

ザンビア国  
地方電化マスタープラン開発調査  
ファイナルレポート

平成 20 年 1 月  
(2008 年)

独立行政法人 国際協力機構  
経済開発部

## 序 文

日本国政府は、ザンビア国政府の要請に基づき、同国の地方電化マスタープラン開発調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成 18 年 5 月から平成 20 年 1 月まで、東京電力株式会社国際部の小藪仁氏を団長とし、同社から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ザンビア国政府関係者と協議を行うとともに、現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、ザンビア国の地方電化の推進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 20 年 1 月

独立行政法人国際協力機構  
理事 永塚 誠一

平成 20 年 1 月

独立行政法人国際協力機構

理事 永塚 誠一 殿

## 伝 達 状

ザンビア国地方電化マスタープラン開発調査を終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。本報告書は、ザンビア国エネルギー水資源開発省・エネルギー局、地方電化庁をはじめ、同国関係機関から表明された意見を反映させ、かつ、日本国側関係諸機関の助言も反映させております。

本報告書は、ザンビア国の地方電化マスタープラン策定において、環境社会面を配慮した、2030 年までの長期地方電化計画とそれに伴う財務面から見た電化方式に関する提言を提示しております。具体的には、環境にやさしい開発計画とすることを前提として、現地調査において実施した電力需要調査に基づく最少ライフタイム・コストにより経済性を確認し、かつ電力の安定的な供給を確保した長期計画を策定しました。本調査報告書が、ザンビア国民の生活レベルの向上のみならず、ザンビア国全体の産業の発展にも大きく寄与するものと信ずるところであります。

この機会をお借りいたしまして、貴機構、外務省、経済産業省各位のご支援、ご指導に心より感謝申し上げます。また、ザンビア国政府、ザンビア国エネルギー水資源開発省・エネルギー局、地方電化庁をはじめとする関係諸機関各位、ならびに JICA ザンビア事務所、在ザンビア国日本大使館から、私どもの調査実施に際し、戴きましたご協力、ご支援に対しまして、厚く御礼申し上げます。

ザンビア国

地方電化マスタープラン調査団

総括 小藪 仁

ザンビア国  
地方電化マスタープラン開発調査

ファイナルレポート

【目 次】

図表リスト

略語表

<b>第 1 章 序 論</b> .....	<b>1-1</b>
1.1. 調査背景 .....	1-1
1.2. 調査目的 .....	1-1
1.3. 調査内容 .....	1-2
1.4. 調査団構成 .....	1-2
1.5. 調査工程 .....	1-2
<b>第 2 章 社会一般状況</b> .....	<b>2-1</b>
2.1. 国 土 .....	2-1
2.2. 行政組織・地域社会構造 .....	2-1
2.3. 人 口 .....	2-1
2.4. 民族・言語・宗教 .....	2-4
2.5. 出生率・死亡率・平均寿命 .....	2-4
2.6. 教育・識字率 .....	2-5
2.7. 生活水準・貧困状況 .....	2-7
<b>第 3 章 電力セクターの現状</b> .....	<b>3-1</b>
3.1. 政策・組織 .....	3-1
3.1.1. 地方電化の歴史と政策の変遷 .....	3-1
3.1.2. 電力セクター主要組織 .....	3-2
3.1.3. 地方電化関連法令 .....	3-4
3.1.4. 再生可能エネルギー関連政策 .....	3-4
3.2. 地方電化基金の現状および運用 .....	3-7
3.2.1. ザンビアにおける地方電化制度の概要 .....	3-7
3.2.2. REA の予算 .....	3-8
3.2.3. 今後の課題 .....	3-12
3.2.4. (参考)ケニアにおける地方電化プログラムについて .....	3-12
3.3. 電力需給 .....	3-15
3.3.1. オングリッド発電設備 .....	3-15
3.3.2. オフグリッド発電設備 .....	3-17
3.3.3. 需給バランス (全国グリッド) .....	3-24
3.3.4. 電力需要の季節的・時間帯別特徴 .....	3-26
3.3.5. 電力系統ロス .....	3-29
3.3.6. 電力輸出入 .....	3-30
3.4. 電気料金 .....	3-33
3.4.1. 電気料金制度 .....	3-33
3.4.2. 検針および料金請求 .....	3-36
3.5. 電力セクターの財務状況 .....	3-39
3.5.1. ZESCO の財務状況 .....	3-39
3.5.2. 電力セクターにおける他のプレーヤーの財務状況 .....	3-44

<b>第 4 章</b>	<b>村落社会経済</b> .....	<b>4-1</b>
4.1.	ルーラル・グロース・センターの機能と既存地元組織.....	4-1
4.2.	地方部での経済活用と電化による想定効果.....	4-2
4.3.	地方電化・エネルギー消費状況.....	4-3
4.4.	地域開発計画.....	4-5
4.5.	電化候補地点選定.....	4-5
4.6.	調査数量.....	4-10
4.7.	支払い可能額・支払い意思額.....	4-12
4.7.1.	月額電気料金支払い可能額評価方法.....	4-12
4.7.2.	月額電気料金支払い可能額評価結果.....	4-12
4.7.3.	支払い意思額評価方法.....	4-17
4.7.4.	月額電気料金に対する支払い意思額.....	4-17
4.7.5.	電化初期費用に対する支払い意思額.....	4-19
4.8.	未電化住民の電化属性嗜好.....	4-21
4.8.1.	コンジョイント分析方法.....	4-21
4.8.2.	コンジョイント分析結果.....	4-21
<b>第 5 章</b>	<b>未電化 RGC の電力需要</b> .....	<b>5-1</b>
5.1.	潜在需要想定 の目的と分析手順.....	5-1
5.2.	各既電化 RGC の日負荷曲線/日最大需要想定 [Step1].....	5-2
5.3.	公共施設に関する日需要想定.....	5-2
5.4.	商業店舗に関する日需要想定.....	5-6
5.5.	ハンマーミルに関する日需要想定.....	5-7
5.6.	一般家屋に関する日需要想定.....	5-8
5.7.	既電化 RGC での想定日負荷曲線及び日最大需要.....	5-9
5.8.	日最大需要想定手法の選定.....	5-12
5.8.1.	既電化 RGC での一般家屋軒数と日最大需要の相関.....	5-12
5.8.2.	未電化 RGC での一般家屋軒数の増加率.....	5-14
5.8.3.	既電化 RGC での家屋電化率の経年推移.....	5-14
5.8.4.	未電化 RGC でのハンマーミル数の増加率.....	5-15
5.8.5.	潜在需要想定に関するその他の前提条件.....	5-17
5.8.6.	日最大需要想定手法.....	5-17
5.9.	未電化 RGC の潜在需要想定 [Step 3].....	5-19
<b>第 6 章</b>	<b>送電系統解析</b> .....	<b>6-1</b>
6.1.	検討の目的.....	6-1
6.2.	ザンビア国の送電系統の現況.....	6-1
6.3.	ザンビア国の送電系統の将来増強計画.....	6-5
6.4.	送電系統の供給能力.....	6-11
6.4.1.	検討条件.....	6-11
6.4.2.	2010年時点での送電系統.....	6-14
6.4.3.	2015年時点での送電系統.....	6-18
6.4.4.	2020年時点での送電系統.....	6-22
6.4.5.	2030年時点での送電系統.....	6-26
<b>第 7 章</b>	<b>配電系統計画</b> .....	<b>7-1</b>
7.1.	配電系統の現状.....	7-1
7.2.	入手データ.....	7-2
7.2.1.	配電系統に関する仕様書.....	7-2
7.2.2.	設備単価.....	7-2
7.2.3.	現状の配電系統拡張計画.....	7-3
7.3.	既設配電線拡張計画のレビュー.....	7-8

7.4.	初期配電設計 .....	7-9
7.4.1.	配電系統拡張計画の概念 .....	7-9
7.4.2.	検討の進め方(フローチャート).....	7-10
7.4.3.	検討結果 .....	7-11
7.5.	配電線拡張のための積算 .....	7-16
7.5.1.	条件 .....	7-16
7.5.2.	積算結果 .....	7-16
7.6.	低電化方策協議 .....	7-45
7.6.1.	現状 .....	7-45
7.6.2.	対策案 .....	7-45
<b>第 8 章</b>	<b>マイクロ水力発電計画 .....</b>	<b>8-1</b>
8.1.	マイクロ水力開発の現状 .....	8-1
8.2.	収集データ .....	8-1
8.2.1.	降雨量 .....	8-1
8.2.2.	河川流量 .....	8-1
8.2.3.	水力ポテンシャルの存在 .....	8-4
8.3.	既存水力発電開発計画のレビュー .....	8-5
8.3.1.	オングリッド水力発電計画 .....	8-5
8.3.2.	オフグリッド水力発電計画 .....	8-10
8.4.	小水力発電ポテンシャル地点調査 .....	8-14
8.4.1.	小水力発電ポテンシャル調査内容.....	8-14
8.4.2.	小水力発電ポテンシャル地点調査結果.....	8-17
<b>第 9 章</b>	<b>太陽光発電による地方電化計画 .....</b>	<b>9-1</b>
9.1.	太陽光発電の現状 .....	9-1
9.1.1.	ザンビアでの再生可能エネルギーによる地方電化の可能性 .....	9-1
9.1.2.	太陽光発電による電化状況 .....	9-1
9.2.	データ収集 .....	9-7
9.2.1.	太陽光発電ポテンシャル .....	9-7
9.3.	既存太陽光発電の開発計画のレビュー .....	9-9
9.3.1.	太陽光発電の発展性と課題 .....	9-9
9.3.2.	ESCO 事業から得られた知見 .....	9-9
9.3.3.	REF 事業から得られた知見 .....	9-10
9.4.	既存太陽光発電システムの現地調査と評価 .....	9-10
9.4.1.	ザンビアの太陽光エネルギーの資源と現状 .....	9-10
9.4.2.	太陽光発電の既設プロジェクトの評価 .....	9-10
9.4.3.	太陽光発電設備の現地調達の実態 .....	9-11
9.4.4.	太陽光発電事業の組織的および合理的な実施にあたり不可欠となる項目 .....	9-12
9.4.5.	導入計画の規準及び適用技術の規準と機器仕様の標準化・技術マニュアルの整備 .....	9-12
9.4.6.	設備／サービスの運用・保守・管理に関する制度・体制の整備 .....	9-12
9.4.7.	太陽光発電による地方電化組織体制方針について .....	9-13
9.4.8.	人材育成 .....	9-13
9.4.9.	技術トレーニング計画 .....	9-14
9.4.10.	太陽光発電の意義と結論 .....	9-14
9.5.	太陽光発電システムの設計と仕様 .....	9-14
9.5.1.	太陽光発電設備の設計 .....	9-14
9.5.2.	太陽光発電システムの標準仕様 .....	9-15
9.6.	太陽光発電システムのコスト評価手法 .....	9-16

<b>第 10 章</b>	<b>その他再生可能エネルギー計画</b>	<b>10-1</b>
10.1.	他の再生可能エネルギーの現状	10-1
10.1.1.	ザンビアにおける再生可能エネルギー	10-1
10.2.	データ収集	10-2
10.2.1.	風力ポテンシャル	10-2
10.2.2.	バイオマスポテンシャル	10-2
10.3.	その他既存の再生可能エネルギー開発計画のレビュー	10-4
10.3.1.	風力発電	10-4
10.3.2.	バイオマス発電	10-5
10.3.3.	その他(地熱発電)	10-5
<b>第 11 章</b>	<b>環境・社会配慮</b>	<b>11-1</b>
11.1.	国家環境戦略および環境法制	11-1
11.1.1.	国家環境基本政策	11-1
11.1.2.	環境保護と汚染管理法(1990)	11-1
11.1.3.	環境影響評価規則(1997)	11-1
11.1.4.	その他の法令・規制等	11-2
11.2.	地方電化に係る環境クリアランス手続および環境諸規制	11-3
11.2.1.	環境クリアランス手続	11-3
11.2.2.	案件環境概要(P B)の作成が必要とされるプロジェクト	11-6
11.2.3.	環境評価書(EIS)の作成が必要とされるプロジェクト	11-7
11.2.4.	環境審査料	11-7
11.2.5.	ZESCO における環境管理体制	11-8
11.2.6.	地方電化庁とエネルギー・水資源開発省における環境管理体制	11-9
11.3.	地方電化マスタープランにおける環境社会配慮	11-9
11.3.1.	マスタープラン策定段階における環境社会配慮	11-9
11.3.2.	地方電化マスタープランで提唱される個別案件の潜在的な社会環境影響	11-11
11.3.3.	影響緩和策	11-17
11.3.4.	代替案の検討	11-19
11.3.5.	環境社会影響に関するモニタリング	11-20
<b>第 12 章</b>	<b>ケース・スタディ</b>	<b>12-1</b>
12.1.	配電網延伸	12-1
12.1.1.	配電線現地調査箇所の選定	12-1
12.1.2.	配電線現地調査方法	12-1
12.1.3.	配電線現地調査結果	12-1
12.1.4.	結論	12-4
12.2.	小水力発電による地方電化	12-4
12.2.1.	実施目的	12-4
12.2.2.	ケーススタディー対象地点の選定	12-4
12.2.3.	実施結果 1 : Mujila Falls Lower 地点	12-6
12.2.4.	実施結果 2 : Chilambwe Falls 地点	12-24
12.2.5.	水力発電所維持運営方法に関する提案	12-38
12.2.6.	技術移転	12-39
12.3.	環境社会配慮調査	12-39
12.3.1.	調査対象	12-40
12.3.2.	調査項目	12-42
12.3.3.	調査方法	12-42
12.3.4.	環境の状況	12-42
12.3.5.	環境への影響及び影響緩和策	12-56
12.3.6.	想定される代替案	12-64
12.3.7.	環境マネジメントプランの枠組み	12-66
12.3.8.	結論・提言	12-66

<b>第 13 章 GIS データベース</b> .....	<b>13-1</b>
13.1. GIS システムの導入.....	13-1
13.2. GIS データベース.....	13-1
13.2.1. GIS システムの活用状況.....	13-1
13.2.2. 既存の GIS データベース.....	13-1
13.2.3. GIS データの座標系.....	13-3
13.2.4. 新たに取得した GIS データ.....	13-4
13.2.5. GIS 研修.....	13-7
<b>第 14 章 2030 年までの地方電化マスタープラン</b> .....	<b>14-1</b>
14.1. 地方電化マスタープラン構築の目的と手順.....	14-1
14.2. プロジェクト・パッケージの作成とケースへの細分.....	14-2
14.3. 各 RGC に対する最適電化モード選定.....	14-4
14.3.1. 単位ライフタイム・コストの定義.....	14-4
14.3.2. 最適電化モード選定結果.....	14-5
14.4. プロジェクト・パッケージの最終電化優先順位.....	14-6
14.4.1. 財務指標の算出.....	14-6
14.4.2. 財務指標によるプロジェクト・パッケージ最終電化優先順位付け.....	14-6
14.5. プロジェクト・パッケージ実施フェーズ.....	14-7
14.6. 2030 年目標電化率.....	14-24
<b>第 15 章 結論と提言</b> .....	<b>15-1</b>
15.1. 結論.....	15-1
15.2. 政策・施策提言.....	15-3
15.2.1. マスタープランの実践的活用.....	15-3
15.2.2. 地方電化基金の活用.....	15-3
15.2.3. 電化率の向上.....	15-4
15.2.4. 地方部での持続可能な電化事業支援.....	15-4

## 付属資料

Appendix-A	Scope of Work for the Study for Development of the Rural Electrification Master Plan in Zambia
Appendix-B	Map of Distribution System
Appendix-C	Single Line Diagram of Distribution System
Appendix-D	Case study of Distribution Line
Appendix-E	Current Situation of Diesel Generation in Rural Area
Appendix-F	FIRR & EIRR Calculation Sample
Appendix-G	Minutes of Meeting for the Rural Electrification Master Plan Project in Zambia

## 表リスト

表 1-1	調査団のメンバー .....	1-2
表 1-2	調査工程 .....	1-5
表 2-1	人口・面積・人口密度・人口増加率(2000 年国勢調査) .....	2-2
表 2-2	出生率・粗出生率・乳児死亡率・平均寿命 .....	2-4
表 2-3	識字率(5 歳以上の人口に占める比率) .....	2-6
表 2-4	最終学歴分布 .....	2-7
表 2-5	貧困ライン(貧困層・重貧困層) .....	2-7
表 2-6	貧困比率の変遷(1991 年-2004 年) .....	2-9
表 2-7	家屋特性と貧困比率(2004 年時点) .....	2-10
表 3-1	REA の決算書 (2005 年 1 月～12 月、未監査) .....	3-9
表 3-2	2006 年実施予定の地方電化事業 (REA 承認) .....	3-10
表 3-3	2007 年実施予定の地方電化事業 (REA 承認) .....	3-11
表 3-4	顧客数および販売電力量 (ケニア REP 制度) .....	3-13
表 3-5	ケニア・REP 制度の損益計算書および総資産 .....	3-13
表 3-6	ザンビア国の 3 主要発電所 .....	3-15
表 3-7	ZESCO 所有の小水力発電設備 .....	3-16
表 3-8	CEC 所有のガスタービン発電所 .....	3-17
表 3-9	ZESCO のディーゼル発電設備 .....	3-18
表 3-10	ZESCO の現行の料金表 (2007 年 10 月実施) .....	3-34
表 3-11	ZESCO の財務諸表の概要 .....	3-41
表 3-12	CEC の電力需要および販売電力量 .....	3-44
表 3-13	CEC の財務諸表の概要 .....	3-44
表 4-1	家屋照明用エネルギー源 .....	4-3
表 4-2	家屋調理用エネルギー源 .....	4-4
表 4-3	各郡最優先電化候補 RGC .....	4-7
表 4-4	村落社会経済調査対象の既電化 RGC .....	4-8
表 4-5	村落社会経済調査での調査項目・サンプル数・調査方法 .....	4-9
表 4-6	州別 RGC 調査実績 .....	4-10
表 4-7	村落社会経済調査数量実績 .....	4-10
表 4-8	調査不可及び電化状況間違い RGC .....	4-11
表 4-9	月収・支出バランスシート分析結果 .....	4-15
表 4-10	ダブルバウンド二項選択方式での初期費用及び月額電気料金選択肢 .....	4-17
表 4-11	コンジョイント分析に用いる属性とレベル .....	4-21
表 4-12	属性レベル組み合わせの嗜好性順序 .....	4-23
表 5-1	調査対象の既電化 RGC 内に存在する需要家 4 タイプ(公共施設, 商業店舗, ハンマーミル, 一般家屋)の各数量及び電化済み数量 .....	5-3
表 5-2	各既電化 RGC での公共施設数量及び電化済み数量 .....	5-2

表 5-3	各既電化 RGC での商業店舗数及び電化済み店舗数 .....	5-6
表 5-4	各既電化 RGC でのハンマーミル台数及び電化済み台数 .....	5-7
表 5-5	各既電化 RGC での一般家屋数及び電化済み軒数 .....	5-8
表 5-6	調査対象既電化 RGC における時間帯別電力需要 .....	5-10
表 5-7	既電化 RGC での日最大需要と一般家屋軒数 .....	5-12
表 5-8	ハンマーミル数と 1 台あたりのサービス家屋数 .....	5-16
表 5-9	潜在需要想定的前提条件 .....	5-18
表 5-10	各未電化 RGC での日最大需要抽出のためのサンプルシート .....	5-18
表 5-11	潜在需要規模に基づく電化優先順位 .....	5-20
表 6-1	2006 年 6 月現在の ZESCO の送電線 (330kV- 88kV 送電線) .....	6-3
表 6-2	2006 年 6 月現在の ZESCO の送電線 (66kV 送電線) .....	6-4
表 6-3	2006 年現在の ZESCO 送電用変電所の変圧器容量 .....	6-5
表 6-4	ZESCO 送電システムの将来拡張計画 .....	6-6
表 6-5	ザンビア最大電力想定 .....	6-12
表 6-6	ZESCO の電源開発計画 .....	6-12
表 6-7	他国との連系線電力 .....	6-12
表 6-8	2010 年ベースシナリオにおける追加変電設備増強 .....	6-14
表 6-9	2010 年ベースシナリオにおける追加送電設備増強 .....	6-14
表 6-10	2010 年時点での各変電所の最大送電可能容量 .....	6-15
表 6-11	2015 年ベースシナリオにおける追加変電設備増強 .....	6-18
表 6-12	2015 年ベースシナリオにおける追加送電設備増強 .....	6-18
表 6-13	2015 年時点での各変電所の最大送電可能容量 .....	6-19
表 6-14	2020 年ベースシナリオにおける追加変電設備増強 .....	6-22
表 6-15	2020 年ベースシナリオにおける追加送電設備増強 .....	6-22
表 6-16	2020 年時点での各変電所の最大送電可能容量 .....	6-23
表 6-17	2030 年ベースシナリオにおける追加変電設備増強 .....	6-26
表 6-18	2030 年ベースシナリオにおける追加送電設備増強 .....	6-26
表 6-19	2030 年時点での各変電所の最大送電可能容量 .....	6-27
表 7-1	ZESCO の 4 つの地域別部門(Division) .....	7-1
表 7-2	架空配電線の標準規格 .....	7-2
表 7-3	設備単価 .....	7-3
表 7-4	2006 年実施の地方電化プロジェクトおよびそれぞれの実施内容 .....	7-3
表 7-5	計算条件 .....	7-11
表 7-6-1	各変電所から供給する総需要および RGC 数 (既設変電所) .....	7-13
表 7-6-2	各変電所から供給する総需要 (新設変電所: ZESCO 計画分) .....	7-14
表 7-6-3	各変電所から供給する総需要 (新設変電所: ZESCO 計画以外) .....	7-15
表 7-7-1	各パッケージにおける積算結果 (既設変電所) .....	7-17
表 7-7-2	各パッケージにおける積算結果 (新設変電所: ZESCO 計画分) .....	7-36
表 7-7-3	各パッケージにおける積算結果 (新設変電所: ZESCO 計画以外) .....	7-38
表 8-1	降雨量データ(1963-1992 年平均) .....	8-2
表 8-2	河川流量データ (1996 年 10 月 - 2006 年 9 月) .....	8-2
表 8-3	未電化 RGC から滝までの距離 .....	8-4

表 8-4	オングリッド水力発電開発計画 .....	8-5
表 8-5	ZESCO の既存小水力発電所 増出力計画 .....	8-9
表 8-6	オフグリッド水力発電開発計画 .....	8-10
表 8-7	Unit Price .....	8-16
表 8-8	Upper Zambezi 地点諸元および開発費用 .....	8-20
表 8-9	Mujila Falls Lower 地点諸元および開発費用 .....	8-23
表 8-10	Mujila Falls Upper 地点諸元および開発費用 .....	8-25
表 8-11	Kasanjiku Falls 地点諸元および開発費用 .....	8-28
表 8-12	Chauka Matambu Falls 地点諸元および開発費用 .....	8-30
表 8-13	Namukale Falls 地点諸元および開発費用 .....	8-38
表 8-14	Project Summery of Chilambwe Falls Site .....	8-41
表 8-15	Mambuluma Falls 地点諸元および開発費用 .....	8-43
表 8-16	Chilongo Falls 地点諸元および開発費用 .....	8-48
表 8-17	西部州小水力ポテンシャル調査地点一覧 .....	8-50
表 8-18	北西部州における小水力発電ポテンシャル調査結果 .....	8-54
表 8-19	北部州およびルアラバ州における小水力発電ポテンシャル調査結果 .....	8-55
表 9-1	SIDA による ESCOs 事業 .....	9-2
表 9-2	SIDA による ESCOs 事業の標準設備 .....	9-2
表 9-3	ZAMSIF による SHS 事業の標準設備 .....	9-4
表 9-4	ZAMSIF により設置された SHS の容量 .....	9-5
表 9-5	ザンビア政府が調達した、住居設置用太陽光発電設備の標準仕様 .....	9-6
表 9-6	ザンビアの地域別の年間日射量 .....	9-8
表 9-7	ザンビア地域別平均日射量/日 (2002-2005) .....	9-8
表 9-8	ザンビアにおける太陽光発電設備に関する市場調査結果 .....	9-12
表 9-9	太陽光発電による電化のステークホルダーと役割 .....	9-13
表 9-10	太陽光発電の仕様 (学校) .....	9-15
表 9-11	太陽光発電の仕様 (一般家庭) .....	9-15
表 9-12	太陽光発電の仕様 (商業施設) .....	9-15
表 10-1	ザンビアの再生可能エネルギー利用による有用性と可能性 .....	10-1
表 10-2	ザンビアの年平均風速(2002-2005) .....	10-2
表 10-3	ザンビア生産の主要作物の残存物 .....	10-3
表 10-4	ザンビアの主要製糖工場における生産概要 .....	10-4
表 10-5	風車の定格容量からの分類 .....	10-4
表 11-1	環境審査料一覧 .....	11-8
表 11-2	環境社会配慮スコーピング .....	11-10
表 11-3	社会環境影響への緩和策 .....	11-18
表 12-1	有望小水力発電ポテンシャル地点 .....	12-5
表 12-2	村落社会調査結果 (Kanyama Area, Kakoma RGC) .....	12-7
表 12-3	ピーク需要想定 (Kanyama Area, Kakoma RGC) .....	12-8
表 12-4	MFL 地点流量と発電所出力 .....	12-9
表 12-5	Mujila Falls Lower 発電所設計諸元 .....	12-10

表 12-6	Mujila Falls Lower 発電所建設費用 .....	12-11
表 12-7	2号水車投入時期による経済性比較.....	12-12
表 12-8	電気料金設定による経済性比較（単一フェーズ建設ケース） .....	12-13
表 12-9	電気料金設定による経済性比較（2フェーズ建設ケース） .....	12-13
表 12-10	Case A-1-1 財務諸表 .....	12-14
表 12-11	Case A-1-2 財務諸表 .....	12-15
表 12-12	Case A-1-3 財務諸表 .....	12-16
表 12-13	Case A-2-1 財務諸表 .....	12-17
表 12-14	Case A-2-2 財務諸表 .....	12-18
表 12-15	Case A-2-3 財務諸表 .....	12-19
表 12-16	村落社会調査結果（Kapatu RGC） .....	12-25
表 12-17	ピーク需要想定（Kapatu RGC） .....	12-25
表 12-18	Chilambwe Falls 地点流量と発電所出力 .....	12-26
表 12-19	設計流量と kWh 当たりの建設費用.....	12-27
表 12-20	Chilambwe Falls 発電所設備諸元.....	12-28
表 12-21	Chilambwe Falls 発電所建設費用.....	12-29
表 12-22	Chilambwe Falls 発電計画における経済性評価結果.....	12-30
表 12-23	Case B-1 財務諸表 .....	12-31
表 12-24	Case B-2 財務諸表 .....	12-32
表 12-25	Case B-3 財務諸表 .....	12-33
表 12-26	発電所運営形態案.....	12-34
表 12-27	Mujila Falls Lower 及び Chilambwe Falls の各小水力プロジェクトの概要.....	12-42
表 12-28	Mujila Falls Lower 小水力候補地点及び付随する 33kV 配電線ルート周辺において 想定される環境影響及び緩和策.....	12-57
表 12-29	Chilambwe Falls 小水力候補地点及び付随する 33kV 配電線ルート周辺において 想定される環境影響及び緩和策.....	12-61
表 12-30	想定される代替案.....	12-64
表 13-1	第1回現地調査時に入手した GIS データベース .....	13-2
表 13-2	第2回現地調査時に入手した GIS データベース .....	13-2
表 14-1	各電化モード想定設備寿命.....	14-4
表 14-2	プロジェクト・パッケージの各電化モード組み合わせ状況.....	14-5
表 14-3	電化モード別 RGC 及び一般家屋数.....	14-5
表 14-4	財務指標算出の前提条件 .....	14-6
表 14-5	プロジェクト・パッケージ最終電化優先順位.....	14-8
表 14-6	州別プロジェクト・パッケージ電化優先順位.....	14-10
表 14-7	プロジェクト・パッケージ数及び RGC 電化モード内訳の州別集計 .....	14-7
表 14-8	各電化モード別プロジェクト費用総計(2008年-2030年).....	14-7
表 14-9	プロジェクト実施フェーズ 2009年-2030年.....	14-22
表 14-10	2030年目標電化率 .....	14-24

