

ザンビア共和国  
エネルギー・水資源省

ザンビア国  
電力開発マスタープラン調査

ファイナルレポート

平成22年2月  
(2010年2月)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

委託先  
中部電力株式会社

産業
JR
10-007

## 序 文

日本政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、ザンビア国における電力開発マスタープランの策定を支援することを決定し、独立行政法人国際協力機構（JICA）がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 20 年 12 月から平成 21 年 11 月までの 1 年間に合計 5 回にわたり、中部電力株式会社の白木圭二氏を団長とした、同社により構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、現地調査を実施し、ザンビア国エネルギー・水資源省と協議を行うとともに、帰国後の分析、検討作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ザンビア国における電力設備の拡充とそれに伴う電力の安定供給に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

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

平成 22 年 2 月

独立行政法人国際協力機構  
理 事 黒田 篤郎

平成 22 年 2 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 黒田 篤郎 殿

## 伝 達 状

今般、「ザンビア国電力開発マスタープラン調査」が終了しましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、中部電力株式会社が、平成 20 年 11 月から平成 22 年 2 月まで実施したものです。

本調査では、ザンビア国において安定的な電力供給を行うため、最適電源開発計画、送配電計画および周辺国との電力融通を考慮した国際融通計画を含んだ、ザンビア国全土の電力開発に係るマスタープランを策定しました。この策定作業は、ザンビア国エネルギー・水資源省に対して必要な技術の移転を行いながら、共同で実施したものです。また、本調査では、電力開発計画の策定のみならず、環境社会配慮、民間投資促進についても検討を行うなど、幅広い視点から提言を取りまとめました。

私どもは、これらの提言の実現がザンビア国における電力設備の拡充促進、ひいては同国経済の発展、社会開発に大きく貢献できるものと確信しております。ザンビア国政府が本報告書の内容を同国の長期電力開発計画に反映し、電力開発を進めるとともに、本調査を通じた技術移転の成果を活用し、必要の都度、計画の見直しを行い効率的な設備形成をされることを切望します。

最後に、多くのご指導とご支援を賜りました貴機構、外務省ならびに経済産業省各位に心から感謝申し上げます。また、私どもの調査遂行にあたり、ご協力とご支援を賜りましたザンビア国エネルギー・水資源省、在ザンビア日本国大使館、貴機構ザンビア事務所その他関係機関各位に深く感謝申し上げます。

ザンビア国  
電力開発マスタープラン調査  
総 括 白木 圭二



ザンビア国土図

## 【目 次】

図表リスト

略語一覧

【目 次】	i
第1章 序 論	1-1
1.1 序 文	1-1
1.2 調査の目的	1-1
1.3 調査対象地域	1-2
1.4 期待される成果	1-2
1.5 カウンターパート機関及び調査団の構成	1-3
1.6 調査計画	1-3
第2章 ザンビア国の一般情勢	2-1
2.1 歴 史	2-1
2.2 地 理	2-1
2.2.1 国 土	2-1
2.2.2 気 候	2-3
2.3 社 会	2-5
2.3.1 人 口	2-5
2.3.2 民族・言語・宗教	2-7
2.4 政 治	2-9
2.5 経 済	2-10
2.6 交通・運輸	2-13
2.6.1 鉄道	2-13
2.6.2 道路	2-17
2.6.3 国際回廊	2-18
2.7 周辺国の状況	2-19
第3章 一次エネルギー及びエネルギー政策	3-1
3.1 エネルギー政策	3-1
3.1.1 社会経済政策	3-1
3.1.2 エネルギー政策	3-8
3.2 エネルギー需給状況	3-12
3.2.1 石 炭	3-15
3.2.2 原油及び石油製品	3-17
3.2.3 電 力	3-19
3.2.4 再生可能エネルギー	3-21
3.3 一次エネルギー資源	3-22
3.3.1 石 炭	3-22
3.3.2 石 油	3-28
3.3.3 天然ガス	3-28

3.3.4	水 力.....	3-28
3.3.5	再生可能エネルギー.....	3-35
3.3.6	原子力.....	3-37
3.3.7	まとめ.....	3-41
第4章	電力セクターの概況.....	4-1
4.1	電気事業の歴史.....	4-1
4.2	組 織.....	4-2
4.2.1	行政機関.....	4-2
4.2.2	規制機関.....	4-5
4.2.3	電気事業者.....	4-6
4.3	電力需給.....	4-8
4.3.1	発電設備.....	4-8
4.3.2	需給状況.....	4-25
4.3.3	セクター別需要構造.....	4-26
4.3.4	SCADAデータから見る至近2年の需要動向.....	4-27
4.3.5	系統損失.....	4-33
4.3.6	電力輸出入.....	4-34
4.4	電気料金.....	4-37
4.5	財務状況.....	4-39
4.5.1	ZESCOの重要パフォーマンス指標 (KPI) .....	4-39
4.5.2	2008年度におけるZESCOの財務パフォーマンス .....	4-39
4.5.3	ZESCOの財務状況.....	4-41
4.5.4	ザンビア国政府による財政支援.....	4-43
第5章	電力需要予測.....	5-1
5.1	使用したデータ.....	5-1
5.1.1	電力統計.....	5-1
5.1.2	マクロ経済指標.....	5-1
5.2	予測方法.....	5-1
5.2.1	最終需要の構造.....	5-2
5.2.2	過去の最終電力消費実績.....	5-3
5.2.3	計量モデルを使った小売部門の需要予測.....	5-4
5.2.4	鉱業部門のプロジェクト積み上げによる需要予測.....	5-5
5.3	予測の前提条件.....	5-6
5.3.1	マクロ経済成長.....	5-6
5.3.2	人口増加.....	5-7
5.3.3	電化率.....	5-8
5.3.4	予測のシナリオ.....	5-9
5.4	予測結果.....	5-10
5.4.1	年度ベース.....	5-10
5.4.2	暦年ベース.....	5-12

5.4.3	ピーク需要予測結果.....	5-16
第6章	電源開発計画.....	6-1
6.1	電源開発状況.....	6-1
6.1.1	既存の電源開発計画.....	6-1
6.1.2	電源開発プロジェクトの進捗状況.....	6-2
6.2	周辺国の電源開発状況.....	6-21
6.3	電源開発シナリオ.....	6-25
6.4	電源開発計画.....	6-26
6.4.1	考慮した電源開発プロジェクト.....	6-26
6.4.2	発電原価の算出.....	6-29
6.4.3	水力開発プロジェクトマトリクス.....	6-33
6.4.4	目標供給信頼度.....	6-36
6.4.5	電源開発計画.....	6-36
6.4.6	電源開発計画まとめ.....	6-41
第7章	国際電力融通計画.....	7-1
7.1	策定方針.....	7-1
7.2	策定方法.....	7-1
7.3	輸出入電力量の概算結果.....	7-2
7.4	輸出入電力の概算結果.....	7-8
7.5	将来における国際電力融通.....	7-9
第8章	送電開発計画.....	8-1
8.1	ザンビア国内送電システムの現状.....	8-1
8.2	送電開発計画策定基準.....	8-2
8.3	一次エネルギーベース自給シナリオ（シナリオ 1-1）における送電開発計画.....	8-6
8.3.1	North-east area.....	8-7
8.3.2	West area.....	8-9
8.3.3	South Area.....	8-11
8.3.4	Lusaka Area.....	8-12
8.3.5	Copperbelt.....	8-14
8.3.6	Base Case（Situation1）における送電開発計画のまとめ.....	8-16
8.4	電力ベース自給シナリオ（シナリオ 1-2）における送電開発計画.....	8-32
8.4.1	North-east area.....	8-32
8.4.2	West area.....	8-33
8.4.3	South area.....	8-33
8.4.4	Lusaka Area.....	8-34
8.4.5	Copperbelt.....	8-34
8.4.6	電力ベース自給シナリオ（シナリオ 1-2）における送電開発計画のまとめ.....	8-35
8.5	送電開発計画まとめ.....	8-43
第9章	配電計画.....	9-1
9.1	配電計画対象.....	9-1

9.2	配電計画基準.....	9-2
9.3	配電拡充計画（2020年断面）.....	9-8
9.3.1	Lusaka地域.....	9-8
9.3.2	南部地域；Livingstone, Choma, Mazabuka, Kafue.....	9-13
9.3.3	Copperbelt地域；Kitwe, Ndola.....	9-16
9.3.4	中部地域；Kapiri/Mkushi.....	9-18
9.4	配電ロス低減に向けた提言.....	9-19
9.4.1	配電ロスの概要および低減策.....	9-20
9.4.2	低圧配電線ロス計測.....	9-22
9.5	（参考）地域開発計画.....	9-24
9.5.1	Chambishi MFEZ.....	9-24
9.5.2	Lusaka South MFEZ (LS-MFEZ).....	9-25
9.5.3	Lusaka East MFEZ.....	9-26
9.5.4	Lumwana MFEZ.....	9-26
9.5.5	Ndola MFEZ (Sub Saharan Gemstone Exchange).....	9-27
第10章	ケース・スタディ.....	10-1
10.1	ケース・スタディの概要.....	10-1
10.1.1	目的.....	10-1
10.1.2	対象プロジェクトの選定.....	10-1
10.1.3	ケース・スタディの方法.....	10-1
10.1.4	ケース・スタディの日程.....	10-2
10.1.5	ケース・スタディの参加者.....	10-3
10.2	Itezhi-Tezhiプロジェクト.....	10-3
10.2.1	技術的妥当性の検証.....	10-3
10.2.2	環境社会配慮調査.....	10-11
10.3	Lusiwasi Expansionプロジェクト.....	10-23
10.3.1	技術的妥当性の検証.....	10-23
10.3.2	環境社会配慮調査.....	10-31
第11章	環境社会配慮.....	11-1
11.1	ザンビア国の環境社会配慮制度.....	11-1
11.1.1	環境社会配慮に関連する法令・基準.....	11-1
11.1.2	関係機関の概要.....	11-7
11.2	環境社会配慮の方針と手法.....	11-8
11.2.1	環境社会配慮調査の方針.....	11-8
11.2.2	環境社会配慮調査の手法.....	11-9
11.3	環境社会面の影響.....	11-9
11.3.1	マスタープランの概要.....	11-9
11.3.2	代替案の検討.....	11-9
11.3.3	環境社会影響のスコーピング.....	11-11
11.3.4	想定される影響に対する回避・緩和策.....	11-18



11.3.5	環境管理計画・モニタリング	11-23
11.3.6	現地ステークホルダー協議	11-25
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	11-28
第12章	経済財務分析及び民間投資促進策	12-1
12.1	経済財務分析	12-1
12.1.1	経済分析	12-1
12.1.2	財務分析	12-9
12.1.3	経済財務面における提言	12-21
12.2	民間投資促進策	12-22
12.2.1	民間投資に係る現状と課題分析	12-22
12.2.2	民間投資へのニーズ分析と財務能力検討	12-26
12.2.3	民間投資促進に係る提言	12-29
第13章	GISデータベース	13-1
13.1	GISの導入	13-1
13.2	GISの活用状況と既存のデータベース	13-1
13.2.1	GISの活用状況	13-1
13.2.2	既存のGISデータベース	13-2
13.3	GISデータベースの構築	13-5
13.3.1	GISアプリケーションの選定	13-5
13.3.2	GIS環境の構築方針	13-5
13.4	GISデータベース	13-6
第14章	最適電力開発計画	14-1
14.1	最適電力開発計画の策定	14-1
14.2	協力事業に関する提案	14-3
14.2.1	技術協力事業	14-3
14.2.2	有望な水力発電設備支援パッケージ	14-5
14.2.3	有望な送電設備支援パッケージ	14-6

## 図リスト

図 2.1	行政区画.....	2-2
図 2.2	主要都市の月間降水量及び月間平均気温.....	2-4
図 2.3	民族分布.....	2-8
図 2.4	土着言語.....	2-9
図 2.5	GDP及びGNIの推移.....	2-11
図 2.6	鉄道網.....	2-14
図 2.7	Zambia Railways路線図.....	2-16
図 2.8	幹線道路及び地方主要道路（舗装）.....	2-18
図 2.9	主要回廊.....	2-19
図 3.1	人口一人当たりGNIの推移（1962-2005年）.....	3-1
図 3.2	GDPと国際銅価格の推移（1960-2006年）.....	3-2
図 3.3	各開発シナリオにおけるGNI成長率及び人口増加率.....	3-3
図 3.4	ザンビアの一次エネルギー供給（2006年）.....	3-13
図 3.5	最終エネルギー消費.....	3-14
図 3.6	MCLの石炭生産（原炭ベース：1990-2004年）.....	3-16
図 3.7	TAZAMAパイプライン.....	3-18
図 3.8	製品別石油消費割合.....	3-19
図 3.9	セクター別石油消費割合.....	3-19
図 3.10	セクター別 最終電力消費割合.....	3-21
図 3.11	アフリカ大陸の炭田分布.....	3-23
図 3.12	ザンビアにおけるKaroo層の分布.....	3-25
図 3.13	中央Zambezi溪谷の炭田分布.....	3-27
図 3.14	ザンビア国地形概略図.....	3-31
図 4.1	OPPPI組織図.....	4-3
図 4.2	DOE組織図.....	4-4
図 4.3	ZESCOが管理する水力発電設備位置図.....	4-10
図 4.4	KNBPS, KGPS, VFPS年間発電実績（1977～2007年度）.....	4-11
図 4.5	KNBPS, KGPS, VFPS月別発電実績（1998～2001年度平均）.....	4-11
図 4.6	Kariba ダム（写真）.....	4-12
図 4.7	KNBPS発電実績（1977～2007年度）.....	4-13
図 4.8	KNBPS月別発電実績（1998～2002年度平均）.....	4-14
図 4.9	Zambezi川上流年間流量（Victoria Falls測水所）.....	4-14
図 4.10	Karibaダム水位の経年変化.....	4-14
図 4.11	KGPS取水口スクリーン（写真）.....	4-16
図 4.12	Kafue Gorge ダム（写真）.....	4-16
図 4.13	KGPS発電実績（1977～2007年度）.....	4-17
図 4.14	KGPS月別発電実績（1998～2002年度平均）.....	4-18

図 4.15	VFPS全体システム .....	4-19
図 4.16	VFPS周辺の様子（写真） .....	4-20
図 4.17	VFPS発電実績（1977～2007年度） .....	4-20
図 4.18	VFPS月別発電実績（1998～2002年度平均） .....	4-21
図 4.19	VFPS地点河川流況曲線 .....	4-21
図 4.20	ZESCO所有小水力発電所発電実績 .....	4-23
図 4.21	民間水力発電設備位置図 .....	4-24
図 4.22	民間水力発電設備の発電電力量（2003～2007年度） .....	4-25
図 4.23	民間水力発電設備月別発電電力量（2003～07年度平均） .....	4-25
図 4.24	電力需給の推移（1982～2007年度） .....	4-26
図 4.25	ZESCOの卸販売電力量 .....	4-27
図 4.26	ZESCOの最終電力消費構造 .....	4-27
図 4.27	2007、2008年における負荷持続曲線 .....	4-28
図 4.28	日負荷曲線（2007年・2008年） .....	4-29
図 4.29	2007、2008年における週平均電力量の推移 .....	4-30
図 4.30	2007年における四半期毎の負荷持続曲線 .....	4-31
図 4.31	2008年における四半期毎の負荷持続曲線 .....	4-31
図 4.32	ピーク、昼間、深夜負荷時間帯の配分 .....	4-32
図 4.33	負荷時間帯別でみる負荷持続曲線 .....	4-33
図 4.34	系統ロス率の推移（1980～2006年度） .....	4-34
図 4.35	ZESCO電力輸出入実績（2002～2008年度） .....	4-35
図 5.1	一契約当たりの年間電力消費量（2007年度） .....	5-2
図 5.2	最終電力消費の実績（1999～2007年度） .....	5-3
図 5.3	GDP成長率の推移（1995～2008年） .....	5-7
図 5.4	人口増加の推移（1997～2007年） .....	5-8
図 5.5	需要家数の内訳（2005年度） .....	5-9
図 5.6	民生部門需要家数の推移（1999～2006年度） .....	5-9
図 5.7	電力需要予測（ベース・ケース） .....	5-11
図 5.8	シナリオの違いによる需要予測の比較 .....	5-12
図 5.9	ピーク需要予測結果 .....	5-23
図 6.1	Kariba North Bank 拡張計画レイアウト .....	6-5
図 6.2	Kariba Damの発電使用水量（2007年） .....	6-6
図 6.3	Lusiwasi拡張プロジェクトレイアウト .....	6-12
図 6.4	出力規模と発電原価 .....	6-32
図 6.5	設備利用率と発電原価 .....	6-32
図 6.6	ピーク電力需給バランス（シナリオ 1-1） .....	6-38
図 6.7	年間電力量需給バランス（シナリオ 1-1） .....	6-38
図 6.8	ピーク電力需給バランス（シナリオ 1-2） .....	6-40
図 6.9	年間電力量需給バランス（シナリオ 1-2） .....	6-40
図 7.1	国際電力融通計画策定フロー .....	7-2

図 7.2	平水年における概算輸出入電力量（ベースケース：シナリオ 1-1）	7-3
図 7.3	豊水、平水、渇水における輸出入電力量比較（シナリオ 1-1）	7-3
図 7.4	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（平水年：シナリオ 1-1）	7-4
図 7.5	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（豊水年：シナリオ 1-1）	7-4
図 7.6	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（渇水年：シナリオ 1-1）	7-5
図 7.7	平水年における概算輸出入電力量（ベースケース：シナリオ 1-2）	7-6
図 7.8	豊水、平水、渇水における輸出入電力量比較（シナリオ 1-2）	7-6
図 7.9	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（平水年：シナリオ 1-2）	7-7
図 7.10	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（豊水年：シナリオ 1-2）	7-7
図 7.11	電力需要想定に基づく輸出入電力量比較（渇水年：シナリオ 1-2）	7-8
図 7.12	予想ピーク需要と発電可能容量の関係	7-9
図 8.1	ザンビア国系統図	8-1
図 8.2	送電計画策定における地域区分	8-6
図 8.3	2010 年における系統図	8-22
図 8.4	2010 年におけるLusaka近郊系統図	8-23
図 8.5	2015 年における系統図（シナリオ 1-1）	8-24
図 8.6	2015 年におけるLusaka近郊系統図(シナリオ 1-1)	8-25
図 8.7	2020 年度における系統図(シナリオ 1-1)	8-26
図 8.8	2020 年におけるLusaka近郊系統図(シナリオ 1-1)	8-27
図 8.9	2025 年における系統図(シナリオ 1-1)	8-28
図 8.10	2025 年におけるLusaka近郊系統図（シナリオ 1-1）	8-29
図 8.11	2030 年における系統図(シナリオ 1-1)	8-30
図 8.12	2030 年におけるLusaka近郊系統図（シナリオ 1-1）	8-31
図 8.13	2015 年における系統（Scenario1-2）	8-39
図 8.14	2020 年における系統（Scenario1-2）	8-40
図 8.15	2025 年における系統（Scenario1-2）	8-41
図 8.16	2030 年における系統（Scenario1-2）	8-42
図 9.1	配電計画の対象電力設備	9-1
図 9.2	Lusaka地域配電拡充計画（2020 年）	9-8
図 9.3	対策工事費用（Lusaka地域）	9-9
図 9.4	Lusaka地域BSP開発計画	9-12
図 9.5	南部地域配電拡充計画（Mazabuka方面）	9-13
図 9.6	南部地域配電拡充計画（Livingstone方面）	9-14
図 9.7	対策工事費用（南部地域）	9-16
図 9.8	Kitwe地域配電拡充計画	9-16
図 9.9	対策工事費用（Kitwe地域）	9-17
図 9.10	中部地域配電拡充計画	9-18
図 9.11	対策工事費用（中部地域）	9-19
図 9.12	配電ロスの分類	9-20
図 9.13	配電ロス計測の模式図	9-23

図 9.14	Chambishi MFEZの立地場所	9-25
図 9.15	Chambishi MFEZの配置計画	9-25
図 9.16	LS MFEZの立地場所	9-26
図 9.17	Lumwana MFEZへのアクセス道路網	9-27
図 10.1	Itezhi-Tezhi ダム下流面（右岸側ダム天端より臨む）	10-5
図 10.2	Itezhi-Tezhi ダム（ダム左岸上流より臨む）	10-5
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）	10-6
図 10.4	発電所建設予定地	10-6
図 10.5	発電機据付予定地点	10-6
図 10.6	ITT貯水池の貯水容量曲線	10-9
図 10.7	ITT貯水池の貯水池運用曲線	10-10
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	10-11
図 10.9	南部州内のItezhi Tezhi郡の位置	10-12
図 10.10	Itezhi Tezhi水力開発プロジェクト周辺の保護区	10-13
図 10.11	Luangala 川とLusiwasi 川の合流点	10-24
図 10.12	上流計画の新設ダム計画地点	10-24
図 10.13	Lusiwasi発電所既設えん堤	10-25
図 10.14	既設Lusiwasi発電所導水路	10-25
図 10.15	既設Lusiwasi発電所水槽	10-26
図 10.16	既設Lusiwasi発電所水圧鉄管	10-26
図 10.17	既設Lusiwasi発電所	10-27
図 10.18	既設Lusiwasi発電所の水車発電機	10-27
図 10.19	既設Lusiwasi発電所放水口	10-27
図 10.20	Lusiwasiプロジェクト地点に通じる道路	10-28
図 10.21	Lusiwasi川に架かる橋	10-28
図 10.22	既設Lusiwasi貯水池ダム	10-29
図 10.23	既設Lusiwasiダム越流部	10-29
図 10.24	既設Lusiwasi貯水池上流背水端（Tan-Zam鉄道線路）	10-29
図 11.1	ザンビア国野生生物保護区の分布	11-4
図 11.2	森林保全区分布	11-6
図 12.1	2008年分野別支出状況	12-3
図 12.2	電力・水道セクターと建設セクターへの供給部門	12-6
図 12.3	費用内訳	12-17
図 12.4	収支状況	12-20
図 12.5	料金構成の展開図	12-20
図 12.6	外貨運用	12-21
図 13.1	REAにおけるGIS環境（写真）	13-4
図 13.2	GISデータベース例	13-7
図 14.1	Lusiwasi水力発電所拡張事業の概要	14-5

## 表リスト

表 1.1	調査団構成及びカウンターパート.....	1-3
表 1.2	全体調査業務のフロー.....	1-5
表 2.1	周辺国との国境.....	2-2
表 2.2	各州の概要.....	2-3
表 2.3	各地の年間平均気温及び年間降水量.....	2-5
表 2.4	人口及び人口密度.....	2-6
表 2.5	センサス以降の人口推移予測.....	2-6
表 2.6	各州の人口密度の推移.....	2-7
表 2.7	民族構成.....	2-7
表 2.8	大統領選挙結果（2008年10月）.....	2-10
表 2.9	総選挙結果（2006年9月28日）.....	2-10
表 2.10	主要経済指標.....	2-12
表 2.11	主要回廊一覧.....	2-19
表 2.12	南部アフリカ電力プール（SAPP）諸国の概況.....	2-21
表 3.1	中所得国との一人当たりGNIの比較.....	3-2
表 3.2	Vision 2030 における開発シナリオ.....	3-3
表 3.3	Vision 2030 における主な社会経済開発指標.....	3-4
表 3.4	第5次開発計画におけるエネルギー・セクター・プログラム.....	3-6
表 3.5	エネルギー・セクター投資計画（2006-2010年）.....	3-7
表 3.6	電力サブ・セクターの政策措置及び戦略.....	3-9
表 3.7	電力サブ・セクターの目標及び戦略.....	3-11
表 3.8	エネルギー需給バランス.....	3-12
表 3.9	ザンビア国及び周辺国の一次エネルギー供給（2006年）.....	3-14
表 3.10	石炭需給（2006年）.....	3-15
表 3.11	MCLの石炭生産の推移（製品炭ベース）.....	3-16
表 3.12	原油及び石油製品の需給（2006年）.....	3-18
表 3.13	電力需給バランス（2006年）.....	3-20
表 3.14	地方電化マスタープランにおける電化目標.....	3-21
表 3.15	再生可能エネルギー需給状況（2006年）.....	3-22
表 3.16	アフリカの石炭確認可採埋蔵量（2005年末）.....	3-24
表 3.17	ザンビア国産石炭の成分分析結果.....	3-25
表 3.18	石炭の分類（ASTM基準）.....	3-26
表 3.19	中央Zambezi溪谷の夾炭層の層厚.....	3-27
表 3.20	アフリカ大陸の包蔵水力（上位15カ国）.....	3-29
表 3.21	降水量データ（1963-92年平均）.....	3-30
表 3.22	水力ポテンシャル（水力プロジェクト一覧）.....	3-32

表 3.23	小水力ポテンシャル.....	3-33
表 3.24	世界の包蔵水力（上位 100 カ国）.....	3-34
表 3.25	再生可能エネルギーのポテンシャル.....	3-35
表 3.26	再生可能エネルギー開発目標.....	3-36
表 3.27	主要都市の日照データ.....	3-36
表 3.28	主要都市における年平均風速.....	3-37
表 3.29	世界各国の原子力発電開発状況.....	3-39
表 3.30	新規原子力発電導入国の開発動向.....	3-40
表 4.1	ZESCO以前の電気事業者.....	4-6
表 4.2	CECの株主構成.....	4-7
表 4.3	CECの事業規模.....	4-8
表 4.4	主要発電設備.....	4-9
表 4.5	ZESCO管理水力発電設備（2008年3月現在）.....	4-10
表 4.6	KNBPS概要.....	4-13
表 4.7	KGPS概要.....	4-17
表 4.8	VFPS概要.....	4-19
表 4.9	VFPS地点河川流量（Big Tree観測所）.....	4-22
表 4.10	ZESCO管理ディーゼル発電設備稼働状況.....	4-23
表 4.11	民間水力発電設備（2008年3月現在）.....	4-24
表 4.12	電力取引の相対契約.....	4-36
表 4.13	連系送電線の工事進捗状況.....	4-36
表 4.14	Table 3.1 Average Electricity Price.....	4-37
表 4.15	電気料金一覧（2008）.....	4-37
表 4.16	南アフリカ地域における電気料金比較.....	4-38
表 4.17	電気料金改訂スケジュール（年あたりの値上率）.....	4-38
表 4.18	重要パフォーマンス指標（KPI）概要（2008年度第3四半期）.....	4-40
表 4.19	ZESCOの5カ年の財務状況（2004～2008年度）.....	4-41
表 4.20	財務パフォーマンス比率.....	4-42
表 4.21	ZESCOの転貸状況.....	4-43
表 5.1	相関式の係数（民生部門）.....	5-4
表 5.2	相関式の係数（鉱業を除く産業部門）.....	5-5
表 5.3	CECの新規鉱山プロジェクトの予測.....	5-6
表 5.4	ZESCOの鉱山会社との新規契約見通し.....	5-6
表 5.5	ザンビアの経済成長見通し.....	5-7
表 5.6	予測のシナリオ.....	5-10
表 5.7	シナリオごとの前提条件.....	5-10
表 5.8	電力需要予測（暦年ベース換算）.....	5-13
表 5.9	ザンビア国内の自家用発電設備.....	5-17
表 5.10	ディーゼル発電設備の運転実績.....	5-18
表 5.11	ZESCO小水力発電設備の運転実績.....	5-18

表 5.12	Lusaka事業所管内における 2008 年配電系統の計画停電実績.....	5-19
表 5.13	Livingstone周辺地域における配電系統計画停電スケジュール.....	5-20
表 5.14	Chomaにおける配電系統計画停電スケジュール.....	5-20
表 5.15	Copperbelt事業所における負荷遮断リスト.....	5-21
表 5.16	基準となるピーク需要の算定.....	5-21
表 5.17	ピーク需要予測結果（ベース・ケース時）.....	5-22
表 5.18	ピーク需要予測結果（高ケース時）.....	5-22
表 5.19	ピーク需要予測結果（低ケース時）.....	5-22
表 6.1	OPPPIの電源開発プロジェクト.....	6-1
表 6.2	SAPPの電源開発プロジェクト.....	6-2
表 6.3	ZESCOの電源開発プロジェクト.....	6-2
表 6.4	リハビリテーションプロジェクト（PRP）における出力増強.....	6-3
表 6.5	新規水力開発プロジェクトの進捗状況.....	6-4
表 6.6	2007 年におけるKariba North & South発電所の発電使用水量.....	6-6
表 6.7	Kariba North Bank拡張プロジェクト概要.....	6-7
表 6.8	Itezhi-Tezhiプロジェクト概要.....	6-9
表 6.9	Kafue Gorge Lowerプロジェクトの概要.....	6-11
表 6.10	Lusiwasi拡張プロジェクトレイアウトの概要.....	6-12
表 6.11	Kabompoプロジェクトの概要.....	6-13
表 6.12	Mutinondoプロジェクトの概要.....	6-13
表 6.13	Lucheneneプロジェクトの概要.....	6-14
表 6.14	Lunsemfwaプロジェクトの概要.....	6-15
表 6.15	Mkushiプロジェクトの概要.....	6-16
表 6.16	Kabwelume Fallsプロジェクトの概要.....	6-17
表 6.17	Kundabwika Fallsプロジェクトの概要.....	6-18
表 6.18	Mumbotuta Falls Site CXプロジェクトの概要.....	6-19
表 6.19	Mambilima Falls Site IIプロジェクトの概要.....	6-19
表 6.20	Mambilima Falls Site Iプロジェクトの概要.....	6-20
表 6.21	Batoka Gorge, Devil's Gorge, Mpatata Gorgeプロジェクトの概要.....	6-21
表 6.22	周辺国の電源開発計画（1）.....	6-23
表 6.23	周辺国の電源開発計画（2）.....	6-24
表 6.24	水力開発プロジェクト一覧（2009 年 3 月現在）.....	6-27
表 6.25	石炭供給量と発電所出力.....	6-28
表 6.26	純工事費の想定.....	6-29
表 6.27	プロジェクトコストの想定（2009 年断面）.....	6-30
表 6.28	発電原価算出にあたっての前提条件.....	6-30
表 6.29	電源開発プロジェクトの建設単価と発電原価.....	6-31
表 6.30	石炭火力発電単価の感度分析.....	6-33
表 6.31	水力開発プロジェクトマトリクス.....	6-35
表 6.32	目標供給信頼度.....	6-36



