

第9章 配電計画

需要想定結果および送電計画の結果を踏まえて、以下のとおり 2020 年までの配電計画の策定を行った。なお、以下の配電計画対象に示すとおり本章はザンビア国すべての地域および配電設備を包括するマスタープランではない。

9.1 配電計画対象

本調査における配電計画の策定対象となる電力設備およびその定義をそれぞれ図 9.1 および表 9.1 に示す。具体的な配電設備⁶²は以下のとおり。

- BSP (バルク・サプライ・ポイント⁶³) から 33/11 kV変電所に至る 33 kV配電線
- 33/11 kV 変電所間を連系する 33 kV 配電線
- 33/11 kV 変電所

本調査における対象地域は、C/P との調整の結果、Lusaka, Choma, Kafue, Livingstone, Mazabuka, Kapiri/Mkushi, Ndola, Kitwe とした。なお、当初対象地域となっていた Kabwe, Chingola および Luanshya は上に示す対象となる配電設備が存在しないことから、本検討から除外した。

また、配電設備は 33/11 kV 変電所の容量が多くとも 20MVA 程度/箇所であり、ミクロ的な状況変化が計画に大きな変動を与えうる。よって、検討期間は、10 年規模の計画が妥当であり、2020 年までの計画を策定することとした。

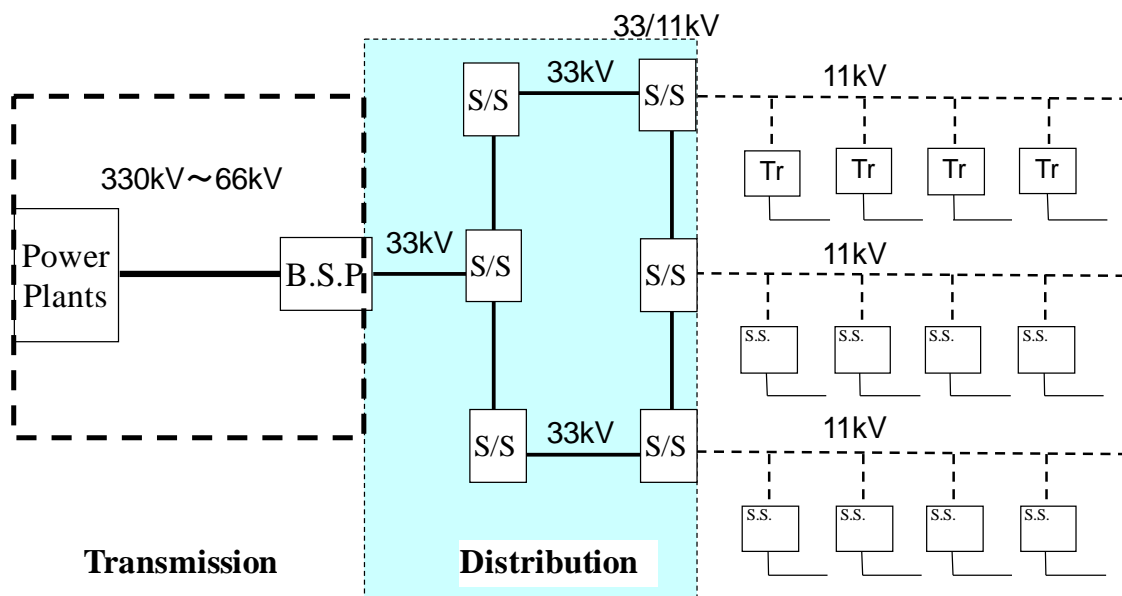


図 9.1 配電計画の対象電力設備

⁶² 33 kV 受電需要家へ直接供給する 33 kV 配電線の分岐線、11 kV 配電線および低圧配電線は対象としない。

⁶³ 33kV 配電線に対して電力を供給する配電用変電所。日本では”二次変電所”に相当する。

表 9.1 配電計画の対象となる電力設備の定義

電力設備	定義
配電線	- BSP から 33/11 kV 変電所に至る 33 kV 配電線 - 33/11 kV 変電所間を連系する 33 kV 配電線
変電所	- 33/11 kV 変電所

9.2 配電計画基準

(1) 系統計画基準および解析条件

表 9.2にザンビア国における配電計画基準を示す。N-1基準（N-1基準とは、N個の設備のうち、1設備が故障したとしても残るN-1設備により供給支障を生じないという考え方。故障としては、配電線1回線故障あるいは変圧器1台故障を想定。）は世界的に用いられている基準であるが、現在のところザンビア国配電系統においては適用されていない。本調査では、重要かつ大規模な負荷を有するLusaka地域においてのみN-1基準を満足するよう設備対策についての検討を行う。

表 9.2 系統計画基準および解析条件

		内容	
熱容量	平常時	常時潮流 100%以内	
	単一故障時 (N-1)	単一故障時潮流 100%以内 (Lusaka 地域に限定適用)	
電圧		33kV 配電線の末端で電圧降下 5%以内	
系統解析		系統解析プログラム	PSS/E
		検討断面	2009 年度～2020 年度、ただし単一故障時 (N-1) 検討は、Lusaka 地域の 2020 年度断面のみ
		電力需要	第 5 章電力需要予測で検討した電力需要想定
		系統計画	ZESCO での既存計画をベースに検討

(2) 設計基準

本調査では以下のとおり ZESCO の設計基準を使用する。

i) 電線

(a) 33 kV 架空配電線

架空配電線サイズは、負荷容量および幹線・分岐線の設備用途に従い 50 mm² , 100 mm² , 150 mm² ACSR から選定した。なお、Lusaka 地域のような重負荷地域においては、負荷容量に応じて 200 mm², 300 mm² もしくは 350 mm² ACSR のような大容量導体を選定する。

- ① 幹線： 100mm² もしくは 150 mm² ACSR（最大 350 mm² ACSR）
- ② 分岐線： 50 mm² もしくは 100 mm² ACSR

(b) 33kV 地中配電線

地中配電線のサイズ・線種は、負荷容量および幹線・分岐線の設備用途に従い 70 mm² PICL, 120 mm² PICL, 185mm² XLPE, 240 mm² XLPE から選定される。なお、Lusaka 地域のような重負荷地域においては、負荷容量に応じて 300 mm² または 500 mm² XLPE のような大容量導体が選定される。

③ 幹線：通常 185 mm² XLPE もしくは 240 mm² XLPE (最大 500mm² XLPE)

④ 分岐線：通常 70 mm² PICL もしくは 120mm² PICL

ii) 支持物

ザンビア国の標準的な支持物は、材料調達およびコスト面での優位性の観点から木柱が使用されている。全長 12m の木柱が標準として使用されるが、配電設備周辺の状況に応じて 12m 以上の長尺柱も使用される。

⑤ 支持物：木柱 12m (最大 16m)

iii) 径間距離

径間距離 (支持物間の距離) は、以下のとおり。

⑥ 径間距離：都市部 100m、郡部 110m (最短 80m、最長 120m)

(3) 需要想定結果

表 9.3～表 9.6に各変電所における需要結果を示す。各変電所の将来需要の想定は第5章の需要想定に基づき策定した。なお、配電計画に影響を与える要素として、第9.5節に示す地域開発計画 (複数施設経済区) が挙げられるが、想定される需要や実施時期等不透明な部分が多いため、本計画には盛り込んでいない。但し、ルサカ市南部における地域開発計画LS-MFEZ(Lusaka South Multi-Facility Economic Zone:ルサカ南部多施設経済地区)に関しては調査結果に14MWという需要規模が示されているので、2015年以降の設備形成に反映を行っている。

表 9.3 各変電所における需要想定結果 (Lusaka 地域)

Peak Demand (MW)

Substation	2008	2010	2015	2020
Shorthorn	13.8	15.0	19.4	25.3
Makeni	19.8	21.4	27.7	36.2
Chilanga	16.1	17.5	22.5	29.5
Barlaston	1.0	1.1	1.4	1.8
Liverpool	33.0	35.8	46.2	60.4
Chawama	16.3	17.7	22.9	29.9
Matero	41.7	45.2	58.4	76.4
Manda Hill	11.3	12.2	15.8	20.6
Bublin	10.5	11.4	14.7	19.2
Birdcage Walk	20.6	22.3	28.8	37.7
Kafe Road	46.0	49.9	64.4	84.2
University	25.1	27.2	35.1	45.9
Chelston	25.2	27.3	35.3	46.1
Kabulonga	19.5	21.1	27.3	35.7
Uth	4.1	4.5	5.8	7.5
Woodlands	27.1	29.4	38.0	49.7
Waterworks	18.1	19.6	25.3	33.1
Avondale	18.9	20.4	26.4	34.5
Ngwerere	1.6	1.8	2.3	3.0
Chongwe	4.0	4.3	5.6	7.3
Bauleni	9.6	10.4	13.4	17.6
Total	383.4	415.6	536.3	701.6

表 9.4 各変電所における需要想定結果 (Copperbelt 地域: Kitwe, Ndola)

Peak Demand (MW)

Substation	2008	2010	2015	2020
Kansuswa	2.7	2.9	3.8	4.9
Kafironda	2.2	2.4	3.1	4.0
Mwambashi	2.4	2.6	3.4	4.4
Chambishi	2.7	2.9	3.8	4.9
Chati	1.4	1.5	2.0	2.6
Katembula	1.2	1.3	1.7	2.2
Skyways	40.7	44.1	56.9	74.5
Zambezi Paper Mills	5.4	5.9	7.6	9.9
Kafubu dam	2.2	2.4	3.1	4.0
Chilanga	11.0	11.9	15.4	20.1
Zambezi Portland Cement	0.5	0.5	0.7	0.9
Swarp Spinning	0.5	0.5	0.7	0.9
Total	72.9	78.9	102.2	133.3

表 9.5 各変電所における需要想定結果
(南部地域: Livingstone, Choma, Mazabuka, Kafue)

Substation	Peak Demand (MW)			
	2008	2010	2015	2020
Kafue Town	12	13	16.8	22
Mazabuka	8	8.7	11.2	14.6
Magoye	0.9	1	1.3	1.6
Lochinvar	0.5	0.5	0.7	0.9
Monze	2	2.2	2.8	3.7
Chisekesi	2.1	2.3	2.9	3.8
Gwembe	0.5	0.5	0.7	0.9
Munyumbwe	0.4	0.4	0.6	0.7
Chipeco	0.2	0.2	0.3	0.4
Victoria Falls	28.0	30.4	39.2	51.2
Zimba	0.3	0.3	0.4	0.5
Kalomo	3.0	3.3	4.2	5.5
Choma	12	13	16.8	22
Itezhi-tezhi	0.3	0.3	0.4	0.5
Namwala	0.1	0.1	0.1	0.2
Maala	0.1	0.1	0.1	0.2
Maamba	2.5	2.7	3.5	4.6
Sinazongwe	6	6.5	8.4	11
Total	78.9	85.5	110.4	144.3

表 9.6 各変電所における需要想定結果 (中央地域: Kapiri/Mkushi)

Substation	Peak Demand (MW)			
	2008	2010	2015	2020
MTZ	9.1	9.9	12.7	16.7
Nkumbi Farmers	2.0	2.2	2.8	3.7
Amajuba Farmers	1.6	1.7	2.2	2.9
New Boma	2.1	2.3	2.9	3.8
North East	1.8	2.0	2.5	3.3
North West	2.5	2.5	2.5	2.5
Mkushi West	1.0	1.0	1.0	1.0
Mkushi Central	1.0	1.1	1.4	1.8
Kapiri Main	4.7	5.1	6.6	8.6
Total	22.3	24.2	31.2	40.8

(注釈)Mkushi West, North West は改修計画があるため 2020 年度の最終容量を使用した。

(4) 工事費積算単価

表 9.7～表 9.8に33kV 配電線および33/11kV 変圧器の建設工事単価をそれぞれ示す。

建設工事単価はZESCOが作成した建設工事単価表(1995年)に対して物価上昇率を考慮し現在価格に換算した。

なお、撤去費用については撤去工事に直接掛かる労働人件費等のみを計上し、撤去品の売却もしくは再使用による利益、または、廃棄に伴う処理費用については各撤去品の状態が不明であることから今回の算定から除外した。

表 9.7 33kV 配電線の建設工事単価

Description		Unit Cost (1000US\$)	
Installation	Overhead line	350 mm ² ACSR	41.8
		300 mm ² ACSR	37.7
		200 mm ² ACSR	33.8
		150 mm ² ACSR	30.6
		100 mm ² ACSR	26.7
	Underground line	300 mm ² XLPE	200.6
		240 mm ² XLPE	202.4
		95 mm ² PILC	76.8
		95 mm ² XLPE	92.9
Removal	Overhead line	200 mm ² ACSR	11.8
		150 mm ² ACSR	10.9
		100 mm ² ACSR	9.7
		50 mm ² ACSR	9.7
	Underground line	95 mm ² PILC	27.6

表 9.8 33/11kV 変圧器の建設工事単価

Description		Unit Cost (1000US\$)
Installation	2.5MVA	75.2
	5 MVA	133.9
	10 MVA	246.0
	15 MVA	375.9
	20 MVA	438.7
	25 MVA	503.0
	31.5 MVA	606.6
	40 MVA	731.2
	Primary and secondary point(entrance service and outlet of lines including bus-bar, CB, and so on)	163.6
Removal	1MVA	3.4
	2.5 MVA	3.4
	2.64MVA	3.4
	5 MVA	3.4
	7.5 MVA	3.4
	10 MVA	4.8
	11.8MVA	4.8
	15 MVA	4.8
	20 MVA	4.8

9.3 配電拡充計画（2020年断面）

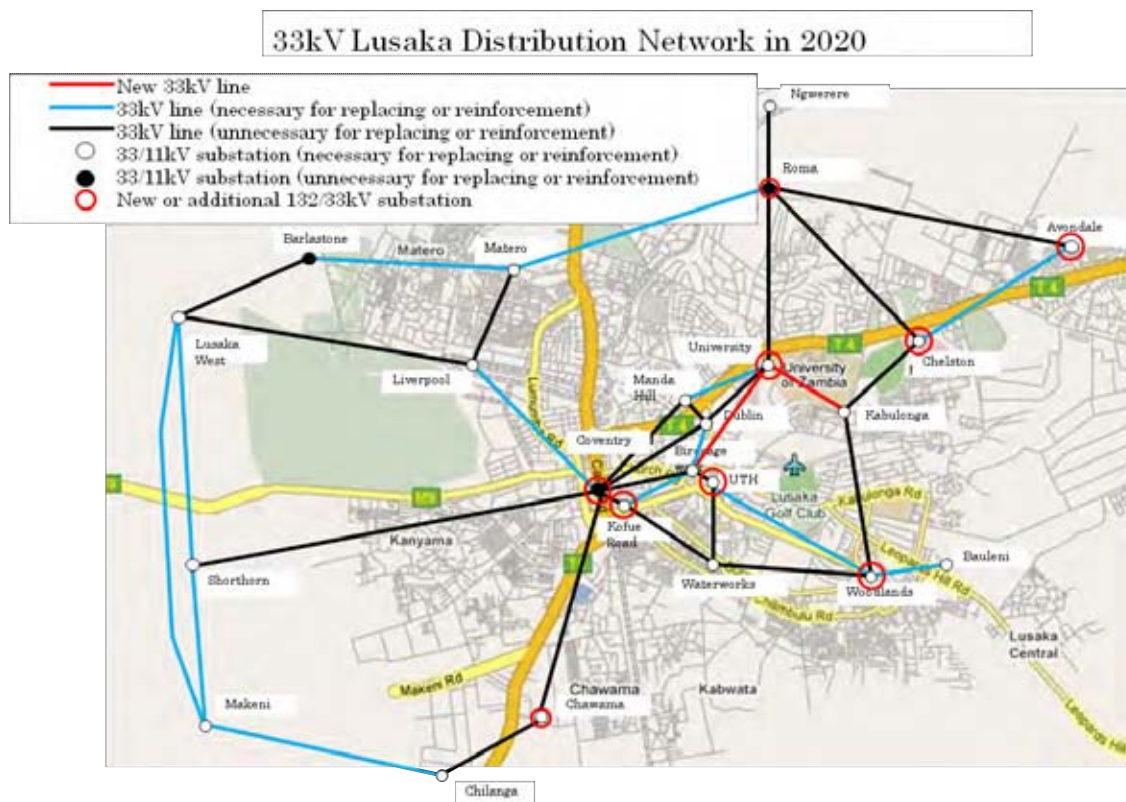
需要想定および送電計画の策定結果に基づき 2020 年断面における配電拡充計画（案）を策定した。

9.3.1 Lusaka地域

Lusaka 地域の配電線はザンビア国内において最も需要密度が高い重負荷配電線である。そのため配電線・変電所設備の熱容量および配電線電圧を効率的に維持・運用することを目的に、配電系統は複数の B.S.P.（Lusaka West : 132/33 kV、Roma : 132/33 kV、Coventry : 132/33 kV、Mapepe : 88/33 kV、Waterworks : 88/33 kV、Chongwe : 88/33 kV）が 33/11 kV 変電所母線および 33 kV 配電線を通じて連系し、ループ系統として構成されている。

2008 年時点において、33 kV 配電線および 33/11 kV 変電所の数箇所は熱容量の許容限界を超過しており、その他についても許容限界に近い状態である。また、33 kV 配電線の電圧降下も許容値を超過しているものもあり、現時点では N-1 基準を満たさない状況である。2020 年断面での需要想定結果は、2008 年断面と比較し、約 1.8 倍に需要が増加することからこれに対応する配電拡充計画を策定した。

Lusaka 地域の配電拡充計画（2020 年）を図 9.2 に示す。計画の概要は以下のとおり。



6

図 9.2 Lusaka 地域配電拡充計画（2020 年）

- 33/11 kV 変電所および 33kV 配電線の拡充（2020 年断面）

需要の増加に伴いほとんどの 33/11 kV 変電所が過負荷となることから大容量変圧器

への取替、変圧器の追加設置もしくは新規変電所の設置が必要となる。また、同様にほとんどの 33kV 配電線が過負荷となり、電圧降下も基準値を下回るため、大容量配電線への取替もしくは新規配電線の設置が必要となる。これらの拡充については N-1 基準を満たすよう検討したため 2020 年断面においては単一故障が発生しても供給支障が発生しない系統構成となった。

(6) 132 kV 送電線および 132/33kV BSP の新設 (2020 年断面)

Lusaka 地域の需要を満たすため第 8 章で述べたように 132 kV 送電線および 132/33kV BSP を新設する。

2020 年断面までに必要となる配電線拡充工事および変電所拡充工事をそれぞれ表 9.9 および表 9.10 に、年次毎の対策費用を図 9.3 に示す。同様に 132 kV 送電線および 132/33kV BSP を図 9.4 に示す。

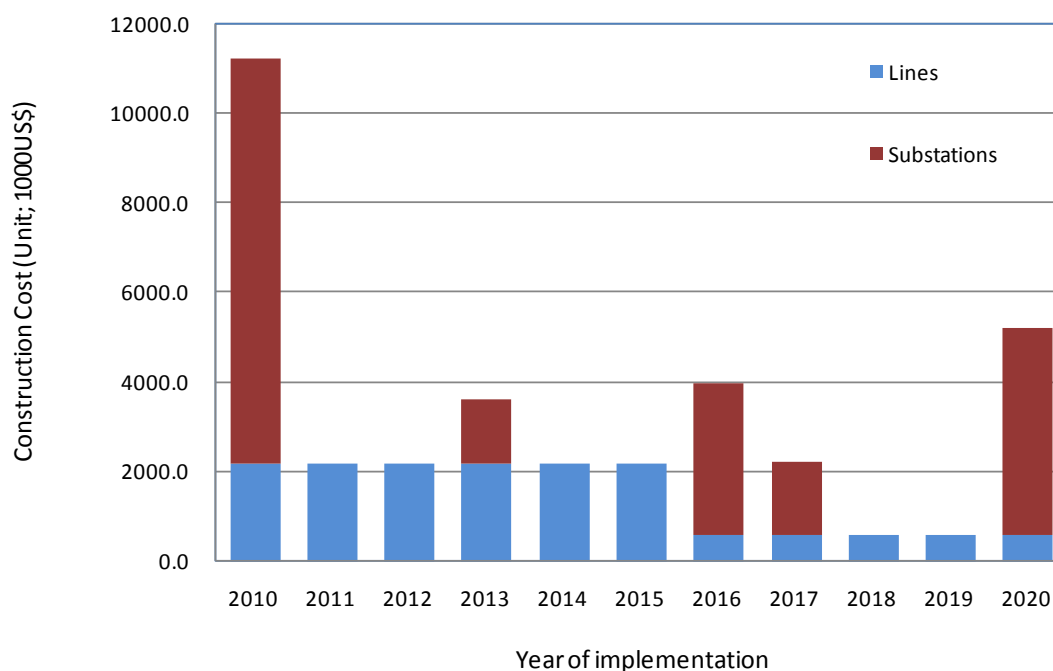


図 9.3 対策工事費用 (Lusaka 地域)

表 9.9 配電線拡充計画 (Lusaka 地域)

From	To	No.	Length [km]	Type of countermeasure	New line	Before replacement	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Lusaka	Shorthorn	L1	2.72	Replacement	350ACSR	100ACSR	140.2	2010-2015
		L2	2.72	Additional line	350ACSR	-	113.8	
		L3	2.72	Additional line	350ACSR	-	113.8	
Lusaka	Makeni	L1	13.2	Replacement	300ACSR	100ACSR	626.1	2016-2020
Shorthorn	Makeni	L1	6	Replacement	300ACSR	150ACSR	292.0	2016-2020
		L2	6	Replacement	300ACSR	150ACSR	292.0	
Makeni	Chilanga	L1	16.3	Replacement	300ACSR	100ACSR	773.1	2016-2020
		L2	16.3	Replacement	300ACSR	100ACSR	773.1	
Barlaston	Matero	L2	5.6	Additional line	200ACSR	-	189.1	2016-2020
Liverpool	Coventry	L2	3.8	Additional line	350ACSR	-	158.9	2010-2015
		L3	3.8	Additional line	350ACSR	-	158.9	
Matero	Roma	L1	8.4	Replacement	240XLPECU	200ACSR	1799.1	2010-2015
		L2	8.4	Additional line	240XLPECU	-	1700.4	
		L3	8.4	Additional line	240XLPECU	-	1700.4	
		L4	8.4	Additional line	240XLPECU	-	1700.4	
Manda Hill	University	L2	2.2	Additional line	95PICLCU	-	169.0	2010-2015
Dublin	Birdcage Walk	L2	2.5	Additional line	95PICLCU	-	192.0	2016-2020
Dublin	University	L2	2.5	Additional line	95PICLCU	-	192.0	2016-2020
Birdcage Walk	Kafue Road	L2	3.7	Additional line	240XLPECU	-	749.0	2010-2015
		L3	3.7	Additional line	240XLPECU	-	749.0	
		L4	3.7	Additional line	240XLPECU	-	749.0	
Birdcage Walk	University	L1	2.5	Replacement	240XLPECU	95PICLCU	575.1	2010-2015
		L2	2.5	Additional line	240XLPECU	-	506.1	
		L3	2.5	Additional line	240XLPECU	-	506.1	
University	Kabulonga	L1	5	Additional line	300ACSR	-	0.0	2010-2015
		L2	5	Additional line	300ACSR	-	188.6	
Chelston	Avondale	L2	5.7	Additional line	100ACSR	-	151.9	2010-2015
Uth	Woodlands	L2	4.7	Additional line	240XLPECU	-	951.4	2010-2015
Woodlands	Bauleni	L3	2.8	Replacement	200ACSR	100ACSR	121.7	2010-2015
		L5	2.8	Replacement	200ACSR	100ACSR	121.7	
Total Construction Cost [1000US\$]							16,453.5	

表 9.10 変電所拡充計画 (Lusaka 地域)

Substation		Type of countermeasure	New Transformer [MVA]	Before replacement [MVA]	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Shorthorn	T1	Replacement	20	5	442.2	2010
	T2	Replacement	20	5	442.2	
	T3	Reinforcement	20	-	602.4	
Makeni	T1	Replacement	20	10	443.5	2010
	T2	Replacement	20	10	443.5	
	T3	Reinforcement	20	-	602.4	
Chilanga	T3	Reinforcement	20	-	602.4	2020
Liverpool	T3	Reinforcement	31.5	-	770.2	2020
Chawama	T1	Replacement	20	10	443.5	2013
	T2	Replacement	20	10	443.5	
	T3	Reinforcement	20	-	602.4	
Matero	T1	Replacement	31.5	20	611.4	2010
	T2	Replacement	31.5	20	611.4	
	T3	Reinforcement	31.5	-	770.2	
	T4	Reinforcement	31.5	-	770.2	
Manda Hill	T1	Replacement	31.5	20	611.4	2020
	T2	Replacement	31.5	20	611.4	
Dublin	T1	Replacement	20	7.5	442.2	2016
	T2	Replacement	20	7.5	442.2	
Birdcage Walk	T3	Reinforcement	20	-	602.4	2020
Kafue Road	T3	Reinforcement	25	-	666.6	2010
	T4	Reinforcement	25	-	666.6	
	T5	Reinforcement	25	-	666.6	
University	T3	Reinforcement	25	-	666.6	2020
Chelston	T1	Replacement	25	7.5	506.4	2010
	T2	Replacement	25	7.5	506.4	
	T3	Reinforcement	25	-	666.6	
Kbulonga	T1	Replacement	25	15	507.8	2017
	T2	Replacement	25	15	507.8	
	T3	Reinforcement	25	-	666.6	
Woodlands	T1	Replacement	31.5	20	611.4	2016
	T2	Replacement	31.5	20	611.4	
	T3	Reinforcement	31.5	-	770.2	
Waterworks	T3	Reinforcement	20	-	602.4	2016
Avondale	T3	Reinforcement	20	-	602.4	2020
Bauleni	T3	Reinforcement	10	-	409.6	2020
Total Construction Cost [1000US\$]					20945.9	

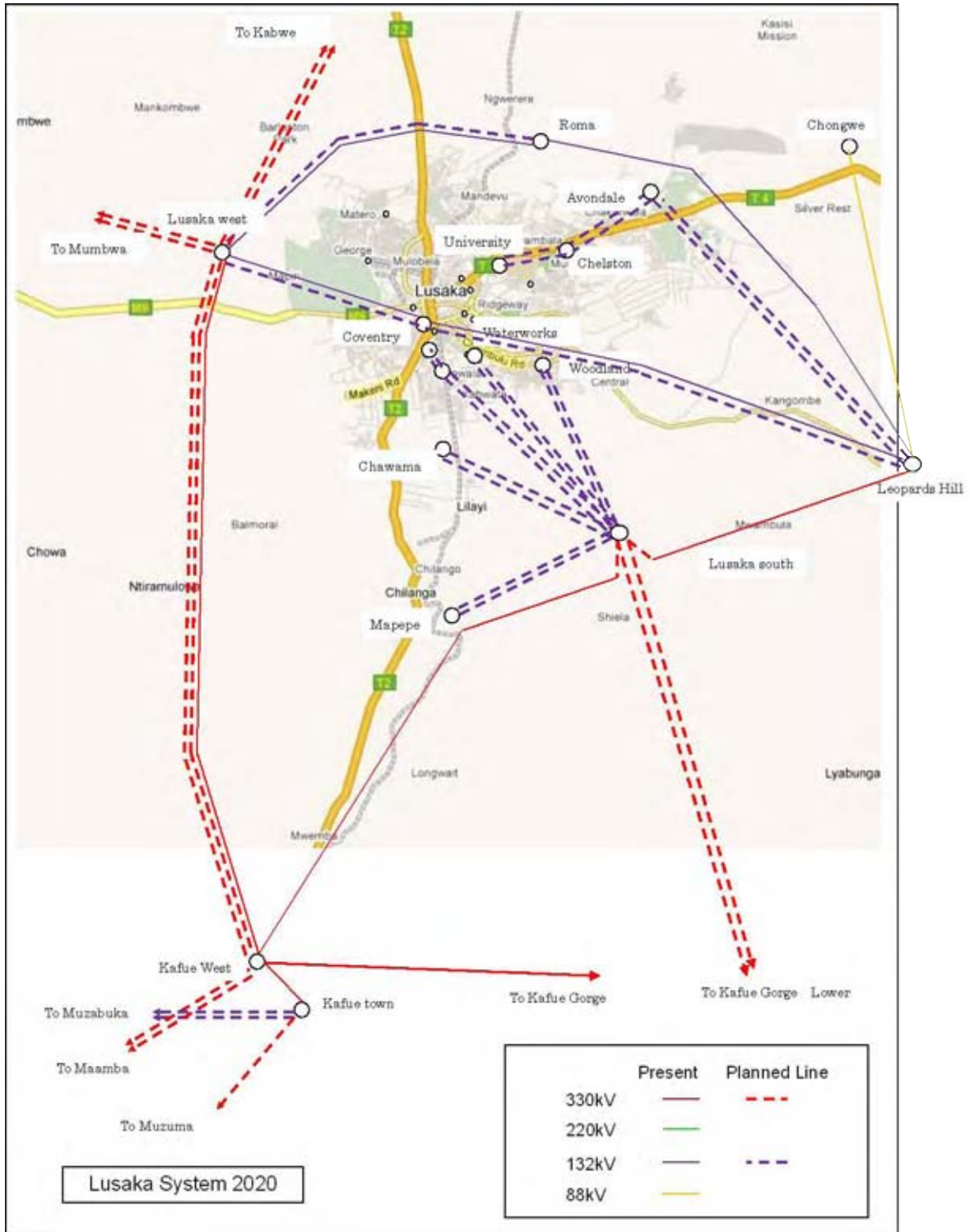


図 9.4 Lusaka 地域 BSP 開発計画

9.3.2 南部地域 ; Livingstone, Choma, Mazabuka, Kafue

需要密度が低く配電線長が長い南部地域においては、配電線の電圧降下対策が重要となる。南部地域における拡充計画を図 9.5 および図 9.6 に示す。概要は以下のとおり。

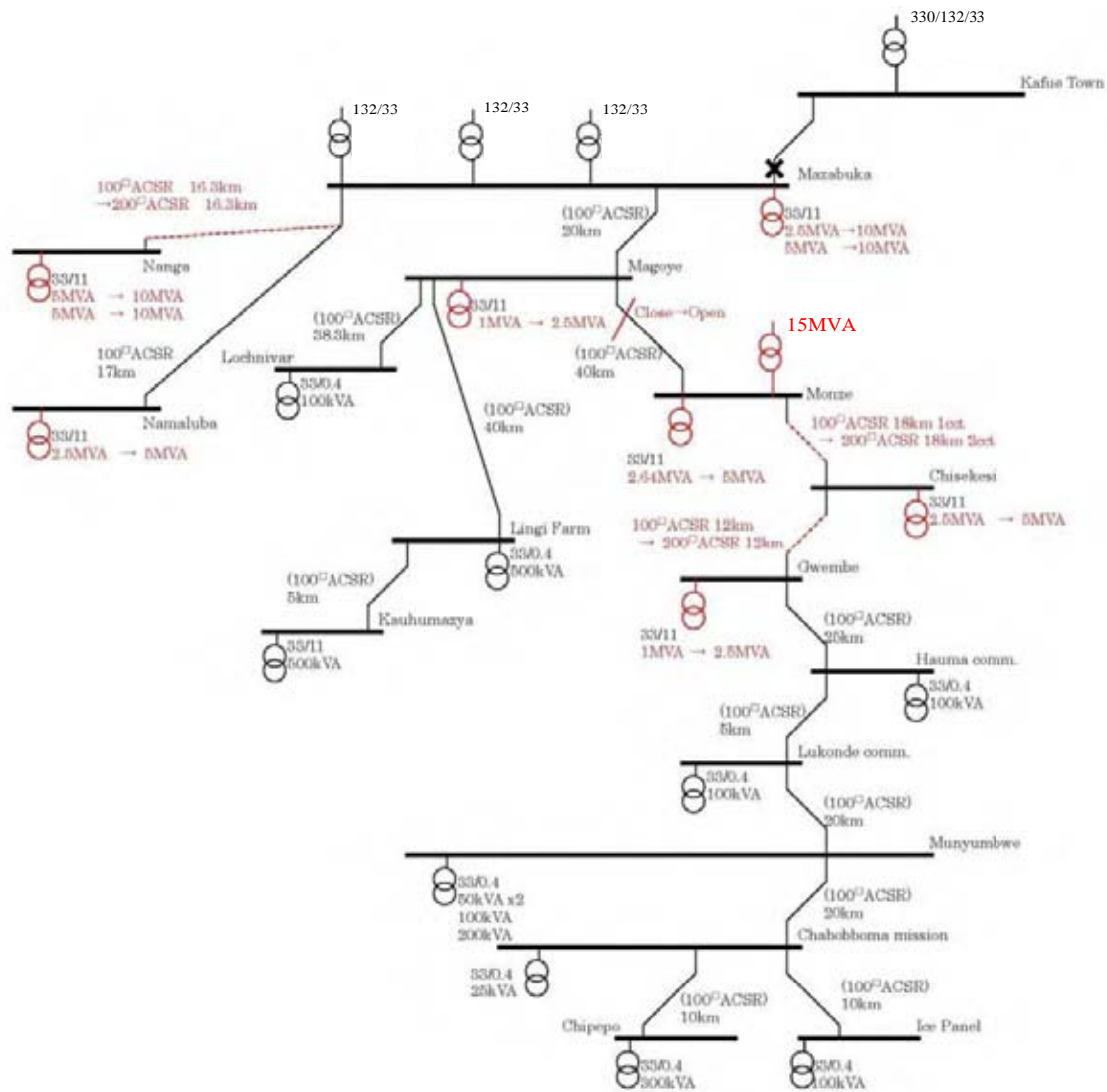


図 9.5 南部地域配電拡充計画 (Mazabuka 方面)

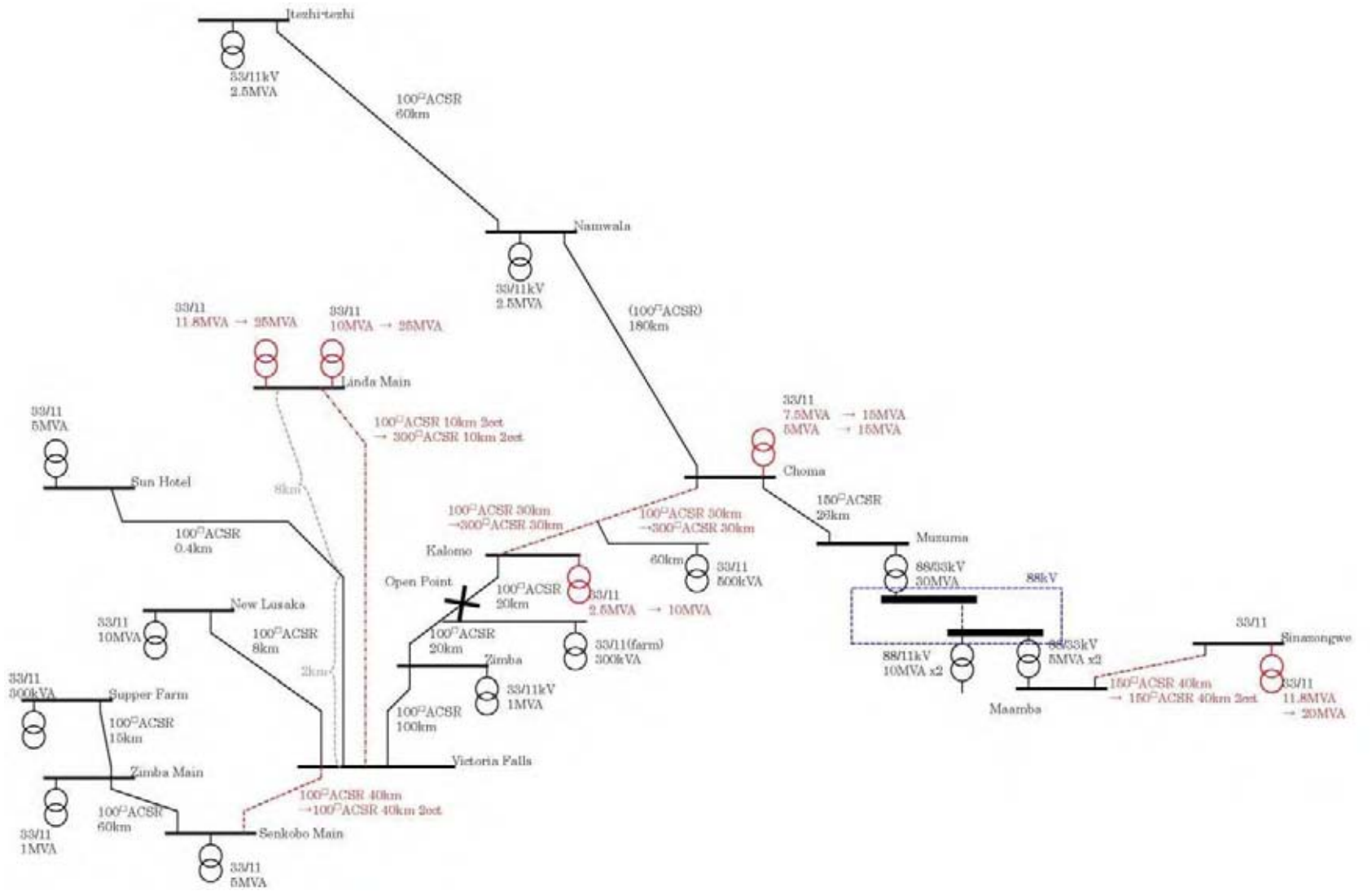


図 9.6 南部地域配電拡充計画 (Livingstone 方面)

(7) 132 kV 送電線および 132/33kV BSP の新設 (2020 年断面)

一部地域では需要が大きくなり配電線での負荷供給が困難となることから第 8 章で述べたように Choma および Monze に 132 kV 送電線および 132/33kV BSP を追加する。

① 33kV 配電線の拡充 (2020 年断面)

需要の増加に伴い 33 kV 配電線の数か所において電圧降下の限界値を下回ることから、大容量配電線への張替もしくは新規配電線の追加設置が必要となる。

2020 年断面までに必要となる配電線拡充工事および変電所拡充工事をそれぞれ表 9.11 および表 9.12、対策工事費用を図 9.7 に示す。

表 9.11 配電線拡充計画 (南部地域)

From	To	No.	Length [km]	Type of countermeasure	New line	Before replacement	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Monze	Chisekesi	L1	18	Replacement	200ACSR	100ACSR	782.4	2010-2015
		L2	18	Additional line	200ACSR	-	607.7	
Chisekesi	Gwembe	L1	12	Replacement	200ACSR	100ACSR	521.6	2016-2020
Mazabuka	Nanga	L1	16.3	Replacement	200ACSR	100ACSR	708.5	2010-2015
Victoria Falls	Senkobo Main	L2	40	Additional line	100ACSR	-	1066.1	2010-2015
Victoria Falls	Linda Main	L1	10	Replacement	300ACSR	100ACSR	474.3	2010-2015
		L2	10	Additional line	300ACSR	-	377.2	
Maamba	Sinazongwe	L2	40	Additional line	150ACSR	-	1224.7	2010-2015
Choma	Kalomo	L1	60	Replacement	300ACSR	100ACSR	2845.7	2010-2015
		L2	60	Additional line	300ACSR	-	2263.4	
Total Construction Cost [1000US\$]							10871.6	

表 9.12 変電所拡充計画 (南部地域)

Substation	Type of countermeasure	New Transformer [MVA]	Before replacement [MVA]	Cost [1000US\$]	Year of implementation	
Mazabuka	T1	Replacement	10	5	249.4	2010
	T2	Replacement	10	2.5	249.4	2010
Nanga	T1	Replacement	10	5	249.4	2020
	T2	Replacement	10	5	249.4	2020
Namaluba	T1	Replacement	5	2.5	137.4	2020
Magoye	T1	Replacement	2.5	1	78.6	2011
Monze	T1	Replacement	5	2.64	137.4	2012
Chisekesi	T1	Replacement	5	2.5	137.4	2011
Gwembe	T1	Replacement	2.5	1	78.6	2019
Choma	T1	Replacement	15	7.5	379.3	2010
	T2	Replacement	15	5	379.3	2010
Kalomo	T1	Replacement	10	2.5	249.4	2010
Linda Main	T1	Replacement	25	11.8	506.4	2011
	T2	Replacement	25	10	506.4	2011
Kansuswa	T1	Replacement	10	5	249.4	2018
Total Construction Cost [1000US\$]				3837.3		

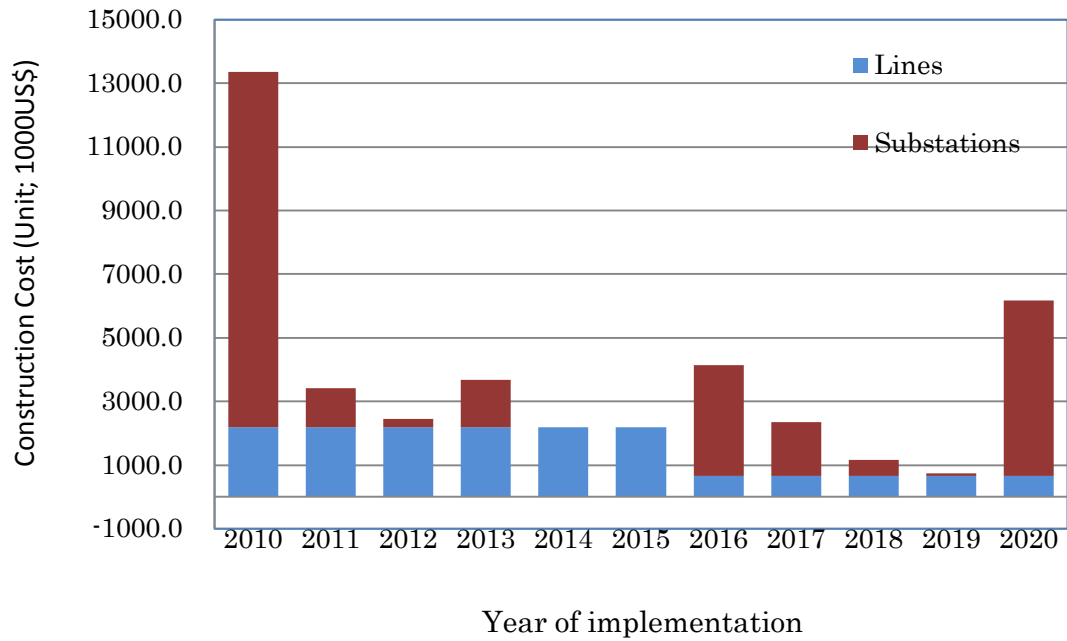


図 9.7 対策工事費用（南部地域）

9.3.3 Copperbelt地域 ; Kitwe, Ndola

Kitwe 地域における拡充計画を図 9.8 に示す。（Ndola 地域においては 2020 年断面において拡充工事は不要）概要は、以下のとおり。

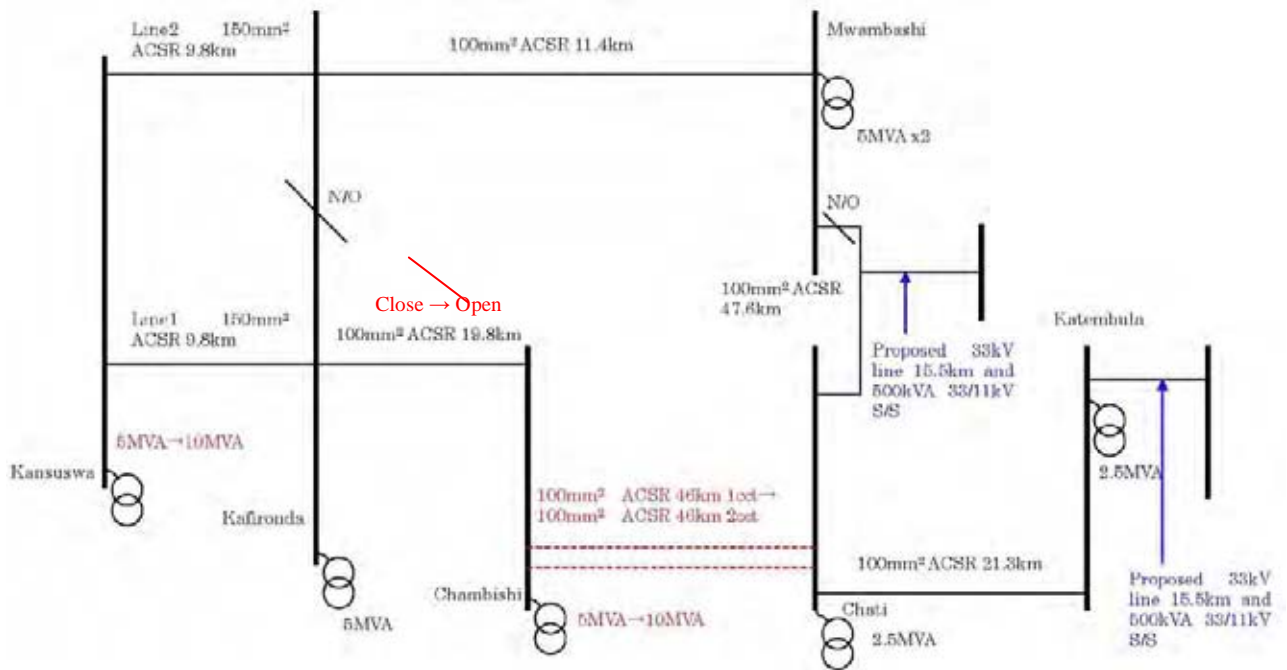


図 9.8 Kitwe 地域配電拡充計画

- (8) 66 kV 送電線および 66/33kV BSP の新設 (2020 年断面)
 Kitwe 地域 (Chambishi, Chati, Katembula) の需要を満たすため 66 kV 送電線および 66/33kV BSP を追加する。
- (9) 33kV 配電線の拡充 (2020 年断面)
 需要の増加に伴い Chambishi から負荷側の 33 kV 配電線において電圧降下の限界値を下回ることから、新規配電線 100mm²ACSR の追加設置が必要となる。

2020 年断面までに必要となる配電線拡充工事および変電所拡充工事をそれぞれ表 9.13 および表 9.14、年次毎の対策工事費用を図 9.9 に示す。Ndola 地域においては 2020 年まで拡充工事が不要ない。

表 9.13 配電線拡充計画 (Kitwe 地域)

From	To	No.	Length [km]	Type of countermeasure	New line	Before replacement	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Chambishi	Katembula	L2	46	Additional line	100ACSR	-	1226.0	2010-2015
Total Construction Cost [1000US\$]							1226.0	

表 9.14 変電所拡充計画 (Kitwe 地域)

Substation		Type of countermeasure	New Transformer [MVA]	Before replacement [MVA]	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Kansuswa	T1	Replacement	10	5	249.4	2018
Chambishi	T1	Replacement	10	5	249.4	2018
Total Construction Cost [1000US\$]					498.8	

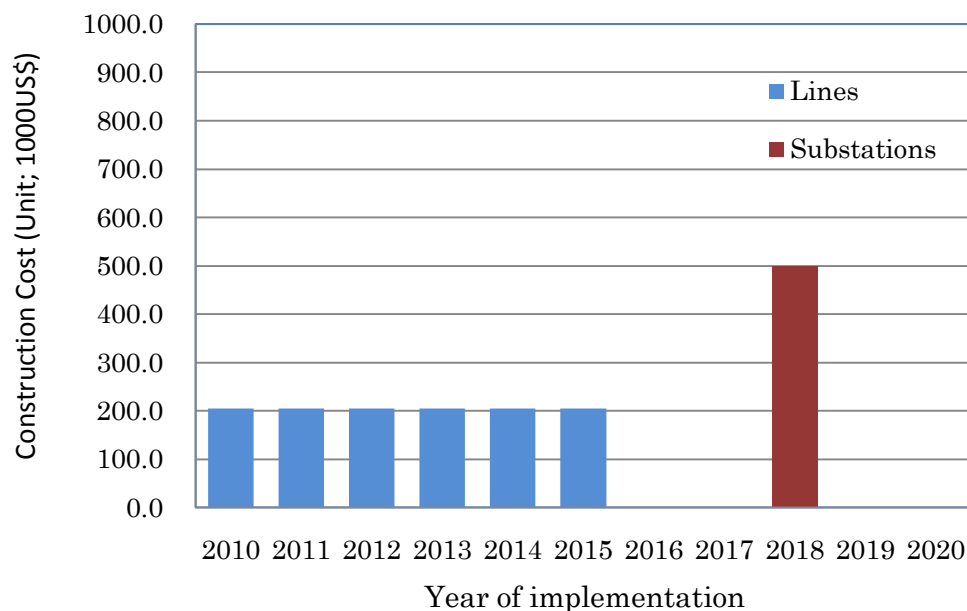


図 9.9 対策工事費用 (Kitwe 地域)

9.3.4 中部地域 ; Kapiri/Mkushi

Central 地域(Kapiri/Mkushi)における拡充計画を図 9.10 に示す。

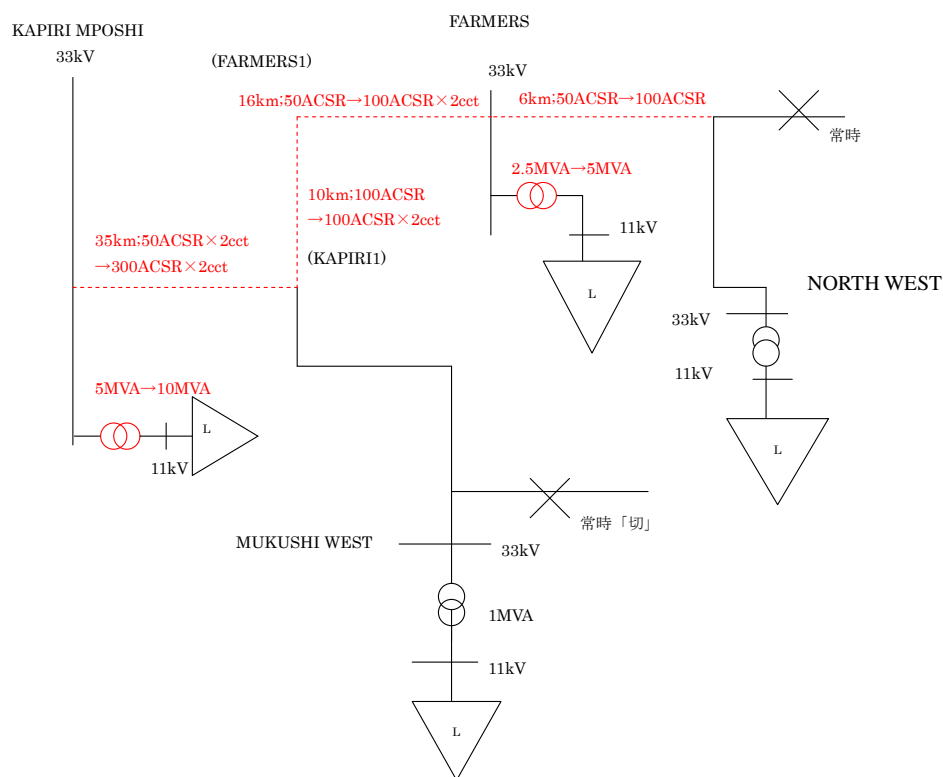


図 9.10 中部地域配電拡充計画

(10) 33kV 配電線の拡充 (2020 年断面)

需要の増加に伴い 33 kV 配電線の数か所において電圧降下の限界値を下回ることから、大容量配電線への張替もしくは新規配電線の追加設置が必要となる。

2020 年断面における配電線拡充計画および変電所拡充計画をそれぞれ表 9.15 および表 9.16 に、年次毎の対策工事費用を図 9.11 に示す。

表 9.15 配電線拡充計画 (中部地域)

From	To	No.	Length [km]	Type of countermeasure	New line	Before replacement	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Kapiri	Mkushi	L1	35	Replacement	300ACSR	50ACSR	1660.0	2010-2015
		L2	35	Replacement	300ACSR	50ACSR	1660.0	
Mkushi	Mkushi l	L2	10	Additional line	100ACSR	-	266.5	2010-2015
Mkushi l	Farmers	L1	16	Replacement	100ACSR	50ACSR	581.7	2010-2015
		L2	16	Additional line	100ACSR	-	426.4	
Farmers	North West	L1	6	Replacement	100ACSR	50ACSR	218.1	2010-2015
Total Construction Cost [1000US\$]							4812.8	