## 図リスト

図 1-1	調査内容 .....	1-3
図 1-2	調査フロー .....	1-4
図 2-1	ザンビア国 9 州・72 郡 .....	2-2
図 2-2	将来人口見通し (2000 年-2025 年).....	2-3
図 2-3	各州人口・面積・人口密度.....	2-3
図 2-4	各郡の識字率.....	2-6
図 3-1	エネルギー・水資源開発省及びエネルギー局組織図 .....	3-5
図 3-2	地方電化庁組織計画図.....	3-5
図 3-3	ZESCO 組織図.....	3-6
図 3-4	電力セクター構造図 .....	3-6
図 3-5	地方電化基金(REF)運用のフロー.....	3-8
図 3-6	REF の徴収額と REA の予算との対応 .....	3-9
図 3-7	ケニア・REP 制度における基金徴収および支出 .....	3-14
図 3-8	Zengamina 発電所写真 .....	3-20
図 3-9	Nyangombe 発電所写真.....	3-21
図 3-10	Pictures of Mporokoso Hydropower Plant .....	3-22
図 3-11	Luena River 発電所写真.....	3-23
図 3-12	Mangongo 発電所写真 .....	3-24
図 3-13	国内電力発電量の推移 (全国グリッド、送電端).....	3-24
図 3-14	国内電力消費量の推移.....	3-25
図 3-15	電力需給バランスの推移 .....	3-25
図 3-16	月間最大需要の推移 .....	3-27
図 3-17	1 日需要曲線.....	3-28
図 3-18	年負荷率.....	3-29
図 3-19	送電・配電ロス .....	3-30
図 3-20	ZESCO の電力輸出入 .....	3-31
図 3-21	年間最大需要と稼働出力(全国グリッド).....	3-32
図 3-22	南部アフリカ電力プール(SAPP)国際連系線 .....	3-32
図 3-23	用途別平均販売単価 .....	3-36
図 3-24	電力検針カード (サンプル).....	3-37
図 3-25	ZESCO による不払い顧客に対する供給停止のフロー .....	3-38
図 3-26	ZESCO の未収金の増減.....	3-38
図 3-27	ZESCO の年間収入の推移 .....	3-40
図 3-28	ZESCO の電力総供給コスト.....	3-41
図 3-29	設備投資額と資金調達.....	3-42
図 3-30	ZESCO の資本構成の推移 (株主資本および負債) .....	3-42
図 3-31	総資産利益率(ROA)の国際比較 .....	3-43
図 3-32	株主資本利益率(ROE)の国際比較 .....	3-43

図 4-1	ルーラル・グロース・センター及びキャッチメント・エリア概念図	4-1
図 4-2	州別照明電化率	4-4
図 4-3	月額電気料金支払い意志額	4-18
図 4-4	初期電化費用支払い意志額	4-20
図 4-5	ZESCO 接続費, 平均月収, 及び支払い意志額	4-19
図 4-6	地方電化に関する 4 属性の重要度分析結果	4-22
図 4-7	各属性のレベル別部分効用	4-22
図 5-1	未電化 RGC 潜在需要想定手順	5-1
図 5-2	既電化 RGC における各公共施設 1 ユニット当たりの日負荷曲線	5-4
図 5-3	各既電化 RGC における商業店舗 1 店当たりの平均日負荷曲線	5-6
図 5-4	各既電化 RGC におけるハンマーミル 1 台当たりの日負荷曲線	5-7
図 5-5	各既電化 RGC における一般家屋 1 軒当たりの平均日負荷曲線	5-8
図 5-6	調査対象既電化 RGC の想定日負荷曲線	5-9
図 5-7	ハンマーミル容量を含む既電化 RGC 日最大需要と一般家屋軒数の関係	5-13
図 5-8	ハンマーミル容量を除く既電化 RGC 日最大需要と一般家屋軒数の関係	5-13
図 5-9	家屋電化率の経年推移	5-14
図 5-10	ハンマーミル電化率の経年推移	5-15
図 6-1	2006 年現在のザンビア国の送電系統	6-2
図 6-2	2010 年時点でのザンビア国の送電系統	6-7
図 6-3	2015 年時点でのザンビア国の送電系統	6-8
図 6-4	2020 年時点でのザンビア国の送電系統	6-9
図 6-5	2030 年時点でのザンビア国の送電系統	6-10
図 6-6	送電系統からの電化限界電力検討のイメージ	6-13
図 6-7	2010 年時点でのベースシナリオ潮流図	6-16
図 6-8	2010 年時点での送電可能空き容量イメージ図	6-17
図 6-9	2015 年時点でのベースシナリオ潮流図	6-20
図 6-10	2015 年時点での送電可能空き容量イメージ図	6-21
図 6-11	2020 年時点でのベースシナリオ潮流図	6-24
図 6-12	2020 年時点での送電可能空き容量イメージ図	6-25
図 6-13	2030 年時点でのベースシナリオ潮流図	6-28
図 6-14	2030 年時点での送電可能空き容量イメージ図	6-29
図 7-1	検討のフローチャート	7-10
図 7-2	計算モデルおよび計算式	7-12
図 8-1	気象観測所および流量観測所の配置	8-3
図 8-2	オングリッド水力発電開発計画地点	8-6
図 8-3	Mumbotuta Falls 地点写真	8-8
図 8-4	オフグリッド水力発電開発計画地点	8-10
図 8-5	Chavuma Falls 地点写真	8-11
図 8-6	Chikata Falls 地点写真	8-12
図 8-7	Shiwang' andu 地点写真	8-13
図 8-8	小水力発電ポテンシャル調査地点位置図 (北西部州)	8-17

図 8-9	Upper Zambezi 地点流況曲線 .....	8-18
図 8-10	Upper Zambezi 地点写真 .....	8-19
図 8-11	Mujila Falls Lower 地点流況曲線 .....	8-21
図 8-12	Mujila Falls Lower 地点写真 .....	8-22
図 8-13	Mujila Falls Upper 地点流況曲線 .....	8-23
図 8-14	Mujila Falls Upper 地点写真 .....	8-24
図 8-15	Tututu Falls 地点写真 .....	8-26
図 8-16	Kasanjiku Falls 地点流況曲線 .....	8-26
図 8-17	Kasanjiku Falls 地点写真 .....	8-27
図 8-18	Chauka Matambu Falls 地点流況曲線 .....	8-29
図 8-19	Chauka Matambu Falls 地点写真 .....	8-30
図 8-20	Luakela Falls 地点流況曲線 .....	8-31
図 8-21	Lwakela Falls 地点写真 .....	8-31
図 8-22	Muwozi Falls Upper 地点写真 .....	8-32
図 8-23	Muwozi Falls Lower 地点写真 .....	8-32
図 8-24	小水力発電ポテンシャル調査地点位置図（北部州およびルアラバ州） .....	8-33
図 8-25	Kalambo Falls 地点写真 .....	8-34
図 8-26	Mwanbezi Falls 地点写真 .....	8-35
図 8-27	Namukale Falls 地点流況曲線 .....	8-36
図 8-28	Namukale Falls 地点写真 .....	8-37
図 8-29	Ngozye Falls 地点写真 .....	8-39
図 8-30	Chilambwe Falls 地点流況曲線 .....	8-39
図 8-31	Chilambwe Falls 地点写真 .....	8-40
図 8-32	Mumbuluma Falls 地点流況曲線 .....	8-42
図 8-33	Mumbuluma Falls 地点写真 .....	8-42
図 8-34	Lumangwe Falls 地点写真 .....	8-44
図 8-35	Kabwelme Falls 地点写真 .....	8-44
図 8-36	Pule Falls 地点流況曲線 .....	8-45
図 8-37	Pule Falls 地点写真 .....	8-46
図 8-38	Chilongo Falls 地点流況曲線 .....	8-46
図 8-39	Chilongo Falls 地点写真 .....	8-47
図 8-40	Mumbuluma Falls II 地点写真 .....	8-49
図 8-41	小水力発電ポテンシャル調査地点位置図（西部州） .....	8-50
図 8-42	北西部州地点調査写真 .....	8-52
図 9-1	CHESCO の組織図 .....	9-3
図 9-2	21 日間の平均した Load Curve .....	9-3
図 9-3	ESCO 事業による SHS を設置した家屋(東部州 Cipata) .....	9-3
図 9-4	SHS を設置している家屋(Lundazi 郡) .....	9-6
図 9-5	ザンビア日射量マップ .....	9-8
図 10-1	風車を設置している家屋 (北部州 Shiwang' andu) .....	10-5
図 11-1	環境クリアランスフロー .....	11-4
図 11-2	ザンビア国における国立公園及び狩猟動物管理区域 .....	11-11

図 11-3	国立公園、環境保護指定区域、野鳥保護区域と RGC の位置関係 .....	11-12
図 11-4	ザンビア国における生態系の分布 .....	11-13
図 11-5	ザンビア国における主な湿地帯の分布 .....	11-13
図 11-6	森林保護区の分布 .....	11-14
図 12-1	水力ポテンシャル地点と需要地の位置 .....	12-6
図 12-2	MFL 地点流況曲線 .....	12-8
図 12-3	水力ポテンシャル地点と需要地の位置図 .....	12-24
図 12-4	Chilambwe Falls 地点流況曲線 .....	12-26
図 12-5	Mujila 小水力発電所及び提案された配電線ルート .....	12-40
図 12-6	Chilambwe Falls 小水力発電所及び提案された配電線ルート .....	12-41
図 12-7	調査対象領域内の典型的な miombo 森林地帯 .....	12-45
図 12-8	Mujila 川沿いの河道に沿った深い水辺の森林 .....	12-46
図 12-9	Typical Chitemene system of agriculture .....	12-47
図 12-10	Chilambwe Falls 周辺の河岸河川森林の様子 .....	12-52
図 13-1	アフリカ南部地方の UTM 座標系ゾーン .....	13-4
図 13-2	第 2 回現地調査時までに ZESCO より収集した既存中圧配電系統(33kV、11kV)....	13-5
図 13-3	地方部ワークショップで提案された電化候補 RGC .....	13-5
図 13-4	本案件で構築された地方電化計画データベースの例 .....	13-6
図 13-5	GIS 研修 .....	13-7
図 14-1	地方電化マスタープラン構築フローチャート .....	14-1
図 14-2	プロジェクト・パッケージの概念 .....	14-3
図 14-3	プロジェクト・パッケージのケースへの細分手順 .....	14-3
図 14-4	2030 年までの家屋電化率の変遷 .....	14-24
図 14-5	2030 年での累積電化 RGC 数及び地方電化率の変遷 .....	14-25
図 14-6	2030 年時点での地方電化概略マップ .....	14-25

## 略 語 表

ACSR	Aluminium Conductor Steel Reinforced
AfDB	African Development Bank
CA	Catchment Area
CBR	Crude Birth Rate
CEC	Copperbelt Energy Corporation
CHESCO	Chipata Energy Service Company
CSAA	Client Service Accounts Assistants
CSO	Central Statistics Office
DDACC	Direct Debit and Credit Clearing
DoE	Department of Energy
DWA	Department of Water Affairs
ECZ	Environmental Council of Zambia
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Margin
EIS	Environmental Impact Statement
EPPCA	Environmental Protection and Pollution Control Act
ERB	Energy Regulation Board
ESCO	Energy Service Company
ESU	Environment and Social Affairs Unit of ZESCO
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FNDP	The Fifth National Development Plan
FY	Fiscal Year
GEF	Global Environmental Facility
GIS	Geographical Information System
GNI	Gross National Income
GRZ	Government of the Republic of Zambia
IEE	Initial Environmental Examination
IMR	Infant Mortality Rate
IPP	Independent Power Producer
JBIC	Japan Bank for International Corporation
JICA	Japan International Corporation Agency
K	(Zambia) Kwacha
KG-PS	Kafue Gorge Power Station
KNB-PS	Kariba North Bank Power Station
KPLC	Kenya Power & Lighting Company

KSh	Kenya Shilling
KW, MW	kilowatt, megawatt
kWh, MWh, GWh	kilowatthour, megawatthour, gigawatthour
LDC	Least Developed Countries
LEB	Life Expectancy at Birth
LESCO	Lundazi Energy Service Company
Mc-HP	Micro-hydropower plant
MEWD	Ministry of Energy and Water Development
MFNP	Ministry of Finance and National Planning
MTENR	Ministry of Tourism, Environment and Natural Resources
NEP	National Energy Policy
NESCO	Nyimba Energy Service Company
NRSE	New and Renewable Source of Energy
PB	Project Brief
PRP	Power Rehabilitation Project
REA	Rural Electrification Authority
REF	Rural Electrification Fund
REMP	Rural Electrification Master Plan
REP	Rural Electrification Programme
RGC	Rural Growth Centre
ROA	Return on Assets
SAPP	Southern African Power Pool
SEA	Strategic Environmental Assessment
TEPCO	Tokyo Electric Power Company, Inc.
TFR	Total Fertility Rate
Tr	Transformer
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
UTM	Universal Transverse Mercator
VF-PS	Victoria Falls Power Station
WB	World Bank
ZAMSIF	Zambia Social Investment Fund
ZCCM	Zambia Consolidated Copper Mines
ZESCO	Zambia Electricity Supply Corporation (現在は“ZESCO Ltd.”が正式社名)
ZMD	Zambia Meteorological Department

# 第1章 序

# 論

## 第 1 章 序 論

### 1.1. 調査背景

ザンビア国では、地方電化は地域経済活性化による重要な貧困削減方策と位置付けられ、1994年には電力販売費への課税を財源とする地方電化基金(REF: Rural Electrification Fund)を設立し、これを活用した地方電化プロジェクトの推進により、電化率の向上が試みられてきた。しかしながら、家屋電化率は未だに 20%程度(地方部では僅か 2~3%)に留まっている。2002年に策定された貧困削減戦略書(PRSP: Poverty Reduction Strategy Paper)では、2010年までに家屋電化率を35%(都市部で50%、地方部で15%)まで引き上げると言う中期目標を掲げ、ザンビア政府は地方電化に関する政策及び組織の強化を図っている。その一環として、2003年12月に地方電化庁(REA: Rural Electrification Authority)の設立及び地方電化基金の活用改善を目的として、地方電化法(Rural Electrification Act)が制定された。

地方電化を効率的に推進するため、早急に地方電化マスタープランを作成する必要性が高まり、2004年にザンビア政府は日本政府へと支援を要請した。これを受け、国際協力機構(JICA: Japan International Cooperation Agency)は2005年9月にプロジェクト形成基礎調査団、2006年1月に予備調査団を各々派遣し、調査内容に関してザンビア政府との協議を行い、本調査が実施されることになった。JICAは東京電力株式会社を本マスタープラン調査団に選定し、2006年5月より調査を開始した。

### 1.2. 調査目的

本調査の目的は、ザンビア国において体系的に地方電化を推進するため、2030年までの包括的な地方電化事業計画(マスタープラン)を策定するとともに、相手国政府自身によるマスタープランの更新及び事業計画の実現が可能となるよう、カウンターパートに対して技術移転を行うことである。策定されるマスタープランの主な内容は、以下の通りである。

#### (1) 2030年までの長期地方電化計画

- (a) 地方電化対象選定基準(クライテリア)の策定
- (b) 社会経済面及び技術面を総合的に勘案した電化候補地点の選定
- (c) 各電化候補地点への最適電化方法の選定
  - 送配電線の延伸
  - 再生可能エネルギー(マイクロ/ミニ水力発電、バイオマス等)の利用によるミニグリッドの構築
  - ソーラーホームシステム(SHS)による戸別電化
  - ディーゼル発電によるミニグリッドの構築
- (d) ケース・スタディ(Pre-F/S相当調査)の実施：5地点

#### (2) 長期地方電化計画実施のための財務計画

- (a) 資金調達方法の検討

- (b) 地方電化計画実施のための所要コストの算出(各フェーズ)
- (c) 地方電化プロジェクトの経済性の検証(EIRR/FIRR の算定)
- (3) 地方電化促進のための政策/施策提言
  - (a) 地方電化促進のための組織体制
  - (b) 地方電化基金の管理・運営方法
  - (c) 民間セクター(IPP、ESCO 等)参入促進のためのインセンティブ考案
  - (d) 支払い可能な初期接続費用と持続可能な月額電気料金の検討
  - (e) 電化による環境・社会面への影響緩和策
- (4) 包括的地方電化実施プログラムの作成
  - (a) 長期地方電化計画実施のためのプログラム作成
  - (b) 個別計画の実施優先順位付け
  - (c) 国際援助機関(国際協力銀行、世界銀行、アフリカ開発銀行等)との合意形成が可能な地方電化実施計画の策定

### 1.3. 調査内容

調査内容の詳細は、図 1-1に示すとおりである。また、本調査の業務指示書(英語版)を、Appendix-Aに添付する。

### 1.4. 調査団構成

本調査団の団員構成は、表 1-1のとおりである。

表 1-1 調査団のメンバー

No.	担当業務	氏 名	ザンビア側カウンター パート
1	総括/地方電化計画	小薮 仁	Charles Mulenga
2	副総括/電化政策、組織制度、経済財務分析	山下 智之	Arnold Simwaba
3	小水力発電地方電化計画	阿部 貴之	Nkusuwila Silomba
4	再生可能エネルギー地方電化計画	狩野 弦四朗	Mushimbwa Fred
5	送配電計画	北村 健一	Malama Chileshe
6	村落社会経済調査	飯田 康	Wankunda Siwakiwi Langiwe Chandi
7	環境社会影響調査	佐藤 泰東	Michael Mulasikwanda Mundu Mwila
8	GIS/データベース	由井原 篤	Aggrey Siuluta C.Kasango / B.Mukala
9	電力システム解析	中條 孝	William Sinkala
10	業務調整	松崎 理	Patrick Mubanga

### 1.5. 調査工程

本調査は 2006 年 5 月に開始し、2007 年 12 月に完了予定である。本調査は、図 1-2及び表 1-2に示すとおり、作業を 5 ステージに分けて実施する。

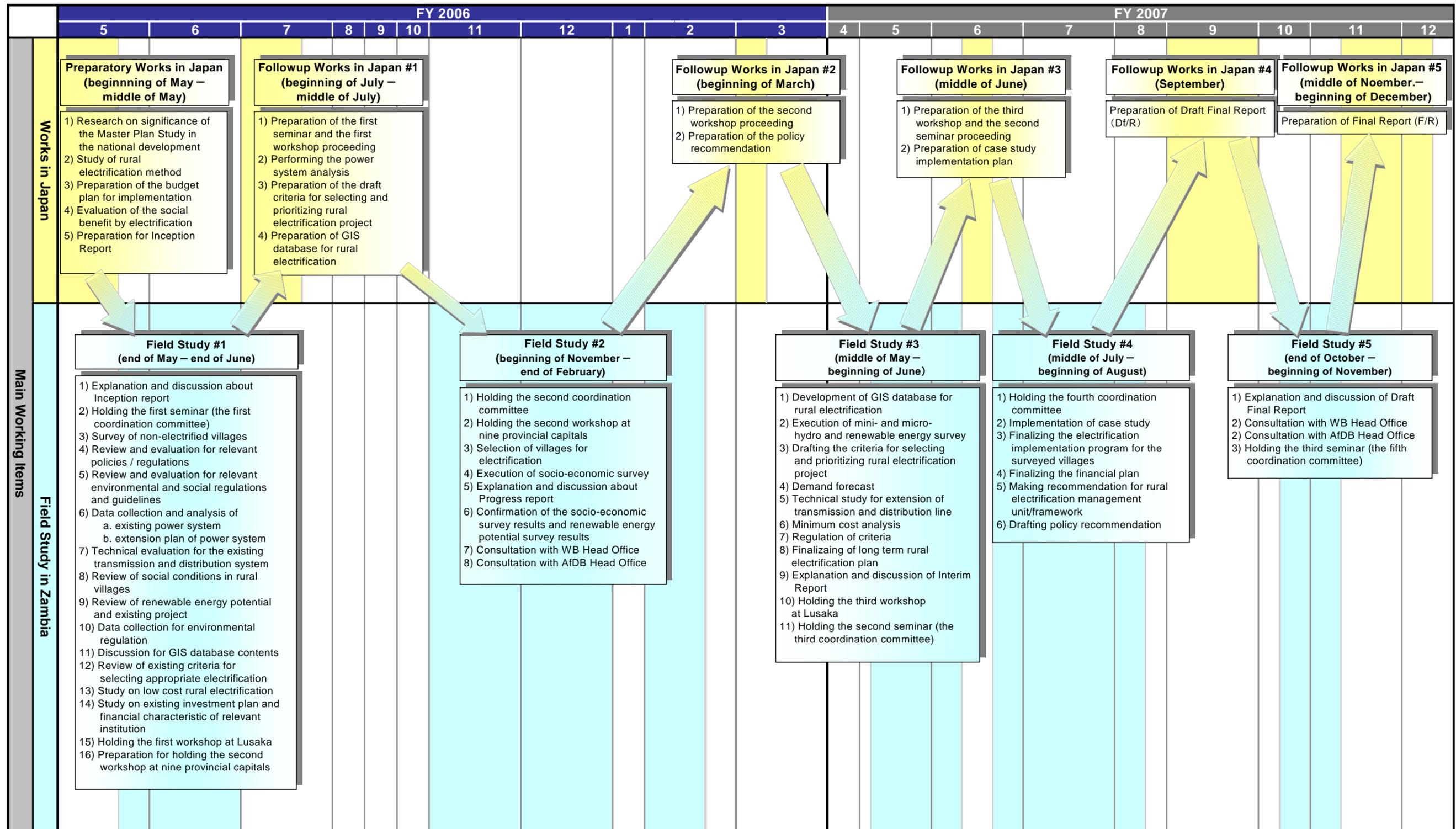


図 1-1 調査内容

## 第 2 章 社会一般状况

## 第 2 章 社会一般状況

### 2.1. 国 土

ザンビア国は 1964 年 10 月 24 日、英国植民地から独立した。南部アフリカ地域に属し、国有面積は 752,614km<sup>2</sup> である。ザンビア国は、北部でコンゴ民主主義共和国及びタンザニア、東部でマラウイ及びモザンビーク、南部でジンバブエ及びボツワナ、南西部でナミビア、西部でアンゴラと、総計 8 ヶ国と国境を接する内陸国である。

### 2.2. 行政組織・地域社会構造

首都ルサカが政庁所在地である。政府は中央と地方行政から成る。ザンビア地方行政の最高位が州であり、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 州から成る。図 2-1 に示すとおり、州は 72 の郡に細分される。郡は、さらに最小地方行政単位である区に分割される。2000 年の国勢調査時点で、1,286 区が存在している。

### 2.3. 人 口

国勢調査は、10 年に 1 度の割合で実施されてきている。総人口は 1980 年の 570 万人から、1990 年には 780 万人へと増加し、2000 年には 980 万人に達している。人口増加率は 1970 年から 79 年までが年間 3.1%、1980 年から 89 年までが年間 2.7%、1990 年から 99 年までが 2.4%と、緩やかな減少傾向にある。2000 年の国勢調査結果を基に人口を州毎で比較した場合、コッパーベルト州が最大の 1,581,221 人であり、総人口の 16.1%を占める。一方、北西部州が最小で、人口が 583,350 人、総人口の 5.9%である。1990 年代に高い年間人口増加率を記録したのは、ルサカ州の 3.4%、ルアプラ州の 3.2%、北部州の 3.1%である。最大人口を保有するコッパーベルト州の 1990 年代の年間人口増加率は 0.8%であり、全 9 州のうち最小である(表 2-1 参照)。中央統計局(Central Statistics Office)による 2005 年時点での人口推定では、総人口(約 1,140 万人)の 34.6%(390 万人)が都市部に、残りの 65.4%(750 万人)が地方部に居住している。ルサカ州とコッパーベルト州での都市部人口が最も多く、各々 82%、81%となっている。一方、都市部人口が最も少ないのが東部州で、僅か 9%である。都市部の人口は、2005 年の 390 万人から年率 1.75%で増加し、2025 年には 560 万人に達すると推定される。地方部人口の増加率は都市部よりも急激で、年率 3.34%が見込まれ、これにより 2005 年の 750 万人から 2025 年には 1,440 万人にまで増加する見通しである。ザンビアの総人口としては、2025 年までに年率 2.84%で増加し、2005 年の 1,140 万人から 2025 年には 2,000 万人にまで達すると推定される(図 2-2 参照)。人口密度は 1970 年の 5.4 人/km<sup>2</sup>から、1980 年に 7.5 人/km<sup>2</sup>、1990 年に 9.8 人/km<sup>2</sup>、2000 年に 13.0 人/km<sup>2</sup>へと増加している。人口密度は、州間で大きな開きがあり、2000 年時点で最も密度の高いルサカ州で 63.5 人/km<sup>2</sup>、最も密度の低い北西部州で 4.6 人/km<sup>2</sup>となっている(表 2-1 及び図 2-3 参照)。



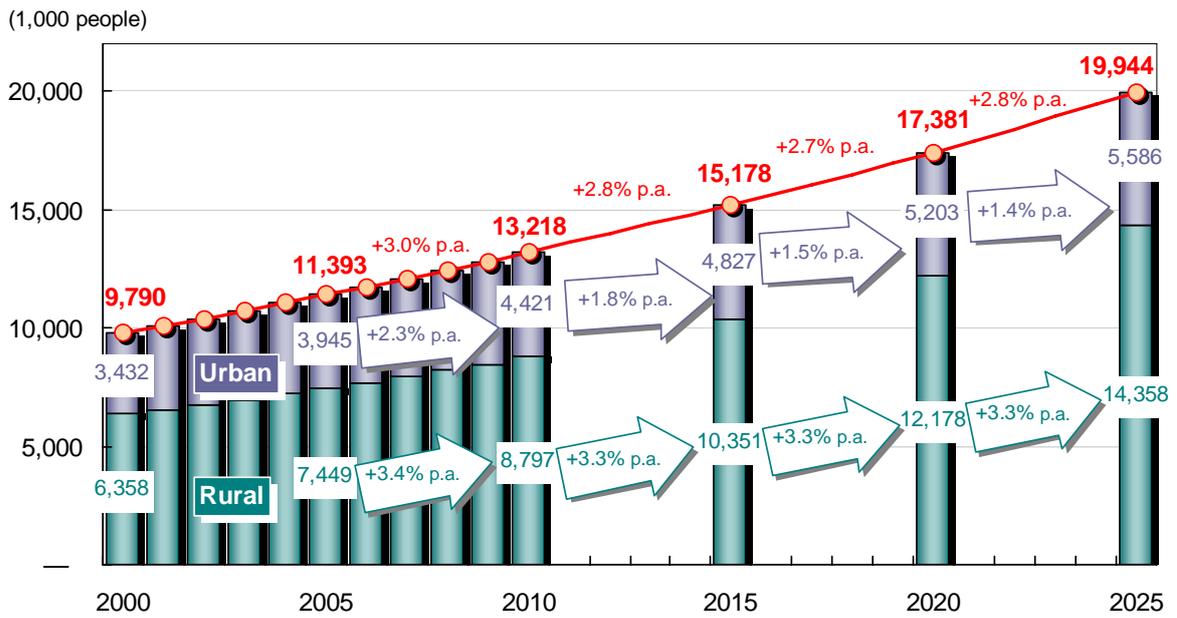
出所: JICA Zambia Office Web Site  
 (<http://www.jica.go.jp/zambia/activities/haichi.html>)

