												1												1												1												1												1																							
CAD Operators	3												3												3												3												3												3																							
Drivers	10												10												10												10												10												10																							
Subtotal	47												47												47												47												47												47																							
total	131												131												131												131												131												131																							

第5章 まとめ

第5章 まとめ

5.1 「ア」国の電力状況

(1) 電力需給の現状と将来計画

「ア」国では、2002年の内戦終結後、最大電力および発生電力量は毎年10%以上の伸びを記録し、年発電量は2007から2008年にかけて23%も増加し、2008年時点での設備容量は1,258 MW、発生電力量は4,050 GWhとなっている。また、2010年から2016年までの発生電力量は、毎年13%の増加を予想している。

2008年の設備容量(1,258 MW)は日本の中で一番規模の小さい沖縄電力(1,925 MW、2008年3月末)の設備容量の65%、年間発電量の55%程度である。

「ア」国の電力供給サービスはほとんど都市部に限られており、国全体の電化率は30.4%(2008年)とまだ大変低く、これからの地方電化の推進が強く望まれる。ENEによる電力供給のほかに、900 MWから1,200 MWの発電設備を需要家独自で所有し、運転しており、そのほとんどはディーゼル発電である。

発電設備の燃料種別を見ると、64%は水力発電で、36%は火力発電である。また、発電設備の81%は首都ルアンダの存する北部地域に偏在する。

「ア」国DNEは2010年から2025年にかけての電力設備建設投資額はUS\$ 8.3 billionと見積もっており、PPPのスキームの使用が推奨されている。

MINEAは特に小水力発電による都市部と地方部の電化の格差解消が大変重要であり、大都市への人口の流入を防ぐためにも大切であるとの見解である。そのためMINEAは10 MWクラスの小水力発電での地方電化推進のため資金、制度構築の支援を求めており、PPPの適用が進められている。

(2) 電力セクターの制度・組織

MINEAとMOFの両者が必要な補助金の規定を含め、電気規制、水供給と衛生システム、サービスの質と実績の監督及び電気・水道料金の設定などに対し一般的責任を負っている。MINEAは2つの内部部署であるDNEとDNAを介して電力・水資源セクターの計画と規制を行っている。

「ア」国には2つの国営公社がある。一つはENEで「ア」国の18州の内、15州の主要都市で発電、送電及び配電を行っている。もう一つはEDELでルアンダ都市部の配電を担当している。両者ともその担当区域での独占的供給権は持っていない。

ENE は「ア」国の主要な 5 つの非連系ネットワーク及び孤立システムでの発電・送電・配電の責任がある。ENE は幾つかに分かれていた事業体を合併して 1980 年に設立された。ENE は水力発電所や基幹送電線を運営している。

EDEL は首都ルアンダ及びその近郊での電気供給に責任がある。この首都圏の消費電力は国全体の消費電力の 65%を占める。ENE が発電した電力を EDEL が買い取る仕組みになっている。EDEL は 5 つの変電所に接続している 60 kV の送電線を運営している。15 kV の中圧配電線は 372 の公共変圧器と 347 の民間変圧器に繋がっている。400 V の低圧配電線は 1,488 の配電盤に繋がっている。配電システムの変換容量は重大な障害と認識されており、夕方の 6 時から 10 時までの間、15～20 MW の負荷制限を実施している。

(3) 電力運用

ENE 及び EDEL の供給地域とも、系統の技術的・商業的運用効率は低い。ENE 系統の技術的、商業的系統ロス率は 18～23%と推定されている。さらに深刻なのは EDEL 系統で、技術的ロス率が 15%、商業的ロス率が 21%と言われている。商業ロスが高いのは、殆どが支払い滞納、不法盗電、メータ不足、非効率な請求システムのためと説明されている。

商業ロスは電気料金の強制的取立て不足が一層事態を深刻化させている。技術的ロスの原因は殆ど場合、送・配電線がその容量の限界で運用せざるを得ないという状況から発生している。両公社とも長い戦争で荒廃した電力系統を修理することがこれまで出来ず、また同時に電力需要増に対応した系統拡張もこれまで出来なかった。

正規の需要家数と人口数が不確かなため、正確な電気へのアクセス率は把握できていない。推測では電化率は 30～32%と言われている。近年、雇用機会や安全性を求めて都市への人口移動が進んでおり、ルアンダは急激に膨張している。