表 9.16 変電所拡充計画（中部地域）

Substation		Type of countermeasure	New Transformer [MVA]	Before replacement [MVA]	Cost [1000US\$]	Year of implementation
Kapiri	T1	Replacement	10	5	249.4	2010
Farmers	T1	Replacement	5	2.5	137.4	2012
Total Construction Cost [1000US\$]					386.8	

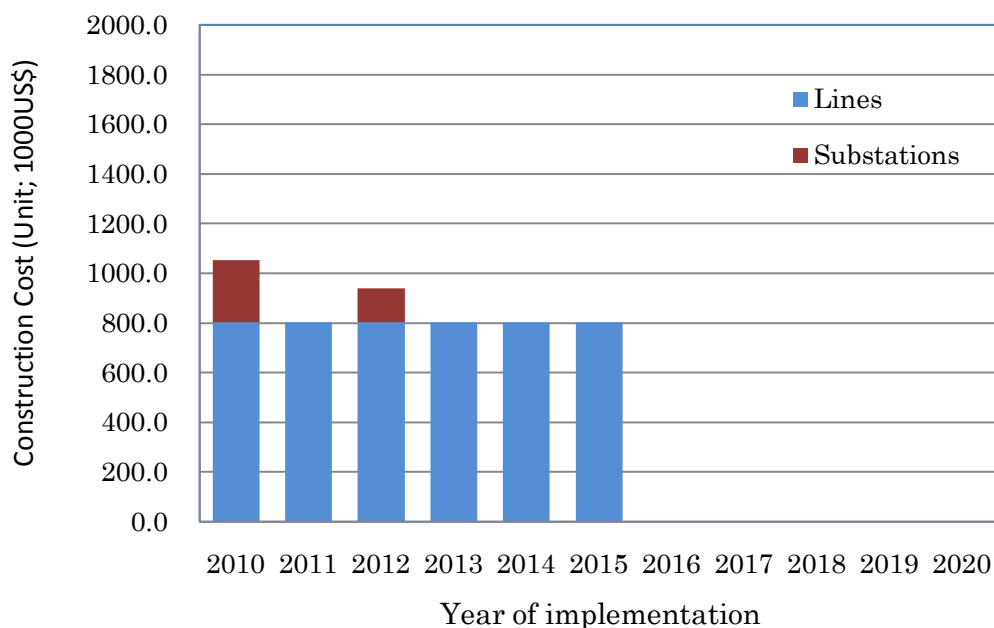


図 9.11 対策工事費用（中部地域）

9.4 配電ロス低減に向けた提言

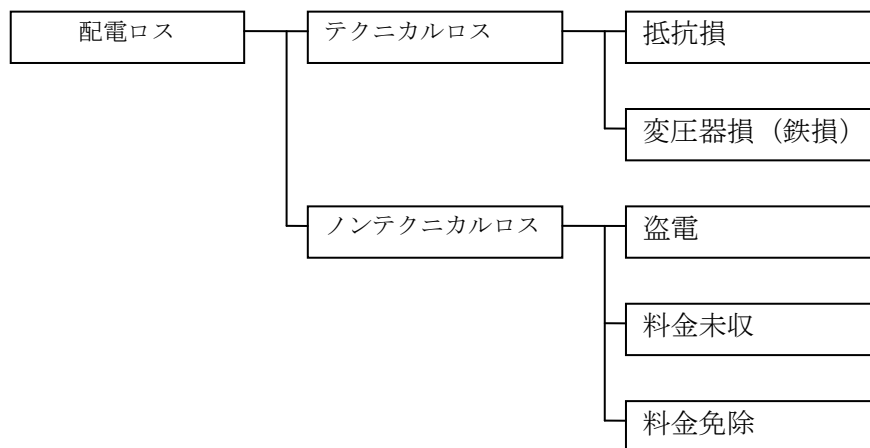
ザンビア国は高い配電ロス（2008年時点で19.0%）を踏まえて2010年3月までに14.0%に低減するという目標を掲げている。配電ロスを改善することはZESCOの財務体質の改善に寄与するものと考えられるが、その実態は必ずしも明確になっていない。ザンビア国の配電線形態の特徴は、負荷中心に大容量の配電用変圧器を設置し、長距離にわたり低圧配電線を延伸するというもので、典型的な低負荷分散型の負荷供給形態となっており、多大な電圧降下による電力品質の低下とともに、多くの配電ロスを生み出す原因にもなっていると考えられる。また、負荷電流に比べて相対的にサイズの小さい電線が使用されていることも電力ロス発生の要因であると考えられる。

こうした状況を背景として、テクニカルロスおよびノンテクニカルロスの低減方法について提言を以下のとおり行う。

9.4.1 配電ロスの概要および低減策

(1) 配電ロスの分類

配電ロスは図 9.12 のように分類される。



(Source) 調査団作成

図 9.12 配電ロスの分類

(1) テクニカルロス

抵抗損は電線の電気抵抗により生じる損失で、電流の二乗に比例する。途上国においては、需要が増加しても送配電線の増強を行わず過負荷状態で電力供給を行うことや、電化コストをおさえるために不用意に配電線を延伸することが多いため、多くの抵抗損が生じていると考えられる。

また変圧器損（鉄損）は変圧器の鉄心により生じる損失であり、変圧器の容量に比例するが負荷の大小には関係しない。なお同じ容量の変圧器でも 30 年以上前のものにくらべると近年の製品では鉄損は減っており、アモルファスを鉄心に使った低ロス型の変圧器も製造されている。

(2) ノンテクニカルロス

ノンテクニカルロスの定義は国によって異なるが、盗電、料金未収、料金免除の3つが考えられる。盗電は、需要家がメーターを経由させずに違法に電気を使用するものであり計測販売電力量には表れてこない。また料金未収にはメーター計量の使用電力に対して電気事業者が料金を回収できないもの（料金未払い）や、メーターの不良による誤計量に起因するものがある。料金免除については、官庁や街路灯等公共施設のための電気料金を無料にしているもので、国によってはロスにカウントしない場合もあるが、電気事業者からみれば料金回収ができないことにかわりがないためロスと同じであり、国によっては電気事業者の経営を圧迫する要因の一つになっていることもある。

(2) 送配電ロスの低減策

i) テクニカルロス

表 9.17 に具体的な配電系統におけるテクニカルロスの低減策を示す。配電ロスに関しては、多大なロス低減効果を期するためには、対策を面的に実施する必要がある。したがってコストメリットを考えた場合にはロス低減のみを目的とした工事実施は非経済的であるため、他の工事に同調して実施するのが一般的である。このためテクニカルロスの低減対策は短期間というよりは 10 年位のスパンで考えるのが現実的である。また表 9.18 に本調査で実施した事例として Lusaka 地域における 33kV 配電線および 33/11kV 変電所におけるロス低減効果を示す。適切な設備配置により改修工事の前後で抵抗損が約 6% 提言している。

表 9.17 配電ロスの原因と問題点

配電ロスの分類		原因	問題点
抵抗損	33kV, 11kV 配電線	小さい 需要密度	地方部のエリアでは、小容量の負荷が広範囲に分散しているため、BSP から遠距離のエリア（100km 以上）でも 33kV の配電線を使用しており、抵抗損の増大を招いている。
		不適切な 電圧	配電線亘長や電流値からみても電圧を 33kV とすべき配電線についても 11kV のままで対策が講じられていない。
		不適切な 導体サイズ	配電線の幹線部分に 25mm ² , 50mm ² といった細径の電線が使用されており、その結果、幹線（電流集中部分）での抵抗損がかなり生じていると考えられる。
		三相不平衡	一次変電所での送出電流を見る限りでは、三相不平衡率が 80% 以下のフィーダーが少なからずあり、電流のアンバランスによって抵抗損の増大が生じていると考えられる。
	低压配電線	長距離 低压系統	相当な需要家がある村落の場合でも、配電用変電所（二次変圧器）が 1 箇所のみで、あとは延々と低压線のみで数百 m～1km 程度まで延伸しているケースがあり、それが大きな抵抗損を生じていると考えられる。
変圧器損 (鉄損)	変圧器 (二次変圧器)	大容量 変圧器	地方電化として電化したエリア等、需要規模が小さく、また将来的にも需要増加の見込みが著しくないエリアについても、総需要量に比べて極めて大容量な変圧器が取り付けられているケースが多いと考えられる。（例えば、将来にわたっても負荷が 20～30kVA を超えない低压系統に対して、100～200kVA の容量の変圧器が取り付けられている等）

(Source) 調査団作成

表 9.18 33kV 配電線のテクニカルロス低減効果 (例 ; Lusaka 地域)

	2008 年 (改修工事前)			2020 年 (改修工事後)			差分 2020 - 2008		
	有効電力	無効電力	皮相電力	有効電力	無効電力	皮相電力	有効電力	無効電力	皮相電力
負荷電力 P_L	344.9	167.3	383.4	631.4	305.8	701.6	+ 286.46	+ 138.55	+ 318.20
送電端電力 P_S^*	352.4	204.2	407.3	644.2	372.4	744.1	+ 291.80	+ 168.20	+ 336.81
ロス電力 $P_S - P_L$	7.5	36.9	23.9	12.8	66.6	42.5			
ロス率 $1 - P_L / P_S$	2.11%	18.09%	5.88%	1.99%	17.88%	5.72%	-0.13%	-0.21%	-0.16%
ロス低減率 対 2008 年				-6.06%	-1.16%	-2.71%			

※ バルクサブライポイント 33kV 側(二次側)における送り出し電力
(Source) 調査団作成

ii) ノンテクニカルロス

ノンテクニカルロスについては、原因を特定しながら対策を検討する必要がある。盗電対策としては低圧線を裸電線から被覆電線に替えることで盗電をしにくい状況を作ることや電気事業者による確認を強化するとともに盗電に対する罰則を強化する等体制面での対応が必要となる。また料金未収については、不良メーターの取替による計量の適正化や、料金徴収の強化（料金を払わない場合には送電をストップする）等が考えられる。なお、ザンビアをはじめとしたアフリカ諸国では料金未払い対策としてプリペイドメーターの導入を行っており、こうした対策もノンテクニカルロス低減の一助になると考えられる。いずれにしても、対策の即効性については各国の事情により大きく左右される。

9.4.2 低圧配電線ロス計測

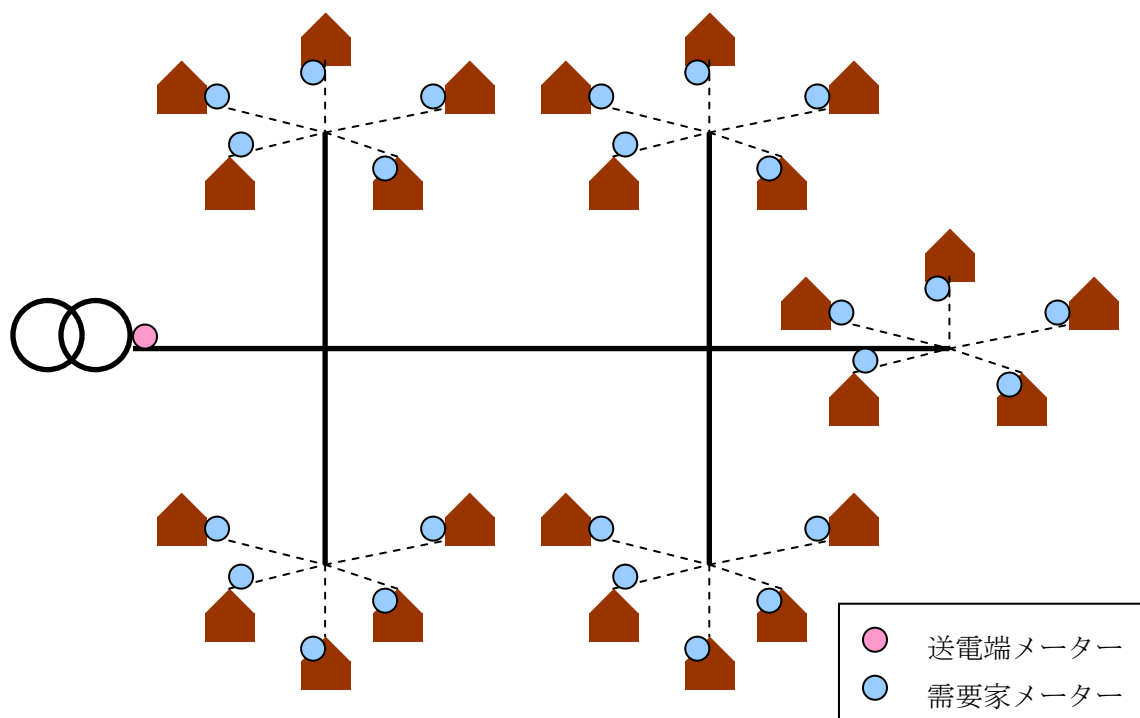
(1) 低圧配電ロス計測手法

低圧配電線の送電端にメーターを設置し、送電量を計測するとともに、各需要家のメーターにより消費電力量を計測することで、その差をもって電力ロスとする。この電力ロスにはテクニカルロスとノンテクニカルロスが含まれる。また、ノンテクニカルロスのうち需要家の料金未払いによるものについては含まれない。なお、メーターが取り付けられていない需要家については、その消費電力量が計測値に含まれてしまうことから、新たにメーターを設置することとするが、それが困難な場合はデータの補正を行う必要がある。

$$\text{計測値} - \text{需要家の消費電力} = \text{テクニカルロス} + \text{ノンテクニカルロス (盗電)}$$

計測は料金徴収のための検針のタイミングに合わせて 1 カ月に 1 回実施し、測定誤差を少なくするために 2 回の計測を実施する。

なお、メーターの計測を同時に実施することは困難であるため、計測時間の差による誤差が含まれることは避けられない。



(Source) 調査団作成

図 9.13 配電ロス計測の模式図

(2) テクニカルロスの推定

テクニカルロスを把握する最も正確かつ安易な方法は、盗電がない状態において、前項に示した方法で低圧配電ロスを計測することであるが、盗電の有無については確認することが困難であることからテクニカルロスの把握については計算により推定する。

計算手法については PSSE/Adept 等の配電線管理ソフトを使用するか、低圧配電系統図と実測定による電流結果からの手計算がある。なお、計算によりテクニカルロスを求める場合、区間を流れる電流を把握する必要があるが、精度を高めるためにはこの区間を多く取る必要があり、数カ所の計測では不十分である。加えて電流は刻一刻と変化するため、各区間に記録電流計を設置して電流を計測することとなる。また、計測機材の保有状況と低圧ロス計測のためにかかる労力に応じて精度は変化する。

(3) ノンテクニカルロスの推定

ノンテクニカルロスは(1)にて示した式のとおり、計測値から需要家の消費電力とテクニカルロスを差し引いた形で表され、この値が大きいときにはノンテクニカルロス低減のための対策を考慮に入れる必要がある。

9.5 (参考) 地域開発計画

ザンビア国には、現在次の五つの地域開発計画（複数施設経済区⁶⁴）がある。

- Chambishi Multi-Facility Economic Zone (MFEZ)
- Lusaka South MFEZ
- Lusaka East MFEZ
- Lumwana MFEZ
- Ndola MFEZ (Sub Saharan Gemstone Exchange)

うち、Lusaka South MFEZは、JICAの技術協力としてマスタープランが作られ⁶⁵、唯一、政府が事業を推進する開発計画である。一方、残りの四つの計画は全て民間によって進められるが、LumwanaとNdolaは構想段階に留まる。

ちなみにMFEZとは、商業貿易産業相⁶⁶によって認可された経済区であり、高度な技術を持つ製造業を誘致し、国の経済発展と外貨獲得をねらって地域開発が行われる。MFEZへの投資については、投資家事業に対して免税優遇が与えられる。

9.5.1 Chambishi MFEZ

Chambishi MFEZ は、ザンビア国と中国の二国間協力として開始され、ザンビア国で初めてのMFEZ 指定を受けた。

立地場所は、コッパーベルトにあるザンビア国第二の都市 Ndola から 70km、Kitwe から 28km 離れたチャンビシ銅鉱山にあり、China Nonferrous Metal Company (CNMC) が Kitwe 郊外の Chambishi Town で開発を行う（図 9.14 参照）。開発にあたって、CNMC は 8 億 US ドルを MFEZ に投資し、6000 人の雇用を確保すると約束している。

この地域には、既に銅鉱山と精錬所が存在している。開発プロジェクトの柱は、銅精錬工場、コバルト精錬向上の建設であり、加えて銅とコバルトを原料とする非鉄金属製品（棒、線、電線等）の加工産業を興す。さらに金属精錬の副産物を使った化学品や貴金属品の製造も視野に入れる。

計画開発面積は 11.58 km² で、既存の鉱山と非鉄金属工業団地 3.6 km² に加えて、さらに 7.98 km² の拡張を行う（図 9.15 参照）。

計画では、5 年から 8 年をかけて、精錬や関連産業を誘致する。現在 12 社の進出企業名が上がっており、うち 5 社は着工している。最終的には、50～60 社を誘致する。

既に、道路整備を含めた Chambishi Copper Smelter の開発と、Sino Metals Limited および Sino Acid Limited の二社の設立が行われている。Kafue 川から MFEZ への主給水管は設置されているが、変電所の建設は開始された段階である。

⁶⁴ Multi-Facility Economic Zone

⁶⁵ 2009 年 3 月終了

⁶⁶ Minister of Commerce, Trade and Industry



(Source) China Nonferrous Metal Mining (Group) Co., Ltd., China Association of Development Zones, Master Plan for the Zambia-China Economic and Trade Cooperation Zone, June, 2007

図 9.14 Chambishi MFEZ の立地場所



(Source) China Nonferrous Metal Mining (Group) Co., Ltd., China Association of Development Zones, Master Plan for the Zambia-China Economic and Trade Cooperation Zone, June, 2007

図 9.15 Chambishi MFEZ の配置計画

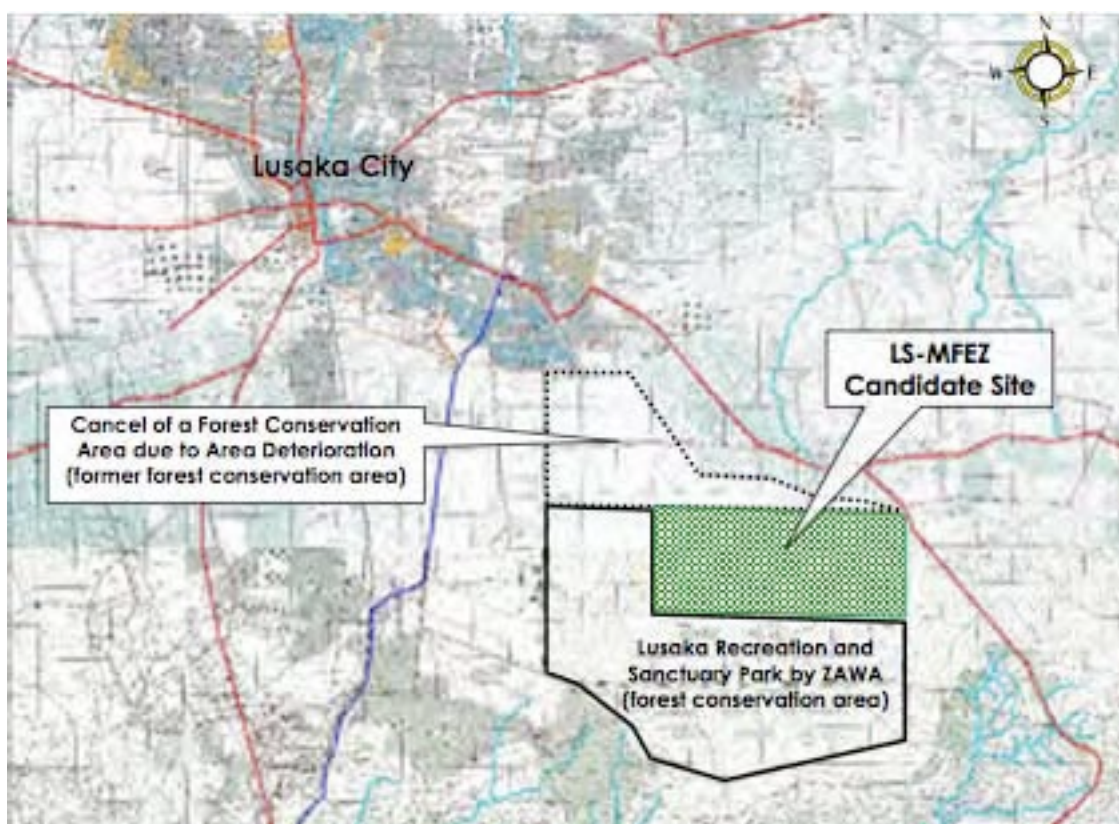
9.5.2 Lusaka South MFEZ (LS-MFEZ)

マスタープランの構想では、開発面積は2007年時点で1,350ha (13.5km²)、2030年には3,530ha (35.3km²) にまで拡大する。LS-MFEZは七つのゾーンで構成され、一般産業、ハイテクパーク、一般サービス、中央オフィス街、住宅地区等が配置される。

建設は2009年7月から開始され、インフラ整備から始まる。予定では、2010年第4四半期には電力需要が発生する。ザンビア政府はアクセス道路の建設に300億クワチャの予算を割り当てている。

しかし、具体的にどのような企業を誘致するかについてはまだ明確になっていない。ル

サカ地区には、中国の経済協力で進める Lusaka East MFEZ の計画があり（図 9.16）、政府はこれと重複しない産業を誘致したいと述べている。



(Source) JICA 2003

図 9.16 LS MFEZ の立地場所

9.5.3 Lusaka East MFEZ

ザンビア国と中国の経済貿易協力である「ザンビア・中国経済区⁶⁷」のサブゾーンとしてとして、ルサカの東部、ルサカ国際空港地区で開発を行う。中国政府は、開発に対して、既に1億2000万ドルを割り当てている。

プロジェクトは早急に開始されると言われるが、現状ではまだ着工していない。

9.5.4 Lumwana MFEZ

カナダと豪州に上場する Equinox Metals Limited (LMC) の子会社 Lumwana Mining Company Limited が North West Province で Lumwana MFEZ を開発する。新規の鉱山プロジェクト (Lumwana Copper Project) をベースとした製造業の誘致を計画しているが、マスタープランはまだ終わっていない (図 9.17 参照)。

立地場所には、既に露天掘り鉱山と関連施設が存在しており、関連する道路、8400万³の貯水池を含む給水および電力供給のインフラは整備されている。うち、電力については、Solwezi から Lumwana までの高圧送電線は敷設されている。地域電力会社として設立された North-western Company が、ZESCO の 330/33kV 変電所から Lumwana までの 7km の送電線と町に 33/11kV 変電所を建設している。現在、LMC が送電線容量の 50% に相当する電力を消費している。

MFEZ の概念は、既存の Lumwana Copper Project を越えた、新たな製造業を興すことにある。地域の経済開発を支えるための地域開発として、産業、リクレーション、住宅、商業、

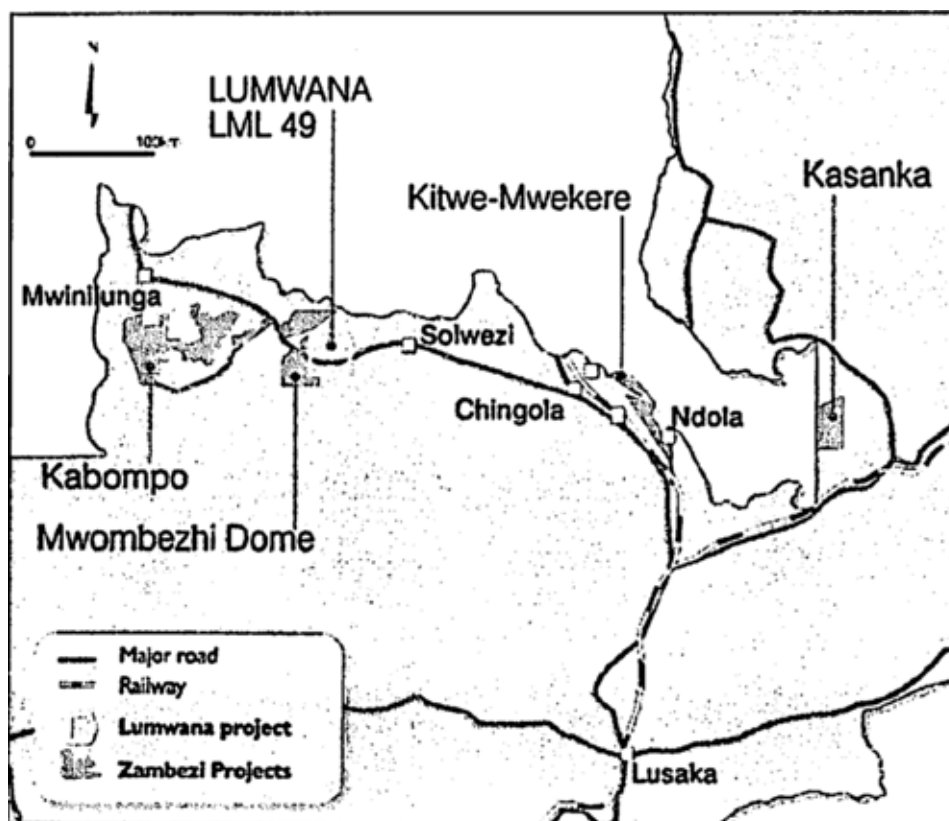
⁶⁷ Zambia-China Economic Zone

農業、漁業開発といったゾーンで構成される。開発のフェーズは、以下のとおりである。

フェーズ 1 (2006-2009) : 露天掘り鉱山の開発と関連インフラの整備

フェーズ 2 (2010-2013) : Lumwana Town の開発、教育施設の開発、商業施設の開発、医療施設の開発

フェーズ 3 (2014-2020) : 道路、鉄道、空港の開発とアップグレード



(Source) Lumwana Mining Company, Lumwana Multi-Facility Economic Zone Master Plan (2006-2020)

図 9.17 Lumwana MFEZ へのアクセス道路網

9.5.5 Ndola MFEZ (Sub Saharan Gemstone Exchange)

Cooperbelt に計画する宝石加工を核とする小規模な工業団地である。ねらいは、産出した宝石の加工を現地で行い、輸出の付加価値を高めようというものである。ザンビア国資本が開発する初めての工業団地であり、20社の誘致を計画する、うち、既に5社が操業を開始し、100名ほどを雇用している。

第10章 ケース・スタディ

10.1 ケース・スタディの概要

10.1.1 目的

本マスタープランの妥当性と実現可能性を高めるために、水力開発プロジェクトショートリストに掲載された各プロジェクトの中から2つを選定して、ケース・スタディを実施した。ケース・スタディでは、これまでに実施されたフィージビリティ調査等の報告書の内容を検証するとともに、簡易計測や住民インタビューを含む現地調査を実施して、プロジェクトの実施に向けた課題と提言を整理した。

水力開発に関する技術的な側面の調査として、周辺の地形や河川状況の確認、設備配置計画の精査、落差の検証のためのGPSを用いた簡易計測等を行うと共に、河川流量データを収集し、発電電力量を検証した。

また、環境社会配慮に関する調査として、ケース・スタディサイトの簡易生物調査や社会経済条件の調査、政府関係機関や農民代表、NGO等のステークホルダーとの協議、チーフ（伝統的首長）への聞き取り調査、現地住民へのインタビュー等を行い、環境社会面で留意すべき事項を洗い出した。

10.1.2 対象プロジェクトの選定

ケース・スタディの対象プロジェクトの選定に当たっては、水力開発プロジェクトショートリストのうち、将来的等ナー機関からの支援の可能性等を考慮して、C/P機関の関与の高い事業を抽出、選別する手法を採用した。事業主体が民間であるプロジェクトを除くと、Kariba North Expansion、Itezhi Tezhi、Lusiwasi Expansion、Kafue Gorge Lowerの各プロジェクトが候補に挙がり、この中で、Kariba North Expansionプロジェクトは中国の支援により既に建設が開始されている、Kafue Gorge LowerプロジェクトはIFCによりフィージビリティ調査の準備が進められているが現地へのアクセス道路がない等現地調査が困難な状況であるといった状況を踏まえ、C/Pとも協議の上、ケース・スタディの対象プロジェクトをItezhi TezhiプロジェクトとLusiwasi Expansionプロジェクトと決定した。

10.1.3 ケース・スタディの方法

(1) 技術的妥当性の検証

技術的な妥当性は、発電電力量の検証に着目し、既往調査のレビュー、水文データの検証を行うとともに、現地調査を実施し地形図上で大まかな各設備の配置を検討した。

発電電力量の検証は、技術移転を兼ね、C/Pが貯水池式（Itezhi Tezhiプロジェクト）および流れ込み式（Lusiwasi Expansionプロジェクト）における発電電力量の計算方法を理解し、自ら実際に計算できるよう実習を行った。ケース・スタディにおける技術的検証手法を表10.1に示す。

表 10.1 ケース・スタディにおける技術的妥当性の検証手法

調査手法分類	主な調査項目／手法
既存文献のレビュー	プロジェクトの諸元の確認，発電電力量算出条件の確認
現地調査	アクセス状況 河川状況 GPSを用いた大まかな位置計測 地形図上で大まかな設備配置計画 上流下流調査 ダムサイトの踏査ほか
発電電力量の計算	貯水池式の発電電力量計算，流れ込み式の発電電力量計算 条件設定の検証，感度分析

(Source)調査団作成

(2) 環境社会配慮の手法

環境社会配慮の調査では、既往文献のレビュー、施設建設予定地の現地踏査、現地政府や住民代表らのステークホルダーとの協議等を通じて、想定される環境社会影響を特定し、そのスコーピングを行った。また、スコーピング結果を基に、環境社会影響の緩和策を検討した。ケース・スタディにおける環境社会配慮調査の手法を表 10.2 に示す。

表 10.2 ケース・スタディにおける環境社会配慮調査の手法

調査手法分類	主な調査項目／手法
既存文献のレビュー	<ul style="list-style-type: none"> 既往類似調査報告書（環境影響評価報告書等） 国立公園・野生生物管理区の管理計画（Area Management Plan, Land Use Plan 等） 郡開発計画（District Development Plan）、郡概況分析報告書（Situation Analysis Report）ほか
現地踏査	<ul style="list-style-type: none"> 施設建設予定地周辺の村落分布、土地利用状況の確認 プロジェクトサイト周辺の簡易植生調査 野生動植物に関する住民への聞き取り調査 ほか
ステークホルダー協議とインタビュー	<ul style="list-style-type: none"> 郡開発調整委員会（District Development Coordination Committee）との協議 伝統的首長（チーフ）へのインタビュー 周辺住民へのフォーカス・グループ・インタビュー ほか

(Source)調査団作成

これらの調査の一部は、現地再委託により実施した⁶⁸。本章で記載される環境社会配慮に関する情報は、特に出典を明記していない場合には、現地再委託の成果を活用している。

10.1.4 ケース・スタディの日程

ケース・スタディの日程を表 10.3 に示す。

表 10.3 ケース・スタディの日程

No.	日		活動内容
1	6/2 (火)		Serenje に移動 (Lusiwasi Extension プロジェクトサイト近傍都市)
2	6/3 (水)	午前	Serenje District Commissioner と協議、Chief Milo (伝統的首長) と協議
		午後	Lusiwasi 既設発電設備視察 (取水口、鉄管路)
3	6/4 (木)	午前	Lusiwasi 既設発電設備視察 (発電所)
		午後	上流計画 (新規地点) サイト調査、ローカルステークホルダーインタビュー
4	6/5 (金)	午前	Serenje 郡開発調整委員会の開催 (参加者約 40 名)
		午後	既設 Lusiwasi 貯水池調査、ローカルステークホルダーインタビュー
5	6/6 (土)		ルサ Kafue 移動
6	6/7 (日)		休日
7	6/8 (月)		Itezhi Tezhi に移動
8	6/9 (火)	午前	Itezhi Tezhi District Commissioner と協議、Itezhi Tezhi 郡開発調整委員会の開催 (参加者約 40 名)
		午後	既設 Itezhi Tezhi ダム調査、発電所建設地点調査
9	6/10 (水)	午前	Chief Kaingu (伝統的首長) と協議
		午後	Itezhi Tezhi ダム、貯水池関連設備調査、ローカルステークホルダーインタビュー
10	6/11 (木)		水力技術トレーニング、ローカルステークホルダーインタビュー
11	6/12 (金)		ルサカに移動

⁶⁸ 再委託先は、現地コンサルタントの Freestop Enterprise である。

10.1.5 ケース・スタディの参加者

ケース・スタディの参加者を表 10.4 に示す。

表 10.4 ケース・スタディの参加者

組織	氏名	役職
Department of Energy	Patrick Mubanga (Mr.)	Senior Power Development Officer
	William Sinkala (Mr.)**	Electrification Officer
	Lufunda Muzeya (Mr.)**	Energy Economist
	Malama Chileshe (Mr.)**	
	Manice Nyirenda (Ms.)**	
Rural Electrification Authority	Naomi N.Sidono (Ms.)**	Community Mobilization Specialist
	Jacqueline H.Musonda (Ms.)**	Economic Specialist
ZESCO Limited	Martine Sinjala (Mr.)	Chief Civil Engineer
	Robam Musonda (Mr.)*	Environmental and Social Affairs Unit
	Bonje Muyunda (Ms.)**	Environmental and Social Affairs Unit
JICA Study Team	Takashi AOKI (Mr.)	Hydropower Planning
	Kenzo Ikeda (Mr.)	Environmental and Social Considerations
National Consultant Team	Shadreck Nsongela (Mr.)	Principal Environmental Consultant
	Nyambe Nyambe (Dr.)**	Senior Social Consultant
	Moses Chamfya (Mr.)	Social Consultant
	Richard Mulenga (Mr.)	GIS Specialist

Note: * Lusiwasi Expansion プロジェクトのみ参加

** Itezhi Tezhi プロジェクトのみ参加

10.2 Itezhi-Tezhiプロジェクト

10.2.1 技術的妥当性の検証

(1) 現地調査の実施

① アクセス

ルサカから Kafue 国立公園につながる主要道路を西へ約 220km 行くと Itezhi Tezhi 郡へ通じる分岐点がある。その分岐点を南へ約 117km 行ったところが Itezhi Tezhi 郡である。Itezhi Tezhi 貯水池が広がり、既設ダムおよびダム直下流には発電所計画地点がある。主要道路から分岐以降は、かつて舗装整備された痕跡はあるものの、舗装部はほぼ全てかつての状態を留めず、現在の状況は未舗装の道路としての認識でよい。Itezhi Tezhi 郡内の道路は一部舗装部分が存在する。

② プロジェクトサイト調査

(a) ダム堤体および付帯設備

Itezhi-Tezhi ダムと貯水池は現状のまま利用する計画である。下流への放流パターンも従来と変わらない計画のため、下流への新たな影響も基本的でないとの認識である。

取水口として、ダム右岸に備わる放流管を利用する計画で、放流管は 2 条設置されており、そのうち 1 条を取水管として使用する。これら放流管にはゲートも備わるが、専用クレーンによる開閉となる（図 10.1～図 10.3）。

ダム堤体には右岸と洪水吐部に監査廊が備わり、漏水量、揚圧力等の計測も行われている。現地エンジニアからのヒアリングでは、ダム堤体のダム天端高の沈下量は、建設後 30 年で約 205 mm という。この数字だけで評価することはできないが、205 mm という数字に何らかの評価を与えるならば、想定内の数字であるといえる。日本における調査研究結果を参考にし、統計的な沈下率（沈下量/ダム高）を計算すると、30 年後の沈下率は約 0.35% と計算でき、このときの沈下量は約 227 mm となる⁶⁹。この値よりは小さい。

⁶⁹ 旧建設省土木研究所資料第 3001 号「フィルダムの挙動解析（その 1）—天端最大断面の外部変位—独立行政法人土木研究所（1991）および旧建設省土木研究所資料第 3255 号「フィルダムの挙動解析（その 2）—変位、浸透—独立行政法人土木研究所（1994）によると、当該調査で対象とした計測開始から 10 年以上経過したダムの堤体外部変位をまとめると、天端部の変位の傾向として、各ダムの計測開

また、貯水池の堆砂は約 115 mm といい、土砂の流入は大変少ないと推測され、今後も貯水池の運用に与える影響は低いと思われる。

表 10.5 Itezhi Tezhi 貯水池の主要設備概要

Main Features	Characteristic	
Dam	Crest Length	1,800m
	Crest Width	9m
	Height	65m
	Earth and Rockfill	10 x 10 ⁶ m ³
Reservoir	Full Supply Level	1,030.5 masl
	Low Supply Level	1,006.0 masl
	Live Storage Capacity	5.3 x 10 ⁹ m ³
	Dead Storage Capacity	0.7 x 10 ⁹ m ³
	Surface Area at FSL	390 km ²
Spillway	Radial Gates	3 Gates
	Bulkhead Gate	1 Gates
	Width of Each Gate	15m x 12m
	Discharge Capacity	4,200 m ³ /s
	Plunge Pool Depth	19.8 m
Emergency Spillway	Crest of Fuse Plug	1,033.0 masl
	Invert of Fuse Plug	1,025.0 masl
	Discharge Capacity	750 m ³ /s
Outlet Diversion Tunnels	Left Tunnel Length	480 m
	Right Tunnel Length	550 m
	Cross Section Area	2 x 190 m ²
	4 Roller Gates	17m x 4m each
	1 Regulation Gate	4m x 7.5m
	Gate Discharge Capacity	350 m ³ /s

(Source)ZESCO, ITT Office

始から任意日数 (D) 経過後の天端沈下率 (天端沈下量 (dv) / 堤高(H) (%)) は次式によって表される。

$$dv/H = (0.00005 \times \ln(D) - 0.00018) \times H^{0.6}$$



図 10.1 Itezhi-Tezhi ダム下流面 (右岸側ダム天端より臨む)



図 10.2 Itezhi-Tezhi ダム (ダム左岸上流より臨む)



図 10.3 放水路トンネルゲート（将来取水口ゲートとして使用する計画）

(b) 発電所計画地点

既設ダムの上流直下流に地上式発電所を建設する計画である。必要なスペースの確保もできており、現地ではサージタンクや発電機据付位置が既にマーキングされていた(図 10.4、図 10.5 参照)。



図 10.4 発電所建設予定地
(ダム右岸直下流)



図 10.5 発電機据付予定地点

(c) 道路整備

主要道路から分岐し、Itezhi Tezhi 郡までの間、約 117km の既設道路整備は、プロジェクト用の建設道路と言うよりは Itezhi Tezhi 郡に通じる道路という位置づけが強く、道路整備は基本的に政府事業という見方を政府機関も持つ。しかしながら、道路整備に時間を要すれば、開発時期に影響を与えることから、プロジェクト開発時期以前に整備されることが不可欠である。少なくとも重機運搬車両が通行できるような整備を早急に行うことができれば工事への影響を軽減できる。そのために必要な調整や準備を進めることが求められる。

(d) 送電線建設

送電線の整備は ZESCO によって実施される。SPC からのヒアリングでは、送電線建設が発電所運転開始に間に合わない場合、PPA にその補償内容を盛り込むことで ZESCO と合意しているという。

(2) 発電電力量の検証

① 手順（貯水池式）

貯水池運用カーブに基づいた発電電力量を求める。

- A) HOOK 観測所の 1978 年 10 月から 2007 年 9 月の日流量データを利用する。
- B) この間 30 年のうち年間総流量が多い順にランク付けを行う（表 10.6 参照）。
- C) 3 つの代表年のフローパターンを用い、発電電力量をそれぞれ計算する。代表年は、**High Case**（豊水ケース）（ランク 3：1979/80 年）、**Middle Case**（平水ケース）（ランク 15：1997/98 年）を、**Low Case**（低水ケース）（ランク 27：1995/96 年）とした。これら 3 ケースをそれぞれ 10% 流量ケース、50% 流量ケース、90% 流量ケースと呼ぶこととし、ケース毎に年間発電電力量を算出し、3 ケースの平均を年間発電電力量とする。
- D) ダム水位の変動を計算するため、貯水容量曲線を利用する（表 10.7、図 10.6 参照）。
- E) 既存の FS 調査では蒸発量が考慮されているため、ケース・スタディでもこれと同様な方法を取り、FS レポートを参照しつつ計算する（表 10.8 参照）。
- F) 発電所の諸元を設定する（表 10.9 参照）。ケース・スタディでは同表の値を仮定したが、これらの値は C/P が任意に変更し、各自想定したケースで計算できるように配慮した。
- G) ITT 貯水池では貯水池の運用が決まっているため運用カーブ（図 10.7 参照）に沿った発電をシミュレートする。
- H) 出力を増減させることで貯水池運用カーブに従うよう調整を図る。なお、出力の調整は各月毎の設定とする。
- I) 満水位において発電使用水量以上の流入は洪水吐から放流するものとする。
- J) その他の計算条件
 - ・ 下流へ常時 $30\text{m}^3/\text{s}$ 以上の放流を確保する

表 10.6 年間総流量によるランク付け

No.	Year	Annual Total Flow (million)	Rank	Representative Flow
1	1978/79	20,096	1	
2	1979/80	15,608	3	10% Flow
3	1980/81	15,951	2	
4	1981/82	7,730	14	
5	1982/83	6,825	19	
6	1983/84	5,979	23	
7	1984/85	10,756	6	
8	1985/86	11,466	5	
9	1986/87	7,422	16	
10	1987/88	8,533	11	
11	1988/89	8,110	13	
12	1989/90	5,717	25	
13	1990/91	6,627	21	
14	1991/92	2,607	30	
15	1992/93	10,422	7	
16	1993/94	7,125	17	
17	1994/95	3,370	29	
18	1995/96	5,434	27	90% Flow
19	1996/97	5,589	26	
20	1997/98	7,694	15	50% Flow
21	1998/99	9,857	8	
22	1999/00	6,093	22	
23	2000/01	14,541	4	
24	2001/02	5,774	24	
25	2002/03	6,965	18	
26	2003/04	6,708	20	
27	2004/05	4,097	28	
28	2005/06	8,138	12	
29	2006/07	9,440	10	
30	2007/08	9,853	9	

(Source) 調査団作成

表 10.7 ITT 貯水池の貯水容量と貯水位との関係

Elevation	Area	Storage	Elevation	Area	Storage
(masl)	(km ²)	(mcm)	(masl)	(km ²)	(mcm)
1,006	90	699	1,021	238	3,045
1,007	97	793	1,022	253	3,291
1,008	105	894	1,023	268	3,551
1,009	113	1,003	1,024	284	3,827
1,010	120	1,119	1,025	298	4,118
1,011	129	1,244	1,026	314	4,424
1,012	138	1,377	1,027	330	4,746
1,013	148	1,520	1,028	346	5,084
1,014	158	1,673	1,029	364	5,439
1,015	167	1,836	1,030	374	5,812
1,016	177	2,008	1,030	380	5,812
1,017	189	2,191	1,031	392	6,005
1,018	203	2,387	1,031	404	6,204
1,019	214	2,595	1,032	420	6,616
1,020	224	2,814	1,033	446	7,049

(Source) ZESCO

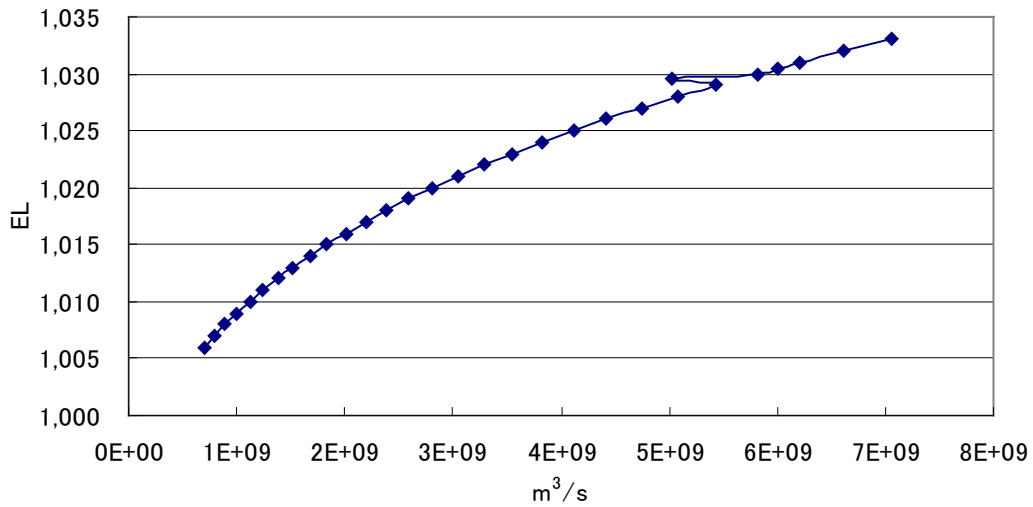


図 10.6 ITT 貯水池の貯水容量曲線

表 10.8 蒸発量の計算手順

1. Monthly Pan Evaporation Data (1979-2006 average)

	Oct.	Nov.	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	total
Average	295.9	155.8	8.1	-33.5	-33.2	64.8	168.3	175.4	164.7	179.5	229.6	282.7	1,658.1

(unit:mm)

2. Pan Coefficient

0.79

3. Lake Evaporation

Lake Evaporation=(Pan Coefficient) x (Pan evaporation)

	Oct.	Nov.	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	total
Average	233.8	123.1	6.4	-26.5	-26.2	51.2	133.0	138.6	130.1	141.8	181.4	223.3	1,309.9

(unit:mm)

4. Surface Area of the reservoir

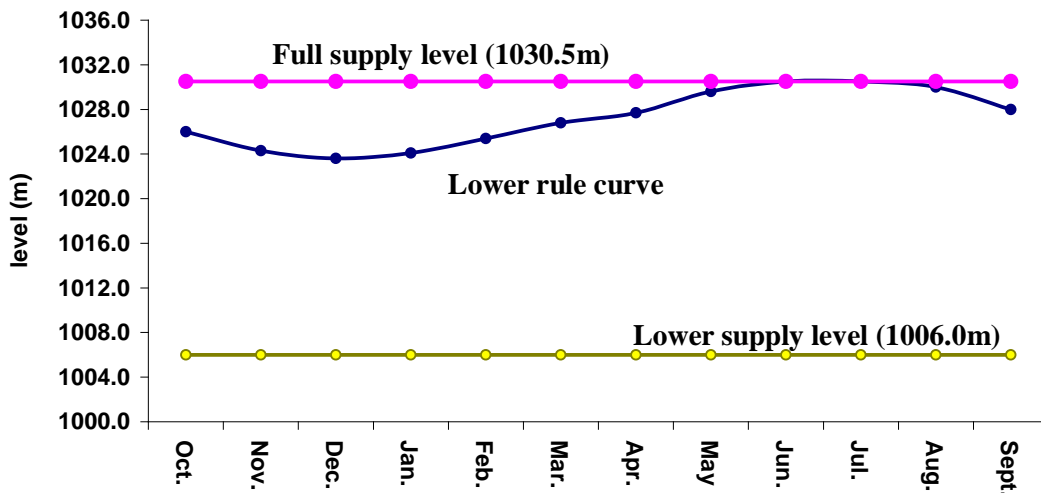
392 km² (at the full supply level)

	Oct.	Nov.	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	total
Evap. (mm)	233.8	123.1	6.4	-26.5	-26.2	51.2	133.0	138.6	130.1	141.8	181.4	223.3	1309.9
days	31	30	31	31	28	31	30	31	30	31	31	30	365.0
m ³ /s	34.2	18.6	0.9	-3.9	-4.2	7.5	20.1	20.3	19.7	20.8	26.5	33.8	
total m ³	91,634,312	48,248,144	2,508,408	-10,374,280	-10,281,376	20,067,264	52,119,144	54,317,872	51,004,296	55,587,560	71,102,528	87,546,536	513,480,408

Quote: Feasibility report for the Itzhi -Tezhi Hydro Electric Project (2x60MW)

表 10.9 ITT プロジェクトの発電電力量計算前提条件

Item	Figure	Item	Figure
Start water level	1026.0 m.a.s.l	Combined efficiency	86.7%
Tailrace level	985.1 m.a.s.l	Head loss	1.3 m
Overflow level	1030.5	Transmission loss	2.0%
Max. discharge	306 m ³ /s	Auxiliary	1.5%
Installed capacity	120,000 kW	Outage factor	0.97



(Source) ZESCO

図 10.7 ITT 貯水池の貯水池運用曲線

② 結果

Itzhi-Tezhi 貯水池の運用カーブに基づき、発電電力量を計算した結果、616.8GWh とな

った。これは既存の FS 調査報告書の 611GWh とほぼ同等の値である（表 10.10 参照）。

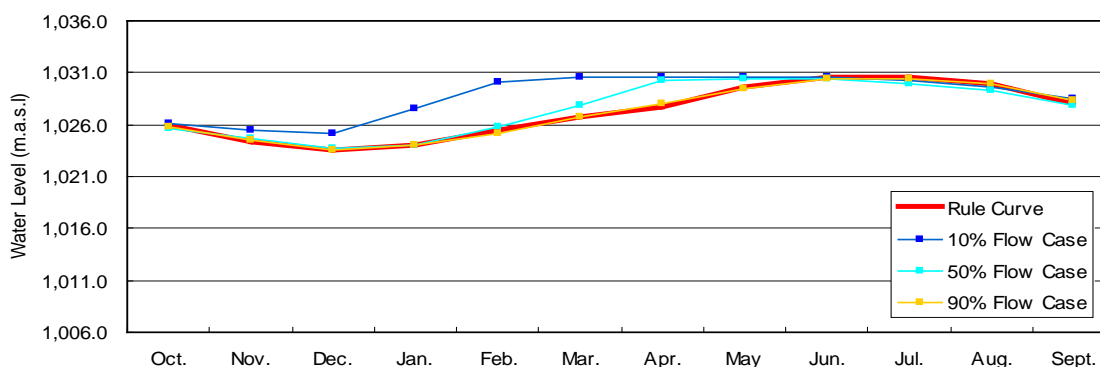
貯水池の運用は、ZESCO の貯水池運用カーブに沿うよう発電を制御した。Middle Case（50% 流量）と Low Case（90% 流量）は運用カーブに沿った運転が再現できたが、High Case（10% 流量）は貯水池に流入する河川流量が極めて多く、最大出力で発電をしても水位は貯水池運用カーブより高く推移することとなる（図 10.8 参照）。水位制御は、満水位以下ではすべて発電放流にて制御することとした。

また、技術的な検証は、基本的に C/P と共に実施し、発電電力量の検証や貯水池の運用を確認し、貯水池式水力発電所の発電電力量を算出する等、C/P への技術移転を実施した。

表 10.10 ITT プロジェクトの発電電力量試算結果

Case	10% Flow	50% Flow	90% Flow	Average
Annual generation (GWh)	855.5	587.7	407.0	616.8

(Source) 調査団作成



(Source) 調査団作成

図 10.8 各ケースにおける ITT 貯水池水位のシミュレーション結果

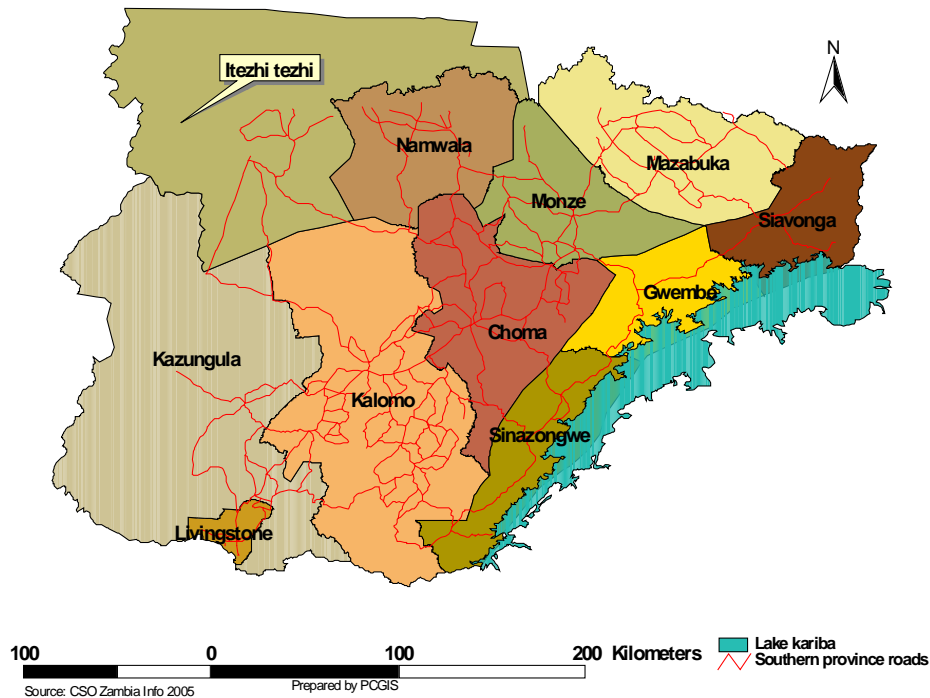
10.2.2 環境社会配慮調査

(1) 自然条件

① 地理的条件

Itezhi Tezhi 郡は、南部州（Southern Province）の北西部、南緯 15 度から 16 度、東経 26 度付近に位置し、Kafue 湿原（Kafue Flats）の上流部に位置する。標高は、おおむね海拔 985m から 1100m 程度であり、面積は約 13,000 km²である。南部州の全体図と Itezhi Tezhi 郡の地図を図 10.9 に示す。