図 2-1 ザンビア国 9 州・72 郡

表 2-1 人口・面積・人口密度・人口増加率(2000 年国勢調査)

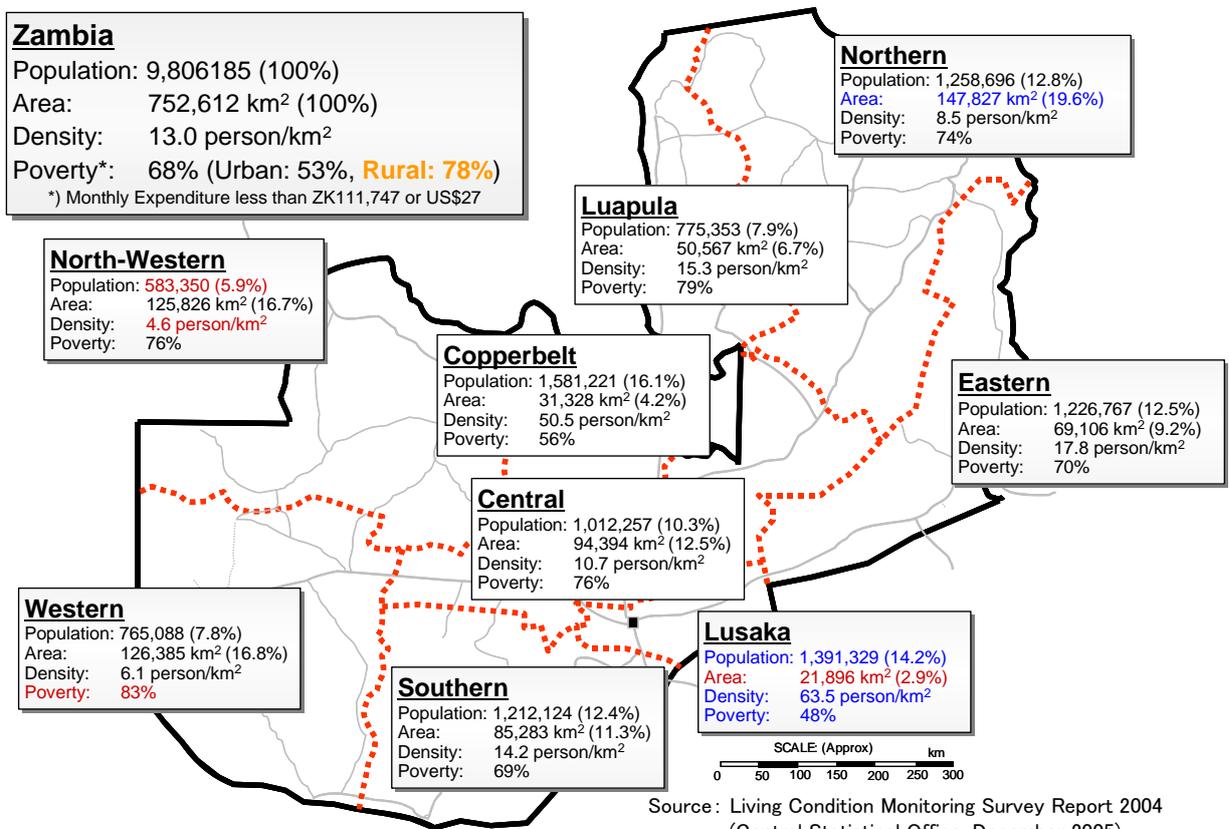
	Population (% of total population) 2000	Population Density [person/km <sup>2</sup> ] 2000	Annual Growth Rate [%] 1990 - 2000	Area [km <sup>2</sup> ]
<b>Zambia</b>	<b>9,806,185 (100.0%)</b>	<b>13.0</b>	<b>2.4%</b>	<b>752,612</b>
<i>Central</i>	1,012,257 (10.3%)	10.7	2.7%	94,394
<i>Copperbelt</i>	1,581,221 (16.1%)	50.5	0.8%	31,328
<i>Eastern</i>	1,226,767 (12.5%)	17.8	2.0%	69,106
<i>Luapula</i>	775,353 (7.9%)	15.3	3.2%	50,567
<i>Lusaka</i>	1,391,329 (14.2%)	63.5	3.4%	21,896
<i>Northern</i>	1,258,696 (12.8%)	8.5	3.1%	147,827
<i>North-Western</i>	583,350 (5.9%)	4.6	2.9%	125,826
<i>Southern</i>	1,212,124 (12.4%)	14.2	2.3%	85,283
<i>Western</i>	765,088 (7.8%)	6.1	1.8%	126,385

出所: Summary Report 2000 Census of Population and Housing  
 (Central Statistical Office, November 2003)



Source: Central Statistics Office "Population Projections Report", November 2003

图 2-2 将来人口見通し (2000 年-2025 年)



Source: Living Condition Monitoring Survey Report 2004 (Central Statistical Office, December 2005)

图 2-3 各州人口・面積・人口密度

## 2.4. 民族・言語・宗教

民族分類上、ザンビア人の大多数がアフリカ民族に属し、73 部族に細分される。少数民族としては、植民地時代以降に移住してきたヨーロッパ民族などが挙げられる。

部族は各々が独自の土語で日常会話を行うが、ザンビア国全体としては英語を公式言語としており、大半の都市部居住者は流暢な英語を話すことができる。地方部では、日常会話は 7 種類に大別される土語(Bemba, Kaonde, Lozi, Lunda, Luvale, Nyanja, Tonga)で行われている。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。

宗教については、ローマ・カソリック系キリスト教徒の割合が高い。一方、地方部では、種々の伝統的宗教が信仰されている。

## 2.5. 出生率・死亡率・平均寿命

表 2-2に出産率・粗出生率・乳児死亡率・平均寿命の統計を示す。出産率(TFR: Total Fertility Rate)は、女性 1 人が閉経(50 歳と想定)までに産する子供数を表したものであり、2004 年時点での出生率 5.8 である。出産率は、都市部(4.5)よりも地方部(6.6)が高く、このことが地方部から都市部への移住傾向があるにもかかわらず、地方部での人口増加率が都市部よりも高い主要因と考えられる。9 州別に見ると、ルアプラ州での出産率が 7.0 と最も多く、ルサカ州が 4.3 で最も少ない。

表 2-2 出産率・粗出生率・乳児死亡率・平均寿命

Area / Sex / Province	TFR		CBR		IMR		LEB	
	2000	2004	2000	2004	2000	2004	2000	2004
<b>Zambia Total</b>	<b>6.0</b>	<b>5.8</b>	—	<b>44.2</b>	<b>110</b>	<b>83</b>	<b>50.0</b>	<b>52.4</b>
Rural	6.7	6.6	—	47.1	117	91	48.0	50.5
Urban	4.9	4.5	—	39.3	91	75	54.0	50.0
Male	—	—	—	—	—	—	48.0	52.3
Female	—	—	—	—	—	—	52.0	52.6
Central	6.1	6.0	—	44.6	100	70	52.0	55.0
Copperbelt	5.2	4.8	—	39.3	91	63	54.0	57.6
Eastern	6.7	6.6	—	46.7	129	100	46.0	47.0
Luapula	7.1	7.0	—	46.9	132	108	45.0	47.5
Lusaka	4.6	4.3	—	37.6	88	67	54.0	54.1
Northern	7.0	6.7	—	48.4	130	100	46.0	45.5
North-Western	6.6	6.4	—	46.1	83	74	56.0	55.6
Southern	6.3	6.1	—	45.2	93	79	53.0	51.6
Western	5.9	5.9	—	44.3	140	104	44.0	48.2

出所: Selected Socio-Economic Indicators 2003-2004

(Central Statistical Office, November 2003)

粗出生率(CBR: Crude Birth Rate)は、国勢調査実施前 12 ヶ月間の人口 1,000 人に対する出生数として定義される。粗出生率は、都市部で 39.3、地方部で 47.1 であり、全国平均粗出生率は 44.2 である。州別では、ルサカ州が最も低い 37.6 であり、次いでコッパーベルト州の 39.3 である。一方、粗出生率が高いのは、北部州で 48.4 である。

乳児死亡率(IMR: Infant Mortality Rate)は、出生 1,000 人あたりの 1 歳以下死亡数として定義される。乳児死亡率は都市部 (2000 年 : 91、2004 年 : 75)よりも地方部(2000 年 : 117、2004 年 : 91)で高くなっている。州別では、ルアブラ州が 2000 年に 132、2004 年に 108 と最も高く、最も低いのは 2000 年が北西部州の 83、2004 年がルサカ州の 67 となっている。2000 年と比較して、2004 年時点での乳児死亡率は全ての州で改善されている。

平均寿命(LEB: Life Expectancy at Birth)は、当該時点で産まれた新生児が一般的な生存条件の下で何年生きることが見込まれるかを表したものである。2004 年時点での平均寿命は、2000 年の 50.0 歳から 2.4 歳伸びて、52.4 歳となっている。2000 年時点では、都市部の平均寿命(54.0 歳)が地方部(48.0 歳)よりも長いとの結果が得られているが、2004 年時点では両者に差は見られなくなっている(都市部 : 50.0 歳、地方部 : 50.5 歳)。同様に、男女間の平均寿命も、2000 年時点では女性の方(52.0 歳)が男性(48.0 歳)よりも長いとの結果であったが、2004 年には顕著な差は見られなくなっている(女性 : 52.6 歳、男性 52.3 歳)。州別では、コッパーベルト州の平均寿命(57.6 歳)が最長で、北部州(45.5 歳)が最短となっている。

### 2.6. 教育・識字率

ザンビア国民の大部分は、未だ教育水準が低く識字率も低い。表 2-3に示すとおり、5 歳以上人口の識字率は 2000 年時点で 55.3%であり、1990 年から改善が見られない。識字率については都市部と地方部で顕著な差が見られ、2004 年時点で都市部が 73.5%であるのに対して、地方部では 45.0%である。

郡別の識字率を、図 2-4に示す。都市部に分類されるコッパーベルト州内の全郡、ルサカ郡、リビングストン郡、及びカブエ郡は、高い識字率(72%以上)を示している。一方、東部州の識字率は 9 州中最低であり、州内全郡で低い(大半で 41%以下)。更に、1990 年と 2000 年のデータを比較してみると、識字率の地域間格差が広がっていることが判る。各州とも都市部ではこの 10 年間で多かれ少なかれ識字率の向上が見られるのに対し、地方部ではルサカ州を除きあまり改善が見られないばかりか、識字率が低下している州もある。この様に、識字率に関しても、都市部よりも地方部で問題が生じていると言える。識字率は、男女間でも顕著な差が認められる。2004 年時点で男性の識字率が 61.1%であるのに対して、女性は 49.8%に過ぎず、1990 年から 2000 年の 10 年間でも、一部の例外(西部州)を除いて状況は改善されていない。

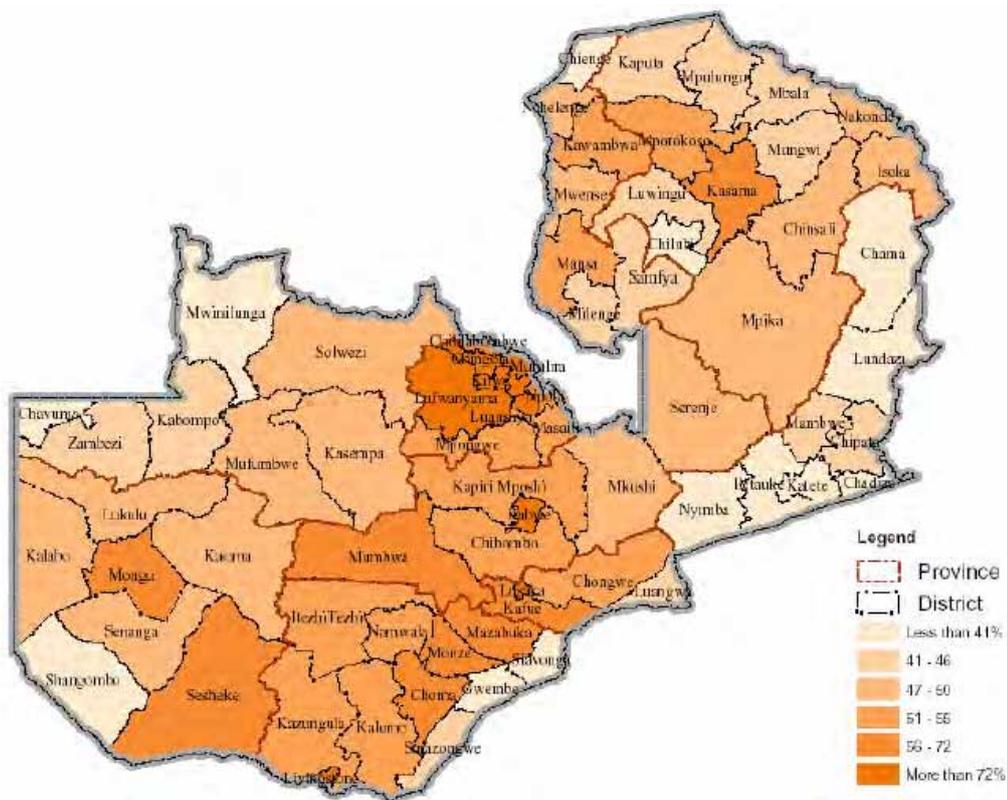
表 2-4にザンビアの教育水準を示す。ザンビアでは、5 歳以上人口のうち 27.2%が正式な教育を全く受けておらず、4 年以下の下級初等教育(Lower Primary)のみが 25.9%、5~7 年の上級初等教育(Upper Primary)が 24.5%、8~9 年の中等教育(Junior Secondary)が 10.7%、10~12 年の高等教育(Senior Secondary)が 9.0%である。僅か 1.2%が成績上位者として高等教育を卒業し(Grade 12 Graduate Certificate with A level)、1.5%しか学士以上(Bachelors Degree and Above)を修めていない。

男女間での差違も認められ、男性の 24.6%に対して女性の 29.7%が正式な教育を全く受けたことが無く、中等教育以上を修めている割合は女性よりも男性が多い。地域間格差もあり、おおよそ 40%の都市部住居者が中等教育以上を受けているのに対して、地方部住居者は僅かに 13%である。

表 2-3 識字率(5 歳以上の人口に占める比率)

Province	1990					2000				
	Total	Rural	Urban	Male	Female	Total	Rural	Urban	Male	Female
<b>Zambia Total</b>	<b>55.3%</b>	44.7%	71.5%	61.6%	49.2%	<b>55.3%</b>	45.0%	73.5%	61.1%	49.8%
Central	<b>56.2%</b>	50.3%	70.0%	61.8%	50.6%	<b>55.8%</b>	50.4%	71.8%	60.8%	50.9%
Copperbelt	<b>69.9%</b>	53.4%	72.7%	74.2%	65.4%	<b>70.5%</b>	52.6%	75.3%	74.3%	66.8%
Eastern	<b>37.7%</b>	34.9%	65.8%	45.8%	30.8%	<b>37.9%</b>	35.0%	67.1%	45.5%	30.8%
Luapula	<b>49.4%</b>	46.5%	64.9%	56.9%	42.4%	<b>48.4%</b>	45.3%	68.2%	56.0%	41.2%
Lusaka	<b>68.6%</b>	50.3%	72.0%	73.5%	63.6%	<b>70.1%</b>	55.0%	73.3%	74.7%	65.5%
Northern	<b>47.5%</b>	44.2%	67.3%	55.5%	40.1%	<b>47.0%</b>	43.3%	68.7%	55.3%	39.3%
North-Western	<b>42.4%</b>	38.3%	66.4%	50.4%	35.1%	<b>43.4%</b>	40.1%	67.0%	50.5%	36.6%
Southern	<b>56.5%</b>	51.4%	72.5%	61.1%	52.1%	<b>56.2%</b>	50.5%	76.0%	60.2%	52.3%
Western	<b>48.1%</b>	44.9%	69.3%	54.2%	42.9%	<b>50.6%</b>	46.7%	77.9%	55.3%	46.4%

出所: 2000 Census Analytical Report  
(Central Statistical Office, October 2004)



出所: Census Atlas 2000

図 2-4 各郡の識字率

表 2-4 最終学歴分布

Area	Highest Level of Education							Total
	None	Lower Primary (1 - 4)	Upper Primary (5 - 7)	Junior Secondary (8 - 9)	Senior Secondary (10 - 12)	Grade 12 GCE (A) / Collage / Undergraduate	Bachelors Degree and Above	
<b>Zambia Total</b>	<b>27.2%</b>	<b>25.9%</b>	<b>24.5%</b>	<b>10.7%</b>	<b>9.0%</b>	<b>1.2%</b>	<b>1.5%</b>	<b>100.0%</b>
Male	24.6%	25.1%	24.3%	11.3%	11.5%	1.3%	1.9%	100.0%
Female	29.7%	26.7%	24.8%	10.1%	6.5%	1.0%	1.2%	100.0%
<b>Rural</b>	<b>33.0%</b>	<b>29.6%</b>	<b>25.0%</b>	<b>7.6%</b>	<b>3.8%</b>	<b>0.5%</b>	<b>0.5%</b>	<b>100.0%</b>
Male	29.4%	29.0%	26.1%	8.8%	5.4%	0.6%	0.7%	100.0%
Female	36.4%	30.1%	24.0%	6.3%	2.5%	0.4%	0.3%	100.0%
<b>Urban</b>	<b>16.9%</b>	<b>19.5%</b>	<b>23.7%</b>	<b>16.2%</b>	<b>18.0%</b>	<b>2.4%</b>	<b>3.3%</b>	<b>100.0%</b>
Male	16.1%	18.1%	21.0%	15.6%	22.4%	2.6%	4.2%	100.0%
Female	17.7%	20.8%	26.3%	16.7%	13.7%	2.2%	2.6%	100.0%

出所: Selected Socio-Economic Indicators 2003-2004  
(Central Statistical Office, January 2006)

## 2.7. 生活水準・貧困状況

ザンビアでは、貧困ラインは食物エネルギー摂取法(FEI: Food-Energy Intake Approach)によって設定されている。この方法は、一般的な身体機能維持のため 1 人 1 日に最低必要とされている 2,094 カロリーを摂取するのに要する金額をもって、貧困ラインと定めるものである。収入全額を食料に消費しても、この最低摂取量を賄えない人々を「重貧困層(Extremely Poverty)」とする。即ち、2004 年時点の物価水準で、大人一人あたり毎月 78,223 クワッチャ以下しか捻出できない家庭を、重貧困と捉える。この最低摂取量分の食料は賄えるが、最低限必要とされる非食料品目(医療費、居住費、教育費等)様費用を加えた、大人一人あたり毎月 111,747 クワッチャまでは賄えない人々を「貧困層(Moderately Poor)」と位置付ける。1991 年から 2004 年までの「重貧困層」及び「貧困層」基準の変遷を、表 2-5に示す。「貧困層」に設定された基準額以上を支払える人々は、「非貧困層(Non Poor)」に分類される。

表 2-5 貧困ライン(貧困層・重貧困層)

Year	1991	1993	1996	1998	2002	2004
Extremely Poor	961	5,910	20,181	32,861	64,530	78,223
Moderately Poor	1,380	8,480	28,979	47,187	92,185	111,747

出所: Living Conditions Monitoring Survey Report 2004 (Central Statistical Office, December 2006)

1991 年から 2004 年までの重貧困及び貧困層の人口比率変遷を、表 2-6 に示す。1990 年代の干ばつや主要輸出品目である銅製品の価格低下による景気後退から脱却した近年、貧困比率も改善が見られ、1998 年の 73% から 2004 年には 68% へと低減している。地方部では、1990 年代前半には貧困比率が増える傾向にあったが、2004 年には 78% となり、1991 年の 88% から顕著な低減が見られる。都市部では、1991 年から 1998 にかけて貧困比率が 49% から 56% へと増えたが、2000 年以降の景気回復もあり、2004 年時点では 53% まで回復している。地方部での貧困比率改善と都市部での上昇は、地方部の貧困層が収入を求めて都市部及び周辺部への流入していることにも起因していると考えられる。

1993 年から 1998 年にかけては、貧困比率のかなりの上昇がコッパーベルト州(49% から 65%) やルサカ州(39% から 53%) で見られる一方で、東部州(91% から 79%)、北西部州(88% から 77%)、及び南部州(87% から 75%) では貧困比率が低減している。なお、1998 年から 2004 年にかけては、全ての州で貧困比率は改善している。

2004 年時点での貧困と家屋特性の関係を、表 2-7 に示す。女性が家長の家屋の場合 71% が貧困層以下であり、男性が家長の場合の 66% と比較して高い値を示している。また、女性家長家屋の 57%、男性家長家屋の 51% が重貧困層である。家長の年齢が高いほど、貧困層以下の比率が高く、特に重貧困層に入る割合が大きい。

家長の教育水準と貧困状況にも、強い相関が見られる。家長が教育を受けていない場合、家屋が貧困層以下である比率は 81% と高く、そのうちの 70% が重貧困層である。一方、大学卒以上の教育を家長が受けている場合、家屋が貧困層以下の割合は 30% であり、そのうち重貧困層に入るのは 16% である。

また、家族数が多くなるほど、貧困状況も悪くなる。一人暮らしの場合、貧困層以下の割合は 32% であるが、家族が 6 名以上の家屋の場合、73% が貧困層以下の生活を強いられている。特に、家族数と重貧困層の割合の関係は、顕著である。

表 2-6 貧困比率の変遷(1991年-2004年)

		1991	1993	1996	1998	2004	
<b>Zambia Total</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>70%</b>	<b>74%</b>	<b>69%</b>	<b>73%</b>	<b>68%</b>	
	Extremely Poor	58%	61%	53%	58%	53%	
	Moderately Poor	12%	13%	16%	15%	15%	
<b>Rural / Urban</b>	<b>Rural</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>88%</b>	<b>92%</b>	<b>82%</b>	<b>83%</b>	<b>78%</b>
		Extremely Poor	81%	84%	68%	71%	65%
		Moderately Poor	7%	8%	14%	12%	13%
	<b>Urban</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>49%</b>	<b>45%</b>	<b>46%</b>	<b>56%</b>	<b>53%</b>
		Extremely Poor	32%	24%	27%	36%	34%
		Moderately Poor	17%	21%	19%	20%	19%
<b>Provinces</b>	<b>Central</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>70%</b>	<b>81%</b>	<b>74%</b>	<b>77%</b>	<b>76%</b>
		Extremely Poor	56%	71%	59%	63%	63%
		Moderately Poor	14%	10%	15%	14%	13%
	<b>Copperbelt</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>61%</b>	<b>49%</b>	<b>56%</b>	<b>65%</b>	<b>56%</b>
		Extremely Poor	44%	28%	33%	47%	38%
		Moderately Poor	17%	21%	23%	18%	18%
	<b>Eastern</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>85%</b>	<b>91%</b>	<b>82%</b>	<b>79%</b>	<b>70%</b>
		Extremely Poor	76%	81%	70%	66%	57%
		Moderately Poor	9%	10%	12%	13%	13%
	<b>Luapula</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>84%</b>	<b>88%</b>	<b>78%</b>	<b>82%</b>	<b>79%</b>
		Extremely Poor	73%	79%	64%	69%	64%
		Moderately Poor	11%	9%	14%	13%	15%
	<b>Lusaka</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>31%</b>	<b>39%</b>	<b>38%</b>	<b>53%</b>	<b>48%</b>
		Extremely Poor	19%	24%	22%	35%	29%
		Moderately Poor	12%	15%	16%	18%	19%
	<b>Northern</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>84%</b>	<b>86%</b>	<b>84%</b>	<b>81%</b>	<b>74%</b>
		Extremely Poor	76%	72%	69%	66%	60%
		Moderately Poor	8%	14%	15%	15%	14%
	<b>North-Western</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>75%</b>	<b>88%</b>	<b>80%</b>	<b>77%</b>	<b>76%</b>
		Extremely Poor	65%	76%	65%	64%	61%
		Moderately Poor	10%	12%	15%	13%	15%
	<b>Southern</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>79%</b>	<b>87%</b>	<b>76%</b>	<b>75%</b>	<b>69%</b>
		Extremely Poor	69%	76%	59%	59%	54%
		Moderately Poor	10%	11%	17%	16%	15%
<b>Western</b>	<b>Poverty Ratio</b>	<b>84%</b>	<b>91%</b>	<b>84%</b>	<b>89%</b>	<b>83%</b>	
	Extremely Poor	76%	84%	74%	78%	73%	
	Moderately Poor	8%	7%	10%	11%	10%	

出所: Living Conditions Monitoring Survey Report 2004  
(Central Statistical Office, December 2006)

表 2-7 家屋特性と貧困比率(2004 年時点)

	Poverty Status				Total Population
	Poor			Non Poor	
	Extremely	Moderately	Total		
<b>Zambia Total</b>	53%	15%	68%	32%	10,898,614
<b>Rural/Urban</b>					
Rural	65%	13%	78%	22%	6,632,709
Urban	34%	18%	53%	47%	4,265,905
<b>Sex of Household Head</b>					
Male	51%	15%	66%	34%	8,815,110
Female	57%	14%	71%	29%	2,106,981
<b>Age of Household Head</b>					
12 – 19	23%	42%	65%	35%	27,716
20 – 29	43%	16%	59%	41%	1,604,459
30 – 59	52%	15%	67%	33%	7,860,620
60 +	66%	12%	78%	22%	1,429,296
<b>Education of Household Head</b>					
None	70%	11%	81%	19%	1,185,678
Primary School	63%	14%	77%	23%	4,781,457
Secondary	43%	17%	60%	40%	4,108,386
Tertiary	16%	14%	30%	70%	846,570
<b>Household Size</b>					
1	22%	10%	32%	68%	112,910
2 - 3	34%	17%	51%	49%	1,280,614
4 - 5	48%	16%	64%	36%	2,914,579
6 +	59%	14%	73%	27%	6,613,988
<b>Province</b>					
Central	63%	12%	76%	24%	1,130,372
Copperbelt	38%	18%	56%	44%	1,650,981
Eastern	57%	13%	70%	30%	1,507,974
Luapula	64%	15%	79%	21%	859,170
Lusaka	29%	19%	48%	52%	1,526,381
Northern	60%	14%	74%	26%	1,400,650
North-Western	61%	15%	76%	24%	649,414
Southern	54%	14%	69%	31%	1,352,699
Western	73%	10%	83%	17%	820,973

出所: Living Conditions Monitoring Survey Report 2004  
(Central Statistical Office, December 2006)