(4) 電気料金

「ア」国政府は MINEA からの提案を考慮して料金を設定している。ENE の平均電気コストは約 11 US¢/kWh であるのに対し、EDEL の平均電気料金は 2008 年の場合約 4 US¢/kWh (90 Kz = 1.3 US\$) であった。

なお、電気料金体系は 2004 年以降据え置かれたままであり、低圧・中圧・高圧の大分類、および家庭・産業・商業別の小分類ごとに電気料金が定められている。

(5) 「ア」国の電力系統

現在の「ア」国電力系統は最高電圧 400 kV であり、Camnambe 水力発電所 (180 MW) からの送電用などに採用している。次いで 220 kV を送電用に採用している。しかし、全国的な電力系統はまだ出来ておらず、主な電力系統は、首都ルアンダとその近傍地域、Namibe・Lunango 地域、Lucapa・Luachimo 地域の 3 地域に分かれており、その他の系統もあわせて 5 つの独立系統が ENE によって運用されている。

送電電圧は 400 kV、220 kV、110 kV、60 kV を採用しており、また配電電圧は 30 kV、15 kV を採用している。ルアンダでは 15 kV の配電網となっている。

送変電については、ENE が設備の建設・運用しており、首都ルアンダ市の配電設備の建設・運営を EDEL が行っている。

特に地方電化は ENE が主体的に行っているが、近年、さらに新しい地方電化事業主体が検討されている。今後の地方電化においてはどの事業主体が行うかは不明である。

電力セクターの現在進行中のプロジェクトおよび今後予定されているプロジェクトは以下のとおりである：

- －既存の発電出力の 6 倍増加に相当する 7,000 MW を開発する。
- －400kV レベルにおける 2,607 km の送電線網の設置を行う。また、220 kV レベルにおいては、2,010 km の送電線網の設置を行う。
- －46 箇所の小水力発電所を建設することにより、合計約 180 MW の出力が確保できる。
- －ルアンダ地域を中心に 2,350 km の配電線網の設置を行い、37 基の変電所を新たに建設する。また、1,300 本の配電用電柱を設置する。

5.2 可能性調査候補地点

MINEA は、地方電化の遅れている内陸部の州での水力開発を望んでおり、既往の内部調査結果から候補地点を提案した。候補地点は、以下に示す Bie 州と Huambo 州の 5 地点である。

- | | | |
|-------------|------------|------------|
| a. Bie 州 | Andulo 郡 | Cutato 川地点 |
| b. Bie 州 | Chicala 村 | Luvolo 川地点 |
| c. Huambo 州 | Sacapomo 村 | Cunene 川地点 |
| d. Huambo 州 | Cuima 村 | Põe 川地点 |
| e. Huambo 州 | Cuima 村 | Cuima 川地点 |

本業務の実施方針の中で可能性調査地点を選定するための一次スクリーニング項目は以下のとおりである。

1. 地方電化により地域格差の是正に貢献する
2. 工事入札中や工事中ではない
3. 出力規模が 500 kW 以上
4. 地雷の危険性がない（あるいは少ない）
5. 国立公園や保護区に位置しない

可能性調査候補地点 5 地点の中で、この一次スクリーニングの第 3 項を満足する地点は Cutato 川地点（第 1 地点、約 1.6 MW）と Luvolo 川地点（第 2 地点、約 0.7 MW）の 2 地点である。

また5地点すべての地点が、他の4項目に関しては同等の評価となる。すなわち全ての地点が地方電化により地域格差の是正に貢献するし、工事入札中や工事中ではないし、地雷の危険性はない(ただし地雷については地方政府のコメントではあるが聞き取り調査結果からだけの判断である)。

実施方針の中の二次スクリーニングでは、一次スクリーニングを経た案件を対象として、自然社会環境と水文データの有無、建設費用、水利権、裨益効果などから採否を判断した。

一次スクリーニング通過地点の Luvolo 川地点は、アクセスのための道路が悪く(特に幹線道路が悪い)、建設(資材運搬、水車・発電機運搬)のために道路舗装をすると膨大な工事費を必要とし、雨季の交通安全確保も危惧される地点である。また水を灌漑や農作物の粉引きにも利用しているため、将来の水利用の調整も重要となる地点である。