表 6.33	電源開発計画（シナリオ 1-1）	6-37
表 6.34	電源開発計画（シナリオ 1-2）	6-39
表 6.35	電源開発計画まとめ	6-41
表 7.1	輸出入電力量／電力の概算結果（電力需要想定：ベース・ケース）	7-9
表 7.2	輸出入電力量／電力の概算結果（電力需要想定：高ケース）	7-10
表 7.3	不足輸入電力量／電力の検討	7-10
表 7.4	DRコンゴ、南アフリカ両国からの電力輸入の可能性	7-11
表 8.1	ザンビア国における送電計画策定基準	8-2
表 8.2	各変電所における需要想定結果	8-3
表 8.3	送電計画策定における国際電力融通条件	8-5
表 8.4	Kalungwishi – Kasama送電線の比較	8-9
表 8.5	北西部エリア 132kV送電線開発計画	8-9
表 8.6	南部エリア基幹送電線開発計画	8-11
表 8.7	南部エリア 132kV送電線開発計画	8-12
表 8.8	Lusaka Area 330kV送電線開発計画	8-13
表 8.9	Lusaka Area 132kV送電線開発計画	8-14
表 8.10	Coppertbeltエリア電圧安定度対策の比較	8-15
表 8.11	シナリオ 1-1 における送電設備開発量 (kms)	8-16
表 8.12	送電開発計画（シナリオ 1-1）	8-17
表 8.13	石炭火力発電立地	8-32
表 8.14	North-east areaにおける 330kV送電開発計画	8-33
表 8.15	South areaにおける基幹送電線開発計画	8-34
表 8.16	Lusaka Areaにおける 330kV送電線開発計画	8-34
表 8.17	シナリオ 1-2 における送電設備開発量 (kms)	8-35
表 8.18	送電開発計画（シナリオ 1-2）	8-35
表 8.19	シナリオ 1-1 における送電開発コスト (million USD)	8-43
表 8.20	シナリオ 1-2 における送電開発コスト (million USD)	8-43
表 8.21	ピーク時間帯におけるザンビア送電系統ロス	8-44
表 9.1	配電計画の対象となる電力設備の定義	9-2
表 9.2	系統計画基準および解析条件	9-2
表 9.3	各変電所における需要想定結果（Lusaka 地域）	9-4
表 9.4	各変電所における需要想定結果（Copperbelt地域: Kitwe, Ndola）	9-4
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）	9-5
表 9.6	各変電所における需要想定結果（中央地域: Kapiri/Mkushi）	9-5
表 9.7	33kV配電線の建設工事単価	9-6
表 9.8	33/11kV変圧器の建設工事単価	9-7
表 9.9	配電線拡充計画（Lusaka地域）	9-10
表 9.10	変電所拡充計画（Lusaka地域）	9-11
表 9.11	配電線拡充計画（南部地域）	9-15

表 9.12	変電所拡充計画（南部地域） .....	9-15
表 9.13	配電線拡充計画（Kitwe地域） .....	9-17
表 9.14	変電所拡充計画（Kitwe地域） .....	9-17
表 9.15	配電線拡充計画（中部地域） .....	9-18
表 9.16	変電所拡充計画（中部地域） .....	9-19
表 9.17	配電ロスの原因と問題点.....	9-21
表 9.18	33kV配電線のテクニカルロス低減効果（例；Lusaka地域） .....	9-22
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 .....	10-1
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 .....	10-2
表 10.3	ケース・スタディの日程.....	10-2
表 10.4	ケース・スタディの参加者.....	10-3
表 10.5	Itezhi Tezhi 貯水池の主要設備概要.....	10-4
表 10.6	年間総流量によるランク付け.....	10-8
表 10.7	ITT貯水池の貯水容量と貯水位との関係.....	10-9
表 10.8	蒸発量の計算手順.....	10-10
表 10.9	ITT プロジェクトの発電電力量計算前提条件.....	10-10
表 10.10	ITT プロジェクトの発電電力量試算結果.....	10-11
表 10.11	Itezhi Tezhi郡の月別降雨量.....	10-12
表 10.12	Itezhi Tezhi郡の月別平均気温（1965年～1997年） .....	10-13
表 10.13	発電施設建設候補地周辺で見られる植物.....	10-15
表 10.14	発電施設建設候補地周辺で見られる動物.....	10-16
表 10.15	Kafue川月別流量 .....	10-17
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ーピング表 .....	10-19
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 .....	10-22
表 10.18	Lusiwasiプロジェクト設備位置情報計測結果.....	10-23
表 10.19	Lusiwasi プロジェクトの発電電力量試算前提条件.....	10-30
表 10.20	各ケースにおける年間発電電力量試算結果.....	10-30
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.....	10-31
表 10.22	Serenje郡の月別降雨量.....	10-31
表 10.23	Serenje郡の月別平均気温.....	10-31
表 10.24	Lusiwasi拡張プロジェクト周辺の保護区.....	10-32
表 10.25	プロジェクトサイト周辺で見られる植物*2 .....	10-33
表 10.26	南ルアンガ国立公園周辺で見られる動物.....	10-35
表 10.27	プロジェクトサイト周辺で見られる動物*2 .....	10-36
表 10.28	Lusiwasi川月別流量（Lusiwasi発電所道路橋） .....	10-38
表 10.29	Serenje郡の農家分類.....	10-39
表 10.30	Lusiwasi拡張プロジェクトに関する環境社会影響スコーピング表.....	10-40
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.....	10-45
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 .....	11-2

表 11.2	燃焼施設に関する大気排出基準.....	11-2
表 11.3	発電施設に関する排水基準.....	11-3
表 11.4	日本の騒音環境基準.....	11-3
表 11.5	ザンビア国ラムサール条約登録湿地一覧.....	11-4
表 11.6	ザンビア国の世界遺産.....	11-7
表 11.7	既存電力施設のサンプル調査対象施設.....	11-9
表 11.8	電源開発シナリオの比較（環境社会面）.....	11-10
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oping表.....	11-12
表 11.10	主なモニタリング項目.....	11-24
表 11.11	現地ステークホルダー協議の概要.....	11-25
表 11.12	Lusakaでのステークホルダー協議の概要.....	11-27
表 12.1	税収実績（2008年）.....	12-1
表 12.2	その他歳入（2008年）.....	12-2
表 12.3	中央政府の支出状況（2008年）.....	12-2
表 12.5	2006年から2008年の国内債務状況.....	12-3
表 12.6	2007年から2008年の対外債務状況（US\$ million）.....	12-4
表 12.7	政府予算見通し（2008年-2010年）.....	12-4
表 12.8	分野別支出見通し（ZMK billion）.....	12-5
表 12.10	ザンビア国連関表.....	12-7
表 12.11	直接消費額.....	12-8
表 12.12	間接・誘発経済効果.....	12-8
表 12.13	需要増加と年間売上高（GWh）.....	12-10
表 12.14	改訂電気料金.....	12-10
表 12.15	ZESCO電気料金（2009年8月1日施行）.....	12-12
表 12.16	新規発電所一覧.....	12-13
表 12.17	電力セクター投資プログラム概要.....	12-14
表 12.18	ZESCO財務パフォーマンス.....	12-15
表 12.19	営業費用内訳（総額に対する比率%）.....	12-16
表 12.20	ZESCOの供給コスト一覧（ZMK/kWh）.....	12-18
表 12.21	キャッシュ・フロー（ZMK million）.....	12-19
表 12.22	ザンビア国における民間投資概要.....	12-26
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.....	13-1
表 13.2	現時点におけるGISデータベース一覧.....	13-3
表 13.4	GISデータベース体系.....	13-6
表 14.1	シナリオ1-1における総投資額.....	14-2
表 14.2	シナリオ1-2における総投資額.....	14-2
表 14.3	Lusiwasi水力発電所拡張事業のコスト概算.....	14-5
表 14.4	支援による新設送電線（Lusaka地域 2010～2015）.....	14-7
表 14.5	支援に必要な建設費（Lusaka地域 2010～2015）.....	14-7
表 14.6	支援による新設送電線（Copperbelt地域 2010～2015）.....	14-8

表 14.7	支援に必要な建設費（Copperbelt地域 2010～2015） .....	14-8
表 14.8	支援による新設送電線（南部地域 2010～2015） .....	14-9
表 14.9	支援に必要な建設費（南部地域 2010～2015） .....	14-9
表 14.10	支援による新設送電線（北東部地域 2010～2015） .....	14-10
表 14.11	支援に必要な建設費（北東部地域 2010～2015） .....	14-10
表 14.12	支援による新設送電線（Itezhi-tezhi方面 2010～2015） .....	14-11
表 14.13	支援に必要な建設費（Itezhi-tezhi方面 2010～2015） .....	14-11

## 略語一覧

ABWR	Advanced Boiling Water Reactor	改良型沸騰水型軽水炉
ACSR	Aluminium Cable Steel Rainforced	鋼心アルミ撚線
AfDB	African Development Board	アフリカ開発銀行
AfDF	African Development Fund	アフリカ開発基金
AGR	Advanced Gas Cooled Reactor	改良ガス炉
AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome	後天性免疫不全症候群
AU	Africa Union	アフリカ連合
B/D	Basic Design (Study)	基本設計 (調査)
BIS	Business Information System	ビジネス情報システム
BOO	Build-Own-Operate	
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer	
BOT	Build-Operate-Transfer	
BPC	Botswana Power Corporation	ボツワナ電力公社
BWR	Boiling Water Reactor	沸騰水型軽水炉
BSAC	British South African Company	英国南アフリカ会社
BTU	British Thermal Unit	英国熱量単位
CAPCO	Central African Power Corporation	中央アフリカ電力公社
CEC	Copperbelt Energy Corporation	コッパーベルトエネルギー会社
CEPCO	Chubu Electric Power Company, Inc.	中部電力株式会社
CF	Capacity Factor	設備利用率
CFB	Circulating Fluidized Bed	循環流動床 (ボイラー)
CFRD	Concrete Facing Rockfill Dam	コンクリート表面遮水壁ロック フィルダム
CHP	Combined Heat and Power (Plant)	熱電供給 (プラント)
CIA	Central Intelligence Agency	米国・中央情報局
C/P	Cooperation Partner(s)	開発援助機関
C/P	Counterpart	カウンターパート
CPI	Consumer Price Index	消費者物価指数
CSO	Central Statistical Office	中央統計局
DBSA	Development Bank of South Africa	南部アフリカ開発銀行
D/D	Detailed Design (Study)	詳細設計調査
DfID	Department for International Development, UK	英国国際開発省
DOE	Department of Energy	エネルギー局
DOPI	Department of Planning and Information	計画・情報局
DRC	Democratic Republic of the Congo	コンゴ民主共和国
DSM	Demand Side Management	需要側負荷管理

EAPP	Eastern African Power Pool	東部アフリカ電力プール
ECZ	Environmental Council of Zambia	ザンビア環境審議会
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIB	European Investment Bank	欧州投資銀行
EIS	Environmental Impact Statement	環境影響評価書
EDM	Electricidade de Mocambique	モザンビーク電力
ENE	Empresa Nacional de Electricidade	アンゴラ国営電力会社
EPPCA	Environment Protection and Pollution Control Act	環境保護・汚染管理法
ERB	Energy Regulation Board	エネルギー規制局
ESCOM	Electricity Supply Corporation of Malawi	マラウイ電力公社
ESKOM	ESKOM Enterprises	南アフリカ電力会社
FPB	Federal Power Board	連邦電力庁
FNDP	Fifth National Development Plan	第5次国家開発計画
FPI	Framework and Package of Incentives (for Hydropower Generation and Transmission Development)	水力発電と送電線開発に係る開発インセンティブと枠組み
FS, F/S	Feasibility Study	フィージビリティ調査
FY	Fiscal Year	会計年度
GCR	Gas Cooled Reactor	ガス冷却炉
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNI	Gross National Income	国民総所得
GNP	Gross National Product	国民総生産
GRZ	Government of the Republic of Zambia	ザンビア国政府
GSD	Geological Survey Department	地質調査局
GWh	Gigawatt hour	ギガワット時 (単位)
HCB	Hidroelectrica De Cahora Bassa Sarl (Cahora Bassa Hydroelectric Company)	Cahora Bassa 水力発電会社
HIPC	Heavily Indebted Poor Country	重債務貧困国
HIV	Human Immunodeficiency Virus	ヒト免疫不全ウイルス
HP	Heritage Party	遺産党
HTGR	High Temperature Gas Cooled Reactor	高温ガス炉
HWR	Heavy Water Reactor	重水炉
IAEA	International Atomic Energy Agency	国際原子力機関
ICB	International Competitive Bid	国際競争入札
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites	国際記念物遺跡会議
IDA	International Development Association	国際開発協会
IEA	International Energy Agency	国際エネルギー機関

IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IFC	International Finance Corporation	国際金融公社
IFS	International Financial Statistics	
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IPP	Independent Power Producer	独立系発電事業者
ITT	Itezhi-Tezhi	
ITTPS	Itezhi-Tezhi Power Station	
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JV	Joint Venture	共同企業体
LHPC	Lunsemfwa Hydropower Company	Lunsemfwa 水力発電会社
LWGR	Light Water cooled Graphite moderated Reactor	軽水冷却黒鉛減速炉
K	(Zambian) Kwacha	(ザンビア) クワチャ
KCM	Konkola Copper Mines plc.	Konkola 銅鉱山会社
KGPS	Kafue Gorge Power Station	Kafue Gorge 水力発電所
KGLPS	Kafue Gorge Lower Power Station	Kafue Gorge Lower 水力発電所
KNBPS	Kariba North Bank Power Station	Kariba North Bank 水力発電所
KPI	Key Performance Indicator	重要パフォーマンス指標
LCU	Local Currency Unit	現地通貨単位
LEC	Lesotho Electricity Corporation	レソト電力公社
m.a.s.l	metre above sea level	
MBO	Management Buy Out	経営陣等による企業買収
MCL	Maamba Collieries Limited	Maamba 炭鉱会社
MEWD	Ministry of Energy and Water Development	エネルギー・水資源開発省
MFNP	Ministry of Finance and National Planning	財務・国家計画省
MIGA	Multilateral Investment Guarantee Agency	国際投資保証機構
MLGH	Ministry of Local Government and Housing	地方自治・住宅省
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MMD	Movement for Multiparty Democracy	複数政党制民主主義運動
MMMD	Ministry of Mines and Minerals Development	鉱業開発省
MOTRACO	Mozambique Transmission Company	モザンビーク送配電会社
MP	Member of Parliament	国会議員
MTENR	Ministry of Tourism, Environment and Natural Re(Source)s	観光環境天然資源省
MW	Megawatt	メガワット (単位)
NEP	National Energy Policy	国家エネルギー政策
NES	National Energy Strategy	国家エネルギー戦略
NCC	National Control Centre	中央制御所

NGO	Non Governmental Organization	非政府組織
NISIR	National Institute for Scientific and Industrial Research	国立産業科学研究所
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	(米国) 海洋気象庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OPPPI	Office for Promoting Private Power Investment	民間電力投資推進室
PAPs	Project Affected Persons	影響を受ける住民
PB	Project Brief	プロジェクト概要書
PC	Pulverized Coal	微粉炭
PCB	Polychlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル
PF	Patriotic Front	愛国戦線
PICL		
PLC	Public Limited Company	株式公開会社
PMP	Power System Development Master Plan	電力開発マスタープラン
PPA	Power Purchase Agreement	電力購買契約
PPP	Public-Private Partnership	官民協力
PPP	Purchasing Power Parity	購買力平価
PRSP	Poverty Reduction Strategy Paper	貧困削減戦略文書
P/S	Power Station	発電所
PSRP	Public Service Reform Programme	
PSS/E	Power System Simulator for Engineering	
PV	Photovoltaic	太陽光発電
PWR	Pressurized Water Reactor	加圧水型軽水炉
RCC	Roller Compacted Concrete (Dam)	
RE	Renewable Energy	再生可能エネルギー
REA	Rural Electrification Authority	地方電化庁
REF	Rural Electrification Fund	地方電化基金
REMP	Rural Electrification Master Plan	地方電化マスタープラン
RGC	Rural Growth Centre	農村開発センター
SADC	Southern African Development Community	南部アフリカ開発共同体
SAPP	Southern African Power Pool	南部アフリカ電力プール
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition System	給電制御システム
SEA	Strategic Environmental Assessment	戦略的環境アセスメント
SEB	Swaziland Electricity Board	スワジランド電力庁
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency	スウェーデン国際開発協力庁
SNEL	Societe Nationale d'Electricite	コンゴ (民) 国営電力会社
SPC	Special Purpose Company	特定目的会社



S/S	Substation	変電所
TANESCO	Tanzania Electricity Supply Company Ltd	タンザニア電力供給会社
TOE	Tonnes of Oil Equivalent	
UDA	United Democratic Alliance	統一民主同盟
UDI	Unilateral Declaration of Independence	(ローデシア) 一方的な独立宣言
ULP	United Liberal Party	統一自由党
UNDP	United Nations Development Program	国連開発計画
UNIP	United National Independence Party	統一民族独立党
UNZA	University of Zambia	ザンビア大学
UPND	United Party for National Development	国家開発統一党
VAT	Value Added Tax	付加価値税
VFPS	Victoria Falls Power Station	Victoria Falls 水力発電所
WASP	Wien Automatic System Planning	
WB	The World Bank	世界銀行
WEC	World Energy Council	世界エネルギー会議
WESTCOR	Western Power Corridor Company	アフリカ西部電力回廊会社
XLPE		
Zam-En	Zambian Energy Corporation (Netherland) BV	
ZCCM	Zambia Consolidated Copper Mines Limited	ザンビア銅採掘会社
ZCCM-IH	ZCCM Investments Holdings plc	ZCCM 投資持株会社
ZAWA	Zambia Wildlife Authority	ザンビア野生生物局
ZDA	Zambia Development Agency	ザンビア開発庁
ZESA	Zimbabwe Electricity Supply Authority	ジンバブエ電力供給公社
ZESCO	ZESCO Limited	ZESCO 株式会社
ZIC	Zambia Investment Centre	ザンビア投資センター
ZIMCO	Zambia Industrial and Mining Corporation Limited	ザンビア鉱工業公社
ZMK	Zambia Kwacha	ザンビア・クワチャ
ZPA	Zambia Privatisation Agency	ザンビア民営化庁
ZRA	Zambezi River Authority	ザンベジ川開発公社

# 第1章 序 論

## 1.1 序 文

ザンビア共和国（以下ザンビア国）では、近年の良好な経済発展により、電力需要が毎年 3～4%の割合で増加している。ザンビア国政府は貧困削減を意図した国家目標として 2030 年までに地方部電化率を 2%から 50%に、都市部電化率を 48%から 90%にすることを目指しており、増加する電力需要を満たすための更なる電源開発、全国の電化率向上のための送配電網整備が急務となっている。

新規電源開発を検討するにあたっては、現在ザンビア国の電源の 94%が水力発電によるものであるが、想定される水力発電ポテンシャルに対し、約 30%しか開発できていないことから、国産エネルギーである水力を中心とした最適電源開発計画の策定が望まれる。

一方、同国が属する南部アフリカ地域では域内電力融通を通じた電力需給を可能とするため、南部アフリカ電力プール（SAPP）により電力プール構想が提唱され、ザンビア国は同連合の主要メンバーとなっている。既にザンビア国は近隣国との電力融通を一部始めているが、長期的な需要予測に基づいた同国を中心とした近隣国との域内融通計画が定まっておらず、近隣国のニーズを踏まえたより実効性の高い国際電力融通計画の策定が望まれる。

上記背景から、ザンビア国政府は、中長期にわたって電力供給の安定化に資するべく、包括的な電力開発マスタープラン策定のための開発調査を日本政府に要請した。

独立行政法人国際協力機構（以下、JICA）は同要請を受け、要請内容の詳細把握、マスタープラン作成の妥当性の確認のため、2008 年 2～3 月にプロジェクト形成調査「ザンビア国電力開発計画調査プロジェクト形成調査」を実施し、現地関係者との協議、主要水系の発電施設の現地踏査を通じ、同マスタープラン策定の必要性を確認し、先方と本格調査の内容について M/M をまとめた。その後、2008 年 9 月に先方と開発調査に係る S/W の内容について最終的に合意し、本件調査に至った。

## 1.2 調査の目的

本件調査の目的は、ザンビア国および南部アフリカ地域の安定的電力供給の達成に資するべく、最適電源開発計画、送電系統計画、国際電力融通計画の 3 つを柱とした 2030 年までの電力開発マスタープランを策定し、併せて、カウンターパートに必要な技術移転を行うことである。具体的には、以下の 2 つが主要目的である。

- (a) 実用的かつ包括的な 2030 年までの電力システム開発マスタープランを策定することであり、同マスタープランは、長期計画に基づいた設備投資を促進するため、発電・送電・配電を包含し、電力系統拡張を経済的に効果的に行い、システムロス削減に有効な枠組みを提供するものとなる。また、本件調査では発電・送電・配電システム開発に最小費用分析を用い、他の代替案との比較検討を実施する。
- (b) カウンターパートである MEWD 職員に対して、セミナー及びテクニカルワークショップを通じて、最新の電力システム計画に係る技術及びツールに関して技術移転を

行う。

### 1.3 調査対象地域

ザンビア国全域および南部アフリカ近隣国を対象地域とし、広域連系については南部アフリカ電力プール（SAPP）及び東部アフリカ電力プール（EAPP）を考慮に入れた検討を行う。

### 1.4 期待される成果

本件調査において期待される成果のうち主なものは次のとおりである。

- (i) 需要家クラス別の需要を含む、変電所レベルでの長期需要予測
- (ii) 現実的な長期電源開発シナリオ
- (iii) 上記電源開発シナリオと調和のとれた、最小費用による長期送電開発計画
- (iv) 各開発シナリオに対する、発電及び送電開発に必要な投資額及び投入時期の評価
- (v) 需要の伸びに見合った、配電設備投資費用の算出
- (vi) 配電ロス削減プログラムの提案
- (vii) 電力システムマスタープランの実行及び必要に応じて改定するための能力開発に必要なMEWD及び電力セクターの機構改革案の提言

これらの成果は、発電・送電及び配電に関する複数の代替案との比較検討のために最小費用分析を実施し、以下の具体的な検討事項を含む。

- (i) 現状の電力需要を評価し、(地域を特定した) ボトムアップデータ及びトップダウンのマクロ経済パラメータの双方を用いた需要想定を行うこと
- (ii) 需要側負荷管理（DSM）策の検討
- (iii) 電源開発に適した一次エネルギーの可能性評価及び概算開発費用の算定
- (iv) 数年間のステージごとの最小費用に基づく電源拡張計画の策定
- (v) 現状の送電ネットワークの変電所レベルまでのコンピュータモデリングと制約の分析
- (vi) 電源開発計画及び需要想定結果及び電源開発計画に呼応した送電網拡張計画の策定及びコンピュータモデリング
- (vii) 年間所要投資額の算定
- (viii) システムロス削減策の検討、分析及びコスト評価
- (ix) 最初の5年間（2010-2014年）に対する、システムロス削減を含む送電及び配電設備投資の資金配分計画策定

### 1.5 カウンターパート機関及び調査団の構成

ザンビア国政府を代表し、エネルギー・水資源省（以下 MEWD）をカウンターパート機関とし、必要に応じて MEWD がザンビア電力公社（以下 ZESCO）等の電力機関を指名する。

本調査の団員構成及びザンビア側カウンターパートは表 1.1 に示すとおりである。

表 1.1 調査団構成及びカウンターパート

No.	担 当	調査団	カウンターパート	役 職
1	総括/電力開発・政策	白木 圭二	Mr. Oscar S. Kalumiana	Director
2	電力需要想定	石黒 正康	Mr. Alex Matala	Advisor
3	副総括/電源開発計画/ /GIS データベース	中西 浩和	Mr. Arnold M. Simwaba Mr. Aggrey Siuluta	Sr. Electrification Officer Energy Informatics Officer
4	水力開発計画	青木 崇 川上 康博	Mr. Patrick Mubanga	Sr. Power Sys. Dev. Officer
5	国際電力融通計画/ 送電計画 1	大原 一倫	Mr. William Sinkala	Electrification Officer
6	国際電力融通計画/ 送電計画 2	鈴木 淳史	Mr. Arnold M. Simwaba	Sr. Electrification Officer
7	電力系統計画	竹山 佳秀	Mr. Nkunsuwila Silomba	Electrification Officer
8	環境社会配慮	池田 研造	Mrs. Langiwe Chandi	Sr. Energy Officer (Renewable Energy)
9	経済財務分析/ 電力民間投資促進分析	菊川 武	Mr. Lufunda Muzeya	Energy Economist
10	配電計画	福永 竜己	Mr. Alex Matala	Advisor
11	業務調整	近藤 博是	Mr. Patrick Mubanga	Sr. Power Sys. Dev. Officer

### 1.6 調査計画

本調査は以下に示す 5 つの調査段階で実施する。

### 第1段階（キックオフ・基礎調査段階）

#### ポイント

- 第1回セミナーにおけるインセプションレポートの説明・協議
- ドナー会合におけるインセプションレポートの説明・協議
- 基礎情報収集



### 第2段階（電力開発計画策定Ⅰ・近隣国調査段階）

#### ポイント

- 電力需要想定の実施
- 最適電源開発計画（案）の策定
- 近隣国調査の実施、電力融通計画（案）の策定



### 第3段階（電力開発計画策定Ⅱ・技術移転段階）

#### ポイント

- 第2回セミナーにおけるインテリムレポートの説明
- 送電系統計画・配電計画（案）の策定
- 技術移転ワークショップによる技術移転
- ケーススタディの実施
- 現地再委託（環境社会配慮）の実施



### 第4段階（電力開発計画策定Ⅲ段階）

#### ポイント

- 電力開発計画（案）の説明・協議
- カウンターパート研修の実施



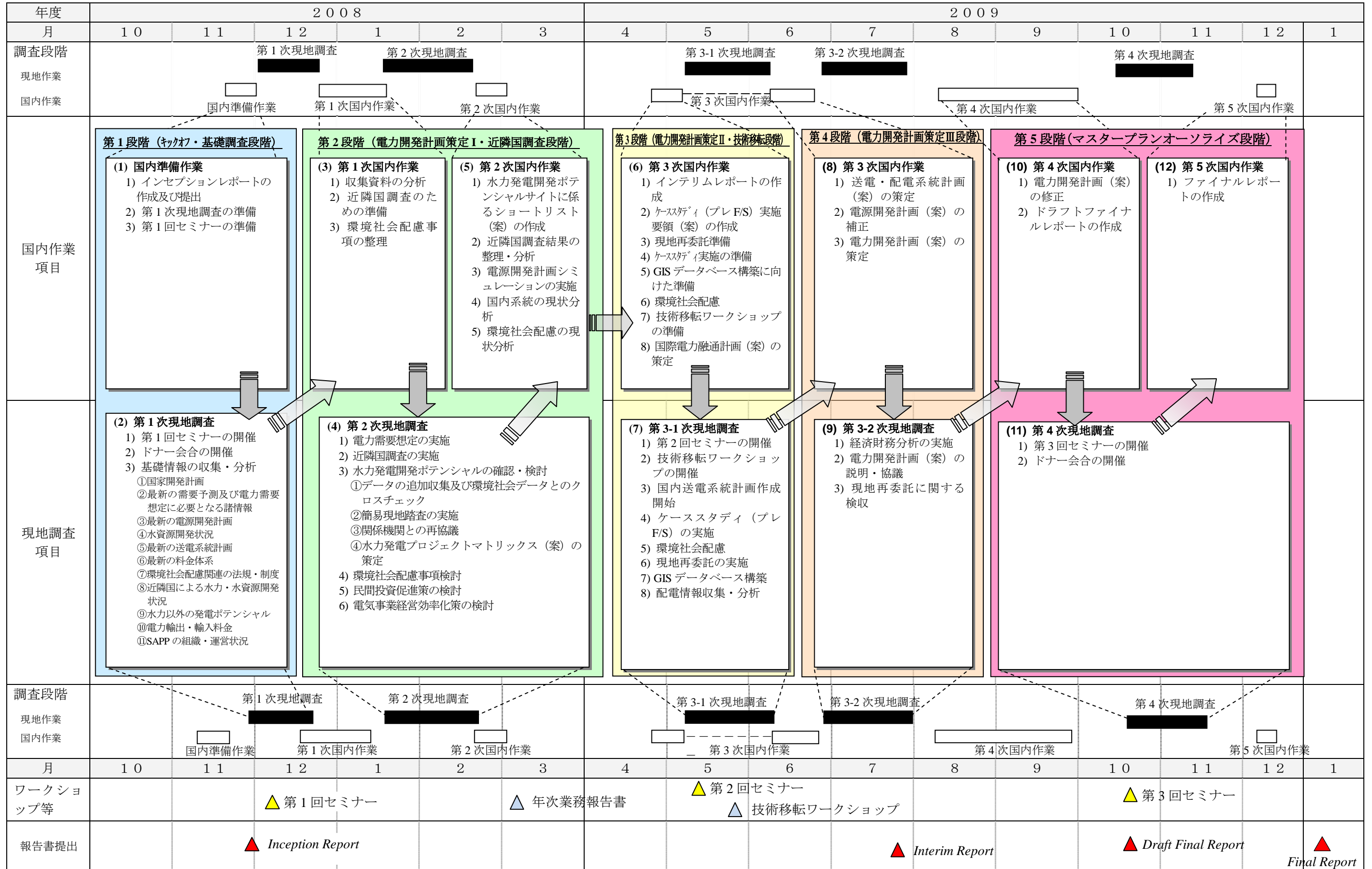
### 第5段階（マスタープランオーソライズ段階）

#### ポイント

- 第3回セミナーにおけるドラフトファイナルレポートの説明・協議
- ドナー会合におけるマスタープランの説明・協議

全体調査業務のフローを表 1.2 に示す。

表 1.2 全体調査業務のフロー



## 第2章 ザンビア国の一般情勢

### 2.1 歴史

現在のザンビア国の領土では、1889年に英国南アフリカ会社（BSAC: British South Africa Company）が勅許状（Royal Charter）を獲得して、開発・統治を行うようになり、現在のザンビア国とジンバブエ国に当たる地域はローデシア（Rhodesia）と呼ばれるようになった。1923年には南ローデシア（現在のジンバブエ）に自治政府が樹立され自治領に、北ローデシアは翌年英国直轄植民地となった。