## 第3章 電力セクターの現状

## 第 3 章 電力セクターの現状

### 3.1. 政策・組織

#### 3.1.1. 地方電化の歴史と政策の変遷

ザンビアでの地方電化の歴史は、古くは植民地時代、地方部の欧州人農場への配電線延伸から始まる。1964 年のザンビア独立以来、電化事業は郡都(BOMA/District Administrative Centre)への電力供給を優先して実施されてきた。その結果、近年新たに制定された郡都を除き、ほぼ全ての郡都への配電線延伸、ないしはマイクロ水力もしくはディーゼル発電による独立グリッドでの電化が完了している。

一方、家屋電化に関しては、大きな資本投資に対して僅かな資金回収しか出来ないことから、特に地方部で進んでいない。これは、僅かな電力消費しか期待できない小規模家屋が国土全体に散在しており、配電線の長距離延伸に要する費用を回収しきれないといったザンビアの住居特性に起因している。この電化事業の経済性の悪さを軽減するため、ザンビア政府は地方電化事業に対して資本支援を行っている。

ザンビア政府による地方電化プロジェクト資金支援は、1980 年代に開始された。しかしながら、経済性の悪い多くの地方電化プロジェクトに対して限られた政府資金が投入された結果、着手はされたもののほとんどのプロジェクトが不十分な資金のため完遂できず、途中で放置されると言った事態に陥った。

地方電化を推進して地方部開発の基盤を固めるため、ザンビア政府は 1994 年 1 月に国家エネルギー政策(NEP: National Energy Policy)を制定し、電力販売価格への 3.45%賦課を財源とする地方電化基金(REF: Rural Electrification Fund)を設けた。この地方電化基金の活用に対して、エネルギー・水資源開発省(MEWD: Ministry of Energy and Water Development)が責任を負うこととなった。

1995 年 1 月、エネルギー・水資源開発省は「地方電化プロジェクト選定ガイドライン」(Guidelines on Selecting of Rural Electrification Projects for Funding by Government)を制定し、州計画局から申請された地方電化基金を活用した電化候補地点に対する採択/選定手順を明確にした。選定基準は、2 段階に大別出来る。まず第 1 段選定基準は、電化候補地点の 1)経済的側面、2)地域配分、及び 3)社会的側面から成る。「経済的側面」は、農業開発の可能性や商工業の発展性により評価される。「地域配分」では、全土で均等に電化事業が実施できることに主眼が置かれる。また、「社会的側面」では、病院・クリニック・ヘルスセンター・学校・コミュニティーセンターと言った公共施設への電化を重視している。第 2 段選定基準には、4)技術的側面と 5)資本の一部投資及び屋内配線に対する支払い意志が挙げられている。「技術的側面」は、配電線延伸、マイクロ水力、太陽光、ディーゼル発電と言った電化手法の中から、最適なものを選定する基準である。最後の「資本の一部投資及び屋内配線に対する支払い意志」は、地方電化事業を実施しても誰も電気を利用しないとされた事態を避けるために考慮される。よって、

地方電化プロジェクトに要する資本の一部を負担し、屋内配線に対しても現実的な支払い意欲額を示した候補地点に対して、優先度が与えられる仕組みである。これら 5 項目の選定基準に対して各々スコアを付け、合計点の高い電化候補地点から順に実施していくシステムが構築された。

この様に 1990 年代半ばには地方電化基金が制定され、地方電化プロジェクト選定基準も設定されたが、地方電化事業が期待どおりには推進されることは無かった。まず、地方電化基金は地方電化プロジェクト実施のための特殊財源として徴収されてきたが、その大部分が政府の一般財源にまわされていた。加えて、地方電化プロジェクトの選定基準が遵守されていないのではないかと、との指摘も多く出された。

このような状況を改善するため、地方電化基金を独立して管理・運営する主体として、地方電化庁(REA: Rural Electrification Authority)が、エネルギー・水資源開発省の下部組織として 2004 年に設立された。地方電化庁の主要業務は、地方電化事業年度計画立案、地方電化基金を活用したプロジェクトの認可、プロジェクト進捗の管理、及び技術基準に基づく施工品質の管理であり、これらを通じて地方電化基金を効率的に活用した地方電化推進を行うことである。加えて、地方電化庁は国際協力機構(JICA: Japan International Cooperation Agency)の支援のもと、2030 年までの地方電化マスタープランを作成する。

#### 3.1.2. 電力セクター主要組織

エネルギー行政及び政策立案に関する総合的な責任は、エネルギー・水資源開発省(MEWD)配下のエネルギー局(DoE: Department of Energy)が担っている。エネルギー・水資源開発省及びエネルギー局の組織図は、図 3-1に示すとおりである。

地方電化庁は、2003 年に公布された地方電化法(Rural Electrification Act)第 20 条により、エネルギー・水資源開発省の下部組織として設立された。地方電化庁の職務は、以下のとおりである。

- 地方電化基金の管理・運営
- 計画性のある地方電化を推進するためのマスタープランの作成、実行、更新
- 地方部での農業、鉱工業、経済活動発展のための、再生可能エネルギー技術活用による電化促進
- ザンビア国内外での地方電化援助機関からの資金調達調整
- 地方電化案件実施に際する請負業者、事業開発者への競争入札機会の提供、及び定期的なプロジェクト進捗に関する情報提供
- 競争原理に基づく、地方部開発に寄与する電力事業資本への補助金の計画及び提供
- 利害関係者と共同での、地方電化事業運営メカニズムの開発
- 地方電化庁によって制定・認可されたガイドラインに準拠した、地方電化プロジェクトの準備調査に関わる費用の提供
- 地方電化推進のためのザンビア政府への提言
- 地方電化法で定める責務遂行に付随する諸々活動の実施

地方電化庁の組織計画図は、図 3-2に示すとおりである。2004 年の設立以来、REAは理事会(Board of Directors)以下、数名の実働メンバーしか配属されておらず、提案されていたポストの半分以上が空席となっていたが、2007 年 4 月に新たにスタッフを採用したことにより、現時点では広報マネージャー(Manager Public Relations)を除く全ての陣容を揃っている。

1995 年の法令により制定されたエネルギー規制局(ERB: Energy Regulation Board)は、発電業務への認可、送配電線事業に関する規制、電力料金(特に小売り)に関する規制、及びこれらに関わる争議の調停役を責務とする。現在、ERB には、法律(議長)、電気技術(副議長)、公共セクター経営、エネルギー水資源開発、民間セクター経営(2 名)、会計の実務経験を有する 7 人のメンバーが任命されている。

ZESCO (旧名はザンビア電力供給公社Zambia Electricity Supply Corporation Limited)は、発電、送電、及び配電業務を垂直統合した公益電力会社である。ZESCOの組織図を、図 3-3に示す。ZESCOは、全国規模の発・送・配電設備ばかりではなく、小規模水力やディーゼル発電を供給源とする独立グリッドも含めて、ザンビア国内の大半の電力設備を保有している。ZESCOは業績改善を図るべく公社から株式会社への事業形態転換を行ってもものの、引き続きザンビア政府がZESCO株式を 100%保有している。ZESCOは国内電力供給量の約半分をコッパーベルト・エネルギー会社(Copperbelt Energy Corporation)に卸売りしており、残りの電力を独自の送配電網を通じて小売りしている。

コッパーベルトエネルギー会社(CEC: Copperbelt Energy Corporation)は、コッパーベルト州内に小規模火力発電所(ガス)、220kV 及び 60kV 送電設備、及び配電設備を保有する民間電力会社である。コッパーベルトエネルギー会社は、かつては国策会社である ZCCM(ザンビア鉱業合同会社 Zambia Consolidated Copper Mines)の一部門であったが、1997 年 11 月に民間企業として独立した。66kV 以上で受電しているコッパーベルト州内の大半の鉱山及び工場は CEC の顧客として電力を供給しているが、CEC の供給エリア内の小規模な顧客については、ZESCO が最終供給者として責任を負っている。

ルンセンファ水力発電会社(Lunsemfwa Hydropower Company Plc)は民間の独立系発電事業者(IPP: Independent Power Producer)であり、Mulungushi 水力発電所と Lunsemfwa 水力発電所の 2 箇所総計で 38MW の発電容量を保有している。筆頭株主は南アフリカの電力会社 ESCOM で、発行済み株式の 51%を保有している。

ZESCO の送配電網が行き届かない地方部では、小規模な独立系発電事業者や NGO(Non-Governmental Organization)が、小規模水力発電所やディーゼル発電所を電源とした独立ミニグリッドで電力を供給している。また東部州には、国際援助機関により設立されたエネルギーサービス会社(ESCO: Energy Service Company)が 3 社存在する。エネルギーサービス会社は、太陽光発電設備(SHS: Solar Home System)を家庭向けに貸し出し、月極の電力料金を徴収しながらメンテナンス業務などを提供している。

ザンビア国での全体的な電力セクター構造は、図 3-4に示すとおりである。

### 3.1.3. 地方電化関連法令

ザンビア国での、地方電化に関する主要な法令は以下の 3 つである。

- 電力法(Electrification Act) : 1995 年 4 月制定、2003 年 12 月改訂  
電力法は、発電、送電、配電及び電力供給事業を規制するために制定された。ZESCO 民営化指示に伴い、2003 年に改訂済みである。
- エネルギー規制法(Energy Regulation Act) : 1995 年 4 月制定  
エネルギー規制法は、エネルギー規制局の創設と機能・責務の明確化、発電事業及び燃料生産・取り扱い業務に対する認可管理を目的に制定された。
- 地方電化法(Rural Electrification Act) : 2003 年 12 月制定  
地方電化法は、地方電化庁との設立とその機能の明確化、及び地方電化基金を再定義するために制定された。

### 3.1.4. 再生可能エネルギー関連政策

現在、ザンビア国内の総エネルギー消費量の 80%が薪及び木炭によって賄われている。環境保護の観点から、ザンビア政府は木材燃料の効率的活用と、石炭の消費量を 2010 年までに 400,000 トン削減することを促進している。石油の国内消費を 100%輸入に依存するザンビア国は、再生可能エネルギー源の活用を重視している。国家エネルギー計画(NEP: National Energy Policy)での再生可能エネルギー政策は以下のとおりである。

- 再生可能エネルギー技術の振興
- 広域にわたる再生可能エネルギー技術適用の奨励
- 再生可能エネルギー利用に関する情報の流布
- 再生可能エネルギーに関する教育、研究、トレーニングの促進

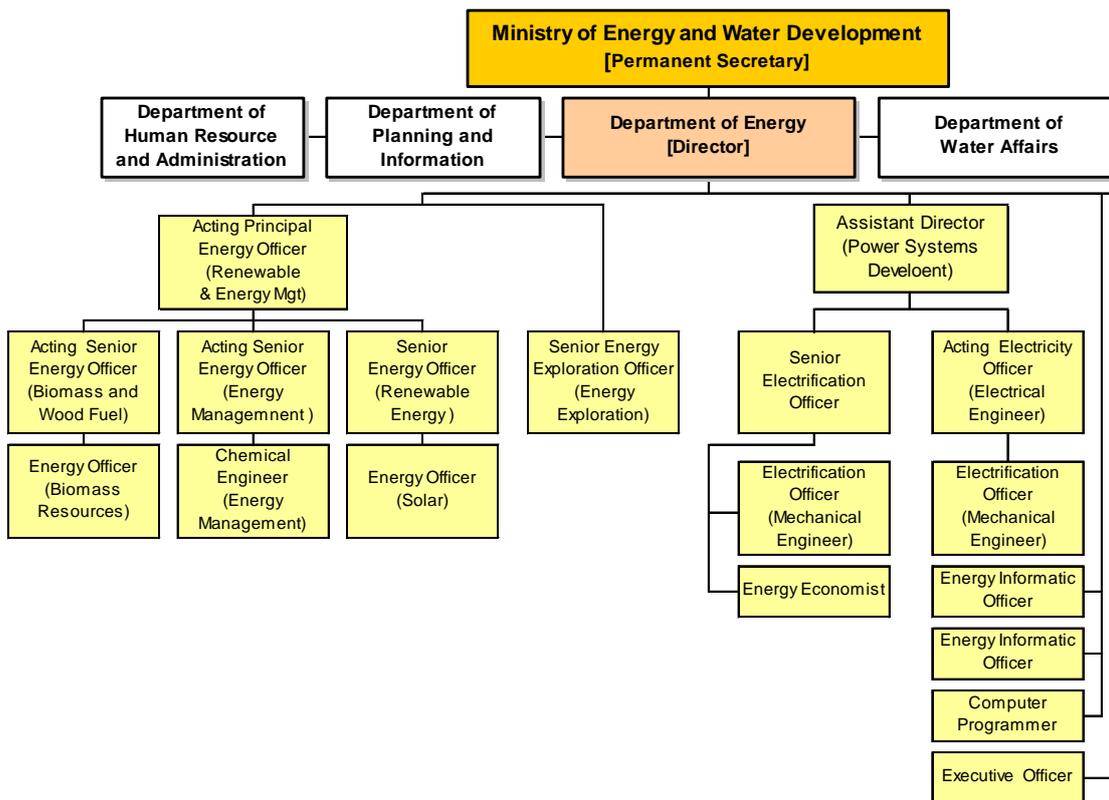


図 3-1 エネルギー・水資源開発省及びエネルギー局組織図

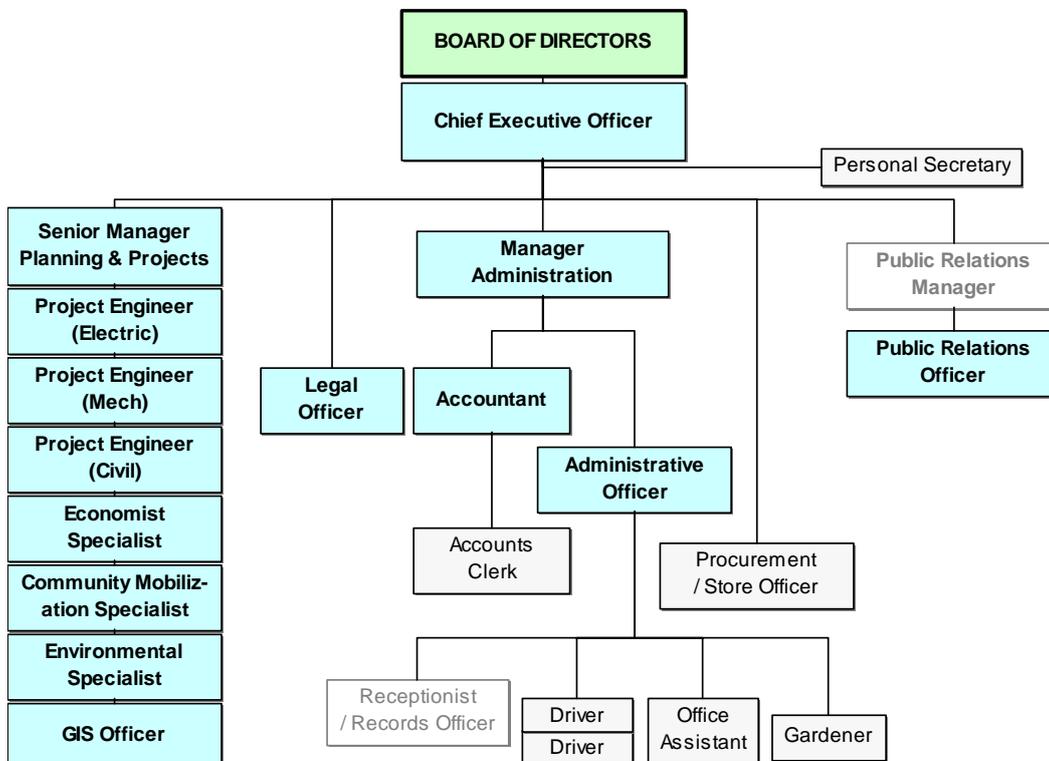


図 3-2 地方電化庁組織計画図

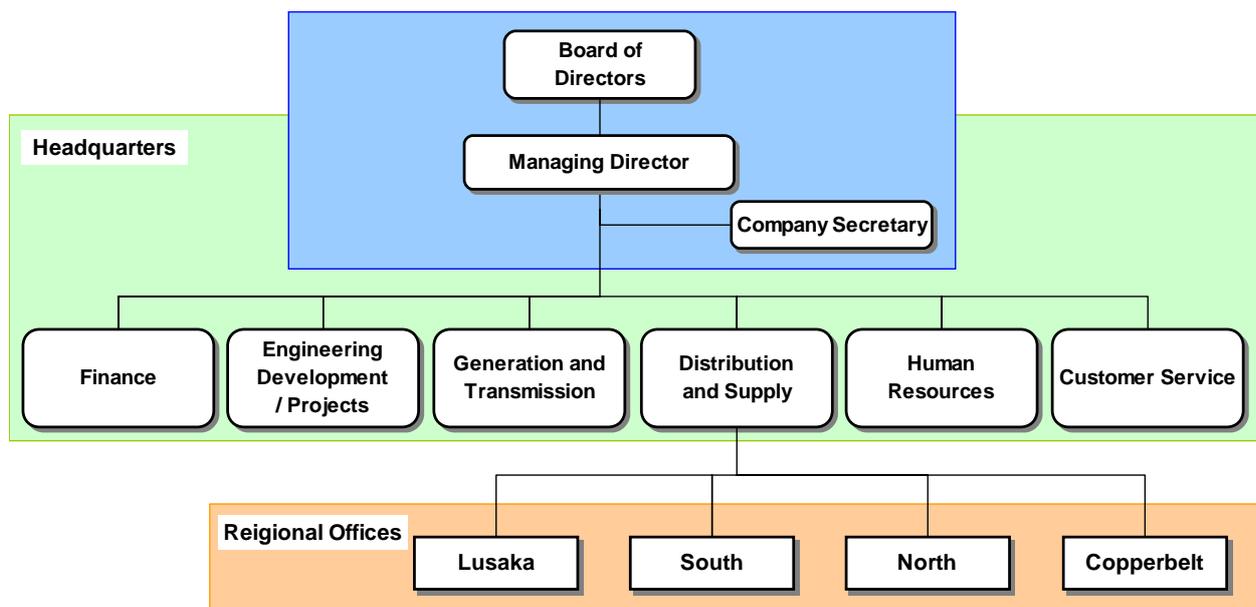
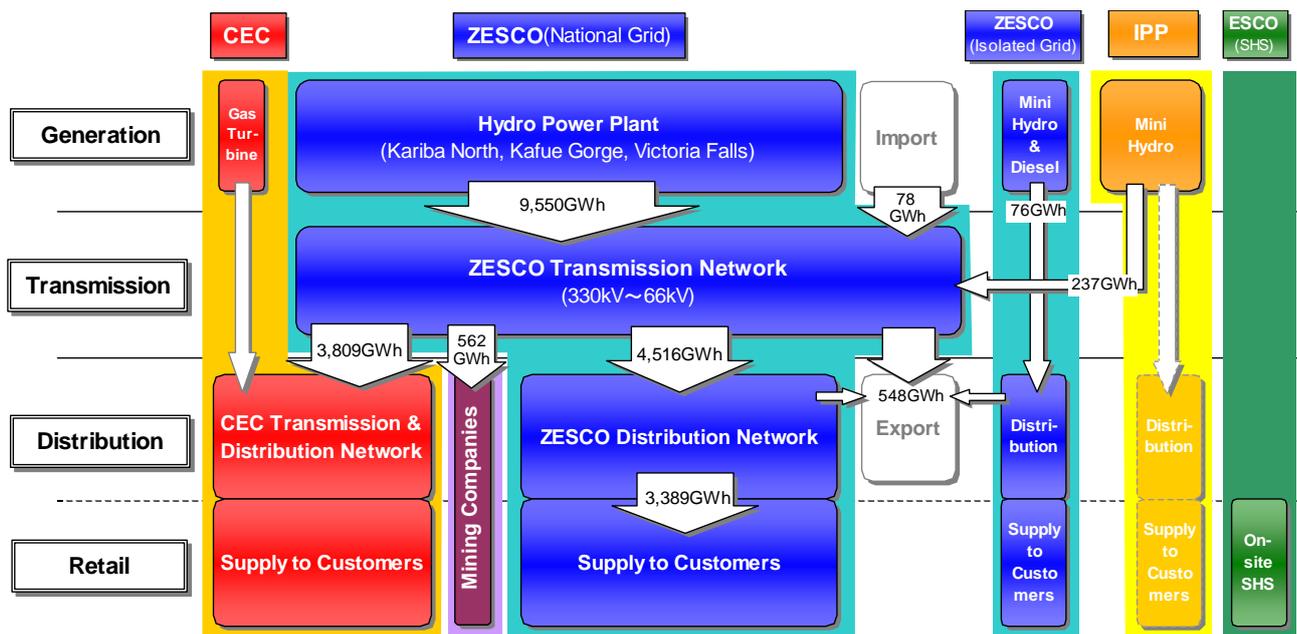


図 3-3 ZESCO 組織図



Source: ZESCO Statistical Yearbook of Electricity Energy 2006/2007 1

図 3-4 電力セクター構造図

1 図 3-4内の CEC の Distribution Network とは、66kV 以上の高圧線により顧客に電力を供給していることを差し、狭義での配電線(33kV 以下)を意味している訳ではない。

## 3.2. 地方電化基金の現状および運用

### 3.2.1. ザンビアにおける地方電化制度の概要

ZESCO の顧客は、電気料金に加えて、5%相当分の租税を支払うことが求められている。この5%のうち3%が地方電化基金(REF)として地方電化事業の財源として用いられることとされている(残り2%は他の政府事業財源)。ただし、この租税徴収はZESCOが直接小売りしている顧客に限定されており、CECなどに対する電力卸売りおよび電力輸出は対象外である。

ザンビアでは、この3%のREF徴収は1995年に創設されたものの、下記の理由により、期待された効果を上げることができない状態が続いていた。

- ▶ REFの歳入および歳出は政府の一般会計と分離されていないため、徴収されたREFがそのまま地方電化事業に充てられず、他の用途に使われていた。こうした不透明さゆえ、ドナー組織が地方電化推進のために資金提供するのを躊躇していた面がある。
- ▶ MEWDがREFによる地方電化事業を選定する実施主体だったが、各事業の費用および裨益効果を分析・評価し、実施中の事業を管理できる専門スタッフが欠如していた。
- ▶ 逆に、ZESCOの側では、地方電化事業をMEWDから請け負うという役割にとどまらず、MEWD側の能力不足から、実質的に地方電化事業を立案・管理する役割を負っていた。

REFの運用を改善すべく、2003年12月に地方電化法が議会で可決され、翌2004年に地方電化庁(REA)が設立された。REAはMEWDの外庁として位置付けられ、地方電化事業の選定およびREFの支出についての権限を付与されることとなった。

図3-5は、REFの徴収および支出をフロー図で表したものである。上述した5%の租税は、ZESCOのCustomer Service Departmentを通じて徴収され、ザンビア政府の財務・国家計画省(MFNP)に納付され、MFNPはこの5%のうち3%を地方電化基金(REF)としてREAに割り当てることとなっている。ただし、現状では、MFNPがZESCOより受け取った金額が自動的にREFとしてプールされREAが使えるという仕組みではなく、REAは政府に対して予算を申請し、承認を受けた金額に基づいて支給を受けるため、REAに支給される金額は必ずしもこの3%相当の金額とは一致しない。REAは、支給された金額のうち自身の運営・管理に必要な支出を控除した分を地方電化事業に給付している。REAは、地方電化事業の実施主体となる事業者(REFを使った2006年度地方電化事業のほとんどは配電線延伸工事であり、事実上ZESCOがそれを行うことができる唯一の事業者であるため、ここで言う「事業者」とは実質的にはZESCOと同義である)より、個別の事業に関する見積りの提出を受け、今年度に見込まれるREFの歳入に歳出が釣り合うよう、当該年に実施する地方電化事業のリストを作成する。

REFについては、外国の援助機関等からの貸付、無償支援、寄付等の資金支援も期待されているものの、現時点では、電気料金に3%上乗せして徴収したものが実質的にREFの唯一の資金源となっている。

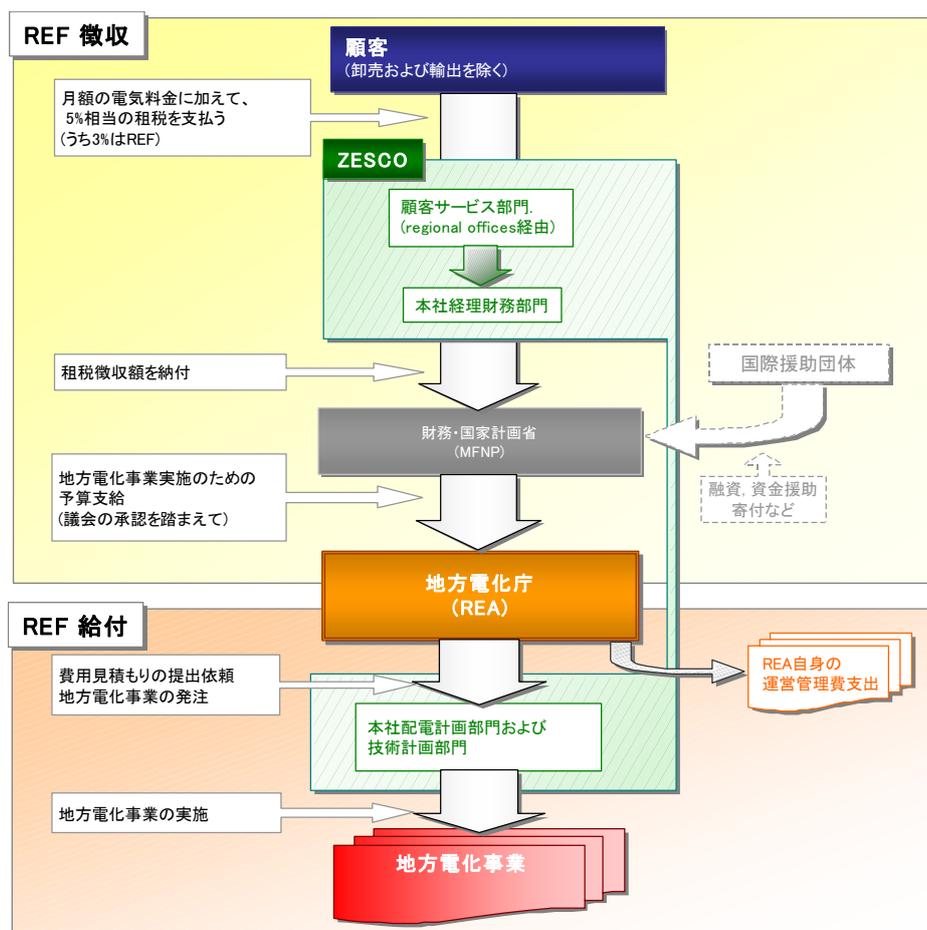


図 3-5 地方電化基金(REF)運用のフロー

### 3.2.2. REA の予算

上述の制度については、当初は 2005 年より本格実施が予定されていたが、準備不足等により実際には 2006 年からの延期された。2005 年(暦年)に REA に支給される予定だった当初の予算額は K113 億(1US\$=K4,000 換算で、283 万 US\$)で、これは ZESCO の小売供給から得られる年間電気料収入(2004/05 年度で K3,533 億)の 3% とほぼ対応していることが伺える。その当時の予算では、K13 億を自身の管理運営に支出し、残りの K100 億を電化事業への給付に充てるとされていたが、実際には 2005 年の地方電化事業への給付は MEWD が引き続き行い、REA は自身の運営管理費のみを支出している。REA は、自身の初めての監査済決算書である、2005 年(1 月 1 日～12 月 31 日)の決算書を作成した(表 3-1 を参照、2004 年決算は未監査のため参考記録)。2005 年の REA の収入は K57 億(=142 万 US\$)で、当初予算の約半分にとどまっており、一方支出面を見ると、K13 億(=32 万 US\$)が運営管理費に充てられた一方、地方電化事業への給付は行われなかったため<sup>2</sup>、K44 億(=109 万 US\$)の剰余金が発生し、翌年に繰り越されている。