Southern Province



(Source) Itezhi-Tezhi District Development Poverty Reduction Strategy 2007 – 2009

図 10.9 南部州内の Itezhi Tezhi 郡の位置

② 気候条件

気候は、涼しい乾季、暑い乾季、暑い雨季のおおむね 3 つに分かれる。雨季は、10 月下旬か 11 月から始まり、3 月か 4 月上旬に終わる。5 月から 8 月は涼しい乾季、9 月と 10 月は暑い乾季である。月別降雨量は、表 10.11 のとおりである。年間降雨量は、おおむね 600mm から 900mm 前後で推移している。

表 10.11 Itezhi Tezhi 郡の月別降雨量

												(mm)
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2003	144	103.3	156.7	5.6	0	0	0	0	0	9.1	98.3	142.2
2004	161.2	33.9	63.1	17.5	0	0	0	0	0	17.3	34.6	144.7
2005	167	204	130.5	1	0	0	0	0	0	0	172.1	277.2
2006	335.7	180.3	84.2	4.9	0	0	0	0	11.4	29.2	107.8	88.2
2007	340	125.7	99.1	0	5.7	0	0	0	0	0	70.5	342.9

(Source) ZESCO Hydro-meteorological Data Base, Itezhi-Tezhi

月別の平均気温を表 10.12 に示す。10 月から 1 月にかけて平均気温は 25 度を超過しており、10 月の平均最高気温は 34.9 度に達している。一方、6 月から 8 月の平均気温は 20 度を下回っており、7 月の平均最低気温は 6.8 度にまで下がる。

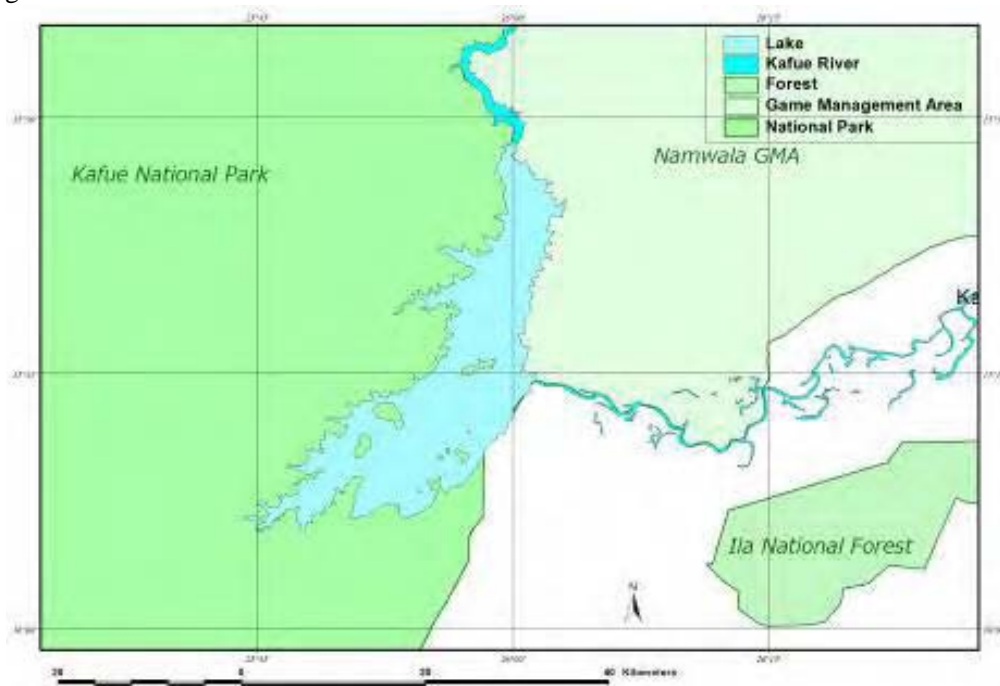
表 10.12 Itezhi Tezhi 郡の月別平均気温（1965 年～1997 年）

Temperature (°C)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Average	25.5	24.3	24.5	23.1	20.1	17.3	17.6	19.8	23.3	25.5	26.4	25.4
High	31.3	29.9	30.6	30.9	29.4	26.9	28.3	29.9	34.7	34.9	34.6	31.4
Low	19.7	18.6	18.3	15.3	10.7	7.7	6.8	9.6	11.8	16.0	18.1	19.4

(Source) Ngoma Research Station in the Kafue National Park-South cited in ZAWA 2008

③ 自然環境

Itezhi Tezhi ダム湖は、Kafue (Kafue) 国立公園の中または隣接地にある。ダム自体は保護区にはかかっているが、ダム周辺には、ナムワラ野生生物管理区 (Namwala Game Management Area) やイラ森林保全区 (Ila National Forest) がある (図 10.10)。



(Source) Namwala 1:250,000 topographic maps - GRZ Survey Department

図 10.10 Itezhi Tezhi 水力開発プロジェクト周辺の保護区

また、ダムの下流には、ラムサール条約登録湿地である Kafue 湿原 (Kafue Flats) が広がり、ブルーラグーン (Blue Lagoon) 国立公園やロチンバール (Lochinvar) 国立公園、複数の野生生物管理区が分布している。

Itezhi Tezhi 湖周辺、Kafue 国立公園、ナムワラ野生生物管理区の植生は、1) 乾性落葉樹林 (Dry deciduous forest)、2) 河岸林 (Riparian woodland)、3) 疎林 (Open forest)、4) シロアリ植生 (Termitaria vegetation)、5) 草原 (Grassland)、の大きく 5 種類に分類することができる。

乾性落葉樹林は、さらに Baikiaea、Secondary baikiaea、Pteleopsis の 3 種に分類することができる。Baikiaea 林は、Itezhi Tezhi 湖の南岸と南西岸に広く分布し、この地域を特徴付けている。とくに、Baikiaea plurijuga、Pterocarps antunesii、Lonchocarpus nelsi 等の高木や、Baphia massaiensis obovata、Combretum celastroides 等が見られる。Secondary baikiaea 林は、Itezhi Tezhi 湖の南東岸、Kafue 国立公園の南東に分布している。高木としては、Burkea Africana、Combretum callinum、Eythropleum africanum、Lonchocarpus capassa、Acacia giraffae 等が見られる。Pteleopsis 林は、Itezhi Tezhi 湖の南西部に見られ、湖に注ぎ込む Musa 川沿いに多く見られる。高木として、Pteleopsis mystifolia、Pteleopsis antunesis、Pteleopsis anisoptera、

Entandrophragma caudatum 等である。

河岸林は、乾季でも水流がある Kafue 川やその支流の小河川、湿地帯沿いに見られる。特徴的な種は、*Syzygium guineense* である。このほか、*Acacia albida*、*Albizia glaberrima*、*Diospyros mespiliformis*、*Homalium abdessammadii*、*Syzygium cordatum* 等が見られる。河岸林は、Kafue 川をはじめとする河川の岸の土壌浸食の防止、野生生物の採食等の観点から重要な役割を果たしている。

疎林は、Miombo 林、Kalahari 林、Mopani 林、Munga 林に分類できる。とくに、発電施設建設予定地周辺は、Miombo 林に覆われている。Miombo 林は、Kafue 川北岸の *Julbernardia paniculata* 中心の疎林と、南岸の *Julbernardia globiflora* 中心の疎林とに分かれる。その他の典型的な高木としては、*Acacia goetzei* spp. *Microphylla* や *Hymenocardia acida*、*Phyllanthus engleri* 等がある。Kalahari 林は、Kafue 川の南岸に見られ、その中心樹種は *Burkea africana*、*Brachystegia spiciformis*、*Erythrophleum africanum*、*Julbernardia paniculata* 等である。Mopani 林は Kafue 湿原に多く見られ、Munga 林との混合林の場合もある。*Acacia nigrescens*、*Combretum imberb*、*Lanea stuhlmannii*、*Sterculia quinqueloba* 等が樹冠を構成している。Munga 林はサバンナ型の低木の疎林であり、*Acacia* 属、*Albizia* 属が中心である。

シロアリのアリ塚は、Miombo 林や Munga 林に多く見られ、アリ塚の多い区域はそれぞれ周囲とは異なる独特の植生を形成している。Miombo 林では *Diospyros mespiliformis*、*Manikara mochisia*、*Mimusops zeyheri* 等が、Munga 林では *Albizia amara*、*Lanea discolor*、*Markamia obtusifolia* 等が特徴的である。

プロジェクトサイト周辺で見られる主な植物を表 10.13 に示す。

表 10.13 発電施設建設候補地周辺で見られる植物

No	Scientific name	Common name in English/ Local language	Family	Conservation status*1	Description of habitat
1	<i>Baphia massaiensis</i>	Jasmine pea	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
2	<i>Brachystegia spiciformis</i>	Bean-pod tree	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
3	<i>Canthium inerme</i>	Turkey-berry	Rubiaceae	(Not listed)	Terrestrial /Aquatic
4	<i>Carissa edulis</i>	Simple-spined num num	Caesalpiniaceae	(Not listed)	Terrestrial
5	<i>Cassia abbreviate</i>	Sjambokpod	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial /Aquatic
6	<i>Cassia singueana</i>	Winter cassia	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
7	<i>Combretum collinum</i>	Bushwillow	Combretaceae	(Not listed)	Terrestrial
8	<i>Combretum zeyheri</i>	Large-fruited bushwillow	Combretaceae	(Not listed)	Terrestrial
9	<i>Croton megalobotrys</i>	Mutuatua	Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
10	<i>Croton polytricus</i>		Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
11	<i>Dalbergia melanoxylon</i>	African blackwood	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
12	<i>Diospyros mespiliformis</i>	African ebony, jackal-berry	Ebenaceae	(Not listed)	Terrestrial
13	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Rhodesian rubber tree	Apocynaceae	(Not listed)	Terrestrial
14	<i>Feretia aeruginescens</i>	Munyansankula	Rubiaceae	(Not listed)	Terrestrial
15	<i>Friesodielsia obovata</i>	Monkey fingers	Annonaceae	(Not listed)	Terrestrial
16	<i>Haplocoelum foliolosum</i>	M'kalandja	Sapindaceae	(Not listed)	Terrestrial
17	<i>Julbernardia paniculata</i>	Mutondo	Leguminosaceae	(Not listed)	Terrestrial
18	<i>Kraussia floribunda</i>	Rhino coffee	Rubiaceae	(Not listed)	Terrestrial
19	<i>Lannea stuhlmannii</i>	False maroela	Anacardiaceae	(Not listed)	Terrestrial
20	<i>Markhamia obtusifolia</i>	Golden bean tree	Bignoniaceae	(Not listed)	Terrestrial
21	<i>Ochna afzeli</i>	Musengu	Ochnaceae	(Not listed)	Terrestrial
22	<i>Parinari curatellifolia</i>	Mpundu	Chrysobalanaceae	(Not listed)	Terrestrial /Aquatic
23	<i>Paulinia pinnata</i>	Nistmal	Sapindaceae	(Not listed)	Terrestrial
24	<i>Phoenix reclinata</i>	Wild date palm	Arecaceae	(Not listed)	Terrestrial /Aquatic
25	<i>Pseudolachnostylis maprouneifolia</i>	Kudu berry	Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
26	<i>Pteleopsis anisoptera</i>	Mwangula	Combretaceae	(Not listed)	Terrestrial
27	<i>Pterocarpus antunesii</i>	Mukambo	Fabaceae]	(Not listed)	Terrestrial
28	<i>Securinega virosa</i>	White-berry bush	Phyllanthaceae	(Not listed)	Terrestrial
29	<i>Strychnos lucens</i>		Strychnaceae	(Not listed)	Terrestrial
30	<i>Strychnos usambarensis</i>	Blue bitterberry	Strychnaceae	(Not listed)	Terrestrial
31	<i>Syzygium guineense</i>	Forest waterberry	Myrtaceae	(Not listed)	Terrestrial /Aquatic
32	<i>Thorny markania</i>		Rutaceae	(Not listed)	Terrestrial
33	<i>Vangueriopsis lanciflora</i>	Wild medlar	Rubiaceae	(Not listed)	Terrestrial

Note *1: Conservation status cited as per IUCN Red List category, i.e., “EX: Extinct”, “CR: Critically Endangered”, “EN: Endangered”, “VU: Vulnerable”, “LR/cd: Lower Risk / Conservation Dependent”, “NT or LR/nt: Near Threatened”, “DD: Data Deficient”, “LC or LR/lc: Least Concern” (IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 August 2009.)

*2: Flora species sighted during site walkover on 9th and 10th July 2009.

プロジェクトサイト周辺には、豊かな動物相が見られる。Kafue 国立公園やナムワラ野生生物管理区等の保護区が近く、さらにダム湖がこうした豊かな動物相に貢献していると考えられる。

プロジェクトサイト周辺で見られる主な動物を表 10.14 に示す。

表 10.14 発電施設建設候補地周辺で見られる動物

No	Scientific name	Common name in English/ Local language	Family	Conservation status ^{*1}	Description of habitat
1	Mammals				
1.1	<i>Kobus defassa</i>	Waterbuck	Bovidae	(Not listed)	Terrestrial
1.2	<i>Lepus victoriae</i>	African Savannah Hare	Leporidae	LC	Terrestrial
1.3	<i>Syncerus caffe</i>	Buffalo	Bovidae	(Not listed)	Terrestrial
1.4	<i>Kobus vardonii</i>	Puku	Bovidae	NT	Terrestrial
1.5		Warthog	Suidae	LC	Terrestrial
1.6	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala	Bovidae	LC	Terrestrial
1.7	<i>Loxodonta africana</i>	African Elephant	Elephantidae	(Not listed)	Terrestrial
1.8	<i>Papio ursinus</i>	Baboons	Cercopithecidae	(Not listed)	Terrestrial
1.9		Monkeys		(Not listed)	Terrestrial
1.10		Wilderbeest	Bovidae	(Not listed)	Terrestrial
1.11		Bushbuck	Bovidae	LC	Terrestrial
2	Amphibians				
2.1	<i>Hippopotamus amphibious</i>	Hippo	Hippopotamidae	EN	Terrestrial/Aquatic
2.2	<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodiles	Crocodylidae	VU	Aquatic/terrestrial
3	Reptiles				
3.1	<i>Varanus albigularis</i>	Monitor lizards	Varanidae	(Not listed)	Aquatic/terrestrial
4	Fish^{*3}				
4.1	<i>Tilapia rendalli</i>	Red breasted Bream	Cichlidae	LC	Aquatic/ fresh water
4.2	<i>Labaeo cyndricus</i>	Mudsucker		(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.3	<i>Hepsetus odoe</i>	African Pike	Hepsetidae	(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.4	<i>Synodontis kafuensis</i>	Squeaker	Mochokidae	(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.5	<i>Scilbe intermendus</i>	Silver fish		(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.6	<i>Serranochromis robustu</i>	Yellow belly bream		(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.7	<i>Clarius spp</i>	Barbel fish		(Not listed)	Aquatic/ fresh water
4.8	<i>Barbus barbus</i>	Barbus	Cyprinidae	LC	Aquatic/ fresh water
4.9	<i>Limnothrissa miodon</i>	Kapenta (Lake Tanganyika sardine)	Clupeidae	LC	Aquatic/ fresh water
4.10	<i>Brycinus lateralis</i>	Strip tailed robber		(Not listed)	Aquatic/ fresh water

Note *1: Conservation status cited as per IUCN Red List category, i.e., “EX: Extinct”, “CR: Critically Endangered”, “EN: Endangered”, “VU: Vulnerable”, “LR/cd: Lower Risk / Conservation Dependent”, “NT or LR/nt: Near Threatened”, “DD: Data Deficient”, “LC or LR/lc: Least Concern” (IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 August 2009.)

*2: Sighting of above fauna around the proposed Power Station project area reported by Christopher Kaoma, Acting Warden, Ngoma Sector, Kafue National Park, ZAWA during personal interview on 9th July 2009).

*3: (Source) of information on fish species found in Lake Itzhi-Tezhi and Kafue River is the. Namwala Game Management Area Draft Land-Use Plan: 2008-2018 (ZAWA, 2008)

④ 大気・騒音

Itezhi Tezhi 郡の大気環境の測定データはないが、工場等の汚染源はほとんどなく、自動車の交通量も少ないことから、大気環境は良好であると考えられる。また、騒音源もほとんどないといってよい。住民へのインタビューでは、大気汚染や騒音に対する苦情は聞かれなかった。

⑤ 水質

水質については、ダムの取水口と放水口で水温と溶存酸素量を測定した ZESCO の観測データ (1999 年) がある。水温は 24 度から 25 度であり、溶存酸素量は、取水口で 3.34 mg/l から 5.5 mg/l、放水口で 7.7 mg/l から 8.5 mg/l である。

Itezhi Tezhi 郡の生活用水は、郡の中心地では ZESCO により供給される上水道、ダム湖周辺では湖の水、その他の地域では浅井戸や表流水である。

⑥ 水文

Itezhi Tezhi 郡周辺の水文を特徴付けているのは、Kafue 川とその支流、さらに Kafue 川に建設されたダム湖である Itezhi Tezhi 湖である。Itezhi Tezhi 湖の下流では、Kafue 湿原が広大な湿地帯を形成している。

Kafue 川の流量は、ザンビア国の他の河川と同様、季節的な変動が大きい。雨季に流量が増え、乾季には流量が大きく減少する。しかし、Itezhi Tezhi ダムによって放流量がコントロールされているため、下流の Kafue 湿原では雨季の洪水が抑制される一方で、乾季でも一定の流量が確保されている（表 10.15）。

表 10.15 Kafue 川月別流量

Month	Average Water Flows (m ³ /s)			
	2003		2007	
	Upstream	Downstream	Upstream	Downstream
Jan	213.308	114.387	335.123	223.568
Feb	303.319	168.596	948.239	837.204
Mar	518.672	130.987	1 026.655	844.094
Apr	636.927	102.137	617.990	500.980
May	413.310	331.124	266.767	158.358
Jun	184.441	164.964	119.344	95.023
Jul	115.059	221.007	83.801	100.019
Aug	85.734	217.127	63.994	144.487
Sep	59.957	179.450	41.250	158.277
Oct	36.357	153.194	24.148	153.702
Nov	32.981	122.580	24.406	192.097
Dec	61.053	101.303	90.736	187.006

(Source)ZESCO Hydro-meteorological Data Base, Itezhi-Tezhi

(2) 社会経済的条件

① 行政その他の社会組織

Itezhi Tezhi 郡は、12 の区 (Ward) に分かれる。このうち、Itezhi Tezhi ダムと発電施設建設候補地は、Itezhi Tezhi 区 (Itezhi Tezhi Ward) に属する。また、発電施設建設候補地は、Itezhi Tezhi 区と Basanga 区 (Basanga Ward) の境界にも近い。

Itezhi Tezhi 郡は、伝統的に 6 つのチーフ支配区 (Chiefdom) に分かれている。すなわち、Shimbizhi チーフ、Kaingu チーフ、Chilyabufu チーフ、Muwezwa チーフ、Shezongo チーフ、Musungwa チーフである。プロジェクトサイトに比較的近い土地を治めているのは、Kaingu チーフ、Musungwa チーフである。

② 人口

2000 年の人口センサスによれば、Itezhi Tezhi 郡の人口は 46,357 人であり、南部州では 2 番目に人口が少ない郡である。ほとんどが農村人口である。世帯数は 7,976 世帯であり、一世帯あたりの平均人数はおよそ 6 人である。人口密度は 4.7 人/km² であり、南部州の 14.2 人/km² に比べると人口分布が粗放であることが伺える。人口増加率はおよそ 4% と推定されており、全国平均の 2.9% より高い。発電施設建設予定地は Itezhi Tezhi 区に属し、Basanga 区に隣接する。Itezhi Tezhi 区は人口 3,000 人程度の区であり、Basanga 区は 4300 人程度である。

Itezhi Tezhi 郡の中心的な部族は、Ila 族である。ただし、他の地域からの移民も多く、北部州からの移民で漁業に多く従事している Lozis 族、同じ南部州の他郡からの移民で農業に従事しているトンガ族等が見られる。

③ 地域経済

Itezhi Tezhi 郡の農業は、自給自足の零細農業が中心である。主な作物はメイズであり、ソ

ルガムやミレットを耕作していることもある。プロジェクトサイト近傍の Itezhi Tezhi 区と Basanga 区では、メイズの生産量が最も多く、キャッサバや落花生も一部で栽培されている。郡農業調整官 (District Agriculture Coordinator) によれば、これら 2 区の一農家あたりの平均耕地面積は、5 ha から 10 ha 程度である。

Basanga 区では、牧畜も重要な生計手段である。Kafue 湿原は伝統的に牛の牧畜が盛んである。農耕や運搬の動力として利用されるほか、ミルクや肉等食用にも利用される。

漁業も Itezhi Tezhi 郡の主要経済活動のひとつである。Itezhi Tezhi ダムとその下流の Kafue 湿原が主な漁場であり、ティラピア、コイ、ナマズ等が主に獲れる。地元住民の主要なタンパク源であるとともに、現金収入の手段でもある。地元以外では、主な市場は、200 km 離れたムンブワや 300 km 離れたルサカである。ただし、道路整備が不十分であること、貯蔵施設が不十分であることから、漁業が産業として確立されているわけではない。

Itezhi Tezhi 郡は、森林にも恵まれており、地域住民の生活を支えている。多くの住民が、料理用の薪、建設資材用の材木、下草や樹皮を利用している。主な樹種は、Pterocarpus Angolensis、Guibourtia Coleosperma、Baikiea Plurijuga、Afzelia Quanzensis 等であり、マメ科の樹木が多い。Itezhi Tezhi 郡は林産品に恵まれているものの、木材加工等の産業は育ておらず、材木等の一次産品がルサカ等の市場で販売される。非木材生産物 (Non Timber Forest Products) に関しては、果物、ナッツ類、キノコ、下草、葉等が活用されているほか、養蜂も盛んであり 150 を超える養蜂家がいる。

Itezhi Tezhi 郡は、Kafue 国立公園、ナムワラ野生生物管理区、ンカラ (Nkala) 野生生物管理区等に隣接しており、これらの保護区での野生生物観光や狩猟等の観光が発展しつつある。さらに、ダム湖や温泉等の観光資源にも恵まれており、観光客向けのロッジの建設も進められている。現在は、これらの観光資源の開発は十分に行われていないが、観光のポテンシャルは高いといわれている。

Itezhi Tezhi 郡では、現金収入が見込める雇用先は限られている。給与所得者の半数以上が、学校、クリニック、各省庁の出先機関、あるいは ZESCO 等の政府関係機関 (Government or parastatal enterprises) で勤務している。ほかには、NGO も雇用の受け皿になっている。さらに、郡の中心部には、家族経営の小規模な商店が見られる。

(3) 環境社会影響のスクーピング結果

Itezhi Tezhi 水力開発プロジェクトに関して想定される環境社会影響のスクーピング結果を表 10.16 に示した。本ケース・スタディは水力開発プロジェクトを対象として実施されたものであり、関連する送電プロジェクトのルートは未だ定まっていないことから、本スクーピングも水力開発に伴って想定される環境社会影響を対象として実施した。

表 10.16 Itezhi Tezhi 水力開発プロジェクトに関する環境社会影響スコoping表

影 響 項 目	水力	
	建設	供用
非自発的住民移転		
地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響	C	
地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響		
先住民族・少数民族の生活への影響		
地域の利害対立、不平等		
水利用や水利権・入会権		
公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等	B	
文化遺産		
地形・地質的特徴		
土壌浸食	B	
水文状況・地下水への影響		
動植物および生物多様性	B	B
景観		
地球温暖化		
大気汚染		
水質汚染	B	
土壌汚染		
廃棄物	B	
騒音・振動		
地盤沈下		
悪臭		
堆積・底質		
事故、安全性	B	

【凡例】 A：重大な影響が生じる可能性がある B：一定程度の影響が生じる可能性がある
 C：現段階では影響不明 無印：無視できる程度の影響

スコoping表で示した影響項目ごとに、プロジェクトサイト周辺の環境面・社会経済面の現状と、それを踏まえた影響の詳細を以下に記載する。

1) 非自発的住民移転

発電施設の建設予定地は、既存ダムのすぐ下流にあり、その周辺には集落は存在していない。また、既存の道路が取り付け道路として活用可能である。したがって、非自発的住民移転が生じる可能性はない。

2) 地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響

発電施設の建設予定地周辺には、農地・林業地等の経済的な用途で使用されている土地は存在していないため、影響はないと考えてよい。ただし、建設予定地は、ダムの下流に点在する集落から Itezhi Tezhi 郡の中心地を結ぶ道路沿いにあり、建設工事中に地域住民の通行が妨げられる可能性は否定できない。こうした影響は工事計画の詳細によって変わってくるため、現段階では、影響の有無やその程度は不明である。D/D の段階で、施工方法や資材置き場の位置等を含む工事計画を確認し、影響の有無を見極める必要がある。

3) 地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響

発電施設の建設予定地は、既存ダムの直下であり、その周辺に集落は存在せず、地域の社会的規範・組織に影響を及ぼす事業も想定されない。

4) 先住民族・少数民族の生活への影響

郡長（District Commissioner）、郡開発委員会（District Coordination Committee）、周辺住民へのヒアリングによれば、発電施設の建設予定地周辺には先住民族・少数民族は存在していない。

5) 地域の利害対立、不平等

発電施設の建設によって、地域の利害対立や不平等を起こすことは想定されない。

6) 水利用や水利権・入会権

既存ダムの放水パターンは、発電開始後も変更されない計画であるため、地域の水利用や水利権に影響を与える可能性はない。

7) 公衆衛生、伝染病 (HIV/AIDS) 等

建設作業員の流入によって、一時的に感染症のリスクが高まる可能性がある。Itezhi Tezhi郡がある南部州 (Southern Province) のHIV感染率は14.5%⁷⁰と高いことから、さらなる感染拡大が懸念される。また、Itezhi Tezhi郡で多数を占めるイラ族 (Ila) は、性的浄化⁷¹ (Sexual Cleansing) の慣習があり、これがHIV等の性感染症の拡大を招いているとの指摘もある。

8) 文化遺産

郡長 (District Commissioner)、郡開発委員会 (District Coordination Committee)、周辺住民へのヒアリングによれば、発電施設の建設予定地周辺には文化遺産は存在しない。

9) 地形・地質的特徴

発電施設の建設予定地周辺では、貴重な地形・地質的特徴は特定されていない。

10) 土壌浸食

発電施設の建設予定地は傾斜地の下にあるため、工事の際に、限定的な規模の土壌浸食が起こる可能性はある。

11) 水文状況・地下水への影響

ダムからの放流パターンは変更されないことから、発電施設の建設によって水文状況・地下水に影響を与えることは想定されない。

12) 動植物および生物多様性

発電施設の建設予定地は、カフエ国立公園、ンカラ野生生物管理区 (Nkala GMA)、ナムワラ野生生物管理区 (Namwala GMA) に隣接しており、周辺住民への聞き取り調査によれば、既存ダムの下流地点で、これらの保護区内に生息している野生生物がたびたび目撃されている。現地踏査では、ダムの下流約1kmの地点でアフリカゾウの糞が確認された。発電施設の建設は、こうした野生生物の行動に一定の影響を及ぼす可能性がある。また、プロジェクトに伴う道路等のインフラが改善すると、密猟の危険性も高まる。植生に関しては、建設予定地の樹木を伐採する必要は生じるが、植生への影響は限定的である。

13) 景観

発電施設の建設予定地は、ダムのすぐ下流の傾斜地の下であり、周囲から目立ちにくい場所にあるため、地域の景観に大きな影響を与えることはないと考えられる。

14) 地球温暖化

プロジェクトは水力発電所を建設しようとするものであり、地球温暖化への影響はほとんど想定されない。建設工事に伴う温室効果ガスの排出は無視できる程度のものである。

15) 大気汚染

プロジェクトは水力発電所を建設しようとするものであり、大気汚染が生じる可能性はない。Itezhi Tezhi 郡には汚染源となるような産業活動は存在せず、自動車の交通量も限られていることから、蓄積的な影響の懸念もない。建設工事に伴う大気汚染物質の排出

⁷⁰ 中央統計局ウェブサイト (<http://www.zamstats.gov.zm/>)

⁷¹ 夫を亡くした未亡人が夫の男性親族と性交渉を持つという伝統的慣習

は無視できる程度のものである。

16) 水質汚染

発電施設の建設予定地は、カフエ川の右岸に位置することから、建設工事に伴って、土壌がカフエ川に流出し、カフエ川の混濁を引き起こす可能性がある。

17) 土壌汚染

土壌汚染が生じる可能性はない。

18) 廃棄物

建設工事に伴って、建設残土等の建設廃棄物が生じる。

19) 騒音・振動

建設工事に伴う騒音・振動は起こり得るが、無視できる程度の影響である。

20) 地盤沈下

地盤沈下が起こる可能性はない。

21) 悪臭

悪臭問題が起こる可能性はない。

22) 堆積・底質

既存のダム湖を活用するプロジェクトであり、土砂の堆積、底質への影響は想定されない。

23) 事故、安全性

建設工事に際して、事故が生じる可能性は否定できない。工事用車両による交通事故の可能性もある。

(4) 必要な緩和策

(3)で想定される環境社会影響に関して必要な緩和策は、次のとおりである。

1) 地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響

建設工事の際に、ダムの下流に点在する集落から Itezhi Tezhi 郡の中心地を結ぶ道路の通行を妨げることのないよう、工事計画を策定する。やむを得ず一時的に道路の通行を止めざるを得ない場合には、仮設の迂回路を設けるとともに、工事期間や迂回路を周辺住民に対し周知する。

2) 公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等

建設労働者や周辺住民に対する感染症対策の教育・啓発活動を行う。とくに、建設労働者への普及啓発、コンドームの無償配布等の対策が不可欠である。また、できる限り地元の労働者を雇うことも有効である。

3) 土壌浸食

建設工事に際して土壌が流出することのないよう、土壌流出防止措置を講じる。発電施設の建設予定地の裏手の傾斜地には、緑化等による土壌の安定化措置が必要である。

4) 動植物および生物多様性

建設工事に伴う樹木や植生の伐採は、工事に必要な最小限度にする。とくに、カフエ川沿いの植生は、厳格に保全されるべきである。また、工事終了後には、除去した植生を回復させるための植生回復プログラムを実施することが望ましい。ダムの直下から下流にかけての野生生物の出現エリアでは、野生生物との衝突事故を防止するため、工事関係車両の走行速度を制限する。

保護区から出てくる動物の出現状況や行動をモニタリングする。工事現場では生ごみを外に放置しない等、野生動物に影響を与える可能性のある行為をしないよう徹底する。

また、こうした野生動物に対して危害を加えないよう、建設労働者への普及啓発を行う。密猟防止のキャンペーンも実施する。

これらの野生生物保護対策について、過去のインフラ開発プロジェクトの事例も参考にしながら、効果的な手法を検討する。

5) 水質汚染

建設工事の際に土壌が直接河川に流入しないよう、小堰を設ける等の混濁防止措置を講じる。また、土壌流入が生じる可能性の高い工事は、できるだけ雨季や降雨時を避けて実施する。

6) 廃棄物

工事で生じた建設残土等の廃棄物の適正処理を、建設作業員に徹底する。

7) 事故、安全性

建設工事の際の事故防止のため、建設作業員への安全教育を徹底する。建設作業員への交通安全教育とともに、地域住民への交通安全に関する普及啓発にも努める。

(5) 現地ステークホルダー協議の結果

Itezhi Tezhi 水力開発プロジェクトの周辺地域においてステークホルダー協議を開催した。協議で提起されたコメントの概要と、それを踏まえた将来の水力開発プロジェクトに際しての留意事項については、第 11 章で示した。

(6) 環境管理計画・モニタリング

プロジェクトの実施に際しては、適切な環境管理計画が策定され、これが確実に実行されなければならない。環境管理計画の枠組みについては、第 11 章に示した。ここでは、Itezhi Tezhi プロジェクトに関して特に留意すべきモニタリング項目を示す（表 10.17）。

表 10.17 Itezhi Tezhi プロジェクトに関して必要な主なモニタリング項目

項目	モニタリング項目
地域経済への影響	・ 工事に伴う通航制限の有無、迂回路の設置などの対策の実施状況
公衆衛生、伝染病 (HIV/AIDS) 等	・ 建設作業員の感染症に関する理解度 ・ 提案された回避・緩和策の進捗状況（コンドームの配布状況等）
土壌浸食	・ 発電所建設予定地周辺の土壌浸食の状況 ・ 土壌安定化措置（緑化等）の実施状況
動植物および生物多様性	・ 発電所建設予定地周辺の植生の変化（指標種の数等） ・ 工事終了後の植生回復プログラムの実施状況 ・ 建設作業員の密猟防止に関する理解度 ・ その他回避・緩和策の進捗状況とその効果
水質汚染	・ 水質汚濁防止措置の実施状況とその効果
廃棄物	・ 建設廃棄物の処理状況
安全対策	・ 工事中の安全対策 ・ 施設の保守・点検、火災の防止
回避・緩和策	・ 以上のほか、提案された回避・緩和策の実施状況と適切性
苦情	・ 苦情受付窓口の設置と苦情の記録 ・ 苦情への対応状況

(Source)調査団作成

(7) 結論

Itezhi Tezhi プロジェクトは、既存のダムとダム湖に、新たに発電機を設置するプロジェクトであり、非自発的住民移転や貴重な生態系の水没等の深刻な影響は想定されない。発電開始後も現在の放流パターンが維持されるため、下流の生態系への影響も現在と変わらない

い。したがって、環境・社会面では、深刻な影響は想定されないといえる。

ただし、感染症対策、動植物および生物多様性への影響等、一定の影響が想定される項目はある。必要な緩和策を計画的に実施していくための環境管理計画の策定、モニタリングは不可欠である。さらに、影響を受ける住民やチーフ、地方政府と事前に十分に協議をして、合意を得ながら事業を進めていく姿勢が求められる。

10.3 Lusiwasi Expansionプロジェクト

10.3.1 技術的妥当性の検証

(1) 現地調査の実施

① アクセス

Serenje 郡の中心都市 Serenje から主要道路を北東に約 60km 行ったところに、Lusiwasi 発電所に通じる分岐点がある。分岐から東方向へ進む。約 72km で ZESCO Lusiwasi 発電所のゲートがあり、取水口および水槽地点へと繋がる。この間、初めの 22km は舗装されているが、その先 50km は未舗装の道路である。水槽地点から発電所までの道路はなく、水槽地点近くから鉄管路に沿ってインクラインが整備されている。発電所まではこのインクラインを使う以外にアクセスの方法はない。インクラインの長さは約 2km、下りに 40 分、登りに 1 時間を要す。

上流計画のダムサイトまでは、上述の Lusiwasi 発電所へ通じる未舗装の道路から、Lusiwasi 川を渡る手前から北東方向へ入る。ダムサイトは Lusiwasi 川と Luangala 川との合流点付近で、道路はなく徒歩で約 2km の移動となる。

② プロジェクトサイト調査結果

はじめに、Lusiwasi プロジェクトに関する主要設備の位置を把握するため、GPS を用いた簡易計測結果を表 10.18 に示す。

表 10.18 Lusiwasi プロジェクト設備位置情報計測結果

Facilities	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Remarks
Upper Scheme				
Dam Site	S13 11'23.8"	E31 01'46.5"	1,443	
Expansion project				
Intake	S13 19'19.5"	E31 01'16.6"	-	Same Existing
Head Pond	S13 19'88.3"	E31 00'97.8"	1,161	Same Existing
Power Station	S13 20'47.0"	E31 01'08.1"	661	Same Existing
Lusiwasi Reservoir	Existing			
Dam Site	S12 59'30.4"	E30 51'87.2"	1,563	
Overflow	S12 59'30.4"	E30 51'87.2"	1,562	
Upstream edge	S12 58'29.9"	E30 39'10.4"	1,567	Rail way

(Source) 調査団作成

① 上流計画（出力 10MW）

ダムサイト

既設の Lusiwasi 貯水池から流れる Lusiwasi 川と Luangala 川との合流点（図 10.11、図 10.12 参照）が計画地点である。この地点に貯水池を設けることで、Lusiwasi 水系の水資源を有効に利用することができる。付近に岩山もある。通常のダムサイトに比べ平坦な地形であり、堤頂長は長くなる。概算で、ダム高 10m で堤頂長約 500m と推定される。

これまでの調査レポートでは、貯水容量は 70 百立方メートルと計画されている。この容量で建設できれば、Lusiwasi 川と Luangala 川の年間総流量をすべて発電に利用できる。



図 10.11 Luangala 川と Lusiwasi 川の合流点



図 10.12 上流計画の新設ダム計画地点

取水口および発電所地点

取水口を新設貯水池に必ずしも設ける必要はない。ダム地点は平坦であり、取水口はより下流の落差の取れる地点に設けるほうが導水路の延長も短くなり経済的である。地形図を見ると既設発電所取水口付近の近くまで発電所の位置が下がる可能性がある。地点によっては、上流計画の放水口と、下流に位置する既設と増設設備の取水口を直結させることも選択肢の一つとなる。

② 増設計画（出力 40MW）

落 差

既設設備の水槽から発電所間の落差は GPS での計測でほぼ 500m を確認している。

えん堤排砂の設置

既設えん堤（図 10.13）は高さ約 3m、堤頂長約 50.5m、全幅で越流させる構造である。えん堤に排砂門はなく、左岸側に取水口が位置する。えん堤排砂門がないため、えん堤内に堆積した土砂を排出する機能を持たない。排砂門を取水口付近に設けることで取水

口付近の体積土砂を排除でき、水路への土砂の流入を軽減させることができる。増設用の取水口を建設する際に排砂門を建設し、排砂機能を持たせることが望ましい。



図 10.13 Lusiwasi 発電所既設えん堤

沈砂池の設置

既設設備には沈砂池がない。沈砂池は取水口から取水した水に混入する土砂を堆積させ、排除する機能を有する。取水口下流に沈砂池を設けることで、導水路の洗掘、水車の磨耗を低減することができる。

導水路

導水路用地の確保の観点から、新規の導水路を併設するよりも既設導水路を拡張するほうが選択されると想定する。そのため工事期間は断水となり既設発電所の運転はできない。



図 10.14 既設 Lusiwasi 発電所導水路

水 槽

使用水量が増えるため水槽、余水路も拡張する必要がある。水槽付近は工事に必要な十分なスペースがある。



図 10.15 既設 Lusiwasi 発電所水槽

鉄管路

新たに2条の鉄管路を設ける計画であり、既設鉄管路脇に新設する。



図 10.16 既設 Lusiwasi 発電所水圧鉄管

発電所

既設発電所脇に発電所を新設する。必要な用地は確保できる。

過去のレポートによると、水車発電機は既設発電所の設備と同じ水平軸ペルトンとなっているが、落差と使用水量を考慮すると縦軸ペルトンが一般的に採用される。



図 10.17 既設 Lusiwasi 発電所



図 10.18 既設 Lusiwasi 発電所の水車発電機

放水口

既設発電所の放水口の容量は小さいため、新たに設ける必要がある。



図 10.19 既設 Lusiwasi 発電所放水口

仮設備

発電所への道路がなく、水槽地点から鉄管路沿いにインクラインを利用するしか発電所へのアクセスはない。既設発電所の建設においても、このインクラインを使用しており、増設計画もこのインクラインを使用することとなる。そのため、資機材の運搬が制約を受け、通常よりも工期が長くなることが予想される。また、設備の老朽化が懸念されるため、工事での本格利用を前に積載荷重の確認等インクラインの点検整備を行う必要がある。

減水区間

既設えん堤より下流、既設発電所までの区間が減水区間となる。

増設後は既設取水口地点からこれまで以上に河川流量を導水路に分水するため、現状よりも減水する期間が長くなる。河川維持流量を流さない場合、増設、既設設備が最大出力で運転したと仮定すると、年間のほぼ半分の期間がえん堤と発電所の間で無水となる。

既設えん堤より下流地域は、道路や人家もない。灌漑等の利水は確認できていない。

③ その他

道路整備

主要道路から分岐し、プロジェクトサイト（既設発電所）までの既設道路の整備および上流プロジェクトのダムサイトまでの道路建設が必要となる。

増設計画では、既設発電所に通じる未舗装道路の整備を建設工事より前に行う必要がある。また、この区間には Lusiwasi 川をはじめ 8 箇所の小川（幅約 2m）が道路を横断し、対処が必要である。



図 10.20 Lusiwasi プロジェクト地点に通じる道路



図 10.21 Lusiwasi 川に架かる橋

Luangala川およびLusiwasi川の流量観測設備の設置

上流計画の新貯水池に流れ込む Luangala 川および Lusiwasi 川に河川流量観測設備を設置することで、新貯水池に流れ込む流量を把握することができる。Lusiwasi 川は既設の Lusiwasi 貯水池からの放流量を把握する設備を設ける。建設時に作成される貯水容量曲線や過去の流量データから新貯水池の運用カーブを定めることで、水資源を効果的に活用する運用が可能となる。

既設Lusiwasi貯水池のダム嵩上げ

既設 Lusiwasi 貯水池ダムの形状はロックフィル形状をなした小規模ダムで、最大高さ約 8m、堤頂長約 313m、ダム中央部に直径約 40cm の放水管とゲートが 5 機、越流部 71m を備える。

既設 Lusiwasi 貯水池ダムの嵩上げについて考察すると、新規上流計画で従来の計画のとおり 70 百万トンの貯水容量を持つことができれば、年間の河川総流量を発電に使用できる計算となる。そのため発電目的での嵩上げの必要性は低い。さらに、既設貯水池は Lusiwasi 川の源流となっており、その背水端（上流端）は Tan-Zam 鉄道の線路が堤防となっている。線路への影響を考慮すると嵩上げは 2m が限界である。仮に 2m 嵩上げしたとすると、ダムサイトの平坦な地形により、堤頂長が堤体両端からさらに数十メートルから 100m 程度も延長する必要があり、地形的な利点もない。



図 10.22 既設 Lusiwasi 貯水池ダム



図 10.23 既設 Lusiwasi ダム越流部



図 10.24 既設 Lusiwasi 貯水池上流背水端 (Tan-Zam 鉄道線路)

既設発電設備の維持管理

既設発電所には出力 3MW の水車発電機が 4 台投入されているが、2 台が長期休止中である。設備全般に老朽化が進んでおり、安定した運転のためには水車発電機の補修が必要である。

(2) 発電電力量の検証

① 手順 (流れ込み式)

流状曲線から発電電力量を求める。

- A) Masase 観測所の流量データを 1965 年 11 月から 2008 年 12 月の日流量データを利用する。
- B) そのうち欠損データがない年から順に 30 年分の日流量データを用い、30 年の平均流状曲線を作成する。
- C) 平均流状曲線から発電電力量を算出する。
- D) 発電所の諸言を設定する。ケース・スタディでは以下の値 (表 10.19 参照) を仮定したが、これらの値は C/P が任意に変更し、各自想定したケースで計算できるように配慮した。
- E) 発電電力量の計算は、流状曲線の 1 から 365 番目までの平均日流量それぞれについて発電電力量を計算し、これらを足し合わせることで年間発電電力量を求める。
- F) 計算ケース
 - a) 増設計画のみのケース

- b) 既設発電所のためのケース
- c) 既設発電設備と増設計画を一体としたケース
- d) 上流計画のためのケース
- e) 越流水分を上流計画貯水池で貯水したと仮定し、その貯水量を発電したケース（貯水の増電効果）
- f) 河川維持流量（1.0m³/s、 2.0m³/s、 3.0m³/s）を既設えん堤から放流したケース

表 10.19 Lusiwasi プロジェクトの発電電力量試算前提条件

Item	Upper scheme	Expansion	Existing
Installed capacity	10,000 kW	40,000 kW	12,000 kW
Max. discharge	13.3 m ³ /s	9.6 m ³ /s	2.9 m ³ /s
Effective head	90.0 m	500.0 m	509.2 m
Combined efficiency	85.0 %	85.0 %	85.0 %
Transmission loss	2.0%	2.0%	2.0%
Auxiliary	1.5%	1.5%	1.5%
Outage factor	0.97	0.97	0.97

(Source) 調査団作成

② 結果

発電電力量の計算の結果、増設計画では年間 205.3GWh の発電が期待できる（表 10.20 参照）。既設発電所も設備が健全な状態であれば年間 92.8GWh の発電が期待できるが、現地調査時は 4 台の発電機中、2 台が長期故障休止中であった。

増設計画では取水口は既設設備と同じ箇所に設ける計画であるため、既設設備とに増設分を合わせたケースで計算すると年間 231.3GWh の発電電力量となる。

また、上流計画では新たに貯水池を設ける。この貯水池の貯水容量は 70 百万立方メートルとの計画がある。この量は、下流の増設計画と既設の発電設備で使用できない年間河川流量、すなわち年間越流量 47 百万立方メートル分を貯水でき、貯水池を運用することで Lusiwasi 水系の年間河川流量をすべて発電に利用できることになる。

さらに、この上流貯水池の貯水分は発電電力量に換算すると年間 53.4GWh に相当する。上流計画の貯水池を効果的に運用することで、水系の水資源を効果的に発電に利用することができ、年間 53.4GWh の増電も期待できる。そのためには、貯水池への流入量を把握するための流量観測設備を設けること、貯水容量曲線を作成し、ITT 貯水池のような運用カーブを定め適切に運用することが重要である。

次に、既設えん堤地点から河川維持流量を放流するケースを考察する。ザンビア国では河川維持流量に関する明確な基準はない。しかし、仮に放流した場合の減電量について概算した。常時 1.0m³/s 放流した場合、年間に 27.1GWh の減電となる（表 10.21 参照）。

表 10.20 各ケースにおける年間発電電力量試算結果

	Generation output (GWh)	Overflow (m ³)	Plant factor (%)
a) Expansion PJ	205.3	71,062,563	62.4
b) Existing	92.8	174,404,339	94.0
c) Expansion +Existing	231.3	47,027,661	54.1
d) Upper scheme	42.7	41,671,351	52.0
e) Reservoir storage energy	53.4		

(Source) 調査団作成

表 10.21 河川維持流量を放流した場合の年間発電電力量試算結果

Environmental Flow	Generation output (GWh)	Overflow (m ³ /s)	Plant factor (%)	Decrease (GWh)
Base Case				
c) Expansion +Existing	231.3	47,027,661	54.1	0
Case1 : 1.0 m ³ /s	204.2	40,425,636	47.8	27.1
Case2 : 2.0 m ³ /s	177.3	34,674,843	41.5	54.0
Case3 : 3.0 m ³ /s	154.4	29,696,581	36.1	76.9

(Source) 調査団作成

10.3.2 環境社会配慮調査

(1) 自然条件

① 地理的条件

Lusiwasi は、中部州 (Central Province) Serenje 郡 (Serenje District) に位置する。Serenje 郡は、南緯 12 度から 13 度、東経 29 度から 31 度に位置し、コンゴ民主共和国と国境を接する。面積は、約 23,351 km² である。Lusiwasi は、Serenje 郡の中心部から北東に約 100km の位置にある。

② 気候条件

気候は、涼しい乾季、暑い乾季、暑い雨季のおおむね 3 つに分かれる。各季節の期間は、おおむね、涼しい乾季は 4 月から 8 月、暑い乾季は 8 月から 11 月、雨季は 11 月から 4 月である。月別平均降雨量を表 10.22 に示す。過去 30 年間の年間平均降雨量は 1159mm であり、2008 年は 1300mm を超えている。

なお、プロジェクトサイトの Lusiwasi は Serenje から 100 km ほど北東に位置し、年間降雨量が 1200 mm を超える地域に隣接していることから、Lusiwasi の降雨量は Serenje よりもさらに多いと考えられる。

表 10.22 Serenje 郡の月別降雨量

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2008	302.6	379.2	254.3	26.6	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	121.4	207.5
Average *1	262.0	274.0	156.0	41.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	109.0	298.0

Note 1: Monthly average precipitation from 1978 to 2008

(Source)Serenje Meteorological Station

月別の最高気温と最低気温の平均を表 10.23 に示す。10 月には平均最高気温が 30 度を超えるが、他の月は 30 度を超えない。一方、4 月から 8 月は平均最低気温が 15 度を下回り、6 月は 10.2 度、7 月は 9.6 度と、10 度前後にまで下がる。

表 10.23 Serenje 郡の月別平均気温

Temperature (°C)	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mean Maximum	25.8	25.8	26.1	26.3	24.6	22.8	22.7	25.4	28.9	31.2	28.7	26.5
Mean Minimum	17.2	17.1	16.3	14.0	12.2	10.2	9.6	11.7	14.7	17.8	17.8	17.3

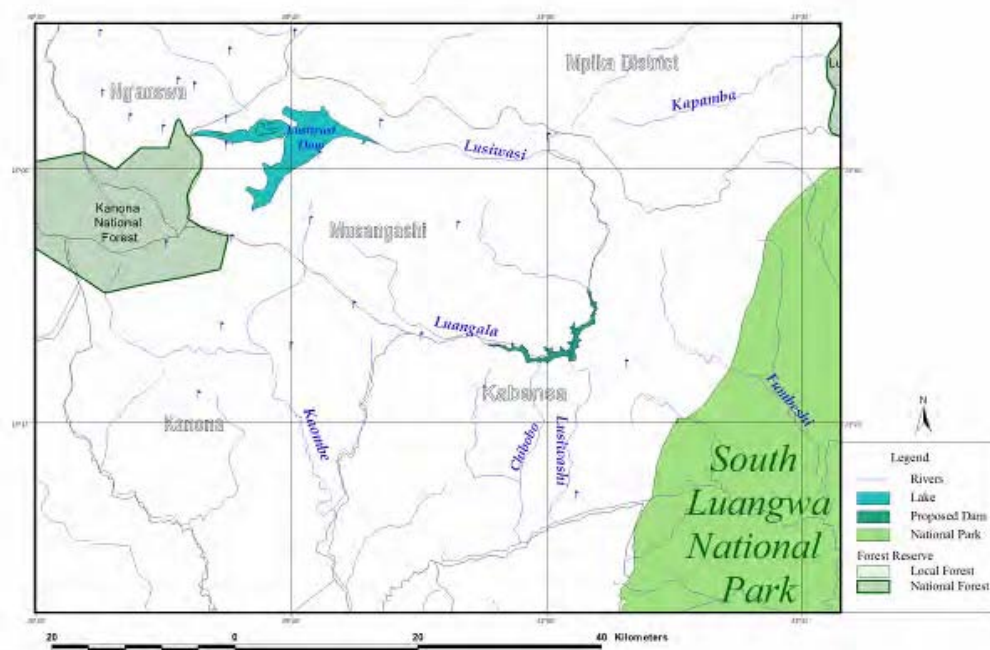
(Source)Serenje Meteorological Station

③ 自然環境

Lusiwasi 周辺で特徴的な地形は、ムチンガ段丘 (Muchinga Escarpment) である。高低差がおよそ 500 m あり、この落差を利用して発電する Lusiwasi 発電所を拡張するのがプロジェクトコンポーネントのひとつである。既設発電所の周囲には保護区はないが、Lusiwasi 川の

発電所より下流には南ルアンガ（South Luangwa）国立公園が存在する。Lusiwasi 川は、ムチンガ段丘を下った後、南ルアンガ国立公園に入り、Luangwa 川に合流する。

Serenje の北東約 45 km の場所には、Kanona 森林保全区がある。Kanona 森林保全区の近くには、既設の Lusiwasi 貯水池がある。この Lusiwasi 貯水池の下流、Luangala 川との合流点に新しい貯水池の建設が計画されている（表 10.24）。



(Source) 1:50,000 topo maps, Survey Department, Ministry of Lands

表 10.24 Lusiwasi 拡張プロジェクト周辺の保護区

貯水池の新設予定地や既設の Lusiwasi 発電所の周辺は、主に Miombo woodland と呼ばれる疎林帯に覆われている。プロジェクトサイト周辺では、とくに、*Brachystegia* 属や *Julbernardia* 属の樹木が多く見られる。また、Serenje 郡には、生産林もあり、ユーカリ (*eucalyptus grandis*) やマツ (*pinus oocarpa*) 等が主に植えられている。

Lusiwasi 発電所周辺で見られる主な植物を表 10.25 に示す。

表 10.25 プロジェクトサイト周辺で見られる植物^{*2}

No	Scientific name	Common name in English/ Local language	Family	Conservation status ^{*1}	Description of habitat
1	<i>Afzelia quanzensis</i>	Umusafwa	Caesalpinaceae	(Not listed)	Terrestrial
2	<i>Albizia antunesiana</i>	Musase	Leguminosae	(Not listed)	Terrestrial
3	<i>Amblygonocarpus andongensis</i>	Umunye	Mimosaceae	(Not listed)	Terrestrial
4	<i>Anisophyllea boehmii</i>	Umufungo	Anisophylleaceae	(Not listed)	Terrestrial
5	<i>Bauhinia petersenia</i>	Umupo	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
6	<i>Brachystegia boehmii</i>	Umusamba	Leguminosae-Caesalpinioideae	(Not listed)	Terrestrial
7	<i>Brachystegia bussei</i>	Mwansamasaka	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
8	<i>Brachystegia floribunda</i>	Kasabwa, Chifwanga	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
9	<i>Brachystegia spiciformis</i>	Umuputu (Bean-pod tree)	Brachystegia Spiciformis	(Not listed)	Terrestrial
10	<i>Bridelia micrantha</i>	Umushiminwanongo/ Ubukuku	Euphorbiaceae	(Not listed)	Riverine
11	<i>Burkea africana</i>	Icipangala	Leguminosae	(Not listed)	Terrestrial
12	<i>Chrysophyllum magalimontanum</i>	Umusambya	Sapotaceae	(Not listed)	Riverine
13	<i>Combretum molle/Combretum celastroides</i>	Umontamfumu	Combretaceae	(Not listed)	Terrestrial
14	<i>Cryptosepalum exfoliatum</i> <i>spp.pseudotaxus</i>	Umukuwe	Detarieae	(Not listed)	Terrestrial
15	<i>Dalbergia nitidula</i>	Akalongwe	Papilionaceae	(Not listed)	Terrestrial
16	<i>Diplorhynchus condylocarpon</i>	Umwenge	Apocynaceae	(Not listed)	Terrestrial
17	<i>Ekebergia benguelensis</i>	Mubundikwa	Meliaceae	(Not listed)	Terrestrial
18	<i>Erythrina abyssinica</i>	Nachisungu	Papilionaceae	(Not listed)	Terrestrial
19	<i>Faurea spp</i>	Saninga	Proteaceae	(Not listed)	Terrestrial
20	<i>Isoberlinia angolensis</i>	Umutobo	Leguminoceae-Caesalpinaceae	(Not listed)	Terrestrial
21	<i>Julbernardia paniculata</i>	Mutondo	Leguminoceae	(Not listed)	Terrestrial
22	<i>Khaya nyasica</i>	Umululu	Meliaceae	(Not listed)	Terrestrial
23	<i>Lannea spp</i>	Kabumbu	Anacardiaceae	(Not listed)	Terrestrial
24	<i>Monotes spp</i>	Chimpampa	Dipterocarpoideae	(Not listed)	Terrestrial
25	<i>Oncoba spinosa</i>	Umusangwa	Flacourtiaceae	(Not listed)	Terrestrial
26	<i>Ozoroa reticulata</i>	Mabelemabele	Anacardiaceae	(Not listed)	Terrestrial
27	<i>Parinari curatellifolia</i>	Mupundu	Chrysobalanaceae	(Not listed)	Terrestrial
28	<i>Protea cynaroides</i>	Shinsashinsa	Proteaceae	(Not listed)	Terrestrial
29	<i>Pseudolachnostylis maproneufolia</i>	Umusolo (Kudu berry)	Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
30	<i>Pterocarpus angolensis</i>	Mukwa/Umubanga	Fabaceae	(Not listed)	Terrestrial
31	<i>Raphia farinifera</i>	Ifibale	Arecaceae	(Not listed)	Riverine
32	<i>Rauvolfia caffra</i>	Umubimbi	Apocynaceae	(Not listed)	Terrestrial

No	Scientific name	Common name in English/ Local language	Family	Conservation status ^{*1}	Description of habitat
33	<i>Steganotaenia araliacea</i>	Nakundachabusha/ Umupeela	Apiaceae	(Not listed)	Riverine
34	<i>Strychnos spinosa</i>	Sansa	Loganiaceae	(Not listed)	Terrestrial
35	<i>Swartzia madagascariensis</i>	Umulundu	Leguminosae-Papilionoideae	(Not listed)	Terrestrial
36	<i>Syzygium cordatum</i>	Umukute	Myrtaceae	(Not listed)	Riverine
37	<i>Uapaca kirkiana</i>	Umusuku	Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
38	<i>Uapaca sansibarica/nitida</i>	Musokolobe	Euphorbiaceae	(Not listed)	Terrestrial
39	<i>Videx doniana</i>	Akafifi	Labiatae	(Not listed)	Terrestrial

Note *1: Conservation status cited as per IUCN Red List category, i.e., “EX: Extinct”, “CR: Critically Endangered”, “EN: Endangered”, “VU: Vulnerable”, “LR/cd: Lower Risk / Conservation Dependent”, “NT or LR/nt: Near Threatened”, “DD: Data Deficient”, “LC or LR/lc: Least Concern” (IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 August 2009.)