1935年に北ローデシアの首都はLivingstoneからLusakaに移され、1953年にはニヤサランド（現在のマラウイ）及び南ローデシアとともに、ローデシア＝ニヤサランド連邦<sup>1</sup>（中央アフリカ連邦<sup>2</sup>）を結成した。1963年の同連邦の解体を経て、1964年10月24日、ザンビア共和国（Republic of Zambia）として英国からの独立を果たし、現在に至っている。

なお、英領南ローデシアについては、連邦解体後、1965年11月11日にローデシア共和国として英国からの独立を一方的に宣言し（UDI）、人種差別政策を進めたが、1980年2月の総選挙により黒人政府が発足し、1980年4月18日、正式にジンバブエ共和国（Republic of Zimbabwe）として英国より独立している。

電力開発の経緯については第4章に詳述するが、この間、1938年にザンビア国初の水力発電所であるVictoria Falls 発電所が運転を開始し、1958年にはZambezi川本流にKaribaダムが設置される等、現在も稼働を続ける大規模な電力プロジェクトの多くはザンビア建国以前に竣工している。

### 2.2 地理

#### 2.2.1 国土

ザンビア国土は南部アフリカの内陸に位置し、面積は752,614 km<sup>2</sup>である。ザンビア国は、北部でコンゴ民主共和国（Democratic Republic of the Congo）及びタンザニア国（United Republic of Tanzania）、東部でマラウイ国（Republic of Malawi）及びモザンビーク国（Republic of Mozambique）、南部でジンバブエ国及びボツワナ国（Republic of Botswana）、南西部でナミビア国（Republic of Namibia）、西部でアンゴラ国（Republic of Angola）と、8カ国と国境を接する。

国境は5,664 kmであり、周辺国との境界の延長は表 2.1に示すとおりである。なお、ボツワナ国とはナミビア・ジンバブエ両国と接する地点で接している。

---

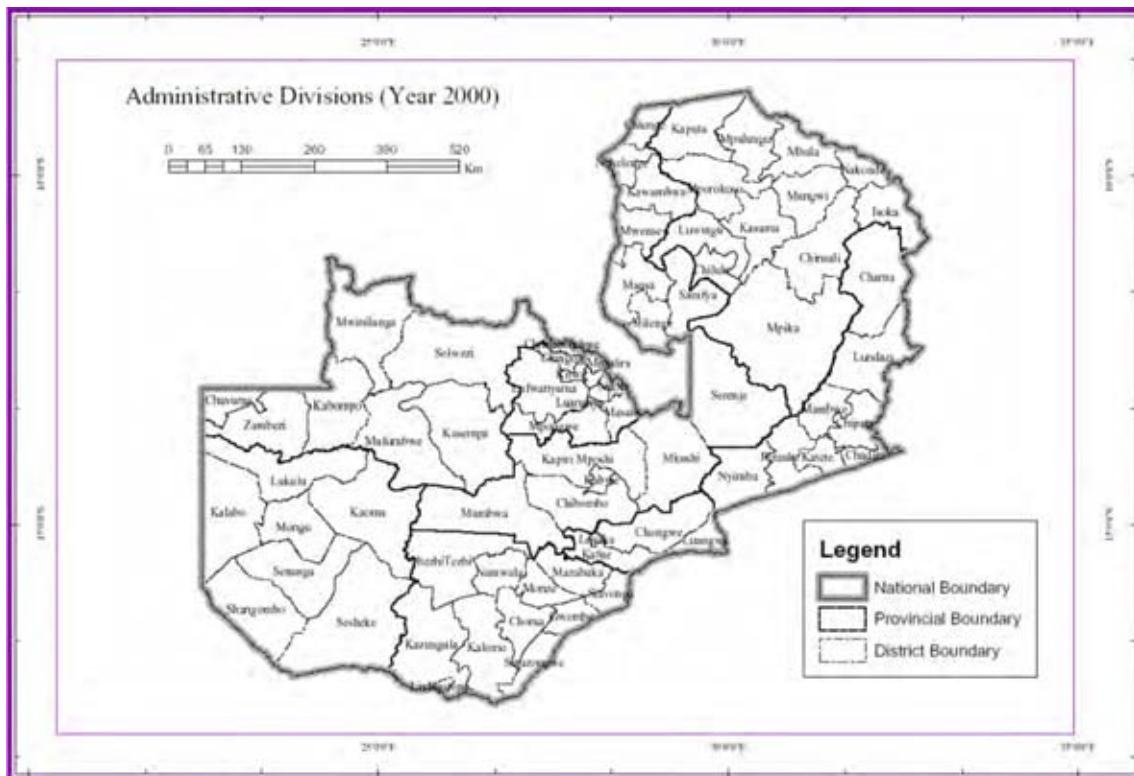
<sup>1</sup> Federation of Rhodesia and Nyasaland

<sup>2</sup> Central African Federation

表 2.1 周辺国との国境

Country	length of border (km)
Angola	1,110
Botswana	--
DR Congo	1,930
Malawi	837
Mozambique	419
Namibia	233
Tanzania	338
Zimbabwe	797
Total	5,664

国内は、中央州（Central Province）、コッパーベルト州（Copperbelt Province）、東部州（Eastern Province）、ルアプラ州（Luapula Province）、ルサカ州（Lusaka Province）、北部州（Northern Province）、北西部州（North-Western Province）、南部州（Southern Province）及び西部州（Western Province）の9つの州（Province）から構成され、首都（政庁所在地）は国土のほぼ中央に位置するルサカ州のLusakaである。各州は更に郡（District）の単位に分割され、全土で72の郡が存在し、郡は更に最小地方行政単位である区（Ward）に分割される。2000年の国勢調査（National Census）時点で、1,286区が存在している。図 2.1にザンビア国の行政区画を示すとともに、表 2.2に各州の概要を示す。



(Source) 2000 Census of Population and Housing

図 2.1 行政区画



表 2.2 各州の概要

	Province	Capital	Area (km <sup>2</sup> )	Number of Districts	Number of Wards
1	Central	Kabwe	94,394	6	112
2	Copperbelt	Ndola	31,328	10	202
3	Eastern	Chipata	69,106	8	154
4	Luapula	Mansa	50,567	7	111
5	Lusaka	Lusaka	21,896	4	75
6	Northern	Kasama	147,826	7	201
7	North Western	Solwezi	125,826	12	122
8	Southern	Livingstone	85,283	11	172
9	Western	Mongu	126,386	7	137
	Total		752,612	72	1,286

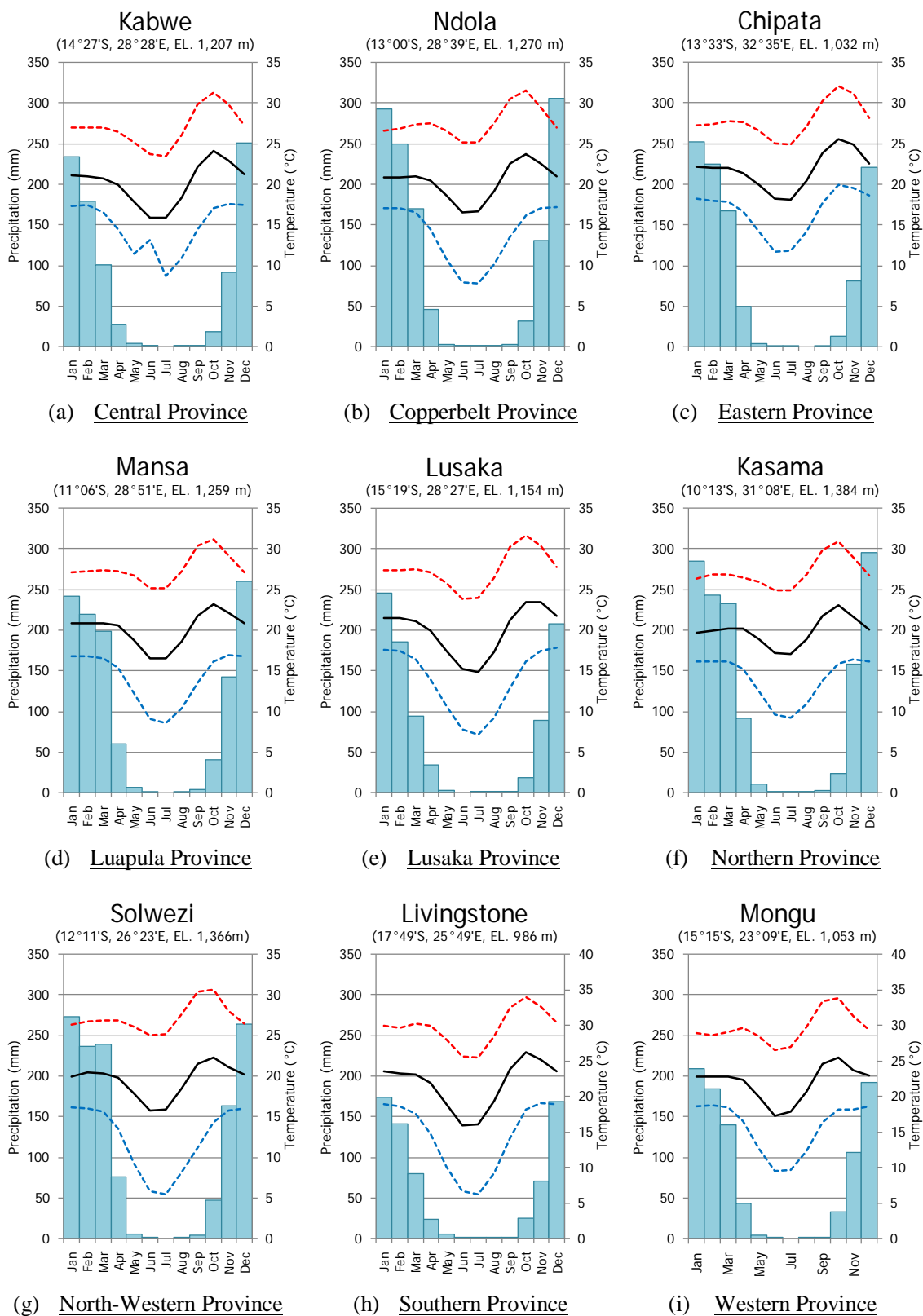
(Source) 2000 Census of Population and Housing

### 2.2.2 気 候

ザンビア国の国土は南緯 8～18°、東経23～34°に位置し、気候区としては熱帯地域に属する。しかしながら、Zambezi 川、Luangwa 川流域を除いたほとんどの地域は標高1,000～1,300 mの高地であり、首都 Lusaka における1月の平均気温は21.5°C、7月の平均気温は14.9°Cと、熱帯性気候ではあるものの過ごしやすい。

また、年間降水量は500～1,500 mmであり、国土の北部（北部州、北西部州、コッパーベルト州）の方が南部（南部州、西部州、ルサカ州）に比べて降水量に恵まれている。雨季・乾季の降水量の差は大きいですが、地域による雨季・乾季の差はほとんどなく、乾季は5～9月、雨季は10～4月である。

図 2.2にザンビア国9州の州都の月間気温（平均、最高、最低）と月間降水量を、また、表 2.3にザンビア国内の各観測点における年間気温（平均、最高、最低）と年間降水量を示す。



(Source) NOAA Global Climate Normals 1961-1990.より作成

図 2.2 主要都市の月間降水量及び月間平均気温

表 2.3 各地の年間平均気温及び年間降水量

	Station	Province	South Latitude	East Longitude	Altitude (masl)	Temperature annual mean value (°C)			Annual Precipitation (mm)
						average	high	low	
1	Kabwe	Central	14°27'	028°28'	1,207	20.1	27.0	14.7	907.7
2	Kabwe Agric	Central	14°24'	028°30'	n/a	n/a	27.9	13.6	917.7
3	Mumbwa	Central	15°04'	027°11'	1,218	n/a	27.7	13.8	891.2
4	Serenje	Central	13°14'	030°13'	n/a	n/a	26.1	12.8	1,133.6
5	Kafironda	Copperbelt	12°36'	028°07'	n/a	19.1	28.2	11.5	1,309.1
6	Ndola	Copperbelt	13°00'	028°39'	1,270	20.3	27.6	13.8	1,232.8
7	Chipata	Eastern	13°33'	032°35'	1,032	21.8	27.9	16.5	1,016.9
8	Lundazi	Eastern	12°17'	033°12'	n/a	n/a	27.5	14.1	922.9
9	Mfuwe	Eastern	13°16'	031°56'	570	n/a	32.2	16.5	817.5
10	Msekera	Eastern	13°39'	032°34'	n/a	n/a	28.5	15.9	1,011.7
11	Petauke	Eastern	14°15'	031°17'	1,036	n/a	26.6	15.6	966.8
12	Kawambwa	Luapula	09°48'	029°05'	1,324	20.8	27.6	15.1	1,378.6
13	Mansa	Luapula	11°06'	028°51'	1,259	20.1	27.6	14.1	1,176.6
14	Lusaka City A.	Lusaka	15°25'	028°19'	n/a	19.9	26.3	14.8	1,078.1
15	Lusaka Int'l	Lusaka	15°19'	028°27'	1,154	19.9	27.5	13.7	882.1
16	Mount Makulu	Lusaka	15°33'	028°15'	n/a	20.3	27.1	14.5	856.7
17	Isoka	Northern	10°07'	032°38'	n/a	20.0	27.2	14.4	1,090.0
18	Kasama	Northern	10°13'	031°08'	1,384	19.9	27.1	14.0	1,343.2
19	Mbala	Northern	08°51'	031°20'	1,673	18.6	24.9	13.7	1,239.1
20	Misamfu	Northern	10°06'	031°15'	n/a	19.6	26.6	13.0	1,349.7
21	Mpika	Northern	11°54'	031°26'	1,402	19.2	25.8	14.0	1,040.0
22	Kabompo	North-Western	13°36'	024°12'	n/a	21.1	29.8	14.0	1,034.4
23	Kasempa	North-Western	13°32'	025°51'	1,234	n/a	28.2	13.2	1,146.8
24	Mwinilunga	North-Western	11°45'	024°26'	1,363	19.3	27.4	12.9	1,057.4
25	Solwezi	North-Western	12°11'	026°23'	1,366	19.5	27.2	12.3	1,309.7
26	Zambezi	North-Western	13°32'	023°07'	1,078	21.4	29.5	13.9	1,057.4
27	Choma	Southern	16°50'	027°04'	1,278	19.1	26.6	11.8	801.6
28	Kafue Polder	Southern	15°46'	027°55'	978	21.3	28.7	n/a	n/a
29	Livingstone	Southern	17°49'	025°49'	986	21.7	29.7	14.4	691.7
30	Magoye	Southern	16°00'	027°36'	1,018	n/a	28.8	13.8	737.3
31	Kaoma	Western	14°48'	024°48'	1,213	n/a	29.3	13.5	902.4
32	Mongu	Western	15°15'	023°09'	1,053	21.9	29.6	15.7	918.2
33	Senanga	Western	16°06'	023°16'	n/a	n/a	30.5	15.6	729.7
34	Sesheke	Western	17°28'	024°18'	951	21.5	30.1	13.1	756.3

(Source) NOAA Global Climate Normals 1961-1990.より作成

## 2.3 社会

### 2.3.1 人口

表 2.4に示すように、これまでの国勢調査の結果をみると、人口は1980年に570万人、1990年に740万人、2000年に990万人と増加しているが、人口増加率では1969～1980年の11年間の平均で3.1%、1980～1990年が2.7%、1990～2000年が2.4%と、わずかではあるが鈍化傾向にあった。

2000年の国勢調査の結果によれば、州ごとの人口が最も大きいのはコッパーベルト州であり、約158万人で総人口の16.1%を占めている。一方、最も小さいのは北西部州であり、

人口は約58万人、総人口の5.9%であった。1990年代の人口増加率をみると、高い増加率を示したのはルサカ州（3.4%）、ルアプラ州（3.2%）、北部州（3.1%）の順で、一方、最も人口の多いコッパーベルト州の増加率は9州のうち最も低い0.8%であった。

表 2.4 人口及び人口密度

Residence	1969-1980		1980-1990		1990-2000	
	Population Size 1980	Annual Growth Rate	Population Size 1990	Annual Growth Rate	Population Size 2000	Annual Growth Rate (de jure)
<b>ZAMBIA-Total</b>	<b>5,661,801</b>	<b>3.1</b>	<b>7,383,097</b>	<b>2.7</b>	<b>9,885,591</b>	<b>2.4</b>
Rural	3,403,281	1.6	4477814	2.8	6,458,729	3.0
Urban	2,258,520	6.0	2905283	2.6	3,426,862	1.5
<b>PROVINCE</b>						
Central	511,905	3.3	720,627	3.5	1,012,257	2.7
Copperbelt	1,251,178	4.0	1,427,545	1.3	1,581,221	0.8
Eastern	650,902	2.3	965,967	4.0	1,306,173	2.6
Luapula	420,966	2.1	525,160	2.2	775,353	3.2
Lusaka	691,054	6.3	987,106	3.6	1,391,329	3.4
Northern	674,750	2.0	855,177	2.4	1,258,696	3.1
North-Western	302,668	2.5	387,552	2.5	583,350	2.9
Southern	671,923	2.8	907,150	3.0	1,212,124	2.3
Western	486,455	1.6	606,813	2.2	765,088	1.8

(Source) CSO, 1990 and 2000 Censuses of Population and Housing

2000年以降の人口については、中央統計局（CSO）が表 2.5 のとおり推計を行っており、至近の2008年の人口は約1,253万人で、人口増加率は2000年以降年平均3.0%と再び上昇傾向と推定している。第3.1.1節で詳述するが、ザンビア国政府は2030年までに中所得国となることを目指すと公式に表明しており、そのためには高い経済成長を達成することとあわせて、人口増加率を抑制することが必要であるとしている。特に人口増加率については、2030年までの年平均で1.0未満に抑制することが指標とされている。

表 2.5 センサス以降の人口推移予測

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total Population	10,089,492	10,409,441	10,744,380	11,089,691	11,441,461	11,798,678	12,160,516	12,525,791
Population Growth Rate	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0	3.0	2.9
Life Expectancy at Birth	51.8	51.9	52.4	52.4	52.6	51.9	51.4	51.3
<b>POPULATION BY PROVINCE</b>								
Central	1,032,574	1,066,992	1,103,387	1,141,256	1,180,124	1,219,980	1,260,491	1,301,776
Copperbelt	1,611,569	1,662,155	1,714,225	1,767,165	1,820,443	1,874,081	1,927,576	1,980,824
Eastern	1,348,070	1,391,690	1,436,120	1,482,290	1,530,118	1,579,960	1,631,890	1,684,910
Luapula	791,067	817,326	845,076	873,969	903,746	934,317	965,605	997,579
Lusaka	1,413,010	1,453,690	1,495,730	1,538,000	1,579,769	1,620,730	1,660,070	1,697,730
Northern	1,277,250	1,315,650	1,357,540	1,401,340	1,445,730	1,490,330	1,534,170	1,577,310
North-western	596,010	616,496	638,004	660,322	683,367	707,074	731,351	756,261
Southern	1,235,134	1,275,470	1,318,161	1,362,382	1,407,433	1,453,324	1,499,462	1,545,880
Western	774,929	795,247	816,983	839,757	863,294	887,540	912,226	937,419

(Source) C.S.O., Population Projections Report

人口密度は、ザンビア国全体では1 km<sup>2</sup>あたり1980年の7.5人から1990年には9.8人、2000年には13.1人へと増加している。州ごとの隔たりは大きく、最も高いルサカ州が63.5人/km<sup>2</sup>であるのに対し、最も低い北西部州では4.6人/km<sup>2</sup>である(表 2.6)。

表 2.6 各州の人口密度の推移

Province	Area (km <sup>2</sup> )	Percent Distribution of Population			Population Density (per sq.km)		
		1980	1990	2000	1980	1990	2000
Central	94,394	9.0	9.9	10.2	5.4	7.6	10.7
Copperbelt	31,328	22.1	18.8	16.0	39.9	45.6	50.5
Eastern	69,106	11.5	12.9	13.2	9.4	13.9	18.9
Luapula	50,567	7.4	7.3	7.8	8.3	10.4	15.3
Lusaka	21,896	12.2	12.8	14.1	31.6	45.1	63.5
Northern	147,826	11.9	11.9	12.7	4.6	5.8	8.5
North Western	125,826	5.4	5.6	5.9	2.4	3.1	4.6
Southern	85,283	11.9	12.4	12.3	7.9	10.6	14.2
Western	126,386	8.6	8.2	7.7	3.9	4.8	6.1
Total	752,612	100.0	100.0	100.0	7.5	9.8	13.1

(Source) 2000 Census of Population and Housing, Summary Report

### 2.3.2 民族・言語・宗教

#### (1) 民族

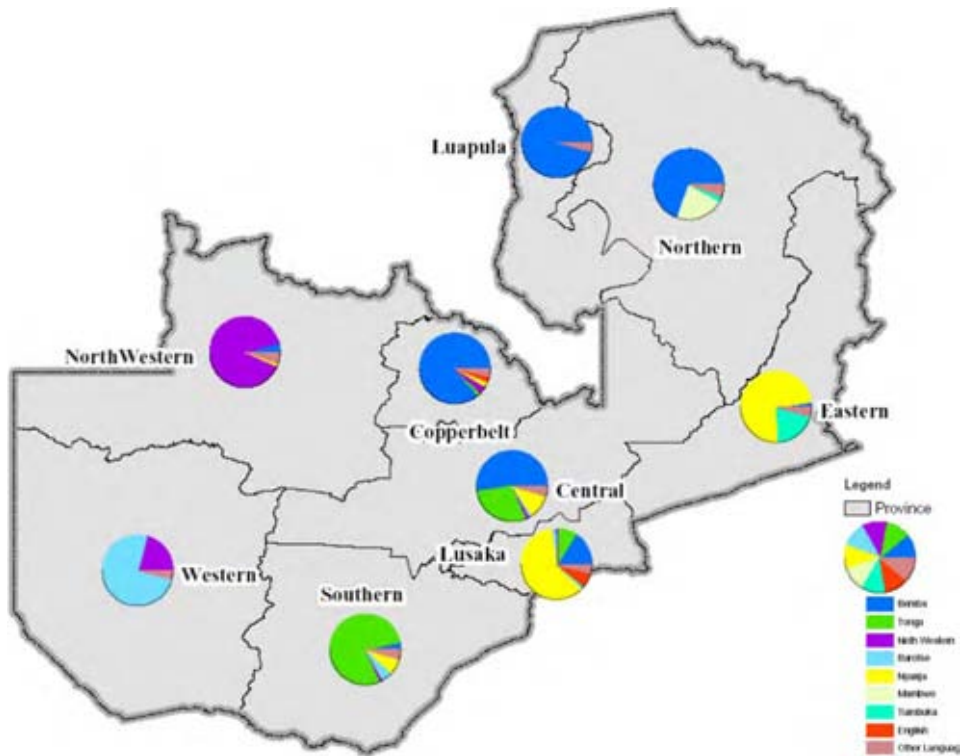
2000年の国勢調査によれば、表 2.7に示すとおり、ほとんどのザンビア人はアフリカ民族である。

表 2.7 民族構成

Residence/Sex		Ethnic Group					Total
		African	American	Asian	European	Other	
Zambia	Male	4,572,026	691	6,272	3,462	11,839	4,594,290
	Female	4,722,128	507	5,576	2,720	12,204	4,743,135
	Both Sexes	9,294,154	1,198	11,848	6,182	24,043	9,337,425
Percent of total population		99.54	0.01	0.13	0.07	0.26	100
Rural	Male	2,921,867	227	343	1,036	8,078	2,931,551
	Female	3,049,023	160	270	825	8,527	3,058,805
	Both Sexes	5,970,890	387	613	1,861	16,605	5,990,356
Percent of total population		99.68	0.01	0.01	0.03	0.28	100
Urban	Male	1,650,159	464	5,929	2,426	3,761	1,662,739
	Female	1,673,105	347	5,306	1,895	3,677	1,684,330
	Both Sexes	3,323,264	811	11,235	4,321	7,438	3,347,069
Percent of total population		99.29	0.02	0.34	0.13	0.22	100

(Source) 2000 Census of Population and Housing

更にザンビア国のアフリカ系民族は73部族に細分され、主な部族として、トンガ (Tonga) 系、ニャンジア (Nyanja-Chewa) 系、ベンバ (Bemba) 系、ルンダ (Lunda) 系等が挙げられる。図 2.3に民族分布を示す。

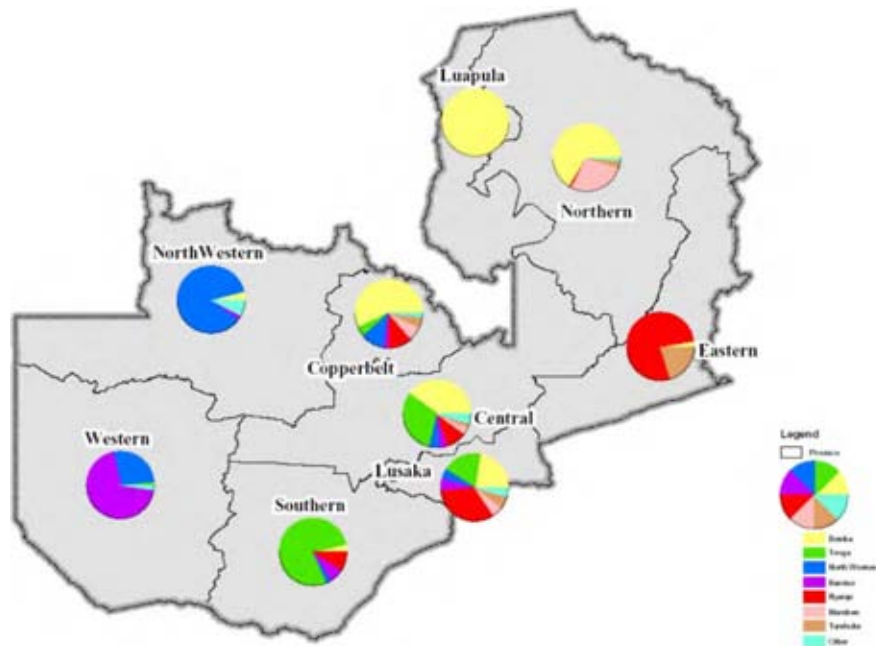


(Source) 2000 Census of Population and Housing

図 2.3 民族分布

(2) 言語

ザンビア国の公用語 (official language) は英語であり、法規制、政府文書等、公文書は英語にて記述される。一方、日常会話では土着語も使用され、地方部では、日常会話は7種類に大別される土着語 (Bemba, Kaonde, Lozi, Lunda, Luvale, Nyanja, Tonga) で行われることが多い。Bemba 語は北部州、ルアプラ州、コッパーベルト州、及び中央州、Kaonde 語・Lunda 語・Luvale 語は主に北西部州、Lozi 語は西部州、Nyanja 語は東部州及びルサカ州、Tonga 語は南部州で使用されている。図 2.4に土着語の分布を示す。



(Source) 2000 Census of Population and Housing

図 2.4 土着言語

### (3) 宗教

ローマ・カトリック系キリスト教徒の割合が高く、キリスト教が80%の他、イスラム教、ヒンドゥー教、地方部では種々の伝統宗教が信仰されている。

## 2.4 政治

### (1) 行政府

ザンビア国は大統領制をとる共和制立憲国家であり、大統領は国家元首であるとともに行政府の首班である。閣僚は国会議員の中から大統領により指名される。

大統領は、国民の直接選挙により選出され、任期は5年である。

**Rupiah Banda** 現大統領は、前任のLevy Mwanawasa 大統領政権の副大統領で、前大統領が病気のため職務遂行ができなくなったことを受け、2008年8月19日に大統領代行に就任、大統領死去に伴う2008年10月30日の特別選挙により、正式に第4代大統領に選出された。次期選挙は前大統領の任期満了となる2011年に予定されている。

表 2.8に昨年行われた大統領選の結果を示す。

表 2.8 大統領選挙結果（2008年10月）

Candidate	Percent of vote	Party
Rupiah Banda	40.1	MMD: Movement for Multiparty Democracy
Michael Sata	38.1	PF: Patriotic Front
Hakainde Hichilema	19.7	UPND: United Party for National Development
Godfrey Miyanda	0.8	HP: Heritage Party
Other	1.3	

(2) 立法府

国会（National Assembly）は一院制で、定数は158議席、うち150議席は国民の直接選挙により選出され、8議席は大統領により任命される。議員の任期は5年である。

1964年の独立以来、長らく統一民族独立党（UNIP: United Independence Party）の一党支配が続いたが、複数政党制を求める国際社会からの圧力もあり、1990年に複数政党を認める新憲法を制定し、翌1991年には複数政党制での最初の選挙が実施された。

2006年9月に実施された総選挙により、現在の与党は複数政党制民主主義運動（MMD: Movement for Multiparty Democracy）であり、その他、愛国戦線（PF: Patriotic Front）、国家開発統一党（UPND: United Party for National Development）等の野党がある。表 2.9に現在の議席数を示す。