このような道路の建設費用や安全対策の問題ならびに自然社会環境で将来問題が発生することが予想されるため、Luvolo 川地点は二次スクリーニングで落とすことにした。

これに比べ Cutato 川地点は、サイトの地形・地質が良く、アクセスも優れている。出力は候補地点中最大の約 1.6 MW もあり、需要地も候補地点中最大の人口 30 万人の Andulo 郡全体を対象としているため、ほとんどのエネルギーが無駄にならずに完全に消費されるものと推察される。すなわち Cutato 川地点は候補地点中最大のエネルギーを発生し、そのエネルギーを完全に消費するだけの裨益需要を持った優れた候補地点であることから、二次スクリーニングを通過させることにした。

以上の理由から、2010年9月20日付でDNELとJICA調査団が交わした Minutes of Meeting “FINAL DISCUSSION BETWEEN NATIONAL DIRECTION OF ELECTRIFICATION” で、Cutato 川地点 1 地点が最も卓越した地点と位置付けたのに続き、その後 2010 年 10 月の JICA での打合せのスクリーニング結果でも環境社会配慮上問題のない Cutato 川地点 1 地点を可能性調査地点として選定した。

5.3 Cutato 川発電所の事業可能性調査

(1) 計画地点の特徴

発電所地点は、標高 1,400 m 程度の緩やかな丘陵地帯に位置する。河川は発電所地点の直上流部で二股に別れ、中高部に中州を形成しながら下流部で再び合流する。計画地点はこのうち、右岸側の河川に相当する。

Cutato 川地点を計画している Cutato 川は、Cuanza 川(流域面積 147,000 km²)の支川であり、計画地点での流域面積は 9,400 km²である。年間降水量は、年間 1,250 mm 以上の「ア」