*2: Flora species sighted during site walkover with Paul Bwale, Water Gauge Reader, ZESCO Limited, Peter Gondwe, former Area Ward Counsellor, Manix Mofya, Water Plant Attendant, ZESCO Limited, Harrison Munkanta, Security Officer, Zambia National Service (ZNS) and Venison Malikebbo, Water Plant Attendant, ZESCO Limited on 4th June 2009.

新設貯水池の計画地周辺にも Lusiwasi 発電所周辺と同様に miombo woodland と呼ばれる疎林が広がっている。しかし、周辺には農地や住居が散在しているため、植生の密度は低く、二次林が目立つ。Lusiwasi 川沿いも miombo woodland である。

地域住民へのインタビューでは、プロジェクトサイト周辺には、大型哺乳類等の目立つ動物は少ないとの回答が得られた。しかし、Lusiwasi 発電所は南ルアンガ国立公園にも近く、同国立公園の動物相に近いとの情報もあった。南ルアンガ国立公園とその周辺で見られる主な動物のリストを表 10.26 に示す。

表 10.26 南ルアンガ国立公園周辺で見られる動物

Scientific name	Common name
<i>Loxodonta Africana</i>	Elephant
<i>Aepyceros melampus</i>	Impala
<i>Syncerus caffé</i>	Buffalo
<i>Kobus vardonii</i>	Puku
<i>Equus buchelli</i>	Zebra
<i>Hippotragus equinus</i>	Roan antelope
<i>Kobus defassa</i>	Water buck
<i>Tragelaphus strepsiceros</i>	Kudu
<i>Redunca arundinum</i>	Hartebeest
<i>Giraffa camelopardalis</i>	Thorncraft giraffe
<i>Redunca arundinum</i>	Reedbuck
<i>Taurotagus oryx</i>	Eland
<i>Papio ursinus</i>	Baboon
<i>Cercopithecus aethiops</i>	Vervet monkey
<i>Panthera leo</i>	Lion
<i>F. (Panthera) pardus</i>	Leopard
<i>Acinonyx jubatus</i>	Cheetah
<i>Crocuta crocuta</i>	Spotted hyena
<i>Canis adustus</i>	Side striped jackal
<i>Lycaon pictus</i>	Wild dong
<i>Lepus victoriae</i>	Hare (African Savannah Hare)
<i>Atherurus africanus</i>	Inungi (porcupine)
<i>Potamochoerus porcus</i>	Bush pig
<i>Hippopotamus amphibious</i>	Hippo
<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodiles
<i>Varanus albugularis</i>	Monitor lizards
<i>Naja anchietae</i>	Ngoshe (Cobra)
<i>Bitis arietans</i>	Icipili (Puff adder)
<i>Python sebae</i>	Insato/ Ulusato (Python)
<i>Lepus victoriae</i>	Hare (African Savannah Hare)

(Source)ZAWA WebSite (http://www.zawa.org.zm/southl_luangwa.htm) accessed on 30 June 2009
ZESCO 地域事務所インタビュー

発電所増設予定地周辺、あるいは貯水池の新設予定地周辺で見られる主要な動物は表 10.27 のとおりである。

表 10.27 プロジェクトサイト周辺で見られる動物^{*2}

No	Scientific name	Common name in English/Local language	Family	Conservation status ^{*1}	Description of habitat
1	Mammals				
1.1	Power Station Area				
1.1.1	<i>Kobus defassa</i>	Waterbuck	Bovidae	(Not listed)	Terrestrial
1.1.2	<i>Lepus victoriae</i>	African Savannah Hare	Leporidae	LR	Terrestrial
1.1.3	<i>Atherurus africanus</i>	African Brush-tailed Porcupine	Hystriidae	LR	Terrestrial (along waterways and on termite mounds)
1.1.4	<i>Potamochoerus porcus</i>	Bush pig	Suidae	(Not listed)	Terrestrial
1.1.5	<i>Lycaon pictus</i>	Wild dog	Canidae	EN	Terrestrial
1.1.6	<i>Thryonomys swinderianus</i>	Greater cane rat	Thryomyidae	LC	Terrestrial
1.2	New Dam Area				
1.2.1	<i>Aepyceros melampus</i>	Impala	Bovidae	LR	Terrestrial
1.2.2	<i>Thryonomys swinderianus</i>	Greater cane rat	Thryomyidae	LC	Terrestrial
1.2.3	<i>Thryonomys gregorianus</i>	Lesser Cane rat	Thryomyidae	LC	Terrestrial
2	Birds				
2.1	Power Station Area				
2.1.1	<i>Nectarinia senegalensis</i>	Sunbird	Nectariniidae	LC	Terrestrial
2.2	New Dam Area				
2.2.1	<i>Uraeginthus angolensis</i>	Blue-breasted waxbil	Estrildidae	LC	Terrestrial
2.2.2	<i>Pycnonotus barbatus</i>	Common bulbul	Pycnonotidae	LC	Terrestrial
3	Amphibians				
3.1	Power Station Area				
3.1.1	<i>Hippopotamus amphibius</i>	Hippo	Hippopotamidae	EN	Terrestrial/Aquatic
3.1.2	<i>Crocodylus niloticus</i>	Crocodiles	Crocodylidae	VU	Aquatic
3.2	New Dam Area				
-	-	-	-	-	-
4	Reptiles				
4.1	Power Station Area				
4.1.1	<i>Varanus albigularis</i>	Monitor lizards	Varanidae	(Not listed)	
4.1.2	<i>Naja anchietae</i>	Cape Cobra	Elapidae	(Not listed)	Underground burrows
4.1.3	<i>Bitis arietans</i>	African puff Adder	Viperidae	VU	Underground burrows
4.1.4	<i>Python sebae</i>	Python	Elapidae	(Not listed)	Underground burrows
4.1.5	<i>Dendroaspis polylepis</i>	Black mamba	Elapidae	(Not listed)	Terrestrial/burrows
4.1.6	<i>Lamprophis inornatus</i>	African house snake	Colubridae	(Not listed)	Underground burrows/crevices
4.2	New Dam Area				

No	Scientific name	Common name in English/Local language	Family	Conservation status ^{*1}	Description of habitat
4.2.1	<i>Lamprophis inornatus</i>	African house snake	Colubridae	(Not listed)	Underground burrows/crevices
4.2.2	<i>Python sebae</i>	Python	Elapiodae	(Not listed)	Underground burrows
4.2.3	<i>Naja anchietae</i>	Cape Cobra	Elapidae	(Not listed)	Underground burrows

Note *1: Conservation status cited as per IUCN Red List category, i.e., “EX: Extinct”, “CR: Critically Endangered”, “EN: Endangered”, “VU: Vulnerable”, “LR/cd: Lower Risk / Conservation Dependent”, “NT or LR/nt: Near Threatened”, “DD: Data Deficient”, “LC or LR/lc: Least Concern” (IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 19 August 2009.)

*2: Sighting of above fauna in the area reported by Paul Bwale, Water Gauge Reader, ZESCO Limited, Peter Gondwe, former Area Ward Counsellor, Manix Mofya, Water Plant Attendant, ZESCO Limited, Harrison Munkanta, Security Officer, Zambia National Service (ZNS) and Venison Malikebbo, Water Plant Attendant, ZESCO Limited during personal interviews on 4th June 2009.

このほか、地域住民へのインタビューでは、Lusiwasi 川には、一般に、Bubble fish (*Diodon holocanthus*)、Red breasted bream (*Tilapia rendalli*)、Kapenta (*Limnothrissa miodon*) が見られるが、魚種も生息数も限られているとのことであった。

④ 大気・騒音

Serenje 郡の大気環境の測定データはない。工場等の汚染源はほとんどなく、自動車の交通量も少ないことから、大気環境は良好であると考えられる。同様に、騒音源もほとんどないといってよい。住民へのインタビューでは、大気汚染や騒音に対する苦情は聞かれなかった。

⑤ 水質

Lusiwasi 川、Lusiwasi 貯水池の水質の観測データはない。しかし、汚染源は周辺集落のみであり、汚水の量も限られていることから、水質汚染があるとは考えにくい。

⑥ 水文

Serenje 郡には、Luombwa 川、Lukusashi 川、Kanbe 川、Lusiwasi 川、Mulembo 川、Luapula 川等、6 つの主要河川が存在する。発電所の増設、貯水池の新設ともに、Lusiwasi 水系で計画されている。Lusiwasi 川は、南ルアンガ国立公園に流れ込み、Luangwa 川に合流する。

貯水池の新設候補地は、Lusiwasi 川とその支流の Luangala 川との合流点である。その上流には、既設の Lusiwasi 湖があり、既設の Lusiwasi 発電所に流れ込む水量を調節している。Lusiwasi 川の流量には季節ごとの変動があり、乾季の流量は少なく、雨季にピークを迎える。Lusiwasi 川の月別流量は、表 10.28 のとおりである。

Lusiwasi 川は、周辺住民の生活用水の水源としても利用されている。Lusiwasi 発電所には ZESCO 関係者の大規模な集落があり、その主な水源は Lusiwasi 川から汲んだ水を処理した水道水である。一方、新設貯水池の周辺地域には、ごく小規模な集落が点在しており、この地域の住民は、井戸や河川水を利用している。

表 10.28 Lusiwasi 川月別流量 (Lusiwasi 発電所道路橋)

Hydrological Year	2006/2007				2007/2008				2008/2009			
	1st	10th	20th	Average	1st	10th	20th	Average	1st	10th	20th	Average
October	1.011	0.921	1.012	0.981	1.015	1.085	0.731	0.9437	1.014	1.154	1.124	1.097
November	0.955	1.043	1.225	1.074	0.965	1.275	0.991	1.0770	1.041	1.234	1.034	1.103
December	1.222	1.401	1.795	1.473	0.925	1.693	2.195	1.6043	1.081	1.275	2.063	1.473
January	1.971	2.645	2.304	2.3067	2.395	3.045	2.532	2.657	1.421	1.404	1.765	1.530
February	2.531	2.265	2.045	2.2803	2.833	2.712	2.283	2.609	1.822	2.145	2.085	2.017
March	2.662	2.393	1.953	2.3360	2.495	2.321	2.391	2.402	2.155	2.295	2.763	2.404
April	1.785	1.713	1.705	1.7343	2.051	2.065	1.811	1.976	2.723	2.295	2.011	2.343
May	1.621	1.511	1.422	1.5180	1.731	1.631	1.582	1.648	1.842	1.811	1.664	1.772
June	1.375	1.345	1.291	1.3370	1.533	1.481	1.454	1.489				
July	1.263	1.262	1.225	1.2500	1.403	1.265	1.363	1.344				
August	1.162	1.135	1.095	1.1307	1.331	1.295	1.243	1.290				
September	1.022	0.992	1.145	1.0530	1.164	1.124	1.092	1.127				

(Source)ZESCO Lusiwasi 発電所

(2) 社会経済的条件

① 行政その他の社会組織

Serenje 郡は、20 の区 (Ward) に分かれる。郡の中心地の Serenje は、Ibolelo 区 (Ibolelo Ward) に属する。既設発電所 (発電施設増設候補地) と貯水池の新設予定地は、Serenje 区 (Serenje Ward) に属する。貯水池が新設された場合には、Mailo 区の一部も影響を受ける可能性がある。また、既存の Lusiwasi 貯水池は、Mailo 区にある。

Serenje 郡には、伝統的にチーフによって治められた支配区がある。既設発電所の増設プロジェクトと、貯水池の新設プロジェクトは、Serenje チーフが治める土地内で行われる。一方、新設貯水池は Mailo チーフの土地にも一定の影響を及ぼす可能性がある。

② 人口

2000 年の人口センサスによれば、Serenje 郡全体の人口は 132,836 人であり、Ibolelo 区は 3,314 世帯 17,874 人、Serenje 区は 579 世帯 3,488 人、Mailo 区は 1,363 世帯 7,510 人である。Serenje 区の一世代あたりの平均人数はおよそ 6 人である。河川や幹線道路沿い、あるいは Lusiwasi 発電所周辺の人口密度が高い。Lusiwasi 地域保健センターによれば、プロジェクトサイト周辺の Chalyangwa 地域の人口密度はおよそ 5 人/km² であり、中部州平均の 10.7 人/km² と比べると人口分布は粗放である。

Serenje 郡の中心的な部族は、Lala 族である。このほか、Bisa 族や Bembas 族も見られる。

③ 地域経済

Serenje 郡は、降水量が多く土地も肥えているため、農業に適した土地であるといえる。主要作物は、メイズ、キャッサバ、ソルガム、ミレット等である。Serenje 郡が 2005 年にとりまとめた郡現況分析レポートによれば、15,757 農家がいる。同レポートは、農家を、商業農家、新興農家、零細農家の 3 つに大別しているが、そのほとんどは零細農家である (表 10.29)。

表 10.29 Serenje 郡の農家分類

農家タイプ	概要
商業農家 (Commercial Farmers)	10ヘクタール以上の農地を所有し、主に現金収入をあげるための商業活動としての農業に従事している。十分な資本を有し、農業機械の導入、肥料や農薬の使用も進んでいる。2005年時点で11件。
新興農家 (Emergent Framers)	2ヘクタールから10ヘクタールの農地を所有し、自家消費とともに、販売も行っている。農業機械の導入は限られているが、肥料や農薬は中程度に使用している。2005年時点で51件
零細農家 (Subsistence Farmers)	2ヘクタール以下の農地を耕し、機械ではなく手作業で農業に従事している。肥料や農薬の利用はないか、あっても限定的である。ほとんどの農作物が自家消費される。2005年時点で15,695件。

(Source)Serenje 郡現況分析レポート (2005年)

河川沿いの地域で農業は盛んである。また、焼き畑農業 (Chitemene sytem) も行われており、森林や植生の劣化の原因になっているといわれている。マンゴーやグアバ、ポーポー、ライム等の果樹栽培は、小規模にしか行われていない。

Serenje 郡には、Lusiwasi 湖、バングウェル湖 (Lake Bangweulu)、ルアプラ川 (Luapula River)、ルアング川 (Luangwa River) 等の漁場がある。また、小河川や湿原等でも漁業は行われている。専業の漁師が従事するケースがほとんどで、地域の重要な雇用先となっている。一方で、漁村では HIV/AIDS やコレラの感染拡大等の危険性が高いとの指摘もある。漁獲対象となる主な魚種は、コイ科、ナマズ科の魚等多岐にわたる。一例を挙げれば、Bull dog (Gnathonemus macrolepidotus)、Tiger fish (Hydrocynus vittatus)、Nchenga (Alestes Imberi)、Barbel catfish (Clarias Garipinus (mossambicus)、Silver/ barbell (Schilbe Mystus)、Mbowa/Armoured catfish (Auchenoglanis occidentalis)、Red breasted bream (Tilapia Rendarii)、Green Headed bream (Tilapia Macrochir)、Banded bream (Tilapia Sparrmanii)、Large mouth yellow belly bream (Serranochromis Spp)、Mudsucker (Labeo Spps)、Bottlenose/sheephead/conish jack (Mormyrus Spps)、Squeakers (Synodontis Spps)等である。これらの魚の主な市場は、鉄道沿いの地域かコッパーベルト州 (Copperbelt Province) である。漁師は主に男性であるが、魚を販売するのは主に女性の仕事である。

Serenje 郡には、3つの国有林と、3つの地方林がある。森林保全区の総面積は112,082ヘクタールである。森林は、木材、キノコ、蜂蜜、山菜、薬草等の多くの恵みを地域住民にもたらしている。エネルギー源としての木炭や薪の生産も盛んである。違法伐採や焼き畑農業、過剰な放牧等による森林資源の過剰採取も懸念されている。植林用にはユーカリが多く植えられているが、それ以外にも多様な固有種がある。

Serenje 郡では、小規模な商業活動は見られるものの、目立った産業はない。日用品や農作物の取引が主である。農作物としては、メイズや豆類、根菜類その他の野菜等も取り引きされる。鶏、豚、ヤギ等の家畜の取引もよく見られる。これらの主な市場は、郡内であるが、メイズや豆類等は、ルサカやコッパーベルト州から買い付けにくる業者もいる。

ダム新設予定地や既設の Lusiwasi 発電所の周辺では、日用品を売る小規模な商店は非常に限られている。これは、人口が少なく、住居もまばらに散在しているためであると考えられる。また、これらの地域周辺は、道路等の社会資本整備が遅れていることも、この地域の商業・産業活動が発展していない理由のひとつと考えられる。

(3) 環境社会影響のスコーピング結果

Lusiwasi 拡張プロジェクトに関して想定される環境社会影響のスコーピング結果を表10.30に示した。本ケース・スタディは水力開発プロジェクトを対象として実施されたものであり、関連する送電プロジェクトのルートは未だ定まっていないことから、本スコーピングも水力開発に伴って想定される環境社会影響を対象として実施した。

表 10.30 Lusiwasi 拡張プロジェクトに関する環境社会影響スコoping表

影 響 項 目	水力	
	建設	供用
非自発的住民移転	C	C
地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響	B	B
地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響		
先住民族・少数民族の生活への影響		
地域の利害対立、不平等		
水利用や水利権・入会権	B	B
公衆衛生、伝染病（HIV / AIDS）等	B	
文化遺産		
地形・地質的特徴		
土壌浸食	B	
水文状況・地下水への影響	B	B
動植物および生物多様性	A	A
景観	B	B
地球温暖化		
大気汚染		
水質汚染	B	
土壌汚染		
廃棄物	B	
騒音・振動	C	
地盤沈下	C	C
悪臭		
堆積・底質		B
事故、安全性	B	

【凡例】 A：重大な影響が生じる可能性がある B：一定程度の影響が生じる可能性がある
 C：現段階では影響不明 無印：無視できる程度の影響

スコoping表で示した影響項目ごとに、プロジェクトサイト周辺の環境面・社会経済面の現状と、それを踏まえた影響の詳細を以下に記載する。

1) 非自発的住民移転

Lusiwasi 発電所の拡張に必要な発電施設の増設や水路の拡張、鉄管の増設等は、既設発電所の敷地内で行われることから、非自発的住民移転を生じさせる可能性は否定できない。現地踏査では、水没が想定される区域内には家屋は確認されておらず、非自発的住民移転が発生する可能性は低いと考えられるが、その有無は現段階では不明である。今後、事業の詳細が決定された段階で再度現地踏査を行い、影響を受ける家屋の有無、影響が想定される場合の規模を調査すべきである。

貯水池の新設に必要な道路については、そのルートはまだ定まっていない。最寄りの幹線道路から貯水池新設予定地の近辺までは車両がぎりぎり通れるぐらいの未舗装路があるが、最後の数 km は徒歩でしか通れない細い踏み跡になり、やがてその踏み跡も消える。これらの道沿いには家屋はないため、非自発的住民移転が起きる可能性は低いと考えられる。しかし、ルート次第では、数世帯程度の非自発的住民移転が起きる可能性は否定できない。F/S 段階では、こうした道路のルート選定に先立ち、影響を受ける家屋の

有無やその規模を調査する必要がある。

2) 地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響

農地や住宅地は、既設の Lusiwasi 発電所の増設工事が必要な箇所周辺には見られないため、大きな影響はないと想定される。工事に際して、一部の道路において通行が一時的に妨げられる等の影響は想定される。

一方、上流部の貯水池の新設地点周辺については、農地が点在し、放牧地も広がっていることから、水没によってこれらの土地が利用できなくなる等の影響は避けられない。

また、工事のための道路整備に際して、沿道の農地等の収用や利用制限が必要になる可能性がある。

3) 地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響

既設の Lusiwasi 発電所の増設に関して、その周辺地域の社会規範や意思決定機関への影響が生じることは想定されない。

上流部の貯水池の新設地点には小規模な集落が点在しているが、現段階では、地域の社会規範や意思決定機関への影響が生じることは想定されない。ただし、貯水池の新設候補地点は、伝統的に Serenje チーフあるいは Mailo チーフが治めている土地であるため、事前の許可を得ることが不可欠である。

4) 先住民族・少数民族の生活への影響

郡長（District Commissioner）、郡開発委員会（District Coordination Committee）、周辺住民へのヒアリングによれば、既設発電所や新設予定貯水池の周辺には、配慮すべき先住民族・少数民族は存在していない。

5) 地域の利害対立、不平等

プロジェクトによって、地域の利害対立や不平等を起こすことは想定されない。

6) 水利用や水利権・入会権

既設の Lusiwasi 発電所からの取水量が増加するため、既設えん堤の取水口から発電施設までの減水区間の流量の減少が大きくなると想定される。しかし、既設えん堤の下流には家屋や農地はなく、地域の水利用や水利権に影響を与える可能性はない。

一方、Lusiwasi 川上流部の新設貯水池の周辺には、農家が点在している。貯水池の新設によって、その下流の流量が変化する等、地域の水利用に影響が生じる可能性がある。影響の有無とその程度については、貯水池の詳細な立地、規模、運用計画次第であるため、現段階では不明であるが、F/S 段階では、地域の水利用状況や権利状況を調査して、その影響の程度を確認する必要がある。

7) 公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等

建設作業員の流入によって、一時的に感染症のリスクが高まる可能性がある。とくに、Serenje 郡がある中部州（Central Province）の HIV 感染率は 17.5%⁷²と全国平均を上回って高いことから、さらなる感染拡大が懸念される。

8) 文化遺産

郡長（District Commissioner）、郡開発委員会（District Coordination Committee）、周辺住民へのヒアリングによれば、既設の Lusiwasi 発電所や新設貯水池の周辺には、文化遺産は存在しない。

9) 地形・地質的特徴

既設の Lusiwasi 発電所や新設貯水池の周辺には、貴重な地形・地質的特徴は特定されていない。

⁷² 中央統計局ウェブサイト (<http://www.zamstats.gov.zm/>)

10) 土壌浸食

既設の Lusiwasi 発電所の増設工事の際に、限定的な規模ながら土壌浸食が発生する可能性がある。また、Lusiwasi 川上流での貯水池の新設によって、貯水池周辺の土地の浸食が生じる可能性がある。

11) 水文状況・地下水への影響

Lusiwasi 川上流の貯水池の新設によって、その下流での流量の増減パターンが変わる可能性がある。ただし、新設貯水池は、既設の Lusiwasi 貯水池よりも下流に位置することから、Lusiwasi 貯水池の放流パターンによる影響が大きいと考えられる。

12) 動植物および生物多様性

既設の Lusiwasi 発電所の増設後は、減水区間における減水量が大きくなるため、えん堤から発電施設までの間の減水区間の生態系に影響が生じると考えられる。また、Lusiwasi 発電所は、南ルアンガ国立公園に注ぎ込む Lusiwasi 川の上流部にあるが、Lusiwasi 発電所の増設後も発電施設下流への放流量は変わらないため、同国立公園への影響は想定されない。

上流部の貯水池新設予定地では、貯水池の建設によって水没する区域が出てくる。地図上での試算では、Luangala 川で 9.5 km、Lusiwasi 川で 8.2 km 程度上流まで水がたまる可能性がある。この場合、貯水池の幅は Luangala 川で最大 1 km、Lusiwasi 川で最大 1.2 km 程度になると予想される。したがって、貯水池の新設に伴って河川沿いの植生が水没し、大きな影響を受ける。この周辺では、数は少ないもののインパラやノネズミ等の哺乳類等一定数の野生生物が確認されているとの情報がある。これらの動物相の中には、IUCN のレッドリストに掲載されている種もあるため注意が必要である（表 10.27）。

また、建設工事のための道路整備に際して、最寄りの幹線道路から工事現場に至るまでの間の樹木の伐採が必要になる。

13) 景観

既設の Lusiwasi 発電所の増設に関しては、地域の景観に大きな影響を与えることはない。一方、Lusiwasi 川の上流部に貯水池が新設された場合には、地域の景観が大きく変わることが予想される。

14) 地球温暖化

プロジェクトは水力発電所を建設しようとするものであり、地球温暖化への影響はほとんど想定されない。建設工事に伴う温室効果ガスの排出は無視できる程度のものである。

15) 大気汚染

プロジェクトは水力発電所を建設しようとするものであり、大気汚染が生じる可能性はない。Serenje 郡には汚染源となるような産業活動は存在せず、自動車の交通量も限られている。蓄積的な汚染の懸念はない。建設工事に伴う大気汚染物質の排出は無視できる程度のものである。

16) 水質汚染

発電施設の増設工事や貯水池の建設工事に伴って、土壌が Lusiwasi 川その他の関連河川に流入し、混濁を引き起こす可能性は否定できない。とくに、貯水池の新設のためのダムの建設工事は、Lusiwasi 川と Luangala 川で行われるため、一定の影響は避けられないと考えられる。

17) 土壌汚染

土壌汚染が起こる可能性はない。

18) 廃棄物

建設工事に伴って、建設残土等の建設廃棄物が生じる。

19) 騒音・振動

建設工事に伴う騒音・振動は起こり得るが、既設の発電施設周辺には家屋はほとんど存在しないため、無視できる程度の影響である。貯水池建設予定地のすぐ近くには集落は存在しないが、周辺には集落が点在しているため、多少の影響が生じる可能性は否定できない。今後、事業の詳細が決定された段階で現地踏査を行い、影響を受ける集落の有無やその規模を調査すべきである。

20) 地盤沈下

貯水池の新設に関して、ダム建設地点の地盤の強度によっては、一定の地盤沈下が起こる可能性がある。その他のコンポーネントでは、地盤沈下が起こる可能性はない。

21) 悪臭

悪臭問題が起こる可能性はない。

22) 堆積・底質

新設予定の貯水池では、土砂の堆積が生じる可能性がある。

23) 事故、安全性

建設工事に際して、事故が生じる可能性は否定できない。工事用車両による交通事故の可能性もある。

(4) 必要な緩和策

(3)で想定される環境社会影響に関して必要な緩和策は、次のとおりである。

1) 非自発的住民移転

上流部の貯水池新設予定地点周辺の家屋や集落の分布状況を調査し、移転対象住民の有無を確認する。取り付け道路のルートについては、非自発的住民移転をできるだけ避けられるように設計する。非自発的住民移転が避けられない場合には、対象住民やチーフ、住民代表らと協議して、その合意を得る。住民移転を円滑に進めるための住民移転計画を策定し、必要な補償を含め、その計画を着実に実行する。住民移転計画には、11.3.4 (2) 1)で示した内容が定められる必要がある。

2) 地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響

上流部の貯水池新設予定地周辺の土地利用状況を調査し、農地や薪炭林等の経済基盤への影響の有無を確認する。取り付け道路のルートについては、農地の収用等をできるだけ避けられるように設計する。これらの土地の水没、道路建設に伴う土地収用等の影響が予測される場合には、影響を受ける住民やチーフ、住民代表らと十分に協議して、その合意を得る。土地収用計画を策定し、必要な補償を含め、その計画を着実に実行する。

3) 水利用や水利権・入会権

貯水池新設予定地周辺の集落の水利用状況を調査して、地域の水利用への影響の有無を確認する。チーフや住民代表、地方政府と十分に協議して、貯水池の建設や運用方法について、その合意を得る。

4) 公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等

建設労働者や周辺住民に対する感染症対策の教育・啓発活動を行う。とくに、建設労働者への普及啓発、コンドームの無償配布等の対策が不可欠である。また、できる限り地元の労働者を雇うことも有効である。

5) 土壌浸食

建設工事に際して土壌が流出することのないよう、土壌流出防止措置を講じる。とくに、鉄管路を敷設する予定の傾斜地では、緑化等による土壌の安定化措置が必要である。また、新設される予定の貯水池では、土壌浸食を防止するために貯水池沿岸の緑化や植草が必要である。

6) 水文状況・地下水への影響

既設の Lusiwasi 貯水池から新設貯水池までの間、さらに新設貯水池から既設の発電所までの区間における Lusiwasi 川の流量の変化、近隣湿地帯の流量の変化、近隣井戸水の水位の変化等、地域の水文状況をモニタリングする。井戸の枯渇等の影響が確認された場合には、放流パターンの調整等の措置を講じる。

7) 動植物および生物多様性

建設工事に伴う樹木や植生の伐採 (tree cutting and vegetation removal) は、工事に必要な最小限度にする。

新設予定の貯水池周辺の生物調査を行い、希少種や固有種の有無、その生息・生育地が水没する可能性があるか等を確認する。その上で、これらの種の生息・生育環境の改変ができるだけ回避できないかを検討する。繁殖期の工事を避ける等、工期や工事時期を工夫して、影響の最小化を図る。希少種や固有種等に深刻な影響が生じる場合には、再植林等による新たな生息地の造成等、対象種や想定される影響の性質に応じた対策をとる。

これらの野生生物保護対策について、過去のインフラ開発プロジェクトの事例も参考にしながら、効果的な手法を検討する。

8) 景 観

チーフや地域住民、郡政府らに対して計画内容を事前に説明し、これら関係者からプロジェクト実施や緩和策についての合意を得る。新設貯水池周辺の緑化等の緩和策を講じる。

9) 水質汚染

貯水池の建設工事の際に、土壌が直接河川に流入しないよう、小堰を設ける等の混濁防止措置を講じる。Lusiwasi 川、Luangala 川の中で実施する工事については、川の流量が少ない乾季に実施するような計画にする。

10) 廃棄物

工事で生じた建設残土等の適正処理を、建設作業員に徹底する。

11) 騒音・振動

建設工事に際して、早朝・夜間の工事を控えて周辺住民の生活への影響を最小限にとどめる。また、周辺住民に対し、工事のスケジュールを事前に周知する。

12) 地盤沈下

工事に先立ち、新設予定の貯水池のダムの建設予定地の地質調査を実施し、ダムの安全性を確保する。また、ダムの地盤沈下の状況をモニタリングする。

14) 堆積・底質

定期的な浚渫、貯砂ダムの建設等によって、貯水池内への堆積を防止するための措置を講じる。

15) 事故、安全性

建設工事の際の事故防止のため、建設作業員への安全教育を徹底する。建設作業員への交通安全教育とともに、地域住民への交通安全に関する普及啓発にも努める。

(5) 現地ステークホルダー協議の結果

Lusiwasi 拡張プロジェクトの周辺地域においてステークホルダー協議を開催した。現地ステークホルダー協議で提起されたコメントの概要と、それを踏まえた将来の水力開発プロジェクトに際しての留意事項については、第 11 章で示した。

(6) 環境管理計画・モニタリング

プロジェクトの実施に際しては、適切な環境管理計画が策定され、これが確実に実行されなければならない。環境管理計画の枠組みについては、第 11 章に示した。ここでは、Lusiwasi 拡張プロジェクトに関して特に留意すべきモニタリング項目を示す（表 10.31）。

表 10.31 Lusiwasi 拡張プロジェクトに関して必要な主なモニタリング項目

項目	モニタリング項目
住民移転、土地収用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非自発的住民移転・土地収用の有無 ・ とくに、上流部での貯水池の新設に関して、土地収用計画の策定とその実施状況 ・ その他表 11.9 に示した事項（合意取得プロセスや移転プロセス、移転対象住民への生活再建支援の状況等）
水利用・水利権	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池の新設後、発電所の操業後に、地域の水利用・水利権に影響が生じていないかの確認
公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設作業員の感染症に関する理解度 ・ 回避・緩和策の進捗状況（コンドームの配布状況等）
土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池新設候補地、発電所増設予定地周辺の土壌浸食の状況 ・ 土壌安定化措置（沿岸緑化等）の実施状況
水文状況・地下水への影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ ルンワシ川の流量の変化、近隣の湿地帯の流量の変化、井戸水の水位の変化等、水文状況のモニタリング
動植物および生物多様性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池新設候補地周辺の生物相の変化（指標種の数等） ・ 工事終了後の植生回復プログラムの実施状況 ・ その他回避・緩和策の進捗状況とその効果
景観	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池の新設による景観への影響の有無 ・ 提案された緩和策の有効性
水質汚染	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水質汚濁防止措置の実施状況とその効果
廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設廃棄物の処理状況
騒音・振動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公示スケジュールの周知などの緩和策の実施状況
地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新設ダムの地盤沈下状況
堆積・底質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池内の堆積状況
安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事中の安全対策 ・ 施設の保守・点検、火災の防止
回避・緩和策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 以上のほか、提案された回避・緩和策の実施状況と適切性
苦情	<ul style="list-style-type: none"> ・ 苦情受付窓口の設置と苦情の記録 ・ 苦情への対応状況

(Source)調査団作成

(7) 結論

Lusiwasi 拡張プロジェクトは、上流部の貯水池の新設コンポーネントによって、深刻な影響が生じる可能性がある。一方、既存の Lusiwasi 発電所の増設コンポーネントについては、大きな影響は想定されない。

上流部に新設される貯水池は、規模は大きくないものの、非自発的住民移転や土地収用、水没による生態系への影響、地域の水文状況等の影響を引き起こす可能性がある。現地踏査の際には、貯水池の新設予定地には集落は確認できなかったが、少し離れた場所には集

落があった。また、耕作地や放牧地が確認された。貯水池の新設については、F/Sの早い段階から、集落の分布状況を調査し、影響を受ける住民やチーフらとの十分な協議を実施する必要がある。生態系については、水没予定地点周辺の生物調査を行い、希少種の有無や配慮すべき固有種の有無を確認し、その結果に応じた対策を立案する必要がある。

このほか、感染症対策、土壌浸食、景観、水質汚染、土壌汚染、廃棄物、騒音・振動、地盤沈下、堆積・底質、事故・安全性等について一定の影響が想定されている。これらの対策を含む包括的な環境管理計画を策定するとともに、影響のモニタリングを実施する必要がある。

Lusiwasi 拡張プロジェクトは、その計画がまだ具体化しておらず、詳細は今後のF/Sで決定される見込みである。事業計画の詳細の決定に先立ち、地域住民やチーフ、地方政府らのステークホルダーと十分に協議して、必要な緩和策を適切に実施する必要がある。

第11章 環境社会配慮

11.1 ザンビア国の環境社会配慮制度

11.1.1 環境社会配慮に関連する法令・基準

(1) 環境保全に関する政策・法令の枠組み

ザンビア国では、環境保護・汚染管理法（EPPCA: Environmental Protection and Pollution Control Act, 1990）が環境保全に関する基本的な枠組みを提示している。同法は、ザンビア環境審議会（ECZ: Environmental Council of Zambia）の組織体制や所掌事務について定めているほか、水質汚濁・大気汚染・廃棄物等に関する規制の枠組み、土地・自然資源管理保全の枠組みについて定めている。

本マスタープランの環境社会配慮に関連して特に考慮すべき法令は次のとおりである。

- 環境保護・汚染管理法（Environmental Protection and Pollution Control Act, 1990）
- 環境影響評価規則（Environmental Protection and Pollution Control (Environmental Impact Assessment) Regulations, 1997）
- 大気汚染管理規則（Air Pollution Control (Licensing and Emissions Standards) Regulations, 1996）
- 水質汚染管理規則（Water Pollution Control (Effluent and Waste Water) Regulations, 1993）
- 廃棄物管理規則（Waste Management (Licensing of Transporters of Wastes and Waste Disposal Sites) Regulations, 1993）
- 有害廃棄物管理規則（Hazardous Waste Management Regulations, 2001）
- ザンビア野生生物法（Zambia Wildlife Act, 1998）
- 森林法（Forest Act, 1999, and Forest Act, 1973）
- 天然資源保護法（Natural Resource Conservation Act, 1970）
- 土地法（Land Act, 1995）
- 土地収用法（Land Acquisition Act, 1995）
- 電力法（Electricity Act, 1995）
- ザンベジ川当局法（Zambezi River Authority Act, 1987）
- 国会遺産保全委員会法（National Heritage Conservation Commission Act, 1989）

(2) 環境影響評価に関する法令

ザンビア国では、環境影響評価規則（Environmental Protection and Pollution Control (Environmental Impact Assessment) Regulations, 1997）が、環境影響評価（EIA: Environmental Impact Assessment）の対象事業や実施手順を定めている。

環境影響評価規則によれば、開発プロジェクトの提案者は、提案するプロジェクトの影響の程度に応じ、案件概要書（PB: Project Brief）または環境影響評価書（EIS: Environmental Impact Statement）を作成し、ザンビア環境審議会の審査を受けなければならない。EISは、影響の程度が大きいと見込まれるプロジェクトについて作成が求められるものであり、環境影響評価の報告書である。一方、PBは、影響の程度が小さくないと見込まれるプロジェクトについて作成が求められるものであり、想定される環境・社会影響に関する初期環境調査の報告書である。PBの審査の結果、重大な影響が予測される場合には、ECZは事業者に対し環境影響評価を実施するよう勧告し、EISの作成が必要になることもある。ザンビア環境影響評価規則に定められたEISの記載項目は、次のとおりである。

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">a) プロジェクトの概要（代替プロジェクトを含む）b) 提案されたサイトの概要（代替プロジェクトのサイトを選択しない理由を含む）c) プロジェクトサイトの概要と周辺環境（プロジェクトによる環境影響の特定と評価に際して必要になる情報を含む） |
|---|

- d) プロジェクトへの物的投入と想定される環境影響
- e) 使用される技術
- f) プロジェクトの成果と副産物
- g) プロジェクトによる環境影響、代替プロジェクト（直接的・間接的・累積的な影響、短期・長期の影響を含む）
- h) プロジェクトによる社会経済的な影響（非自発的住民移転等）
- i) 環境管理計画（プロジェクトによる負の影響の回避・最小化・緩和・代償策、プロジェクトによる正の影響の促進、排水その他の環境影響のモニタリング措置を含む）
- j) 近隣地の環境が影響を受ける可能性があるかないかの記述

PB または EIS の作成が義務づけられるプロジェクトのうち、電力セクターに関連するものを列記すると、表 11.1 のとおりである。

表 11.1 PB/EIS の作成が義務づけられる電力セクタープロジェクト

PB の作成が必要なプロジェクト	EIS の作成が必要なプロジェクト
<ul style="list-style-type: none"> ・水力発電および電化 ・環境保全上脆弱な地域 (Environmentally Sensitive Areas) の中または周辺で実施されるプロジェクト 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電所 ・送電線（220 kV 以上または 1 km 以上） ・送電線建設のための 1 km 以上のアクセス道路 ・湛水面積が 25 ha 以上のダム・堰 ・10 km 以上の道路建設・補修または国立公園・野生生物管理区内の 1 km 以上の道路建設・補修 ・湿地等の環境保全上重要な地域における森林伐採および産業用の 50 ha 以上の森林伐採

(Source)環境影響評価規則別表 1・別表 2 より抜粋

なお、環境影響評価規則は、個別の具体的なプロジェクトに対して適用されるものであり、マスタープラン等の計画には適用されない。環境保護・汚染管理法では、ECZ が、環境影響評価を必要とする計画や政策を特定する旨が定められているが、具体的な手続きは定められていない。

(3) 排出基準

大気環境、水質、騒音に関する排出基準は、次のとおりである。

① 排出ガス基準

大気汚染管理規則に定められている排出ガスに関する基準のうち、石炭火力発電施設に関するものを抜粋して表 11.2 に示す。

表 11.2 燃焼施設に関する大気排出基準

施設の種類	物質	基準値
Coal fired, < 10 MW	Dust	150 mg/Nm ³
	SO ₂	2,000 mg/Nm ³
Coal fired, 10 < 50 MW	Dust	50 mg/Nm ³
	SO ₂	1,000 mg/Nm ³
	CO	175 mg/Nm ³

(Source)大気汚染管理規則別表 3 より抜粋

② 排水基準

水質汚染管理規則に定められている排水規制のうち、発電施設に係るものを抜粋して表 11.3 に示す。特に、火力発電所の冷却水の放水に関して注意が必要である。

表 11.3 発電施設に関する排水基準

物質名	一般水環境への排水基準
A. Physical	
Temperature (Thermometer)	40 degrees Celsius at point of entry
Colour (Hazen Units)	20 Hazen units
Odour and Taste (Threshold odour number)	Must not cause any deterioration in taste or odour as compared with natural state
Turbidity (NTU scale)	15 Nephelometer turbidity units
Total suspended solids (Gravimetric method)	100 mg/L must not cause formation of sludge or scum in receiving water
B. Bacteriological	
Algae /100 ml (Colony counter)	1000 cells
C. Chemical	
pH (0-14 scale) (Electro-metric method)	6.0 - 9.0
Chemical Oxygen Demand (COD) (Dichromat method)	COD based on the limiting values for organic carbon 90 mg O ₂ /L average for 24 hours
Biochemical Oxygen Demand (BOD) (Modified Winkler method and Membrane Electrode method)	50 mg O ₂ /L (mean value over 24 hours period) According to circumstances in relation to the self cleaning capacity of waters

(Source)水質汚染管理規則別表 2 より抜粋

③ 騒音

ザンビア国では、騒音に関する環境基準・規制基準は、現在のところ未制定である。ECZ によれば、環境影響評価書を審査する際には、国際基準に準拠して審査をしているとのことである。参考として、わが国の基準を表 11.4 に示す。火力発電所の運転に伴う騒音については、工業地域の基準である C 類型を目安にすることになる。

表 11.4 日本の騒音環境基準

地域の類型	基準値	
	昼間	夜間
AA	50 デシベル以下	40 デシベル以下
A および B	55 デシベル以下	45 デシベル以下
C	60 デシベル以下	50 デシベル以下

注 1：時間の区分は、昼間を午前 6 時から午後 10 時までの間とし、夜間を午後 10 時から翌日の午前 6 時までの間とする。

注 2：AA を当てはめる地域は、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域等特に静穏を要する地域とする。

注 3：A を当てはめる地域は、専ら住居の用に供される地域とする。

注 4：B を当てはめる地域は、主として住居の用に供される地域とする。

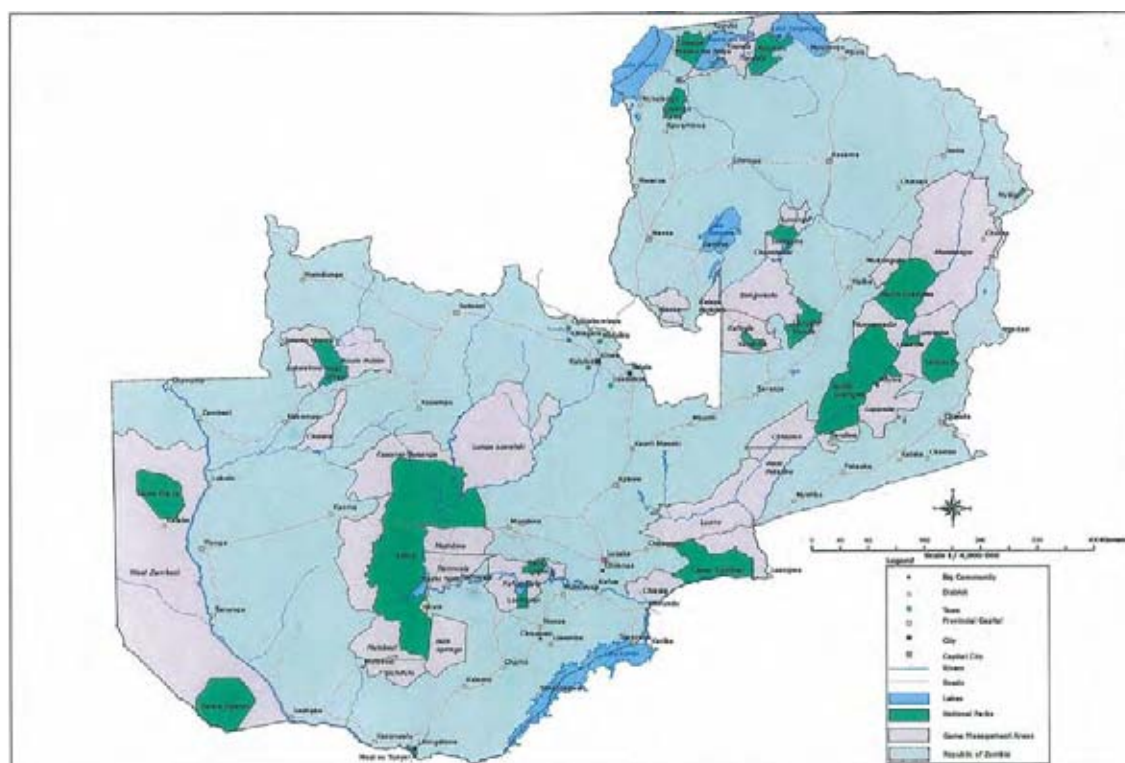
注 5：C を当てはめる地域は、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域とする。

(4) 保護区に関する法令・条約

保護区については、ザンビア野生生物法が法的枠組みを提供している。同法は、ザンビア野生生物局 (ZAWA: Zambia Wildlife Authority) の設立、国立公園 (National Park) や野生生物管理区 (Game Management Area) の指定と規制、野生生物の保護と狩猟の許可、野生動物とその加工品の販売・輸出入の許可、罰則等について定めている。国立公園等の保護区内では、居住、野生生物の狩猟、野生生物の殺傷・損傷、他地域からの野生生物の持込み等の行為が禁止されている。

ザンビア国には 19 の国立公園があり、総面積は 63,820 km²、国土の 8.5 % を占めている。国立公園のほかに 35 の野生生物管理区が指定されており、こちらは国土の 22% を占

めている。さらに、野生生物保護区（Wildlife Sanctuary）が3カ所、指定されている。保護区の分布地図は図 11.1 のとおりである。



(Source)ザンビア野生生物局

図 11.1 ザンビア国野生生物保護区の分布

ザンビア国は、1991年12月にラムサール条約⁷³の締約国となった。ザンビア国内には、合計8のラムサール条約登録湿地（合計4,030,500 ha）が存在する。その一覧を表 11.5 に示す。

表 11.5 ザンビア国ラムサール条約登録湿地一覧

湿地名	面積(ha)	位置	特徴
Bangweulu Swamps	1,100,000	Northern Province、Mansa の東約 100km	鳥類、魚類その他の野生生物（アフリカゾウ、バッファロー、シタツंगा、クロレイヨウ等）の繁殖地である。また、絶滅危惧種のホオカザリヅル、ハシビロコウ等の水鳥の生息地である。湿地帯は、洪水の調整池としての役割を果たしているほか、地下水の重要な供給源となっている。
Busanga Swamps	200,000	Northwestern Province、Kasempa の南約 60km	沼地、潟湖、森林、河川、平原等多様な生態系が広がる。絶滅危惧種のホオカザリヅル、チーター、ライオン等の生息地となっているほか、多くの渡り鳥、ブルーダイカー、ヌー、シマウマの群れが生息している。
Kafue Flats	600,500	Southern & Central Provinces、ルサカの南西約 60km、Mumbwa の南約 50km	巨大な氾濫地、平原、林地が広がり、潟湖、三日月湖、河川が複雑に入り混じり、生物多様性が高い。固有種のカフェレイヨウ（ <i>Kobus leche kafuensis</i> ）、絶滅危惧種のホオカザリヅル等、多くの絶滅危惧種や固有種が生息している。モモイロベリカン、アマサギ等の渡り鳥、67種の魚類が確認されている。カフェ平原は、清浄で豊富な水の供給源であり、栄養素や微量元素の自然の吸収源になっている。
Luangwa Flood Plains	250,000	Eastern Province、Chipata の北	南部アフリカでよく見られるタイプの湿原であり、河川とそこから供給される泉、湖、潟湖、沼地、小川等から成る。植生は、常緑の miombo 林、堆積地が中心であり、リカオン、絶滅危惧種の