表 2.9 総選挙結果（2006年9月28日）

Party	Number of seats
Movement for Multiparty Democracy (MMD)	72
Patriotic Front (PF)	44
United Democratic Alliance (UDA)	27
United Liberal Party (ULP)	2
National Democratic Focus (NDF)	1
Independents	2
not determined	2
Total	150

2.5 経 済

ザンビア国は植民地時代から銅の生産に依存するモノカルチャー経済（銅が輸出額の約6割を占める）であり、銅の生産量と国際価格の変動がザンビア国の経済に大きな影響を与えてきた。前政権は、こうした経済構造から脱却するため、農業（広大で肥沃な未開拓地）、観光（恵まれた観光資源）の開発を中心とした産業構造改革を最優先の政策の一つとして掲げた。

最近のザンビア国経済は、銅の国際価格が上昇したことにより2005～2008年の実質GDP成長率は年6%を記録する等好調期を迎えている（図 2.5参照）。1990年代に行われた政府所有鉱山の民営化により、政府は国営鉱山会社の莫大な損失から開放されるとともに、鉱山産業は経営改善され、経済成長に拍車をかけることとなった。2004年以降、銅生産は着実に増加し、2005年には重債務貧困国（HIPC）の完了時点到達により日本を始めとするドナー各国・機関が債務救済を行い、対外債務は著しく減少した。しかしながら、政府の財



政事情は依然厳しく、また、最近の原油の国際価格の上昇はザンビア経済にとっても大きな懸念材料となっており、最大の課題の一つである貧困削減を進めていく上では、今後も継続的な国際社会の支援が不可欠であるとされている。また、2007年の米国のサブプライムローン問題に端を発する世界金融危機の影響による昨今の商品価格の下落はこのようなザンビア国経済への影響が懸念される場所である。

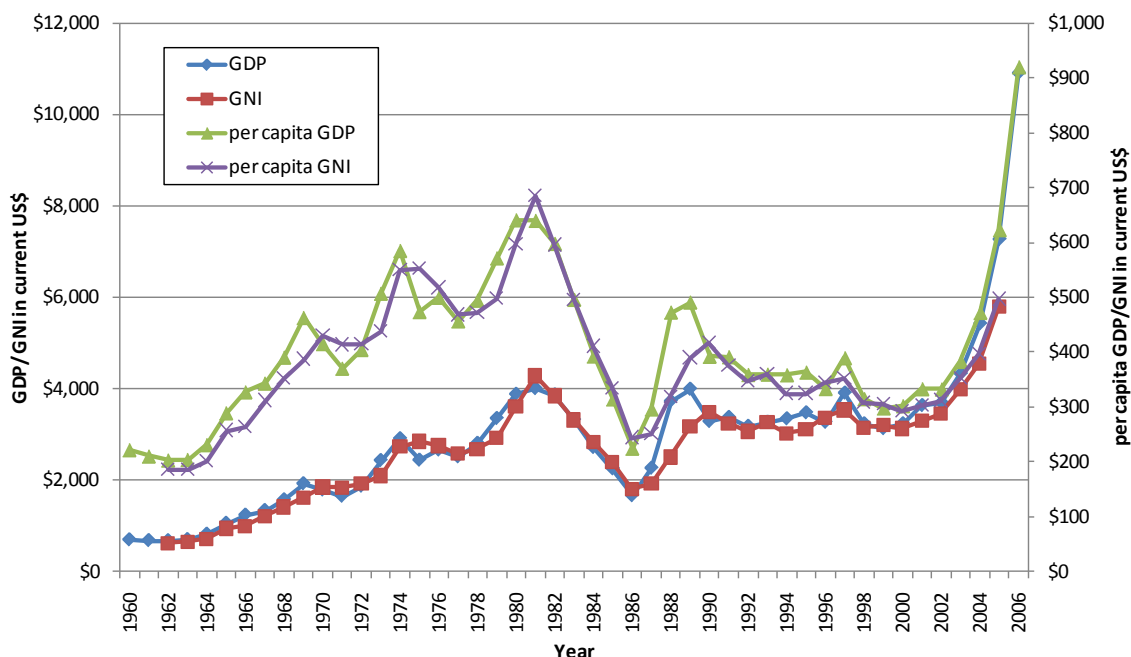


図 2.5 GDP 及び GNI の推移

表 2.10にザンビア国の主要経済指標をまとめる。

表 2.10 主要經濟指標

GDP:		2008 est.	2007	2006
- purchasing power parity	billion \$	17.39	16.43	15.55
- official exchange rate	billion \$	15.23 (2008 est.)		
- real growth rate	%	5.8	5.7 (est.)	6.2 (est.)
- per capita (PPP)	US\$	1,500	1,400 (est.)	1,400 (est.)
- composition by sector	%	- agriculture: 16.7 - industry: 26.0 - services: 57.3 (2008 est.)		
Labor force:		5,093 million (2008 est.)		
- by occupation	%	- agriculture: 85 - industry: 6 - services: 9 (2004)		
- Unemployment rate	%	50 (2000 est.)		
Household income or consumption by percentage share:		- lowest 10 %: 1.2 - highest 10 %: 38.8 (2004)		
Gini index (distribution of family income):		50.8 (2004)		
Investment (gross fixed):		26% of GDP (2008 est.)		
Budget:	million \$	- revenues: 3,777 - expenditures: 4,104 (2008 est.)		
Public debt:		25.7 % of GDP (2008 est.)		
Inflation rate (consumer prices):		11.8 % (2008 est.)		
Central bank discount rate:		11.73 % (Dec. 31, 2007)		
Commercial bank prime lending rate:		18.89 % (Dec. 31, 2007)		
Stock of money:		\$995.8 million (Dec. 31, 2007)		
Stock of quasi money:		\$1,709 million (Dec. 31, 2007)		
Stock of domestic credit:		\$1,968 million (Dec. 31, 2007)		
Market value of publicly traded shares:		\$2,346 million (Dec. 31, 2007)		
Agriculture products:		corn, sorghum, rice, peanuts, sunflower seed, vegetables, flowers, tobacco, cotton, sugarcane, cassava (tapioca), coffee; cattle, goats, pigs, poultry, milk, eggs, hides		
Industries:		copper mining and processing, construction, foodstuffs, beverages, chemicals, textiles, fertilizer, horticulture		
Industrial production growth rate:		7 % (2008 est.)		
Electricity:				
- production	GWh	9,289 (2006 est.)		
- consumption	GWh	8,625 (2006 est.)		
- exports	GWh	255 (2006)		
- imports	GWh	68 (2007 est.)		
Oil:				
- production	bbl/day	150 (2007 est.)		
- consumption	bbl/day	14,760 (2006 est.)		
- exports	bbl/day	190.6 (2005)		
- imports	bbl/day	13,810 (2005)		
Natural gas				
- production	cu m	0 (2007 est.)		
- consumption	cu m	0 (2007 est.)		
- exports	cu m	0 (2007 est.)		
- imports	cu m	0 (2007 est.)		
Current account balance		-\$478 million (2008 est.)		

Exports:	\$5,632 million FOB (2008 est.)					
- commodities:	copper/cobalt 64%, cobalt, electricity; tobacco, flowers, cotton					
- partners:	Switzerland 41.8%, South Africa 12%, Thailand 5.9%, Democratic Republic of the Congo 5.3%, Egypt 5%, Saudi Arabia 4.7%, China 4.1% (2007)					
Imports:	\$4,423 million FOB (2008 est.)					
- commodities:	machinery, transportation equipment, petroleum products, electricity, fertilizer; foodstuffs, clothing					
- partners:	South Africa 47.4%, UAE 6.3%, China 6%, India 4.1%, UK 4% (2007)					
Reserves of foreign exchange and gold:	\$1.35 billion (Dec. 31, 2008 est.)					
Debt - external:	\$2.913 billion (Dec. 31, 2008 est.)					
Exchange rates:	ZMK/\$	2008 est.	2007	2006	2005	2004
Zambian kwacha (ZMK) per US dollar		3,512.9	3,990.2	3,601.5	4,463.5	4,778.9

(Source) CIA "The World Fact Book"

## 2.6 交通・運輸

ザンビアは、水力発電が豊富であることから分かるように水量に恵まれ、また、国土は概ね台地状地形であることから、多くの航行可能な河川、湖沼、水路を有するが、主要都市は河川沿いになく、地方部において一部利用はされているものの、鉄道及び道路が主要な交通手段である。以下に、鉄道及び道路の概要について述べる。

### 2.6.1 鉄道

ザンビアの鉄道は大きく分けて 2 つあり、国土の中央部を走りジンバブエ及びコンゴ民主共和国へと繋がる Zambia Railways Limited (ZRL) の路線と、中央州のKapiri-Mposhiよりタンザニアの Dar es Salaam に至る TAZARA Railway の路線<sup>3</sup>で運転されている (図 2.6 参照)。

鉄道行政は、通信運輸省 (MCT: Ministry of Communication and Transportation) の管轄であるが、MCT には民間航空 (Civil Aviation)、通信 (Communications)、気象 (Meteorology)、道路輸送 (Road Transport)、海上・水上輸送 (Maritime and Inland Water Transport)、計画 (Planning) などの部局 (Department) が配されているが、鉄道事業を直接管轄する部局はなく、Safety & Compliance セクションが担当する。

<sup>3</sup> 「タンザン (Tan-Zam) 鉄道」として知られる。



(Source)UN,2004.に一部加筆

図 2.6 鉄道網

(1) Zambia Railways

南部アフリカでは、植民地時代に主に内陸国の鉱物資源を港へ搬出する手段として鉄道建設が進み、アフリカ大陸では地域鉄道網が最も整備されている。

ザンビアにおいては、英国植民統治下のローデシア鉄道 (Rhodesian Railways) の一部として鉄道事業が始まり、1905年に Livingstone、1906年に Kabwe (当時は Broken Hill)、1909年にはコッパーベルトの Ndola に到達し、コンゴの Sakania と繋がった。

1960年代に入り、南ローデシアの独立宣言 (UDI) による混乱の中、独立したばかりのザンビア政府により、Rhodesian Railways から分離・独立し、国営の Zambia Railways (ZR) が設立された。

電力や鉱業などの他の国営企業と同様、Zambia Railways においても投資資金不足により設備の老朽化が問題となっており、世界銀行の支援を受けて、2003年2月に上下分離方式による民間への運営権 (concession) 譲渡が行われた。すなわち、鉄道資産 (土地や線路、駅舎など) は ZR が管理し、列車運行は民間企業 (RSZ: Railway Systems of Zambia Limited) が担うというものである。

RSZはモーリシャスに籍を置く投資会社 NLPI (New Limpopo Project Investment (Pvt) Ltd.:

NLPI) の子会社であり、NLPIは<sup>4</sup>南アフリカ共和国の運輸公社Transnetの鉄道部門子会社 Spoornetと共同で鉄道民営化案件に参入するため設立された投資会社で、南アの大手金融機関 (Nedbank Limited、Sanlam Life Insurance Ltd.、Old Mutual Life Assurance Company (SA) Limited.) が出資する、実質的には南ア系企業である。NLPIはこの他、南アとジンバブエをつなぐ鉄道と自動車用の課金制橋梁<sup>5</sup>を (アフリカ大陸最初の) BOTスキームで建設・所有するNLB (New Limpopo Bridge Projects Limited、本社ジンバブエ) に出資している。運営権譲渡に伴い、NLPIコンソーシアムは設備のリハビリテーション費用として4千万ドルの資金を拠出しており、また、世界銀行は職員削減プログラムに3千万ドルを拠出している。

ZRの路線は、図2.7に示すように、KitweからLivingstoneに至る847kmの幹線区間 (旅客サービスはこの区間のみ) の他、多くの貨物用支線を有する。コッパーベルト州のChambishi～Mufulira、Nchanga～Chingola、Nchanga～Chililabombwe、Ndola～Luanshyaはいずれも銅鉱山専用線であり、また、Choma～Masuku線はMaamba Colliery専用線、Livingstone～Mulobezi線は木材搬出用である。RSZには20年間 (最長で30年に延長可能) の貨物列車運営権及び7年間の旅客輸送運営権 (Kitwe～Livingstone) が与えられている。

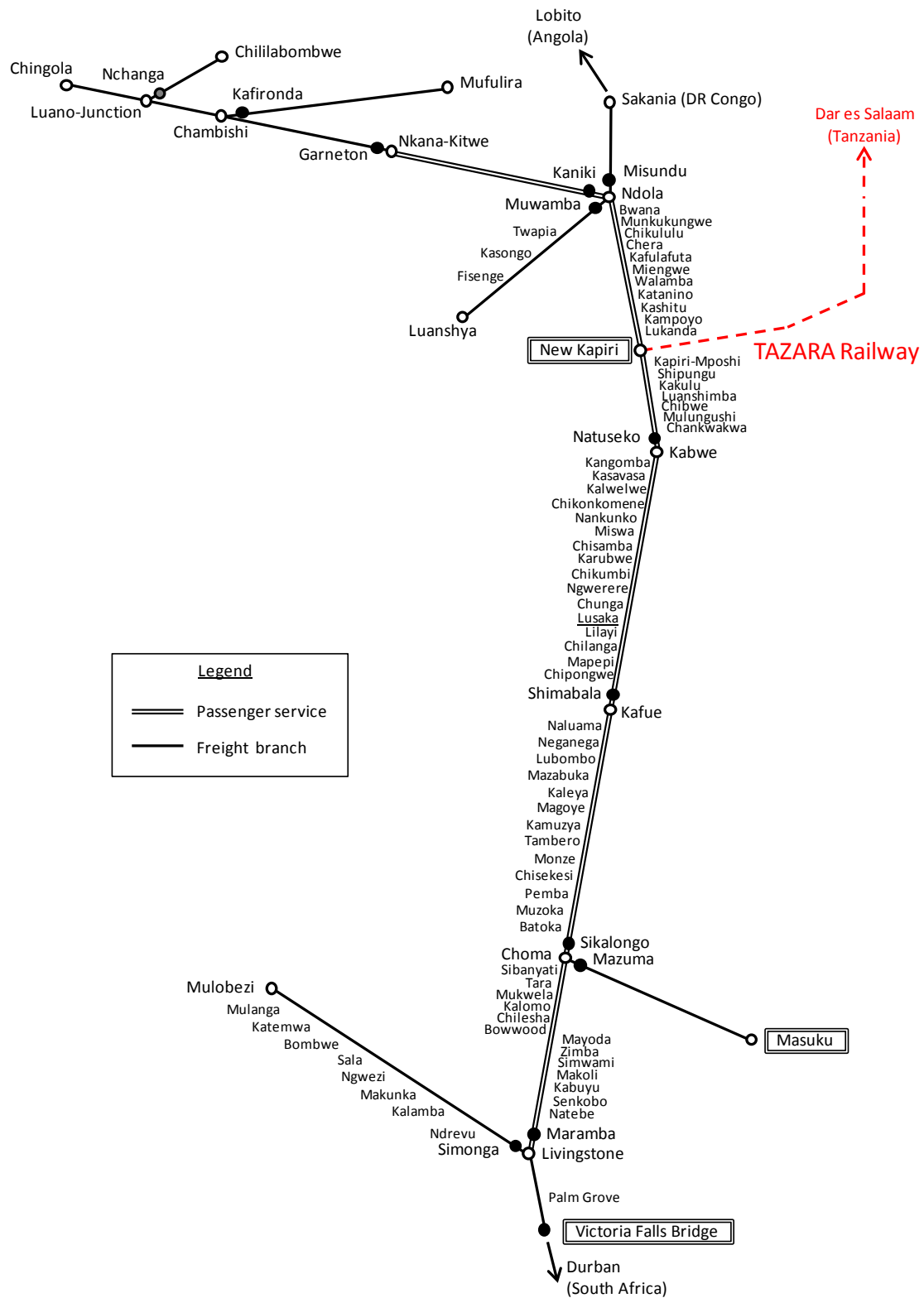
国外とは、コッパーベルト州でNdolaからコンゴ民主共和国のSakaniaと繋がっており、最終的にはアンゴラのLobito Bayへ通じる (詳細は後述)。また、南部州のLivingstoneから、Victoria Falls Bridgeを通じて、ジンバブエのBulawayoを経由し、南アフリカのDurbanへと繋がっている。この他、New Kapiri Mposhiから後述のTazara Railwayを通じ、タンザニアのDar es Salaamへ通じるルートがある。これらの国際回廊については第2.6.3節でまとめて述べる。

---

<sup>4</sup> 以下の記述は、JETROアジア経済研究所による。

(<http://www.ide.go.jp/English/Publish/Download/Ars/1863ra00000072b9-att/1863ra00000072dy.pdf>)

<sup>5</sup> New Limpopo Bridge。1995年竣工、延長約1.4km。南アのMessinaとジンバブエのBeitbridgeを結ぶ。



(Source) <http://www.railtracker.org/RailAFFILIATES/Railways/ZR/zrrailnt.htm>

☒ 2.7 Zambia Railways 路線図

## (2) TAZARA Railway

タンザニアとザンビアを結ぶ回廊については、現在のタンザニア地域が英国統治下となった第一次世界大戦以降、Cape-Cairo 鉄道構想の一環として、計画としては存在していたものの、経済性の観点などから実現には至らなかった。しかしながら、1965 年のローデシア白人優越主義 (white-supremacist) 政府による一方的独立宣言 (UDI) に対し、国連総会における独立不承認及び外交関係断絶の決議を受け、国際社会が経済封鎖を実施したことにより、ローデシア経由で銅鉱石の輸出を行っていたザンビアはローデシア以上に経済的苦境に陥った。当時の、Nyerere タンザニア大統領とKaunda ザンビア大統領は代替鉄道ルート建設に合意し、1970 年 7 月、中国政府と約 4 億ドル<sup>6</sup>の融資 (無利子、償還期間 30 年) について 3 カ国間で調印され、1970 年より建設が開始され、1975 年に完成に至った。

TAZARA Railway の路線はタンザニアの Dar es Salaam 港を起点として、Zambia Railways との接続点 New Kapiri Mposhi までの延長 1,859 km (うち、タンザニア国内路線 750 km) である。なお、線路の軌間は Zambia Railways と同じく 1,067 mm (3 ft 6 in) の狭軌であり、タンザニア鉄道公社 (TRC: Tanzania Railways Corporation) の軌間 (1,000 mm) と異なる。

鉄路の運営・管理は、タンザニア政府とザンビア政府が共同出資する鉄道公社 Tanzania Zambia Railway Authority (TAZARA) により行われているが、ZR 同様に、施設・機材の老朽化、新規投資の不足などによる輸送能力低下等が問題となっており、民営化計画について調査されている。

### 2.6.2 道路

道路行政に関しては、2002 年に Public Road Act が制定され、それまでの公共事業省 (MWS: Ministry of Works and Supply)、地方自治・住宅省 (MLGH: Ministry of Local Government and Housing)、観光・エネルギー・環境・自然資源省 (MTENR: Ministry of Tourism, Environment and Natural Resources)、通信運輸省 (MCT: Ministry of Communication and Transportation)、農業省 (MoA: Ministry of Agriculture)、法務省 (MoJ: Ministry of Justice)、財務・国家計画省 (Ministry of Finance and National Planning) の各省によって所管されていた道路関係機関が、道路の実施機関である道路開発庁 (RDA: Road Development Agency)、道路の資金や予算を担当する国家道路予算庁 (NRFA: National Road Fund Agency) 及び交通安全と許認可等を担当する道路輸送安全庁 (RTSA: Road Transport and Safety Agency) の 3 つの組織に目的別に体系化された。

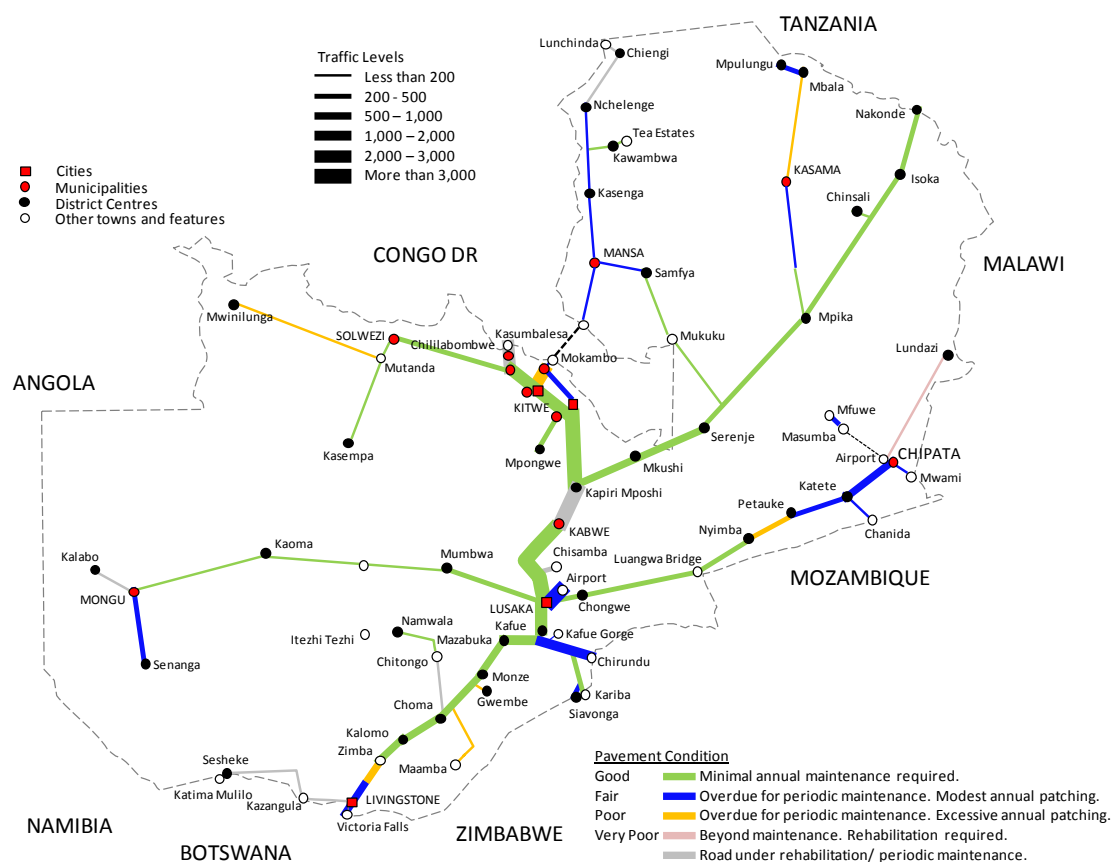
今まで道路行政に関与していた中央政府官庁は、国家道路評議会 (NRB: National Roads Board) を組織して道路政策にかかわることとなり、NRB は年 2 回開催されることとなっている。

NRFA によれば、ザンビアの道路総延長は 91,440 km、うち舗装道路 20,117 km (幹線道路及び主要道路 6,779 km)、未舗装道路 71,323 km とされている。

ザンビアの幹線道路及び地方主要道路 (舗装) を図 2.8 に示す。

---

<sup>6</sup> 5 億ドルとする文献もある (例えば国際協力事業団「タンザニア国別援助研究会報告書」、1997 年 3 月)。ここでは通商産業白書に従った。 (<http://www.meti.go.jp/hakusho/tsusyo/soron/S47/00-00-04.html>)



(Source) NRFA web site (<http://www.nrfa.org.zm/Road%20Network.pdf>) より作成

図 2.8 幹線道路及び地方主要道路（舗装）

### 2.6.3 国際回廊

内陸国であるザンビアにとって、主要産業である鉱物資源の輸出のために、回廊の確保は生命線である。電力セクターに関しても同様に、電力資機材の搬出入や燃料の輸入のため輸送路の確保は極めて重要である。

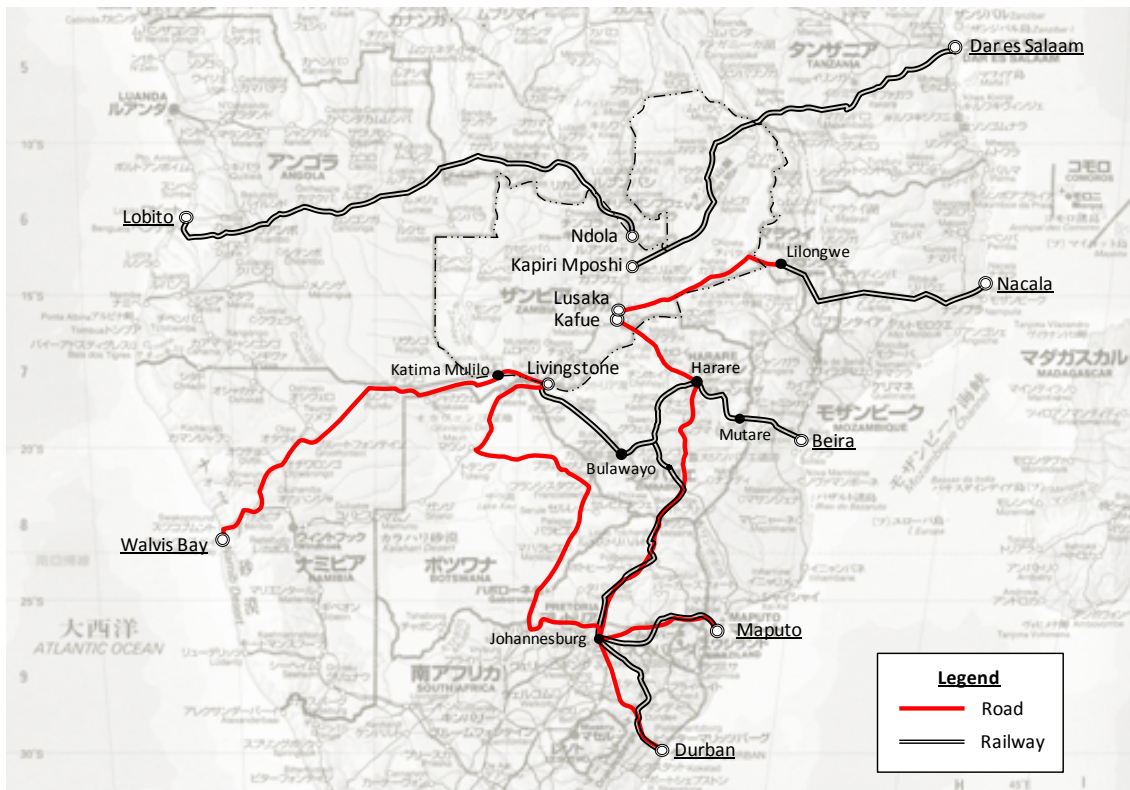
現在のところ、ザンビアの主要回廊は表 2.11 及び図 2.9 に示す7ルートが存在する。（但し、アンゴラの Lobito～Luau 間（Benguela Railway）については、内戦等の影響により設備の劣化が著しく、1970年代以降、供用されていない。2005年にザンビア、アンゴラ政府間で同鉄道の再開について交渉がもたれた。）



表 2.11 主要回廊一覧

	Corridor	Destination	Route
1	<b>Southern</b>	Durban Port (SA)	Johannesburg, SA via Zimbabwe (Road or Rail) Botswana (Road)
2	<b>Maputo</b>	Maputo Port (Mozambique)	Johannesburg, SA (Road or Rail)
3	<b>Walvis Bay</b>	Walvis Bay Port (Namibia)	Livingstone/ Sesheke/ Katima Mulilo (Road)
4	<b>Beira</b>	Beira (Mozambique)	Harare (Road), Mutare (Rail) Bulawayo (Rail), Mutare (Rail)
5	<b>Nacala</b>	Nacala (Mozambique)	Lilongwe (Road), Nacala (Rail)
6	<b>Tazara</b>	Dar es Salaam (Tanzania)	Kapiri Mposhi (Road or Rail)
7	<b>Lobito</b>	Lobito Bay (Angola)	DR Congo (Rail)

(Source) “Regional Transport Infrastructure Development in Southern Africa”, JBICI review, 2000. 等に基づき、調査団作成



(Source) “Regional Transport Infrastructure Development in Southern Africa”, JBICI review, 2000. 等に基づき、調査団作成

図 2.9 主要回廊

## 2.7 周辺国の状況

先に述べたとおり、ザンビア国は周辺を8カ国に囲まれた内陸国であるが、南部アフリカ地域は経済統合・共同市場を標榜し、南部アフリカ開発共同体（SADC: Southern African Development Community）を形成する等、地域連携に力を入れている。SADC については、経済成長の促進及び貧困削減、地域統合、平和と安全の維持・促進、自立的発展の促進、

国家間及び域内の戦略・計画の調整、域内資源の保護と効果的活用、域内の歴史的・社会的・文化的連携の強化等を図ることを目的としており、我が国も1995年より資金拠出を開始し、セミナーの開催やJICA開発専門家（地域開発計画アドバイザー）の派遣等、支援を継続している。

SADCは14カ国<sup>7</sup>により構成されるが、島嶼国であるマダガスカルとモーリシャスを除く12カ国の電気事業者はSADCの下部機関である南部アフリカ電力プール（SAPP: Southern African Power Pool）を構成し、スポット市場及び競争市場を通じた域内電力融通を志向している。SAPP加盟国の概況を表 2.12に示す。なお、SAPPに関する詳細は第4章において述べる。

---

<sup>7</sup> タンザニア、ザンビア、ボツワナ、モザンビーク、アンゴラ、ジンバブエ、レソト、スワジランド、マラウイ、ナミビア、南アフリカ、モーリシャス、コンゴ民主、マダガスカル

表 2.12 南部アフリカ電力プール (SAPP) 諸国の概況

Items	Angola	Botswana	DR Congo	Lesotho	Malawi	Mozambique	Namibia	South Africa	Swaziland	Tanzania	Zambia	Zimbabwe	Remarks
1 Population	12,799,293	1,990,876	68,692,542	2,130,819	14,268,711	21,669,278	2,108,665	49,052,489	1,123,913	41,048,532	11,862,740	11,392,629	July 09 est.
2 Population growth ratio %	2.095	1.937	3.208	0.116	2.388	1.791	0.95	0.281	-0.459	2.04	1.631	1.53	
3 Capital	Luanda	Gaborone	Kinshasa	Maseru	Lilongwe	Maputo	Windhoek	Pretoria	Mbabane	Dar es Salaam	Lusaka	Harare	
4 Time difference	UTC+1	UTC+2	UTC+1	UTC+2	UTC+2	UTC+2	UTC+1	UTC+2	UTC+2	UTC+3	UTC+2	UTC+2	
5 Land area sq.km	1,246,700	600,370	2,345,410	30,355	118,480	801,590	825,418	1,219,912	17,363	945,087	752,614	390,580	
6 Land boundaries km	5,198	4,013	10,730	909	2,881	4,571	3,936	4,862	535	3,861	5,664	3,066	
7 Coast line km	1,600	0	37	0	0	2,470	1,572	2,798	0	1,424	0	0	
8 Independence from	11-Nov-75 Portugal	30-Sep-66 UK	30-Jun-60 Belgium	4-Oct-66 UK	6-Jul-64 UK	25-Jun-75 Portugal	21-Mar-90 South African mandate	31-May-10 British colonies	6-Sep-68 UK	26-Apr-64 UK	24-Oct-64 UK	18-Apr-80 UK	
9 Government type	multiparty presidential regime	parliamentary republic	republic	parliamentary constitutional monarchy	multiparty democracy	republic	republic	republic	monarchy	republic	republic	parliamentary democracy	
10 Official language	Portuguese	English	French	English	Chichewa	Portuguese	English	--	English	Swahili	English	English	
11 GDP (PPP) bln US\$	110.3	26.04	21.05	3.37	11.56	18.95	11.23	489.7	5.703	54.26	17.39	1.959	2008 est.
12 GDP (official ex. rate) bln US\$	95.95	13.81	12.96	1.652	4.082	9.788	7.781	300.4	2.968	20.63	15.23	4.548	2008 est.
13 real GDP growth ratio %	13.2	3.2	8	6.8	6.5	6.5	3.3	2.8	2.7	7.1	5.8	-12.6	2008 est.
14 GDP per capita (PPP) US\$	8,800	13,300	300	1,600	800	900	5,400	10,000	5,100	1,300	1,500	200	2008 est.
15 Inflation rate (consumer price)	12.5	12.5	16.7	10	9	11.2	10.3	11.3	12.7	9.3	11.8	11.2 million	2008 est.
16 Central Bank discount rate %	19.57	14.5	5.25	12.82	15	9.95	10.5	11	11	16.4	11.73	975	31-Dec-07
17 Commercial bank prime rate %	17.7	16.22	NA	14.13	27.72	19.52	12.88	13.17	13.17	16.03	18.89	578.96	31-Dec-07
18 Local currency	Kwanza AOA	Pula BWP	Congolese Francs CDF	Maloti LSL	Malawian Kwacha MWK	Metical (Meticais) MZM	Namibian Dollars NAD	Rand ZAR	Lilangeni (Emalangeni) SZL	Tanzanian Shilling TZS	Zambian Kwacha ZMK	Zimbabwean Dollar ZWD	
19 Exchange rate LC/US\$	75.023	6.7907	464.69	7.75	142.41	24.125	7.75	7.9576	7.75	1,178.10	3,512.9	30,000	2008 est.