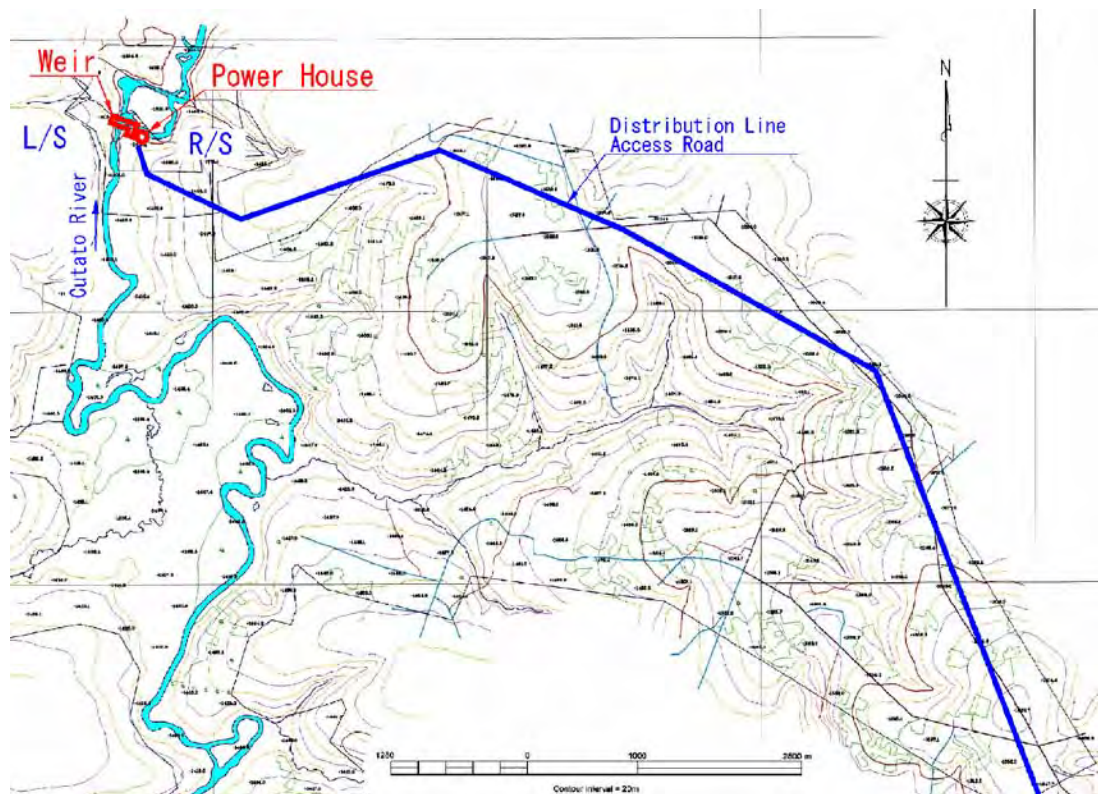
国のなかでは比較的多雨の地域となっている。

乾季の 5～8 月は気温が低く降水はほとんどない一方で、雨季の 10～4 月の期間では気温が高く強い降雨がある。調査流域に含まれる Huambo 州も同様の気候であり、両州とも年間降水量は 1,500 mm 程度である。

Cuanza 川 Cambambe 地点の流量資料をもとに、作成した流況曲線では、豊水 (25%) ・平水 (50%) ・低水 (75%) ・渇水流量 (95%) は、比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$) でそれぞれ 1.06、0.51、0.30、0.22 となっている。

(2) 発送電計画

Cutato 川発電所の位置としては、まず完成後の運転・保守と建設工事の容易さを前提とし、送電線ルート、機器搬入路、仮設備用地などを考慮すると、その位置は、Cutato 川右分流 (Cutato 川は取水堰地点で左右に分流している) 右岸側が最適である (次図参照)。



発電所位置図

堰高・最大使用水量の組合せを設定し、その中で費用便益比 (B/C) が最大となる最適規模を選定した。その結果、堰高 4m、最大使用水量 $50 \text{ m}^3/\text{s}$ の組合せが最適となった。

(3) 概略設計

1) 土木設備

取水堰から下流は川が右分流と左分流に分かれており、右分流側には取水口（幅 21m × 高さ 18m × 長さ 14.5m）を有し、ここから最大 50 m³/s の水を取水し、取水口から発電所に導水し、最大約 3 MW の発電を行い、放水口（幅 21m × 高さ 15m × 長さ 2m）から河川に放流する。

また河川区域とは別に Chicumbi 村から発電所地点までの機器搬入路（送電線と併走で幅約 5m × 長さ約 28km）と発電所地点近傍に仮設備用地（土捨場含む面積約 7,000 m²）が必要となる。

2) 電気機械設備

電気機械設備としては Cutato 川地点の水量と総落差から水車の型式選定を行い、水量が豊富で総落差の小さな地点の発電に最適な、S 形チューブラ水車を選定した。

また、発電所出力は水量により年間で変化する。本発電所では、最大 3,000 kW の発電が可能であるが、発電機などの機器の点検、発電所での故障などの発生に対応できるように水車・発電機（単機容量 1,500 kW）を 2 台ずつ設置することとする。

さらに、発電機出力電圧を送電電圧に昇圧する変圧器や開閉設備を置く変電所を発電所近傍に設置する。

3) 送配電設備

送配電設備は、最大の需要地である Andulo 郡都が最終配電地点である。発電所近くの Muenga 村、「ア」国政府の強い配電要望のある途中の Chicumbi 村の 2 箇所に配電しながら、郡都までの 46 km の配電線を計画する。高圧配電線 30 kV による送電設備が必要となる。

5.4 施工計画・工程

施工計画・工程計画の基本条件は、早期着工早期運転開始を目指したものとする。

工期的には電気機械工事が最長となるため、他の土木工事及び送配電工事は、電気機械工事工程をベースに工程に遊びが生じないように計画する。

また、土木工事では機器搬入路及び送配電ルート整地工事などの工事を本体工事着工後早急に実施する。

本体工事は、大きく土木工事、電気機械工事、送配電工事に分けられる。電気機械工事には設計から試験・調整・運転指導まで 2 年を要し、他の工事の工期を勘案すると、全体工程上、クリティカルとなる。

5.5 プロジェクト実施計画

調達手続きに要する期間は以下のように想定し、L/A 調印時期を 2011 年 11 月末とすると、2014 年 6 月 1 日から本体工事に着手できる。CDM 手続きも並行して進めることができる。

a) コンサルタントの選定	5 ヶ月
b) 詳細設計	9 ヶ月
入札書類作成、JICA 同意	4 ヶ月
入札期間	3 ヶ月
入札評価、JICA 同意	6 ヶ月
契約交渉、JICA 契約同意	3 ヶ月
合 計	30 ヶ月