2 REA は自身による地方電化事業への給付を 2005 年末までに行う予定だったが、政府による承認が遅れたため 2006 年に延期された。

表 3-1 REA の決算書 (2005 年 1 月～12 月、未監査)

	(K1,000)		(1,000US\$)	
	2004	2005	2004	2005
<b>収入</b>	<b>348,750</b>	<b>5,674,053</b>	<b>(87.2)</b>	<b>(1,418.5)</b>
<b>支出</b>				
管理費	156,530	545,835	(39.1)	(136.5)
人件費	2,355	546,398	(0.6)	(136.6)
会議費	50,218	111,320	(12.6)	(27.8)
動産支出	13,597	75,449	(3.4)	(18.9)
銀行手数料	589	2,251	(0.1)	(0.6)
その他	1,348	15,145	(0.3)	(3.8)
	<b>224,638</b>	<b>1,296,398</b>	<b>(56.2)</b>	<b>(324.1)</b>
<b>剰余金(繰り越し)</b>	<b>124,112</b>	<b>4,377,656</b>	<b>(31.0)</b>	<b>(1,094.4)</b>

注: US\$への換算レートは、1US\$ = K4,000 を適用

REAの当初予算(K113 億)と実際の収入(K57 億)との間に大きな差が生じていることについては、同年にMEWDが地方電化事業に対してK38 億を給付している(ZESCO社内資料より)ことである程度説明可能であるが、それ以上のデータはどの機関でも見つからず、2005 年REFの総歳入額(3%の徴収)と歳出額(地方電化事業への給付金および必要な運営管理費)の間のバランスについて、関係各機関(MEWD, REAおよび ZESCO)が十分な注意を払っていたとは言い難い。2006 年にはREFの運用に関する権限はすべてREAに継承された。2006 年 5 月にREAとZESCOとの間で「プロジェクト実施に関する合意書」を締結したあと、REAは 2006 年に実施予定の地方電化事業の一覧を公表した(表 3-2参照)。REAによると、2006 年の予算はK116 億(=290 万US\$)、うち運営管理費等を控除した残り約 90% (K104 億)を地方電化事業給付に充てるとしている。2006 年のREAの決算書は現在作成中で、2007 年末完成の予定である。2006 年決算においては、自身の業務運営費だけでなく地方電化事業への給付も計上されることになる。

図 3-6はREFの徴収額とREAの予算との対応を総括したものである。

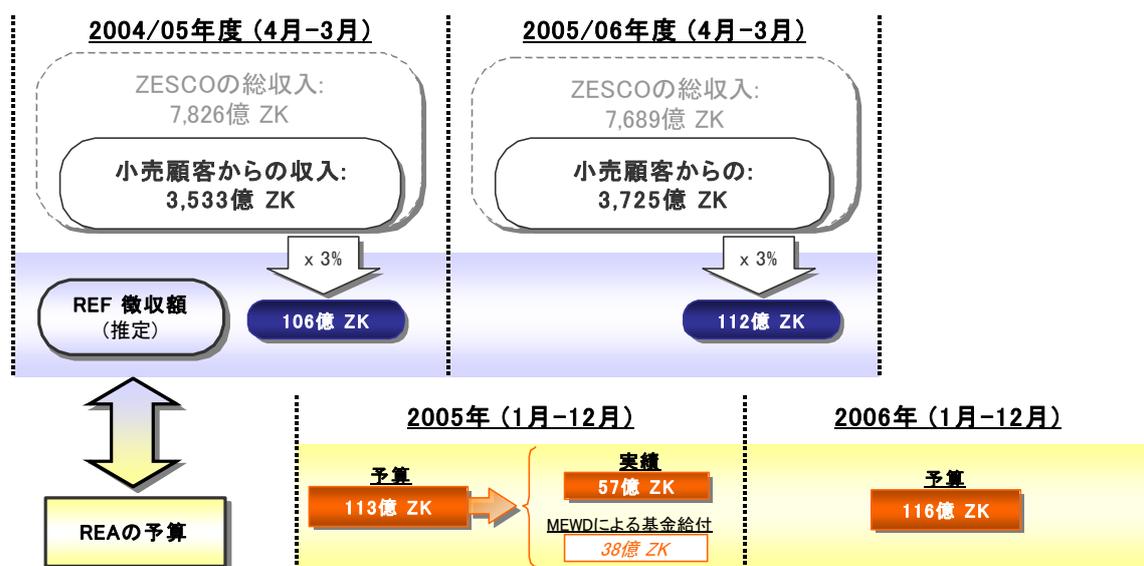


図 3-6 REF の徴収額と REA の予算との対応

表 3-2 2006 年実施予定の地方電化事業 (REA 承認)

(K100 万)			
州	プロジェクト名	費用見通し	2006 年給付額
中央	Mungule's Area - Phase 1 Clinic Court & Mutakwa School	920	500
	Mutombe Basic School	250	250
	Nambala High School	443	443
	Serenje's Area Muzamene Basic School	215	215
コッパーベルト	Lubendo Basic School	181	181
	Mushili School	175	175
	Kabushi - Phase 1	6,000	500
	Kankoyo	1,231	231
東部	Mphamba School	112	112
	Mtenguleni's Area Katinta Basic School, Chipungu RHC & Chankanga Basic School	630	630
	Ndake Area - Ndake Basic School, Court House, Ndake RHC	500	500
	Lumezi	3,424	500
ルアブラ	Lukwesa High School	87	87
	Bakashiwa Home Care	85	85
	Nsengaila Basic Schools	45	45
	Nshungu Basic Schools	75	75
	Mashitolo Basic Schools	55	55
	Mambilima Mwenge Basic School	62	62
	Lubansa & Kalasa Basic Schools	64	64
	Chabilikila School	80	80
ルサカ	Palabana	200	-
	Mupelekese Area (Schools & Health Centres)	1,200	-
	Luangwa	1,200	-
北西部	Kamiteto Primary Schools	168	168
	R.Mwepu Primary Schools	67	-
	Kisalala Primary Schools	126	-
	Tumvwananai Primary Schools	9	9
	Kapijimpanga Primary Schools	134	134
	Kaimbwe School	527	-
	Chitokoloki Mission *	N.A.	100
	Zengamene *	N.A.	100
北部	Chikwanda Basic School, Court House, Market & RHC	100	100
	Luwingu High School	93	93
	Saili Basic School	77	77
	Kaputa to the Grid - Phase 1	12,000	1,000
	Chozi- Waitwika Area	535	535
	Mpumba Basic School & Court House	221	221
	Mulilansolo - Phase 1	2,500	243
	Kafwimbi's Area	784	-
	Chitimukulu RHC & Police Kapolyo Basic And Kanyanta Basic School	543	543
南部	Sianjalika's Area - School And RHC	73	73
	Sikalongo Mission - Choma	567	-
	Mwanachingala's Area - School And RHC	42	42
	Gwembe Tonga	200	200
	Nansenga Basic Mulawo APU, Kaunga Basic, Kaunga Basic and Malala Basic Schools	250	250
	Choongo's Area - Ntema Basic School	200	200
西部	Shangombo - Phase 1	3,500	1,000
	Luampa Mission	760	360
	Sikongo-Phase 1 (Kalabo Basic & Kalabo Farm Training Centre)	7,600	-
	Mwandi B School Royal Court & Market	200	200
	Kaoma to the Grid	N.A.	N.A.
	Lukulu	N.A.	N.A.
	合計		48,512

注: 北西部州における"Chitokoloki Mission"および"Zengamene"の両事業は、ZESCO による配電線延伸ではなく、民間セクターが実施主体の小水力プロジェクトである

2007 年度の REA の予算は、2007 年 4 月に公表された。総予算額は K232 億で、財源は地方電化基金の徴収額(約 K130 億)および一般財源からの補助金(約 K100 億)から構成されている。REA によると、総予算額の 78%(約 K180 億)が地方電化事業への給付に充てられ(配電線延伸 16 件、小水力プレフィージビリティスタディ 1 件、および太陽光パネル設置事業 2 件。表 3-3 参照)、残りの 22%(約 K50 億)は自身の業務運営費に充てられる予定である。現時点(2007 年 6 月)では、個別の地方電化事業への給付額は決定していない。配電線延伸 16 件のうち、ZESCO が 7 件を受注し(うち 4 件は継続中の案件)、残りの 9 件については、民間事業者がターンキー方式で受注する予定である。民間事業者の選定に際しては、上記 9 つのプロジェクトを 5 つのロットにまとめた上で、それぞれについて入札を行うとしている(入札書類締切は 2007 年 8 月を予定)。

表 3-3 2007 年実施予定の地方電化事業 (REA 承認)

州	郡	プロジェクト名	注記
中央	Chibombo	Mungule's Area – Phase II (Mungule Clinic & Court and Mutakwa School)	配電線延伸(ZESCO 発注)
中央	Chibombo	Moombo Clinic & School	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 1)
中央	Chibombo	Kayosha Bsic School & Rural Health (RH) Centre	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 1)
コハート	Mpongwe	Machiya Basic School, RH Centre & GRZ Offices	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 2)
東部	Chipata	Undi RH Centre, Undi School & Local Court	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 3)
東部	Lundazi	Mwase	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 3)
東部	Chama	Chama	配電線延伸(ZESCO 発注)
ルアプラ	Mansa	Mutiti, Chimfula, Kalaba, Lupende & Chibinda	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 4)
ルアプラ	Milenge	Pre-feasibility Study for a Mini-hydro at Mumbotuta Falls	小水力プレ FS
ルサカ	Kafue	Chipapa School & Clinic	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 1)
北西部	Kasempa	Kaimbwe School	配電線延伸(ZESCO 発注)
北西部	Kasempa	Selauke School & RH Centre	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 2)
北部	Kaputa	Kaputa to the Grid – Phase II	配電線延伸(ZESCO 発注)
北部	Chinsali	Muliansolo – Phase II	配電線延伸(ZESCO 発注)
南部	Sinazongwe	Gwembe Tonga: Ngoma Basic School & RH Centre	配電線延伸 (民間事業者、入札ロット 5)
西部	Kaoma	Luampa Mission	配電線延伸(ZESCO 発注)
西部	Kalabo	Sikongo – Phase II	配電線延伸(ZESCO 発注)
ルアプラ	Samfya	Rural Solar Energy Systems	ソーラー 1 社設置 (UNIDO と提携)
全国各地		Solar Energy Systems	既存のソーラー事業を継続

### 3.2.3. 今後の課題

REA の決算書に関するもう一つ着目すべき点としては、この決算書は単純に現金での歳入と歳出を記録した、典型的な政府機関の決算書の様式を採っており、民間企業の決算書のように、費用的支出と資本的支出とを区別するなど、期間損益を計測するような様式にはなっていないということである。言い換えるならば、REA の会計においては貸借対照表や損益計算書は用意されていないため、資本支出を通じて取得した資産がどれだけ効果的に機能しているのか評価するのに適切とは言い難い。

実際、ザンビアでの REF に関する現行の政策では、ZESCO(およびその他地方電化事業を受注した事業者)に対して給付された基金は無償資金援助(grant aid)として扱われており、ZESCO の貸借対照表上は負債の一部(Capital Grants and Contributions)として計上されている一方、REA の側の会計上は、それに対応する金額を自身の資産としては認識していない。また、ZESCO の側においても、REF を通じて取得した固定資産を他の固定資産と区分して計上してはいないため、REF の制度にて電化した事業が利益、または損失を生み出しているのかに関する情報が得られず、仮に電化事業を通じて得られた収益が営業費用を下回っていたとしても、その損失額は実態の正確な認識もなく ZESCO 全体の事業収益の中で広く薄くカバーされているのが実態である。REA は基金の給付だけでなく、基金を通じて実施した電化事業の成果を評価する責任を負っている以上、基金の効率的な運用に資するべく、ZESCO との緊密な協力により REF 制度の貸借対照表および損益計算書の作成を検討すべきだろう。

### 3.2.4. (参考)ケニアにおける地方電化プログラムについて

地方電化事業の成果を評価するための営業・財務データが記録されているという点で、ザンビアの制度に比べれば遙かに進歩・確立していると考えられる制度の一例として、ケニアにおける地方電化プログラム(REP)の概要を紹介したい。

ケニアの REP は、1973 年ケニア政府および現在のケニア電力電灯会社(KPLC)の前身である東アフリカ電力電灯会社との合意に基づき、開始された。REP は、KPLC が電気料金と併せて徴収した金額(「国内で消費されたすべての電力」より 5%を徴収する、とされている)に加え、援助機関等よりプロジェクトベースで拠出された資金を原資として、政府が基金の給付を行っている。ザンビアの制度との顕著な相違点は、電力供給設備の所有権である。ケニアの制度においては、REP を通じて取得された資産はその完成後も政府の所有物として扱われ、送電・配電部門における事実上の独占事業者である KPLC は、REP においては配電線延伸の建設および完成後の管理運営を政府より請け負う事業者として位置付けられている。ただし、KPLC は、REP 制度にて電力を供給している顧客に対しても、KPLC 自身の設備による顧客と全く同じサービスを提供しており、REP による顧客であるか KPLC の顧客であるかに拘わらず、同一の電気料金が適用されている。REP の財務諸表(貸借対照表および損益計算書)は、KPLC の財務諸表とは別に KPLC のスタッフにより作成され、政府(エネルギー省、MoE)に提出されている。政府は、外部の監査機関を援用してこれらの財務諸表の監査を行っている。REP の営業・財務実績の概要は、KPLC のアニュアルレポートにも記載されている。

REP制度を通じて供給を行っている顧客数および販売電力量を表 3-4に記載した。2006 年 6 月末時点での顧客数は約 11 万人で、KPLC自身の顧客の約 16%に相当する。また、REPによる販売電力量は 186GWhで、KPLC自身の販売電力量(産業用等、大口顧客を含む)の約 4%に相当する。顧客数、販売電力量ともに過去 5 年間でそれぞれ 54%増加しており、それぞれ、KPLC自身の顧客数および販売電力量の伸び率を若干上回っている。

表 3-4 顧客数および販売電力量 (ケニア REP 制度)

		2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	05/06 年度 対 00/01 年度
顧客数	REP	71,718	78,941	87,175	93,442	101,789	110,724	154%
	KPLC	465,361	514,680	556,099	592,752	633,355	691,525	149%
販売電力量 (GWh)	REP	121	130	147	150	164	186	154%
	KPLC	3,091	3,498	3,654	3,940	4,200	4,420	143%

出所: KPLC アニュアルレポート

注: KPLCの数値には、REPは含まれていない

REPの損益計算書の概要を表 3-5に表す。REPの業績は営業赤字が続いているが、売上高損失率は 2001/02 年度の-115%から 2005/06 年度の-53%へと改善傾向にある。2006 年 6 月末時点での総資産は 82.77 億KSh(=1.18 億US\$)で、これはKPLC自身の総資産(387.29 億KSh)の約 20%に相当する。営業損失を総資産で割った比率は、いわゆる総資産利益率(ROA)に類似する指標となるが、この値は過去-10%で推移している<sup>3</sup>。REPの事業にて生じた損失はケニア政府に帰属することになるため、REPにて徴収された基金は、この営業損失の補填にも用いられている。

表 3-5 ケニア・REP 制度の損益計算書および総資産

	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2005/06 (100 万 US\$)
電気料収入 (A)	979	1,006	978	1,208	1,539	(22.0)
営業費用 (B)	2,103	1,932	1,681	1,912	2,347	(33.5)
営業損失 (C)=(A)-(B)	-1,124	-927	-703	-704	-808	(-11.5)
(C) / (A)	-115%	-92%	-72%	-58%	-53%	(-53%)
総資産 (D)	5,777	6,694	7,066	7,634	8,277	(118.2)
(C) / (D)	-19%	-14%	-10%	-9%	-10%	(-10%)

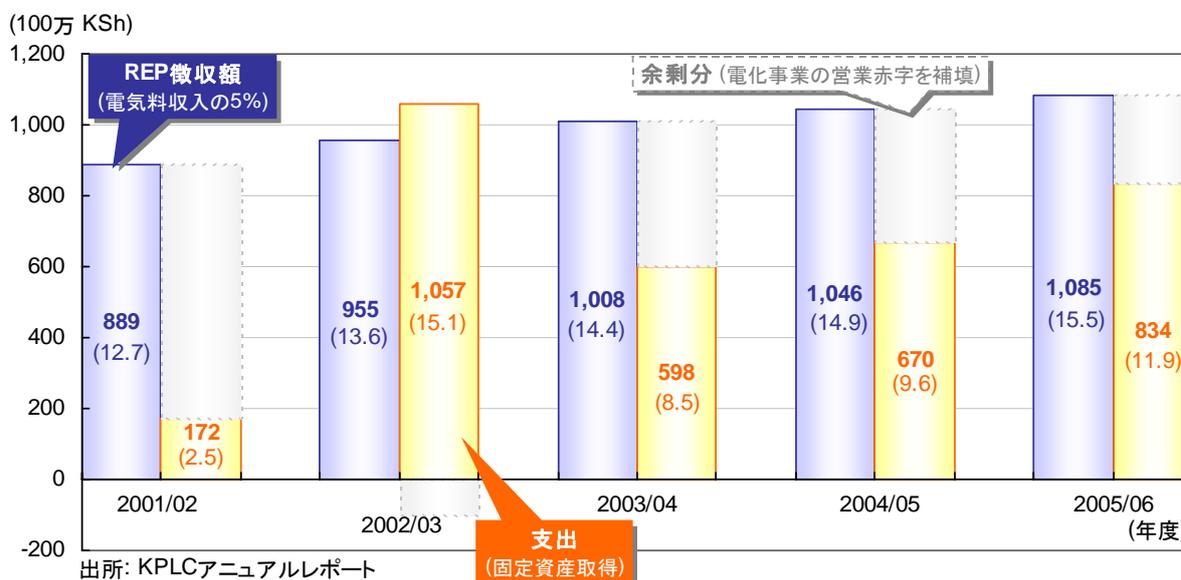
出所: KPLC アニュアルレポート

注: US\$への換算レートは、1US\$ = 70KSh を適用

図 3-7は、KPLCが電気料金と併せて入金した 5%のREP徴収額と、固定資産取得(REP事業としての設備投資)のために支出された金額とのバランスを表したもので、概念的にはザンビアの場合の図 3-6に対応するものである。グラフから読み取れるとおり、2002/03 年度を除き資産取得に対する支出額は徴収額を下回っているが、KPLCによると、この差分は主として上記の営業損

3 過去 3 年間で、売上高損失率(表中の(C)/(A))に比べて総資産利益(損失)率(ROA、表中の(C)/(D))の改善が進んでいないように見えるのは、本来 ROA がプラスであれば ROA の上昇に寄与するはずの総資産回転率(売上高÷総資産)の改善(ROA の分母の改善要因)が、ROA がマイナスの場合には逆に悪影響を及ぼしてしまい、売上高損失率の改善(ROA の分子の改善要因)と相殺し合っていることによる。

失への補填に用いられているとのことである。またMoEおよびKPLCによると、REPによる資産は、将来事業採算性が見込まれた段階で、KPLCに順次譲渡されていくとのことだが、現在までのところ、譲渡された事例はもちろん、譲渡のあり方について議論された実績もない。



注: ( )内の数値は、100万US\$単位に換算したもの (1US\$ = 70KSh を適用)

図 3-7 ケニア・REP 制度における基金徴収および支出

ケニアのREP制度については、事業の業績がKPLCの財務諸表から切り離されているという点で、実施主体であるKPLCに対して業績を改善させるインセンティブが働きにくいという欠点があり<sup>4</sup>、その点では、ザンビアのように、工事完了後はZESCOに資産の所有権が譲渡され、ZESCOが業績改善のための全責任を取る制度の方が優れているとも言える。とはいえ、ザンビアの地方電化制度は、ようやく事業の財務状況を把握し始めたという段階にあり、少なくともケニアのように、地方電化事業の業績を評価する仕組みが整っている国から学ぶことは多いだろう。

4 実際には、毎年度初頭にケニア政府と電気事業者(ここでは KPLC)との間で、事業者が達成すべき各種の数値目標を記載した業績契約(Performance Contract)が締結されており、その中には地方電化に関する目標も含まれている。政府はこの数値目標の達成状況にて国営企業でもある電気事業者の業績評価を行っており(経営者の報酬にも影響するとのこと)、KPLCがREPの収益性改善に全く責任を負っていないという訳ではない。

### 3.3. 電力需給

#### 3.3.1. オングリッド発電設備

##### (1) ZESCO 所有の主要水力発電設備

ザンビア国には 3 箇所の主要水力発電設備があり、これらは全て ZESCO により維持運営されている。これら主要発電所は現在 Power Rehabilitation Project (PRP) が実施されており、一部は既に終了している。表 3-6 は主要 3 発電所の出力や発電実績をまとめたものである。この表から分かるとおり、2004 年度における 3 発電所の合計発電電力量は 8,816GWh に上り、この 3 発電所で発電する電力で、ザンビア国の電力総需要のほぼ全てを賄っている。

表 3-6 ザンビア国の 3 主要発電所

Name of Power Station	Kariba North Bank	Kafue Gorge	Victoria Falls	
Number of Units	4	6	14	
Original Installed Capacity	600MW	930MW	108MW	
Available Capacity (Mar.2007)	510MW	750MW	108MW	
Expected Capacity after Rehabilitation	720MW	990MW	108MW (Completed)	
Electricity Generation	FY2001/02	2,886GWh	5,570GWh	602GWh
	FY2002/03	2,790GWh	4,806GWh	448GWh
	FY2003/03	3,158GWh	4,668GWh	354GWh
	FY2004/05	3,644GWh	4,073GWh	269GWh
	FY2005/06	3,661GWh	4,619GWh	537GWh
	FY2006/07	3,949GWh	5,034GWh	674GWh

出所: ZESCO Annual Report

##### (a) Kariba North Bank 発電所

南部州に位置する Kariba North Bank (KNB) 発電所は、1976 年に運転を開始しており、330kV 送電線を介して Leopards 変電所にて系統に接続されている。この発電所は株式の 100% を政府が所有する Kariba North Bank Company Limited (KNBC) により運営されていた。しかし実際には ZESCO の他の発電所と同様に運営され、発電電力量の全てを ZESCO に販売していた。その後 KNBC は 2004 年 6 月に ZESCO に統合され、現在では ZESCO により発電所の維持運営がなされている。

KNB 発電所は PRP が実施される以前は 150MW×4 台という設備構成であったが、リハビリ工事により 1 機あたり 180MW まで増出力される予定であり、全台リハビリ完了後の合計発電出力は 720MW(180MW×4 台)となる予定である。1・2 号機のリハビリ工事は 2005 年度に完了しており、残る 3・4 号機については 2007 年～2008 年に計画されている。

##### (b) Kafue Gorge 発電所

ザンビア国最大の発電設備である Kafue Gorge (KG) 発電所は南部州とルサカ州との州境

である Kafue 川沿い(南部州側)に位置し、1971 年の運転開始よりザンビア国の電力供給の中心を担っている。設備容量は 150MW×6 台で 900MW であり、ここで発電される電力は Leopards 変電所に 330kV で送電される。

現在 PRP により 1・2 号機のリハビリ工事を実施中であり、2007 年に完了予定である。3・4 号機は既にリハビリを終えており、出力は 1 機あたり 165MW に増強されている。5・6 号機の増出力工事も 2007 年～2008 年で計画されており、全号機のリハビリ完了後には、総出力は 990MW(165MW×6 台)に増強される予定である。

(c) Victoria Falls 発電所

Victoria Falls (VF)発電所は南部州に位置する Victoria Falls の豊富な水源を利用した発電所であり、1938 年に運転を開始した。VF 発電所は A 発電所、B 発電所および C 発電所で構成される。A 発電所は 1MW×2 台と 3MW×2 台の計 8MW、B 発電所は 10MW×6 台の計 60MW、C 発電所は 10MW×4 台の計 40MW という設備構成であり、3 発電所の合計出力は 108MW である。PRP によるリハビリ工事が 2005 年度までで全て完了し、可能発電出力は元来の定格出力である 108MW に回復している。VF 発電所の発電電力は、220kV 送電線により Muzuma 変電所に送電されている。

(2) ZESCO 所有の小水力発電設備

表 3-7にZESCOの所有する 4 箇所の小水力発電所を示す。

表 3-7 ZESCO 所有の小水力発電設備

Name	Lusiwasi	Musonda	Chishimba	Lunzua	
Province	Central	Luapula	Northern	Northern	
Installed Capacity	12MW	5MW	6MW	0.75MW	
Available Capacity (Mar.2007)	9MW	5MW	5MW	0.75MW	
Number of Units	3MW x 4	1MW x 5	1.2MW x 4 0.3MW X4	0.25MW x 3	
Electricity Generation	FY2001/02	9.8GWh	17.7GWh	5.5GWh	2.0GWh
	FY2002/03	15.7GWh	15.8GWh	7.0GWh	2.7GWh
	FY2003/03	17.7GWh	15.4GWh	16.6GWh	1.1GWh
	FY2004/05	13.7GWh	17.2GWh	16.9GWh	1.7GWh
	FY2005/06	3.7GWh	17.0GWh	16.3GWh	1.7GWh
	FY2006/07	33.8GWh	16.0GWh	11.9GWh	1.4GWh

出所: ZESCO Annual Report

Lusiwasi 発電所は既に電力系統に連系して運用されているが、他の 3 発電所は、送電線により電力系統に接続されているものの、系統との並列運転は不可能であるため、遮断器により系統より切り離され、単独系統として特定地域にのみ送電している。ZESCO では、これら 3 発電所の系統連系化に加え、4 発電所の増出力工事を計画している。この増出力計画の概要については、8 章に記載する。

(3) ZESCO 以外の民間会社が所有する発電設備

(a) Lunsemfwa Hydropower Company

Lunsemfwa Hydropower Company (LHPC) はセントラル州を拠点とする卸電力事業者であり、その株式の 51%は南アフリカの電気事業者である ESCOM が所有している。LHPC は Mkushi 郡に Lunsemfwa 水力発電所(18MW)、Luanshya 郡に Mulungushi 水力発電所(20MW)を有し、その発電電力は全て長期電力受給契約に基づき ZESCO に売却されている。LHPC から ZESCO への売電実績は、2004 年度が 225GWh、2005 年度が 139GWh であり、これはザンビアの総電力需要の 2.7%(2004 年度)、1.6%(2005 年度)であった。

ザンビア政府は、ZESCO の送電網を通して LHPC から直接消費者へ電力の販売を可能とする電力市場の自由化を検討している。

(b) Copperbelt Energy Corporation

Copperbelt Energy Corporation (CEC) は、長期電力受給契約に基づき ZESCO より電力を購入し、それを自社の送電線を通して銅鉱業事業者に売却する電力託送会社である。CEC の購入電力量は、ザンビアの総電力需要の約半分を占める。CEC の送電線を通してコンゴからジンバブエや南アフリカへの電力輸出も行われていることから、CEC の扱う総電力量はザンビア全土の潮流の 70%に達する。