Note Exchange rates of Congolese Francs and Zimbabwe dollar are the values in 2007.

(Source) Compiled by JICA Study Team excerpting from CIA "The World Fact Book

### 第3章 一次エネルギー及びエネルギー政策

#### 3.1 エネルギー政策

##### 3.1.1 社会経済政策

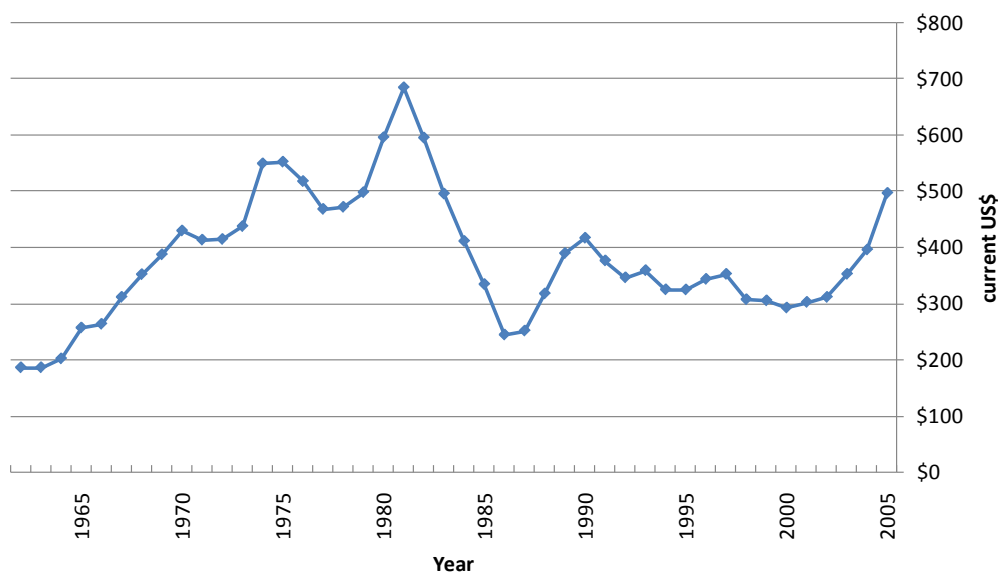
###### (1) Vision 2030

国家長期ビジョン 2030 (Vision 2030) はザンビア国において初めて策定された長期計画であり、2030 年までに中所得国となることをザンビア国民共通のビジョンとして掲げている。

世界銀行では、所得国の定義を人口一人当たりの国民総所得 (GNI)<sup>8</sup>により以下のように分類している (2005 年の値)。

- 低所得国： \$ 875 未満
- 下位中所得国： \$ 876～\$ 3,465
- 上位中所得国： \$ 3,466～\$ 10,725
- 高所得国： \$10,726 以上

図 3.1 に独立以前の 1962 年から 2005 年までのザンビア国の人口一人当たり国民総所得の推移を示す。



(Source) "World Development Indicators database", World Bank

図 3.1 人口一人当たり GNI の推移 (1962-2005 年)

1964 年の独立当時、ザンビア国の人口一人当たりの国民総所得は現在のドル価値換算で 200 ドルであり、現在中所得国に分類されるボツワナ、エジプト、タイ等より高い状態が 1970 年代から 1980 年代初頭まで続いた。しかし、2001 年においては、これらの国の人口

<sup>8</sup> World Bank Atlas method による

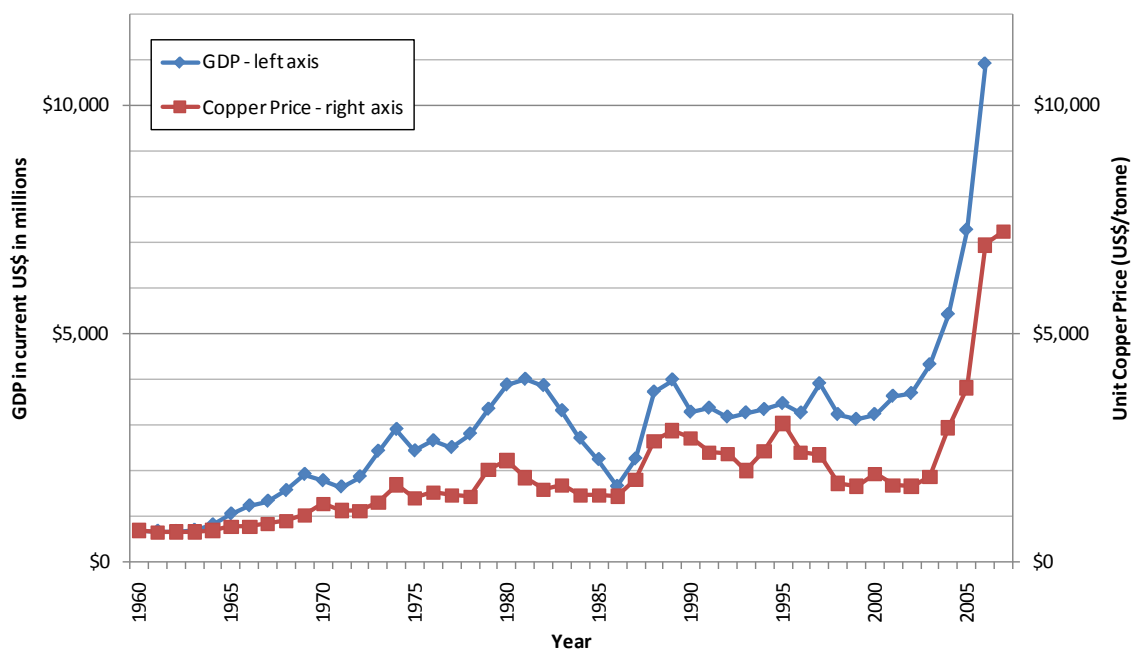
一人当たりの国民総所得は表 3.1 に示すように大きく増加して中所得国の地位を得ているのに対し、ザンビア国は 320 ドルと独立当時の 1.6 倍に留まっている。

表 3.1 中所得国との一人当たり GNI の比較

	1964	1974	1984	1994	2001	# times larger than 1964
Botswana	90	430	1,090	2,950	3,100	34.4
Egypt, Arab. Rep.	160	300	600	880	1,530	9.6
Gabon	350	1,880	4,450	4,140	3,160	9.0
Malaysia	310	790	1,980	3,580	3,330	10.7
Panama	510	1,060	2,130	2,910	3,260	6.4
South Africa	500	1,420	2,490	3,610	2,820	5.6
Thailand	130	330	800	2,410	1,940	14.9
Zambia	200	580	440	350	320	1.6

(Source) the Vision 2030

ザンビア国のこうした長期にわたる低成長は、主として過度に銅輸出に依存する<sup>9</sup>経済構造に起因すると言ってよい。図 3.2 に 1960～2006 年のザンビア国の国民総生産 (GDP) と国際銅価格の推移を示すが、銅価格の変動とザンビア国の GDP の変動はほぼ一致していることが分かる。



(Source) "World Development Indicators database", World Bank

USGS web site (<http://minerals.usgs.gov/>)

図 3.2 GDP と国際銅価格の推移 (1960-2006 年)

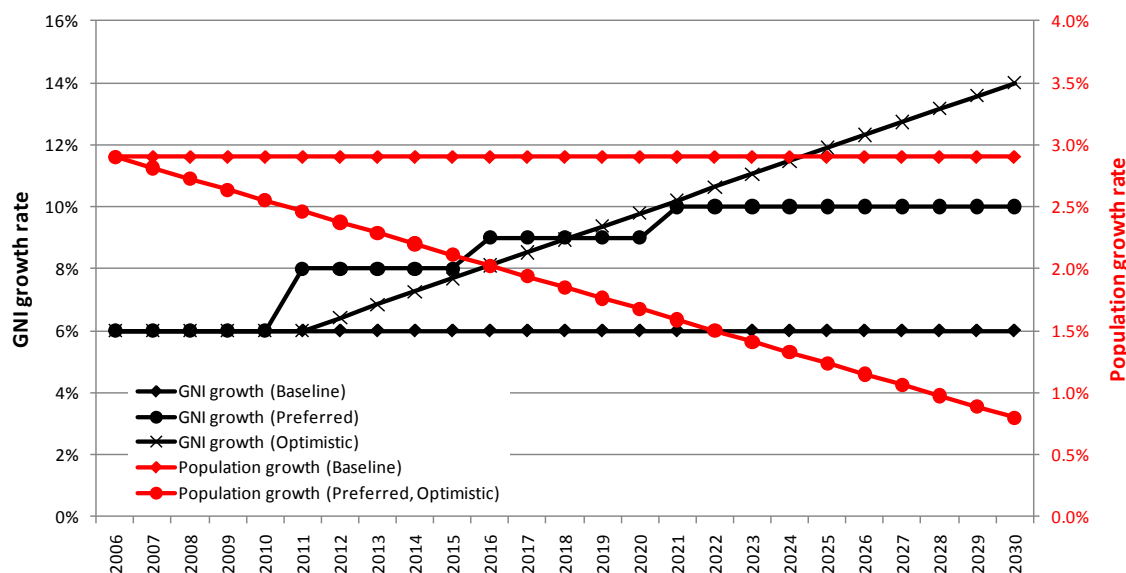
<sup>9</sup> 2002～2005 年の平均で、同輸出額はザンビアの総輸出額の 67%を占める。

こうした背景の下、ザンビア国では2030年までに中所得国入りを果たすというビジョンを達成するために、表3.2に示す3つの開発シナリオを想定している。各シナリオの経済成長率（GNI成長率）および人口増加率の想定は図3.3に示す通りである。ベースラインシナリオでは2006～2030年までの期間、一定の経済成長率6.0%、人口増加率2.9%を想定しているが、このシナリオでは2030年の国民一人当たりのGNIは\$676とビジョンを達成することができない。一方、プリアードシナリオ及び楽観的シナリオでは、2030年の国民一人当たりのGNIはそれぞれ\$1,639、\$2,185となり、中所得国入りを達成することができる。しかしながら、これらのシナリオについては、四半世紀以上にわたり6%以上の高成長率を継続する必要があるが、これまでにほとんどの国が実現できなかった仮定に基づいている。最終的にVision 2030では、楽観的シナリオはあまりにも野心的すぎて到達することができないとして放棄し、プリアードシナリオを目指すこととしている。

表 3.2 Vision 2030 における開発シナリオ

Scenario	Real growth ratio				Population growth ratio	Per capita GDP in 2030
	2006-10	2011-15	2016-20	2021-30		
Baseline	6 %				2.9 %	\$ 676
	(Ave. 6 %)					
Preferred	6 %	8 %	9 %	10 %	2.9 %→0.8 %	\$ 1,639
	(Ave. 8.59 %)				(Ave. 1.85 %)	
Optimistic	6 %	6 % (2011) →14 % (2030)			2.9 %→0.8 %	\$ 2,185
	(Ave. 9.17 %)				(Ave. 1.85 %)	

(Source) Vision 2030 を基に調査団作成



(Source) Made by Study team based on the Vision 2030.

図 3.3 各開発シナリオにおける GNI 成長率及び人口増加率

また、Vision 2030 では、経済成長に加えて中所得国としてふさわしい社会経済開発を達

成するために表 3.3 に示すような指標を設定している。

表 3.3 Vision 2030 における主な社会経済開発指標

Items	2006 to 2030	Status quo	Remarks
Real economic growth ratio	6 - 10 %	6 %	In 2007 by CIA World Fact Book Zambia
Inflation rate	5 %	8 %	In 2007 by CIA World Fact Book Zambia
Annual population growth rate	Less than 1.0 %	2.9 %	As of 2005, by Vision 2030
National poverty head count <sup>10</sup>	Less than 20 %	51 %	As of 2004 by the MDGs Progress Report, 2008
Gini coefficient	Less than 40	53	Vision 2030
Access to safe potable water	100 %	40 %	As of 2006 by the MDGs Progress Report, 2008
Access to improved sanitation		36.1 %	

(Source) Vision 2030, MDGs progress report, 2008, CIA World Fact Book Zambia を基に調査団作成

Vision 2030 は、こうした国家全体の目標を定めるとともに、これを達成するためのセクターごとのビジョン、及び到達目標についても記載しており、エネルギー・セクターについては以下のように述べている。

(エネルギー・セクター・ビジョン)

2030 年までに、国家開発目標と整合性を図りつつ、経済的かつ環境的コストを最小化した、クリーンで信頼性の高い、かつ経済的なエネルギーを全土に供給すること。

(到達目標)

- ① 都市部及び農村部において十分かつ信頼できるエネルギーを経済的に供給すること。
- ② 再生可能エネルギーの代替利用を推進すること。
- ③ 輸出主導型のエネルギー産業とすること。
- ④ 2030 年までに木質燃料利用の比率を 40% まで低減すること。

## (2) 第 5 次開発計画 (FNDP)

1964 年の独立以降、ザンビア国では 3 つの国家開発計画を実践してきたが、1991 年に市場経済を志向し第 4 次 5 ヶ年開発計画を放棄して以降、国家計画は存在しなかった。1990 年代の教訓として、自由経済下であっても開発優先順位の設定や資源配分を決めるうえで国家計画が必要であること、また、計画の欠如はともするとセクターの狭い利害にとらわれた短期的な必要性に終始しがちで、国家全体の幅広い社会経済開発の達成を阻害すること、が挙げられている。

こうした背景の下、第 5 次国家開発計画 (2006-2010 年) が 2002 年に策定された暫定国家開発計画を引き継ぐ形で 2006 年 12 月に制定された。

先に述べたビジョン 2030 では、ビジョン 2030 を実行に移すために 2030 年までの期間を 5 つに分け、これら 5 つの 5 ヶ年開発計画を遂行することが必要であるとしており、FNDP

<sup>10</sup> Incidence of extreme poverty as living on less than \$1 per day

はその第一歩と位置付けられている。

FNDP は国家全体の社会経済開発計画だけでなく、セクターごとに、これまでの実績のレビュー、方針と重要な改革、ビジョンと到達目標、プログラム、目的と実施方針、実施・モニタリング及び評価方法についても述べている。

FNDP では 2006～2010 年に実施されるべきエネルギー・セクターのプロジェクトとして以下の 13 のプロジェクトを掲げている。また、これらのプロジェクトには、政府単独で実施されるもの、民間単独で実施されるもの、官民協働（PPP）により実施されるものが含まれるとしている。

- ① Kafue Gorge Lower 水力発電所（出力750 MW）。官民協調（PPP）により開発予定。
- ② Kariba North Bank 発電所拡張（出力 320 MW）
- ③ Itzhi-Tezhi 水力発電所（出力 120 MW）。既設グリッドへの連系線 Itzhi-Tezhi～Choma (Muzuma) の送電線（220 kV, 200 km）を含む。
- ④ ザンビアータンザニアーケニア国際連系線  
ザンビアータンザニア間（330 kV, 700 km）うちザンビア側600 km、タンザニア側100 km  
タンザニアーケニア間（330 kV, 200 km）  
フェーズ I: 200 MW、フェーズ II: 200 MW  
PPPにより開発予定
- ⑤ ザンビアーコンゴ民主国際連系線  
CEC及びSNELによる開発。送電容量を500 MWに増強。  
2004年に供用開始されたLuano～Solwezi間の330 kV送電線200 kmを70 km 延伸
- ⑥ 農業施設及び他の社会・医療施設の電化
- ⑦ バイオ燃料その他の再生可能エネルギーの開発
- ⑧ エネルギー効率利用、省エネの実施。家庭用及び産業用の燃焼技術の改善を含む。
- ⑨ ザンビアーナミビア国際連系線（フェーズII）  
Victoria Falls－Katima Mulilo 間（220 kV）
- ⑩ ザンビアージンバブエ国際連系線  
Hwange－Livingstone 間（330 kV）  
ジンバブエ内のInsukamini－Phokoje－Matimba 400 kV 系統の混雑解消を図る。
- ⑪ Kalungwishi 水力発電所（出力200 MW）開発による北部系統の安定性・信頼性強化。
- ⑫ Lunsemfwa Lower 水力発電所（出力55 MW）開発による中部州及びコッパーベルト州の工業・農業セクター支援
- ⑬ 官民による小水力ポテンシャルの開発。

また、FNDPではエネルギー・セクター・プログラムとして表 3.4に示すプログラムを提示している。



表 3.4 第5次開発計画におけるエネルギー・セクター・プログラム

	<b>Programmes</b>	<b>Objectives</b>
1	Energy Sector Reform	To strengthen the institutional, legal and policy framework in order to ensure effective development, management and provision of quality energy services
2	<b>Electricity Generation and Transmission Line Development</b>	<b>To increase generation capacity, accessibility (through transmission lines) and trade of electricity</b>
3	Strategic Petroleum Reserves	To ensure security of supply of petroleum products in the country
4	<b>Rural Electrification</b>	<b>To increase electrification levels in order to increase access for social economic development in rural communities</b>
5	Bio-Fuel Development	To facilitate the development of biofuel industry
6	Management of Petroleum Sub-sector and Rehabilitation of Infrastructure	To enhance an enabling environment for stable and increased supply and security of supply of petroleum
7	Hydrocarbon Exploration	To explore for hydrocarbon re(Source)s in order to increase security of supply
8	Energy Efficiency and Conservation	To promote energy efficiency and conservation
9	Renewable and Alternative Energy Development and Promotion	To provide and disseminate up to date information on renewable and alternative energy re(Source)s for effective planning and awareness, development, management and utilisation
10	Creation of Energy Development Fund	To create opportunities for different types of energy projects
11	Promotion of Improved Charcoal Production Technology	To promote the efficient production of charcoal in order to create an opportunity for improved charcoal production technology
12	Gender and HIV and AIDS Mainstreaming	To ensure that gender and HIV and AIDS are mainstreamed in all the energy programmes or project preparation and implementation
13	General Administration and Organization	To effectively manage and develop human re(Source)s for efficient performance of the sector To undertake and coordinate the planning, monitoring and evaluation of energy sector programmes and projects in order to ensure their effective implementation

(Source) The Fifth National Development Plan 2006-2010, Dec. 2006

表 3.5 は FNDP に示された 2006～2010 年のエネルギー・セクターの投資計画である。

表 3.5 エネルギー・セクター投資計画（2006-2010年）<sup>11</sup>

(Unit: Kwacha in billions)

Order of Priority	Programme	2006			2007			2008			2009			2010			Grand Total			
		GRZ	Donors	Total	GRZ	Donors	Total	GRZ	Donors	Total	GRZ	Donors	Total	GRZ	Donors	Total	Total	GRZ	Donor	
Core FNDP Programs	1	Energy Sector Reform	0.00	3.00	3.00	1.00	1.30	2.30	0.30	0.20	0.50	0.20	0.20	0.40	0.30	0.20	0.50	6.70	1.80	4.90
	2	Electricity Generation and Transmission Line Development	0.00	12.80	12.80	3.40	9.60	13.00	4.30	8.00	12.30	10.20	25.00	35.20	10.30	25.00	35.30	108.60	28.20	80.40
	3	Strategic Petroleum Reserves	0.09		0.09	4.50	5.00	9.50	7.00	7.50	14.50	13.20	8.00	21.20	10.00	10.00	20.00	65.29	34.79	30.50
	4	Rural Electrification	11.77	4.00	15.77	13.20	20.00	33.20	15.00	28.00	43.00	23.00	35.00	58.00	25.00	10.00	35.00	184.97	87.97	97.00
	5	Bio-Fuels Development	0.40		0.40	1.50	5.00	6.50	2.90	4.00	6.90	3.00	5.00	8.00	2.00	5.00	7.00	28.80	9.80	19.00
	6	Management of the Petroleum Sector and Rehabilitation of Infrastructure	0.30	1.60	1.90	46.40	0.50	46.90	4.10	2.00	6.10	7.20	5.00	12.20	8.80	0.50	9.30	76.40	66.80	9.60
	7	Petroleum Exploration	0.60	0.96	1.56	1.00	5.00	6.00	2.00	5.00	7.00	3.00	5.00	8.00	3.00	5.00	8.00	30.56	9.60	20.96
		Sub-total	13.16	22.36	35.52	71.00	46.40	117.40	35.60	54.70	90.30	59.80	83.20	143.00	59.40	55.70	115.10	501.32	238.96	262.36
None-core FNDP Programs	1	Energy Efficiency and Conservation	0.09	0.64	0.73	0.30	2.00	2.30	2.00	1.50	3.50	3.00	1.50	4.50	3.00	1.50	4.50	15.53	8.39	7.14
	2	Renewable and Alternative Energy Development and Promotion	2.26	0.00	2.26	2.50	2.50	5.00	2.20	3.80	6.00	3.10	4.00	7.10	6.50	4.00	10.50	30.86	16.56	14.30
	3	Establishment and Operation of an Energy Development Fund	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.30	2.30	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	4.00	12.30	6.00	6.30
	4	Improved Charcoal Production Technology	0.00	0.00	0.00	0.10	0.20	0.30	0.30	0.20	0.50	0.50	0.20	0.70	0.50	0.20	0.70	2.20	1.40	0.80
	5	General Administration and Organisation	1.16	0.00	1.16	1.50	0.00	1.50	1.60	0.00	1.60	1.90	0.00	1.90	2.00	0.00	2.00	8.16	8.16	0.00
	6	Personnel Emoluments	3.87	0.00	3.87	4.56	0.00	4.56	5.06		5.06	5.50		5.50	6.01	0.00	6.01	25.00	25.00	0.00
		Sub-total	7.38	0.64	8.02	9.96	5.70	15.66	12.20	6.80	18.96	16.00	7.70	23.70	20.01	7.70	27.71	94.00	65.50	28.54
	Grand Total	20.50	23.00	43.50	80.96	52.10	133.06	47.76	61.50	109.26	75.80	90.90	166.70	79.41	63.40	142.81	595.40	304.47	290.90	

(Source) The Fifth National Development Plan 2006-2010, Dec. 2006

<sup>11</sup> According to DOE, the applicable exchange rate was "US\$1=ZMK4,500"

### 3.1.2 エネルギー政策

#### (1) 国家エネルギー政策 (NEP)

最初の国家エネルギー政策 (NEP: National Energy Policy) は、安全かつ健全な環境を確保しつつ社会経済開発を進めるため、エネルギー、とりわけ国産エネルギーの最適な供給及び利用の促進を志向し、1994年に制定された。現行の NEP は、1994年の NEP の目的は引き継ぎながら、その後の社会、政治、環境及び経済状況の変化を反映して 2008年に改訂されたものである。

NEP 2008 では Vision 2030 の目的を考慮しながら、以下のような政策の策定及び実施を行うこととしている。

- 特に地方部において、様々なエネルギー形態を通じて現代的なエネルギーへのアクセスを増加させること
- エネルギー・セクターと農業、貿易、工業、運輸、情報通信技術、健康、教育等他の社会経済セクターとセクター横断的な関連を促進し、総合的な発展を図ること
- エネルギー供給のセキュリティを確保すること
- 効率的にエネルギーを生産し、利用すること
- 環境及び健康への影響を最小化すること
- 輸入石油への依存度を提言し、国産のエネルギー供給源に切り替えること
- 他国及び国際機関と相互にメリットのある協調関係を構築すること
- 費用を反映した価格設定を行うメカニズムを導入すること
- 再生可能エネルギー利用を増加させること

また、電力サブ・セクターに関しては、発送電容量の拡大と電化率の向上を目指すこととしている。

表 3.6 に電力サブ・セクターに関する政策措置 (policy measures) を示す。

表 3.6 電力サブ・セクターの政策措置及び戦略

<p><b>a)</b> Increase generation and transmission capacity for local and regional markets by:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Encouraging the development of identified potential hydro sites through transparent mechanisms, taking cognizance of the public interest;</li> <li>ii) Promoting new (Source)s of power generation including coal powered plants, co-generation and gasification;</li> <li>iii) Promoting local and foreign investment;</li> <li>iv) Promoting private sector involvement in generation and transmission;</li> <li>v) Encouraging the need for developing diversity in generation and transmission;</li> <li>vi) Promoting the need for increased interconnection with neighbouring states in accordance with NEPAD and SADC objectives to achieve regional optimization;</li> <li>vii) Adopting an open-access transmission regime;</li> <li>viii) Developing a policy framework for transmission pricing keeping in mind the objectives of open access and increased export and trade;</li> <li>ix) Adopting cost reflective tariffs; and</li> <li>x) Developing and implementing a licensing regime that is compatible with an open access regime.</li> </ul>
<p><b>b)</b> Improve accessibility and service delivery to households, Small &amp; Medium Scale Entrepreneurs (SMEs) through:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Enacting appropriate legislation for public and private sector investment and participation in the power sector;</li> <li>ii) Application of smart subsidy mechanisms (transparent, targeted, practical and benefit-based subsidies); and</li> <li>iii) Developing isolated grid systems with cost reflective tariffs.</li> </ul>
<p><b>c)</b> Improve accessibility and service delivery to agriculture, tourism, manufacturing, mining and other commercial activities by:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Reinforcing and rehabilitating the distribution system in order to enhance quality of supply, increase efficiency and reduce cost;</li> <li>ii) Providing electricity to farm blocks, new mines and other industrial consumers;</li> <li>iii) Promoting the use of electricity for irrigation where it is economically feasible and in agro processing; and</li> <li>iv) Providing electricity access to social services like schools and health centres.</li> </ul>
<p><b>d)</b> Improve Legislation and institutional framework through:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Reviewing/enacting appropriate legislation for investment in the power sector; and</li> <li>ii) Strengthening the capacity of institutions in the energy sector.</li> </ul>
<p><b>e)</b> Enhance collaboration between industry, learning and training institutions through:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>i) Upgrading the testing, training and research infrastructure in line with technological developments in the electricity sub-sector;</li> <li>ii) Building capacity of people involved in the energy sector; and</li> <li>iii) Promoting knowledge transfer of new technology and practices.</li> </ul>

(Source) National Energy Policy 2008

(2) 国家エネルギー戦略

2008年1月にDOEにより起草された国家エネルギー戦略（NES: National Energy Strategy 2008-2030）は2009年7月現在、承認されていないものの、エネルギー・セクターの各サブ・セクターの目標及び戦略がより具体的に示されている。NEPはもともと1994年に制定されたものがビジョン2030の制定にあわせて改訂されたものであるのに対し、NESはより明確にビジョン2030に対応した形で、対象期間（2008-2030年）も明示されている。NESに記載された電力サブ・セクターの目標及び戦略を表3.7に示す。