⁷³ 特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約

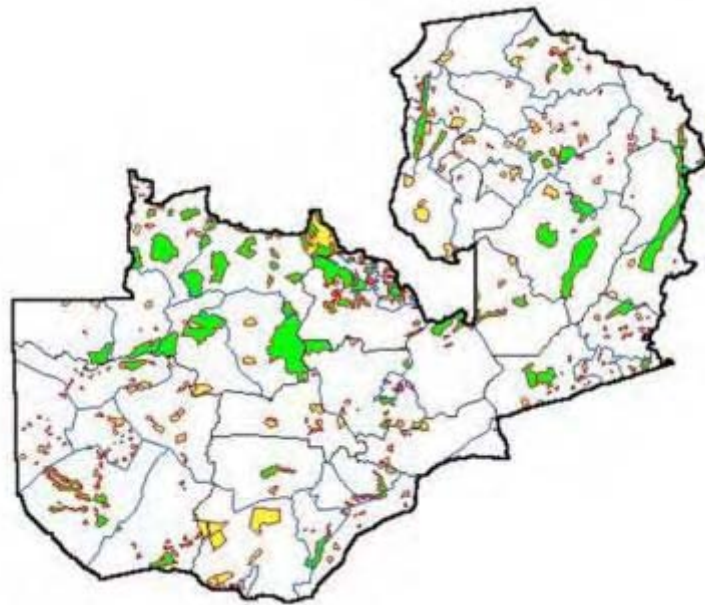
湿地名	面積(ha)	位置	特徴
		西約100km、Mpikaの南東約90km	クロサイ等 50 種の哺乳類の生息地となっている。ハチクイ科 (<i>Merops nubicoides</i> , <i>Merops bullockoides</i>) やツバメ科 (<i>Hirundo paludicola</i>) の鳥類の重要な繁殖地となっている。
Lukanga Swamps	260,000	Central Province、Kabwe の西約 45km	カフエ流域で最大の恒久的水域であり、一般に浅い沼から成る。鳥類その他の野生生物の生息地であり、ホオカザリヅル、アカレイヨウ、アフリカニシキヘビ、シタツンガ等多くの生存が脅かされている生物種が生息している。また、ティラピア (<i>T. rendalli</i> and <i>T. sparmani</i>) 等の魚類の重要な繁殖地としても重要である。
Mweru wa Ntipa	490,000	Northern Province、Mporokosa の北西約 70km	Mweru wa Ntipa 湖とその周辺の河川、湖沼から成り、itigi 林や miombo 林に囲まれている。河川及び湖岸沿いの常緑林は、ホオカザリヅル、ハシビロコウ、ナベコウ、サギ科 (<i>Goliath Heron</i>) 等、390 種以上の鳥類の生息地となっている。このほか、クロダイル (<i>Crocodylus cataphractus</i>)、リカオン、アフリカゾウ等が見られる。Mweru wa Ntipa 湖には、コイ科の Green-Headed Bream (<i>Oreochromis macrochir</i>) や Sharp Toothed Barbel (<i>Clarias mossambicus</i>)、ナマズの一種の <i>Auchenoglanis occidentalis</i> 、ニシン科の Mweru Sardine (<i>Poecilothrissa moeruensis</i>) 等、多くの固有種が生息している。
Tanganyika	230,000	Northern Province、Mpulungu の北に隣接	タンガニーカ湖のザンビア側である。約 238km の湖岸は険しい岩山が続き、一部は浅い沼地だったり、ごく一部に砂浜も見られる。周囲の植生は非常に豊かで、アフリカゾウ、ライオン、リカオンの生息地である。Lake Tanganyika Water Snake (<i>Lycodonomorphus bicolor</i>) や Water Cobra (<i>Boulengerina annulata</i>) 等の地域固有の爬虫類も多い。湖のザンビア国内の区域には、252 種の魚類の生息地であり、そのうち 82 種が固有種である (例えば、 <i>Neolamprologus brichardi</i> , <i>Altolamprologus compressiceps</i> 等)。
Zambezi Floodplains	900,000	Western Province、Mongu の西に隣接	ザンビアで二番目に大きい湿地帯であり、主にザンベジ川とその周囲の氾濫原によって構成される。粗放な河岸植生が広がり、アカシア (<i>Acacia albida</i>)、フトモモ科の <i>Syzygium guineens</i> 等が主要河川沿いに見られる。北部には、 <i>Diplorhynchus</i> の低木林、ヤシ科の <i>Borassus</i> も見られる。準常緑林では、ローデシアンチーク (<i>Baikiaea plurijuga</i>)、マメ科の <i>Pterocarpus angolensis</i> 等の経済価値の高い樹木も見られる。この地域は、ライオン、地域固有の爬虫類、ヌー (<i>Connochaetes taurinus</i>)、その他多くの水鳥の生息地である。また、80 種に上る魚類の主要な産卵場所でもある。

(Source)ラムサール条約ウェブサイト<<http://www.ramsar.org/index.html#top>>

(5) 森林法

ザンビア国の森林は、森林法に基づき管理されている。1999 年の森林法が議会で可決されているものの、関連規則が準備中であることから施行されていない。このため、現在は 1973 年の森林法に基づいて政策が運用されている。1973 年の森林法では、国有林・地方林の指定、森林区域内での規制、伐採の許可、林産物の管理、各種規制について定めている。

森林保全区 (Forest Reserve) は、国有林 (National Forest) と地方林 (Local Forest) に分かれる。国有林は全国で 180 が指定されており、5,145,162 ヘクタール (国土の 6.8%) を占めている。一方、地方林は 307 が指定されており、2,076,062 ヘクタール (国土の 2.8%) を占めている。ザンビア国の森林保全区の地図を図 11.2 に示した。



(Source)林業局

図 11.2 森林保全区分分布

(6) 土地制度に関する政策・法制度

ザンビア国の土地は、大きく国有地 (State land) と慣習地 (Customary land) に分かれる。慣習地は国土の 90% 以上を占めており、各地域固有の慣習法 (Customary laws) によって、その権利関係は異なっている。慣習法上の土地の権利は、土地法によって保護されているため、プロジェクト実施のための用地取得に際しては、当該地域の慣習法に十分留意する必要がある。

電力プロジェクトに関して土地収用が必要な場合には、土地収用法とともに、電力法 (Electricity Act) に基づく手続きが必要になる。土地収用法は、土地収用が必要な場合における事前調査、土地収用の公示、補償額算定の考え方、補償アドバイザリー理事会 (Compensation Advisory Board) の設立等、土地収用に関する手続きを定めている。また、電力法は、発電・送電等の電力プロジェクトに伴う土地収用に必要な手続きを定めている。特に、送電線下の土地・財産の補償、線下への立ち入りや樹木・建造物の除去等、送電線の敷設に特有の事情に関する定めを置いている。

(7) 文化遺産等に関する政策・法制度

国家遺産保全委員会法は、国家遺産保全委員会の組織体制・権限について定めているほか、国家遺産の指定、国家遺産の損傷等の行為の禁止、遺跡等が発掘された際の保護措置について定めている。国家遺産には、文化遺産、自然遺産の両方が含まれ、国家遺産保全委員会の勧告を受けて、正式に指定される。

文化遺産の保護活動を行っている国際 NGO である ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) の 2001 年報告書によれば、ザンビア国家遺産保全委員会は、考古学的・人類学的遺跡、歴史的建造物、史跡、歴史的産業遺跡、地質的・生態学的に貴重な場所等、およそ 3,000 の遺産をリストアップしている。

また、ザンビア国は、1984 年 6 月に世界遺産条約 (1972 World Heritage Convention) を批准している。現在、Livingstone 郡の「ヴィクトリアの滝 (Mosi-oa-Tunya / Victoria Falls)」が世界遺産として登録されているほか、4 件が暫定リストに掲載中である (表 11.6 参照)。

表 11.6 ザンビア国の世界遺産

名称	状況	近隣都市・郡
Mosi-oa-Tunya / Victoria Falls	登録済み	Southern Province、Livingstone 周辺
Mwela and adjacent areas rock art site (rock paintings)	暫定リスト	Northern Province、Kasama の東 7 km
Dag Hammarskjöld Memorial (Crash site)	暫定リスト	Copperbelt Province、Ndola の南西 10 km
Kalambo falls archaeological site (prehistoric settlement site)	暫定リスト	Northern Province、Mbala の北西 30 km
The Barotse Cultural Landscape and Kuomboka Ceremony	暫定リスト	Western Province、Mongu 周辺

(Source)ユネスコ世界遺産ウェブサイト<<http://whc.unesco.org/>>

11.1.2 関係機関の概要

(1) ザンビア環境審議会 (ECZ)

ザンビア環境審議会は、環境保護・汚染管理法に基づき設立された。同法に定められたザンビア環境審議会の主な機能は、次のとおりである。

- プロジェクト、計画・政策等のうち、環境影響評価が必要とされるものを特定し、その関係者に対して環境影響評価の実施を要請する。
- ザンビア政府に対して、天然資源と環境の持続的な管理に関する政策の形成に関する助言をする。
- 環境の改善や生態系の維持に関する基準について調査し、提言する。
- すべての大規模開発プロジェクトについて、必要な情報を入手できるよう、初期段階から検討・助言する。

ザンビア環境審議会の構成メンバーは、環境保護・汚染管理法に定められている。審議会は、関係省庁・政府機関、大学、産業界、NGO の代表者等から構成され、議長 (chairman) が運営にあたる。実務面は、ECZ 内の汚染管理・審査部、環境計画・管理部、人材育成部、経理・総務部の各々が担当している。さらにこれらの部のほか、Ndola、Livingstone、Chirundu Border の 3 ヶ所に地域事務所が置かれている。

(2) ザンビア電力公社 (ZESCO)

ZESCO は、5 項目にわたる全社環境方針 (ZESCO Environmental Policy) を策定している。その内容は、次のとおりである。

- ZESCO は、効率的で、安全で、環境にやさしい電力エネルギーの供給に対する顧客の要求を満たす。
- ZESCO は、その事業が依存している天然資源を、細心の配慮の下に利用する。
- ZESCO は、その事業において最高の環境配慮を達成する努力をする。そのために、環境に対し責任ある方法で、職員がその職務を果たすよう、すべての職員を継続的に教育し、やる気を起こさせる。
- 環境保護を促進するという責任に向き合い、ZESCO は、開発プロジェクトの実施に際しては、将来世代の利益を考慮する。
- ZESCO は、電力開発に関する環境問題にオープンに取り組むことを通じて、ZESCO の活動や事業運営に対する顧客その他の関係者の信頼を獲得する。

また、ZESCO は、ZESCO の事業に関する環境保全上および社会経済上の問題に対応するため、1996 年に環境社会ユニット (ESU) をエンジニアリング開発局の下に設立した。ESU は、マネージャーのほか、環境情報、社会科学、環境科学、土壌、生態学、水文等の各専門家と技術スタッフやアシスタントの 15 名から構成される。現在は一部の専門家

やアシスタントに欠員があり、13名のスタッフが配属されている。

ESUの主な機能は、次のとおりである。

- ZESCOの業務がザンビアの環境規制を遵守して行われることを確保する。
- ZESCOの環境ガイドラインや環境運営計画を策定する。
- ZESCOのエンジニアリング部門やその他の部門の職員に対して、環境・社会面から助言する。
- ZESCOの職員に対して、環境・社会面の課題に関する研修を行う。
- ZESCOが事業を展開している流域の環境・社会経済に関する基礎情報のデータベースを開発する。
- ZESCOのプロジェクトに対する環境影響評価を実施して、事業に伴う影響の特定、緩和策の提言、そして提言された緩和策の実施状況のモニタリングを行う。
- ZESCOの発電・送電・配電プロジェクトにおいて環境に関する業務を行うコンサルタントを監督する。
- ZESCOのプロジェクトの実施に関して、土地収用や住民移転、補償に関する業務を管理する。
- ZESCOのプロジェクトに対する地域の理解を確保するためにプロジェクト地域で公聴会を開催し、プロジェクトに対する様々な観点からの意見を得る。

(3) ザンビア野生生物局 (ZAWA)

ザンビア野生生物局は、野生生物法に基づいて1998年に設立された。ザンビア野生生物局は、同法に基づいて設定される国立公園や野生生物管理区、野生生物保護区等の保護区の規制・管理・保護を担当している。また、ザンビア野生生物局は、野生動物や野鳥の捕獲、狩猟、輸出入に関する許可や免許を発出する役割も担っている。財務行政局 (Finance and Administration Department)、商務局 (Commercial Department)、執行局 (Operations Department)、研究計画局 (Research and Planning Department)、野生生物管理区局 (Game Management Areas Department) の5つの部局から成る。

11.2 環境社会配慮の方針と手法

11.2.1 環境社会配慮調査の方針

本調査は、ザンビア国全域を対象に、2030年までの電力開発に関するマスタープランを策定する。マスタープランの策定そのものによって直接的な環境・社会影響が生じるわけではないが、各サブプロジェクトの実施に伴って環境・社会面での影響が生じることが予想される。このため、JICA環境社会配慮ガイドラインに従い、環境社会配慮に関する調査を実施した。

マスタープラン段階での環境社会配慮の目的は、早い段階から想定される影響を把握し、立地や仕様等のサブプロジェクトの詳細決定の際にその影響をあらかじめ考慮することで、事業化段階での深刻な影響を回避・緩和することにある。計画の詳細が決まる前に環境・社会面で配慮すべき事項を把握しておけば、F/S調査や詳細設計(D/D)の段階で具体的な立地や施設の仕様を決定する際にその影響を適切に考慮することが可能になり、早い段階から必要な対策をとることが可能になる。また、F/S、D/Dの際に留意すべき事項をあらかじめ明らかにすることによって、環境影響評価の効果的・効率的な実施が可能になる。

以上の視点に立ち、本調査では、個々の具体的な事業に関する環境社会配慮調査ではなく、計画段階で想定される環境・社会面の影響について一般的な形での初期環境調査(IEE)を行った。調査に際しては、次の点に留意した。

①戦略的環境アセスメント(SEA)の視点を盛り込んだ環境社会配慮調査の実施

マスタープラン段階から、事業に伴う環境・社会面の影響の予測と緩和策の検討を行い、立地や仕様等の詳細を決定する際の留意事項を前倒して検討する。その結果を、

マスタープランの策定プロセスにおいて考慮する。

②F/S 段階での留意事項の明確化

マスタープランに位置づけられるサブプロジェクトが実施される場合に、F/S 段階での環境影響評価で留意すべき事項や手順を明らかにする。今回の環境社会配慮に関する調査結果が、F/S 段階での環境社会配慮調査において予備的な評価として、活用することができるように留意する。

11.2.2 環境社会配慮調査の手法

本調査では、マスタープラン段階で想定される影響について初期環境調査（IEE）レベルの調査を行った。既存文献のレビュー、既存電力施設のサンプル調査、有識者・関係者からの聞き取り、ステークホルダー協議等を通じて、想定される影響とその回避・緩和策を検討した。また、水力開発候補プロジェクトのうち、2箇所を選定して、そのフィージビリティや環境社会配慮上の留意事項を確認するケース・スタディを実施した。

表 11.7 既存電力施設のサンプル調査対象施設

施設種類	場所・名称
水力発電所	<ul style="list-style-type: none"> ● ルサカ州 Kafue: Kafue Gorge ● 南部州 Kariba: Kariba North Bank ● 南部州 Livingstone: Victoria Falls ● 中部州 Lusiwasi
変電所	<ul style="list-style-type: none"> ● ルサカ州 Chongwe 周辺: Leopards Hill ● 南部州 Mazabuka ● 南部州 Choma
送電線	<ul style="list-style-type: none"> ● Lusaka 周辺 ● Kafue 周辺 ● Kariba 周辺

(Source)調査団作成

これらのサンプル調査の結果を踏まえ、DOE、ZESCO の担当者と協議しつつ、環境・社会面の影響のスコーピングや緩和策を検討し、その結果についてザンビア環境審議会等の関係機関と協議した上で最終版を確定した。

11.3 環境社会面の影響

11.3.1 マスタープランの概要

本件調査では、次の3つを柱とする2030年までのマスタープランが策定される予定である。

- ① 最適電源開発計画
水力電源開発を中心に、石炭火力発電計画も含めた最適電源開発計画
- ② 送電系統計画・配電計画
最適電源開発計画との整合、電圧階級の集約等の観点を含む送電系統計画
- ③ 国際電力融通計画
最適電源開発計画に基づく輸出入電力量の概算、隣国との連系線容量の検証等に基づく国際電力融通計画

このうち、電源開発計画については、表 6.31 にあるとおり、15 件の水力開発プロジェクトが計画されている。このうち 10 件が、実施可能性が高いものとしてショートリストに掲載されている。

11.3.2 代替案の検討

本マスタープラン調査における代替案は、次の3点が検討対象になり得る。

- ① 電源開発シナリオの比較
- ② 水力開発プロジェクトの立地選定
- ③ ゼロオプション・シナリオ

本調査における上記3種類の代替案比較についての考え方を以下に示す。

① 電源開発シナリオの比較

電源開発のシナリオは一次エネルギーベース自給シナリオ（シナリオ1-1）と電力ベース自給シナリオ（シナリオ1-2）のふたつのシナリオが想定されている。それぞれのシナリオ下で想定されているサブプロジェクトは、第6章に示されている。これらふたつのシナリオ間でのプロジェクトコンポーネントの大きな違いは、1) 石炭火力発電所について、シナリオ1-1ではMaamba石炭火力発電所のみが含まれているが、シナリオ1-2ではMaamba以外に3ヶ所の新規開発を見込んでいること、2) シナリオ1-2には、石炭火力発電所の開発を織り込む一方で、水力開発プロジェクトのBatoka GorgeとMambilima Falls Iが盛り込まれていないこと、の2点である。なお、シナリオ1-2に含まれるMaamba以外の石炭火力発電所3ヶ所については、立地は決まっていない。

主要な環境社会影響につき、両シナリオを比較すると表11.8のとおりである。

表 11.8 電源開発シナリオの比較（環境社会面）

影響項目	シナリオ1-1	シナリオ1-2
非自発的住民移転	大（貯水池建設）	小
地域経済/土地利用	大（貯水池建設）	小
感染症(HIV/AIDS)	同程度	同程度
水文状況	大（貯水池建設、河川取水）	小
生物多様性	大（貯水池建設）	小
大気汚染	小	大（SO ₂ 、NO ₂ 、粒子状物質等）
土壌汚染	小	大（フライアッシュ、石炭灰）
廃棄物	小	大（フライアッシュ、石炭灰）

注1) 表中の「大」「小」はシナリオ間の比較を表す相対的なものである。

注2) カッコ内の項目は、主な悪影響をもたらす原因を示している。

(Source)調査団作成

シナリオ1-1と1-2とを比較した場合、非自発的住民移転や生物多様性への影響等、立地によって影響の大小が決まる影響項目についてはシナリオ1-1が、大気汚染や廃棄物等汚染物質に関わる影響項目についてはシナリオ1-2が、それぞれ大きくなると予測される。

② 水力開発プロジェクトの立地選定

本マスタープランの主なコンポーネントは、水力開発プロジェクトである。水力開発プロジェクトには、一般に、生態系への影響や非自発的住民移転等、立地によって影響の程度が大きく変わる影響項目がある。これらの影響項目は、重大で不可逆的な影響を引き起こす可能性があるため、立地選定に関する代替案を検討することが不可欠である。

本マスタープラン調査では、各サブプロジェクトの具体的な立地選定までには至らないものの、ある程度立地が特定される。サブプロジェクトの具体的な立地は、各プロジェクトに関するF/S、あるいはその前に決定されるが、マスタープラン段階では詳細が決まっていないものも多い。このため、本調査では、利用可能な地図情報等に基づいて、近隣の保護区や人口密集地、文化遺産等を確認し、各サブプロジェクトの立地選定に際して留意すべき事項をとりまとめる。

③ ゼロオプション・シナリオ

ゼロオプション・シナリオは、電力開発マスタープランが策定されないケースである。環境・社会面の影響に関しては、ゼロオプション・シナリオの場合の環境・社会影響と、マスタープランに位置づけられる個々のサブプロジェクトに伴う環境・社会影響との比較をすることになる。

ゼロオプション・シナリオの場合であっても、増加する需要に対応するために一定の電源開発は行われると想定される。ただし、それが計画的に実施されないことから、増加する電力需要に十分に対応できず、頻繁な停電や電気料金の高騰等、国民生活や経済活動に深刻な悪影響をもたらす可能性が高い。その結果、貧困削減の国家目標（地方電化率 2% → 50%、都市部電化率 48% → 90%）の達成も非常に困難になる。

マスタープランを策定して電源開発を計画的に実施していく場合と、無計画に電源開発が実施される場合とでは、前者の方がマスタープランで計画が明らかにされるといって、計画が具体化される前に、深刻な影響を回避するための回避・緩和策を検討しやすくなる。したがって、電源開発が計画的に実施される方が、結果として環境社会面の影響が少なくなるケースが多いと考えられる。

以上の検討の結果、本環境社会配慮調査では、ゼロオプション・シナリオに特化した代替案の検討は行わない。

11.3.3 環境社会影響のスクーピング

マスタープランの策定自体が環境・社会面の影響をもたらすことはない。しかし、マスタープランに含まれるサブプロジェクトの実施に伴って、何らかの影響が生じることは想定される。マスタープラン段階では、各サブプロジェクトの候補サイトや事業内容は特定されないため、ここでは一般的に想定される影響を記載した。サブプロジェクトごとに影響の程度に差があると想定される場合には、安全サイドに立って、より深刻な影響が生じると想定されるサブプロジェクトを念頭に置いてスクーピングを行った。また、F/S 調査時のスクーピングにおいて留意すべき事項も記載した。その結果は、表 11.9 のとおりである。

表 11.9 サブプロジェクトに伴い想定される影響に関するスコーピング表

影響項目	水 力		火 力		送 電	
	建設	供用	建設	供用	建設	供用
非自発的住民移転	A	A	B	B	B	B
地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響	A	A	B	B	B	B
地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響	B	B	C	C	C	C
先住民族・少数民族の生活への影響	C	C	C	C	C	C
地域の利害対立、不平等	C	C	C	C		
水利用や水利権・入会権	B	B		C		
公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等	B	B	B	C	B	C
文化遺産	C	C	C	C	C	C
地形・地質的特徴	C		C		C	
土壌浸食	C	B	C	C	C	C
水文状況・地下水への影響	C	A		C		
動植物および生物多様性	A	A	C	C	B	C
景観	B	B	B	B	B	B
地球温暖化				C		
大気汚染				B		
水質汚染	C	C		C		
土壌汚染				C		
廃棄物	B	B	B	A	B	
騒音・振動	C		C	C	C	C
地盤沈下		C		C		
悪臭						
堆積・底質		B		C		
事故、安全性	B	C	B	C	B	C

【凡例】 A：重大な影響が生じる可能性がある

B：一定程度の影響が生じる可能性がある

C：現段階では影響不明

無印：無視できる程度の影響

スコーピング表で示した影響項目ごとに、ザンビア国の環境面・社会経済面の現状と、それを踏まえた想定される影響の詳細を以下に記載する。

(1) 非自発的住民移転

【水力】本マスタープランには、水力開発プロジェクトが含まれる。ダム建設予定地周辺に集落がある場合には、大規模な住民移転が発生する可能性がある。水力開発プロジェクトマトリクスに掲載されたプロジェクトに関しては、Kariba-North Extension や Itzhi-Tezhi 等の既存ダムを利用するプロジェクトを除き、多くのプロジェクトがダムの新設を伴うことから、非自発的住民移転が生じる可能性が高い。特に、Batoka Gorge や Mzata Gorge 等、貯水池式のプロジェクトについては、一般に貯水池の面積が大きくなることから、大規模な非自発的住民移転が発生する可能性が高い。一方、流れ込み式のプロジェクトについては、貯水池面積は比較的小さいものにとどまると想定されるものの、施設の規模によっては大きな影響が想定される。また、建設予定地周辺に集落があるかどうかによっても、非自発的住民移転の影響の程度は変わってくる。例えば、Kafue Gorge Lower については、比較的大規模なダムを建設する計画であるが、湛水予定区域

内にある住居が少ないため、非自発的住民移転は生じないか、生じたとしても小規模な影響にとどまると予測されている。これらの住民移転による生活への影響は、施設供用後も継続する。

個々のプロジェクトの F/S 段階では、ダム建設予定地や湛水区域周辺の集落の分布状況を調査し、その影響の程度を見極める必要がある。

【火力】南部州 (Southern Province) Sinazongwe 郡の Maamba で石炭火力発電所の新設が検討されている。Maamba 区 (Ward) は、人口 1 万人程度 (2000 年センサス時点) で、同郡の中では比較的規模が大きい。このほか、シナリオ 1-2 では、3 件の火力発電所が提案されている。これらの立地は未定だが、Kitwe、Kapiri Mposhi 周辺地が候補とされている。火力発電施設が人口密集地に新設される可能性は低いものの、建設予定地周辺に集落や家屋がある場合に小規模な住民移転が発生する可能性がある。こうした住民移転による生活への影響は、施設供用後も継続する。

【送電】本マスタープランでは、送電線・準送電線の新設が含まれる。送電線では、両側 25 m が維持管理区域 (Way Leaves) として樹木が伐採され、土地利用が制限される。送電線・準送電線は、通常は人口密集地を避けて建設されるが、設定されるルートによっては、小規模な住民移転が発生する可能性がある。こうした住民移転による生活への影響は、施設供用後も継続する。

(2) 地域経済 (雇用・生計手段) / 土地利用への影響

【水力】貯水池の新設を伴う場合には、農地・林地その他の土地の水没による土地利用の変化、集落の全部または一部の移転、土地収用、農地・商店等の水没による生計手段の喪失等の影響が生じる可能性がある。こうした住民生活への影響は、施設供用後も継続する。

【火力】火力発電施設の建設予定地周辺の商店の移転、農地・林地の使用制限、土地収用等によって、地域経済に一定の影響が生じる可能性がある。こうした住民生活への影響は、施設供用後も継続する。

【送電】送電線・準送電線の建設の際に、建設予定地の収用、農地その他の土地の一時的な使用制限、商店等の建物の移転・閉鎖が生じる可能性がある。また、送電線の下での土地の利用や立ち入りは、維持管理のために制限される。こうした住民生活への影響は、施設供用後も継続する。

(3) 地域の社会的規範・組織 (地域の意思決定機関等) への影響

【水力】貯水池の新設により集落の全部または相当部分が水没する場合には、地域の社会的規範・組織の喪失等の影響が生じる可能性がある。また、貯水池によって通行が妨げられ社会的な分断が生じる可能性がある。

【火力】火力発電施設の敷地内への立ち入りは制限されることから、その立地次第では、通行が妨げられることにより、社会的な分断が起きる可能性は否定できない。この点は、個別プロジェクトの計画次第であり、現段階では影響の有無は不明である。

【送電】送電線・準送電線の下での土地 (Right of Way) は、維持管理のために利用・立ち入りが制限されるため、その立地次第では、送電線のルートによっては通行が妨げられる等の社会的な分断が起きる可能性は否定できない。この点は、個別プロジェクトの計画次第であり、現段階では影響の有無は不明である。

以上を踏まえ、個々のプロジェクトの F/S 段階では、事業実施予定地周辺のチーフや住民と協議して、注意すべき社会的規範や組織の有無、プロジェクトによる影響を調査する必要がある。

(4) 先住民族・少数民族の生活への影響

【水力・火力・送電】調査では、特に配慮すべき先住民族・少数民族の居住地は確認されていない。しかし、個々のプロジェクトの実施にあたり、発電施設、貯水池、送電線・

準送電線ルート周辺の存在が確認された場合には、家屋の移転や生活基盤の喪失等の影響が生じる可能性がある。こうした先住民・少数民族の居住地の存在の有無は、F/S 調査の際に確認すべき事項である。

(5) 地域の利害対立、不平等

【水力】建設予定地や貯水池の位置によっては、家屋の水没や移転、工事中の影響等につき、特定の住民層への被害の偏りやそれに伴う不平等が生じる可能性は否定できない。

【火力】火力発電施設の立地・設計によっては、特定の地区への汚染の集中等、被害の偏りや不平等が生じる可能性は否定できない。

これらの影響の有無は、個別プロジェクトの計画次第であり、現段階では不明である。個々のプロジェクトの F/S 段階では、地域の利害対立や不平等を引き起こさないかにつき、十分に注意して調査する必要がある。

(6) 水利用や水利権・入会権

【水力】水力開発が想定される河川は、既に農業用水等発電以外の用途にも使用されている。このため、発電用の取水は、農業用水等その他の用途の取水との利害対立を生む可能性がある。とくに、ザンベジ川等の国際河川の場合には、十分な調整がなければ利害対立が生じる可能性が高い。

【火力】火力発電施設の操業に伴って多量の冷却水の取水が必要となることから、地域の水利用・水利権に関して一定の影響が出る可能性がある。このため、F/S 段階では、冷却水の取水量、冷却水を取水する水域の利用状況や水利権を確認する必要がある。

(7) 公衆衛生、伝染病 (HIV/AIDS) 等

UNAIDS の 2008 年報告書 (UNAIDS 2008. Report on the Global HIV/AIDS Epidemic 2008.) によれば、ザンビア国の HIV 感染率は成人人口の 15.2% (2007 年推計) に達するとされている。

【水力】水力発電施設建設のために、建設労働者が長期にわたって流入することが予想されるため、建設予定地周辺で HIV/AIDS が蔓延するリスクが高まる。また、貯水池の湛水によって、マラリアや住血吸虫等の水由来の感染症が増加する可能性がある。大規模な住民移転が発生した場合には、移転先での公衆衛生、伝染病の問題が起きる可能性がある。

【火力】火力発電施設の建設には、多くの建設労働者が長期にわたって従事することから、建設地周辺での HIV/AIDS 蔓延のリスクが高まる。また、小規模ながら住民移転が生じる可能性があるため、移転先での公衆衛生、伝染病の問題が発生する可能性は否定できないが、その有無は現段階では不明である。

【送電】送電線の建設は、水力発電所や火力発電所の建設と比較すると、短期間で終わり、建設労働者の数も少ないケースが多いが、HIV/AIDS 蔓延のリスクが高まる可能性がある。また、小規模ながら住民移転が生じる可能性があるため、移転先での公衆衛生、伝染病の問題が発生する可能性は否定できないが、その有無は現段階では不明である。

(8) 文化遺産

表 11.6 に記載したとおり、世界遺産条約に 1 件の文化遺産が登録されているほか、4 件が暫定リストに掲載されている。さらに、ザンビア国家遺産保全委員会は 3000 にも上る文化・自然遺産をリストアップしている。これらすべてが国家遺産や文化財として指定されているわけではないが、プロジェクトの計画策定に際してはこうした文化遺産に十分配慮する必要がある。

【水力】水力開発により、地域の文化的・宗教的施設や墓地、伝統的建築物等の全部または一部が水没する可能性がある。

【火力・送電】発電施設の建設予定地、送電線・準送電線の計画ルートまたはその近辺に地域の文化的・宗教的施設や墓地、伝統的建築物等がある場合には、これらの遺産の喪

失や移転、これら文化遺産との一体的な景観への影響等、一定の影響が生じる可能性がある。

これらの影響は個別プロジェクトの立地に依存するため、現段階ではその影響の有無は不明である。このため、個々のプロジェクトの F/S 段階では、事業実施予定地周辺の文化遺産の有無、プロジェクトによるそれらへの影響を調査する必要がある。

(9) 地形・地質的特徴

【水力・火力・送電】貯水池の新設に伴う水没、発電施設や送電線・準送電線の建設のための土地造成等によって、学術的に重要な地形や地質が損なわれる可能性がある。マスタープラン段階ではこうした地形・地質的特徴は確認されておらず、現段階では影響の有無は不明だが、F/S 段階で事業実施予定地にそのような地形・地質がないかを調査する必要がある。

(10) 土壌浸食

【水力】発電所やダム of 建設工事に際して、土壌浸食が生じる可能性がある。また、湛水の影響により、貯水池周辺の土壌が浸食される可能性がある。

【火力】発電施設の立地の選定次第では、建設工事に際して土壌浸食を招く可能性は否定できない。

【送電】送電線が傾斜地を通過する場合には、建設工事に際して土壌浸食を招く可能性は否定できない。

貯水池周辺の土壌浸食を除き、これらの影響の有無は、現段階では不明だが、個々のプロジェクトの F/S 段階では、施設建設予定地周辺の地形や地質を見て、土壌浸食の有無やどの程度の土壌浸食が生じるかを予測する必要がある。

(11) 水文状況・地下水への影響

【水力】流れ込み式ダムにおける河川水の取水と減水区間の出現、または貯水池式ダムにおける貯水によって、当該河川の水文に大きな影響を与える可能性がある。また、こうした水文の変化により、地下水の分布や量にも影響が生じる可能性がある。

【火力】火力発電所の操業に伴う冷却水の取水によって、地域の水文に何らかの影響を及ぼす可能性がある。こうした影響の有無は、個別プロジェクトの計画次第であるため、現段階では不明だが、F/S 段階では、冷却水の取水に伴う水文・地下水への影響を、取水する水域や取水量を基に予測する必要がある。

(12) 動植物および生物多様性

国立公園や野生生物管理区等の保護区の分布状況は図 11.1 に、森林保全区の分布状況は図 11.2 に示した。こうした保護区・森林保全区の周辺でプロジェクトが計画される場合には、野生動植物への影響が懸念される。

【水力】水没による野生生物の生息・生育地の消失、取水による河川流量の変化による水生生物への影響、建設に伴う土地造成による森林伐採等の影響が想定される。水力開発プロジェクトの多くは、国立公園や野生生物管理区の中または周辺で計画されている。とくに、ショートリスト掲載プロジェクトのうち、Itezhi-Tezhi、Lusiwasi Expansion、Mutinondo、Luchenene、Lunsemfwa、Mkushi、Kabompo Gorge、Kabwleume Falls、Kundabwika Falls、Kafue Gorge Lower の各プロジェクトは、すべて保護区の中または周辺で計画されている。こうしたプロジェクトでは、貯水池の新設、河川からの取水による生態系への影響が懸念される。

【火力】建設予定地の Maamba (南部州 Sinazongwe 郡) の周辺には保護区や森林保全区はないが、火力発電所の建設のための土地造成によって、森林伐採や動植物の生息・生育地の消失等、一定の影響が生じる可能性は否定できない。その他の火力発電所については、Kitwe や Kapiri Mposhi 周辺が建設予定地として提案されているが、これらの周辺にも保護区はない。ただし、Maamba と同様、建設のための土地造成が必要になるため、

樹木伐採等による一定の影響が生じる可能性は否定できない。影響の有無は、個別プロジェクトの計画次第であるため、現段階では不明だが、F/S 段階で樹木伐採の有無やその規模を確認する必要がある。

【送電】送電線・準送電線の建設のために、一定の森林伐採が必要になる。保護区や森林保全区の内部を通過する可能性があり、その場合には動植物への影響が予想される。また、送電線・準送電線の下土地 (Right of Way) は、維持管理のために定期的に樹木の伐採が行われる。マスタープランで至近に必要と提案された送電プロジェクトのうち、北西部の送電システムの改善については、Serenje から北に数 10 km の地点にある Lavushi-Manda 国立公園や Kasanka 国立公園、Kasama の南約 100 km にある Isangano 国立公園等、複数の保護区が点在している地域を通過する可能性がある。また、Itezhi-Tezhi からルサカへの送電線については、Kafue 湿原やその周辺に点在する保護区の中あるいは周辺を通過するルートが想定される。F/S 段階でこれらの送電線ルートを選定する際は、保護区の植生や野生生物への影響につき、特に慎重な調査が求められる。

(13) 景観

【水力】水力発電施設の建設とそれに伴う貯水池の建設によって、地域の景観が大きく変わる可能性がある。個々のプロジェクトの F/S 段階では、現地ステークホルダーの意見も踏まえて、景観に与える影響の程度を見極める必要がある。

【火力】火力発電所の立地によっては、建物や高煙突によって、地域の景観に一定の影響を及ぼす可能性がある。F/S 段階では、施設建設予定地周辺の地形や現地ステークホルダーの意見も踏まえ、景観への影響の有無を調査する必要がある。

【送電】ザンビア国では、送電線の鉄塔は、通常、132 kV 線で高さ 20 m 程度、330kV 線で高さ 20 m 以上である。これらの鉄塔やそこに架線される送電線によって、地域の景観に影響を及ぼす可能性がある。F/S 段階では、現地ステークホルダーの意見も踏まえて、景観に与える影響の程度を見極める必要がある。

(14) 地球温暖化

【水力・送電】建設工事中の重機・車両の使用、工事に伴う森林伐採、貯水池の新設による森林の水没によって、二酸化炭素が一定程度放出されるが、無視できる程度の影響と考えられる。

【火力】火力発電所の建設に伴う重機・車両の使用や森林伐採によって一定の二酸化炭素が放出されるが無視できる程度の影響と考えられる。一方、石炭火力発電所の操業によって、石炭燃焼に伴う二酸化炭素が継続的に排出される。現段階では影響の程度は不明だが、F/S 段階では計画される発電施設の規模や仕様、使用される燃料の質を基に、温室効果ガス排出量を把握する必要がある。

(15) 大気汚染

【水力・送電】建設工事中の重機・車両の使用によって、一定程度の大気汚染物質が生じるが、無視できる程度の影響と考えられる。

【火力】火力発電所の建設に伴う重機・車両の使用によって、大気汚染物質が一定程度発生するが、無視できる程度の影響と考えられる。また、操業中には、化石燃料の燃焼によって硫黄酸化物や窒素酸化物等の大気汚染物質が継続的に発生する。

(16) 水質汚染

【水力】建設工事に伴う濁水の河川への流出、湛水による貯水池内の水質悪化等の可能性がある。これらの影響の有無は、個別プロジェクトの計画や立地次第であり、現段階では不明である。個々のプロジェクトの F/S 段階では、施設建設予定地周辺の水域やその水流や水量、周囲の汚染源等を調査し、想定される水質汚染の程度を予測する必要がある。

【火力】操業中に放出される冷却水の温度によっては、水質への影響が生じる可能性がある。

る。また、冷却水パイプ内部への貝類等の生物の付着を防止するために薬剤を使用する場合には、その薬剤による汚染が生じる可能性がある。これらの影響の有無は、個別プロジェクトの計画や立地次第であり、現段階では不明である。個々のプロジェクトの F/S 段階では、冷却水の処理方法等の詳細を確認し、水質汚染が生じる可能性の有無やその程度を予測する必要がある。土壤汚染

(17) 土壤汚染

【火力】火力発電所の操業によって生じる石炭灰・フライアッシュの処理に伴い、土壤汚染が生じる可能性は否定できない。影響の有無やその程度は現段階では不明だが、F/S 調査において、施設の仕様が決まった際に、石炭灰・フライアッシュの排出・処理方法を確認する必要がある。

(18) 廃棄物

【水力・送電】発電施設やダム、送電線・準送電線、変電所の建設に伴って、残土や建設廃棄物が生じる。また、水力発電所や変電所の操業に伴って、定期的に廃棄物が排出される。さらに、変電所に関しては、老朽化した変圧器の交換によって、ポリ塩化ビフェニル (PCB) を含む廃油が発生する可能性がある。

【火力】発電施設の建設に伴って、残土や建設廃棄物が生じる。操業中に石炭灰やフライアッシュ等の廃棄物が継続的に発生する。石炭灰やフライアッシュは、強アルカリ性を示し、燃料となる石炭の品質によっては重金属を含む可能性もあることから、適正に処理しなければ土壤汚染や地下水汚染を引き起こす可能性がある。

(19) 騒音・振動

【水力・火力・送電】ダムや発電施設、送電線、変電所の建設工事に伴って、一定の騒音・振動が発生する。特に、建設予定地の近傍に集落がある場合には、一定の影響が生じる可能性がある。火力発電所の操業に伴って、一定の騒音が発生する。変電所では、変圧器の周辺十数メートルの範囲で低周波音が生じる。こうした騒音が近隣集落に影響を及ぼすかどうかは、個別プロジェクトの施設レイアウト次第であるため、現段階では不明である。個々のプロジェクトの F/S 調査では、施設建設予定地周辺の集落の分布状況、各施設のレイアウトを参照して、騒音・振動の影響の程度を予測する必要がある。

(20) 地盤沈下

【水力】ダム建設地点の地盤の強度によっては、一定の地盤沈下が起こる可能性がある。現段階では地盤沈下の有無は不明だが、事業の詳細が決定された段階で地質調査を行い、地盤沈下の可能性の有無とその程度を調査する必要がある。

【火力】火力発電所の冷却水を地下水から取水する場合には、地盤沈下が生じる可能性は否定できない。その影響の有無は、個別プロジェクトの計画次第であるため、現段階では不明である。個々のプロジェクトにおいて、地下水から冷却水を取水する計画になっているものについては、F/S 調査で、地下水の水量の調査をして地盤沈下の可能性の有無を予測する必要がある。

(21) 堆積・底質

【水力】上流からの土砂等が貯水池内に堆積する可能性がある。個々のプロジェクトの F/S 調査では、土砂流入量の推定をし、その影響の程度を予測する必要がある。

【火力】火力発電所からの冷却水の放流によって、底質への影響が生じる可能性は否定できない。影響の有無は、個別プロジェクトの計画次第であるため、現段階では不明である。個々のプロジェクトの F/S 段階では、計画されている冷却水の処理システムを踏まえ、低質に影響を与えるような物質の有無を調査する必要がある。

(22) 事故、安全性

【水力】水力発電施設の建設時の事故の可能性がある。また、放流時に住民等が巻き込ま

れる可能性も否定できない。

【火力】建設時の事故、操業中の有害物質の漏出等の可能性がある。

【送電】建設時の事故のほか、災害等による送電線の破損や地上への垂れ下がり等の可能性は否定できない。

施設の操業中の事故・安全性に関する影響の有無は、個別プロジェクトの計画や立地次第であるため、現段階では不明である。個々のプロジェクトのF/S調査では、特に、プロジェクト予定地の地形や地質、周辺村落の分布、想定される工事内容、工期等を踏まえて、安全性の確保に問題がないかを確認する必要がある。

11.3.4 想定される影響に対する回避・緩和策

(1) マスタープラン段階における配慮

マスタープラン段階での配慮としては、特に深刻な影響が生じる可能性があるサブプロジェクトを特定すること、深刻な影響をできるだけ回避できるように計画すること、必要な緩和策を早い段階から検討すること、といった配慮が基本となる。特に、非自発的住民移転・土地収用、保護区・野生生物への影響等、影響の大きさがサブプロジェクトの立地に左右されるものについては、立地選定の段階からの配慮が重要である。

本調査では、マスタープランの策定にあたって、地図情報、既存のF/Sレポート等の利用可能な情報に基づいて、関係機関と協議し、プロジェクト実施に伴う環境・社会面の影響が想定される地域をできる限り事前に把握し、そうした地域を避けて立地するという方向性を確認した。

(2) 事業化段階を考慮した回避・緩和策の検討

事業化段階は、さらに、フィージビリティ調査 (F/S) 段階と、その後の基本設計 (B/D) または詳細設計 (D/D) 段階、建設・施工段階に分けることができる。環境影響評価は通常F/S段階で行われ、そこで明らかにされた環境保全対策がB/DあるいはD/Dで精査され、建設・施工までに実施されるという流れになる。このため、本調査では、F/S段階での環境影響評価において考慮すべき環境社会配慮事項について検討し、今後の留意事項として整理した。

1) 非自発的住民移転

立地選定に際して、非自発的住民移転を避けるために、代替地も含めた検討を行う。現地調査、チーフや長老等の住民代表・郡議会議員等との協議を通じて現地の状況を把握し、非自発的住民移転が起きる可能性が高い候補地はできるだけ避けるように配慮する。

非自発的住民移転が避けられない場合には、対象住民や住民代表と十分に協議し、その合意を得る。住民移転を円滑に進めるための住民移転計画を策定し、それを着実に実行する。住民移転計画には、移転対象住民が移転先で滞りなく生活を再建することができるよう、十分な補償やモニタリングシステムを盛り込むよう配慮する。具体的には、住民移転計画には少なくとも次の内容が含まれるべきである。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1. 土地収用・住民移転の範囲2. 社会経済情報3. 目的・政策枠組み <ul style="list-style-type: none">● 土地収用・住民移転の範囲 (地図で示す) と必要性● 土地収用・住民移転の規模を最小化するための代替オプション● 土地その他の財産の収用、住民移転に関する主要な影響 等● 影響を受ける住民の定義、人数● 住民が受ける影響の記述 (社会的・文化的・経済的な側面)● 収用によって影響を受けるすべての財産の詳細● 貧困層、先住民、少数民族その他の脆弱なグループへの影響とその緩和策 等● 土地収用・住民移転の目的● 国および地方レベルの土地・補償・住民移転に関する法的枠組み |
|---|

- 補償その他の支援の対象者 等
- 4. 住民参加と苦情処理
 - ステークホルダーの特定
 - 計画、管理、モニタリング、評価の各段階におけるステークホルダーの参加
 - 影響を受ける住民を支援するための地域の社会規範・組織の特定、NGO の活用
 - 苦情処理システムの確立 等
- 5. 住民移転
 - 補償に関するオプション（代替住居の建設、現金での補償等）の特定
 - 引越し、移転先での生活再建に関する支援
 - 移転先のオプション
 - 施設のレイアウト計画、デザイン
 - 生計回復手段、移転先コミュニティへの同化策
 - ジェンダー、脆弱なグループに関する留意事項 等
- 6. 生計回復計画
 - 生計向上戦略の検討
 - 雇用機会（代替的生計手段の提供、職業研修等）の特定
 - 商店等の移転、移転先での再開等に関する計画 等
- 7. 実施体制
 - 土地収用、住民移転に関する計画、交渉、相談、承認、調整、実施、予算、モニタリング評価に関する業務と責任の特定
 - 土地収用、住民移転に関する実施機関の権能のレビュー
 - 技術支援を通じた能力強化の提供 等
- 8. 移転費用
 - 移転費用、土地収用費用とその財源の特定
 - 年間予算の準備と支弁時期の特定 等
- 9. 実施スケジュール
 - 主なタスクごとに開始時期と終了時期を明示したスケジュール表の作成
 - 影響を受ける住民への支援の提供時期の明示（住居等の解体前に支援を提供する）
- 10. モニタリング・評価
 - 内部モニタリング体制、指標、報告メカニズムの準備
 - 第三者による評価を含む評価計画の準備
 - 影響を受ける住民の評価への参加

(Source) アジア開発銀行住民移転ハンドブック (ADB Handbook on Resettlement: A Guide to Good Practice) より調査団作成

現地ステークホルダー協議では、1970年代に実施されたプロジェクトでは十分な補償がされなかったとの指摘もあった。当時の政策・法的枠組みの整備状況や執行状況は不明だが、いずれにしても現在または今後実施されるプロジェクトでは、十分な補償と必要な生活再建支援を行う必要がある。

ZESCO の ESU は、2003 年 1 月に送配電プロジェクトに関する住民移転政策（案）を策定した。ZESCO 内部で正式に承認されていないが、近年の送配電プロジェクトの住民移転計画はこの政策（案）に準拠して策定されている。この政策（案）は、上記の各項目をほぼ網羅し、これらの基本原則を示したものであり、JICA 環境社会配慮ガイドラインにも合致していると考えてよい。個々のプロジェクトに関する移転計画は、この政策（案）に示された原則に従って、その自然的・社会経済的条件に応じて策定されることになる。

なお、ZESCO が過去の送電プロジェクトに関して作成した住民移転計画も上記住民移転政策（案）に基づいて策定されている。同計画では、補償の対象として次の費用を計上しており、住民の生活再建支援に配慮したものとなっている。

- 移転先において、現状と同等以上の住宅を建設するために必要な費用
- 移転費用（交通費、荷物運搬費等）
- 移転先での農地取得費用と、一年目の農業投入（肥料・農機具等）に要する費用

さらに、移転先の村落への公共施設（ヘルスセンターや学校等）の整備費用を計上しているケースもあり、移転先での生活再建に配慮した内容となっている。住民移転計画

は、こうした先行事例も参考にしながら策定すべきである。

2) 地域経済（雇用・生計手段）／土地利用への影響

F/Sの初期段階またはそれよりも早い段階から、周辺住民に対して計画内容を説明し、住民の生計手段に何らかの影響が及ぶと想定される場合には、代替的な生計手段の準備等、住民が十分な時間的余裕をもって影響に対処できるように配慮する。加えて、土地収用によって、農地・薪炭林等の経済基盤への影響が避けられない場合には、住民の生計回復プログラムを含む土地収用計画を策定し、対象住民と事前に十分協議して、住民の合意を得る。土地収用計画は、1)に示したような内容をカバーすることが必要である。また、施設供用後も、必要に応じて、住民の生活・生計の回復状況をモニタリングする。

3) 地域の社会的規範・組織（地域の意思決定機関等）への影響

F/Sの初期段階でサブプロジェクト予定地の周辺住民に計画内容を説明し、公式および非公式の意思決定機関や社会規範の有無を確認する。非公式の意思決定機関とは、例えば、伝統的な慣習に基づく会合等が想定される。これらの地域の意思決定機関と協議をして、プロジェクトの実施、影響の緩和策、移転先での組織再建のための支援策等について合意を得る。

4) 先住民族・少数民族の生活への影響

サブプロジェクト予定地の地方政府・住民代表等との協議を通じて、配慮すべき先住民族・少数民族居住区の有無を確認する。先住民族・少数民族の存在が確認された場合には、当該民族との協議の場を持ち、サブプロジェクトの実施に伴いその民族が不公平な取り扱いを受けることのないよう配慮する。

5) 地域の利害対立、不平等

F/Sの初期段階でサブプロジェクト予定地の地方政府・住民代表・周辺住民に対して計画内容を説明し、当該サブプロジェクトが地域で利害対立を生む懸念がないかを確認する。具体的には、負の影響の特定の住民層への偏りがないか、過去に当該地域で何らかのトラブルがなかったか等を確認する。何らかの影響が想定された場合には、関係者と十分に協議して、緩和策について合意形成をする。

6) 水利用や水利権・入会権

サブプロジェクトの計画段階から、水利権者と調整して取水量や取水パターンについての合意を得る。特に、国際河川については、関係する国との間で水利権に関する協議を行い、取水量・取水パターン等について合意する必要がある。

7) 公衆衛生、伝染病（HIV/AIDS）等

建設労働者の流入による HIV その他の感染症の蔓延を防止するため、建設労働者や周辺住民に対する感染症対策の教育・啓発活動を実施する。コンドームの無償配布等の予防策も実施する。ZESCO では保健省と共同で HIV の啓発プロジェクトを実施した経験もある。保健省や NGO 等の外部リソースの活用も検討することが有効である。

移転先での公衆衛生、感染症の問題を緩和するために、排水溝等の施設整備、移転住民への広報活動等の対策を講じる。

8) 文化遺産

F/Sの初期段階でサブプロジェクト予定地の地方政府・住民代表・周辺住民、国家遺産保全委員会（NHCC）に対して計画内容を説明し、配慮すべき文化遺産の有無を確認する。影響を受ける可能性のある文化遺産がある場合には、住民や NHCC その他のステークホルダーと十分に協議して、計画内容の一部修正や、当該文化遺産の移設等の緩和策を検討する。

9) 地形・地質的特徴

F/Sの初期段階でサブプロジェクト予定地の地方政府・住民代表、NHCC、学識経験者に対して計画内容を説明し、学術的に価値のある地形・地質的特徴の有無を確認する。何らかの地形・地質的特徴が確認された場合には、これらのステークホルダーと十分に協議して、計画内容の一部修正や必要な緩和策の検討を行う。

10) 土壌浸食

建設工事の際に、土壌浸食を防止するため、排水路の確保、増水時・雨季の工事の回避等の土壌浸食対策を講じる。水力発電に関しては、貯水池周辺の植生をできる限り保全し、土壌浸食が最小化されるよう配慮する。また、傾斜地に送配電線を張る場合には、植生をできるだけ保全する、再緑化する等の土壌保全策を講じる。

11) 水文状況・地下水への影響

地域の水文に著しい変化を与えないよう、地域の流量・水文状況を調査した上で、取水量・取水パターンを検討する。取水する水域、近隣の井戸の水量・水質をモニタリングして、地下水の枯渇等の影響が生じた場合には、取水量を調整する等の措置を講じる。