5.6 事業費

建設工事費は、①地雷対策工事、②土木工事（金物工事含む）、③電気機械工事、④送配電工事に分けて積み上げた。まず、①地雷対策工事、②土木工事（金物工事含む）の工事費は、それぞれ、26 百万円、1,351 百万円となった。また、③電気機械工事費は 1,411 百万円、④送配電工事費は 642 百万円と見積もった。したがって、工事費（ベースコスト）は、3,430 百万円となった。

この工事費に、価格および物理予備費の 639 百万円とエンジニアリングサービスおよび管理費の 346 百万円が追加され、事業費の見積は 4,416 百万円となった。

発電規模に比べて建設工事費が高くなったのは、年率 10%を超える物価上昇率（価格予備費の高騰）や日本に比べて割高な材料費や機械損料費、地雷調査及び地雷除去工事の実施、鋼製起伏ゲートの採用（環境対策）及び低落差・大流量であるため、他の水車に比べて比較的高価な S 形チューブラ水車の採用など、「ア」国の特殊事情及びサイトの特殊事情によるものである。

5.7 経済財務分析

本プロジェクトを経済・財務的に評価した場合の結論は以下の通りである。

- 本プロジェクトの EIRR は 13.3%となり、経済的には本プロジェクトは十分成立する。
- CER 収入を考慮しても財務的には厳しい結果となった。財務的に成立し難い要因は、高い事業費に加えて、EDEL の平均電気料金 4 US¢/kWh が安い点が挙げられる。これは、現在の ENE の平均発電コスト 11 US¢/kWh に比べて著しく低い。

- 「ア」国は2015年までに人口の半分が電気にアクセスできることを目標としており、本プロジェクトの実施により、Andulo郡都で新たに約6,000世帯が電気へのアクセスが可能となる。経済分析の結果から本プロジェクトは地方電化事業として実施する価値が十分あると判断する。

5.8 環境影響評価

1998年施行の「ア」国環境基本法は、環境政策上最も重要な包括的文書となっている。環境基本法を適用する場合の規制の具体的な枠組みについては、不完全である。環境基本法によると、水力開発では、出力1,000kW以上はEIA作成が義務づけられている。送電線は230kVがEIA作成の対象である。

本調査では、まず、水力候補地点の環境影響調査を行った。いずれも流れ込み式であり、地点ごとの環境影響には差異はほとんど認められなかった。Cutato川地点は若干他地点に比べて出力が大きいため、洪水時に堰による上流の水位上昇が懸念されたが、ゲート設置により洪水時の水位を抑制できる。そのため、他地点に比べて大きな環境影響を与えることはない。

次に、選定されたCutato川発電所の初期環境影響調査を行った。簡易アンケートで対象とした全ての住民は、水力発電所の建設を支持している。堰の建設によって、移転が必要となる住民はいないと推定される。また、堰上げによる貯水の影響を受ける土地は国有地であり、畑作地などはない様子で、補償対象とならない。

生態系への影響は少ないと考えられるが、EIAでさらなる調査は必要である。特に、住民情報も考慮すると、サイトにおけるカバの生息状況を確認することが求められる。2011年後期から、EIA調査を実施する予定である。

環境影響評価調査を2011年5月～2011年10月にかけて実施した。

その結果、環境に対する重要な影響は、建設資材や工事用車両から漏出する可能性のある化学汚染物質やオイル、ガソリンによる水質汚染、土壌汚染、地下水汚染が挙げられる。これらの影響は、工事業者や労働者への建設資材の放置や工事用車両のメンテナンスなどに関する指導を徹底することで、防止できると考えられる。

回遊魚やカバが確認されており、生態系への影響として、ダムの堰き止めによるこれらへの影響が懸念された。本ダムは、取水堰に洪水吐を2門設置する設計となっており、水流の完全な遮断および洪水水位を最小限に抑えられる。また、カバの足跡はダムサイトの近くで確認されているが、事業地の環境は、流速が早く、川岸には岩盤が路頭しているため、カバの生息環境とは異なる。カバはダムサイト周辺を生態的生息地としては利用しておら