表 3.7 電力サブ・セクターの目標及び戦略

Electricity Sub-sector	
Goal 1	Attaining the targets of national access rates of 90 % in the urban areas and 51 % in the rural areas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Promote investment in new power generation facilities;</li> <li>- Reform the electricity industry;</li> <li>- Develop the electricity generation and transmission lines infrastructure;</li> <li>- Develop the interconnection with over 40,000 MW potential at Inga in DRC and be the transmission network of choice for interconnections to the Southern African, and East African sub-regions;</li> <li>- Implement the Rural Electrification Master Plan;</li> <li>- Promote Energy Efficiency and Conservation;</li> <li>- Improve the efficiency of the electricity industry and making it attractive to new investment.</li> </ul>
Goal 2	Enhancing the Security of Supply
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversify the (Source)s of Zambia's electricity including consideration of a coal-fired thermal power station of 500 MW to be built by 2018;</li> <li>- Develop capacity for nuclear technology for power generation and feasible options for Zambia;</li> <li>- Promote energy conservation and efficiency and the conservation.</li> </ul>
Goal 3	Achieve cost reflective tariffs for the electricity industry
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establish a more efficient and more transparent electricity industry;</li> <li>- Offer tariff and fiscal incentives to prospective investors in generation and transmission based on Cost of Service Studies;</li> <li>- Manage tariffs to discourage wasteful practices among customers;</li> <li>- Re-examine a possible reorganization of distribution and supply management and adopt the best opportunities for high performance gains.</li> </ul>
Goal 4	Expand electricity generation capacity and choices
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Develop and implement sites of major hydro potentials starting with Kafue Gorge Lower (KGL); others are the Itezhi-tezhi (ITT) and the Kariba North Extension (KNE).</li> </ul>
Goal 5	Reinforce and extend transmission lines
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementing the interconnection to Tanzania and make the East African region an important destination for electricity exports owing to an enduring power deficit in that region;</li> <li>- Enhance the transfer capacities of the interconnections with the Democratic Republic of Congo, together with reinforcement of the national transmission network to enable more of the power from the DRC to be availed to Zambia and the rest of the region;</li> <li>- Provide additional interconnection to Namibia raise the transfer capacity to that country and thereon to Botswana and introduce alternative routes for Zambia's imports, thereby enhancing the securities of supply.</li> </ul>

(Source) National Energy Strategy: 2008-2030 (Zero Draft)

### 3.2 エネルギー需給状況

国際エネルギー機関（IEA）によれば、ザンビア国の 2006 年のエネルギー需給は表 3.8 に示すとおりである。

表 3.8 エネルギー需給バランス

(Unit: kilo tonne of oil equivalent)

SUPPLY and CONSUMPTION	Coal and Peat	Crude Oil	Petroleum Products	Hydro	Combustible Renewables and Waste	Electricity	Total*
Production	144	0	0	802	5,717	0	6,663
Imports	0	594	145	0		0	739
Exports	-7	0	-13	0	0	-22	-42
International Marine Bunkers**	0	0	0	0	0	0	0
Stock Changes	-36	0	-15	0	0	0	-51
<b>TPES<sup>12</sup></b>	<b>101</b>	<b>594</b>	<b>117</b>	<b>802</b>	<b>5,717</b>	<b>-22</b>	<b>7,309</b>
Transfers	0	0	0	0	0	0	0
Statistical Differences	0	0	0	0	0	0	0
Electricity Plants	-8	0	-10	-802	0	807	-14
CHP Plants	0	0	0	0	0	0	0
Heat Plants	0	0	0	0	0	0	0
Gas Works	0	0	0	0	0	0	0
Petroleum Refineries	0	-594	562	0	0	0	-31
Coal Transformation	0	0	0	0	0	0	0
Liquefaction Plants	0	0	0	0	0	0	0
Other Transformation	0	0	0	0	-1,365	0	-1,365
Own Use	0	0	-23	0	0	-19	-42
Distribution Losses	0	0	0	0	0	-51	-51
<b>TFC<sup>13</sup></b>	<b>93</b>	<b>0</b>	<b>646</b>	<b>0</b>	<b>4,352</b>	<b>715</b>	<b>5,806</b>
<b>Industry sector</b>	<b>84</b>	<b>0</b>	<b>175</b>	<b>0</b>	<b>654</b>	<b>503</b>	<b>1,417</b>
<b>Transport sector</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>379</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>379</b>
<b>Other sectors</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>58</b>	<b>0</b>	<b>3,698</b>	<b>211</b>	<b>3,976</b>
Residential	0	0	14	0	3,698	139	3,851
Commercial and Public Services	0	0	36	0	0	57	93
Agriculture / Forestry	0	0	8	0	0	8	16
Fishing	0	0	0	0	0	0	0
Non-Specified	8	0	0	0	0	8	16
<b>Non-Energy Use</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>
- of which Petrochemical Feedstocks	0	0	0	0	0	0	0

\* Totals may not add up due to rounding.

\*\* International marine bunkers are not subtracted out of the total primary energy supply for world totals.

(Source) “Energy Balances of non-OECD Countries, IEA, 2006”

一次エネルギーの供給面を見ると、エネルギー自給率<sup>14</sup>は 91.2%と極めて高いが、そのうち 78%は非商業エネルギーである可燃性廃棄物による寄与であり、ザンビア国においては薪及び木炭といった木質燃料がこれに該当する。これを除いた商業エネルギーベースではエネルギー自給率は 12.9%に低下する。商業エネルギーは国産エネルギーである水力 10.9%

<sup>12</sup> Total Primary Energy Supply (一次エネルギー総供給量)

<sup>13</sup> Total Final Consumption (総エネルギー消費量)

<sup>14</sup> エネルギー生産量/エネルギー供給量

と石炭 1.4%、全量を輸入に依存する原油及び石油製品があわせて 9.7%となっている（図 3.4）。

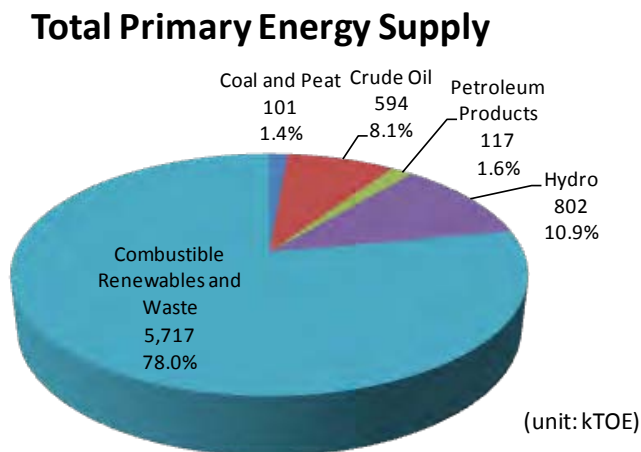


図 3.4 ザンビアの一次エネルギー供給（2006年）

また、単位GDP当たりの国内エネルギー供給量は 1.684 ToE/US\$と、南部アフリカ地域においてもコンゴ民主共和国、ジンバブエ国、タンザニア国、モザンビーク国等と並んで高く、エネルギー効率<sup>15</sup>は極めて低い。表 3.9 に南部アフリカ諸国、BRICs諸国及び先進7カ国の一次エネルギーに関する主要指標を比較のために示す。

<sup>15</sup> エネルギー供給量/実質 GDP



表 3.9 ザンビア国及び周辺国の一次エネルギー供給（2006年）

	Population (million)	GDP (billion \$)	GDP per capita US\$	Energy Production (MToE)	Energy Self- sufficiency* (%)	excl. combustible waste (%)	Net Imports (MToE)	TPES (MToE)	TPE per capita (ToE)	TPE/GDP (TOE/\$)
<b>(SAPP countries**)</b>										
1 Zambia	11.70	4.34	371	6.663	91.2%	12.9%	0.697	7.309	0.625	1.684
2 Angola	16.56	17.11	1,033	79.158	771.2%	707.3%	-68.269	10.264	0.620	0.600
3 Botswana	1.86	8.39	4,511	1.075	54.9%	31.7%	0.883	1.959	1.053	0.233
4 Congo, DR	60.64	5.51	91	17.822	101.8%	9.4%	-1.052	17.513	0.289	3.178
5 Mozambique	20.97	6.18	295	10.698	121.5%	39.9%	-3.309	8.804	0.420	1.425
6 Namibia	2.05	4.46	2,176	0.317	21.5%	8.8%	1.162	1.476	0.720	0.331
7 South Africa	47.39	168.81	3,562	158.676	122.2%	111.6%	-26.236	129.815	2.739	0.769
8 Tanzania	39.46	13.20	335	19.427	93.4%	2.3%	1.400	20.805	0.527	1.576
9 Zimbabwe	13.23	5.35	404	8.759	91.4%	28.2%	0.816	9.578	0.724	1.790
<b>(Emerging countries)</b>										
China, PR	1,311.80	2,092.15	1,595	1,749.290	93.1%	81.1%	135.878	1,878.744	1.432	0.898
Brazil	189.32	765.13	4,041	206.717	92.2%	61.7%	51.087	224.129	1.184	0.293
India	1,109.81	703.33	634	435.640	77.0%	48.7%	134.831	565.820	0.510	0.804
Russia	142.50	373.20	2,619	1,219.975	180.4%	179.3%	-531.121	676.196	4.745	1.812
<b>(G7 countries)</b>										
USA	299.83	11,265.20	37,572	1,654.226	71.3%		730.441	2,320.696	7.740	0.206
Japan	127.76	5,087.10	39,818	101.066	19.2%		431.108	527.560	4.129	0.104
Germany	82.37	2,011.20	24,417	136.757	39.2%		215.559	348.559	4.232	0.173
UK	60.53	1,684.70	27,832	186.623	80.7%		49.155	231.126	3.818	0.137
France	63.20	1,468.30	23,233	137.021	50.3%		140.223	272.666	4.314	0.186
Italy	58.86	1,157.00	19,657	27.427	14.9%		163.194	184.169	3.129	0.159
Canada	32.62	844.60	25,892	411.742	152.6%		-141.826	269.744	8.269	0.319

\* Including nuclear energy among domestic energy production.

\*\* Data in Malawi, Lesotho and Swaziland are not available.

(Source) “Energy Balances of non-OECD Countries, IEA, 2006”

“Energy Balances of OECD Countries, IEA, 2006”

一方、消費の面からについては、最終エネルギー消費の75%を可燃性廃棄物が占め、電力(12.3%)、石油製品(11.1%)、石炭(1.6%)がこれに続き、ガス、地熱、太陽光等、その他のエネルギー消費についてはゼロもしくは無視しうるほど小さい(図3.5)。

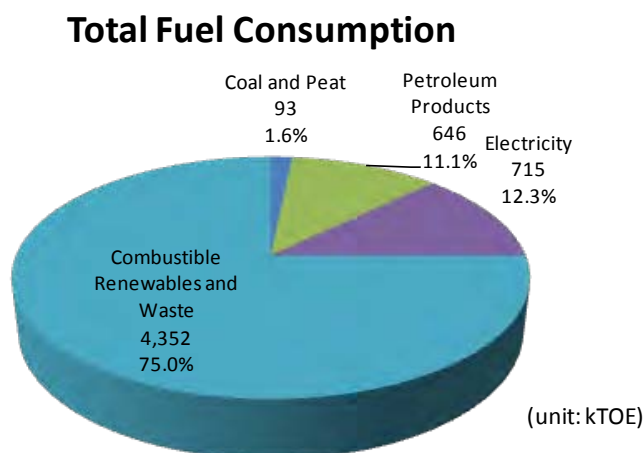


図 3.5 最終エネルギー消費

以上のように、ザンビア国のエネルギーはその大部分を国産の木質燃料に頼る現状であり、政府は森林<sup>16</sup>・環境保全の他、貧困削減、ジェンダー平等等の観点からも、木質燃料への依存から脱却し、電力等の近代的エネルギーへの移行を推進することとしており、2030年までにその木質燃料への依存度を40%まで低減することを目標として掲げている（Vision 2030）。

### 3.2.1 石 炭

2006年の需給状況を見ると、瀝青炭（bituminous coal）以外の生産・消費はなく、その内訳は表 3.10 に示す通りである。

供給面では、国内で244,000トンが生産され、うち12,000トンが輸出、61,000トンが備蓄されており、171,000トンが国内供給されている。また、最終消費157,000トンのうち、ほとんどは産業用であり、銅鉱業、セメント製造業、醸造業等で消費されている。

表 3.10 石炭需給（2006年）

(Unit: kilo-tonnes)

	Bituminous Coal
Production	244
From Other (Source)s	0
Imports	0
Exports	-12
Stock Changes	-61
<b>Domestic Supply</b>	<b>171</b>
Statistical Differences	0
<b>Total Transformation</b>	<b>14</b>
Electricity Plants	14
CHP Plants	0
Heat Plants	0
Other Transformation	0
<b>Energy Sector</b>	<b>0</b>
Distribution Losses	0
<b>Total Final Consumption</b>	<b>157</b>
Industry	143
Transport	0
Residential	0
Commercial and Public Services	0
Agriculture / Forestry	0
Fishing	0
Other Non-Specified	14
Non-Energy Use	0

(Source) International Energy Agency, 2006

<sup>16</sup> 年間900,000haの森林が消失しているとされている（National Energy Strategy 2008, ZeroDraft）

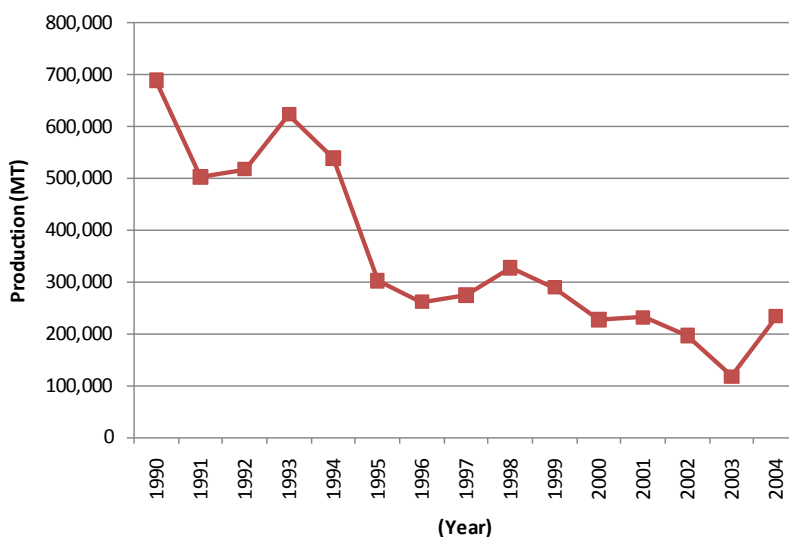
第 3.3.1 節で詳述するようにザンビア国では各地で石炭が見つかるものの、実際の開発・生産は Zambezi 渓谷 (Mid Zambezi Valley) に限られており、現在、ザンビア国での石炭の生産・供給は、南部州 Maamba に所在する、Maamba 炭鉱会社 (MCL: Maamba Collieries Limited) と Collum 炭鉱会社 (Collum Coal Mines) の 2 つの炭鉱会社により行われている。

(1) Maamba 炭鉱会社 (MCL)

Maamba 炭鉱会社 (MCL: Maamba Collieries Limited) は首都ルサカより南西 352 km の Maamba に所在するザンビア国最大の石炭生産者であり、Siankondobo 炭田において 1969 年より操業している。MCL は選炭場 (CPP: coal preparation plant)、水処理プラント、ウェイトブリッジ等の設備を有し、Kazinze 炭田及び Izuma 炭田の 2 箇所で露天掘りにて採掘を行い、年間 600,000 トンから 800,000 トンの精炭 (saleable coal) の生産能力を有する。

選炭場は年間 70~80 万トンの処理能力を有し、輸送能力年間 60~70 万トンのロープウェイにより Masuku 鉄道駅へ輸送される。しかしながら、設備の老朽化により、これらの既定の処理・輸送能力を発揮できない状態が続いている。

生産開始以来、年間約 500,000 トンの生産水準を維持していたが、長期にわたる資金不足のため、図 3.6 に示すように MCL の生産量は 1995 年以降著しく低下している。



(Source) Environment Statistics in Zambia: Energy Statistics, CSO

図 3.6 MCL の石炭生産 (原炭ベース : 1990-2004 年)

また、近年は、所有者が移転する等の状況が加わり、表 3.11 に示すように国内需要を満たせないレベルまで生産量は低下している。

表 3.11 MCL の石炭生産の推移 (製品炭ベース)

(unit: metric tonnes)

	2004	2005	2006	2007
Domestic sales	108,297	140,425	57,862	13,346
Exports	11,018	10,018	5,906	169
Total	119,315	150,443	63,768	13,515

(Source) Energy Regulation Board: Energy Sector Report, 2007

MCLは1971年に、ザンビア銅採掘会社(ZCCM: Zambia Consolidated Copper Mines Limited)を含む130以上の企業群を所有していたザンビア鉱工業公社(ZIMCO: Zambia Industrial and Mining Corporation Limited)を通じた政府所有の形で株式会社として設立された。1995年にZIMCOが解体され、MCLはザンビア民営化庁(ZPA: Zambia Privatisation Agency)の指導の下、1999年に民営化され、南アフリカの鉱山会社 Benicon 社が所有することとなった。しかしながら、一旦は民間に売却されたものの、長年の資金不足による設備の老朽化のため生産量を維持することが困難となり、再び売却されることとなった。政府は生産量の回復を目指し、民間の共同出資者を募り資本強化と設備改修を行うために、ZCCM 投資持株会社(ZCCM-IH: ZCCM Investments Holdings plc)に所有権を移転する決定を行い、2007年ZCCM-IHが100%の株式を取得した。

今年に入ってから新聞報道によると、シンガポールの Nava Bharat 社が鉱山の操業回復と山元発電所の建設に関して ZCCM-IH との交渉を開始したとされている。

## (2) Collum 石炭採掘会社

Collum 石炭採掘会社 (Collum Coal Mines Limited) は中国資本により2002年に操業を開始し、以前に閉鎖された Nkandabwe 炭田において採掘している。Nkandabwe 炭田は、の埋蔵量1,200万トン以上とされているが、地下水の問題と複雑な地質・水文地質状況により放棄されていた。

操業当初は年間40,000トン程度の生産能力であったが、月間10,000トン、将来的には月間40,000トンの生産能力まで増強する計画である。

現在、Collum 鉱山は、MCLの生産低下を補い、Chilanga Cement、Konkola Copper Mines、Nitrogen Chemicals等の国内企業へ石炭の供給を行うとともに、少量ではあるがコンゴ民主共和国へ輸出している。

### 3.2.2 原油及び石油製品

石油製品はザンビア国のエネルギー需要の約10%を賄っているが、原油もしくは製品の形で全て輸入に依存している。現在、石油の輸入は、タンザニア国のDar es-SalaamにあるTIPER製油所<sup>17</sup>からNdolaのINDENI製油所<sup>18</sup>を繋ぐ石油パイプラインを通じて行われている(図3.7)。TAZAMA (Tanzania- Zambia- Mafuta)パイプラインは延長1,704kmで、輸送能力年間110万トンを有し、ザンビア国政府が66.7%、タンザニア国政府が33.3%を所有するTazamaパイプライン株式会社 (Tazama Pipeline Limited)により所有・運営されている。

表3.12に示すように、2006年においては、58万2,000トンの原油及び13万4,000トンの石油製品が輸入され、全ての原油は国内の製油所においてガソリン、ジェット燃料、ディーゼル等に精製されている。

<sup>17</sup> Tanzania Italy Petroleum Refining Company Limited.

<sup>18</sup> INDENI Refinery Company Limited.



(Source) Country analysis overview, EIA

図 3.7 TAZAMA パイプライン

表 3.12 原油及び石油製品の需給（2006年）

(Unit: kilo-tonnes)

	Crude Oil	LPG	Motor Gasoline	Aviation Gasoline	Jet Kerosene	Other Kerosene	Gas/Diesel	Residual Fuel Oil
Production	0	3	126	0	29	28	239	85
From Other (Source)s	0	0	0	0	0	0	0	0
Imports	582	0	46	3	22	0	63	0
Exports	0	0	0	0	0	-13	0	0
International Marine Bunkers	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Changes	0	0	0	0	0	0	0	-15
<b>Domestic Supply</b>	<b>582</b>	<b>3</b>	<b>172</b>	<b>3</b>	<b>51</b>	<b>15</b>	<b>302</b>	<b>70</b>
Transfers	0	0	0	0	0	0	0	0
Statistical Differences	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Transformation</b>	<b>582</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>3</b>
Electricity Plants	0	0	0	0	0	0	7	3
CHP Plants	0	0	0	0	0	0	0	0
Heat Plants	0	0	0	0	0	0	0	0
Petroleum Refineries	582	0	0	0	0	0	0	0
Other Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Energy Sector</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>
Distribution Losses	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total Final Consumption</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>172</b>	<b>3</b>	<b>51</b>	<b>15</b>	<b>295</b>	<b>61</b>
Industry	0	3	7	0	0	1	102	61
Transport	0	0	159	3	51	0	156	0
Residential	0	0	0	0	0	14	0	0
Commercial and Public Services	0	0	5	0	0	0	30	0
Agriculture / Forestry	0	0	1	0	0	0	7	0
Fishing	0	0	0	0	0	0	0	0
Other Non-Specified	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-Energy Use	0	0	0	0	0	0	0	0

(Source) International Energy Agency, 2006

一方、消費の面からは、ガソリン及びディーゼルがザンビアで消費されている主な石油製品であり、ガソリンが全体の28.7%、ディーゼルが49.7%を占める（図 3.8）。

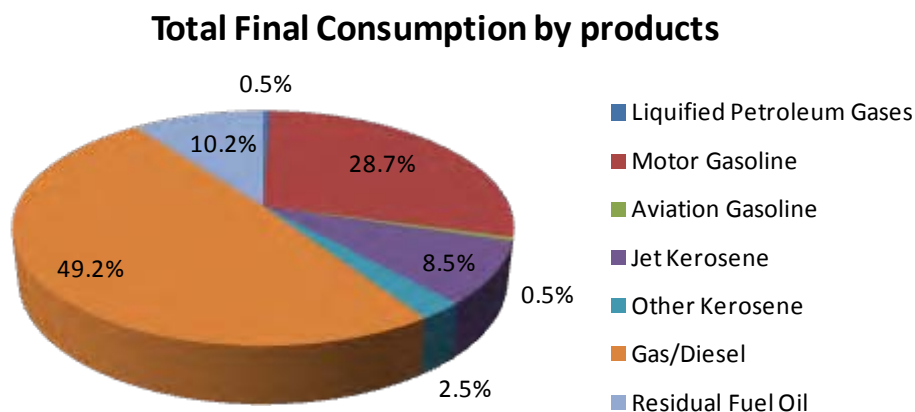


図 3.8 製品別石油消費割合

セクター別には、図 3.9 に示すように運輸及び工業セクターが主要な消費セクターであり、石油化学を含む原料としての使用実績はない。

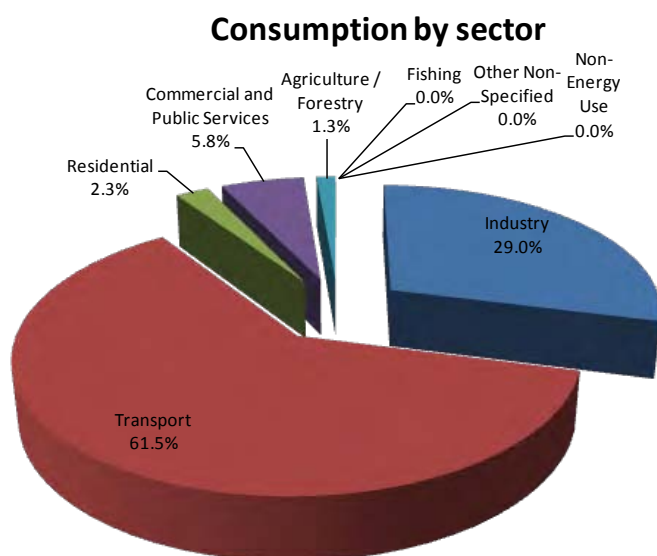


図 3.9 セクター別石油消費割合

### 3.2.3 電力

電力については第 4.3 節に詳述するが、表 3.13 のとおりザンビア国の電力は、ほとんどが水力発電により供給されている。

表 3.13 電力需給バランス (2006 年)

(Unit: GWh)

Production from:	Electricity	
	(GWh)	(%)
- coal	19	0.2%
- oil	37	0.4%
- gas	0	0.0%
- biomass	0	0.0%
- waste	0	0.0%
- nuclear	0	0.0%
- hydro	9,329	99.4%
- geothermal	0	0.0%
- solar PV	0	0.0%
- solar thermal	0	0.0%
- wind	0	0.0%
- tide	0	0.0%
- other (Source)s	0	0.0%
<b>Total Production</b>	<b>9,385</b>	<b>100 %</b>
Imports	0	
Exports	-255	
<b>Domestic Supply</b>	<b>9,130</b>	
Statistical Differences	0	
<b>Total Transformation*</b>	<b>0</b>	
Electricity Plants	0	
Heat Plants	0	
<b>Energy Sector**</b>	<b>222</b>	
Distribution Losses	596	6.5%
<b>Total Final Consumption</b>	<b>8,312</b>	
Industry	5,851	70.4%
Transport	6	0.1%
Residential	1,612	19.4%
Commercial and Public Services	664	8.0%
Agriculture / Forestry	89	1.1%
Fishing	0	0.0%
Other Non-Specified	90	1.1%

\* Transformation sector includes electricity used by heat pumps and electricity used by electric boilers.

\*\* Energy Sector also includes own use by plant and electricity used for pumped storage.