12) 動植物および生物多様性

サブプロジェクトの予定地周辺に生息・生育する生物種とその分布、保護区、森林保全区の分布を調査する。特に、希少種・絶滅危惧種については詳細に調査する。これらの生態系調査は少なくとも雨季と乾季を含める必要があり、長期間を要することから、早い段階から実施する必要がある。具体的には、次のステップで調査を行う。

- F/Sの初期段階で、ベースラインデータとして活用可能な、プロジェクト予定地周辺の生態系調査データの有無を確認すること（調査の実施機関、そのデータの管理機関を確認することを含む）
- 生態系調査のデータが存在しない場合には、ZAWA や ECZ 等の関係機関と協議して、生態系調査の必要性や内容（調査項目、期間、頻度等）を確認した上で、必要な調査を実施すること
- プロジェクト予定地が隣国との国境に近い区域で計画されている場合には、隣国との間で野生生物に関する合意文書等が存在するかを確認すること

環境保全対策の検討は、以上の生態系調査の結果や隣国との合意文書等の内容を十分に踏まえ、以下のステップで実施する。

- 事業計画の策定に際し、生態系調査の結果を参照して、施設の配置、アクセス道路のルート等につき、希少種の生息・生育環境の改変、森林伐採ができるだけ回避できるよう検討する。
- 何らかの影響が避けられない場合には、繁殖期の工事を避ける、工事の時間帯を工夫する、工事車両の速度制限を設定する等、工期・工法を調整して、野生動植物への影響の最小化を図る。
- 対策を講じてもなお深刻な影響が想定される場合には、代償措置を講じる。代替的な生息・生育環境の確保のための新たな保護区の設置、近傍地での再植林、魚道の設置等、想定される影響の性質・程度に応じた対策をとる。

これらの野生生物保護対策については、過去のインフラ開発プロジェクトの事例も参考にしながら、効果的な手法を検討する。

13) 景観

F/Sの初期段階で、サブプロジェクトの予定地周辺の地方政府・住民代表・住民に対して計画内容を説明し、地域の景観への影響の有無を確認する。何らかの影響が想定される場合には、計画内容の一部修正（ルート変更等）、必要な緩和策（工事後の再緑化をす

る、施設の色を景観に配慮したものにする等)の検討を行う。

14) 地球温暖化

火力発電所の発電設備の仕様を決定するに際して、できるだけ熱効率のよい設備を採用することによって、石炭の消費量を抑制し、温室効果ガスの排出を抑制する。

15) 大気汚染

石炭の前処理による硫黄含有量の低減、排煙脱硫・脱硝装置や電気集じん機の設置等によって、火力発電所からの大気汚染物質の一般環境中への排出を抑制し、排出基準を遵守する。

16) 水質汚染

建設工事の際に、濁水が河川に流出することを防止するため、工事用の仮堰の設置、増水時や雨季の工事の回避等の配慮をする。

火力発電所の冷却水を放出する際には、排水基準を遵守する。特に、水温を摂氏 40 度以下とすることに留意する。加えて、取水側と排水側の温度差をできる限り小さくすることも考慮する必要がある。なお、日本では、一般に、この温度差を 7 度以下に維持するよう調整しており、これもひとつの目安とする。

17) 土壌汚染

火力発電所から排出される石炭灰・フライアッシュが土壌中に漏出することのないよう、適正に処理する。

18) 廃棄物

建設工事中に生じる残土・建設廃棄物、火力発電所から排出される石炭灰・フライアッシュ、施設の操業中に生じる廃棄物について、廃棄物管理規則に基づき適正に処分する。建設廃棄物の適正処分を確保するため、適正処分に関する条項を工事契約に盛り込む。

PCB 廃油については、ザンビア国では、PCB の処理体制は確立されていない。このため、一般環境中に流出することのないよう適切に保管することが必要である。また、新しい変圧器の導入に際しては、PCB を含んでいないことを確認することも必要である。PCB 廃油の保管に際しては、日本の廃棄物処理法では次のような基準が定められている。ZESCO は、この基準も参考にして、PCB 廃棄物の適正保管を図るべきである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1) 容器に入れ密閉する等、PCB の揮発防止のために必要な措置がとられ、かつ、PCB 廃棄物が高温にさらされないための措置を講ずること2) PCB 廃棄物の容器が腐食することのないよう必要な措置を講ずること3) 保管場所の周囲に囲いを設けること4) 保管場所の見やすい箇所に、次の事項を記載した掲示板を設けること<ol style="list-style-type: none">① PCB 廃棄物の保管場所である旨② 管理責任者の氏名又は名称、連絡先5) 保管の場所から、PCB 廃棄物が飛散し、流出し、地下に浸透し、および悪臭が発生することを防止するために必要な措置を講ずること。6) 保管場所には、ねずみの発生、蚊やハエ等の害虫の発生を防止するために必要な措置を講ずること |
|--|

19) 騒音・振動

工事現場の周辺に村落がある場合には、工事日時・期間の事前告知等により、騒音・振動による影響を軽減する。

火力発電所や変電所の敷地境界での騒音被害を防止するため、国際基準 (7.1 (3)③参照) を参照しつつ、施設的设计・配置に配慮する。

20) 地盤沈下

火力発電所の冷却水の取水地点周辺の地盤沈下状況をモニタリングし、何らかの影響が観察された場合には、取水量の調整等の措置を講じる。

21) 堆積・底質

水力発電所の貯水池内への堆積に対し、定期的な浚渫、貯砂ダムの建設等によって、貯水池内への堆積することを防止する。

22) 事故、安全性

建設労働者や保守管理担当者に対し、業務遂行に際しての安全教育を実施する。ダムの放流時には下流の住民に事前に知らせる等、事故防止に努める。送電線の定期的な巡視を行う。

11.3.5 環境管理計画・モニタリング

(1) 環境管理計画の策定

サブプロジェクトに関して環境影響評価書（EIS）を作成する場合には、回避・緩和策を着実に実施するための環境管理計画の作成が求められる。ザンビア環境影響評価規則では、悪影響に対する環境保全対策、環境指標のモニタリングを含む環境管理計画（Impact Management Plan）の作成を義務づけている（第11条（Regulation 11））。ザンビア環境影響評価規則では環境管理計画に定める内容について詳細に定められていないが、環境管理計画には少なくとも次の事項を含めるべきである。

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1) プロジェクトに伴う負の影響に対する回避・緩和策<ul style="list-style-type: none">● 回避・緩和策の明確化● 回避・緩和策の実施体制・責任体制2) 影響のモニタリング<ul style="list-style-type: none">● 回避・緩和策の実施状況とその効果に関するモニタリング（項目、手法等）● 大気・水質・騒音等の環境質のモニタリング（項目、手法等）● 想定外の影響の有無のモニタリング（項目、手法等）● モニタリング結果を踏まえた対応策の検討3) 環境管理計画の実施体制<ul style="list-style-type: none">● 環境管理の担当者の指名と責任範囲の明確化● 職員・施工業者への研修4) 情報公開と住民参加<ul style="list-style-type: none">● プロジェクトの進捗状況の公表● 回避・緩和策の実施状況、モニタリング結果等の公表● ステークホルダーとの協議の場の設定● 苦情処理システム5) 実施スケジュール<ul style="list-style-type: none">● 主なタスクごとの実施スケジュール |
|--|

環境影響の有無や程度を確認するモニタリングは、特に重要といえる。モニタリングにおいて、環境影響評価で提言された回避・緩和策が着実に実施されているか、想定外の環境・社会影響が生じていないかを確認する必要がある。

スコーピング、回避・緩和策の検討を踏まえ、本マスタープランに位置づけられるサブプロジェクトに関して必要と考えられる主なモニタリング項目を表 11.10 に示す。

表 11.10 主なモニタリング項目

事業類型	項目	モニタリング項目
水力発電所	住民移転、土地収用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 非自発的住民移転・土地収用の有無 ・ 合意取得プロセスの適切性 ・ 財産評価の適切性、補償額の適切性 ・ 移転プロセスの適切性 ・ 住民移転・土地収用の執行状況 ・ 移転対象住民への生活再建支援の状況
	地域経済/土地利用	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住民の生計活動への影響の有無
	水利用・水利権	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域の水利用・水利権への影響の有無
	公衆衛生・伝染病	<ul style="list-style-type: none"> ・ 緩和策の進捗状況（コンドームの配布状況等） ・ 建設作業員の感染症に関する理解度
	土壌浸食	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事現場周辺の土壌浸食の状況 ・ 植生回復等の土壌保全対策の進捗状況
	水文状況・地下水	<ul style="list-style-type: none"> ・ 近隣の河川・湿地帯の流量の変化 ・ 近隣井戸の水位の変化
	動植物・生物多様性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 保護区や生態系への影響の有無（指標種の生息・生育数の変化等） ・ 回避・緩和策の適切性
	文化遺産・景観	<ul style="list-style-type: none"> ・ 文化遺産・景観への影響の有無 ・ 回避・緩和策の適切性
	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設廃棄物の処理状況
	地盤沈下	<ul style="list-style-type: none"> ・ ダムその他の構造物の地盤沈下状況
	堆積・底質	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯水池内の堆積状況
	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事中の安全対策 ・ 施設の保守・点検、火災の防止
	火力発電所	住民移転、土地収用
地域経済/土地利用		(水力発電所と同様)
公衆衛生・伝染病		(水力発電所と同様)
動植物・生物多様性		(水力発電所と同様)
文化遺産・景観		(水力発電所と同様)
水質汚染		<ul style="list-style-type: none"> ・ 冷却水の温度、水質
大気汚染		<ul style="list-style-type: none"> ・ 排出ガスの成分
廃棄物		<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設廃棄物の処理状況 ・ 石炭灰やフライアッシュの処理状況
騒音		<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転時における敷地境界での騒音レベル
安全対策		(水力発電所と同様)
送電	住民移転、土地収用	(水力発電所と同様)
	地域経済/土地利用	(水力発電所と同様)
	公衆衛生・伝染病	(水力発電所と同様)
	動植物・生物多様性	(水力発電所と同様)
	文化遺産・景観	(水力発電所と同様)
	廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設廃棄物の処理状況 ・ PCB 廃油の処理・貯蔵状況
	騒音	(火力発電所と同様)
	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事中の安全対策 ・ 施設の保守・点検、火災の防止 ・ 感電防止対策
共通事項	回避・緩和策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 提案された回避・緩和策の実施状況と適切性
	想定外の影響	<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定外の影響の有無
	苦情	<ul style="list-style-type: none"> ・ 苦情受付窓口の設置と苦情の記録 ・ 苦情への対応状況

(Source)調査団作成

モニタリング項目は、個別事業の立地に応じて変更する必要がある。例えば、ラムサール条約登録湿地の周辺でのサブプロジェクトであれば、そこに生息する水鳥への影響もモニタリング項目に加える必要があるだろう。さらに、観測地点、頻度や期間等のモニタリ

ング手法やモニタリング指標についても同様に事業の性質を十分に勘案して決定されるべきである。これらの具体的な内容は、ザンビア環境審議会や野生生物局等の関係機関と協議の上、想定される環境・社会影響に応じて調整されるべきである。

(2) 環境管理計画の実施体制

環境管理計画は、単に作成されるだけでは意味がなく、確実に実施されなければならない。このため、その実施に必要な人員・予算の確保と、実施のための仕組みづくりが不可欠である。

環境管理計画の実施は、プロジェクト実施者が第一義的な責任を負う。現在予定されている電源開発プロジェクトの実施者には、ZESCOのほか、CECやTATA等の民間企業も名を連ねている。

ZESCOのプロジェクトに関しては、環境社会ユニットがZESCO内の他部局と協力して、環境管理計画を実施することになる。環境社会ユニットには、環境管理、自然生態系、非自発的住民移転・土地収用等、プロジェクトに伴う幅広い環境社会影響をカバーする専門家が配置されている。環境社会ユニットは環境影響評価書の作成経験も複数有しており、環境管理計画の内容を的確に実施に移していく能力は十分にあると考えられる。一方、その他の民間プロジェクトに関しては、少なくとも環境社会配慮の担当者を明確にし、環境社会配慮の業務に従事するコンサルタントを適切に管理監督できる体制を確保する必要がある。

11.3.6 現地ステークホルダー協議

本件調査では、大別して2種類のステークホルダー協議を実施した。ケーススタディサイトにおけるステークホルダー協議（関係者へのインタビューを含む）と、ルサカでのステークホルダー協議である。前者は、サブプロジェクトに伴う環境社会面の影響とそれに対する住民の認識を現場レベルで把握すること、F/S等での環境影響評価の際の留意事項を抽出することを目的として実施した。一方、後者は、政府関係機関、NGO、学識経験者らを対象にして、過去の案件からの教訓、計画レベルでの留意事項等を得ることを目的として実施した。

(1) ケーススタディサイトにおけるステークホルダー協議

本件調査はマスタープラン調査であり、具体的な立地は特定されないため、各サブプロジェクトによって直接的な影響を受ける住民（PAPs: Project Affected Persons）を特定することはできない。このため、本調査では、ステークホルダーをある程度特定でき、かつ、大きな影響が想定される水力開発に関するケーススタディサイトで代替的なステークホルダー協議を実施した。具体的には、地方政府、住民代表、チーフ（伝統的首長）等と協議して、発電施設の建設に伴う環境・社会面の影響や懸念事項についての見解を確認した。

表 11.11 現地ステークホルダー協議の概要

日程	場所	協議先
2009年 6月5日	中部州 Serenje 郡	Serenje 郡開発調整委員会（District Development Coordination Committee：各省庁の出先機関、郡政府、警察、農民代表、商工業者代表、NGO等40人前後）
2009年 6月3日	中部州 Mailou 村	Chief Mailou（Lushiwasi 発電所周辺を治めるチーフ）
2009年 6月9日	南部州 Itezhi-Tezhi 郡	Itezhi-Tezhi 郡開発調整委員会（各省庁の出先機関、郡政府、警察、農民代表、商工業者代表、NGO等40人前後）
2009年 6月10日	南部州 Kaingu 村	Chief Kaingu（Itezhi-Tezhi ダム周辺を治めるチーフ）

(Source)調査団作成

現地ステークホルダー協議の中で明らかにされた事項のうち主なものを以下に示す。

①郡開発調整委員会との協議

【正のインパクト】

- 発電所の建設や操業に伴って、雇用が創出される。
- 道路等の社会資本が改善され、地域社会に多様な利益をもたらす。
- 経済活動が活発化され、収入向上につながる。
- 地方電化が促進され、電化による生活水準の向上、薪利用の低減による森林保全効果等が期待される。
- その他、経済活動の活発化、複合的な経済効果がある。
- 地方政府の歳入増加と行政サービスの向上等の効果も期待される。

【負のインパクト】

- 水力開発発電プロジェクトによって、土地が水没する場合には、農地等に利用可能な土地が減少する。また、人口流入によって、土地に対する需要が高まり、自由な利用が妨げられる可能性がある。
- 住民移転が生じる可能性がある。移転する住民にとっては、生活手段の喪失等の影響がある。
- 人口流入により、教育サービスや保健サービス等の行政サービスの提供が追いつかない可能性がある。
- 人口流入によって、感染症のリスクが高まる。また、ダム湖の建設による蚊の増加、下痢症やコレラ等の衛生状態に起因する病気のリスクも高まると考えられる。
- 人口流入により、森林破壊の増加、野生生物の生息・生育環境の喪失、さらには住民と野生生物とのトラブルが生じる可能性がある。
- 自然遺産や文化遺産が破壊される可能性がある。
- ダム湖の建設、発電用水の取水や放水量の管理によって、河川の流水パターンが変更されるため、地域住民の水利利用状況に影響を及ぼす可能性がある。

【非自発的住民移転・土地収用】

- 水力開発プロジェクトの実際に際しては、非自発的住民移転や土地収用は避けられないが、事前協議を十分に行い、補償等の条件面での合意が前提条件である。
- 影響を受ける可能性がある関係はすべて、協議プロセスへの参加が認められるべきである。また、チーフや周辺住民等幅広い層の意見を収集するよう努めるべきである。
- 補償は、適切な財産評価に基づくべきである。また、経済的価値による補償だけでなく、引越し等に伴う精神的な面の補償も含める必要がある。また、それまでの生計手段を変えなければならない場合には、対象住民が新しい技能を獲得できるよう支援する必要がある。
- 移転後の生活が移転前のそれよりもよいものとなるように、補償額を決定する必要がある。

【留意事項】

- 同じ地域であった過去の開発プロジェクトの経験を参考にすることが有効である。

②チーフへのインタビュー

【プロジェクトのインパクト】

- Itezhi-Tezhi ダムを建設した当時、あるいは Lusiwasi 発電所を建設した当時は補償がされなかったケースがあった。今後は、きちんと補償してほしい。
- 発電所ができると、経済活動が活発になり、地域住民の生活様式が変わる可能性がある。

【留意事項】

- 発電プロジェクトの重要性は理解しているので、基本的には反対しない。ただし、事前の協議が必要である。
- 地域住民との協議については、農民達が忙しい収穫期を避けるべきである。
- 発電所を建設するのであれば、その周辺の村落の電化を優先してほしい。送電線がすぐ近くを通過しているのに電化されていない村落がある。
- 墓地、神社、雨乞いをする場所等、伝統的に重要な場所があるので、十分なコンサルテーションが必要である。

(2) ルサカでのステークホルダー協議の概要

首都のルサカにおいて、政府関係機関、NGO、学識経験者を招いて、電力開発プロジェクトにおける環境社会配慮に関するステークホルダー協議を実施した。

表 11.12 Lusaka でのステークホルダー協議の概要

日程	場所	主な参加者
2009年 6月18日	エネルギー局 (DOE) 会議室	DOE、ZESCO、林業局、野生生物局、国家遺産保全委員会 (NHCC)、 ザンビア大学統合水資源管理センター、WWF、ザンビア野生生物 環境保全ソサエティ (WECSZ)

(Source)調査団作成

会議の概要を以下に示す。

【想定される影響や緩和策】

- 住民移転については国家としての枠組み計画は存在しないので、ZESCO は独自の住民移転計画（ドラフト）を作成している。十分な補償を、適切なタイミングで提供することが大切である。
- 住民移転の緩和策の検討にあたっては、移転後の生活再建とそのため支援を重視すべきである。
- 移転の前に、移転先の衛生・保健施設や教育施設の整備を終えておくべきである。
- プロジェクト立地の選定に際しては、脆弱な生態系を有する区域は避けるべきである。
- ダム建設の影響についての研究は、貯水池による影響に関心が傾きがちであるが、下流の生態系への影響についても調査すべきである。
- ダムを建設する場合には、環境維持流量をどう設定するかという問題がある。通常、河川流量や指標生物の調査等を経て設定されることになるが、その設定に際して、できるだけ幅広い関係者と協議するプロセスが不可欠である。
- 文化遺産についての配慮がおろそかになりがちである。現地住民と十分に協議して配慮が必要な文化遺産を特定すべきである。
- 自然の美しさ等の観光資源を保全するための仕組みが不可欠である。

【留意事項】

- 大局的な視点からプロジェクトを把握するために、戦略的環境アセスメントの視点が必要である。各セクターの政策をレビューし、それらとの整合性を確保すべきである。
- プロジェクトの代替案の検討が必要である。
- 関係者との協議については、誰と、どのタイミングで、どのような協議をするのかをしっかりと見定める必要がある。特に、チーフとの事前協議は重要である。
- 住民協議の際には、負の影響だけでなく、正の影響についても触れて、住民の生計向上活動を促進すべきである。
- 環境影響評価が終了した後も定期的に関係者と協議する必要がある、この点をプロジェクト実施者に義務づけるべきである。

(3) 今後のステークホルダー協議

本マスタープランに位置づけられる各事業は、今後、F/S や B/D、D/D 等を通じて、事業立地や仕様等の詳細が決定される。環境影響評価は、通常、F/S 段階で実施されるが、調査の名称にかかわらず、事業立地とその詳細が実質的に決定される前に、現地ステークホルダーと協議して、事前の合意を得ておく必要がある。

現地ステークホルダー協議の対象者、確認すべき事項は、次のとおりである。

1) ステークホルダー協議の対象者

少なくとも、次のステークホルダーとの協議を持つことが必要である。

- ・土地収用・住民移転の対象住民（土地に関する権利を持たない住民を含む。）
- ・事業により影響を受ける住民
- ・チーフ
- ・郡議会等の地方行政機関（とくに、郡開発調整委員会等の幅広いステークホルダーが参画している機関）
- ・ザンビア野生生物局、ザンビア環境審議会、林業局等、中央省庁の地方支分部局

とくに、事業により影響を受ける住民だけでなく、地域の伝統的な権威であるチーフから事業実施の同意を得ることが重要である。また、ザンビア国では、郡ごとに開発調整委員会が置かれ、中央省庁の地方支分部局、地方政府、NGO、農民代表、民間業者の代表等多様なステークホルダーが参画している機関がある。立地選定の段階では、とくに、こうした郡開発調整委員会の意見を聞くことが有効である。このほか、野生生物局や林業局、ザンビア環境審議会の地域事務所から、地域で配慮すべき保護区や自然生態系の有無等を確認することも有効であろう。

2) ステークホルダー協議の内容

今後必要とされる F/S 段階でのステークホルダー協議では、一定の影響が想定される次の影響に関して、ステークホルダーの意見を聴取し、その対応策を検討すべきである。

- ・非自発的住民移転
- ・土地収用等に伴う農業等の経済活動への影響
- ・感染症（HIV/ AIDS）
- ・文化遺産
- ・水文状況・地下水への影響
- ・動植物および生物多様性
- ・景観
- ・騒音・振動

現地住民との協議では、住民の生活に直結する問題（住民移転や土地収用、）が議論の中心になり、生物多様性や景観等については議論がおろそかになる可能性がある。これらの議題については、野生生物局や林業局と個別に協議の場を持つことも必要であろう。

11.3.7 事業化段階での環境社会配慮調査に関する留意事項

本マスタープランでは、ザンビア国全土の電力開発事業（電源開発計画、送電開発計画、配電計画等）について定めている。マスタープラン段階では、各事業の具体的な立地は特定されないことから、F/S 等により事業立地や詳細が確定した段階で、改めて環境社会配慮に関する調査を行う必要がある。ここでは、事業化段階での環境社会配慮調査に関して留意すべき事項を述べる。

(1) 必要な手続きの確実な履行

環境影響評価規則は、電力セクターの各種プロジェクトに対し、表 11.1 に示したとおり、PB または EIS の作成を義務づけている。このため、本マスタープランに位置づけられた事業で、PB または EIS の作成が義務づけられた事業については、ザンビア環境審議会と十分に協議しながら、必要な手続きを確実に履行していくことが必要である。

(2) 立地に応じた環境社会配慮

F/S 段階で環境社会配慮に関する調査をする際には、個々の事業の立地や性質に応じて、改めてスコーピングをし直す必要がある。スコーピングに際しては、想定される事業立地に応じて、環境・社会面の影響をより詳細に検討し、影響を特定していく必要がある。特に、水力発電所のダム建設予定地や湛水区域、送電線の架設ルートが特定された場合には、非自発的住民移転や土地収用、保護区や生態系への影響等について詳細な検討が可能になる。

環境社会配慮調査に際しては、第 11.3.4 節に示した回避・緩和策を参考にして、地域の実情に応じた回避・緩和策を検討することが必要である。また、土地収用や住民移転等、一定の影響が想定される事業については、第 11.3.6 節に記載した協議対象者や協議内容を参考にして、ステークホルダー協議を適切に実施する必要がある。その際、チーフ等の伝統的権威とも十分に協議し、その合意を得ることが重要である。

(3) 事業立地オプションの準備

回避・緩和策の検討に際しては、まず影響を回避するための代替立地の検討を優先すべきである。回避できない場合には、影響の最小化のための措置、補償等の代償措置を検討することになる。このため、本マスタープランに位置づけられる事業については、まずは人家密集地や農地・商業地、保護区等の貴重な生態系、景観地等を避けて立地選定をすることが基本となる。このため、F/S 等で事業立地を選定する場合には、立地に関するオプションをできる限り複数用意しておき、各オプションの環境社会面の影響も考慮した上で最終的な立地を選定すべきである。

(4) 環境管理体制

マスタープランに位置づけられた事業に関して一定の影響が想定される場合には、工事中の環境対策だけでなく、操業段階での環境対策やモニタリング措置を含めた総合的な環境管理計画を策定し、影響の回避・最小化のために取り組むことが必要である。水力開発プロジェクトに関しては、非自発的住民移転のプロセスのモニタリング、生態系への予測していなかった影響のモニタリングは必須である。とくに、生態系への影響については、事前にすべて予測することは事実上不可能であるため、モニタリングは極めて重要である。

事業実施者の環境管理体制の強化は重要な課題である。

ZESCO は、専門スタッフからなる環境社会ユニットを有しており、一定の環境管理体制を整備してきているとよい。一方、ZESCO 以外の事業者については、計画が十分に具体化されていない現段階では、十分な環境管理体制を整備できているかどうかは判断できない。このため、とくにこうした事業者については、環境管理計画の策定、活動、評価に至る一連のプロセスを責任を持って実行できる人員体制を確立するとともに、環境社会配慮に関する研修を通じた職員一人ひとりの能力強化の取り組みも必要であろう。

第12章 経済財務分析及び民間投資促進策

12.1 経済財務分析

12.1.1 経済分析

経済分析は、マクロ経済中心の議論ではなく、むしろ政府を取り巻く経済状況に加えて、電力セクターに対する資金ニーズを対象に分析を加える。これは、電力セクターを取り巻く、経済・財政を含む持続性はますます重要になってきているからである。ここではまず政府予算について検討を行う。

(1) 政府歳入の状況

2008年における政府歳入と他国からの無償資金は、新たな鉱業関連税システムからの徴収額を除くと、K12008.2 billionであり、GDPの約22%に相当する金額となる。国内歳入の総額は、K9918.1 billionに上り、これはGDPの18.7%、総歳入の82.6%に相当する。一方、他国からの無償資金は総歳入の17.4%となっている。

また、2008年における税収は、K9350.7 billionに上り、項目毎の実績は以下の表に示すとおりである。収入税は、K4379.3 billionであり、これは総歳入の46.8%に相当する。付加価値税と関税はそれぞれK2210.0 billion、K2761.4 billionという実績であった。国内の付加価値税の徴収実績は管理上の理由で当初想定額を下回った。

表 12.1 税収実績 (2008年)

	2008 Performance (K billion)	Percentage(%)
Tax Revenue	9,350.7	100.0
A. Income Taxes	4,379.3	46.8
1. Company Tax	1,330.5	14.2
2. Paye	2,531.2	27.1
3. Withholding Tax	450.7	4.8
4. Mineral Royalty	66.9	0.7
B Value Added Tax	2,210.0	23.6
1. Domestic VAT	(430.7)	(4.6)
2. Import VAT	2,640.7	28.2
C. Customs & Exercise Duties	2,761.4	29.5
1. Customs Duty	1,202.6	12.9
2. Export Duty	190.4	2.0
3. Exercise Duty	1,368.4	14.6

(Source) Ministry of Finance and National Planning

その他の歳入状況を以下の表に取りまとめる。これらには、追加鉱業収入、税以外の収入、海外からの支援等が含まれる。

表 12.2 その他歳入 (2008 年)

	2008 Performance (K billion)	Percentage(%)
Total of Other Revenues	2,977.0	-
Additional Mining Revenue	319.5	100.0
1. Company Tax	22.2	6.9
2. Windfall Tax	126.1	39.5
3. Mineral Royalty	171.2	53.6
Non-Tax Revenue	567.4	100.0
1. User Fee and Charges	388.9	68.5
2. Dividends	21.1	3.7
3. Medical Levy	12.6	2.2
4. Exceptional Revenues	144.8	25.5
Foreign Support	2,090.1	100.0
1. Grant Program	660.4	31.6
2. SWAPS	429.4	20.5
3. Grant Project	1,000.3	47.9

(Source) Ministry of Finance and National Planning

2008 年におけるその他歳入の合計金額は、K2977.0 billion であり、このうち海外からの歳入は K2090.1 billion を占める。鉱業関連の追加歳入と税以外の歳入はそれぞれ K319.5 billion, K567.4 billion であった。2008 年の会計実績は、特に法人税や偶発税等の鉱業関連の税徴収の実績が不調であったため、当初の想定よりも少ない実績となった。

(2) 政府支出の状況

2008 年における政府の支出状況を表 12.3 に示す。

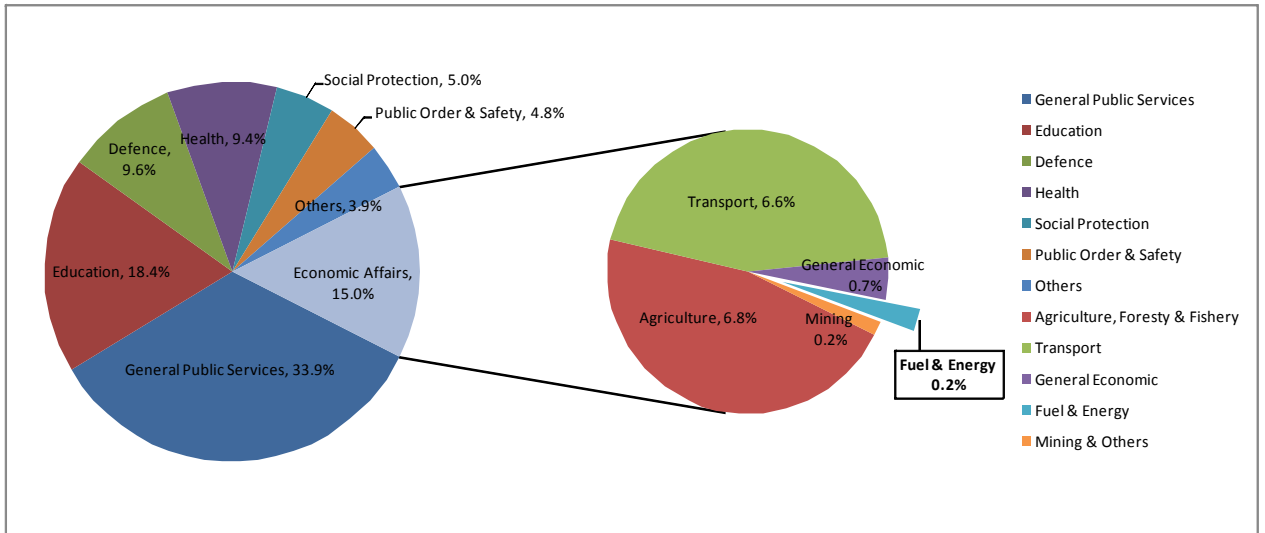
表 12.3 中央政府の支出状況 (2008 年)

	2008 Performance (K billion)	Percentage (%)	Remarks
Total Expenditure	13,410.7	100.0	
I. Current Expenditure	11,313.1	84.4	
Personal Emoluments	4,435.1	33.1	
Public Service Retrenchment Program	30.0	0.2	
Use of Goods and Services	2,464.8	18.4	
Interest Payment	1,101.8	8.2	Domestic;879.8, External; 204.0
Subsidies	525.0	3.9	
Grants and Other Payments	1,676.0	12.5	
Social Benefits	168.7	1.3	
Other Expenses	911.7	6.8	incl. ZESCO financial restructuring
II. Capital Expenditure	2,097.6	15.6	
Non Financial Assets	2,050.0	15.3	
Financial Assets	47.6	0.4	

(Source) Ministry of Finance and National Planning

2008 年における総支出は、K13410.7 billion であり、これは 2008 年における GDP の 24.2% に相当する。経常および資本支出はそれぞれ、K11313.1 billion、K2079.6 billion であった。これは、支出額合計に対してそれぞれ 84.4%と 15.6%に当たる。国内債務と対外債務の利子支払額は、それぞれ K879.8 billion、K204.0 billion であった。その他の支出は、当初予定にはなかった ZESCO の財務支援に引き当てた K98.5 billion であった。2008 年における資本支出は、政府が予期しない支出に備えるべく、年度後半に支出を控えたため、当初予定を下回った。

2008 年における分野別支出について、図 12.1 に分析を行っている。支出の重点は一般公共サービス、教育、保健等におかれていることが分かる。経済関連の支出は全体の 15.0% に相当するものの、燃料、エネルギーに関する支出はわずか 0.2%に留まっている。



(Source) Ministry of Finance and National Planning (2008)

図 12.1 2008 年分野別支出状況

(3) 政府債務状況

国内および対外債務を表 12.4、表 12.5 に示す。2008 年における国内、対外債務はそれぞれ K8541.9 billion、K2267.2 billion であり、合計の債務金額は K10809.1 billion である。債務合計の約 80%は国内でそれ以外の 20%は対外債務となっている。

政府は、トータル債務金額を持続可能なレベルに維持する債務政策を取っている。すなわち、国内債務は 2007 年から 2008 年にかけて僅か 0.9%の伸びとなっており、対外債務においても同時期に約 8.6%の伸びとなっている。この対外債務の伸びは、AfDB と WB からの借入増加と同時に、民間、政府関連機関の債務の増加が原因となっている。

2008 年、政府は電化促進のため WB から新たなローン进行を借入れ、この借入金額は US\$33 million となっている。また、ZESCO の 2008 年末時点における政府保証の財務残高は、K144944 million である。この金額は政府の総対外債務残高の約 5%となっている。

表 12.4 2006 年から 2008 年の国内債務状況

Category	Debt (K billion)			% Change 07/08
	2006	2007	2008	
Treasury Bills	3,262.0	3,416.4	3,280.8	(4.0)
GRZ Bonds	3,444.5	4,196.2	4,746.4	13.1
Domestic Arrears	513.0	233.4	197.9	(15.2)
Capital	333.6	90.3	23.9	(73.5)
Pension Arrears	386.5	302.7	149.6	(50.6)
Others	175.5	223.9	143.3	(36.0)
Total	8,115.1	8,462.9	8,541.9	0.9

(Source) Ministry of Finance and National Planning (2008)

表 12.5 2007 年から 2008 年の対外債務状況 (US\$ million)

Creditor	Credit (K billion)			% Change 07/08
	2006	2007	2008	
Total Gov External Debt	1,019.0	1,106.2	1,218.7	10.2
ADB/ADF	72.3	94.0	126.0	34.0
World Bank	257.3	315.5	365.0	15.7
IMF	32.5	85.9	96.6	12.5
Others	200.3	212.4	193.8	(8.8)
Bilateral	395.0	287.0	295.2	2.9
Suppliers Credit	61.6	111.4	142.1	27.6
Private & Parastatal	840.3	980.7	1,048.5	6.9
Total External Debt	1,859.3	2,086.9	2,267.2	8.6

(Source) Ministry of Finance and National Planning (2008)

(4) 将来見通し

政府は 2008 年から 2010 年の期間におけるマクロ経済目標を設定しており、それらには以下の項目が含まれている。

- 年率 7% の実質 GDP 成長を達成する。
- 2009 年までにインフレ率を 5% 以下に引き下げる。
- 2008 年において国内債務を GDP の 1.2% 以下に、2009 年と 2010 年については GDP の 1.0% 以下にする。
- 2008 年において外貨準備高を輸入高の少なくとも 2.4 ヶ月分に増加させる。2009 年と 2010 年にはそれぞれ 2.8 ヶ月、3.2 か月分とする。

対外債務戦略に関しては、引き続き経常バランスと債務ポジションを維持することに注力することとしている。また、政府予算は譲渡型借入金に多くを依存している一方、商業ベースの対外借入は限定的に行うこととしている。

2008 年から 2010 年の中期支出構想に基づく、政府予算見通しは、表 12.6 に要約される。

2008 年から 2010 年の政府予算見通しは、国内外の困難な経済状況や借入金上限設定の政策を踏まえ、厳しいものとなっている。国内借入は 2008 年において GDP の 1.2% を上限とし、2009 年と 2010 年においても GDP の 1.0% とするとしている。また、対外借入は 2008 年において GDP の 0.6%、2009 年と 2010 年には GDP の 0.7% 以下との見通しを行っている。

表 12.6 政府予算見通し (2008 年-2010 年)

		2008		2009		2010	
		Nominal Figure	% of GDP	Nominal Figure	% of GDP	Nominal Figure	% of GDP
GDP nominal (K billion)	(a)	51,559.0		56,670.0		61,475.0	
Total Revenue & Grants	(b)	11,728.5	22.7	12,794.3	22.6	13,757.0	22.4
Total Expenditure	(c)	12,680.4	24.6	13,759.7	24.3	14,803.0	24.1
Budget Deficit	(d)=(b)-(c)	(951.9)	(1.8)	(965.4)	(1.7)	(1,046.0)	(1.7)
Financing for Budget Deficit							
Domestic Financing	(e)	618.7	1.2	566.7	1.0	614.7	1.0
External Financing	(f)	333.2	0.6	398.7	0.7	431.3	0.7
Total	(g)=(e)+(f)	951.9	1.8	965.4	1.7	1,046.0	1.7
Total Balance	(h)=(d)+(g)	0		0		0	

(Source) Consultant compilation based on Ministry of Finance and National Planning

エネルギーセクター関連支出についても、中期支出構想を基本とし限定的なものとなっている。以下の表は分野別の支出予算見通しを取りまとめたものである。

表 12.7 分野別支出見通し (ZMK billion)

Function	2008 METF	2009 MTEF	2010 MTEF
General Public Services	4,164.9	4,334.3	4,167.5
Executive	338.4	356.6	375.7
Legislation	444.2	670.8	340.7
General Government Services	2,649.0	2,558.0	2,552.0
Centralized Administrative Services	733.3	748.9	899.1
Defence	822.0	898.4	978.4
Public Order and Safety	542.6	602.4	647.6
Economic Affairs	2,245.4	2,651.6	2,848.2
General Economic	185.3	204.9	213.8
Agriculture	868.5	1,060.0	1,182.0
Fuel and Energy	48.3	66.5	69.6
Mining	43.2	36.9	38.7
Transport	1,085.8	1,267.6	1,327.0
Communication	14.3	15.7	17.1
Environmental Protection	106.5	116.7	127.4
Housing & Community Amenities	829.7	904.5	979.4
Health	1,466.5	1,606.6	1,781.2
Recreation, Culture & Religion	143.3	244.5	232.5
Education	1,865.2	2,076.7	2,283.9

(Source)財務・国家計画省 (2009)

経済関連支出は 2008 年の K2245.4 billion から 2010 年には K2848.2 billion に増加することが計画されている。一方、総支出額は、2008 年の K12675.9 billion から 2010 年には K14291.6 billion に増加することが見込まれている。この経済関連支出と総支出の増加率は、それぞれ約 26.9 %、12.7% となり、経済関連支出は当該期間における予算配分の重点項目といえることができる。また、燃料とエネルギーに対する配分も増加する見通しとなっている。

(5) 電力セクター投資計画

ZESCO は現在、2010 年から 2014 年の 5 ヶ年計画を策定中である。この計画は、電力需要予測をもとにした投資計画とその投資計画を実施するための資金計画を含むものである。この計画は 2009 年 10 月の最終現地調査までに発表されることが想定されていたが、計画策定が遅延している状況にある。従って、本 JICA 調査の方が先に終了することになるため、本調査結果が ZESCO の開発計画と投資計画に対して有益な情報提供をなることが期待される。

(6) 電力セクターにおける民間資金需要

政府は、民間セクターの成長状況を鑑み、国内の電力システムを民間にて開発する重要性を認識している。また、将来の地方電化の重要性においてもニーズを把握している。一方、将来の電力開発にかかる資金ニーズは現在の政府予算のエネルギーセクターに対する予算配分を大きく上回るものである。

本調査では、今後 21 年間の電力システム開発に要する資金需要を US\$14 billion 以上と試算しているが、これは民間セクターによる開発を含めたものである。一方、電力以外のインフラを含めた経済関連への現在の予算配分は約 K3000 billion 程度であり、これは US ドルに換算すると \$ 600 million 程度に過ぎない。従って、現在の政府予算によって、この電力セクターの投資の大部分をカバーできるとは想定し難い状況である。

政府予算の制約の下、ZESCO は民間セクターとのパートナーシップを強化することが必要になっている。Kafue Gorge Lower プロジェクトにおいては、民間資金を直接導入することが期待されており、Maamba プロジェクトにおいても民間主導の案件実施が計画されている。また、現在計画されている水力発電だけでなく、将来は火力発電においても民間資金導入が期待される。従って、官民パートナーシップは将来の開発、資金ソースとして極めて重要なものと言えよう。

(7) 産業関連モデル

ザンビア国の電力システムの改修・投資によって、増大する電力需要に追いつき、電力

供給の確保、発展といった国内のニーズに応えることが重要であることは言うまでもない。また、火力発電所の開発に対する投資は電力供給の信頼度を向上させ、エネルギー源の分散を図ることも期待される。加えて、ザンビア国における開発は、SAPPの地域間協力を促進させ、域内の効率性向上に裨益することも望まれている。

国内においても、開発計画の実施は国内資金導入だけでなく海外直接投資によって経済効果をもたらすことが想定される。開発計画では、発電容量の増加、送電線網の増強、配電設備の整備等が計画されており、これらの投資は産業部門だけでなく多くの分野において経済効果をもたらすものとして期待されている。

電力セクターへの投資がもたらす経済インパクトは大別して2つ存在する。一つは、プロジェクト実施期間中のフロー効果ともう一つはプロジェクト終了後のストックの効果である。

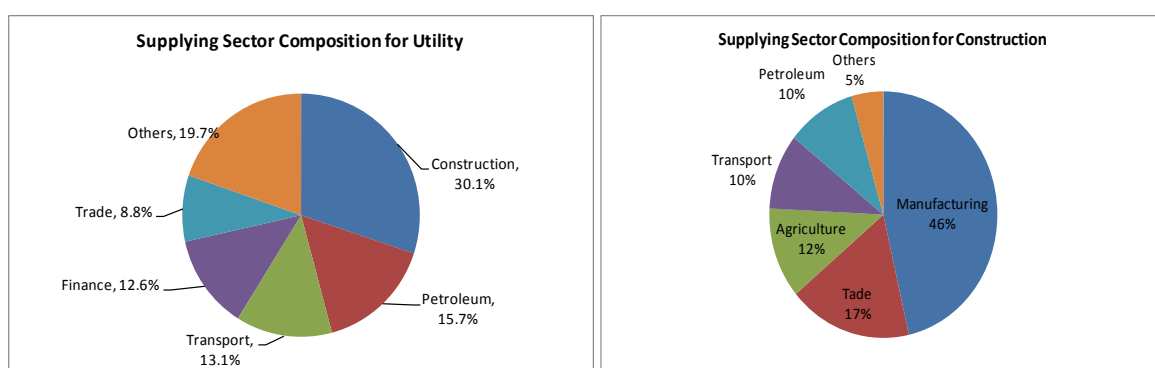
フロー効果は、プロジェクト建設中の調達活動に係るもので、労働者、資材他投資に係るサービス等により得られる効果である。このような直接的な需要増加は、更なる生産、収入、消費といったサイクルを通じて経済に大きなインパクトを与えていくことになる。つまり、フローによる効果は直接インパクトと間接的、誘発的インパクトの2つの要素を持つことになる。

一方、ストック効果は、電力システムの運用開始やサービス提供開始後に生み出される効果である。電力供給は産業生産の下支えとなり、他産業の発展に寄与する。ストック効果は、投資プログラムによって開発された設備の耐用年数にわたって効果をもたらす。

本調査では、ストック効果を想定するには、長期にわたる様々な要因を前提条件とする必要があり困難であるため、フロー効果を中心に検討を加えることとした。

ここでは、1995年にザンビア中央統計局が作成した情報をもとに産業連関分析を行うこととする。この情報はザンビア国では最新のもので、1995年以降更新はされていない。もともとの表は産業を17種類（農業、林業、工業、食品、繊維、石油、製造、電力水道、建設、貿易、ホテル、運輸、不動産、コミュニティサービス、金融、教育、公共）に分類したものであったが、この調査では14種類に取りまとめて分析を行った。

電力・水道は、建設と石油産業にそれぞれ約30%と15%のサービス提供を受けている。また、石油、運輸、金融セクターは電力・水道セクターへの供給について10%以上のシェアを示している。建設産業は製造業から約46%のサービス提供を受けている。従って、電力・水道セクターへの投資は、国内の多くの産業にインパクトを与えると考えられる。



(Source) Compiled from input-output table (1995)

図 12.2 電力・水道セクターと建設セクターへの供給部門

表 12.8 ザンビア国連関表

Zambia Input-Output Table (ZMK billions in 1995 prices)

/Demand Supply of Commodities/	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	Total of Intermediate Sectors	Final Demand			Total Demand	(less) Total Imports etc	Domestic Production	
	Agric. Forestry	Mining	Food	Textile	Petroleum	Manifact.	Utility	Construction	Trade	Hotels	Transport	Real Estate	Finance	Education Public		Consumption	Exports, etc	Total				
01 Agric. Forestry	4.5	0.0	181.5	9.5	0.0	11.1	0.0	7.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	214.3	511.4	48.2	559.6	773.9	(21.2)	752.7	
02 Mining	0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0	826.2	826.2	830.2	(210.1)	620.1	
03 Food	3.5	0.0	26.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.1	0.0	0.0	0.0	0.9	53.8	479.0	36.7	515.7	569.5	(56.6)	512.9	
04 Textile	0	0.0	0.0	27.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	28.0	50.6	42.7	93.3	121.3	(26.5)	94.8	
05 Petroleum	2.4	42.1	1.9	0.8	9.9	26.1	7.1	6.3	13.9	2.3	46.5	3.5	0.9	24.9	188.6	65.4	1.5	66.9	255.5	(149.7)	105.8	
06 Manufacturing	2.5	15.6	13.8	0.5	10.1	15.5	4.1	29.9	11.0	1.8	3.4	4.4	1.5	19.4	133.5	46.8	35.1	81.9	215.4	(73.9)	141.5	
07 Utility	0	25.0	6.2	3.5	7.0	9.1	1.4	0.8	2.8	2.6	4.0	1.0	0.6	8.0	72.0	63.4	21.9	85.3	157.3	(25.5)	131.8	
08 Construction	0	1.0	1.3	1.0	2.3	5.3	13.6	0.0	4.2	1.0	8.9	2.7	2.3	7.2	50.8	0	119.6	119.6	170.4	(44.6)	125.8	
09 Trade	5.6	26.1	39.2	7.4	18.9	19.3	4.0	11.3	3.1	9.2	20.2	2.3	0.2	20.0	186.8	490.5	48.5	539.0	725.8	(62.0)	663.8	
10 Hotels	0	0.0	0.0	0.9	1.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	2.9	0.0	8.6	18.4	71.1	0.0	71.1	89.5	(13.0)	76.5	
11 Transport	5.3	7.9	7.1	6.0	5.7	8.6	5.9	6.4	131.3	3.9	79.6	8.6	9.6	17.3	303.2	63.1	59.4	122.5	425.7	(82.8)	342.9	
12 Real Estate	6.3	1.8	5.3	1.0	3.4	2.6	0.4	1.1	15.5	2.7	2.7	3.7	1.8	17.2	65.5	127.7	38.1	165.8	231.3	(15.1)	216.2	
13 Finance	0	4.8	1.1	1.8	1.4	1.8	5.7	1.0	10.6	2.1	5.5	1.7	63.5	5.0	106.0	38.9	0.0	38.9	144.9	(20.9)	124.0	
14 Education Public	0	3.2	0.0	1.2	3.0	2.4	3.0	0.0	9.0	1.2	4.5	1.7	4.4	10.7	44.3	720.2	0.0	720.2	764.5	(133.6)	630.9	
Total of Intermediate Sectors	30.1	131.5	283.7	60.8	62.8	103.6	45.2	64.5	201.4	49.9	178.4	32.5	84.8	140.0	1,469.2	2,728.1	1,277.9	4,006.0	5,475.2	(935.5)	4,539.7	
Compensation	50.5	241.5	58.9	13.3	28.6	44.2	40.8	28.9	111.8	105.7	66.6	21.4	49.8	359.9	1,221.9							
Net Operating Surplus	671.2	24.6	165.0	14.2	9.6	(14.3)	42.3	31.7	328.6	(90.5)	79.7	154.3	(14.9)	2.4	1,403.9							
Consumption of Fixed capital	0	204.0	5.3	6.0	4.8	7.0	2.5	0.0	20.3	6.0	18.1	7.4	4.2	129.2	414.8							
Others	0.9	18.5	0.0	0.5	0.0	1.0	0.0	0.7	1.7	5.4	0.1	0.6	0.1	0.4	29.9							
Total of Value Added	722.6	488.6	229.2	34.0	43.0	37.9	85.6	61.3	462.4	26.6	164.5	183.7	39.2	491.9	3,070.5							
Domestic Production	752.7	620.1	512.9	94.8	105.8	141.5	130.8	125.8	663.8	76.5	342.9	216.2	124.0	631.9	4,539.7							

(Source) Adjusted from data of Central Statistical Office of Zambia (2009)

a. 直接消費

投資プログラムにおいて、サービスは資材の購入先であるコントラクターや会社等多くの取引先への支払いを行う。この支払いは、資材・機材、建設、その他等の分類ができる。これらには関税や手数料を徴収する政府機関が含まれる。それぞれの取引先への支払いは以下の表で整理される。

表 12.9 直接消費額

	Amount (US\$ million)	Percentage (%)
Material & Equipment	7,944	55.8
Construction	6,286	44.2
Total	14,230	100.0

(Source) Estimates by JICA Study Team (2009)

b. 間接・誘発効果

直接消費によって資金が国内経済にフローをもたらすことにより、さらに間接・誘発効果が生じると考えられる。これらの間接・誘発インパクトは、産業連関表を適用することによって、産業間の関係を分析し、推定することができる。以下の表はザンビア国内において電力セクターにおいて、K100 million の投資があった場合の分析結果を取りまとめたものである。

表 12.10 間接・誘発経済効果

Classification	Domestic Consumption	Primary Impact		Secondary Impact	
		Production Induced	Compensation Induced	Production Induced	Compensation Induced
01 Agric. Forestry	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
02 Mining	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03 Food	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
04 Textile	0.00	0.13	0.02	0.00	0.00
05 Petroleum	0.00	0.59	0.16	0.09	0.02
06 Manufacturing	0.00	13.64	4.26	0.00	0.00
07 Utility	81.20	0.00	0.00	0.15	0.05
08 Construction	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
09 Trade	0.00	3.01	0.51	0.01	0.00
10 Hotels	0.00	1.35	1.87	0.05	0.06
11 Transport	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
12 Real Estate	0.00	10.86	1.08	0.00	0.00
13 Finance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14 Education Public	0.00	0.00	0.00	0.23	0.13
Total	81.20	29.58	7.89	0.61	0.28

(Source) Compiled by JICA Study (2009)

K100 million の投資は、ザンビア国内において、約 81% の影響を与える。生産と消費に対する一次効果は、それぞれ K29.6 million と K7.9 million となっている。一方、二次効果は一次効果によって誘発される経済効果であり、ここでは小さい値となっており、生産と消費に与える効果はそれぞれ K0.6 million、 K0.3 million となっている。

(8) マクロ経済分析

財務・国家計画省は大規模インフラ開発の影響度を含む経済活動のインパクトを分析するマクロ経済モデルを有していることが調査において判った。同省によるとこのモデルは部外秘であり、このモデルを借用して分析を行うことはできないということも判明した。しかしながら、調査団は同省関係者と協議を行い、マクロ経済モデルを用いて今回の投資計画に係る経済インパクトの分析を行うこととした。C/P は本調査の最終レポートを財務・国家計画省に渡し、マクロ経済分析を依頼することになっている。

12.1.2 財務分析

将来の投資計画を裏付ける資金源のシナリオを確認することは、投資計画の時宜を得た実施のために、極めて重要である。また、大規模投資事業は、多額の借入金、政府からの支援や民間資金の投入が必要となるため、財務計画の見通しを確認しておくことは非常に重要となる。計画には、IPPからの買電の支払いや政府保証による開発資金の返済見通し等が含まれる。投資計画はザンビア国内の利害関係者間で様々な議論がなされているが、ここではZESCOの将来の財務ポジション分析を行い、将来の電力セクターの展望について評価を行う。

本調査における財務分析の主要目的は、(i) ZESCOの長期的な資金シナリオを明らかにすること、(ii) ZESCOの経営を支えるための料金改訂の可能性を確認することである。従って、本調査では、ERBの最新の電気料金レビューにおける前提条件の多くを採用し、ERBの考えとの統一を図った。これにより、今後ERBや他の意思決定者が本調査結果を比較、引用することが容易となる。

本報告書は基本的に、シナリオ1-1をベースに分析を行う。これはシナリオ1-1と1-2は売上げが同じであり、費用はシナリオ1-1のほうが若干財務的に厳しい条件であるものの、電力料金等の結果はそれほど変わらないためである。

また、この財務分析では、個々の投資案件の内部収益率等の投資リターンではなく、ZESCOの企業財務に着目する。これは、個々のプロジェクトはIRRの検討を含むF/Sにてスクリーニングされており、再度可能性を確認する必要はないと思料されるからである。すなわち、既に収益性が確認されている案件が実施された場合に、それらの投資がZESCO財務にどのような影響があるかを中心に検討を行う。

(1) 分析の前提条件

対象となる期間はZESCOの会計年度2009/10から2030/31年度とする。

a. 収入にかかる前提条件

(i) マクロ経済

為替率は1USドルあたりK4700とする。ザンビア国インフレ率は2008年で15%、2009年で12%、2010年以降で10%とする。生産者価格インフレは2008年と2009年は3.5%、2010年以降は2.5%とする。

(ii) 需要および年間売上

ベースケースの電力売上高は以下のように想定する。

表 12.11 需要増加と年間売上高 (GWh)

Year	2009	2010	2011	2012	2013
Energy Sent Out	11,022	12,477	14,566	15,299	15,736
Distribution Loss	1,508	1,529	1,561	1,325	1,378
Transmission Loss	331	374	437	459	472
Projected Sales	9,184	10,574	12,567	13,516	13,885
Year	2014	2015	2016	2017	2018
Energy Sent Out	16,542	16,855	17,188	17,539	17,908
Distribution Loss	1,433	1,472	1,512	1,554	1,599
Transmission Loss	496	506	516	526	537
Projected Sales	14,613	14,878	15,160	15,458	15,771
Year	2019	2020	2021	2022	2023
Energy Sent Out	18,297	18,754	19,238	19,751	20,293
Distribution Loss	1,646	1,702	1,761	1,823	1,888
Transmission Loss	549	563	577	593	609
Projected Sales	16,101	16,490	16,901	17,336	17,796
Year	2024	2025	2026	2027	2028
Energy Sent Out	20,867	21,474	22,117	22,797	23,517
Distribution Loss	1,958	2,032	2,110	2,192	2,279
Transmission Loss	626	644	664	684	706
Projected Sales	18,283	18,798	19,344	19,921	20,532
Year	2029	2030			
Energy Sent Out	24,279	25,086			
Distribution Loss	2,372	2,470			
Transmission Loss	728	753			
Projected Sales	21,179	21,864			

Source) Compiled by JICA Study (2009)

上記の電力需要、売上データは、本調査にて推定された電力需要とそれに対して期待される供給力から算出されたものである。

(iii) 電気料金

ERB は 2009 年 7 月 20 日に 2009 年から 2011 年における電気料金改訂に係る決定を行った。ERB の委員会決定によって、2009 年 8 月 1 日から 2010 年、2011 年の平均電気料金はそれぞれ 35%、26% 値上げされることになった。改訂電気料金は以下の通りである。

表 12.12 改訂電気料金

Customer Category	2009 to 2010	2010 to 2011
Residential	Increase: 40% New Tariff: K170.97/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh
Large Power (MD3 & MD4)	Increase: 42% New Tariff: K110.19/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh
Small Power (MD1 & MD2)	Increase: 40% New Tariff: K170.97/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh
Commercial	Increase: 40% New Tariff: K170.97/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh
Services	Increase: 40% New Tariff: K170.97/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh
Average	Increase: 40% New Tariff: K170.97/kWh	Increase: 33% New Tariff: K264/kWh

(Source) Board Decision, Energy Regulatory Board (2009)

ERB は、料金改訂は 2008 年から 2011 年の間の至近 3 年をかけて毎年改訂を行うとしている。従って、この 2009 年に発表された料金改訂構想は、2011 年の 3 月まで適用される

ことになる。そして、その後、再度新しい料金改定構想が検討されることになる。

ERB は、現在の電気料金は未だかかるコスト以下ではあるが、ZESCO のサービスの質は全体的に悪化しており、ZESCO は維持費用に予算を割くべきであるとしている。また、ZESCO は財務体質を強化するために資本金増強を行うべきであるともしている。経営パフォーマンスを改善するための努力は継続して行うべきで、これにはスタッフコストの削減、売掛金の回収、請求書発行、料金回収の効率向上等が含まれる。ZESCO のリストラについても ERB は政府に提言を行っている。

ERB 決定をもとに、ZESCO は 2009 年 7 月 20 日に詳細な料金改訂を発表した。これを表 12.13 に示す。

この電気料金改訂により、ZESCO は 2011 年に向け、コスト回収ができる料金レベルを目指している。本調査はこの新しい料金改訂を考慮にいれ、分析を実施した。

電気料金は、電力セクター事業を運営するために必要な費用を回収することを目的にこれに見合う収入という観点から毎年算定される。これらの費用には、運営費用、減価償却費、財務費用、税務、固定資産に対するリターン等が含まれる。発・送・配電別の配分、顧客別の配分についても考慮を行う。また、電気料金にはサービス費用を全て反映した形で毎年改訂されると仮定する。

JICA 調査における財務モデルは、ZESCO が用いているものを修正して使用した。分析に用いる入力データ等、基本的な前提条件は ZESCO の計画と比較を行うために極力変更はしていない。これによって、ERB と ZESCO が既存の想定と同じベースで比較することができる。

表 12.13 ZESCO 電気料金 (2009 年 8 月 1 日施行)

		Current Tariffs	Approved Tariffs
1. METERED RESIDENTIAL TARIFFS	(Capacity 15kVA)		
R1-Consumption up to 100kWh	Energy Charge/kWh	K77.00	K107.80
R2-Consumption above 101 to 400kWh	Energy Charge/kWh	K127.00	K177.80
R3-Consumption above 401kWh	Energy Charge/kWh	K207.00	K289.80
Pre-paid	Fixed Monthly Charge	K7, 411.00	K10, 375.40
	Energy Charge/kWh	K141.00	K197.40
2. COMMERCIAL TARIFFS	(Capacity 15kVA)		
C1-Consumption up to 700kWh	Energy Charge/kWh	K165.00	K209.55
	Fixed Monthly Charge	K29, 607.00	K37, 600.89
3. SOCIAL SERVICES TARIFFS			
Schools, Hospitals, Orphanages, Churches, Water pumping, Street Lighting	Energy Charge/kWh	K144.00	K180.00
	Fixed Monthly Charge	K24, 972.00	K31, 215.00
4. MAXIMUM DEMAND TARIFFS			
MD1-Capacity between 16 - 300kVA	MD Charge/kVA/Month	K8, 068.00	K10, 165.68
	Energy Charge/kWh	K116.00	K146.16
	Fixed Monthly Charge	K79, 018.00	K99, 562.68
MD2-Capacity between 301-2000kVA	MD Charge/kVA/Month	K15, 094.00	K19, 018.44
	Energy Charge/kWh	K99.00	K124.74
	Fixed Monthly Charge	K158, 035.00	K199, 124.10
MD3-Capacity between 2001-7500kVA	MD Charge/kVA/Month	K24, 973.00	K35, 461.66
	Energy Charge/kWh	K80.00	K113.60
	Fixed Monthly Charge	K346, 808.00	K492, 467.36
MD4-Capacity above 7500kVA	MD Charge/kVA/Month	K25, 112.00	K35, 659.04
	Energy Charge/kWh	K66.00	K93.72
	Fixed Monthly Charge	K693, 615.00	K984, 933.30
NOTE:			
The above tariffs are:			
(a) Exclusive of 3% Government excise duty			
(b) Exclusive of 16% Value Added Tax (VAT)			
Notice is hereby given that the Energy Regulation Board has approved revised electricity tariffs from			
1 st August 2009. This notice is being given in accordance with the requirements of section 8 subsection 2 of the Electricity Act CAP 433 of the Laws of Zambia. The fixed, energy, and demand charges will be as given below. Electricity bills based on the new charges should therefore, be received by our customers in August 2009.			