またCECは 808kmの架空送電線、36 箇所の変電所の他、表 3-8に示す合計 80MWのガス火力発電設備も所有している。これらは通常は運転されておらず、ZESCOからの電力供給が途絶えたときの非常用電源となっている。

表 3-8 CEC 所有のガスタービン発電所

Name	Bancroft	Luano	Macralen	Kankoyo
Installed Capacity	20MW	40MW	10MW	10MW
Available Capacity	20MW	40MW	10MW	10MW
Number of Unit	2	2	1	1
Unit Capacity	10MW	20MW	10MW	10MW
Generation (FY2005)	310MWh	677MWh	422MWh	303MWh

出所: CEC

(c) Konkola Copper Mines

コッパーベルト州に位置する Konkola Copper Mines (KCM)は、ザンビア最大手の銅鉱業事業者である。20MW の Nkana ガス火力発電設備を有するが、これも CEC と同様、バックアップ用電源であり、通常は CEC から電力を購入している。

3.3.2. オフグリッド発電設備

(1) オフグリッド発電設備概況

ザンビアでは送電系統が未だ十分に発達しておらず、送電系統に連係されていないオフグ

リッド発電設備と独立小規模系統により電化されている地方都市が多数存在する。これら独立系統の電源は、主にディーゼル発電設備および小水力発電設備である。もう一つのザンビアでの重要な地方電化方式として、ソーラーホームシステム(SHS)があげられる。これは学校や病院、一般家屋の屋根に太陽光パネルを設置し、その建物のみを電化するものである。

また近年ザンビア政府は、地方電化方式の新しい選択肢としてバイオマスや地熱といった再生可能エネルギーによる発電設備の研究開発に強い関心を示しており、特にバイオマス発電に関してはパイロットプラントの建設計画が進められている。

## (2) ディーゼル発電設備

ZESCOは地方都市の電化のため表 3-9に示すディーゼル発電設備を維持運営している。この表から分かるとおり、その大半は北西部州に位置している。しかし発電所から排出される温室効果ガスが環境に与える負の影響は無視できない。これに加え、これら発電による電力供給は、近年の原油価格の高騰により全く採算が取れておらず、ZESCOの収益を悪化させる要因となっている。ディーゼルにより電化されている地域の電気料金による収入はK13.2 億(2004 年度)であり、これは燃料費K208 億のわずか 6%に過ぎない。このため、これら地域に 66kV送電線を接続する、あるいは代替となる小水力発電設備等を建設することにより、ディーゼル発電所の廃止を実現することがZESCOの喫急の課題となっている。実際に、西部州のKaomaディーゼル発電所ならびに北西部州のKasempaディーゼル発電所は、地域が 66kV送電線に接続されたことにより 2005 年に運用を停止している。

一方で、東部州の Chama ディーゼル発電所および北西部州の Chavuma ディーゼル発電所が 2004 年に新たに運転を開始しており、さらに西部州の Shangombo ディーゼル発電所も 2008 年 1 月に運転を開始する予定である。これは全 72 郡の郡中心部(BOMA)は電化させるというザンビア国政府の方針に沿ったものであり、これら地域はいずれもザンビアの国境近くに位置し、送電線の延伸による電化が現状では著しく困難な地域である。

表 3-9 ZESCO のディーゼル発電設備

Name	Province	Capacity	Generation (FY2006/07)
Chama	Eastern	263kW	828MWh
Luangwa	Lusaka	732kW	756MWh
Kaputa	Northern	486kW	1,196MWh
Mwinilunga	North-Western	1,430kW	2,729MWh
Kabompo	North-Western	1,560kW	2,599MWh
Zambezi	North-Western	800kW	2,075MWh
Chavuma	North-Western	690kW	688MWh
Mufumbwe	North-Western	320kW	933MWh
Kasempa (運用停止)	North-Western	530kW	N.A.
Kaoma (運用停止)	Western	2,620kW	N.A.
Lukulu	Western	512kW	1,140MWh

出所: ZESCO Annual Report

## (3) 小水力発電設備

ザンビア国未電化地域において、独自に小水力発電設備を開発し、運営している例が見られ

る。これらはいずれも特定箇所、もしくは特定地域にのみ電力を供給しており、系統には連系されていない。これら小発電設備について、以下に記す。なお、これら個人所有の発電所については、DoE や REA も正確には把握しておらず、そのため取得できた情報量にばらつきがある。また、これらのほかにも、個人所有の小水力発電設備が存在するものと思われる。

a) Zengamina 発電所

Zengamina 発電所は Zambezi 川の水を利用した 出力 700 kW の小水力発電所であり、北西部州 Mwinilunga 郡中心部から北に約 95km に位置する。Ossberger 社製のクロスフロー水車を採用している。2007 年 7 月に運転を開始したばかりの当発電所は、Nyakaseya RGC および Ikelenge RGC の病院、診療所、学校、商用施設、および一般家庭に電力を供給している。

発電所は Zengamina Power 社により運営されている。電気料金体系は定額料金制と従量料金制の 2 種類となっている。定額料金制は、10US\$/月の固定料金を月初に支払わねばならず、使用上限は 1 アンペアである。一方、従量料金制は、固定料金 50,000K/月+使用料 11US¢/kWh、となっている。これに加え、8US¢/kWh と割安の深夜料金（0 時～6 時）および病院などの公共施設料金を導入することも検討している。また各家庭への配電線接続料金は一律 65US\$である。これら料金体系は、ZESCO の導入している「低電気料金、高接続料金」とは正反対のものである。しかし安い接続料金のため、比較的容易に配電線を接続でき、かつ割高の電気料金のため省エネルギーを心がける、ということが起こると考えられ、少ない供給力で多くの人々が電気の便益を受けることが好ましい単独系統の発電所運営として、非常に理にかなった料金設定であると言える。

とはいえ、これらRGCは潜在需要が大きく、Zengamina Power社によると 8 年以内に供給力不足となると予想している。これに対応するため、さらに上流地点に 1,000kWの調整池式水力発電所の建設、およびこの調整池による水運用効率の改善によるZengamina発電所の増出力（700kWの 2 号機増設）の検討を始めている。実際に、Zengamina発電所は 2 号機用の鉄管入口や水車設置スペースなどは既に作られているなど、最初から増設を視野に入れた設計がなされている。図 3-8にZengamina発電所の写真を示す。



a) Weir



b) Silt basin and water channel



c) Penstock and powerhouse



d) Turbine



e) Switchyard



f) Office

図 3-8 Zengamina 発電所写真

b) Nyangombe 発電所

Nyangombe発電所は北西部州Mwinilunga郡の中心部から南東に約 15kmの地点に位置する、出力 73kWの発電所である。Ossberger社製のクロスフロー水車を採用している。当発電所はNyangombe公共団体が所有している。電力は公共団体やハンマーミル、Nyangombe居住者に供給されており、商用の運用はされていない。図 3-9にNyangombe発電所の写真を示す。

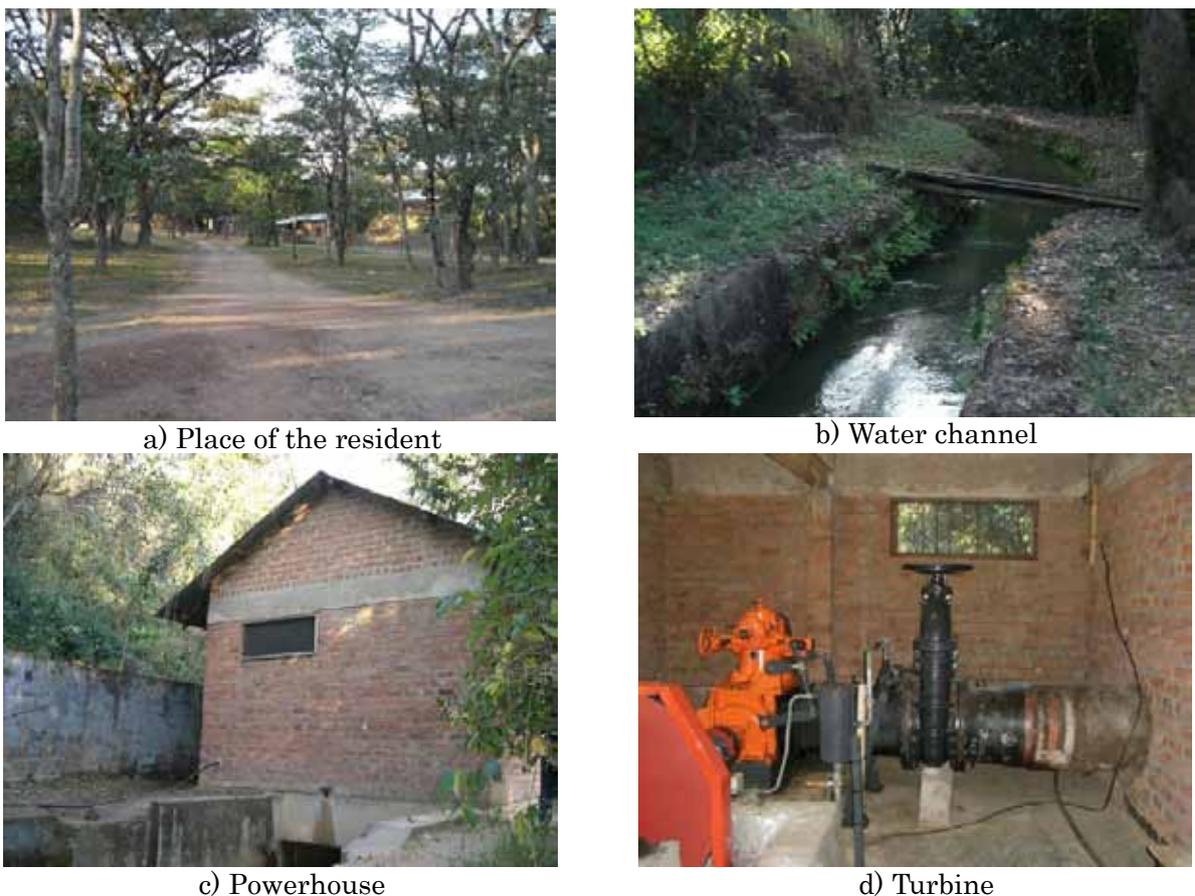


図 3-9 Nyangombe 発電所写真

c) Sachibondu 発電所

Sachibondu 発電所は、北西部州 Mwinilunga 郡の中心部から北に約 25km の地点に位置する。出力 15kW のクロスフロー水車が採用されている。地域の公共団体が所有、運用しており、商用の運用はされていない。

d) Lwawu 発電所

Lwawu 発電所は、北西部州 Mwinilunga 郡の中心部から西に約 45km、アンゴラとの国境付近に位置する。出力は 50kW で、Lwawu Mission が発電所を所有、運用している。電力はその地域内の公共設備やハンマーミルに供給されている。

e) Mutanda 発電所

Mutanda 発電所は Solwezi 郡から約 35km 西に位置し、ザンビア大学の Technology Development and Advisory Unit (TDAU)により 1990 年代初頭に設置された。出力は 2.5kW。この発電設備は Mapunga 川の水を利用して発電し、ハンマーミルやコンプレッサーに電力を供給していた。しかし、増加の一途をたどる地域の電力需要により供給力が不足しているため、発電所の増出力が望まれ、TDAU と Mutanda Evangelical Centre による開発投資事前調査が 2001 年に実施され、200kW 程度までの増出力が可能であると報告されている。しかしながら、当地域には近年、33kV 送電線が接続され、国際系統による電化がされたことから、この増出力計画は不要となった。

f) Mporokoso 発電所

Mporokoso 発電所は、北部州Mporokoso郡中心部内に位置する、個人所有の発電所である。岩でせき止めた溪流の水を、ドラム管を切って作成した鉄管を通して手作りの水車に供給し、発電している。出力は 5kW程度。手作りであるが、水車の形から、下掛け水車に分類できる。個人消費のほかに、近隣の住民が所有する蓄電池を充電するなど、商用としても運用している。図 3-10にMporokoso 発電所の写真を示す。



a) Weir



b) Head pond



c) Penstock and turbine



d) Wiring

図 3-10 Pictures of Mporokoso Hydropower Plant

g) Luena River 発電所

Luena River 発電所は、西部州Kaoma郡中心部から北西に約 70km離れたMayukwayukwa 難民施設内に位置する。UNHCR (Office of the United Nations High Commissioner for Refugees) が所有、運営する出力 24kWの発電所である。水車はイタリア製のプロペラ水車を採用している。この難民施設内の 64 世帯に電力を供給している。電気料金は無料。発電所は水車メーカーにて研修を受けた機械技術者と電気技術者 2 名で運転している。運転保守費用は全てUNHCRが負担している。図 3-11にLuena River発電所の写真を示す。



a) Households in the refugee settlement



b) Weir



a) Households in the refugee settlement



b) Weir



c) Water channel and powerhouse



d) Turbine

図 3-11 Luena River 発電所写真

h) Mangongo 発電所

Mangongo発電所は、西部州Kaoma郡中心部から北西に約 35km離れたMangongo Mission内に位置する。当Missionが所有、運営する出力 17kWの発電所で、水車はOssberger社製のクロスフロー水車を採用している。区域ないに属する教会、病院および 54 件の家屋に電力を供給している。公共施設の電気料金は無料であるが、一般家庭は 10,000K/月の定額電気料金を支払っている。図 3-12にMangongo発電所の写真を示す。

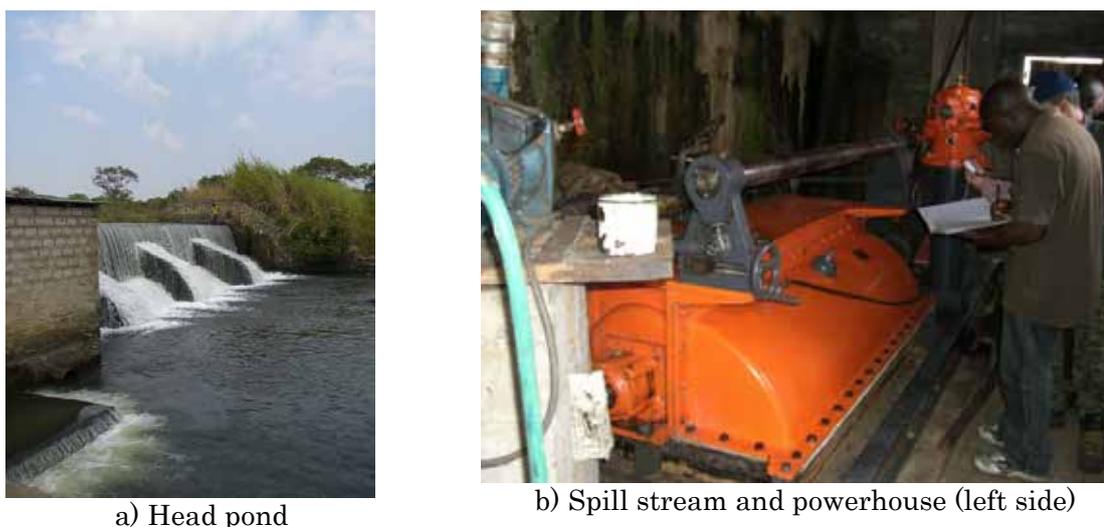


図 3-12 Mangongo 発電所写真

### 3.3.3. 需給バランス (全国グリッド)

全国大での電力発電量は、1980 年代半ばから約 10 年間縮小傾向にあったが、水力発電所のリハビリプロジェクトの実施を契機として、1997 年頃を境に改善傾向にある。リハビリプロジェクトは Kariba North 発電所(定格出力：当初の 600MW から 660MW に増強)から始まり、次いで Kafue Gorge 発電所(900MW から 930MW に増強)、Victoria Falls 発電所(108MW)でも開始された。2000/01 年度以降、3 発電所計で毎年 8,000GWh を超える発電量を記録しており、特に、2004/05 年度(8,192GWh)から 2006/07 年度(9,787GWh)の大幅上昇は、発電所のリハビリ工事が完了したこと等によるものである。

Mulungushi(20MW)および Lunsemfwa(18MW)の両水力発電所を所有する Lunsemfwa 水力発電会社は、現在のところ ZESCO に卸売りしている唯一の国内 IPP だが、全国発電電力量に占める割合は 3%未満にとどまっている。

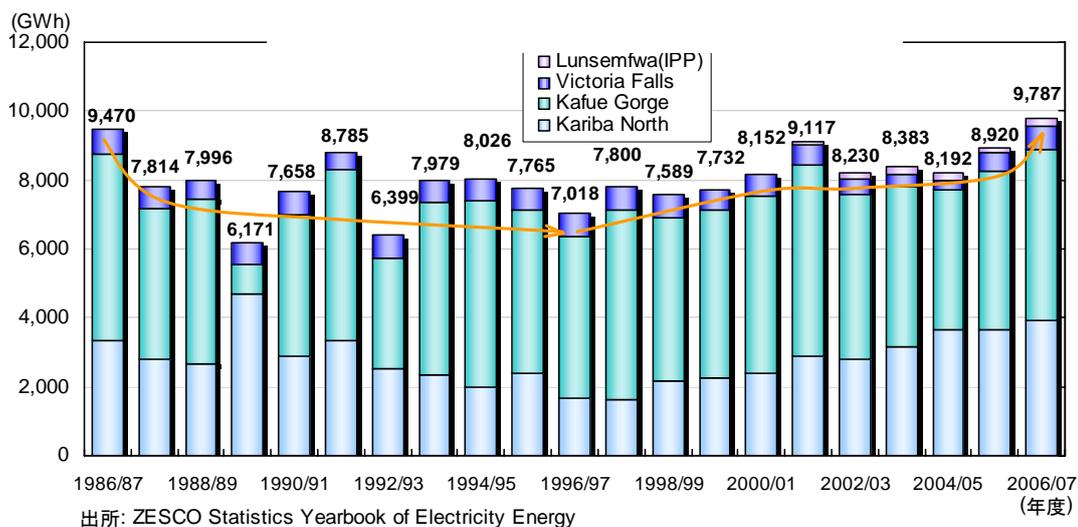


図 3-13 国内電力発電量の推移 (全国グリッド、送電端)

国内総電力消費量(配電端ベース、配電ロス含み)は、ZESCO 自身の顧客への販売量増加と銅鉱業(ZCCM、現在の CEC)への電力卸売の低迷が相殺され、1990 年代はほぼ一定で推移した。2000 年代に入り、鉱業の業績が回復し始めたことにより、国内総電力消費量は再び急上昇しており、2000/01 年度(6,724GWh)から 2006/07 年度(9,014GWh)の 6 年間で約 34%増加している。

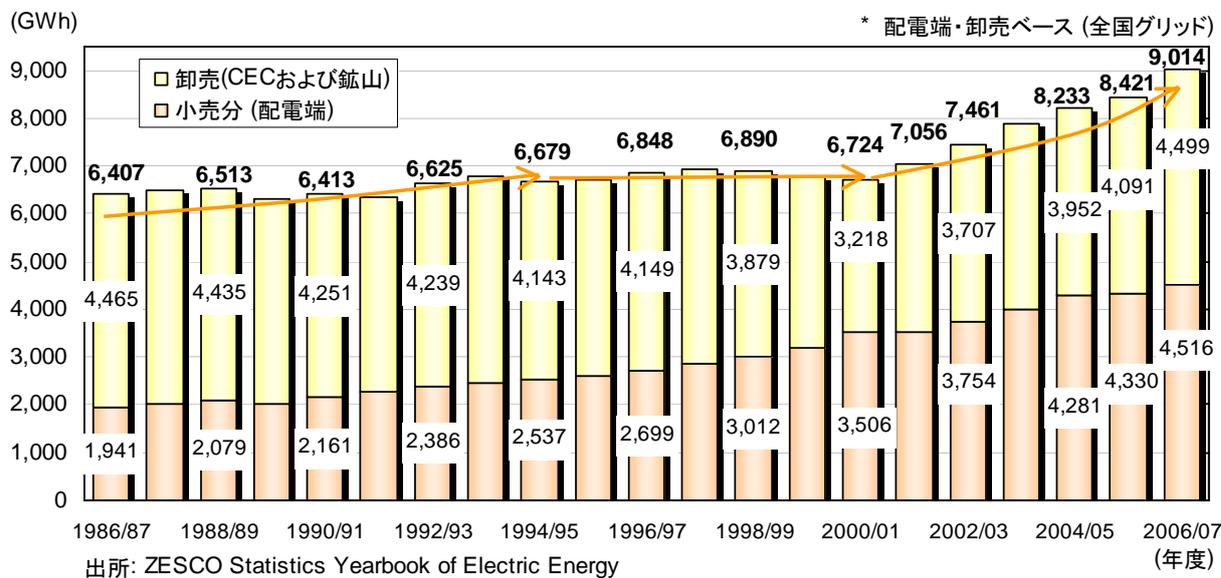


図 3-14 国内電力消費量の推移

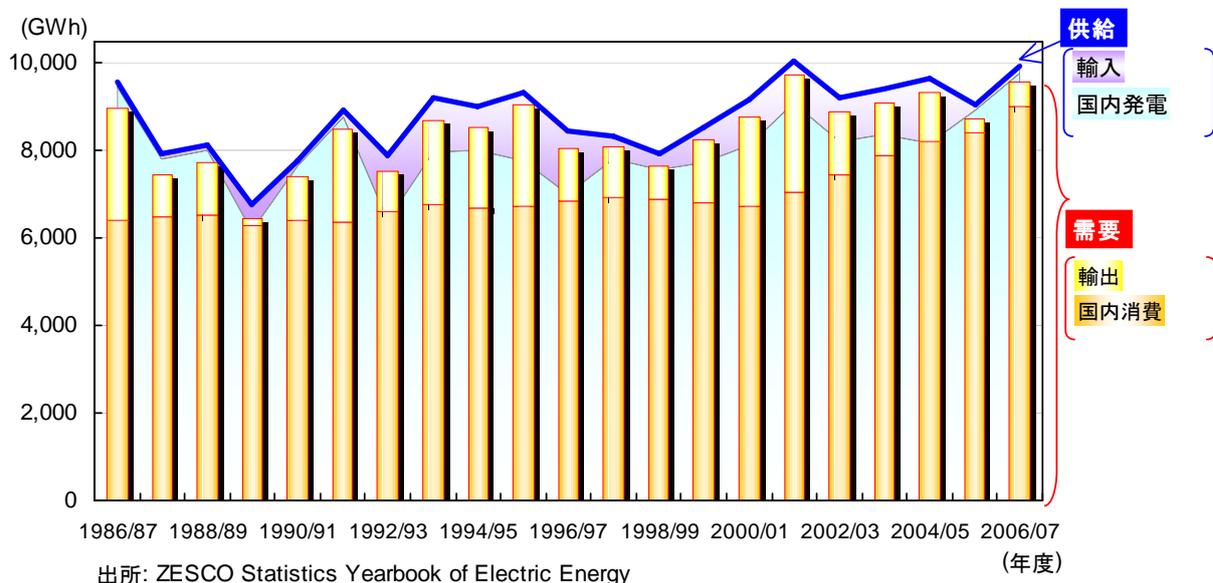


図 3-15 電力需給バランスの推移

図 3-15は、電力需給バランスを表したものである。1990 年代初頭までは概ね年間発電電力量が国内消費量を大きく上回っており、ザンビアは地域での電力輸出国としての役割を果たしてきた。1990 年代以降、発電量から消費量を差し引いた余剰分が縮小し始め(ただし発電電力量は毎

年変動するため、需給バランスの状況は各年で見ると著しく異なっているが)、さらに 2000 年代に入ると、国内電力消費量が急速に伸び始めたため、需給バランスはさらに厳しくなりつつある。現在進行中の水力発電所リハビリプロジェクトおよび水力発電所新設プロジェクト、すなわち Kafue Gorge Lower 水力プロジェクト(750MW)、Kariba North 発電所拡張プロジェクト(300MW)および Itezhi-tezhi 水力発電プロジェクト(120MW)が完成すれば需給状況は緩和されるものの、それまでの間に電力需要が近年並みの伸びを示した場合、電力需給がさらに厳しくなる状況も予想される。

#### 3.3.4. 電力需要の季節的・時間帯別特徴

図 3-16はZESCOの全国グリッドにおける過去 5 年間(2001/02～2005/06 年度)の月間最大電力需要を表したもので、グラフ中、数字が振られているのが、年間の最大需要発生月を示している。ザンビアでは年間最大需要が近年大きく伸びており、2001/02 年度(1,088MW)から 2005/06 年度(1,330MW)の間に約 28%増加している。この 6 年間、年間最大需要は冬季(5～7 月)に記録されている。

2002/03 年度までは、毎月の最大需要に大きな変動は見られず、例えば 2002/03 年度で月間最大需要が最も低かった 2002 年 8 月の実績(1,053MW)においても、年間最大需要(2002 年 6 月の 1,119MW)との比で 94.1%と、小さな差にとどまっている。翌 2003/04 年度においても、この比率は 91.5%を記録している。しかし 2004/05 年度に入って、各月の最大需要が大きく変動するようになり、同年度でも最も低い月間最大需要である 2004 年 11 月の実績は 974MW と、過去 5 年で最も低くなり、年間最大需要を記録した 2004 年 6 月実績(1,294MW)に対して 75.2%にとどまった。同様の傾向は翌 2005/06 年度にも見られ、12 ヶ月で最低だった 2005 年 9 月の最大需要は 1,056MW と、年間最大月(2005 年 7 月の 1,330MW)に対して 79.4%にとどまった。なお、2005 年 11 月の月間最大需要は前月に比べて大きく伸びているが、前年は逆に 10 月から 11 月にかけて著しく落ち込んでおり、対照的な傾向を示している。2006/07 年度においては月別最大需要の変動は再び穏やかになっており、12 ヶ月中最も低い月間最大需要(2006 年 8 月、1,2793MW)は年間最大需要(2006 年 6 月、1,393MW)に対する比率は 91.4%と高くなっている。

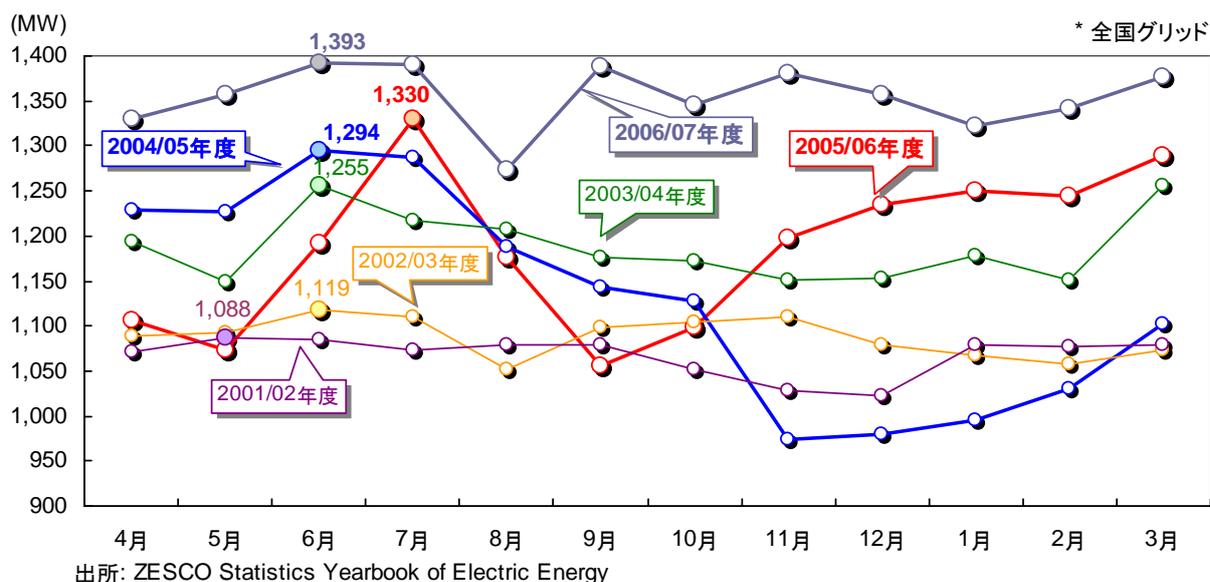


図 3-16 月間最大需要の推移

ZESCO より提供された資料では、こうした変化に関する詳しい説明は得られなかったが、仮に統計データの時系列推移が正しいと仮定するならば、こうした変化については以下の仮説にてある程度説明できるだろう。