(Source) International Energy Agency, 2006

図 3.10 のとおり、電力消費のほとんどは工業セクター、とりわけ鉱業セクターが占めており、一方、民生消費は 19.4 %に留まっている。

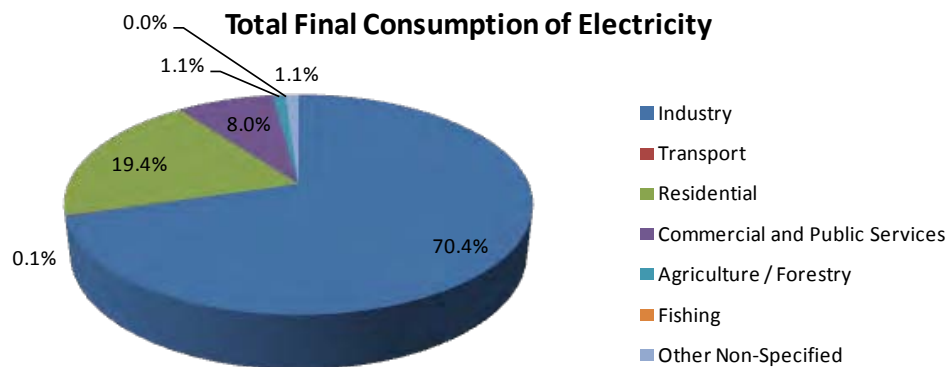


図 3.10 セクター別 最終電力消費割合

2007年における電化率は都市部で47%、地方部で3%であり、ザンビア国、とりわけ地方部における低い電化率は社会経済開発上の主要課題の一つとなっている。こうした状況の中、JICAの思念により2008年1月に策定された地方電化マスタープラン（REMP）では電化率の目標値を表3.14のとおり設定している。

表 3.14 地方電化マスタープランにおける電化目標

Year	Urban	Rural	Average
2009	53	9.2	26
2015	64	28	42
2020	72	38	51
2025	81	45	59
2030	90	51	66

(Source) National Energy Strategy: 2008-2030 (Zero Draft)

### 3.2.4 再生可能エネルギー

IEAの統計によると、ザンビア国においては再生可能エネルギーの電力あるいは熱としての利用は計上されておらず、また、固体廃棄物（primary solid biomass）以外の、都市廃棄物（municipal waste）、産業廃棄物（industrial waste）、バイオガス（biogas）、液体バイオ燃料（liquid bio fuels）、地熱（geothermal）、太陽熱（solar thermal）の供給・消費についてはゼロもしくは無視できるほど小さいとしている（表3.15）。

既に述べたように木質燃料（薪及び木炭）がザンビア国で生産・消費されている固体廃棄物であり、木質燃料のほとんどは家庭で調理・暖房用途で消費されている。



表 3.15 再生可能エネルギー需給状況 (2006 年)

(Unit: TJ)

	Primary Solid Biomass*
Production	239,396
Imports	0
Exports	0
Stock Changes	0
<b>Domestic Supply</b>	<b>239,396</b>
Statistical Differences and Transfers	0
<b>Total Transformation</b>	<b>86,034</b>
Electricity Plants	0
CHP Plants	0
Heat Plants	0
Other Transformation	86,034
<b>Energy Sector</b>	<b>0</b>
Distribution Losses	0
<b>Total Final Consumption</b>	<b>153,362</b>
Industry	26,181
Transport	0
Residential	127,181
Commercial and Public Services	0
Agriculture/ Forestry	0
Fishing	0
Other Non-Specified	0
Non-Energy Use	0

\* Primary Solid Biomass: data are also available for charcoal  
(Source) International Energy Agency, 2006

### 3.3 一次エネルギー資源

#### 3.3.1 石炭

##### (1) アフリカの石炭資源

アフリカ大陸は金・ダイヤモンドをはじめ、銅・マンガン・鉄・ボーキサイト・リン鉱・ウラン等、鉱物資源が豊富であるが、化石燃料については、一般に、北部は石油、南部は石炭の産出で知られている。

アフリカの石炭資源については、主要な産地は全て南部・南東部に集中しており、他に小炭田が北部・西海岸・マダガスカル島に散在する。アフリカの良質な瀝青炭 (bituminous coal) は全てKaroo<sup>19</sup>系中のEcca統に介在しているが、図 3.11 アフリカ大陸の炭田分布に示すように、炭田は南アフリカ、スワジランド、ジンバブエ、ザンビア、ボツワナ、モザンビーク、マラウイ、タンザニア、マダガスカル、コンゴ民主共和国等に集中しており、これらの国にはアフリカの主要夾炭層であるKaroo系 (上部石炭紀～三畳紀) が分布している。一方、ナイジェリア、モロッコ、アルジェリア、リビア、スーダン、エチオピアには白亜紀及び第三紀の小炭田が存在する。

<sup>19</sup> Karoo と綴る。



(Source) GSJ Monthly Bulletin Vol. 26- No. 2, 1974

図 3.11 アフリカ大陸の炭田分布

世界エネルギー会議<sup>20</sup> (2007) によれば、アフリカ諸国の石炭の確認可採埋蔵量 (proved recoverable reserves) は表 3.16 に示すとおりであり、南アフリカ共和国の埋蔵量がアフリカ全体の 97.1% (世界全体の 11.1%) を占める一方、ザンビアの埋蔵量については 1,000 万トンとされている。また、BP統計 2009 では、2008 年末の値 (proved reserves) として、無煙炭 (anthracite) 及び瀝青炭について、アフリカ大陸全体で 318 億 3,900 万トン (うち、南アフリカ 304 億 800 万トン、ジンバブエ 5 億 200 万トン、その他アフリカ諸国 9 億 2,900 万トン) としている。

<sup>20</sup> World Energy Council

表 3.16 アフリカの石炭確認可採埋蔵量 (2005 年末)

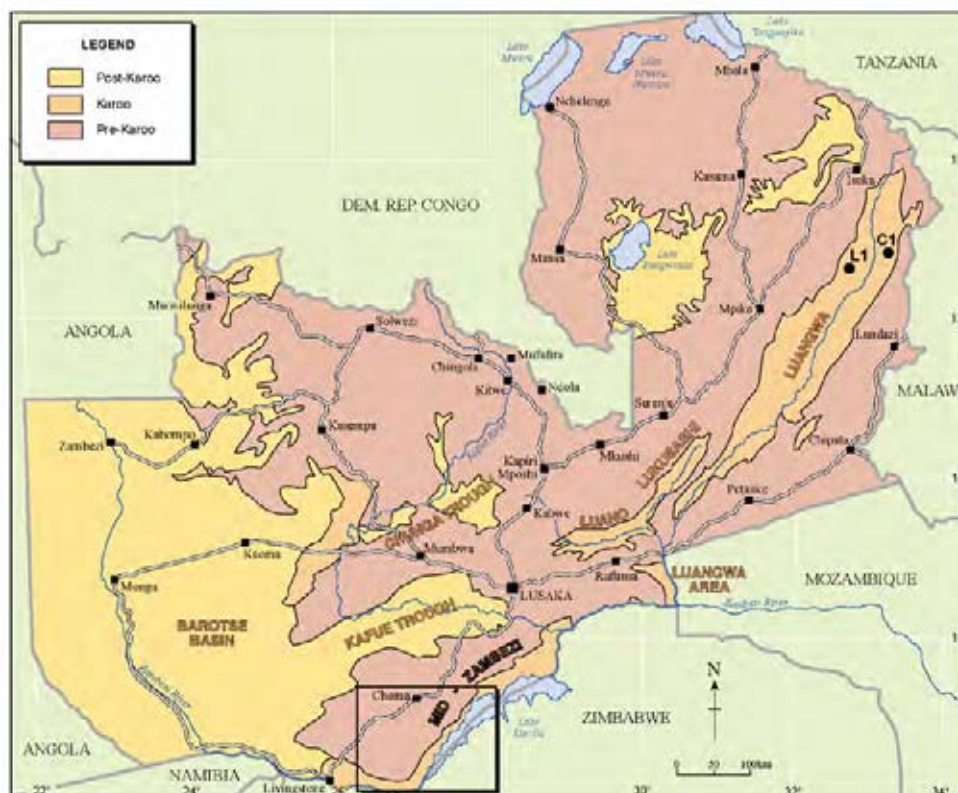
(unit: million tonnes)

Country	Bituminous including Anthracite	Sub-bituminous	Lignite	Total
1 Algeria	59	-	-	59
2 Botswana	40	-	-	40
3 Central African Republic	-	-	3	3
4 DR Congo	88	-	-	88
5 Egypt	21	-	-	21
6 Malawi		2	-	2
7 Morocco	N.A	-	-	-
8 Mozambique	212	-	-	212
9 Niger	70	-	-	70
10 Nigeria	21	169	-	190
11 South Africa	48,000	-	-	48,000
12 Swaziland	208	-	-	208
13 Tanzania	200	-	-	200
14 Zambia	10	-	-	10
15 Zimbabwe	502	-	-	502
Total Africa	49,431	171	3	49,605

(Source) "Survey of Energy Resources 2007", World Energy Council

## (2) ザンビアの石炭資源

石炭はザンビアの各地で見つかっているものの、顕著な埋蔵が確認され採掘に至っているのは中央 Zambezi 渓谷のみである。石炭鉱脈は、例外なく下部 Karoo 系に属する、砂岩、炭層、炭質及びシルト質の泥岩層からなるシーケンスである Gwembe 層に存在しているが、石炭を胎杯する可能性のある Karoo 系は中央 Zambezi 渓谷の他、Luangwa 地域、Luangwa 渓谷、Luano- Lukusashi 渓谷及び西ザンビアトラフ系 (Chunga トラフ、Kafue トラフ、Barotse 盆地) の 5 つの地域に分布する (図 3.12 参照)。



(Source) "Investment Opportunities in Mining Industry", MMMD, 1998.

図 3.12 ザンビアにおける Karoo 層の分布

ザンビア国の石炭の性状については、これまでの試験結果によれば表 3.17 に示すとおりであり、中央ザンベジ溪谷、西部州、Luangwa 溪谷と産地により性状が異なるが、概して、同じ Karoo 層に介在するジンバブエの Wankie 炭田や南アの Witbank 炭田のものと比較すると灰分が多く熱量は少ない。

表 3.17 ザンビア国産石炭の成分分析結果

Area	H <sub>2</sub> O %	Ash %	Volatile %	Fixed C %	S %	Calorific Value kCal/kg	No. of Analyses
<b>Zambia</b>							
Mid Zambezi							
- Nkandabwe	2.1	23.5	22.2	53.3	1.5	5,943	1,210
- Maamba	1.8	21.4	19.0	57.9	2.21	6,233	1,625
- Sinakumbe	2.3	22.3	18.2	56.8	1.21	5,996	50
- Mulungwa	1.6	23.3	17.9	57.1	0.77	6,056	50
Western Province	7.3	17.6	29.0	46.1	2.13	5,720	
Luangwa Valley	8.0	16.4	30.4	45.7	0.46	5,744	
<b>Zimbabwe</b>							
Wankie	0.76	9.8	23.8	65.7		7,534	
<b>South Africa</b>							
Witbank	2.3	13.0	28.5	56.2	1.06	6,833	

(Source) The Geology and Mineral Resources of Zambia Memoir No.6, Geological Survey of Zambia, 2001.

表 3.18 に示す米国材料試験協会（ASTM: American Society for Testing and Materials）による石炭の分類に従えば、Wankie 炭及び Witbank 炭が瀝青炭に分類されるのに対し、ザンビア炭は瀝青炭～亜瀝青炭に該当する。

表 3.18 石炭の分類（ASTM 基準）

rank and group	fixed carbon percentage (dry, mineral-matter-free basis)		Volatile matter percentage dry, mineral-matter-free basis)		caloric value (moist, mineral-matter-free basis) <sup>1)</sup>				agglomerating character
	equal to or greater than	less than	equal to or greater than	less than	Btu/lb		kcal/kg		
					equal to or greater than	less than	equal to or greater than	less than	
<b>Anthracitic</b>									
meta-anthracite	98	***	***	2	***	***	***	***	Non-agglomerating
anthracite	92	98	2	8	***	***	***	***	
semianthracite <sup>2)</sup>	86	92	8	14	***	***	***	***	
<b>Bituminous</b>									
low-volatile bituminous	78	86	14	22	***	***	***	***	commonly agglomerating <sup>4)</sup>
medium-volatile bituminous	69	78	22	31	***	***	***	***	
high-volatile A bituminous	***	69	31	***	14,000 <sup>3)</sup>	***	7,780	***	
high-volatile A bituminous	***	***	***	***	13,000 <sup>3)</sup>	14,000	7,220	7,780	
high-volatile A bituminous	***	***	***	***	11,500	13,000	6,390	7,220	
					10,500	11,500	5,830	6,390	agglomerating
<b>Subbituminous</b>									
subbituminous A	***	***	***	***	10,500	11,500	5,830	6,390	Non-agglomerating
subbituminous B	***	***	***	***	9,500	10,500	5,280	5,830	
subbituminous C	***	***	***	***	8,300	9,500	4,610	5,280	
<b>Lignitic</b>									
lignite A	***	***	***	***	6,300	8,300	3,500	4,610	Non-agglomerating
lignite B	***	***	***	***	***	6,300	***	3,500	

1) Moist coal contains natural inherent moisture but does not include visible water on the surface.

2) If agglomerating, classify in low-volatile group of the bituminous rank.

3) Coals having 69 percent or more fixed carbon on the dry, mineral-matter-free basis are classified by fixed carbon, regardless of caloric value.

4) There may be nonagglomerating varieties in these groups of the bituminous rank; there are also notable exceptions in the high-volatile C bituminous group.

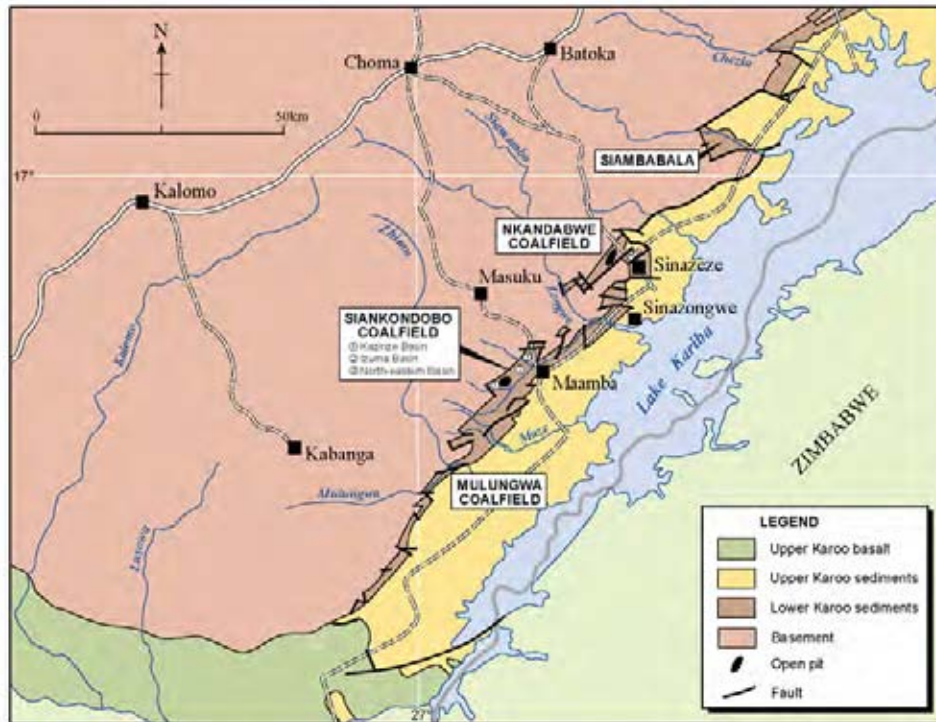
(Source): 2000 Annual Book of ASTM Standards, section 5, volume 5.06.

以下にザンビア国内において Karoo 系が分布する 5 つの地域の概要について、MMMD がまとめた結果を示す。

#### i) 中央 Zambezi 溪谷

中央 Zambezi 溪谷には全体に Karoo 層が分布し、南西は Kariba 湖、北東は Kafue 峡谷の間に連続的に広がっている。Karoo 層は先カンブリア紀の基盤内に、断層により生成された一連の盆地として現れるが、基盤上に不整合に覆う例も見られる。

現在の石炭の生産及び将来のポテンシャルは主として中央 Zambezi 溪谷の中央及び南部、すなわち Siankondobo 炭田、Mulungwa 炭田及び Nkandabwe 炭田に集中している（図 3.13 参照）。



(Source) Investment Opportunities in Mining Industry, MMMD, 1998

図 3.13 中央 Zambezi 溪谷の炭田分布

中央 Zambezi 溪谷の主要な炭層な層厚は 1~15 m であり、各炭田の炭層の厚さは表 3.19 に示すとおりである。

表 3.19 中央 Zambezi 溪谷の夾炭層の層厚

Coalfield	Average thickness (m)	Maximum thickness (m)
Nkandabwe	3.7	7.0
Siankondobo, Kazinze sub-basin	6.0	15.0
Siankondobo, Izuma sub-basin	4.3	6.7
Maze- Sinakumbe	3.7	7.0
Mulungwa	7.0	9.0

(Source) The Geology and Mineral Resources of Zambia Memoir No.6, Geological Survey of Zambia, 2001.

1996 年末の時点で、瀝青炭の唯一の確認埋蔵量は MCL が所有する炭田に限られており、Izuma 炭田に露天 1,300 万トン、地中 1,400 万トン、Kazinze 炭田では露天 3,000 万トン、地中 2,000 万トンとされている。

ii) Luangwa 地域

このエリアは Luangwa 川の南部を境界として中央 Zambezi 溪谷の東方への延長に当たり、Mpata 峡谷に露出する片麻岩基盤により分離される。露頭が限られているため Karoo 系の連続した地層はあまり知られておらず、1983 年に地質調査所により実施された予備調査においても石炭層は確認されていない。しかしながら、ジンバブエ国に繋がる南方延長におい

ては石炭層が確認されていることから更なる調査が期待されている。

### iii) Luangwa 溪谷

このエリアでは、延長 560 km 以上に及ぶ北東走向の地溝帯を構成する、ザンビア国で最大の Karoo 系の連続した地層が露出している。Luangwa 溪谷の大部分は、地溝帯の西縁及び東縁に沿って下部 Karoo 系が不連続に露出しており、石炭のポテンシャルを示唆する、層厚 0.6 m までの頁岩質の炭層が地溝帯の南端に露出している。しかしながら、下部 Karoo 系の北方への延長は、採掘許可が下りない可能性が高い South Luangwa 国立公園内に存在する。

### iv) Luano 溪谷及び Lukusashi 溪谷

このエリアではまだ精緻な調査が実施されていないが、Lukusashi 溪谷の中央及び北部では、層厚が最大 2 m の褐炭及び石炭質の泥岩の露頭が報告されている。低い石炭品質及び断層の影響により更なる調査については実施されていない。

### v) 西部ザンビアトラフ系

西部ザンビアトラフ系は、西部州のほとんどの地域と北西部州の北西部に広がる Barotse 盆地と 2 つの直線状のトラフ、すなわち、Kahare から Hot Springs 炭田に伸びる Chunga トラフ及び Mulobezi から Kafue に東北東に伸びる Kafue トラフで構成される。

この地域では、石炭層の調査のため下部 Karoo 層を貫通するボーリングが何本か実施されているが、開発のためには石炭の品質が低く、採掘量もそれほどの量ではないとされている。Lubaba から Mulobezi に至る西部地域で Karoo 年代の砂岩・泥岩層を貫通する 4 本の追加ボーリングが順次実施されてきたが、石炭層もしくは基盤岩には到達していない。したがって、更なる調査が期待される。

## 3.3.2 石 油

これまでに Placid Oil Company と Mobil の 2 社によりザンビア国における石油探査が実施されているが、石油の存在が完全に否定されたわけではないものの、好ましい結果は得られていない。ザンビアの顕生代の地質構造からは石油のポテンシャルが示唆されており、ザンビア西部の Barotse 盆地には第三紀と思われる薄層の下に石炭紀～三畳紀の Karoo 堆積物が存在することが確認されている。

## 3.3.3 天然ガス

天然ガスについては、石油とともに MMMD 下の GSD (Geological Survey Department) により探査が行われているものの、商業的に開発可能な埋蔵については確認されていない。また、ザンビア国の Karoo 夾炭層における CBM (Coal Bed Methane) のポテンシャルについてもまだ調査が進んでいないとされている。

## 3.3.4 水 力

ザンビア国は水力資源に恵まれているとはいえるものの、世界的に見れば決して多いというわけではなく、アフリカ大陸においても 11 番目に過ぎない。表 3.20 は技術的に開発可能 (technically exploitable) な水力資源の順にアフリカ大陸の上位 15 カ国を並べたものであるが、コンゴ民主共和国の包蔵水力が突出し、アフリカ全体の 42% を占め、また、上位 3 カ国が全体の 3 分の 2 を占める等、偏在ぶりが顕著である。

表 3.20 アフリカ大陸の包蔵水力（上位 15 ヲ国）

	Gross theoretical		Technically exploitable		Economically exploitable		Population 2007 (thsd)
	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	
1 DR Congo	1,397	22,388	774	12,404	419	6,715	62,399
2 Ethiopia	650	8,219	260	3,288	160	2,023	79,087
3 Madagascar	321	16,319	180	9,151	49	2,491	19,670
4 Cameroon	294	15,864	115	6,205	103	5,558	18,533
5 Gabon	190	142,857	76	57,143	33	24,812	1,330
6 Angola	150	8,814	65	3,819	65	3,819	17,019
7 Egypt (Arab Rep.)	125	1,656	50	663	50	663	75,467
8 Tanzania	47	1,162	40	989	13	322	40,432
9 Mozambique	95	4,445	38	1,778	32	1,497	21,372
10 Nigeria	43	291	32	216	30	203	147,983
<b>11 Zambia</b>	<b>53</b>	<b>4,446</b>	<b>30</b>	<b>2,517</b>	<b>11</b>	<b>923</b>	<b>11,920</b>
12 Guinea	26	2,772	19	2,026	19	2,026	9,380
13 Sudan	48	1,245	19	493	2	52	38,556
14 Zimbabwe	44	3,283	18	1,343			13,403
15 South Africa	73	1,534	14	294	5	105	47,588
Total Africa	3,884	4,145	1,852	1,976	1,007	1,075	937,121

(Source) “Hydro Capability”, WEC, 2007 及び “World Development Indicators database,” World Bank, 2008 より調査団作成

ザンビア国については、人口一人当たりで見ると、技術的に開発可能な包蔵水力はアフリカ全体の平均を 2 割程度上回るものの、経済的に開発可能な包蔵水力では平均以下である。

また、経済的に開発可能な包蔵水力は、既設の主要発電所である Kafue Gorge、Kariba North Bank 及び Victoria Falls の年間発電電力量とほぼ一致する。すなわち、経済的に開発可能な水力資源については既に開発されているということである。また、技術的に開発可能な水力資源については、後で詳述する表 3.22 に挙げられたプロジェクトで網羅されており、既設設備及び現在候補として挙げられているプロジェクト以外には新規開発の余地はほとんどないことを示している。

また、参考までに世界の包蔵水力を表 3.24 に示す。ザンビア国については、技術的に開発可能な水力資源で比較した場合、世界 56 位と日本（20 位）等より包蔵水力は少ない。また、人口一人当たりでは年間 2,517 kWh で 55 位であり、水力エネルギーの輸出を実施、あるいは国策として計画しているブータン（150,685 kWh）、ラオス（10,751 kWh）、ネパール（5,372 kWh）、カナダ（29,749 kWh）等と比較するとかなり少なく、国内消費を賄うのに精一杯で輸出できる余力は小さい。

ザンビア国内の具体的な水力ポテンシャルについて以下に述べる。

#### (1) 一般水力

ザンビア国における降雨量の分布は北部ほど降雨量が多い傾向がある。6～8 月を中心と



した乾季があるものの、年間 1,300 mmを超える地域も北西部州 (North Western Province) やルアプラ州 (Luapula Province)、北部州 (Northern Province) に見られる。降雨量データと河川流量データは過去の調査<sup>21)</sup>において整理されている (表 3.21 参照)。

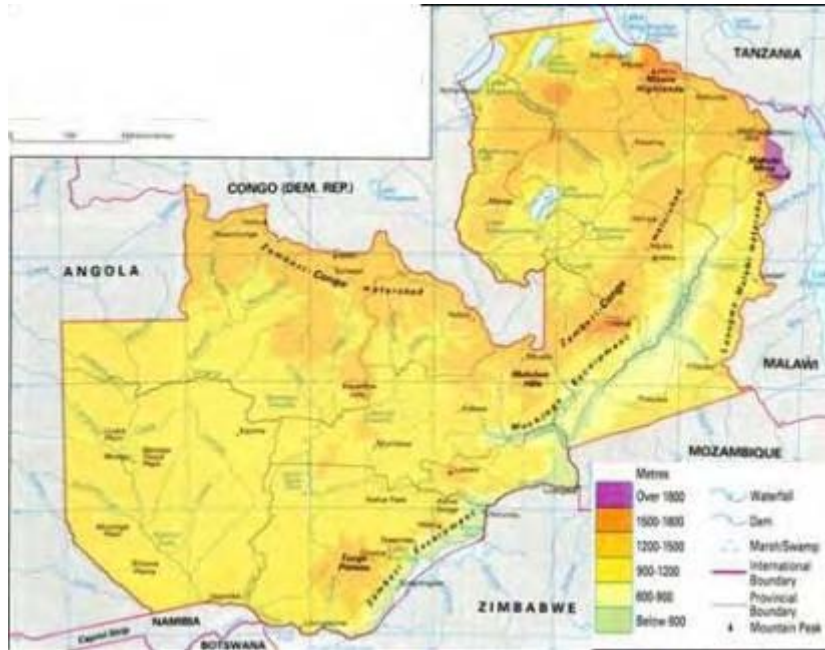
表 3.21 降水量データ (1963-92 年平均)

Name of station	East Longitude	South Latitude	Rainfall (mm)	Name of station	East Longitude	South Latitude	Rainfall (mm)
Chipata	32.58	13.57	980.4	Mansa	28.85	11.10	1179.2
Chipepo	27.88	16.80	776.5	Mbala	31.33	8.85	1202.4
Choma	27.07	16.85	770.7	Mfuwe	31.93	13.27	810.8
Isoka	32.63	10.17	1086.2	Misamfu	31.22	10.18	1330.7
Kabompo	24.20	13.60	1040.6	Mkushi	29.80	13.60	1178.4
Kabwe Met	28.48	14.42	901.4	Mongu	23.17	15.25	914.4
Kabwe Agro	28.50	14.40	878.2	Mpika	31.43	11.90	993.6
Kafironda	28.17	12.63	1274.8	Msekera	32.57	13.65	1010.3
Kafue	27.92	15.77	746.3	Mtmakulu	28.32	15.55	878.2
Kalabo	22.70	14.95	807.8	Mumbwa	27.07	14.98	820.6
Kaoma	24.80	14.80	904.5	Mwinilunga	24.43	11.75	1390.4
Kasama	31.13	10.22	1309.5	Ndola	28.66	13.00	1185.0
Kasempa	25.83	13.47	1155.4	Petauke	31.28	14.25	967.8
Kawambwa	29.25	9.80	1361.9	Samfya	29.32	11.21	1478.7
Livingstone	25.82	17.82	637.1	Senanga	23.27	16.12	727.0
Lundazi	33.20	12.28	874.2	Serenja	30.22	13.23	1058.7
Lusaka Hq	28.32	15.42	821.5	Sesheke	24.30	17.47	627.7
Lusaka Airport	28.43	15.32	934.0	Solwezi	26.38	12.18	1341.9
Lusitu	28.82	16.18	534.7	Zambezi	23.12	13.53	1022.3
Magoye	27.63	16.13	715.1				

(Source) 国際協力機構 (JICA) 「ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査」(2008)

ザンビア国の地形的な特徴は、北部に山岳地帯があり、北西部州やルアプラ州、北部州の標高が高い。加えて、Kariba 湖から下流の Zambezi 川近郊およびザンビア東部を流れる Luangwa 川は標高 600 m 以下であり、ザンビア全土がおおよそ標高 1,000m 程度であることから両河川近傍に大きな標高差が見られる。また、北部州に分水嶺があり、ルアプラ州や北部州の河川はコンゴ民主共和国側へ流れる河川となる。それ以外は南へと流れ、最終的に Zambezi 川へ合流することになる (図 3.14 参照)。以上の基本情報から地形的に水力ポテンシャルを推測すると、Luapula 州、北部州、分水嶺から Luangwa 川に至る地域 (Muchinga Escarpment) およびザンビア国全土の多くを集水地域 (Catchment Area) として持つ Zambezi 川やその支流である Kafue 川下流域が候補に挙がる。

<sup>21)</sup> 国際協力機構 (JICA) 2008 「ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査」



(Source) Basic Education Atlas of Zambia

図 3.14 ザンビア国地形概略図

既往の調査<sup>22</sup>において、ザンビア国にはおよそ6,000 MWの水力ポテンシャルを有していることが報告されている。しかし、これまでに開発されたのは1,800 MW程度に過ぎず、数々の新規水力開発計画が調査されている。上述した水力ポテンシャル地域における新規地点調査等、有望地点の選定調査は既に行われており、本調査では既往の調査によって開発が可能とされている水力開発計画を整理することとする。なお、本調査ではマスタープランの作成を目的とするため、開発規模で30 MW以上のプロジェクトを調査対象としている。

ザンビア国にはジンバブエ国との国境にZambezi 川が流れる。Zambezi 川はNile 川、Congo 川、Niger 川に続きアフリカ大陸で4番目に長い河川であり、全長約2,750 km、モザンビークを通りインド洋に注ぐ。1960年代、このZambezi 川に Kariba 水力発電所が建設され、Kariba ダムにより造られた貯水池は、世界最大規模の人造湖として広く知られている。また、Zambezi 川には世界3大瀑布の一つと言われる、ヴィクトリア瀑布 (Victoria Falls) があることでも有名である。このZambezi 川本流においては、Batoka Gorge、Devil's Gorge、Mpata Gorge等の水力開発候補地点が調査されているが、1993年の調査<sup>23</sup>以降具体的な進捗はない。

Zambezi 川が一番大きな支流であるKafue 川は1970年代に開発された。現在のKafue Gorge 水力発電所が建設されるに伴い、その上流230 km地点に Itezhi Tezhi ダムが建設され、貯水容量 60億m<sup>3</sup>の貯水池が開発された。この貯水池は、雨季と乾季で変動する Kafue 川の流量を平滑化し、Kafue Gorge 水力発電所の効率的な運転に貢献している。現在、この Itezhi Tezhi 貯水池に発電所を建設する計画が進んでいる。また、既設の Kafue Gorge 水力発電所の下流にも有望開発地点があり、これらが開発されると、Kafue 川は水系全体として

<sup>22</sup> National Energy Policy 2008

<sup>23</sup> ザンベジ川開発公社 (ZRA) 1993 “Batoka Gorge Hydro Electric Scheme Feasibility Report”

開発され、水資源を一層効果的に利用できることになる。

その他、ザンビア国の北に位置するコンゴ民主共和国との国境河川である Luapula 川や、北部州 Mweru 湖に流れる Kalungwishi 川にも開発候補地点が調査されている。また、South Luangwa 国立公園の西側には分水嶺となる山間地が広がり、500 m 程度の落差を得られる段丘 (Muchinga Escarpment) が存在しており、水力開発が期待される地域である。この地域では複数の水力開発計画が確認できた。既存の調査<sup>24</sup>では、北西部州では小水力開発地点としての候補地が比較的多く存在しているが、30 MW以上の開発については鉱山会社への供給を期待した開発計画が確認された。

既往の調査によって特定された有望プロジェクトは、水力ポテンシャルが高い地域に位置しており、その分布は Zambezi 川本流やその最大の支流である Kafue 川、コンゴ民主共和国との国境および北部地域、South Luangwa 国立公園西部の丘陵地域 (Muchinga Escarpment) に大別される (表 3.22参照)。

表 3.22 水力ポテンシャル (水力プロジェクト一覧)

River	Province	Project	Capacity (MW)	Remarks
Zambezi	Southern	Kariba North (Existing)	600 (720)* <sup>1</sup>	Zimbabwe Border
	Southern	Victoria Falls (Existing)	108	
	Southern	Kariba North Extension	360	
	Lusaka	Mpata Gorge	600 (1,200) * <sup>2</sup>	
	Southern	Devil's Gorge	800 (1,600) * <sup>2</sup>	
	Southern	Batoka Gorge	800 (1,600) * <sup>2</sup>	
Kafue	Lusaka	Kafue Gorge (Existing)	900 (990) * <sup>1</sup>	
	Southern	Itezhi Tezhi	120	
	Lusaka	Kafue Gorge Lower	750	
Luapla	Luapula	Mumbotuta Falls - Site CX	301	DR Congo Border
	Luapula	Mambilima Falls - Site II - Site I	202 124	
Kalungwishi	Luapula &Northern	Kabwelume Falls Kundabwika Falls	62 101	
	Central	Lusiwasi Extension	50	
Others	Northern	Mutinondo	40	West mountain area of the South Luangwa National Park
	Northern	Luchenene	30	
	Central	Lunsemfwa	55	
	Central	Mkushi	65	
	North Western	Kabompo	34	
Total			6,312 (1,818 Existing)	

\*<sup>1</sup> Up-rate after the rehabilitation project

\*<sup>2</sup> Fifty - fifty partnership with Zimbabwe

(Source) 各プロジェクト調査レポートに基づき調査団作成

## (2) 小水力

ザンビア国は小水力発電に適した小河川に多くのポテンシャルサイトを有するものと考えられるが、地形、地質、降雨量等の観点から、とりわけ北西部及び北部がそうしたサイ

<sup>24</sup> 国際協力機構 (JICA) 「ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査」(2008)

トに恵まれている。これまでの河川調査の結果に基づき、NEP では表 3.23 に示すようなポテンシャルサイトを挙げている。

こうした小水力発電はグリッドの延伸が困難な遠隔地における電化には有効であるが、表 3.23 に示されたポテンシャルは非常に小さく、今回のマスタープランで考慮するレベルにはない。