(Source) ZESCO(2009)

b. 費用に係る前提条件

(i) 減価償却

ZESCO における固定資産の耐用年数を採用する。

- ・ 土木構造物、建物： 50 年
- ・ 発電プラント、機械： 30 年

- ・ 送電設備： 25年
- ・ 配電設備： 20年
- ・ その他： 5年

(ii) 新規発電所

主要な新規発電所の開発計画を表 12.14 に示す。これは既に本報告書の前述したとおりである。

表 12.14 新規発電所一覧

COD	Project	Province	Type	Developer	Capacity (MW)	Annual Energy (GWh)	Project cost (m US\$)
2013	Kariba North (ext)	Southern	RES	ZESCO	360	380	358
	Itezhi Tezhi	Southern	RES	ZESCO/TATA	120	611	170
2014	Lusiwasi (ext)	Central	ROR	ZESCO	10 40	40 160	134
	Maamba Coal	Southern	Thermal	Private	200	1,536	240
2015	Mutinondo	Northern	ROR	Power Min	40	188	77
	Luchenene	Northern	ROR	Power Min	30	139	75
2016	Kabwelume Falls	Luapula &	RES	LPA	62	324	140
	Kumdabwika Falls	Northern	RES	LPA	101	533	226
	Lunsemfwa	Central	RES	LHPC	55	462	271
	Mkushi	Central	RES	LHPC	65	223	141
2017	Kafue Gorge Lower	Lusaka	RES	n.y.	750	2,400	1,745
2018	Kabompo Gorge	North Western	RES	CEC/TATA	34	176	115
2019	Devil's Gorge	Southern	RES	ZRA-ZESCO	500	2,802	1,808
2021	Mumbotuta Falls	Luapula	RES	n.y.	301	1,449	510
2023	Mpata Gorge	Lusaka	RES	ZRA-ZESCO	543	3,785	2,442
2025	Mambilima Falls II	Luapula	RES	n.y.	202	1,003	708
2027	Batoka Gorge	Southern	RES	ZRA-ZESCO	800	4,373	1,828
2029	Mambilima Falls I	Luapula	RES	n.y.	124	609	481
					4,337	21,116	11,469

(iii) 主要パフォーマンス改善見通し

基本的な効率改善やコスト削減等の見通しは、ERB と ZESCO での合意事項を前提条件とした。これらの改善が達成されたあとは、例えば発・送・配電部門は、発電容量や送電線の延伸、電力量に見合ったスタッフを増強することになる。その他の営業費用は、一般インフレ率に合わせて増加するものであると仮定している。燃料コストや水利権費用等は発電量や国内インフレに連動して変動するとしている。

(iv) 税金

ZESCO の法人税率は 35% である。前期における損失は次の会計年度にて調整することとしている。

(v) 買電費用

主要な買電単価は ZESCO に電気を提供する発電プラントのコスト費用を参考としている。主要な輸入電力単価は、現在取引を行っている実績や本調査における試算を参考としている。現在の買電単価は平均すると約 7 UScents/kWh であり、この数字を基本としてエスカレーションを考慮して将来の単価は推定している。

c. キャッシュフローに係る前提条件

(i) 投資費用額

想定される投資必要金額は、本調査の最小費用計画におけるエンジニアリング試算額を基本としている。

表 12.15 電力セクター投資プログラム概要

		Scenario 1			Scenario 2		
		Installed capacity (MW)	Energy (GWh)	Investment (MUSD)	Installed capacity (MW)	Energy (GWh)	Investment (MUSD)
-2015	Total	800	3,054	1,054	800	3,054	1,054
	Hydro	600	1,518	814	600	1,518	814
	Coal	200	1,536	240	200	1,536	240
2016-2020	Total	1,567	6,920	4,446	1,667	8,726	3,358
	Hydro	1,567	6,920	4,446	1,067	4,118	2,638
	Coal	0	0	0	600	4,608	720
2021-2025	Total	1,046	6,237	3,660	800	4,991	2,168
	Hydro	1,046	6,237	3,660	500	2,687	1,808
	Coal	0	0	0	300	2,304	360
2026-2030	Total	924	4,982	2,309	844	5,234	2,952
	Hydro	924	4,982	2,309	844	5,234	2,952
	Coal	0	0	0	0	0	0
Total	Total	4,337	21,193	11,469	4,111	73,059	9,532
	Hydro	4,137	19,657	11,229	3,011		8,212
	Coal	200	1,536	240	1,100	8,448	1,320

(ii) 借入金

将来の資本支出の 90%は借入金にて、残りの 10%は資本金にて引き当てられると仮定している。また、借入金の 85%は US ドル、残りの 15%はザンビア・クワチャを仮定している。US ドルとザンビア・クワチャの利子率は、それぞれ 12%、25%とする。これらの条件は ERB が ZESCO の電気料金改訂に際して使用したのと同じである。

(2) 財務分析結果

(i) 財務見通し概要

将来の ZESCO 財務の見通しを表 12.16 にまとめる。

表 12.16 ZESCO 財務パフォーマンス

Year	2009	2010	2011	2012	2013
Operating Margin (%)	34.5%	38.8%	34.2%	32.1%	35.9%
Margin after Dividends (%)	15.8%	16.8%	11.2%	10.0%	12.3%
Retained Profit (K mil.)	307,594	404,753	395,933	494,245	690,204
Return on Fixed Assets (%)	15.9%	13.4%	12.6%	14.4%	16.4%
Year	2014	2015	2016	2017	2018
Operating Margin (%)	34.8%	34.5%	34.5%	31.4%	29.5%
Margin after Dividends (%)	12.2%	12.3%	12.6%	11.7%	11.5%
Retained Profit (K mil.)	778,594	857,987	956,356	919,553	950,246
Return on Fixed Assets (%)	16.5%	16.4%	17.6%	16.4%	16.0%
Year	2019	2020	2021	2022	2023
Operating Margin (%)	26.6%	23.7%	21.2%	21.6%	19.6%
Margin after Dividends (%)	10.5%	9.5%	8.6%	6.8%	8.1%
Retained Profit (K mil.)	897,562	853,834	819,779	694,908	887,765
Return on Fixed Assets (%)	14.7%	13.6%	12.4%	13.1%	12.1%
Year	2024	2025	2026	2027	2028
Operating Margin (%)	18.8%	17.6%	17.3%	16.5%	15.5%
Margin after Dividends (%)	6.6%	7.0%	6.8%	6.7%	6.3%
Retained Profit (K mil.)	771,725	874,063	921,366	970,132	970,900
Return on Fixed Assets (%)	11.9%	11.5%	12.1%	12.3%	12.2%
Year	2029	2030			
Operating Margin (%)	14.1%	12.8%			
Margin after Dividends (%)	6.7%	6.3%			
Retained Profit (K mil.)	946,611	921,629			
Return on Fixed Assets (%)	11.7%	11.3%			

分析結果によると、利益マージンは損益計算書における健全な財務状況を示している。また、固定資産リターンは通常目安とされる 8%をほぼクリアしており、十分な収益性が確認された。

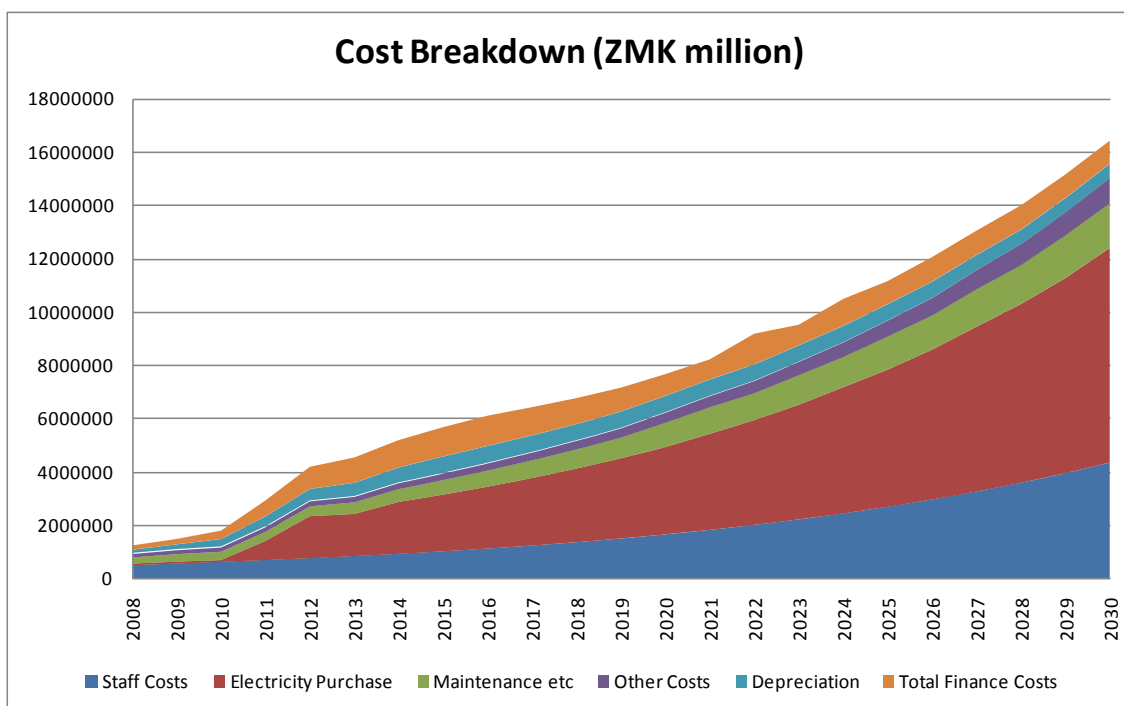
(ii) 営業費用

ZESCO の顧客別営業費用は、今後 21 年間にわたって表 12.17 のように増加すると想定される。

表 12.17 営業費用内訳（総額に対する比率％）

Year	2009	2010	2011	2012	2013
Power Purchase	5.0%	4.1%	24.8%	37.7%	34.9%
Payroll	40.3%	36.6%	24.6%	18.9%	19.2%
Fuel & Maintenance	19.3%	17.6%	11.7%	8.9%	9.7%
Depreciation	11.9%	15.3%	12.5%	10.3%	10.9%
Financing	13.6%	17.6%	20.5%	19.8%	20.9%
Others	9.8%	8.8%	5.8%	4.4%	4.5%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Year	2014	2015	2016	2017	2018
Power Purchase	37.5%	37.5%	38.0%	39.3%	40.8%
Payroll	18.5%	18.6%	18.9%	19.7%	20.6%
Fuel & Maintenance	9.3%	9.5%	10.0%	10.5%	10.5%
Depreciation	10.7%	10.9%	10.1%	9.6%	9.1%
Financing	19.8%	19.2%	18.7%	16.4%	14.3%
Others	4.3%	4.3%	4.3%	4.5%	4.7%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Year	2019	2020	2021	2022	2023
Power Purchase	41.9%	42.6%	43.7%	42.7%	45.1%
Payroll	21.4%	22.0%	22.6%	22.2%	23.6%
Fuel & Maintenance	10.9%	11.9%	12.1%	11.0%	11.7%
Depreciation	8.5%	7.9%	7.4%	6.6%	6.4%
Financing	12.4%	10.6%	9.2%	12.5%	8.1%
Others	4.8%	4.9%	5.0%	4.9%	5.2%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Year	2024	2025	2026	2027	2028
Power Purchase	45.0%	46.0%	46.5%	47.2%	47.7%
Payroll	23.5%	24.3%	24.8%	25.2%	25.8%
Fuel & Maintenance	10.8%	11.2%	10.6%	10.8%	10.5%
Depreciation	5.8%	5.4%	5.0%	4.3%	3.9%
Financing	9.6%	7.7%	7.6%	7.0%	6.5%
Others	5.2%	5.4%	5.4%	5.5%	5.6%
Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Year	2029	2030			
Power Purchase	48.1%	48.8%			
Payroll	26.2%	26.6%			
Fuel & Maintenance	10.6%	10.2%			
Depreciation	3.6%	3.3%			
Financing	5.8%	5.3%			
Others	5.7%	5.8%			
Total	100.0%	100.0%			

また、費用内訳の実数を図 12.3 に示す。



(Source)JICA 調査 (2009)

図 12.3 費用内訳

従業員費用は、総費用に比べると低い増加率であるが、維持管理費用や減価償却費等の費用に比べると若干多めの増加を示している。一方、買電費用は、IPP からの買電のため、検討期間中大きな伸びを示している。

(iii) 供給コスト

各カテゴリーに対する供給コストは表 12.18 のように取りまとめることができる。

表 12.18 ZESCO の供給コスト一覧 (ZMK/kWh)

Year	2009	2010	2011	2012	2013
Mining	151	205	284	324	332
Residential	358	451	549	598	629
Large Power	172	224	304	360	380
Small Power	178	228	317	382	407
Commercial	313	393	490	544	576
Overall Ave.	207	266	344	388	407
Year	2014	2015	2016	2017	2018
Mining	360	384	399	406	416
Residential	678	723	752	765	780
Large Power	414	447	467	474	483
Small Power	444	480	501	505	512
Commercial	623	670	702	718	737
Overall Ave.	440	472	494	505	518
Year	2019	2020	2021	2022	2023
Mining	424	436	451	479	489
Residential	795	817	842	894	904
Large Power	491	505	521	560	563
Small Power	518	531	546	589	587
Commercial	757	780	806	859	870
Overall Ave.	531	549	570	610	621
Year	2024	2025	2026	2027	2028
Mining	513	531	552	575	592
Residential	948	975	1,009	1,045	1,074
Large Power	595	612	634	658	675
Small Power	621	636	658	682	698
Commercial	916	944	981	1,019	1,050
Overall Ave.	657	680	709	740	765
Year	2029	2030			
Mining	615	640			
Residential	1,111	1,149			
Large Power	699	724			
Small Power	721	745			
Commercial	1,090	1,131			
Overall Ave.	797	830			

ZESCO の供給コストは検討期間において、全ての顧客カテゴリーで増加が見込まれる。民生顧客においては 2012 年までにコストを反映した料金レベルに引き上げるために大きな増加が想定されるが、それ以降はコストの増加率は減少する。すべての顧客を平均すると 2009 年の 207 ZMK/kWh から 2030 年には 830 ZMK/kWh となり、これは年平均にすると約 7% の上昇率になる。この増加は期間中の国内インフレ率を約 10% と想定していることから、これより若干低い増加率になっている。

(iv) キャッシュ・ポジション

キャッシュフローの将来想定を表 12.19 に示す。

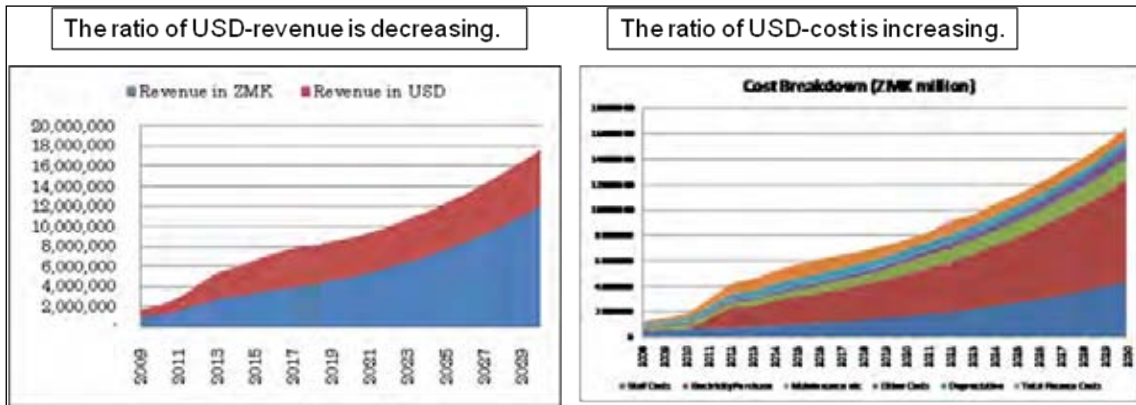
表 12.19 キャッシュ・フロー (ZMK million)

Year	2009	2010	2011	2012	2013
Cash Flow from Operation	649,700	897,527	975,238	1,190,880	1,554,744
Net Cash Outflow from Financial Services	(160,729)	(271,095)	(551,092)	(778,242)	(892,192)
Net Cash Flow from Capital Expenditure	(390,190)	(634,891)	(879,941)	(969,825)	(1,142,049)
Adjust. Income Tax Paid	(165,627)	(217,944)	(213,195)	(266,132)	(371,648)
Increase(Decrease) in Cash	(66,846)	(226,402)	(668,990)	(823,320)	(851,145)
Accumulated	246,482	455,968	213,368	(77,689)	(185,537)
Year	2014	2015	2016	2017	2018
Cash Flow from Operation	1,754,516	1,941,708	2,090,446	2,031,269	2,075,971
Net Cash Outflow from Financial Services	(965,753)	(1,023,689)	(1,068,511)	(970,043)	(880,164)
Net Cash Flow from Capital Expenditure	(1,290,891)	(1,439,710)	(1,453,013)	(1,464,084)	(1,478,018)
Adjust. Income Tax Paid	(419,243)	(461,993)	(514,961)	(495,144)	(511,671)
Increase(Decrease) in Cash	(921,371)	(983,684)	(946,038)	(898,002)	(793,882)
Accumulated	(268,423)	(328,121)	(244,237)	(151,952)	77,508
Year	2019	2020	2021	2022	2023
Cash Flow from Operation	1,992,404	1,922,582	1,869,175	1,677,077	1,973,790
Net Cash Outflow from Financial Services	(789,786)	(705,627)	(632,151)	(1,018,650)	(625,083)
Net Cash Flow from Capital Expenditure	(1,471,492)	(1,407,336)	(1,285,530)	(1,185,413)	(1,149,665)
Adjust. Income Tax Paid	(483,303)	(459,757)	(441,420)	(374,181)	(478,028)
Increase(Decrease) in Cash	(752,177)	(650,138)	(489,925)	(901,168)	(278,985)
Accumulated	291,937	561,312	954,226	801,421	1,478,491
Year	2024	2025	2026	2027	2028
Cash Flow from Operation	1,795,229	1,952,661	2,025,445	2,055,417	2,038,614
Net Cash Outflow from Financial Services	(852,181)	(686,609)	(726,866)	(700,117)	(675,073)
Net Cash Flow from Capital Expenditure	(1,136,734)	(1,123,938)	(1,033,843)	(1,045,385)	(1,057,935)
Adjust. Income Tax Paid	(415,544)	(470,649)	(496,120)	(522,379)	(522,792)
Increase(Decrease) in Cash	221,859	612,764	760,855	832,293	828,399
Accumulated	1,700,349	2,313,113	3,073,968	3,906,261	4,734,660
Year	2029	2030			
Cash Flow from Operation	1,997,072	1,958,650			
Net Cash Outflow from Financial Services	(624,929)	(583,437)			
Net Cash Flow from Capital Expenditure	(1,043,864)	(1,030,404)			
Adjust. Income Tax Paid	(509,713)	(496,262)			
Increase(Decrease) in Cash	837,993	841,071			
Accumulated	5,572,652	6,413,724			

ZESCOにおいて大規模投資が行われる期間は、資金調達が課題となる。特に2012年から2017年がこの期間に相当する。このキャッシュ必要額は主に送電線の延伸開発に係る費用である。しかしながら2018年以降は大きな投資もなく、健全なキャッシュ・ポジションが想定される。

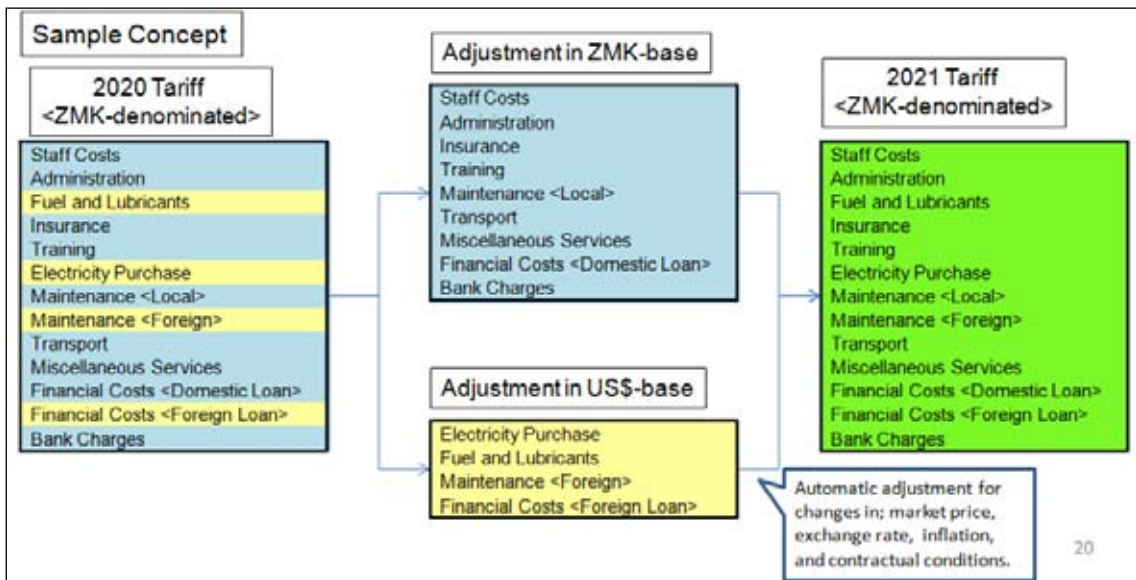
(v) 料金改定枠組み

将来の投資必要性に鑑み、米国ドル建ての費用は今後20年にわたり増加することが予想される。一方、米国ドル建ての収益は鉱業顧客からのものが中心であるが、将来あまり増加が期待できないことも想定される。従って、外貨資金においてギャップが生じる懸念があると考えられる。収支状況と費用の考え方をそれぞれ図12.4、図12.5に示す。



出典) JICA Study(2009)

図 12.4 収支状況

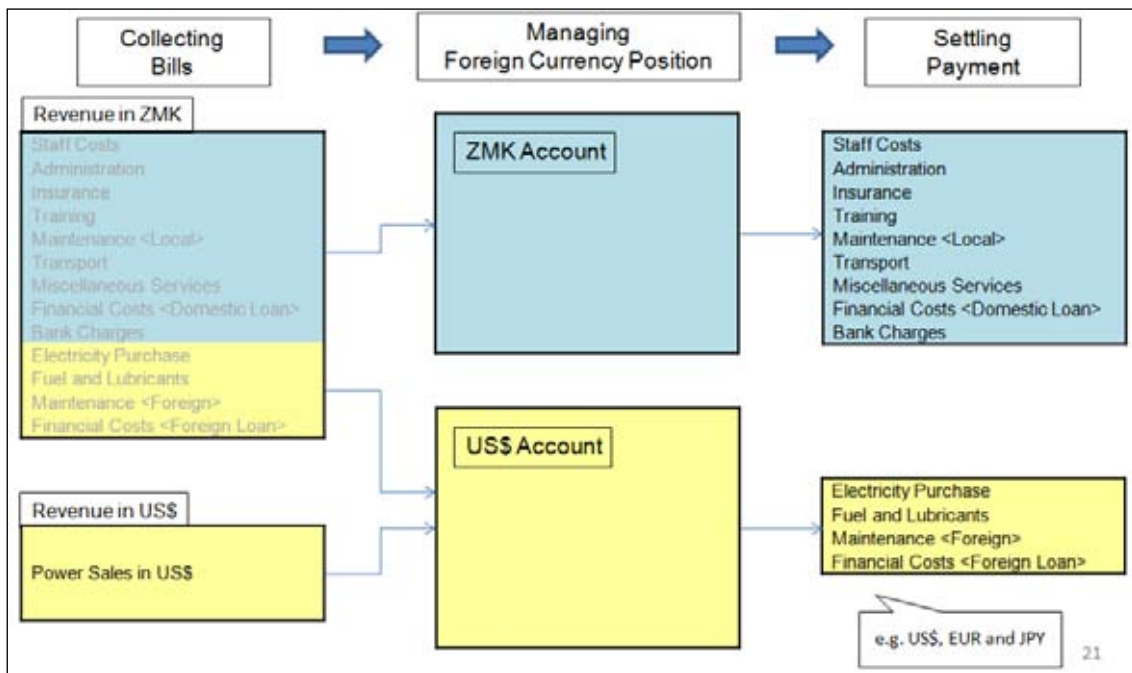


出典) JICA Study (2009)

図 12.5 料金構成の展開図

ほとんどの費用項目はクワチャ建てであるが、いくつかの費用は外貨建てされている。外貨建てには、燃料、買電、輸入機材のメンテナンス費用、外貨建て借り入れの財務費用などが含まれる。これら2つのコンポーネントは全体の費用に対する割合や利率が異なるため、電気料金の改定には異なったニーズがあることがわかり、クワチャ建てと外貨建てを区分することが望ましいと考えられる。また、自動的に料金改訂を行うシステムがあれば、これら違ったコストを回収することに役立つことも明らかである。

この2つのコンポーネントからなる料金改訂が導入されれば、コスト支払いのための外貨建てアカウントを管理することが容易になる。図 12.6はこの資金の流れを示したものである。



出典) JICA Study (2009)

図 12.6 外貨運用

クワチャ建ての収益は小売需要家からのものである一方、外貨建ての収益は、米国ドル、ユーロ、円などの外貨の支払いニーズに基づき外貨に交換される。外貨建ての銀行口座はクワチャ建てのものとは別に管理することになる。

12.1.3 経済財務面における提言

ZESCO は人件費低減を含む経営改善を引き続き促進させることとしている。本調査では、ザンビア国電力セクター環境において ZESCO の経営改善のための幾つかの重要な意見、考察を得ることができた。特にマスタープランを実施する段階において、以下の項目が経済・財務的観点から極めて重要であると考えられる。

(1) 将来の資本支出

開発計画は将来の資本支出に係る最適なシナリオを示したものである。本調査では、今後の開発が提案したスケジュールに則って実施されることを想定している。しかしながら、仮に開発スケジュールが何らかの理由で遅延した場合、ZESCO は隣国からの電力の輸入や、新たな資金を用意することに迫られる。従って、計画の遅れはさらに電気料金が上がる要因ともなりかねない。

本調査では、輸入炭による火力発電を考慮することによって課題に対応する代替案も示した。この代替案の可能性を確認するために、追加調査が必要であると考えられるが、不測の事態に対処するため極力早い機会に実施することを提言する。

(2) 将来投資のための資金調達

投資計画が示すとおり、今後多額の資金支出プロジェクトが、特に 2012 年から 2016 年において、計画されている。これまでの時期に電気料金はサービスコストを反映した料金レベルに達していると想定される一方、新規投資のための資金は ZESCO にとって課題として残る。本調査の財務分析では ZESCO の従来計画に従い、85%を政府保証が前提とされた借入金で賄うと想定した。しかしながら、この資金調達については、財務・国家計画省と十分協議を行うことが求められる。

(3) サービスコスト

電力サービスは、インフレ、新規開発、効率・信頼性向上のための投資、IPP への支払い義務等様々な要因によって、コストが上昇することが考えられる。一方、システムロス低減、実質的なオペレーションコストの低減、規模の経済によるコスト低減等効率改善によってコストの上昇が抑えられることも期待できる。サービス供給コストは SAPP 連系を利用することによってさらに低減させることも可能であると考えられる。ZESCO はこれらあらゆる手段を事前に講じてパフォーマンスを向上させるとともに、成果を ERB 他関係者に示すため、継続的な取組みを行うことが求められている。

また、請求書発行から料金徴収までの一連業務に対し、今まで以上の効率とパフォーマンスが求められている。これは現時点での売掛金の回収と同時に、今後増加すると想定される顧客に対するサービスレベルの向上も含まれている。

(4) 外貨ポジション

ZESCO は現在 US ドルとザンビア・クワチャの二つの通貨によって収益を得ている。これは鉱業需要家等からの売上は外貨で、小売については現地通貨で支払いがされているからである。ZESCO は現在、この外貨建ての収益を、外貨建ての借入金返済や機器輸入、買電費用、その他輸入による購買費用等に使用している。しかしながら、今後は IPP からの買電が増加するとともに、外貨建ての支払い決済が増加すると考えられる。従って、現地通貨の対 US ドルレートの変動も予想されることから、外貨管理は今後、ZESCO にとってさらに重要になってくることが想定される。現時点においても為替率の変動は ZESCO 財務に大きな影響を与えている。外貨管理という観点から、ZESCO は IPP への外貨による買電料金の支払いが増加することにより、現金の不足が想定される。従って、資産負債管理は ZESCO にとってますます重要になってくるであろう。

(5) 料金改訂

財務分析で示したように、ZESCO のパフォーマンスが向上しても電力供給コストの上昇のため、今後も定期的な料金改訂は避けられない。ERB は ZESCO のパフォーマンスや経済・産業状況を踏まえて、適正な料金改訂を継続的、タイムリーに実施すべきである。この料金改訂の状況如何によって、ZESCO の財務運営に大きな影響を与えるからである。また、この料金改訂にあたっては、ZESCO の外貨による決済のニーズを踏まえて外貨ポジションについて迅速な改訂をすることが望ましい。

12.2 民間投資促進策

12.2.1 民間投資に係る現状と課題分析

ザンビア国では、増加する電力需要に対する政府による資金だけでは十分な対応ができないと考えられるため、民間投資が電力セクター開発の重要な動力源であると言える。民間投資に係る一定の法的制度の整備は進んでいるものの、現時点における民間投資に係る政策枠組みや環境は民間投資家を呼び込むために十分魅力的であるとは言えない。ここでは民間投資に係る現状と課題について分析を行う。

(1) 国家官民パートナーシップ (PPP) 政策

国家官民パートナーシップ (PPP) 政策は、2008 年 11 月に公共事業省によって制定され、より高い生産性、さらなる競争性、富の創造を通じて経済開発を実施するための官民パートナーシップを支援することを目的としている。これは民間企業参加のメリットを最大限引き出す手法を電力セクターに対しても適用しようという思想である。具体的には、①インフラ案件実施の強化、②国民への効率的なサービス、③国内起業家へのビジネスチャンス、④公共サービス、インフラへのアクセス、⑤社会経済的な繁栄に対するポジティブな影響等を直接的、間接的な効果と位置付けている。

電力セクターでは既に幾つかの具体的な案件が民間投資対象として取り上げられている。これらの民間投資案件は以上に述べた便益をもたらすものと期待される。

PPP 政策は官民協調案件を実施するにあたって、①技術的実現可能性、②経済的可能性、③金融機関、プロジェクト・スポンサーにとっての財務面での可能性、④経済効率、⑤適切なリスク分担、⑥経済・社会的便益、⑦国民の能力向上、⑧地方分権化、⑨企業の社会的責任、などの基本原則をうたっている。

また、PPP には、サービス契約、マネジメント契約、リース、コンセッション契約、BOT/BOOT、民営化等幅広い形態がある。そのため、政府は案件形成において適切な契約形式や革新的な内容を常に模索することが望まれる。

PPP 政策は、財務・計画省に独立した行政機関として設立され、PPP 局によって実施されることになっている。また PPP 局は、ザンビア国における官民協調プロジェクトの調整、管理、モニターを行うことになっている。現業部門や担当官庁もこの PPP 局の支援を受け、プロジェクト実施に指導的役割を果たすことが求められている。しかしながら、電力案件について、OPPPI と PPP 局がどのように役割分担を行い、協調していくかについては明らかではない。従って、この新しい PPP 局によりわかりやすい法律、規制制度を導入することが強く求められている。また、この法制度は関係官庁、組織を包括するものでなければならない。

(2) 水力発電と送電線開発に係る開発インセンティブとこれに関する枠組み (FPI)

FPI は、政府が 1998 年に発表した、水力発電と送電線開発に係る枠組みとインセンティブのパッケージを取りまとめたものである。この枠組みは最近 10 年間の間、変更されていないため、最近の経済、技術開発状況を踏まえて再編集することが望ましい。

(a) ファイナンス

FPI の開発コンセプトを推進する場合、財務リソースが重要な課題となることは言うまでもない。プロジェクト・スポンサーはローン返済のために売電料金から十分な収益をあげる必要がある。しかしながら、現行の電気料金はこの民間投資に比べられるほど高いレベルにあるとは言えない。よって、ザンビア国政府は HIPC イニシアティブの下、債務援助の条件として、電力セクターの部分保証を含む全ての政府保証の凍結をせざるを得なかった。しかし、最近、財務・計画省では電力セクターに対して政府保証を付与することができる状況になったと話している。従って、財務・計画省と協議のもと将来の投資プロジェクトに政府保証を考慮することができることになっている。

FPI によると電力の売却や託送からの収益についての法人税は免除されることになっている。加えて、民間電力案件からの配当金や株式売却は自由に本国に送金できることになっている。これらの税金・会計上のインセンティブは現在施行されている法律や規制に準拠して明確化する必要が指摘される。

(b) 電気料金

送電、発電等の電気料金は、ERB によって規制されている。これらの民間電力案件の電気料金の決定、認可のための手順は、電気料金そのものによる ZESCO や国民への影響を鑑み、現状取り決められている方法によって取扱いがなされる。大口需要家の電気料金は、家庭用、小規模商業用の電気料金より安く設定されている。しかしながら、ERB は民間投資案件の社会的インパクトを考慮し、民間同士の電力売買契約であっても料金認可に介入する場合がある。

電気の大口契約料金の申請手順は、基本的にプロジェクト・スポンサーからの申請に基づき、ERB がレビューを行う。このとき、スポンサーは 30 年分の毎年の電気料金スケジュールを提出しなければならない。しかし、主要な料金コンポーネントを除き、詳細な手順やデータ要件は明らかにされていない。そのため、ERB は規制のための基本事項を明らかにし、民間企業に指導要領やサンプル図書を提示すべきである。

送電線料金についても FPI の中で記述されている。その枠組みによれば、民間企業は資本投資と設備維持に必要なサービスコスト（これには株式資本コストを含む）を支払われることが規定されている。しかし詳細は明らかになっていないため、ERB はこの費用を見積もるための詳細な方法論をとりまとめ提示すべきであると思われる。調査団の調査、イ

インタビューから、ZESCO が長距離の送電線開発に対し、十分な資金確保が困難な場合においても、民間企業による国際・国内送電線の開発の可能性があることが確認されている。

(c) 水利権

水利権は、水力発電開発のもう一つの課題である。まず第一に初期の5年間という許認可期間が、通常の耐用年数30～50年という水力発電所の期間と合致しないことが挙げられる。第二に水力発電の水利使用は、法律において優先順位が低いことが挙げられる。水資源開発法（案）では、家庭用用途がもっとも優先順位が高く、次いで環境、農業そして水力発電を含む産業用途の順番となっている。従って、水力発電所の運開後、もし他用途のニーズが増大した場合等は、（現在の法律では水力発電用の水利権が保証されないため）水力発電用の水利権が確保されない可能性もある。

(d) 組織体制

MEWD 下に設立されている OPPPI は、電力セクターにおける民間投資と FPI の実施を調査、推進する役目を担った組織である。OPPPI はその使命を果たすため、ZDA、財務・計画省、国庫管理局、法務省、ERB 等多くの機関と調整を行う必要がある。

既に述べたように PPP 政策により PPP 局が設立される予定であり、将来の民間投資は、コンセッション、官民協調、サービス契約等多くの契約形態があるため、OPPPI による調整が極めて重要である。そのため、民間投資案件の増加とともに、OPPPI の調整活動は今後さらに重要になっていくことが想定される。

FPI によると、政府は大規模水力発電開発に関して次のようなアクションを通じて、プロジェクト・スポンサーを支援するとしている。

- ①「独立専門家からなるパネリストを案件当初から任命し」
- ②「代替サイトの広範囲にわたる評価し」
- ③「上下流の諸課題の解決等に従事する」

ザンビア国政府は、何が環境問題を解決するための規制、承認事項であるかということと、それら課題に係る技術スキルを有しないプロジェクト・スポンサーに対してどのような支援が必要か、ということをも特定、判断することが重要である。政府が案件実施に課す諸条件は、民間投資家に対して明瞭に提示しなければならない。なぜなら、政府からの行政介入は政治的な道具として使われる可能性があるからである。

(e) オープン・アクセス

ザンビア国ではグリッド・コードが制定されてはいるものの、国内では事例がほとんど無いあるいは限られているため、実際にはコードは適用されていない。しかしながら将来、多様化した電源でより安価で信頼性の高い電力需要が高まることが予測されることから、オープン・アクセスへの需要は高まることと思われる。一方で、独立したシステム・オペレータはまだ設置されていない。このため、規制機関は、公平で効率的な電力取引を確保するための効果的なモニタリングや規制システムはまだ確立していないと言える。

調査団は、ERB が中心となって委員会組織を構成し、グリッド・コードの改訂を議論していることを確認した。委員会メンバーは、ERB、MEWD、CEC、民間企業、電力セクターのその他利害関係者からなる。議題はシステムオペレータの組織体制、役割、責務等が含まれているため、委員会での議論は将来の電力セクターの構造改革につながることを考えられる。

現在の FPI は、ZESCO が国家送電グリッドを担当し、必要とする関連インフラサービスや最低コストを指摘、評価、提言することを前提としている。その機能は、インフラ投資計画や将来の需要シナリオの予測を含むものである。しかし、ZESCO の将来のプランニングに係る役割は、このような流れから変化していくことが想定され、独立したシステムオペレータが設立されるとすれば ZESCO が担当するこの役割をシステムオペレータが継承し、ZESCO は他の発電・送電の電力会社とともに、電力会社の一つとなることが考えられる。

(3) 重要課題

ここでは、民間投資に係る現状、課題を指摘し、分析することを目的とする。ザンビア国の戦力セクターにおける民間投資の主要課題は、①財務、②発電料金、③水利権、④組織枠組み、⑤オープン・アクセス等の視点から分析することとする。

(a) ファイナンス

FPI のいくつかの条項は法律に立脚したものではない。この一例は、法人税や輸入関税である。政策文書ではこの法人税、輸入関税等への優遇措置は謳われているものの、詳細且つ明示的に法律で規定されていない。従って、民間投資家はどのように進めればいいのかかわからない状況である。これら投資案件に係る条件は法律で規定されるべきである。

他方、或るプロジェクト・スポンサーにおいては案件実施のための資金調達が課題となっている。FPI は民間インフラ開発基金と水力計画基金を提言しているが、基金を立ち上げるための実際のアクションは成功していない。2008 年の世界的な金融危機、経済不況により、資金調達はどの民間企業にとっても困難な状況になりつつあり、特に水力開発に関しては影響が大きい。従って、時宜を得た水力開発に対する公的資金の注入、利用はその重要性から再検討すべきである。

(b) 電気料金

ザンビア国における現在の電気料金は、民間プロジェクトにこの料金レベルを適用されるとすれば、プロジェクト・スポンサーにとって決して歓迎できるものではない。加えて、オフテーカーが民間企業ではなく ZESCO であったとすれば、ERB は家庭用需要家への経済的、社会的影響を考慮に入れなければならない。

ERB は、家庭用、商業用、産業用需要家あるいは電力会社等を含む利害関係者への経済、財務的な影響や、プロジェクト採算性を考慮に入れプロジェクト耐用の全期間にわたる電気料金を設定する方法を確立する必要がある。

(c) 水利権

水利権は、水力発電案件のプロジェクト・スポンサーにとって大きな懸案事項であり課題となっている。水資源開発法（案）においては、発電用水利使用は、家庭用水利権、環境対策水利権、農業用水利権等に比べて優先順位が低く設定されている。この法律の実際の案件への適用については、特に耐用期間が長期にわたる水力発電について明確なものとはなっていない。OPPPI 自身は水利権に関して意思決定権限がないため、他の機関と密接に調整を図るべきである。

(d) 組織制度枠組み

OPPPI は民間セクター参加に係る調整を行うこととなっているが、OPPPI の活動や FPI の条項を支持するための法制度は脆弱であるといわざるを得ない。例えば特定のインセンティブは、プロジェクト・スポンサーの権利と利益を担保するために特定の法律に組み込むべきである。従って、FPI は、組織制度枠組みの信頼性を高めるべく強化すべきであるし、行政指導のためのツールは、OPPPI の組織のシステムとして根付くように取り組まなければならない。

政府機関における幾つかのイニシアティブと活動は、簡素化や強化を実施することが必要である。電力セクターの民間投資は、それを支援するためには横断的事項についての包括的アプローチが要求される。例えば、ZDA は投資プロジェクトに対してワン・ストップ・オフィスとして機能することを期待されている一方、OPPPI は ZDA とアドバイスや行政サービスに関して調整機能を果たしたり、情報交換を行ったりする必要がある。課税課題についても他の政府機関に代わって OPPPI が民間投資家に説明を行ったり、指示を行ったりすることも有効であると考えられる。

財務・国家計画省において、Public Private Partnership (PPP)部局が既に設立されている。PPP 案件に係る省庁間の調整等の業務詳細についてはまだ確立されていないようであり、特に資金調達とインセンティブの課題については現在検討中とのことである。既に議論を行ったように、民間投資家は、法人税、輸入関税、付加価値税等の税務事項について非常

に敏感である。電力案件に係る政府からの保証付与等の方向性や見通しについては、借入金や電力買取契約等に対する保証を含めてこれから議論を深めることになっている。

(e) オープン・アクセス

ザンビア国ではグリッド・コードは存在するものの、オープン・アクセスはまだ確立されていない。政府はオープン・アクセスを実施するための適切な法制度、規制を確立し、送電サービスを規制し計画するための適切な能力を開発する必要がある。規制強化、グリッドコードのアップデートを行うための ERB の能力強化は必須であり、これにより効率的なシステム開発を行うことが可能となる。

オープン・アクセスの議論を行うことは、電力セクターのリストラクチャリングに触れることを意味する。国際的な電力セクターの事例では、電力システムの透明性の高い効率的な設備運営は、独立システムオペレータによって確保されている。現時点において、この機能は ZESCO が担当しており、システムオペレータに独立性を持たせるとすれば、ZESCO の組織改革につながる。しかしながら、本調査は元来セクター改革の方法論を調査するものではなく、民間投資案件の実施促進を図るための手段を調査するものであるため、ここでの議論は民間投資案件を導入、促進するための効果的な手段にのみ注目することにしたい。

12.2.2 民間投資へのニーズ分析と財務能力検討

ザンビア国における民間投資家とのインタビューを実施した。面談先会社は表 12.20 の通りである。

表 12.20 ザンビア国における民間投資概要

No.	Name of Company	Name of Project	Method of Selection	Capacity (MW)	Status of Project
1	Lusemfwa Company	Lusemfwa/ Mkushi River	Negotiation	147	F/S to be completed by June 2010
2	Mwinilunga Power Co.	West Lunga	Negotiation	3 + 3	PPA under negotiation with ZESCO
3	CEC/TATA	Kabompo Gorge	Bidding	34	F/S ongoing. PPA negotiation will be started in 2009.
4	Lunzua Power Authority (Olympic Milling)	Kalungwishi	Bidding	62 + 101	I/A under negotiation
5	Power Min Co.	Mutinondo/ Luchenene	Negotiation	40 + 30	No F/S has been completed.
6	TATA	Itezhi Tezhi	Negotiation	120	D/D ongoing.