- 電力消費に占める家庭用の割合が近年大きく増えてきており(特に 2003/04 年度から 2004/05 年度にかけては、2,052GWh から 2,542GWh へと大きく増加)、電力需要が天候の変化に対して敏感に反応するようになった。
- ZESCOの電力系統制御が改善、電力ロスが減少したことにより、全系の電力需要が末端需要における電力消費の変動により正しく追従するようになった。このことは、配電ロス率が 2003/04 年度の 20.9%から 2004/05 年度の 18.1%に改善したことからも裏付けられる(電力ロスについては、3.3.5項にて別途論じる)。同様に、2006/07 年度の月間最大需要に大きな変動がなかったことは、同年度の配電ロス率が 25.2%に悪化したことと関連付けて論じることができるかもしれない。

図 3-17 は、ZESCOの全国グリッドにおける 1 日の需要曲線を表したものである。ZESCOは、毎年発行している“Statistics Yearbook of Electric Energy”において 1 日需要曲線を掲載しているが、「典型的な 1 日需要曲線」との注釈が付けられているだけで、この需要が記録された日などの情報は与えられていない。しかしながら、“Statistics Yearbook of Electric Energy”の 2005/06 年度版と同 2004/05 年度版とで掲載されている 1 日需要曲線が異なることから、前者の需要曲線が後者よりも新しい状況を反映していると推測することができる。

ここでも、月間最大需要と同様の傾向を見取ることができる。すなわち、新しい方の 1 日需要曲線と考えられるグラフ内の赤い線は、古い方と考えられる青い線と比べてピークとボトムとの間で大きな格差を示しており、ここにおいても、月間最大需要の傾向が変化した要因とし

て立てた 2 つの仮説(家庭用電力需要の占めるウェイトの増加、および系統制御の改善による末端電力需要の変動への追従)にて説明することが可能である。

新旧 2 つの 1 日需要曲線の比較から指摘できるもう 1 つの変化としては、古い 1 日需要曲線では、夕刻(19:00)に最大需要が発生する他は、朝から夕方までほぼフラットに需要が推移しているのに対して、新しい 1 日需要曲線では、夕刻(19:00)の他、朝(7:00)にも 2 つめのピーク需要が発生しており、両ピーク間の時間帯である昼間に大きく下がっていることである。この変化についても、家庭用電力需要が増加したことにより、その特徴(朝食・夕食時に電力需要が増加する一方、昼間は就業就学で外出しているため電力需要が下がる)が全系需要に影響を及ぼしていると推測することができる。

図 3-18は、最大需要(MW)に対する年間全系電力消費量(MWh)の比率である、年負荷率の推移を示している。年負荷率は 2002/03 年度の 76.1%から 2003/04 年度の 72.3%へと低下したものの、以降改善傾向を見せている。

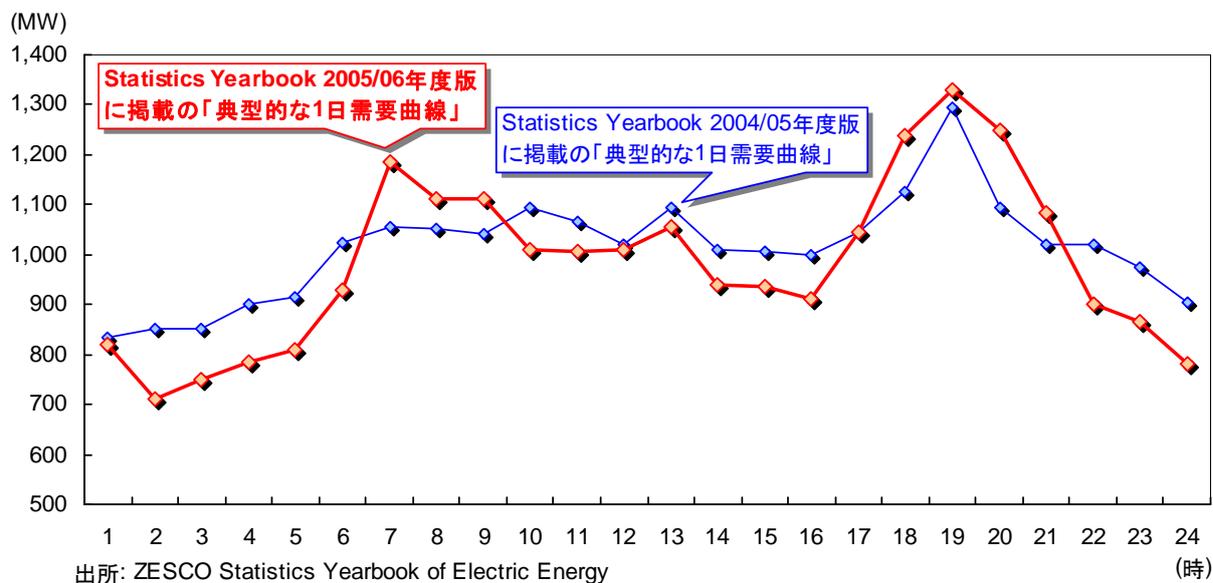


図 3-17 1 日需要曲線

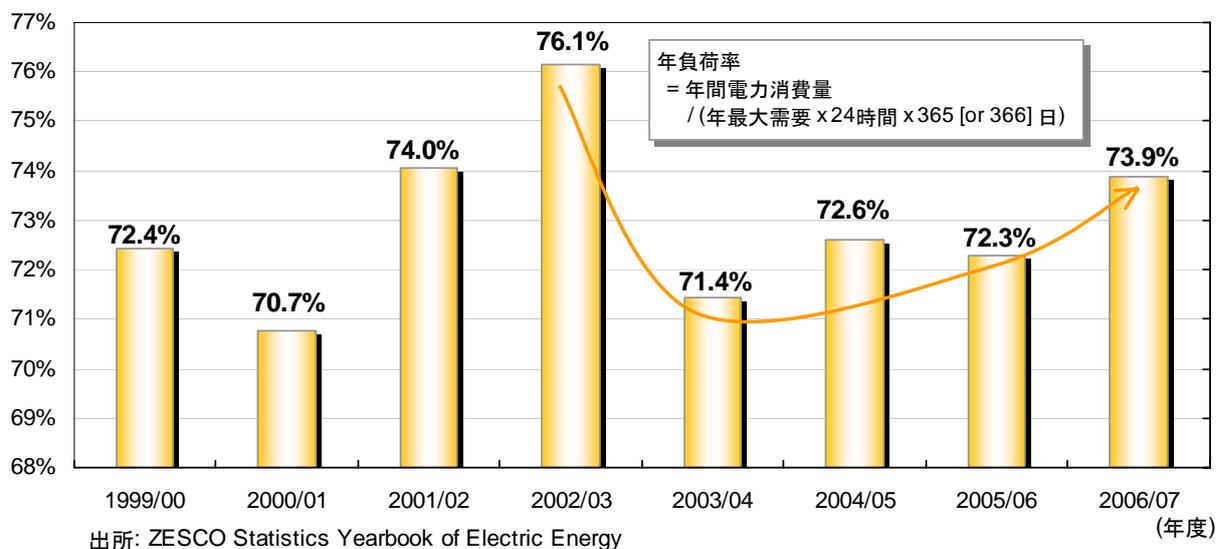


図 3-18 年負荷率

### 3.3.5. 電力系統ロス

ZESCO の送電ロス率は、送受電端電力量(電力購入および輸入含む)から配電端電力量(配電用変電所受け渡し、卸売および輸出)を引いたものである送電ロスを、送受電端電力量で割ったものである。送電ロス率は、1980 年代末以降、比較的安定して推移(3%程度)している。

配電ロス率は、配電端電力量(ZESCO の配電用変電所にて受電したもののみ)から ZESCO 顧客の末端電力消費量を引いたものである配電ロスを配電端電力量で割ったものである。配電ロス率は、2001/02 年度に 26.9%から 2004/05 年度の 18.1%へと改善傾向を示していたが、2006/07 年度には再び 25.2%まで悪化している。

送電・配電ロスの両者を含めた総合ロス率は、ちょうど送電ロス率と配電ロス率との中間で推移している<sup>5</sup>が、これはZESCOの送電系統を流れる電力量のうち約半分が配電線を経由せず卸売(CECやKansanshi鉱山)や輸出に向けられており、配電ロスの影響を受けない(送電ロスのみ影響)<sup>6</sup>ためである。総合ロス率が徐々に増加しているのは、ZESCO自身の配電線網を通じて供給している電力消費の割合が上昇し、加重平均で配電ロスのウェイトが高くなったことによるものである。

5 供給される電力量のうち大半が配電線を経由しているならば、総合ロス率は送電ロス・配電ロスのいずれよりも高くなる。

6 ZESCO は、隣国の一部の近隣地域に対して配電線経由で電力供給を行っていてもいる。ただし、全体の電力受給に占める割合は僅少。

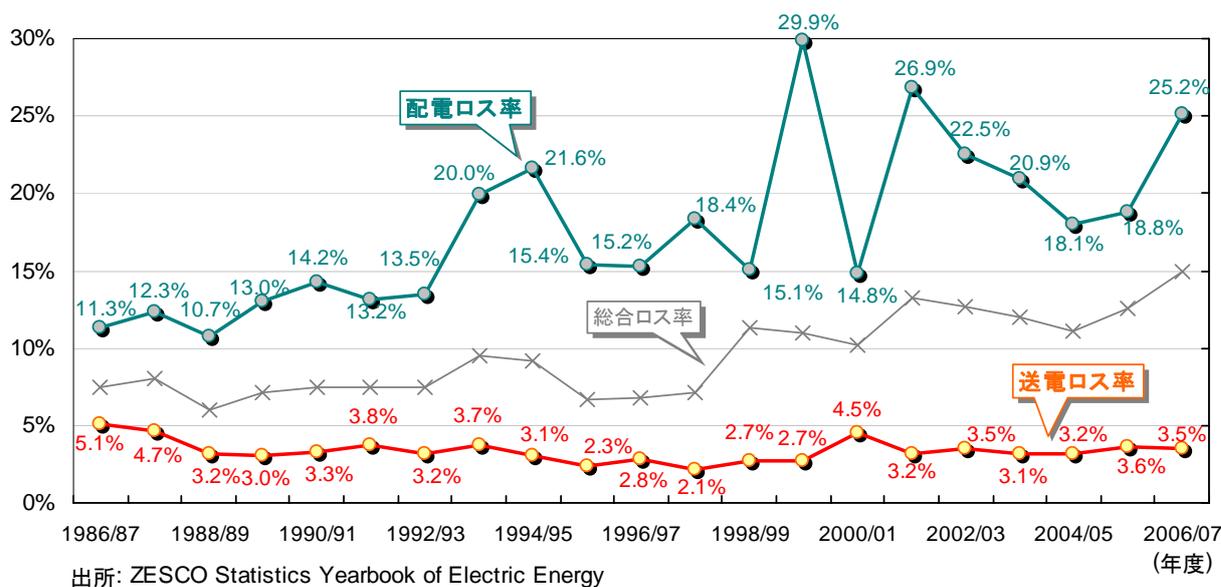


図 3-19 送電・配電ロス

### 3.3.6. 電力輸出入

3.3.3項でも述べたとおり、ザンビアの電力需給は近年厳しくなりつつあり、次第に輸入への依存が強まっている。図 3-20は、ZESCOの過去 4 年間の電力輸出入を、取引相手別に整理したものである<sup>7</sup>。2004/05 年度には、年間の電力総輸入量が総輸出量を逆転し、これまで電力純輸出国だったザンビアは純輸入国に転じている。リハビリプロジェクトの完成などにより供給力が増したこともあり、2005/06 年度以降、再び純輸出国に戻っている。

取引先別に見ると、南アフリカ共和国の ESKOM が輸入、輸出とも最大の取引相手となっている。ESKOM への販売量は近年減少傾向にあったものの、2006/07 年度には反転増を示している。また、ジンバブエで電力需給が逼迫化している状況を反映し、ZESA への販売量が近年急速に増加している。

<sup>7</sup> この表中で示されている輸出入のデータは、図 3-15における数値と異なっているが、これは、後者には ZESCOによる託送(SNELからZESAやESKOMへの輸出)に伴う電力ロスなどが含まれているためである。

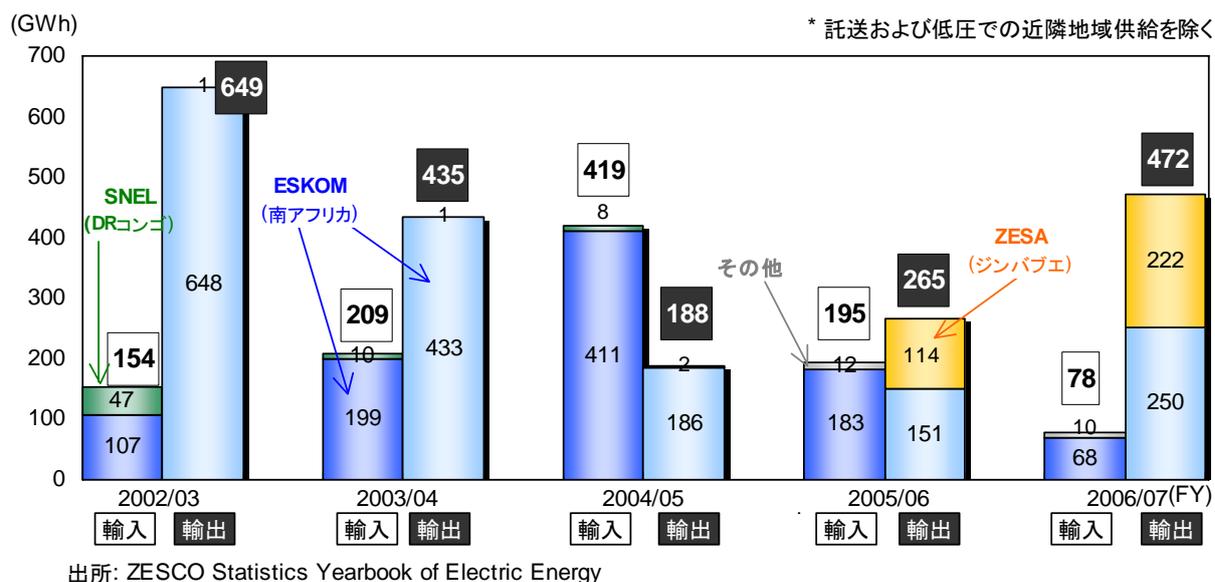


図 3-20 ZESCO の電力輸出入

同一の相手から電力を輸入しかつ輸出している主な理由としては、国内の供給力と需要との間に時間帯でミスマッチが生じていることが挙げられる。図 3-21 は、年間最大需要および国内の発電所(全国グリッド接続<sup>8</sup>)の当該年の稼働出力(定格最大出力より、メンテナンス等により稼働不能のものを除く)を比較したものである。2004/05 年度は、最大需要 1,294MW に対し、稼働出力は 1,148MW しかなく(最大需要の 88.7%に相当)、ピーク時間帯にはその差分を確保するため ZESCO は相当量を輸入する必要があった。2005/06 年度および 2006/07 年度には、リハビリ工事の完了により、最大電力(1,330MW)に対して 100%以上の供給力を確保したものの、送電ロス(3 - 4%)や系統安定に必要な予備力を考慮に入れると、十分なマージンを確保しているとは言い難く、ピーク時にはやはり輸入に頼る必要がある。一方、ザンビアでは水力発電が供給力の大部分を占めており、追加限界費用をほとんど掛けずにある程度一定の発電量を維持できるため、電力需要が供給可能量を下回ったオフピーク時間帯には電力輸出が可能となっている。

この需給ミスマッチが原因で、輸入と輸出の単価との間で格差が生じていると考えられる。図 3-23 が示しているとおおり、ZESCO の平均輸出単価は 2004/05 年度まで K30/kWh(≒0.75US ¢ /kWh)未滿で推移し(ただし 2005/06 年度には K70/kWh まで上昇)、平均コストを大きく下回っている。その一方、輸入単価については ZESCO よりデータが公表されていないため詳細は不明だが、輸出単価に比べて遙かに高いと推測される<sup>9</sup>。すなわち、ザンビアは電力量では純輸出であったとしても、金額面では輸入超になっている可能性がある。

8 ZESCO の小水力および CEC のガスタービン発電所は全系最大需要に対応可能とは言い難く、考慮外とした。

9 ZESCO の 2006/07 年度財務諸表によると、同年の売上原価は K1,630 億で、ZESCO の燃料費支出はきわめて小さいことから、この大部分は輸入および IPP からの購入によるものと考えられる。一方、ZESCO は同じ年に 78GWh を輸入し 237GWh を IPP から購入していることから、輸入・購入を合わせた平均単価は K517/kWh と推測される。同様に、2005/06 年度、2004/05 年度、2003/04 年度および 2002/03 年度の平均輸入・購入単価はそれぞれ K448/kWh、K262/kWh、K417/kWh および K388/kWh と推測される。

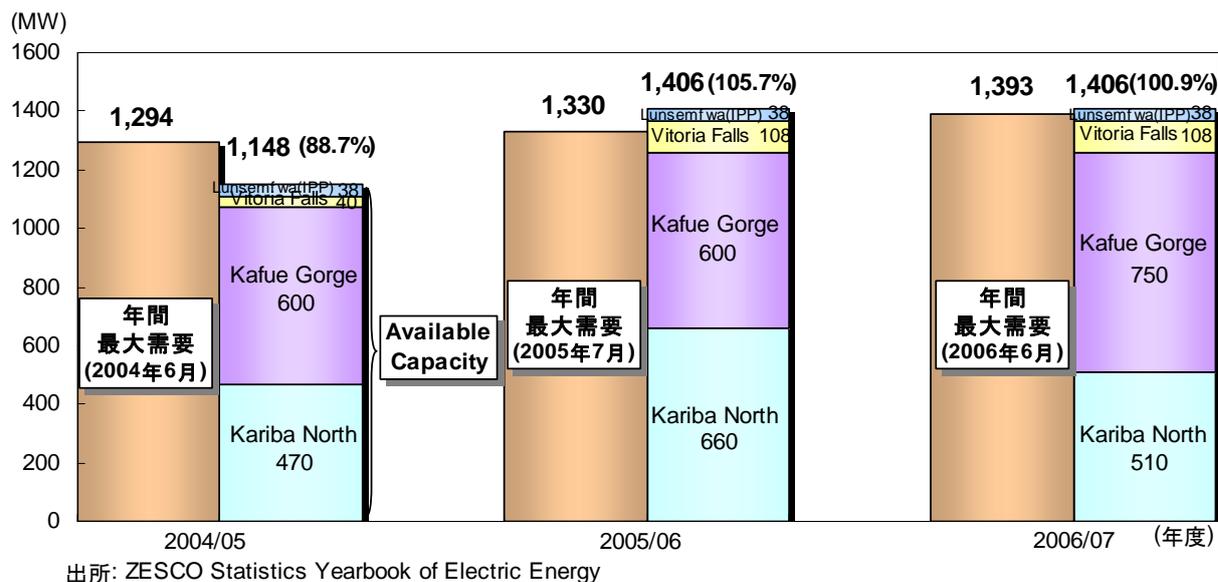


図 3-21 年間最大需要と稼働出力(全国グリッド)

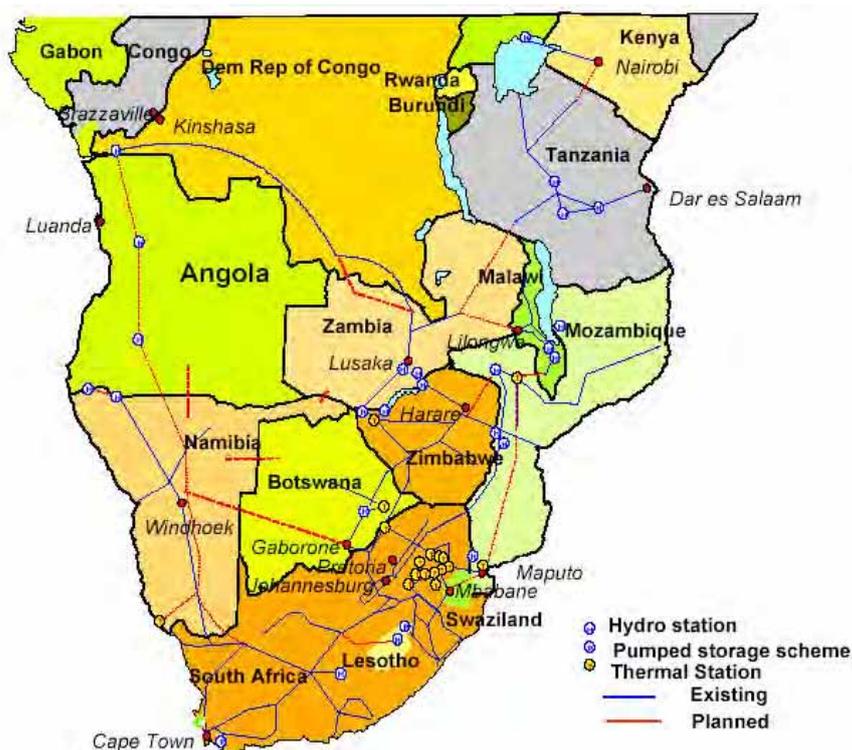


図 3-22 南部アフリカ電カプール(SAPP)国際連系統

ZESCOが電力輸出へ振り向けられる余剰は減少傾向にあるものの、南部アフリカ地域における電力取引の枠組みである南部アフリカ電カプール(SAPP)におけるハブとしてのザンビアの役割は将来重要性を増すと予想される。ザンビア国土を銅ベルトからリビングストーンまで

結ぶ送電網は、国内の電力系統の背骨としての役割を果たしているだけでなく、コンゴ民主共和国で発電された電力を電力輸入国であるジンバブエおよび南アフリカ共和国に託送する機能も果たしている。ZESCOはさらに 330kVの送電系統を北西部州に延伸してコンゴ民主共和国ともう 1 地点で接続して国際電力取引を強化する計画を立てている。その他、リビングストンとナミビアを結ぶ 220kVの国際連系線、ザンビア-タンザニア-ケニアの 3ヶ国を結ぶ国際連系線、およびマラウイとの国際連系線の計画も現在調査が進められている(図 3-22参照)。これらの高圧送電線の延伸により、北西部、西部、北部、東部等の遠隔州への電力供給が改善することも期待されている。

## 3.4. 電気料金

### 3.4.1. 電気料金制度

電力法(ザンビア法令集第 433 章)の第 7 条では、「事業者」すなわち ZESCO または他のあらゆる電力供給者より課される料金は、「事業者に与えられたライセンスに沿って決められる」と規定されており、これに基づき、ZESCO が顧客に課す電気料金は、CEC などの卸売を除き、政府の規制を受けており、エネルギー規制庁(ERB)の認可を受ける必要がある。さらに電力法の第 8 条では、「事業者」は電気料金の変更または見直しを行う際には事前に通告または提案を出す必要があり、消費者が ERB に対して内容の見直しを申し出なければ、30 日後に実施されるとしている。

2007 年 10 月に ZESCO より提示・実施された改定料金表をに示す。前回の料金改定(2005 年 5 月実施)においては、全ての顧客カテゴリーに対して一律 11%の値上げ率が適用されたが、今回の料金改定では、家庭用で 45%、商業・公共サービス用で 49-50%、大口顧客で 70-75%と、顧客カテゴリーごとに異なる値上げ率が適用されており、一般家庭の電気料金負担増は他カテゴリーに比べて若干緩和されている。

表 3-10 ZESCO の現行の料金表 (2007 年 10 月実施)

1. メーター未設置家庭用料金		現行料金		旧料金	
容量 2 アンペア以下	K/月	7,121	(178.0)	4,911	(122.8)
容量 2-15 アンペア	K/月	25,767	(644.2)	17,770	(444.3)
2. メーター設置家庭用料金 (15kVA 以下)		現行料金		旧料金	
電力量料金	300kWh 以下 K/kWh	102	(2.6)	70	(1.8)
	301-700kWh K/kWh	145	(3.6)	100	(2.5)
	700kWh 超過 K/kWh	236	(5.9)	163	(4.1)
月間固定料金	K/月	8,475	(211.9)	5,845	(146.1)
プリペイド(電力量料金)	K/kWh	161	(4.0)	111	(2.8)
3. 商業用料金 <sup>10</sup> (15kVA以下)		現行料金		旧料金	
電力量料金	K/kWh	245	(6.1)	163	(4.1)
月間固定料金	K/月	43,841	(1,096.0)	29,227	(730.7)
4. 公共サービス料金 <sup>11</sup>		現行料金		旧料金	
電力量料金	K/kWh	201	(5.0)	135	(3.4)
月間固定料金	K/月	34,839	(871.0)	23,382	(584.6)
5. 最大需要(MD)料金		現行料金		旧料金	
<b>MD1: 最大需要 16-300kVA</b>					
最大需要料金	K/kVA/月	11,803	(295.1)	6,943	(173.6)
電力量料金	K/kWh	170	(4.3)	100	(2.5)
月間固定料金	K/月	115,603	(2,890.1)	68,200	(1,705.0)
<b>MD2: 最大需要 300-2,000kVA</b>					
最大需要料金	K/kVA/月	22,083	(552.1)	12,990	(324.8)
電力量料金	K/kWh	145	(3.6)	85	(2.1)
月間固定料金	K/月	231,205	(5,780.1)	136,003	(3,400.1)
<b>MD3: 最大需要 2,00-7,500kVA</b>					
最大需要料金	K/kVA/月	34,277	(856.9)	19,587	(489.7)
電力量料金	K/kWh	110	(2.8)	63	(1.6)
月間固定料金	K/月	476,011	(11,900.3)	272,006	(6,800.2)
<b>MD4: 最大需要 7,500kVA 超過</b>					
最大需要料金	K/kVA/月	34,468	(861.7)	19,696	(492.4)
電力量料金	K/kWh	91	(2.3)	52	(1.3)
月間固定料金	K/月	952,021	(23,800.5)	544,012	(13,600.3)

注: ( )内の数値は、US¢/kWhに換算したもの(1US\$ = K4,000 を適用)

メーター未設置の顧客は、月額固定料金を請求される。北部州を管轄しているZESCOの北部地域事務所より提供された資料によると、北部州内における当事務所供給エリア内の顧客<sup>12</sup>の約30%がメーター未設置である。

最大需要 15kVA 以下の顧客に対しては、ZESCO では顧客の用途別に、家庭用、商業用、公共サービス用の 3 種類の電気料金を用意しており、それぞれ、月間固定料金(K/月)および電力量料金(K/kWh)より構成となっている。月額固定料金は、顧客の最大需要に拘わらず、それぞれの用