表 3.23 小水力ポテンシャル

No.	River Basin	Site	River	Capacity, kW
1	Zambezi	Zambezi falls	Zambezi	to be determined
2	Zambezi	Chavuma falls	Zambezi	10 - 20,000
3	Zambezi	Sachibondo	Luakela	600
4	Zambezi	Mwinilunga	West Lunga	2,500
5	Zambezi	Kapembe	Kabompo	to be determined
6	Zambezi	Chikata falls	Kabompo	3,000
7	Kafue	Kasempa	Lufupa	230
8	Kafue	Mutanda	Lunga	400
9	Kafue	Kelongwa	Lunga	to be determined
10	Chambeshi	Chandaweyaya	Chambeshi	to be determined
11	Chambeshi	Mbesuma ferry	Chambeshi	to be determined
12	Chambeshi	Shiwang'andu	Manshya	1,000

(Source) National Energy Policy, 2008, originally from CEEEZ Limited, 2004

表 3.24 世界の包蔵水力（上位 100 ヲ国）

Rank	by per capita	Country	Gross theoretical		Technically exploitable		Economically exploitable		Population 2007 (thousand)	Rank	by per capita	Country	Gross theoretical		Technically exploitable		Economically exploitable		Population 2007 (thousand)
			(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)					(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	(TWh/yr)	per capita (kWh/yr)	
1	64	China	6,083	4,608	2,474	1,874	1,753	1,328	1,319,983	51	87	Tanzania	47	1,162	40	989	13	322	40,432
2	33	United States of America	4,485	14,870	1,752	5,809	501	1,661	301,621	52	68	Mozambique	95	4,445	38	1,778	32	1,497	21,372
3	17	Russian Federation	2,295	16,204	1,670	11,791	852	6,015	141,636	53	27	New Zealand	46	10,880	37	8,751	24	5,676	4,228
4	29	Brazil	3,040	15,866	1,488	7,766	811	4,233	191,601	54	73	Romania	70	3,249	35	1,624	25	1,160	21,547
5	9	Canada	2,216	67,200	981	29,749	536	16,254	32,976	55	121	Nigeria	43	291	32	216	30	203	147,983
6	16	Congo (Democratic Rep.)	1,397	22,388	774	12,404	419	6,715	62,399	56	55	Zambia	53	4,446	30	2,517	11	923	11,920
7	97	India	2,638	2,348	660	588	600	534	1,123,319	57	59	Cambodia	88	6,092	30	2,077	5	346	14,446
8	67	Indonesia	2,147	9,516	402	1,782	40	177	225,630	58	85	Uzbekistan	88	3,275	27	1,005	15	558	26,868
9	14	Peru	1,577	56,527	395	14,159	260	9,320	27,898	59	7	Guyana	64	86,604	26	35,183	26	35,183	739
10	6	Tajikistan	527	78,190	264	39,169	264	39,169	6,740	60	98	Korea (Republic)	52	1,072	26	536	19	392	48,530
11	48	Ethiopia	650	8,219	260	3,288	160	2,023	79,087	61	113	Germany	120	1,459	25	304	20	243	82,268
12	26	Venezuela	320	11,650	246	8,956	130	4,733	27,467	62	57	Portugal	32	3,017	25	2,357	20	1,885	10,608
13	77	Pakistan	480	2,956	219	1,349			162,389	63	8	Cyprus	59	74,968	24	30,496			787
14	51	Turkey	433	5,860	216	2,923	130	1,759	73,888	64	32	Bosnia-Herzegovina	70	17,825	24	6,112	19	4,838	3,927
15	42	Colombia	1,000	21,684	200	4,337	140	3,036	46,117	65	99	Ukraine	45	970	24	517	17	367	46,383
16	5	Norway	560	118,921	200	42,472	187	39,711	4,709	66	41	Finland	48	9,075	23	4,349	14	2,647	5,289
17	24	Madagascar	321	16,319	180	9,151	49	2,491	19,670	67	72	Guatemala	54	4,046	22	1,648			13,348
18	21	Chile	227	13,679	162	9,762			16,595	68	28	Mongolia	56	21,440	22	8,423			2,612
19	35	Nepal	733	26,078	151	5,372	15	534	28,108	69	120	Philippines	47	535	20	228	18	205	87,892
20	83	Japan	718	5,619	136	1,064	114	892	127,771	70	--	Taiwan, China	103	--	20	--	12	--	--
21	20	Ecuador	167	12,519	134	10,045	106	7,946	13,340	71	61	Guinea	26	2,772	19	2,026	19	2,026	9,380
22	47	Argentina	354	8,961	130	3,291			39,503	72	100	Sudan	48	1,245	19	493	2	52	38,556
23	52	Myanmar	342	7,011	130	2,665			48,783	73	54	Serbia	37	5,009	19	2,572	18	2,437	7,386
24	15	Bolivia	178	18,701	126	13,238	50	5,253	9,518	74	78	Zimbabwe	44	3,283	18	1,343			13,403
25	39	Malaysia	230	8,663	123	4,633			26,550	75	65	Azerbaijan	44	5,134	16	1,867	7	817	8,571
26	76	Viet Nam	300	3,524	123	1,445	78	916	85,140	76	116	Thailand	41	642	16	251	15	235	63,832
27	1	Greenland	800	14,035,088	120	2,105,263			57	77	38	Albania	40	12,575	15	4,715	6	1,886	3,181
28	31	Cameroon	294	15,864	115	6,205	103	5,558	18,533	78	63	Bulgaria	27	3,533	15	1,963	12	1,570	7,642
29	13	Paraguay	130	21,242	106	17,320	101	16,503	6,120	79	79	Greece	80	7,147	15	1,340	12	1,072	11,193
30	70	Italy	340	5,726	105	1,768	65	1,095	59,375	80	114	South Africa	73	1,534	14	294	5	105	47,588
31	74	France	270	4,376	100	1,621	70	1,134	61,707	81	108	Poland	23	604	14	368	7	184	38,061
32	18	Sweden	130	14,211	100	10,931	85	9,292	9,148	82	104	Uganda	18	582	13	420			30,930
33	37	Australia	265	12,609	100	4,758	30	1,427	21,017	83	10	Surinam	32	69,869	13	28,384			458
34	3	Bhutan	263	400,304	99	150,685	56	85,236	657	84	96	Côte d'Ivoire	46	2,387	12	623	6	311	19,268
35	11	Kyrgyzstan	163	31,089	99	18,882	55	10,490	5,243	85	46	Panama	26	7,782	12	3,592	12	3,592	3,341
36	23	Iraq	225	23,639	90	9,456	50	5,253	9,518	86	101	Ghana	26	1,108	11	469			23,462
37	12	Georgia	180	40,946	80	18,198	40	9,099	4,396	87	50	Liberia	28	7,461	11	2,931			3,753
38	4	Gabon	190	142,857	76	57,143	33	24,812	1,330	88	53	Congo (Rep.)	50	13,273	10	2,655			3,767
39	25	Austria	150	18,040	75	9,020	56	6,735	8,315	89	36	Namibia	25	12,054	10	4,822	2	964	2,074
40	69	Iran (Islamic Rep.)	176	4,455	70	1,772			39,503	90	66	Nicaragua	33	5,888	10	1,784	7	1,249	5,605
41	75	Spain	150	3,342	66	1,471	32	713	44,879	91	49	Uruguay	32	9,641	10	3,013			3,319
42	45	Angola	150	8,814	65	3,819	65	3,819	17,019	92	117	Kenya	24	639	9	240			37,531
43	2	Iceland	184	591,640	64	205,788	40	128,617	311	93	89	Dominican Republic	50	5,127	9	923	6	615	9,752
44	19	Laos	232	39,590	63	10,751			5,860	94	60	Croatia	20	4,507	9	2,028	8	1,803	4,438
45	44	Kazakhstan	170	10,981	62	4,005	29	1,873	15,481	95	40	Slovenia	19	9,415	9	4,460	7	3,469	2,018
46	95	Egypt (Arab Rep.)	125	1,656	50	663	50	663	75,467	96	92	Hungary	10	994	8	796	4	398	10,056
47	102	Mexico	135	1,282	49	465	32	304	105,281	97	81	Sierra Leone	11	1,881	7	1,197			5,848
48	30	Papua New Guinea	175	27,672	49	7,748	15	2,372	6,324	98	88	Honduras	16	2,256	7	987			7,091
49	22	Costa Rica	223	49,978	43	9,637	20	4,482	4,462	99	58	Armenia	22	7,331	7	2,333	4	1,333	3,001
50	34	Switzerland	125	16,556	43	5,695	41	5,430	7,550	100	109	Sri Lanka	18	902	7	351	7	351	19,945

(Source) "Hydro Capability", WEC, 2007 及び "World Development Indicators database," World Bank, 2008 より調査団作成

### 3.3.5 再生可能エネルギー

ザンビア国において広く利用することが可能な再生可能エネルギーとしては、太陽光、風力及びバイオガスが挙げられる。国家エネルギー政策（NEP）ではザンビア国における再生可能エネルギーのポテンシャルとして表 3.25 のとおりまとめている。

表 3.25 再生可能エネルギーのポテンシャル

Renewable Energy (Source)	Opportunities/ Use	Re(Source) Availability	Potential Energy Output
<b>Solar</b>	Thermal (water heating), Electricity (water pumping, lighting, refrigeration)	6-8 sunshine hours per day	5.5 kWh/m <sup>2</sup> /day (modest potential especially for limited irrigation)
<b>Wind</b>	Electricity, Mechanical (water pumping)	Average 3 m/s	Good potential, especially for irrigation
<b>Micro-hydro</b>	Small grids for electricity supply	Reasonably extensive	Requires elaboration and quantification
<b>Biomass</b> (combustion and gasification)	Electricity generation	Agro wastes Forest wastes Sawmill wastes	Requires elaboration and quantification
<b>Biomass</b> (biomethanation)	Electricity generation Heating and cooking	Animal waste Municipal and Industrial waste Waste water	Potential requires elaboration
<b>Biomass</b> (extraction, processing for transport)	Ethanol for blending with gasoline to replace lead as octane enhancer Biodiesel for stationary engines	Sugarcane Sweet sorghum Jetropha	Requires elaboration and quantification
<b>Biomass</b> (for household energy)	Improved charcoal production Improved biomass stove	Sawmill wastes and indigenous trees from sustainable forest management	Reasonably extensive
<b>Geothermal</b>	Electricity generation	Hot springs	Requires elaboration and quantification

(Source) National Energy Policy, 2008

第 3.1 節で見たように、エネルギー政策においては木質燃料に代わり再生可能エネルギー利用を推進することが謳われており、最も具体的な数値が示されている国家エネルギー戦略（NES）では表 3.26 のとおり 2030 年までの開発目標が示されている。

表 3.26 再生可能エネルギー開発目標

Energy (Source)	Goal	Objective
<b>Solar</b>	To contribute 100 MW towards water heating energy needs	Solar to be the major (Source) of energy for water heating
	To install at least 500,000 solar PV systems country wide	To make solar energy the main (Source) of energy especially for areas that off the power grid such as rural households, health centres and schools
	Establish solar farms outputting at least 100 MW	To increase solar energy contribution to the total national energy needs and mitigate power deficit
	To switch 50% of heating and drying processes to solar	To encourage use of solar energy for most agricultural and industrial heating and drying processes such as food processing, curing of tobacco, timber drying etc.
<b>Wind</b>	To produce at least 1 MW	To exploit wind energy potential for electricity generation and water pumping
<b>Geothermal</b>	To develop at least 50% of all viable geothermal sites	To exploit geothermal potentials for generation of electricity

(Source) National Energy Strategy: 2008-2030 (Zero Draft)

以下に、主要な再生可能エネルギーの賦存・開発状況について述べる。

(1) 太陽光

ザンビア気象庁 (ZMD: Zambia Meteorological Department) によれば 8 箇所の観測所のデータは表 3.27 に示すとおりであり、年間日照時間は 2,600~3,000 時間、1 日当たりの日射量は 5.6 kWh/m<sup>2</sup>/day である。

遠隔地の電化策として SIDA や世界銀行の支援により SHS 事業が行われている。

表 3.27 主要都市の日照データ

Location	Global Radiation/ day (kWh/m <sup>2</sup> )	Sunshine hours/ year
Chipata	7.6	2,774
Kabwe	8.8	3,212
Kasama	7.9	2,884
Livingstone	8.9	3,249
Lusaka	8.2	2,993
Mansa	6.4	2,336
Mongu	8.8	3,212
Ndola	8.0	2,920
Solwezi	7.6	2,774

(2) 風 力

ZMD は風速についても観測を行っており、地表 10 m における平均風速は表 3.28 に示すとおりである。これらの平均風速データを見る限り一般的な風力発電機のカットイン風速に及ばず、風力開発については具体的な候補地点を選定し、仔細な調査を行う必要があるだろう。

表 3.28 主要都市における年平均風速

Location	Annual Average Wind Speed (m/s)	Range between Months (m/s)
Lusaka	3.50	2.00 - 4.00
Ndola	2.30	1.60 - 3.45
Kasama	2.50	1.95 - 3.60
Chipata	2.30	1.50 - 3.30
Mansa	1.90	1.15 - 3.45
Livingstone	1.60	1.40 - 2.15
Kabwe	2.70	1.85 - 3.65

### (3) バイオガス

家畜等の糞尿等から取り出したバイオガス（メタンガス）については、東南アジアや西アジアの農村部を中心に調理や発電用途等に利用されているが、バイオガス利用の歴史は新しく、国立産業科学研究所（NISIR: National Institute for Scientific and Industrial Research）により、ルサカをはじめとする国内 9 地点で調理用途のパイロットプロジェクトが着手されたところである。

### (4) 地熱

80 以上の温泉が確認されているが、地熱発電に適したサイトは存在しないとされており、エネルギー、電力資源としての利用については着手されていない。

### 3.3.6 原子力

ザンビア国は IAEA に加盟し、核不拡散防止条約（NPT: Nuclear Non-Proliferation Treaty）を批准しており、原子力の平和利用に関して国際的に合意している。

一方、ザンビア国の原子力利用については、国内にウラン資源は有するものの、具体的な開発計画はない。NEP 2008 においても国内開発のためのエネルギー資源開発としてウランの採掘を推進するとされているものの、具体的な施策は記載されておらず、

- ・ 電源としてのウラン利用に関する調査を支持する
- ・ ウランの採掘・利用に関する法制化を進める
- ・ 国内外の民間資本を導入する

と述べるに留まっている。

原子力発電については、表 3.29<sup>25</sup>に示すとおり世界 32 カ国・地域<sup>26</sup>において稼働しており、とりわけ近年の化石燃料価格の高騰や地球温暖化対策としての必要性から、再び脚光を浴びつつある。

例えば、米国においては、1979 年の TMI 事故の影響もあり 1973 年以降、新規の原子力発電所建設が途絶え 1990 年に 111 基をピークに原子力発電所の数は減少していたが、2005 年 8 月にエネルギー政策法を改定し、原子力発電を推進するための優遇措置を定め、2009

<sup>25</sup> 表中の色分けは世界銀行の所得による分類に従う（青：高所得国、緑：上位中間所得国、紫：下位中間所得国、赤：低所得国）。

<sup>26</sup> イランは 2009 年 2 月に運転開始。



年1月現在、建設中のものも含め28基の原子力プロジェクトが計画されている。また、チェルノブイリ発電所の事故等を契機として、一旦は原子力発電を放棄したイタリア等では原子力新設計画が検討される状況にある。

新規に原子力発電の導入を検討・計画している国々の動向について表3.30に示す。

表3.29を見ると、これまでに原子力発電が導入されている32カ国のうち、低所得国(Low Income Country)はインドとパキスタンの2カ国、下位中間所得国(Lower Middle Income Country)は中国、ウクライナ、イランの3カ国であり、残りの27カ国は高所得国(High Income Country)もしくは上位中間所得国(Upper Middle Income Country)であるが、表3.30によれば、東南アジア諸国を始めとする多くの低所得国においても原子力発電の導入が検討されていることがわかる。アフリカにおいてもエジプト、リビア、アルジェリア、チュニジア、モロッコ、ナイジェリア、ガーナ、ナミビアにおいて原子力発電導入に関する何らかのアクションが起こされている。

原子力発電については、その潜在的リスクゆえに導入に際しては広く国民のコンセンサスを得ることが重要であり、そのためには政治の強いリーダーシップ、導入意欲が必須である。こうした意味で、表3.30に示した国々と比較して、ザンビア国においては原子力発電導入の準備がまだまだ整っていない状況とすることができるだろう。

表 3.29 世界各国の原子力発電開発状況

	Country	Stage						Total		Type of Reactor										Total		GDP per capita	GDP 2007	Population 2007		
		Operation		Construction		Plan				PWR		BWR		HWR		LWGR		GCR/AGR							FR	
		(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	(MW)	Nos	US\$	million \$	thousand
1	USA	106,061	104			1,200	1	107,261	105	71,936	70	35,325	35							107,261	105	45,790	13,811,200	301,621		
2	France	66,020	59	1,630	1			67,650	60	67,510	59							140	1	67,650	60	41,523	2,562,288	61,707		
3	Japan	49,580	55	2,565	3	14,945	11	67,090	69	23,354	26	43,456	42					280	1	67,090	69	34,254	4,376,705	127,771		
4	Russia	23,194	27	6,154	8	5,500	5	34,848	40	21,448	26				12,000	12		1,400	2	34,848	40	9,115	1,291,011	141,636		
5	Germany	21,371	17					21,371	17	14,723	11	6,648	6							21,371	17	40,079	3,297,233	82,268		
6	South Korea (ROK)	17,716	20	6,800	6	2,800	2	27,316	28	24,537	24			2,779	4					27,316	28	19,983	969,795	48,530		
7	Ukraine	13,835	15	2,000	2			15,835	17	15,835	17									15,835	17	3,029	140,484	46,383		
8	Canada	13,425	18					13,425	18					13,425	18					13,425	18	40,222	1,326,376	32,976		
9	UK	11,952	19					11,952	19	1,250	1							10,702	18	11,952	19	44,693	2,727,806	61,034		
10	Sweden	9,384	10					9,384	10	2,928	3									2,928	3	48,584	444,443	9,148		
11	PRC	9,118	11	7,900	8	8,000	8	25,018	27	23,578	25	6,456	7							30,034	32	2,485	3,280,053	1,319,983		
12	Spain	7,727	8					7,727	8	6,169	6			1,440	2					7,609	8	31,846	1,429,226	44,879		
13	Belgium	6,117	7					6,117	7	6,117	7	1,558	2							7,675	9	42,213	448,560	10,626		
14	ROC	5,164	6	2,700	2			7,864	8	1,902	2									1,902	2	--	--	--		
15	India	4,120	17	3,160	6	6,800	8	14,080	31	2,000	2	5,962	6							7,962	8	1,042	1,170,968	1,123,319		
16	Czech	3,860	6					3,860	6	3,860	6	320	2	7,260	22				500	1	11,940	31	16,271	168,142	10,334	
17	Switzerland	3,372	5					3,372	5	1,780	3									1,780	3	55,035	415,516	7,550		
18	Finland	2,800	4	1,700	1			4,500	5	2,720	3	1,592	2							4,312	5	46,515	246,020	5,289		
19	Slovak	2,200	5					2,200	5	2,200	5	1,780	2							3,980	7	13,887	74,932	5,396		
20	Brazil	2,007	2			1,350	1	3,357	3	3,357	3									3,357	3	6,859	1,314,170	191,601		
21	Bulgaria	2,000	2			2,000	2	4,000	4	4,000	4									4,000	4	5,175	39,549	7,642		
22	Hungary	1,940	4					1,940	4	1,940	4									1,940	4	13,741	138,182	10,056		
23	South Africa	1,890	2			110	2	2,000	4	1,890	2									1,890	2	5,833	277,581	47,588		
24	Lithuania	1,500	1					1,500	1									110	1	110	1	11,353	38,328	3,376		
25	Romania	1,412	2	2,118	3			3,530	5					1,500	1					1,500	1	7,703	165,980	21,547		
26	Mexico	1,364	2					1,364	2					3,530	5					3,530	5	8,486	893,364	105,281		
27	Argentine	1,005	2	745	1			1,750	3			1,364	2							1,364	2	6,641	262,331	39,503		
28	Slovenia	727	1					727	1	727	1			1,750	3					2,477	4	22,523	45,451	2,018		
29	Netherlands	510	1					510	1	510	1									510	1	46,041	754,203	16,381		
30	Pakistan	462	2	300	1			762	3	625	2									625	2	884	143,597	162,389		
31	Armenia	408	1					408	1	408	1			137	1					545	2	3,058	9,177	3,001		
32	Iran			1,000	1	360	1	1,360	2	1,360	2									1,360	2	3,815	270,937	71,021		
33	Indonesia					4,000	4	4,000	4	4,000	4									4,000	4	1,918	432,817	225,630		
34	Egypt					1,872	2	1,872	2	1,872	2									1,872	2	1,697	128,095	75,467		
35	Israel					664	1	664	1	664	1									664	1	22,563	161,822	7,172		
36	Turkey					N/A	3	0	3	N/A	3									0	3	8,893	657,091	73,888		
37	Kazakhstan					N/A	1	0	1	N/A	1									0	1	6,708	103,840	15,481		
38	Viet Nam					N/A	1	0	1	N/A	1									0	1	836	71,216	85,140		
		392,241	435	38,772	43	49,601	53	480,614	531	315,200	328	104,461	106	30,321	55	13,500	13	10,812	19	2,320	5	476,614	526	--	--	--

(Source)世界の原子力開発の動向 2007/2008 年版

表 3.30 新規原子力発電導入国の開発動向

地域	国	原子力開発動向
欧州	イタリア	<ul style="list-style-type: none"> <li>チェルノブイリ事故を契機に、国民投票で原子力発電所全面廃止（当時運転中の原子力発電所も閉鎖）</li> <li>電力公社ENELは仏EDFの原子力発電所新設計画への参加で交渉中。</li> </ul>
	ポーランド	<ul style="list-style-type: none"> <li>リトアニアのイグナリナ2号機の代替炉建設計画への参加協議中（バルト3国との共同建設）。</li> <li>2009年1月、首相、原子力発電所2基の国内建設を明言（1号機は2020年迄に運開目標）。</li> </ul>
アジア	インドネシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャワ島中部ムリア原子力発電所建設計画（1,000 MW×2基）の2010年着工決定、2016～17年運転目指す。</li> <li>2007年7月、韓国KHNPと2基建設に関するF/S覚書に署名。</li> </ul>
	ベトナム	<ul style="list-style-type: none"> <li>2006年1月、首相「2020年迄の原子力平和利用長期戦略」承認。</li> <li>2008年4月、政府決定「2020年時点に原子力発電所1,000 MW×4基（ニントゥアン省の2ヶ所各2基）」</li> </ul>
	タイ	<ul style="list-style-type: none"> <li>将来の電力需要予測（今後20年間、年率7%）により、原子力発電所導入計画が復活（2006年11月の「国家エネルギー政策・開発計画」）。</li> <li>2007年6月、エネルギー省、4,000 Mの原子力発電所計画発表。2014年着工、2020年から運転開始。</li> </ul>
	バングラデシュ	<ul style="list-style-type: none"> <li>1963年以来、ルプール原子力発電所計画がたびたび浮上。</li> <li>2007年、バングラデシュ原子力委員会、ルプール原子力発電所計画提案（2015年迄に500 MW、2基建設）。</li> <li>2005年4月、中国と原子力協力協定を締結（核物質探査と原子力発電所建設）。</li> <li>2008年4月、政府、原子力発電所建設で中国と協力する意向を再表明（ロシアや韓国も協力提案中）。</li> </ul>
	フィリピン	<ul style="list-style-type: none"> <li>バターン原子力発電所（620 MW）、1984年完成するも契約上の疑念と安全上の懸念等から、燃料装荷前に廃止措置に着手。その後ガス焚きコンバインド・サイクル運転への転換案等出るが、進展なし。</li> <li>2008年の国家エネルギー計画、600 MWの原子力発電所導入の必要性を言及（2025年運転）。</li> <li>2008年、IAEA ミッションがバターン原子力発電所調査（改造によって経済的に安全運転できると助言）。</li> <li>2008年12月、韓国KEPCOにバターン原子力発電所の運転に関するF/Sを委託。</li> </ul>
	マレーシア	<ul style="list-style-type: none"> <li>2008年7月、政府、国営電力TNBに対して原子力発電所F/Sタスクフォース設置を命令。</li> <li>2008年9月、政府、原子力開発目標を2023年に設定。</li> </ul>
	モンゴル	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロシアとの関係強化（原子力発電所建設可能性調査、ウラン資源開発協力協定署名）。</li> </ul>
	CIS	アゼルバイジャン
グルジア		<ul style="list-style-type: none"> <li>エネルギー自立の一助として原子力発電所建設を議論。</li> </ul>
カザフスタン		<ul style="list-style-type: none"> <li>高速炉BN-350（カスピ海沿岸）、1973～99年運転（発電と海水淡水化）。</li> <li>原子力発電所建設計画推進中（南部地域、西部地域、地方都市向）。</li> <li>新規建設のF/S、2009年完了予定。（第1号機、2016年運転開始）。</li> <li>世界第2位のウラン資源国（年間ウラン生産量は世界3位、2010年迄に1位目指す）。</li> </ul>
ベラルーシ		<ul style="list-style-type: none"> <li>原子力発電所2基（2,000 MW）建設計画（1号機2016年、2号機2018年運開目標）。</li> </ul>
オセアニア		オーストラリア
中東・北アフリカ	トルコ	<ul style="list-style-type: none"> <li>1970年代より、原子力発電所建設を検討・計画進行中（経済状況等を理由に何度か中断）。</li> <li>2006年8月、政府は、原子力発電所3基、4,500 MWの建設計画（2012～15年迄に運転）発表。</li> <li>2008年3月、トルコ原子力庁（TAEK）、国際入札招請。ロシアのみが応札。</li> </ul>
	イラン	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロシアによって最初の原子力発電所（ブシェール）がほぼ完成。</li> </ul>
	GCC：クウェート、サウジアラビア、バーレーン、UAE、カタール、オマーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>2006年12月、GCC、原子力平和利用に関する調査開始を発表。</li> <li>2007年2月、GCCとIAEA、原子力発電と海水淡水化計画についてのF/S協力で合意。</li> <li>2008年4月、UAEは独自に原子力総合政策を発表（2020年迄に原子力発電所5,000 MWの運転目標）</li> <li>UAEの首長国原子力公社（ENEC）、米C2HMヒルに原子力発電所導入計画管理の契約締結。</li> <li>ヨルダン、2015年迄の原子力発電所運転目標を表明。（2030年～40年に、原子量発電シェア30%計画）</li> </ul>
	ヨルダン	<ul style="list-style-type: none"> <li>2008年5月、仏アレバと原子力発電所建設可能性について協議開始。</li> </ul>
	エジプト	<ul style="list-style-type: none"> <li>2006年10月、エネルギー相、2015年迄に1,000 MW原子炉の建設を発表。</li> <li>2008年12月、エネルギー省、米ベクトルとの原子力発電所建設に関する技術サービス契約締結。</li> </ul>

地域	国	原子力開発動向
		・ ロシア、中国等と原子力協定締結。
	リビア	・ 2006年、仏と原子力協定締結。2007年半ば、海水淡水化用原子力プラント建設に関する覚書締結。
	アルジェリア	・ 2007年1月、ロシアと原子力発電所設置に関する調査協定に署名（米、仏、中とも原子力協定署名）。
	チュニジア	・ 2006年12月、仏と原子力発電と海水淡水化に関する原子力覚書協定署名。
	モロッコ	・ 海水淡水化、原子力発電所建設でロシア、中国、フランスが進出中。
アフリカ	ナイジェリア	・ 2008年、科学技術省、原子力発電所計画推進を再確認（2017年迄に5,000 MW開発目標）。
	ガーナ	・ 2008年5月、原子力発電所計画を表明（2018年迄に400 MW開発）。
	ナミビア	・ 世界のウラン埋蔵量の約7%保有。政府、原子力による電力供給政策を公約。
中南米	ベネズエラ	・ 2008年末、大統領、ロシアの援助により原子力発電を行うと表明（同年11月、原子力協定締結）。
	チリ	・ 2007年2月、エネルギー省が、原子力発電所開発調査の開始を発表（既に仏アレバと議論）。 ・ 2007年11月、大統領、原子力発電所オプションについての調査を指示（次期政権が導入の是非決定）。

(Source)日本原子力産業協会、2009 より抜粋

### 3.3.7 まとめ

以上のように、ザンビア国の一次エネルギー資源は周辺国等と比較して決して恵まれたものとはいえない。

主要エネルギー資源である水力については、経済的に開発可能なポテンシャルはこれまでにほぼ開発され尽くしており、また技術的に開発可能なポテンシャルについては既に F/S あるいはプレ F/S が実施され、現在リストアップされているプロジェクトではほぼ網羅されている。

石炭資源については、現在確認、開発が行われている Maamba 地点については生産能力が最大年間 800,000 トンであり、およそ 200,000 トンの国内需要を除いた残りの 600,000 トンを発電利用するとすれば、200 MW 級の発電所の運転が可能である。しかしながら、現在のところ生産設備の老朽化のため、図 3.6 及び表 3.11 で見たように近年の生産量は著しく低下している。

再生可能エネルギーについては、SHS を利用した太陽光発電がオフグリッド地方電化施策として実施されているが、風力、バイオガス、地熱等、その他の RET については調査・研究段階あるいはポテンシャルがない等、導入に向けては時間を要する。

原子力発電については、技術的な問題もさることながら、国民のコンセンサスを獲得等、政治的な強いイニシアティブが必要である。これまでのエネルギー政策文書を見る限りにおいては、調査・研究を進めるものの、開発に向けての公的な意思表示はなされていない。