ず、餌場への移動経路として利用しているものと考えられる。したがって、回遊魚やカバに対する影響は小さいと考えられる。緩和策として、魚道の設置や魚道の利用状況のモニタリング、カバの生息状況のモニタリングを提案する。

湛水域内では、住宅および農地はなく、補償の対象は確認されなかった。しかし、搬入路および送電線のルートに沿って、墓地や林地があるため、詳細設計時に、これらを避ける必要がある。

したがって、自然環境および社会環境に対する負の影響は限定的であり、本プロジェクトの実施による何千人もの住民への電力供給によって生じる社会経済に与える正の影響の方が大きいと評価できる。

第 6 章 今後の調査

第6章 今後の調査

本プロジェクトの詳細設計の実施に必要な調査について、以下のように提案する。

6.1 水 文

本プロジェクトの詳細設計段階においては、FS で検討された水文に関する事項についてより詳しく把握する必要がある。実施すべき追加調査は以下のとおりである。

(1) 河川流量

1) 流量測定の実施

Cutato 川流域において発電所サイトより上流に測水所を設置し、測水所において流量測定を継続し、流量資料を充実させることが必要である。

2) ピーク流量の測定

確率洪水量の精度を高めるために、日平均水位だけでなく洪水時の短時間の水位変化を記録し、計画地点におけるピーク流量および洪水波形を明らかにすることが必要である。

(2) 堆 砂

1) 流砂量の推定

流砂量推定のための調査を行い、流砂量の資料を充実させることが必要である。

2) 水理模型実験の実施

本調査ではダム直上流や排砂ゲート呑口周辺の局所的な堆砂形状を求めている。詳細設計段階では、局所的な堆砂形状を把握するとともに、取水口部での空気混入を防止するための水理模型実験を実施することを提案する。

6.2 地形測量

FS で衛星写真を用いて縮尺 1/25,000 と 1/5,000、1/2000 の地形図を作成した。本プロジェクトの詳細設計段階においては、これらの地形図を精査するために下記を対象とした現地測量を行い、各種図面を作成する：

- 主要構造物を含む上下流域（上下流それぞれ 300m 程度）の地形図、縮尺 1/1000
- 河川縦横測量図（上下流それぞれ 300m 程度）、縮尺 1/1000
- 用地取得のための測量が必要であれば、サイトから Andulo 郡都までの機器搬入道路および配電線ルート（46 km 程度）、縮尺 1/2,000

6.3 機器搬入路調査

詳細設計段階では、機器搬入路の調査をする。建設時には、海外から輸入の資機材や重機はロビト港からサイトまで国内運搬する可能性が高い。トレーラーやトラックによる国内搬送では、サイト近傍までは既設の舗装道路を使用することになり、橋梁を通ることになる。したがって、特に橋梁については重量物運搬の安全性を確認し、補修の必要性を調査する必要がある。

6.4 地質調査

本プロジェクトの詳細設計段階においては、FS で提案された主要構造物地点の地質および地質工学的性状をより詳しく把握する必要がある。堰および発電所の基礎岩盤は、地表踏査結果では良好であったが、基礎岩盤の物性を把握するためできれば1~2孔、長さ3~5mの調査ボーリングを行い、岩種・岩級評価とボーリングコアでの物性試験を行うことを提案する。

6.5 材料調査

FSでは、コンクリート骨材としてCutato川の川砂および基礎掘削岩の破碎を想定しており、質的にも量的にも骨材として利用できるものと判断される。

また、詳細設計段階では、現地採取試料を用いて骨材試験を実施し、基礎掘削ズリのコンクリート骨材としての利用の可能性を検討することが必要である。骨材試験として実施すべき項目は、比重、吸水率、安定性、すり減り減量、アルカリ骨材反応試験である。実際に使用する予定のセメントおよび骨材を使用してコンクリート強度試験も実施する。

6.6 地雷調査

取り付け道路などの工事に先立ち、プロジェクト地域を対象に地雷調査を行う必要がある。地雷調査および地雷除去対策の現地責任者や体制を、詳細設計時に確認し、工程や費用負担を明確にする。