(Source) Compiled by JICA Study Team

上記以外の発電案件も民間によって開発検討されているものもあり、まだ特定のプロジェクト・スポンサーが決まっていない状況にある。また、それらのプロジェクト形成や準備は現在進行中であることから、ここで議論することが困難である。従って、本調査ではそれらの案件を外して議論をすることとしたい。この案件には Kafue Gorge 74, Lusiwasi Expansion, and Maamba プロジェクトが含まれる。

(1) Lusemfwa 社

Lusemfwa Company は、現在ザンビア国において発電容量 18MW の発電所の運転を行って

⁷⁴ Kafue Gorge プロジェクトは現在、IFC によって調査、準備が進められている。プロジェクト・スポンサーの事前資格審査は 2009 年に終了し、建設工事は 2011 年に開始される計画となっている。

いる唯一の独立電力事業者である。主な株主は、南アフリカの電力会社である **ESKOM** 社である。**Lusemfwa** 社は現在、**Lusemfwa/ Mkushi** 川プロジェクトの開発を計画中である。

提案されている案件は、それぞれ発電容量 **55MW**、**60MW**、**32MW** の3発電所であり、発電電力は **ZESCO** に売電されることになる。可能性調査は地質調査を含めて **2010** 年までに完了する予定であり、**Information Memorandum** は **2009** 年末までに完了することになっている。現時点において、**Lusemfwa** 社はプロジェクト資金について金融機関と交渉を行っているとのことであった。また、ライセンスや環境に係る情報についても、**ERB** に提出がされており、**ERB** でレビュー中である。

Lusemfwa 社は、ザンビア国政府が電力セクターの民間投資環境を改善するためには、以下に示す幾つかの条件が必要ではないかと指摘している。

- **FPI** 等政府の指導は民間投資家にもっと判り易いものとするべき。
- 水資源法は電力法やエネルギー政策等の法律と照らし合わせ、調整を図るべき。
- **ERB** はオープン・アクセスについて機能を果たせるようにすべき。

Lusemfwa 社は、**DBSA** や **IFC** 等の金融機関や債権等からのプロジェクト資金の調達を検討している。プロジェクトは **15km** の送電線建設が必要とされるが、同社は自ら **ZESCO** の既設変電所の増強や **ZESCO** の代わりに必要になる送電線の建設を行う等して、案件実施を進めたい意向である。

(2) **Mwinilunga** 社

Mwinilunga 社は、ザンビア北西部の辺境地域において **1MW** の小水力発電所を運転している会社である。同社は **Mwinilunga** 地域において、総発電容量 **6MW** の **West Lunga** プロジェクトの開発を目指している。プロジェクトには2つのサイト (**Kakokakaw** と **Kanyikomboshi**) がある。

可能性調査は既に完了しており、開発に係る関心表明は **OPPPI** に提出されていると共に環境調査結果についても環境部に提出されている。また **ZESCO** との **PPA** 交渉も現在進行中である。プロジェクト地域は辺境地であることから **REA** からの援助資金が適用されるかもしれない。この地域における発電コストは高いディーゼル発電のため **41cents/kWh** となっており、プロジェクトは地域にとってより経済的な解決策となることが期待される。

Mwinilunga 社は、発電電力を **ZESCO** に売電することを計画しており、地域は **ZESCO** からの電力供給を受ける。また、選択肢として、**Mwinilunga** 社がコンセッション契約により電力流通設備を運営し、自ら発電した電力の供給まで実施するという方法もある。このコンセッション契約が実現すれば、地域の民間会社や地方自治体は民間投資の成功事例として、今後の民間会社による地域開発可能性を確信することができるであろう。

(3) **CEC/TATA**社

Kabompo Gorge プロジェクトは、現在 **CEC** と **TATA** 社の **JV** によって計画中である。案件は3年前に公示によって入札が行われ、3社が入札に応じた。その中から **CRC** と **TATA** 社の **JV** が **2008** 年 **10** 月に選ばれた。可能性調査は **12** か月間を要し、可能性調査終了後にライセンス申請が提出されることになっている。

この **JV** は同案件と民間投資一般について以下のようなコメントをしている。

- 可能性調査費用は民間企業が負担することになっており、民間会社にとっては障害になる場合がある。
- **Kabompo Gorge** プロジェクトは **34km** の政府管理道路を含むアクセス道路の修理、改善が必要である。道路は政府機関により管理されているため、十分な予算によって時宜を得た建設を行うことが、発電プロジェクトにとって極めて重要である。
- 水文データは発電量の推定に極めて重要で、案件の経済性ひいては案件が成立するかどうかについて重要な影響を与える。従って、政府はデータの整備を支援すべきである。政府による案件申請の承認プロセスは、現在時間がかかりすぎ、これを短縮すべ

きである。また、手続きの簡素化、合理化も必要と考える。

- 税金の優遇措置は法律に適切にうたわれていない。
- ERB⁷⁵による電気料金規制は民間会社の発電量を産業向け顧客に売電する場合も適用されるとしているが、これは適用外にすべきである。リターンを基本としたキャップ規制は民間投資プロジェクトに馴染まない。
- 政府は案件実施に必要なインフラへの資金提供を考慮すべきである。

(4) Lunzua 電力会社

Lunzua 電力会社は、Olympic Milling Company の子会社である。Luzua 社は Kalungwishi プロジェクト (173MW) のプロジェクト・スポンサーであり、2007 年に公開入札によって選定された。現在、政府との間で実施協定について交渉中である。可能性調査については 2000 年に Harza 社が実施をしている。

プロジェクトは 510km に及ぶ電源送電線が必要であり、この建設費用は \$ 600million を超えるとされる。主要オフテーカーは ZESCO であるが、可能性としては国内の他の民間会社あるいは隣国への売電も考えられる。

Lunzua 電力会社はザンビア国における民間電力投資に係る課題について以下のようにコメントしている。⁷⁶

- 水利権は民間投資家にとって大きな懸念事項である。
- 水文リスクは、データの限定性、信頼性から大きな懸念事項である。
- 環境問題についても移転問題を含め、今後益々課題となってくることが考えられる。しかしながら、政府ではこの課題は民間会社の責任、リスクであるとしている。
- 政府のインセンティブ・プログラムについても強化すべき。これらには財務、会計等幅広い事項が含まれる。

(5) Power Min 社

Power Min 社は、他の案件とは異なり自分の手で Mutinondo/ Luchenene プロジェクトを発掘し、検討を進めている。現在、可能性調査の検討を行っており、その財源はまだ確保されていない。案件実施協定についても準備中である。売電先の選定や PPA についても今後の検討事項となっている。

同社は民間投資プロジェクトについての課題を以下のように指摘している。

- Power Min 社は、可能性調査のコストが課題であると認識している。建設費用についても資金調達課題となろう。
- OPPPI からの支援はプロジェクト形成や実施等プロジェクトサイクルの各ステップにおいて期待される。特に水利権や環境クリアランス手続きについての支援を要望する。
- プロジェクト実施に係る (PPA 等の) 売電価格条件等についてもまだ検討中である。

同社は、案件に必要な調査・準備を開始したばかりであり、今後 OPPPI 等関係機関と調整を図り必要な情報を入手することが必要であると思われる。

(6) TATA社

Kabompo Gorge プロジェクトに加えて、TATA 社は Itezhi Tezhi プロジェクト(120MW)に参加している。ZESCO と TATA 社の合弁企業 (出資比率各 50%) は現在、案件実施のアレンジ、形成の最終段階に取り組んでいる。プロジェクト・コストは \$ 150million 程度と試算されている。

可能性調査は既に完了しており承認された。プロジェクト・スポンサーは既に ZESCO への PPA 提案を提出している。と同時に、EPC 契約のプロポーザルは 2009 年中にコントラク

⁷⁵ ERB では電力法は民間プロジェクトについても適用されるとしている。そのため民間会社による開発、電力輸入もレビューの対象であると考えている。

⁷⁶ Lunzua 社は、資金調達は案件実施の課題ではないとしている。

ター候補から提出されることになっている。現在、プロジェクト・スポンサーはトランザクション・アドバイザーの支援をうけ、PPA 交渉を行っている。

プロジェクト資金の借入れは、EIB、DBSA、AfDB 等の金融機関等から調達することを検討している。借入金に対する政府保証は、まだ議論がされていない。プロジェクトに係る課題には、Itezhi Tezhi 発電所を含む3つの同じ流域にある発電所の運転・運用が含まれる。これはオープン・アクセス問題とも関連し、検討を進めるべき課題である。また、プロジェクト・スポンサーは、減税ベネフィット、法人税優遇措置、輸入関税、付加価値税等について政府とコンセッション契約を結ぶことを検討中である。

この案件は近い将来の民間開発案件として非常に有望なプロジェクトであることから、政府は案件を成功させ、他の民間投資家に対して成功事例を示すことが望まれている。特に、プロジェクト・スポンサーは ZESCO と TATA 社の合弁企業体であるため、初めての官民協調による試みでもある。また、金融機関も、コンセッション性の高い案件融資を行うことによって、案件に支援を行うことに関心があると報告されている。

12.2.3 民間投資促進に係る提言

民間投資促進を取りまく環境は、既に障害として指摘されている点に対して改善、強化することが可能である。

(1) 民間投資を促進するための分かり易い枠組みとシステムの提示

民間投資に係る枠組みを法律に照らし合わせた手段に則って刷新し強化していくことが重要である。租税・公課、グリッド・コードやオープン・アクセス、環境問題、その他の法律、規制等がそれらに該当する。

多くの投資家の懸念は、特定のプロジェクトの収益性や技術リスクにあるのではなく、不透明な法制度やそれを取り巻く規制環境にある。もしこれらの租税公課等の投資条件が投資家にとって確度の高いものであれば、投資家はもっと自信を持って民間投資案件を実施することができる。

(2) 民間投資プロジェクトのレビュー、承認プロセス期間短縮の企画

既に実行可能な幾つかのプロジェクトは、行政指導や承認を待っている状態にある。政府による指導や支援はこれら案件実施に対して非常に重要である。なぜなら、政府の指導によって案件の方向性が変わることもあるからである。案件にとって重要な事項には、①環境問題、②プロジェクト開発のライセンス付与、③電気料金や PPA 交渉、④設計・施工に係る事項、⑤水利権等が含まれる。

政府による承認プロセスは、民間投資家にとって単純で分かり易いものでなければならない。民間投資家の中には、政府関連機関の遅滞なプロセスや承認手順の複雑さに不満を持つ者が少なくない。また、或る投資家は、ザンビア国電力セクターに未参入の新規事業者であるため、市場参入への障害を低くするために政府専門家からの支援が有効である場合もある。

(3) 民間開発案件の申請レビューや調整のための能力を強化

ERB は、現在最も懸念事項である電気料金課題や ZESCO のパフォーマンス合意のモニタリング、グリッド・コードの改訂等に忙しい状況であると推測される。しかし、ERB は民間投資プロジェクトの標準やグッド・プラクティスを確立するための指導的役割が期待されている。FPI についても近年の電力セクターの開発状況、傾向を踏まえて改訂し、ERB による民間開発の規制のためのスコープや方法論について明らかにすべきであろう。電気料金交渉についても、異なる民間投資家や案件の多様化したニーズに対応するため、今後ますます重要な役割を担うことが想定される。

OPPPI は、今後も継続して電力セクターにおける民間参加に関して極めて重要で中心的な位置付けを担うであろう。OPPPI にとって、電力プロジェクトを調整、促進するために信頼できる立場を確立することが非常に重要である。OPPPI による明確な法律枠組みを確立する

ことに加えて、政府内外における利害関係者との調整、案件計画、契約事項等に係る行政能力や組織人員を強化する必要があると考える。

(4) 民間セクターによるプロジェクト準備や実施を支援するための取組みの強化

民間セクター案件への資金支援について再検討することが必要であり、国内投資家の数は国外投資家に比べて数は少ないものの、ローカル投資家による国内資金市場からの資金調達に関して、政府が支援することのニーズや便益は確かにある

ザンビア国政府は民間投資実施について、いくつかの財務、会計インセンティブを既に提示している。これら便益は、プロジェクトを開始次第、速やか且つ自動的に便益を享受できるようにすべきで、それにより後続する投資プロジェクトをさらに誘致することができる。

また、水資源委員会等公的機関が水文データの収集、管理を行っているが、将来の案件形成のためにこの強化も必要であろう。情報の信頼性は投資リスクを低減し、最終的には消費者の利益の増大につながる。

電力案件に係るインフラ開発のための政府資金も、案件実施について重要な役割を果たす。これらには、アクセス道路建設、発電電力を送電するための変電所その他付随設備、情報通信システム、その他の社会サービス等が含まれる。これらの公的施設やサービスは民間投資プロジェクト実施の障害となってはならない。OPPIによる調整は、この点でも非常に重要である。提案されている財務・計画省のPPP局は、予算課題についてもOPPIと調整を図る必要がある。

第13章 GISデータベース

13.1 GISの導入

GIS (Geographic Information System) は、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ (空間データ) を総合的に管理・加工し、視覚的に表示することで、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術であり、ザンビア国電力開発マスタープラン調査の成果を GIS データベース化することで、成果の確認を容易にするだけでなく、今後の更なる検討に活用することができる。

ザンビア国の電力セクターにおいては、2006年5月～2008年1月に実施された「ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査」にて、地理情報等ザンビア国の行政機関が保有していた既存のGISデータに、中圧配電系統及びRGC⁷⁷データが追加されている。

本調査においては、これらの既存のGISデータについてレビューを行い、C/Pと協議を行ったうえで今回の調査で収集したデータを追加する。

13.2 GISの活用状況と既存のデータベース

13.2.1 GISの活用状況

本調査のカウンターパート機関であるDOEでは、GISを保有していないが、同じMEWD内の計画・情報局 (DOPI: Department of Planning and Information) にてGISを保有しているほか、ザンビア国地方電化マスタープラン調査のカウンターパート機関であった地方電化庁 (REA: Rural Electrification Agency) は、Arc Viewを保有し、かつGISエキスパート⁷⁸を採用している。また、DOE職員はArc Viewに関する研修を受講しており、基本的な操作は体得できている。

さらに、電力セクター以外でも、積極的にGISが活用されている。下表にJICAスキームにおいてGISが活用された一例を示す。

これらのGISデータベース (ベースライン情報) を組み合わせて活用することにより、GISを用いた様々なプランニングが期待できる。

表 13.1 ザンビア国におけるGISデータベースに関連したJICAスキーム例

Name of scheme	C/P	Productive of the scheme
鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備調査	MMMD	鉱物資源図 地質図
ルサカ市プライマリーヘルスケアプロジェクト	保健省 ルサカ市保健局 (LDHMT)	衛生施設図 コレラ患者居住地
地方分権化のための能力強化プログラム	内閣府 財務国家計画省 地方自治住宅省	都市計画図

<REAにおけるGIS活用状況>

REAにおける地方電化推進作業は、GISデータベースを積極的に活用した好事例である。今後、本マスタープランを実作業に移行する際に有用な情報であると推測されるため、以下に記載する。

<地方電化推進作業例>

(1) 作業の流れ

①電化予定地域へ現場出向

⁷⁷ Rural Growth Centre

⁷⁸ REAは、GIS Officerを配し、中圧配電系統の設計施工管理を行っている。

- ②電化ルートの電源地点（既設配電線の末端もしくは新設配電線であれば変電所）から延伸するルートを GPS でプロットする。
GPS プロットポイントは以下のとおり。
- ・電源(Supply point)地点、
延伸する HV（高圧 33kV or 11kV）の分岐&末端
柱上変圧器設置箇所
 - MV（400V）の分岐&末端
延伸ルート上の橋（河川横断箇所の把握のため）
受電需要家
その他必要箇所（ルートのカーブ箇所等、ルート作画のために必要な箇所）
- ③GIS データの作成
上記②のプロットポイントをもとに延伸ルートを GIS で作画
この際、建柱（pole erection）予定箇所についてはプロットしない。
（建柱箇所は、作画した図面から標準スパン 50m を基に大まかに設定する）
- ④設計図面の作成
上記③の GIS データを基に CAD で図面に起こす。
- ⑤使用材料積算表の作成
上記④の設計図面をもとに、延伸工事に必要な材料表(BOQ:Bill of Quantity)を作成、
電柱の必要本数はルートの距離を標準スパンで除して算出
- ⑥請負先の決定
- a. ZPPA(Zambia Public Power Authority) へ設計図面と BOQ を提出
 - b. ZPPA が図面等を承認後、工事内容を工事会社へ公示する。
 - c. 工事会社の入札等の手続により工事会社が決定される。
- ⑦工事の実施
請負契約締結後、工事実施
- ⑧ZESCO への引き渡し（Hand over）
工事後、REA が検査を実施し ZESCO へ設備を引き渡し
- (2) 本作業に使用しているツール・ソフトウェア
- GIS : Arc GIS Ver9 (Arc View)
GPS : Garmin 社製 eTrex Venture HC (Arc GIS への GPS Interface を用いて取り込み)
CAD : AutoCAD Ver.7
- (3) 作業に必要な人工
- ・上記 (1) ①, ②の作業を REA 職員が通常 1 名で各 Site 出向し作業する（最大 8 名にて従事）。1 Site あたり半日～1 日で作業可能である。
 - ・GIS データベース化、その他伝票等作成を GIS Officer が作業している。（3 - 4 週で 25Sites 分を作業）

13.2.2 既存のGISデータベース

現地調査を通じて関係機関より入手した GIS データベースを表 13.2 に示す。本データベースは、ザンビア国地方電化マスタープラン調査時に収集、構築したデータベースであり、行政機関単位で管理されており、ザンビアにおける主要インフラ等の情報が掲載されている。

しかし、情報の中には異なる座標系を用いているため縮尺の整合が取れないものや、必ずしも今回の調査に必要な情報がある一方、地形情報のような必須な情報が欠如している。

したがって、情報の再取得・精査も含め、今後の調査を通じて必要な情報の整備を行う。

表 13.2 現時点における GIS データベース一覧

管理行政機関	データベース
—	アフリカ地図、アフリカ諸国国境、ザンビア国州境、郡境
農業協同省	耕地区域、農場
教育省	小学校（電化・未電化・水道無）、中学校、ビレッジセンター、幹線道路、一般道路、国立公園、鉄道、河川、湿地帯、ダム、排水路
電力水資源省	送電線経路、水力発電所、ディーゼル発電所、変電所
環境観光資源省	森林、草原、道路、鉄道、河川
国家統計局	選挙区、道路
保健省	医療施設、小学校
地方電化庁	RGC、配電線路

(Source)地方電化マスタープランの情報と基に本調査団作成

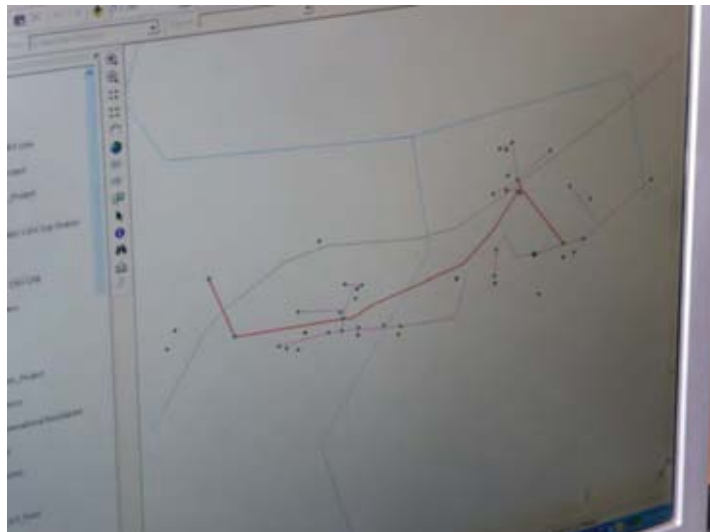
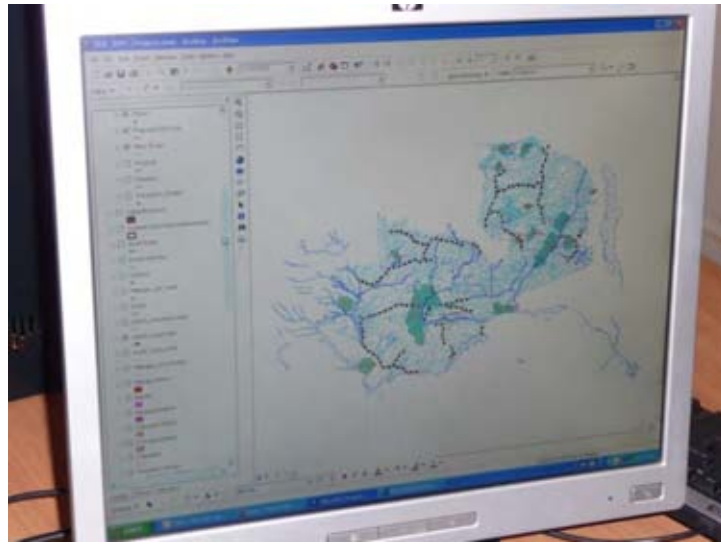


図 13.1 REA における GIS 環境 (写真)

13.3 GISデータベースの構築

13.3.1 GISアプリケーションの選定

本調査団は、今回採用する GIS アプリケーションとして、現在市場に流布している GIS アプリケーションの中から、Arc View を採用した。Arc View は、GIS 市場において多くのシェアを占めているものの中の一つであり、ザンビア国地方電化マスタープランにおいても採用されている。また、Arc View は、多くのユーザが存在するが故に、他の GIS ソフトウェアとのデータ交換等、拡張性を検討する機運がユーザの中にあり、日々進化している。

また、ザンビア国地方電化マスタープランでは、本ソフトウェアに関する研修を DOE 職員に実施した実績がある。

13.3.2 GIS環境の構築方針

本調査の成果を GIS としてどのようなものに作り上げていくかについて、C/P、及び関係機関の要望とすり合わせた。

具体的には、利用者の技量以上の成果物を提供しても容易にデータベースの更新ができなくなってしまい使われなくなってしまうこと、今後のデータベース管理（迅速なデータ改定、円滑なデータ提供、輻輳した版管理）を確実に行う必要があること等が条件となる。

C/P を含む関係機関（主に電力セクター）のニーズを確認し、記載の関係者がどの役割を担えるかを判断した。

これを勘案し、各関係者が GIS データベースとどのように関わりを持っていくべきかを以下に示す。

- ・ DOE：マスタープランのコンタクトを振るべき中心組織のDOEは、本電力系統開発に関する指導を行う立場にある。また、関係政府機関が所有する各政府機関の業務に特化したGISデータベース群を組み合わせ、環境配慮、鉱物資源所在、都市計画等の多角的な側面から電力系統開発を指揮する必要がある。電力系統に関する情報収集は多岐にわたるため、自身で情報収集、データベース構築全ての業務を負うのは無理である。よって、関係機関に情報提供を求め、内容の検査を行うと共にGISデータベースへの変換処理⁷⁹を実施する業務を司る。
- ・ REA：REA は地方電化を推進する行政機関として電力系統開発の進捗、方向性について常に最新の情報を入手してきたい部署である。特に高圧、中圧配電線の延伸に関わる Bulk Supply Point、Bulk Supply Point から拡張されている Supply Point の位置、需要状況は最も関心の高い情報と思われる。REA に確認したところ、現時点では Supply Point の新設等について提言は行わず、既設 Point からの延伸設計のみに従事しているとのことであったが、将来の地方都市開発計画等 Retail 部分の需要変化が見込めるといったイベントにおいては、地方自治住宅省、ZESCO 等の関係部門との意見調整が必要となると考えられる。また、SHS やマイクロ hidro 等によるマイクログリッド系統需要といった、オングリッド系統から見て潜在的な需要の値を知ることも将来の需要増加と系統計画を行う上で重要である。この情報収集のリーダーは REA がふさわしい。
- ・ ZESCO：電力系統開発、管理を第一線で行うZESCOは、本マスタープランを技術的に推進する第一人者であり、電力系統に関する計画、実績に関する諸情報を最も有している。よって、本来ZESCOが本環境に関するAdministratorとなるのが最もふさわしい。しかし、自身で開発設計し、管理するのでは、情報の確度を損なう危険性をはらんでしまう。よって、ZESCOは関連するGISデータベースの設計、制作⁸⁰

⁷⁹ 変換処理の具体的方法については付属のマニュアルにてふれる。

⁸⁰ ここで言う「製作」の定義は、GIS ソフトウェアの実行形式ファイルを製作することを意味していない。製作の詳細は付属のマニュアルにてふれる。

を主体的に行い、定期的にAdministratorであるDOEが検査を行う業務ルーチンを構築することが望ましい。

- CEC : CEC は、ZESCO と並びザンビア国の電力システムを支える事業者であり、電力需要を左右する Mining Sector の情報を保有している。また、自身が所有する系統設備と介して電力供給する ZESCO 配電系統の需要変化についても自身の系統設備形成においては注視しなければならない。よって、ZESCO 同様 GIS データベースの製作者である必要がある。ただし、GIS データベース設計（フレームワーク設計）は、単一であるべきであり、これは、ZESCO が主体となって行うことと提案したい。つまり、CEC は、データベース製作者であり、データの参照者ということとなる。尚、他の民間事業者（Lunsemfwa 等）CEC と同様の扱いでよいと判断する。

このような方法をもって、GIS データベースが充実していけば、より詳細でかつ先進的な電力開発が推進できる。また、副次的に他の政府関係機関の GIS データベースも高度化され、ザンビア国の発展に寄与するであろう。

13.4 GISデータベース

今回整備した GIS データベースを下図に付す。今後ザンビア国政府内における各省庁にて自身が管理するデータを再認識し、相乗的に更新されていくことを望む。

表 13.3 GIS データベース体系

Super Class	Sub Class	GIS data	Attribute
Root	0_World landscape	Operational Navigation tool	Layer
		World Shade relief	Map Document
1_Zambia landscape	Zambia map UTM35	Zambia map UTM35	Shape file
		Zambia photo map UTM35	Raster data set
	2_Recent data	330kV transmission	Shape file
		220kV transmission	Shape file
		132kV transmission	Shape file
		88kV transmission	Shape file
		66kV transmission	Shape file
		Hydro power stations	Shape file
		Substations	Shape file
		Diesel stations	Shape file
		Proposed hydro power stations	Shape file
		Proposed thermal power station	Shape file
		Network facilities	Map Document
		Point facilities	Map Document
3_Recommendation for Scenario 1-1	Plan in 2015	Map Document	
	Plan in 2020	Map Document	
	Plan in 2025	Map Document	
	Plan in 2030	Map Document	
	Related data	Shape file	
4_Rcommendation For Scenario 1-2	Plan in 2015	Map document	
	Plan in 2020	Map document	
	Plan in 2025	Map document	
	Plan in 2030	Map document	
	Rlated data	Shape file	
5_Reference 1 (PEMP data)			
6_Reference 2 (misc. in PMP)			

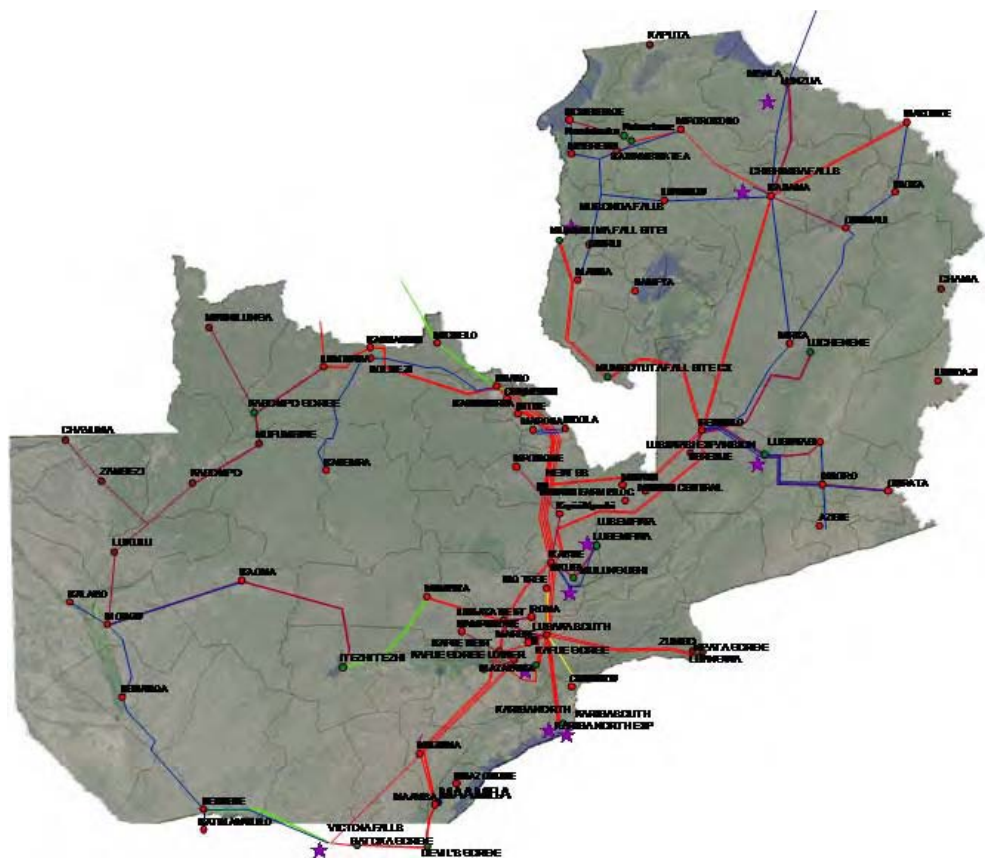


図 13.2 GIS データベース例

第14章 最適電力開発計画

本章では、策定した最適電源開発計画、国際融通計画、送配電系統計画を元に、ザンビア国における最適電力開発計画の策定を行った。また、検討した最適電力開発計画の実施に向け、本邦の支援が必要と思われるプロジェクトの抽出を実施した。

14.1 最適電力開発計画の策定

本調査においては、最適電力開発計画の策定にあたり、以下の2つのシナリオを想定して調査・検討を実施した。

シナリオ1：電力自給シナリオ

エネルギー・セキュリティの観点から、国内電源のみで対応するシナリオ

シナリオ2：SAPPを通じた電力融通シナリオ

経済性や実現可能性の観点も含め、SAPPからの電力輸入（融通）を考慮し、国内の電力開発を遅らせるシナリオ

2つのシナリオを検討した結果、それぞれのシナリオにおいて以下の問題点が発生した。

シナリオ1

水力電源の開発は時間とコストがかかるため、ザンビア国内における水力電源の開発のみでは、至近年においてエネルギーバランスを満たすことが出来ず、電力不足に陥る。また、国内に存在する他のエネルギー資源（石炭等）も量が十分ではなく、当面のエネルギー不足を解消することが困難なため、エネルギー資源を輸入するケースについても検討を行う必要がある。

シナリオ2

至近年においては、ザンビア国だけでなくSAPP各国においても電力不足の状態が継続し、電力を安定的に購入することが困難である。また、SAPP各国の電源開発状況は、資金不足等の理由から遅れがちであり、電力融通に頼って国内の電源開発量を削減することはリスクが高い。また、将来の国際電力融通価格についても不透明な部分が多く、国際融通に頼ることがコスト削減につながるかも不明である。

以上の課題から、本調査においては以下の方針にて最適電力開発計画を策定した。

シナリオ1

自国のエネルギー資源のみを用いたシナリオ（シナリオ1-1）以外に、エネルギー資源を輸入して、自国で発電を行うケース（シナリオ1-2）についても検討を行う。

シナリオ 2

SAPP 内の電源開発に頼り、自国の電源開発を遅らせることはリスクが大きいため、積極的な国際連系を想定した電源開発計画は実施しない。

しかし、緊急時の電力融通や、ザンビア国を経由した近隣国同士の電力融通の実現には SAPP メンバーであるザンビア国として対応する必要がある。よって、送電系統については国際電力融通に対応できる系統を計画するものとする。尚、これについては、上記シナリオ 1-1、1-2 に包含して検討する。

以上の方針に従い、最適電力開発計画の策定を実施した。ここで、表 14.1 にシナリオ 1-1 における総投資額を、表 14.2 に、シナリオ 1-2 における総投資額を示す。

表 14.1 シナリオ 1-1 における総投資額

Unit: million US\$

	2010-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	合計
発電	1,054	4,446	2,952	3,017	11,469
送電	1,583	371	675	98	2,728
合計	2,637	4,817	3,627	3,115	14,197

表 14.2 シナリオ 1-2 における総投資額

Unit: million US\$

	2010-2015	2016-2020	2021-2025	2026-2030	合計
発電	1,054	3,358	2,678	3,150	10,240
送電	1,583	324	86	348	2,341
合計	2,637	3,682	2,764	3,498	12,581

これらの表から分かるように、シナリオ 1-2 の方が小さい総投資額で済み、その差は 1,616million US\$である。ただし、これらの金額は初期投資額であり、燃料費（石炭）が含まれておらず、燃料費を考慮すれば発電投資額はほぼ同等となる。2015 年までの開発計画においては、シナリオ 1-1 とシナリオ 1-2 における現在のプロジェクトの進捗状況を踏まえると 2015 年までの開発計画については全く同じものとなる。シナリオ 1-2 で想定する石炭の輸入については現時点で全く目途がついておらず、今後、その輸入先、輸入主体、発電所への供給形態などの検討を行う必要がある。

14.2 協力事業に関する提案

以下に本調査団が今回の調査を通じて得た情報から考案した技術協力として実施すべき事業、及び有望な開発事業パッケージを示す。

14.2.1 技術協力事業

(1) 電力マスタープランのローリング [技術協力プロジェクト]

本調査において策定した電力開発マスタープランについては、今後、ザンビア国政府（エネルギー・水資源省）により、ザンビア国の長期電力開発計画として正式に承認されることとなっている。

長期電力開発計画を実行に移すにあたって重要な取り組みは、以下の 2 点であると考えられる。

- 長期計画に基づいて、中期（3～5 年）、短期（1 年）の計画を策定し、至近に実施すべきことを具体化する
- 需給状況やプロジェクトの進捗状況を監視し、これらを反映した定期改訂を行う

である。

これらの取り組みについては、DOE の職員自身により自主的に実施されることが期待されるが、要員上の制約やこれまでの経験も乏しく、本件調査を実施した経験からは、一定期間何らかのサポートが必要であると言わざるを得ない。具体的には、電力開発計画更新のスケジューリング等全体を把握する長期専門家と、需要想定、電源計画、送電計画、配電計画の各要素技術に関する短期専門家を派遣する形態の技術協力プロジェクトが想定される。

(2) 配電マスタープラン [開発調査]

本事業については、先に策定された地方電化マスタープランと今回策定した電力開発マスタープランの間を埋めるものとして、カウンターパート機関（DOE）より提案されたものである。

ザンビア国においては、既存配電設備の更新・増強が十分に行われておらず、配電設備は全般的に老朽化と慢性的な過負荷運用が著しい。このようなザンビア国の配電部門の現状を改善し、配電設備の更新・増強、配電ロスの低減を行い、包括的視点に立った全国レベルの配電マスタープラン実施の必要がある。なお、配電設備については、比較的大規模な工事となる発電設備や送電設備の更新・増強等と異なり、計画立案から工事の実施までが比較的短期間に実施できると想定される。

また、第 9 章で述べたとおり、本調査において策定した配電計画は、ザンビア国全ての地域および配電設備を対象としたものではないため、本調査の対象外である地域および設備を対象に加えて、本事業を進める必要がある。

(3) 包蔵水力調査 [開発調査]

ザンビアでは、これまでに北西部州に限った包蔵水力調査⁸¹が実施されているものの、全国一斉の包蔵水力調査は行われていない。一方、第3章で述べたように、世界エネルギー会議（WEC）のまとめた統計では、

- a) 理論包蔵水力 (theoretical) : 53 TWh p.a.
- b) 技術的開発可能 (technically exploitable) : 30 TWh p.a.
- c) 経済的開発可能 (economically exploitable) : 11 TWh p.a.

とされている。いみじくも、経済的開発可能水力は既開発分と概ね一致し、また、技術的開発可能水力は既設分と政府（OPPI）が所有する候補プロジェクトの合計と概ね一致する。

これまでは主要3水力発電所（Victoria Falls、Kariba North Bank、Kafue Gorge）により十分な電力供給ができていたことから、包蔵水力に関する関心は低かったものと想像されるが、本調査において明らかにしたように、既に候補として挙げられている水力プロジェクトでは2030年までの電力需要を賄うのが精一杯であり、2030年以降の電源についても調査を進めておく必要があること、また、地方電化の観点からは、グリッド延伸が当面計画されていない遠隔地については小水力発電による電化が有力な選択肢の一つであり、こうした意味合いからも小水力も含めた全国一斉の包蔵水力調査が必要である。

具体的には、ザンベジ川、ルアプラ川といった国際河川だけでなくその支流における調査（西部州、ルアプラ州）、北部州、東部州に存在する中、小規模河川の流れ込み式水力発電所の可能性を調査することが必要であると考えられる。また、いくつかの有望地点については、あわせてプレF/Sを実施し、プロジェクトの早期実現につなげることも視野に入れたい。

(4) 水力地点フィージビリティ調査 [開発調査]

OPPIが所有する16の水力開発プロジェクトのうち、表6.5で示したようにF/Sに着手されていないものが少なくない。とりわけ、Zambezi川及びLuapula川のプロジェクトについては規模も大きく総設備容量は2,470 MWと2030年までの開発量の半分以上を占め、その重要性は高い。これらのプロジェクトについては国際河川プロジェクトであり、ジンバブエあるいはコンゴ民主共和国との共同開発となることが想定され、国内プロジェクトにも増して開発リードタイムを要する。また、近年、水力開発に伴う環境社会への影響への関心が高まっており、開発途上国における水力開発が環境社会上の課題のために遅延する事例も少なからず見られる。したがって、ザンビア国の環境基準のみならず、JICAをはじめとする国際援助機関の環境ガイドラインに沿った評価も必要である。

以上のことから、世界銀行をはじめとする多援助機関の動向も見ながら、日本のODAによりF/Sを実施することも有効である。

⁸¹ NORPLAN A.S (2000), “Small Hydropower Pre-Investment Study North-Western Province, Zambia”

14.2.2 有望な水力発電設備支援パッケージ

Lusiwasi 水力発電所拡張事業

Lusiwasi プロジェクトについては第 6.1.2 節、電源開発プロジェクトの進捗状況、及び、第 10 章ケーススタディで詳述したとおり、既設 Lusiwasi 水力発電所（12 MW（3 MW×4 機））に 40 MW（20 MW×2 機）を増設する増設計画と、既設発電所の上流に新たに貯水池を設け、その下流に流れ込み式の発電所（出力 10 MW（5 MW×2 機））を新設する上流計画の 2 つの計画から構成される。（図 14.1 参照）

現在、ZESCO にて実現可能性調査が実施されているが、その後の開発スキームは定まっていない。そのため、当プロジェクトの実現に向けた本邦の支援の余地は十分あると考えられる。さらに、当プロジェクトは拡張計画と新設計画の 2 つの開発計画の合成となっており、各計画個別の対応も可能と考えられることから、各支援スキームへの柔軟性も高い。

開発コストの概算は、以下のとおり。

表 14.3 Lusiwasi 水力発電所拡張事業のコスト概算

	上流計画	増設計画
Capacity (MW)	10 (5 x 2units)	40 (20 x 2units)
Construction Period	14 months	28 months
Project Cost (million US\$)	32.68	101.32

注) プロジェクトコストは、6.4.2 節にて算出したプロジェクトコストを 6.1.2 節にて示した上流計画、増設計画それぞれのコスト算出断面（1997 年）のプロジェクトコストで按分したものを記載。

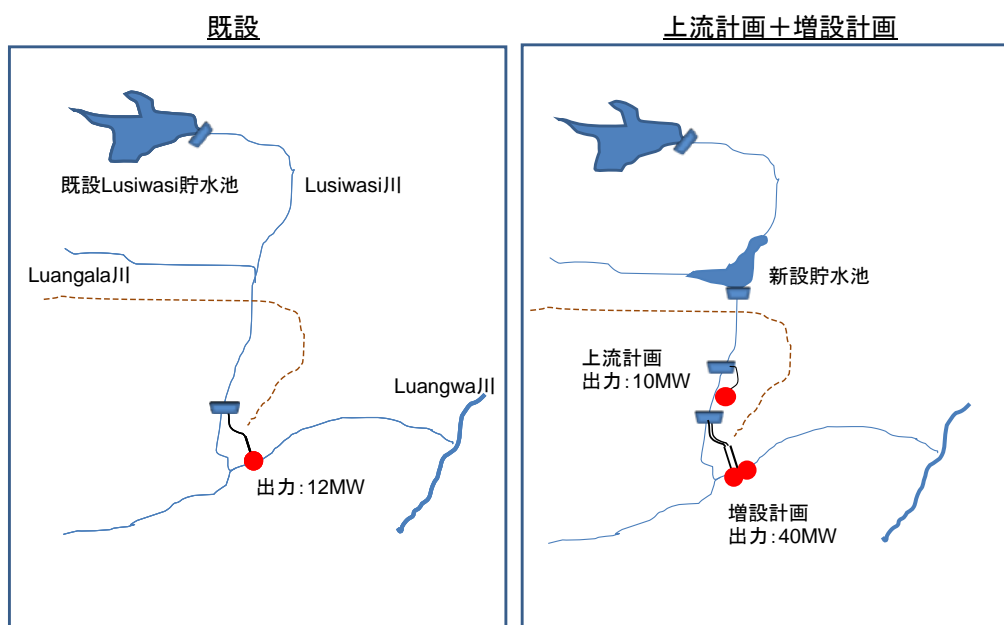


図 14.1 Lusiwasi 水力発電所拡張事業の概要

14.2.3 有望な送電設備支援パッケージ

本調査で策定したマスタープランを実施に移行させるうえで、資金調達は重要懸案の一つに挙げられる。前述したように、2010～2030年までの21年間に電源・送電設備⁸²に必要な投資額は126～142億ドル程度であり、平均して年間5～10億ドル程度の至近が必要となる。現行のザンビア国政府の総公共投資予算が年間5億ドル程度であることを鑑みれば、この数字がいかに大きいか分かるであろう。電力セクター、とりわけ発電セクターについては、政府方針に則り、現在も幾つかの交渉が進められているとおり、民間資本の参入が期待されている。ただし、送電網の整備に関しては、この民間資本の参入は殆ど見込めない。

ここでは送電線建設に関するプロジェクト、特に至近段階（2010-205）における主要送電網建設、における多額な投資費用について再度確認する。

(1) Lusaka地域 送配電網整備

現在、首都Lusakaにおける電力需要は増大を続けており、送配電設備の容量がほぼ限界に近付いている。また、Lusaka地域においては330kV、132kV、88kVの送電系統と33kV、11kVの配電系統が存在するが、このなかでも特に88kV系統は老朽化が進んでおり、また世界的にも適用例が少ない電圧であることから、送電設備運用の障害となりうる。このため、Lusaka地域の拠点変電所としてLusaka South 330/132kV変電所を新設するとともに、132kV送電網、33kV配電網を拡充し、老朽化した88kV送電網を廃止することで送配電設備容量の増加と電圧階級の統一による設備運用の改善、信頼度向上を図る。

・実施時期：2010-2015

・対象設備：

変電所

330/132kV Lusaka South 変電所 新設

132/33kV 変電所 5箇所新設

Mapepe, Coventry A, Waterworks, Woodland, Avondale

33/11kV 変電所 17箇所増強

送配電線

132kV 送電線 216km 延伸

⁸² 配電については第9.3節で2010～2020年までの所要投資額についてまとめた。ここの数字は配電等については含まない。

表 14.4 支援による新設送電線 (Lusaka 地域 2010～2015)

Name	Length (km)	Type
Coventry - Leopards Hill 2 nd	28	132kV Wolf
Coventry - Lusaka West 2 nd	7	132kV Wolf
Roma - Lusaka West 2 nd	15	132kV Wolf
Leopards Hill – Avondale 1 st	15	132kV Zebra
Leopards Hill – Avondale 2 nd	15	132kV Zebra
Mapepe - Lusaka South 1 st	20	132kV Wolf
Mapepe - Lusaka South 2 nd	20	132kV Wolf
Lusaka South – Waterworks 1 st	14	132kV Zebra
Lusaka South – Waterworks 2 nd	14	132kV Zebra
Lusaka South – Woodlands 1 st	13	132kV Zebra
Lusaka South – Woodlands 2 nd	13	132kV Zebra
Lusaka South – Coventry A 1 st	21	132kV Zebra
Lusaka South - Coventry A 2 nd	21	132kV Zebra

ほか、33kV 配電線 96km 延伸

・建設コスト

表 14.5 支援に必要な建設費 (Lusaka 地域 2010～2015)

Item	Cost (million USD at 2008)
Transmission Line	28
Substation (for Transmission)	35
Distribution Line	13
Substation (for Distribution)	11
Total	87

(2) Copperbelt 電圧対策

この地域は、Zambia の主要産業の一つである銅鉱山が集中しており、Zambia の需要の約半分を占める大需要地域となっている。ただし、この地域には電源がなく、Kariba North, Kafue Gorge といった、Zambia 南部の電源に頼っているのが現状である。このため、長距離・大容量送電による電圧低下が発生している他、大規模需要家（鉱山）の負荷変動に伴う電圧変動が発生しており、銅関連産業の安定した操業のためにも、電圧安定化対策が必要となる。このため、以下の設備導入を行い、北部地域の電圧安定化を図るものとする。ただし、Kitwe に石炭火力発電所が導入される場合、SVC の導入は不要となる。

・実施時期：2010-2015

・対象設備：

変電設備

中間開閉所：1ヶ所 新設
 SVC ±100MVar 1台 設置 (Kitwe)

送電線

表 14.6 支援による新設送電線 (Copperbelt 地域 2010～2015)

Name	Length (km)	Type
Luiano - Kansanshi 2 nd	127	330kV 2-Bison
Kansanshi – Lumwana 2 nd	72	330kV 2-Bison

・必要コスト

表 14.7 支援に必要な建設費 (Copperbelt 地域 2010～2015)

Item	Cost (million USD at 2008)
Transmission Line	22
Substation (Switching Station)	20
SVC	10
Total	52

(3) 南部地域送電網整備

この地域は、Maamba 石炭火力、Batoka Gorge, Devil Gorge 水力発電所等、将来大規模電源の開発が計画されている。また、Namibia 方面の国際連系を行う際にも、この地域の送電網を経由して電力融通を行うため、将来の Zambia 系統にとって、この地域の送電線は最も重要な送電線の一つとなる。このため、この地域においては将来に向けた送電線拡充が必要不可欠であり、以下の設備を導入することで新規電源開発の促進、国際融通電力の拡大を図るものとする。

・実施時期：2010-2015

・対象設備：

変電所

増強 2 か所

Muzuma, Victoria Falls

新設 2 カ所

Choma, Monze

送電線

送電線昇圧 (220kV→330kV) 348km

330kV 送電線 725km 延伸

220 kV 送電線 224km 延伸

132kV 送電線 132km 延伸

表 14.8 支援による新設送電線（南部地域 2010～2015）

Name	Length (km)	Type
Victoria Falls – Muzuma Upgrade	159	330kV 2-Bison
Muzuma – Kafue Town Upgrade	189	330kV 2-Bison
Sesheke - Victoria Falls 2 nd	224	220kV Bison
Victoria Falls – Maamba	180	330kV 2-Bison
Maamba – Muzuma	55	330kV 2-Bison
Maamba- Kafue West 1 st	245	330kV 2-Bison
Maamba- Kafue West 2 nd	245	330kV 2-Bison
Muzuma – Choma 1 st	26	132kV Wolf
Muzuma – Choma 2 nd	26	132kV Wolf
Choma – Monze	80	132kV Wolf

・建設コスト

表 14.9 支援に必要な建設費（南部地域 2010～2015）

Item	Cost (million USD at 2008)
Transmission Line	352
Substation	42
Total	394

(4) 北東部地域 送電網整備

現在、Zambia 北東部においては 66kV 送電ネットワークが構築されているが、送電距離に対し送電電圧が低く、電圧低下や送電ロスによる問題が発生している。また、将来この地域に Tanzania との国際連系を行う計画が存在する他、Lusiwasi, Kundabwika, Kabwelume 等の水力電源開発が計画されており、これらの水力開発促進のためにも送電網整備が必要である。

このため、以下の設備導入を行い、北東部地域の電源開発促進および電圧安定化を図るものとする。

実施時期：2010-2015

・対象設備：

変電所

6 変電所 増強

Kasama, Nakonde, Mporokoso, Pensulo, Chinsali, Mbala

送電線

330kV 送電線 1628km 延伸

132kV 送電線 607km 延伸

表 14.10 支援による新設送電線（北東部地域 2010～2015）

Name	Length (km)	Type
Pensulo – Kasama 1 st	380	330kV 2-Bison
Pensulo – Kasama 2 nd	380	330kV 2-Bison
Pensulo – Kabwe 2 nd	298	330kV 2-Bison
Kasama – Nakonde 1 st	210	330kV 2-Bison
Kasama – Nakonde 2 nd	210	330kV 2-Bison
Kasama – Mporokoso	150	330kV 2-Bison
Kasama – Mbala 1 st	161	132kV Wolf
Kasama – Mbala 2 nd	161	132kV Wolf
Kasama – Chinsali	105	132kV Wolf
Pensulo – Lusiwasi 1 st	90	132kV Wolf
Pensulo – Lusiwasi 2 nd	90	132kV Wolf

・建設コスト

表 14.11 支援に必要な建設費（北東部地域 2010～2015）

Item	Cost (million USD at 2008)
Transmission Line	445
Substation	45
Total	490

(5) Itezhi-tezhi 方面 送電網整備

Itezhi-tezhi 発電所の建設に併せて、この発電所と Lusaka を結ぶ送電線の建設が計画されている。また、この発電所は将来の西部方面への電力供給の拠点となる発電所であり、Zambia 西部地域の電化のためには、ここから西に向かう送電線が必要となる。これらの送電網整備に必要な設備投資を以下に示す。

・実施時期：2010-2015

・対象設備：

変電所

変電所 新設 1 ヲ所

Mumbwa

開閉所 新設 2 ヲ所

Kaoma, Mongu

送電線

330kV 送電線 210km 延伸

220kV 送電線 290km 延伸

132kV 送電線 545km 延伸

表 14.12 支援による新設送電線 (Itezhi-tezhi 方面 2010~2015)

Name	Length (km)	Type
Lusaka West – Mumbwa 1 st	105	330kV 2-Bison
Lusaka West – Mumbwa 2 nd	105	330kV 2-Bison
Mumbwa – Itezhi tezhi 1 st	145	220kV Bison
Mumbwa – Itezhi tezhi 2 nd	145	220kV Bison
Itezhi tezhi – Kaoma 1 st	180	132kV Wolf
Itezhi tezhi – Kaoma 2 nd	180	132kV Wolf
Kaoma – Mongu	185	132kV Wolf

・建設コスト

表 14.13 支援に必要な建設費 (Itezhi-tezhi 方面 2010~2015)

Item	Cost (million USD at 2008)
Transmission Line	177
Substation	30
Total	207

これらの送配電建設プロジェクトはいずれも至近年に必要なもの、投資金額が非常に大きく、一度には資金調達できない可能性がある。このため、ここではこれらのプロジェクトを段階的に実施する方策について検討した。

プロジェクトを段階的に実施する方法としては以下の2通りが考えられる。

- (a) 開発を行う地域に優先順位をつけ、地域別に系統を拡充する手法
- (b) 初めは N-1 条件への対応を行わない状態で系統拡充を行い、資金が調達でき次第、送電線を追加して N-1 条件への対応を行う手法

手法(b)は、現在のザンビア国系統の状態を考慮すると推奨できない。なぜなら、現状の運用面から言えば、現在ザンビア国系統の電圧安定度は非常に悪く、早急に改善する必要があること、また、建設面から言えば、N-1 条件に対応する場合と対応しない場合の初期投資額が大きく変わらないこと、送電線工事を 2 回に分けることで建設の効率が悪くなるためである。よって、手法(a)を採用し、検討を行った。

優先順位 1. Lusaka 地域送配電プロジェクトと、Copperbelt 電圧安定度対策

まず、最も優先順位が高いと考えられるプロジェクトは、Lusaka 地域送配電プロジェクト

トと、Copperbelt 電圧安定度対策である。これは、現在これらの地域への送電能力が限界に達しており、この開発を行わないと、電源開発を行っても、その電気を需要地に送ることができなくなるためである。至近年でも Itezhi-tezhi や Kariba North Extension などの電源開発が予定されているが、これらの電源開発で得られた電気を有効に活用するためにも、この2つの送配電プロジェクトを実施することが必要である。

次に優先順位が高いものとして、電源線および国際連系線プロジェクトが挙げられる。ここでは、南部地域送電網整備、北東部地域送電網整備、Itezhi-tezhi 方面送電網整備の3つが挙げられるが、これらの中でさらに順位づけを行うと以下の様になる。

優先順位 2. 南部地域送電網整備

この地域は、ZIZABONA プロジェクトによる国際連系や、Maamba をはじめとする大規模電源の開発が早い段階で行われ、後には Devil Gorge、Batoka Gorge などの大規模水力電源開発が計画されている必要な地帯である。特に、至近年は電力不足が継続し、国際連系による電力融通と Maamba 石炭火力発電所の電力が Zambia 系統にとって非常に重要となるため、この送電開発プロジェクトの優先順位は高くなる。

優先順位 3. 北東部地域送電網整備

この地域は Kalungwishi の電源開発や、Tanzania との国際連系が予定されている地域である。ただし、Kalungwishi の電源開発は Maamba に比べやや遅いことと、Tanzania からの受電はそれほど期待できないことから、至近年における優先順位は南部地域に比べやや低くなる。

なお、tezhi-tezhi 方面送電網整備については、すでに Itezhi-tezhi から Lusaka に向かう送電線建設プロジェクトについては、発電所の建設に合わせて進行中である。また、Itezhi-tezhi から西に向かう送電線については、西部地域の電圧安定化および西部地域の地方電化の推進にとって重要であるが、首都である Lusaka や鉱山需要の集中する Copperbelt に比べると優先順位は低くなる。