10 ここでの「商業用」は、狭義の商業用ではなく工業用や農業用などの電力使用を含む。

11 学校、病院、孤児院、教会、井戸揚水、街路灯など

12 ZESCO 北部地域事務所の供給エリアは、正確には北部州全域ではない(一部ルアプラ地域事務所にて供給)。

途で単一の月額料金が適用されている。家庭用の電力量料金単価は、3段階で逡増する仕組みで、最初の 300kWh の消費に対しては K102/kWh(≒2.6US ¢ /kWh)、次の 400kWh(301-700kWh)に対しては K145/kWh(≒3.6US ¢ /kWh)、700kWh を超過する分については K236/kWh(≒5.9US ¢ /kWh)が課される。この逡増料金体系は、以下の理由により多くの国で導入されている。

- ▶ 貧困層の家計の負担を軽減
- ▶ エネルギー消費を抑制(省エネが当該国の政策課題となっている場合)

第 1 の理由により、最初の閾値(下から 1 段目と 2 段目の境)は通常、家計が 1 ヶ月生活するのに最低限必要な電力消費量に設定されることが多く、発展途上国では一般的に 20-50kWh/月、「最低限の生活水準」を高め設定していると考えられる日本においても 120kWh/月である。ZESCO の料金体系では、この最初の閾値が 300kWh/月と、一般的に採用されている水準よりかなり高く、ちなみに日本では、この「300kWh/月」は平均的な家庭での電力消費量に匹敵し、3段階逡増料金における 2 段目の閾値として設定されている<sup>13</sup>。ZESCO では、この最初の 300kWh に適用される低い単価を「ライフライン料金」と呼んでおり、「300kWh は、2~3 部屋ある住宅で、2 つの調理器、ラジオおよび照明を使うのに十分である」と説明している<sup>14</sup>。商業用および社会サービス用料金では、電力量料金は使用量に拘わらず単一の電力量料金単価が適用される。

最大需要が 15kVA を超える大口顧客に対しては、「最大需要(MD)料金」が適用される。MD 料金は、月間固定料金(K/月、各顧客一律)、最大需要比例料金(K/kVA/月)および電力量料金(K/kWh)の 3 部で構成されており、また最大需要の規模に応じて MD1(16-300kVA)、MD2(301-2,000kVA)、MD3(2,001-7,500kVA)および MD4(7,500kVA 超過)の 4 つのカテゴリーで分類され、それぞれ異なる単価が適用される。

ザンビアでは、電力供給のほとんどが水力発電にて賄われているため、燃料価格の変動に応じて電力量料金単価が自動調整されるような制度は導入されていない。

ZESCO の顧客が支払う金額としては、上記の料金表に記載された電気料金の他、5%の租税徴収および 17.5%の付加価値税(VAT)が加算される。5%の徴収額のうち 3%は地方電化基金(REF)に充てられる(3.2. 項を参照)。

図 3-23における折れ線グラフは、「家庭用」、「非家庭用(ZESCO小売分)」「鉱業への卸売(CECなど)」および「輸出」の各用途別<sup>15</sup>における平均販売単価の実績を表している。加えて、販売電力量あたり供給コスト<sup>16</sup>を背後の棒グラフにて表している。このグラフにて読み取れる通り、家庭用の平均販売単価は比較的安く、平均販売コストよりも低く推移している。

13 日本の 10 電力会社のうち、北海道電力を除く 9 社が「300kWh/月」を 3段階逡増料金の 2つめの閾値として設定している(北海道では 280kWh/月。1990 年代までは各社 280kWh/月を採用)。最初の閾値である「120kWh/月」は、1970 年代半ばに電力各社が採用し、以降変わっていない。

14 出所: ZESCO ウェブサイト <http://www.zesco.co.zm/why-pay-for-elec.html>

15 ZESCO の“Statistics Yearbook of Electric Energy”では、2005/06 年度版より電力消費量の用途別区分を変更したため、2005/06 年度の用途別販売単価の数値は過去のものとは必ずしも整合していない。

16 「供給コスト」の定義は、図 3-28と同じ(3.5.1項にて説明)。

その一方、家庭用以外の顧客(商工業、農業用など)への平均販売単価は、家庭用の平均販売単価や平均供給コストを大きく上回っている。この家庭用および非家庭用との間に顕著な料金格差が存在することは、前述の料金表(表 3-10)においても、いかなる電力使用量でも「商業用」料金が「家庭用」料金を上回ることからも裏付けられる。仮に各用途別の電気料金がそれぞれの限界供給コストを厳密に反映して設定されていたとするならば、家庭用の電気料金は理論上は非家庭用の電気料金よりもやや高く設定されるはずである<sup>17</sup>ことを考慮に入れると、全体の電気料収入は供給コストとバランスしているとしても、用途別に見ると非家庭用の電気料金から家庭用の電気料金への内部補助が行われて家庭用料金が低く抑えられているということが伺える。ただし、この内部補助の是非については、家庭用顧客の電気料金に対する支払い能力を考慮に入れて評価する必要がある。

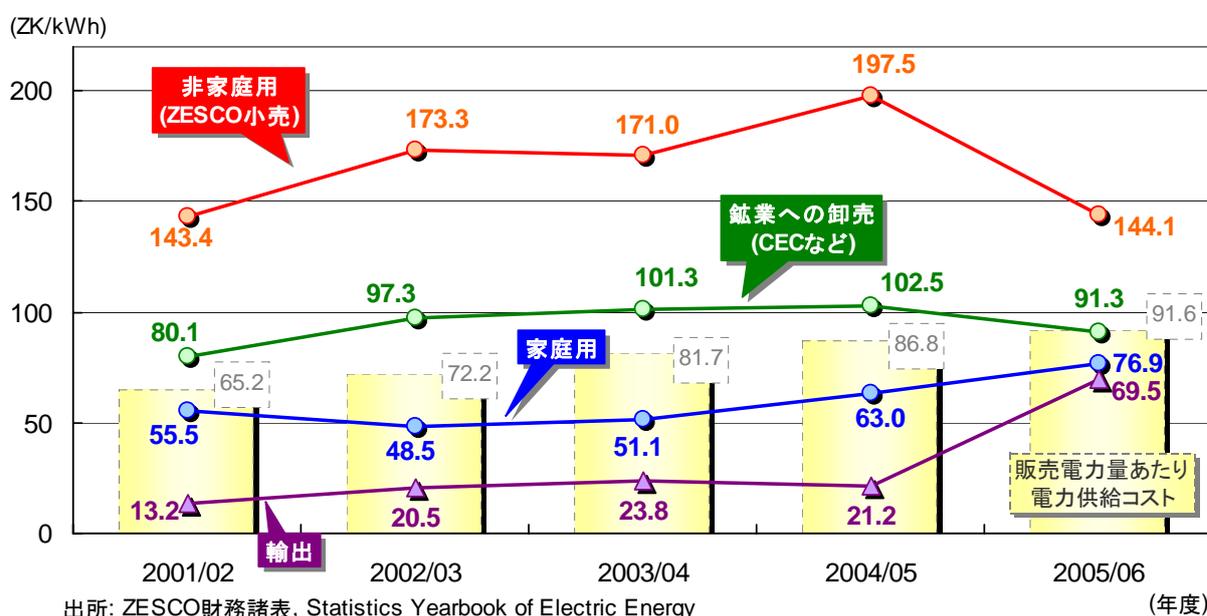


図 3-23 用途別平均販売単価

### 3.4.2. 検針および料金請求

他国における一般的な状況と同様、ZESCO はメーターを設置している顧客に対して毎月電力使用量の検針を行い、毎月電気料金を請求している。「顧客サービス勘定アシスタント (CSAA)」と呼ばれる ZESCO の検針員が、顧客の電力使用量をそれぞれの郡事務所において顧客データベースに登録し、さらにそのデータが請求書発行システムに連係して電気料金が計算されている。ZESCO によると、検針から請求書に至るプロセスは数日間で完了するとのことである。一部の地域、特に都市部においては、携帯用端末機の使用が始まっており、顧客データベースと容易に連係できるようになっている。

17 ほとんどすべての家庭用の顧客が低圧(400/230kV)にて電力供給を受けており、低圧配電線を利用する費用を負担する必要があるのに対し、非家庭用の顧客の多くは 11kV の中圧配電線から電力供給を受けており、低圧配電線のコストを負担する必要がない。加えて、非家庭用、とりわけ産業用の電力需要は一般的に家庭用の電力需要より負荷率が高いため、消費電力量あたりの固定費負担が低くなると考えられる。

ZAMBIA ELECTRICITY SUPPLY CORPORATION LIMITED  
ELECTRICITY METER CARD

CITY/TOWN Serenje DISTRICT Serenje  
STREET \_\_\_\_\_ No. IN STREET \_\_\_\_\_  
STAND No. \_\_\_\_\_ PREMISES REF. No. \_\_\_\_\_  
TARIFF C

ELECTRICITY METER NO. _____			ELECTRICITY METER NO. _____		
DATE	INDEX	DIFFERENCE	DATE	INDEX	DIFFERENCE
27/12/03	9568	4879			
31/01/04	9296				
24/05/05	8517				
26/02/06	5314				
27/03/07	5023				
29/04/07	4773				
22/02/07	4195	482			
21/01/07	3792				
25/11/03	3821				
07/10/03	3247				
29/09/03	2234	18			
26/09/02	2946	287			

DEBTOR'S NAME AND ADDRESS	DATE IN	DATE OUT	PERS. NO.
CHEARILA CHANSA New Bus Station	21/10/02	21/10/02	

図 3-24 電力検針カード (サンプル)

図 3-24は、調査団が 2006 年 6 月に中央州Serenje郡を訪れた際、立ち寄った食料品店のメーターの脇に挟まれていた電力検針カードである。ZESCOの職員が毎月検針で訪問した際に検針した数字を記入することになっているものの、この検針カードの過去の履歴を見ると、2003 年 12 月、2004 年 3 月、2004 年 7 月～2005 年 4 月、2005 年 6 月～9 月、2005 年 11 月の実績が記録されていない。

電気料金の支払いは ZESCO の顧客サービスセンターで現金または小切手で行うか、顧客の銀行口座から自動振替を行うことが可能である。ZESCO では、5%割引のインセンティブにて、この口座振替サービス(DDACC)を利用することを推奨している。

電気料金を支払わない顧客に対するZESCOの供給停止に関する方針は、基本的には他国の電力セクターで採用されているのと同様である。電気料金を 2 ヶ月以上支払わなかった顧客に対しては、7 日以内に支払いが行われなければ電気の供給を停止するとの通告が発せられ、場合によっては、さらに停止 48 時間前に同様の通知が出されることがある。ZESCOが供給停止を実施した顧客は、供給再開のためには少なくとも不払い総額の 75%に加え、追徴金(家庭用の場合 K20,000)の支払いが求められ、加えて残りの 25%が 3 ヶ月以内に支払われなければ再度供給停止

されるとしている。図 3-25は、ZESCOの供給停止方針をフロー図で表したものである<sup>18</sup>が、実際の運用は必ずしもこのフロー通りではなくケースバイケースで行われている模様である。

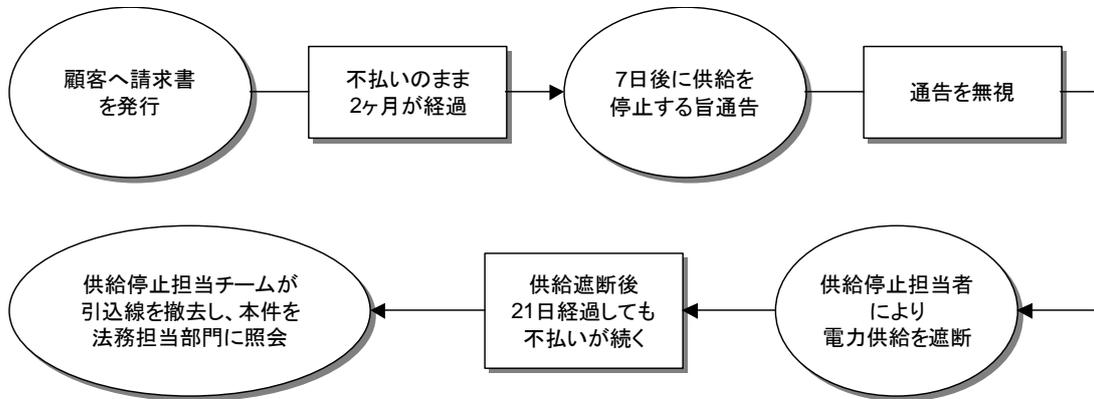


図 3-25 ZESCO による不払い顧客に対する供給停止のフロー

図 3-26はZESCOの未収金、すなわち貸借対照表上流動資産として計上されている、未回収電気料金の過去 5 年間の推移と、毎年の増減を表したものである。2001/02 年度には、未収金が約 K1,745 億(=0.44 億US\$, 対前年度比で約+50%)増加し、未収金はK5,242 億(=1.31 億US\$)と、同年のZESCOの電気料収入(K5,366 億)に匹敵する金額となった。これはつまり、ZESCOの年間電気料収入のうち約 3 分の 1 が回収できなかったことを意味する。これを境に、ZESCOでは不良資産化した未収金の対策に本格的に乗り出している。

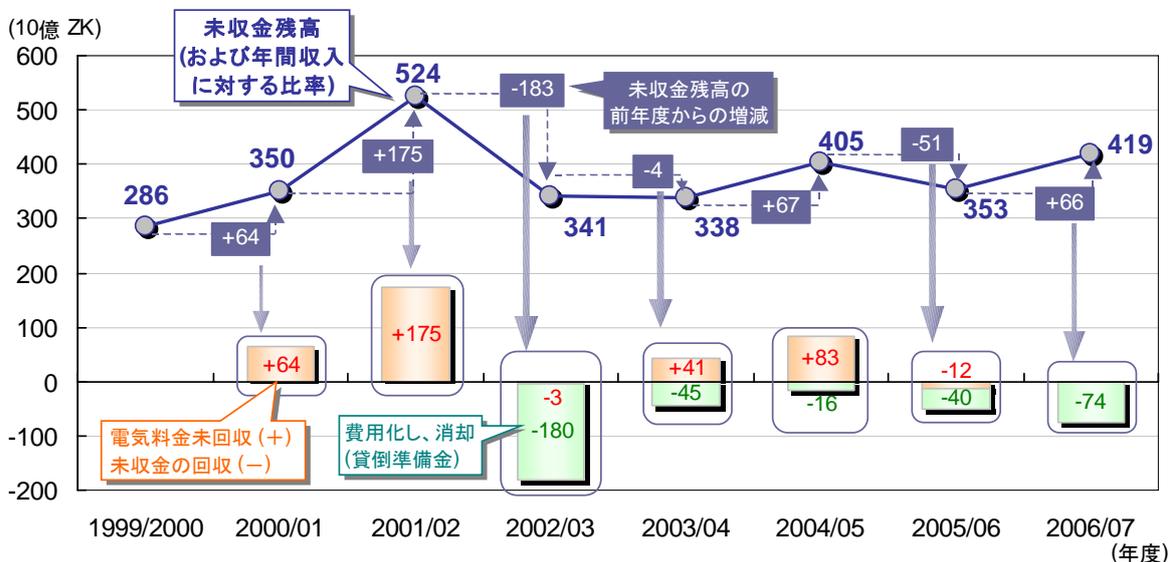


図 3-26 ZESCO の未収金の増減

未収金の増減に影響を及ぼす要因としては、以下の 2 つが挙げられる。

- 当該年に発生した電気料収入の未回収(=未収金増)、または過去の未収金の回収(=未収

18 出所: ZESCO ウェブサイト <http://www.zesco.co.zm/p-cut.html>

金の減)

- ▶ 「貸倒準備金」の計上(損益計算書上は費用として処理)により、未収残高の一部を相殺消却(=未収金の減)

未収金の新規発生を抑えつつ過去の未収金の回収を進めていくのが理想的ではあるが、現実には未収金をすべて回収するのが極めて困難である以上、ZESCO は貸借対照表上の不良債権が増大するのを防ぐため、将来に亘って回収不能と予想される未収金の一部を、当年度の利益との相殺により、継続的に消却していく必要がある。

図 3-26の下半分の棒グラフは、未収金の増減を上記の要因別に分解したものである。2002/03年度には、ZESCOの未収金はK1,828 億(=0.46 億US\$)減少しているが、これは貸倒準備金の計上によりK1,797 億(=0.45 億US\$)を消却したことが大きな要因である。このK1,797 億は同年の電気料金収入の 28%に相当し、また前年度の未収金の大幅増(K1,745 億)とほぼ対応する金額である。このK1,797 億のうちK1,400 億(=0.35 億US\$)は、ザンビア政府関連の未収金とZESCOがザンビア政府から借りていた有利子負債との間で相殺消去する「負債スワップ」を実施したことによるものである。料金回収が改善したことも未収金の減少に貢献している。K31 億(=78 万US\$)の減少は未収金残高と比較するとかなり控えめな数字に見えるが、これまで料金回収が急速に悪化していたことを考慮に入れると顕著な改善と言える。それ以降、料金回収の状況は年度によりブレがあり、2006/07 年度には悪化傾向が見られるものの、未収金の残高は年間収入額の約半分程度の水準でほぼ推移している。

料金回収を向上させて未収金を減らすべく、ZESCO ではプリペイドメーターを設置するプロジェクトに着手している。パイロットプロジェクトは 2002 年にルサカ地域の 1,000 件の顧客を相手に実施され、次いで 2006 年にはプロジェクトはフェーズ 1 に移行し、24,000 のプリペイドメーターが設置されている。

### 3.5. 電力セクターの財務状況

#### 3.5.1. ZESCO の財務状況

##### (1) 電気料収入および費用

図 3-27はZESCOの年間収入の推移を示している。電力需要の増加と歩調を揃えるように、ZESCOの年間電気料収入も 2000/01 年度のK4,774 億から 2006/07 年度の 8,687 億kWhへと増加しており、特に、総収入の半分を占める鉱業部門(CECなど)からの収入増が大きく貢献している。2005/06 年度の電気料収入は対前年度比-K137 億と一時的に減少しているが、これは、鉱業部門からの収入(K3,735 億)が前年度より-8%減少したことが大きな原因である。同セクターでの電力消費が堅調に伸びている(2004/05 年度の 3,952GWhから 2005/06 年の 4,091GWhへ+3.5%増、図 3-14を参照)にも拘わらず収入が著しく減少したのは、同セクターでの電気料金がUS\$ベースで設定されており、同年度中にザンビアクワチャの対US\$為替レートが上ったため、電気料収入がクワチャ換算で目減りしたことによるものである。2006/07 年度には為替レートが再びドル高クワチャ安になったこともあり、鉱業部門からの収入、および総収入は再び増加している。ZESCOの小売部門での収入、すなわち輸出および鉱業を除いた収入は、全体としては増加傾向

が続いているものの、個別の顧客カテゴリー別では各年度での増減が見られる。

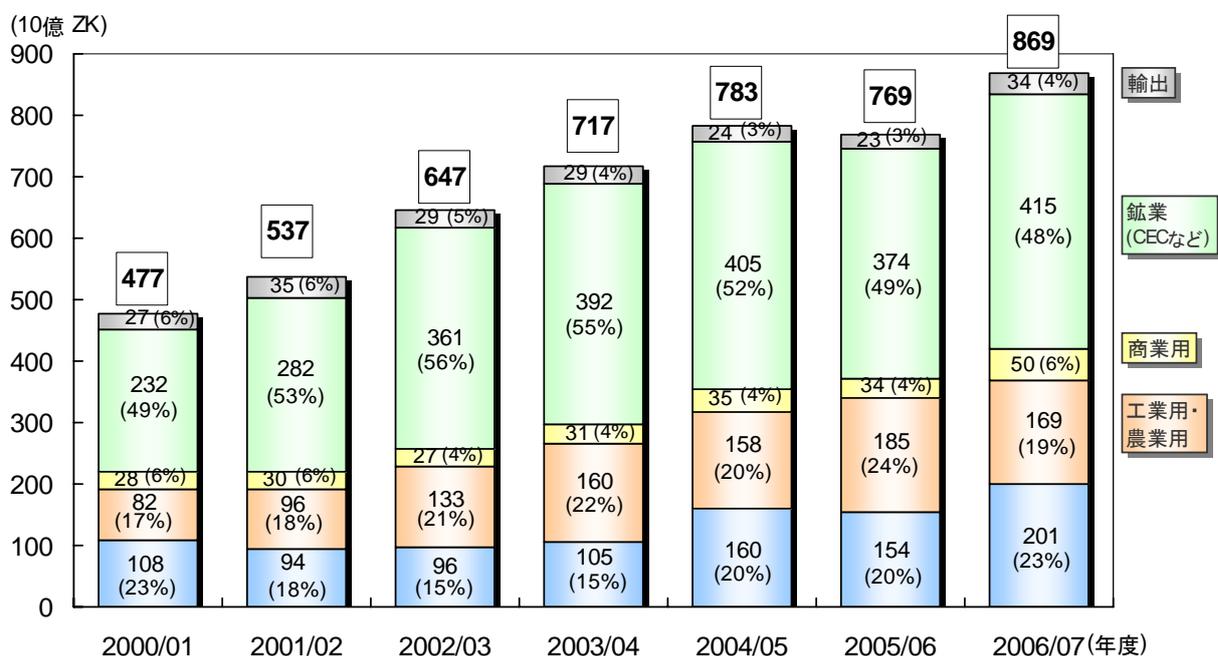


図 3-27 ZESCO の年間収入の推移

図 3-28は、電力供給のための直接コスト(電力購入、輸入、燃料費)に加え、各種の間接コスト(人件費、減価償却費、財務費用)および法人税を含めた、総供給コストを示したものである。顕著な伸びを示しているのが人件費で、従業員数は 2000/01 年度末時点の 3,963 人から 2006/07 年度末時点では 3,603 人へと減少しているにも拘わらず、金額面では 2000/01 年度のK1,152 億から 2006/07 年度のK4,297 億へと約 3.7 倍の増加を示している。ZESCOによると、この増加の主な要因は、非常勤職員(従業員数にカウントされない)の増加および政府勧告による、こうした非常勤職員への賃金単価引き上げによるものとのことである。財務費用は、当座貸越および短期借入れなど高利の繋ぎ資金への依存が減ったことにより 2001/02 年度のK492 億から 2006/07 年度のK213 億へと減少している。電力供給コストの増減に影響を及ぼすその他の要因としては、為替差損/差益があり(ZESCOの損益計算書上、営業費用に含まれている)、2005/06 年度はK1,827 億の為替差益、2006/07 年度はK1,733 億の為替差損を計上している。これは主に、USドル等の外国通貨建てで調達された負債のクワチャ建ての価額が為替レートにより変動(クワチャ高により為替差益、クワチャ安により為替差損を計上)することによるものである。

年間総収入額(図 3-27)から総供給コスト(図 3-28)との差は「税引後利益」と等しくなる。2006/07 年度は、ZESCOは 1,561 億クワチャの税引後損失を計上している。同年度が大幅赤字となった要因としては、上記の為替差損の影響が大きいものの、2005/06 年度および 2006/07 年度の営業利益/損失から為替差益/損失の影響を控除すると赤字になることから伺えるとおおり、ZESCOの収益性は近年脆弱化していると考えられる。そのため、2007 年 10 月の料金値上げ(平均+60%)が状況改善に寄与するものと期待される。ZESCOの財務諸表の概要を表 3-11に示す。

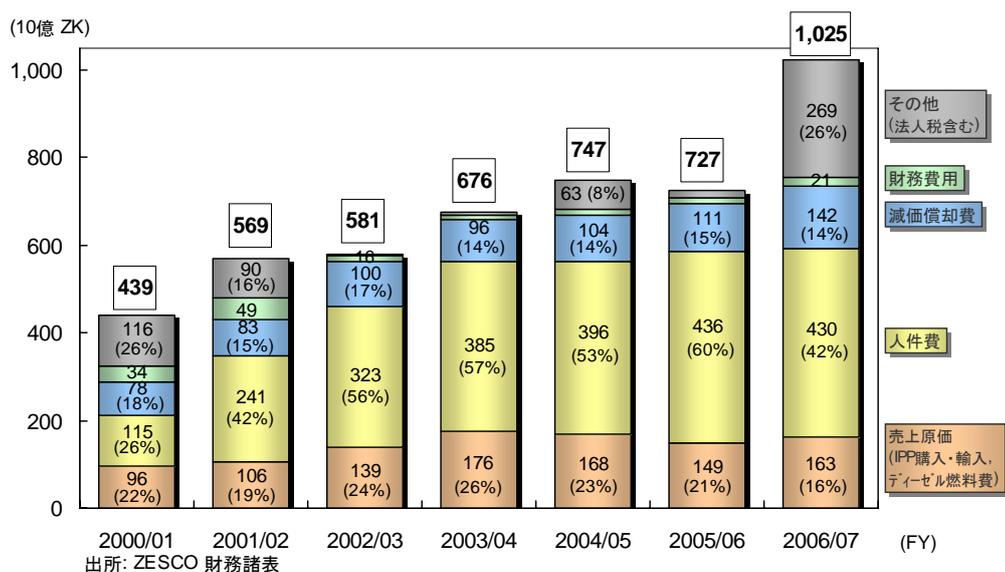


図 3-28 ZESCO の電力総供給コスト

表 3-11 ZESCO の財務諸表の概要

	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
売上高 (A)	477,398	536,583	646,515	717,373	782,641	768,915	868,725
売上原価 (B)	96,359	106,355	138,954	176,362	168,384	149,487	163,011
売上粗利益 (C) = (A)-(B)	381,039	430,228	507,561	541,011	614,257	619,428	705,714
その他営業費用 (D) *	267,644	358,182	388,852	452,444	563,141	489,207	902,650
営業利益 (E) = (C)-(D)	113,395	72,046	118,709	88,567	51,116	130,221	-196,936
財務費用 (F)	33,870	49,277	15,764	12,063	15,412	11,070	21,276
特別費用 (G)	-	8,395	-	-	-	-	-
税引前利益 (H)=(E)-(F)-(G)	79,525	14,374	102,945	76,504	35,704	119,151	-218,212
法人税 (I)	41,420	47,151	37,732	34,828	71	76,812	-62,117
税引後利益 (J) = (H)-(I)	38,105	-32,777	65,213	41,676	35,633	42,339	-156,095
総資産 (K)	1,831,680	2,133,633	2,271,147	2,636,002	3,499,240	3,693,644	3,979,596
ROA = (E) / 年平均(K) **	6.4%	3.6%	5.4%	3.6%	1.7%	3.6%	-5.1%
株主資本	1,271,965	1,239,188	1,276,535	1,303,211	1,688,291	1,730,630	1,574,535
負債	559,715	894,445	994,612	1,332,791	1,810,949	1,963,014	2,405,061

出所: ZESCO 財務諸表

注: 電気料収入以外の収益(財務収益など)は「その他営業費用」にて控除している  
 ROA = 営業利益 / {(当年度末総資産+ 前年度末総資産) / 2}

(2) 資本構成

ZESCOは水力発電リハビリプロジェクトなど、近年巨額の設備投資を続けており、総資産は2000/01年度のK1.83兆から2006/07年度のK3.98兆へと、6年間に2倍以上に増加している。毎

年、ZESCOの自己資金<sup>19</sup>を大幅に上回る金額を設備投資に費やしている(図 3-29参照)ことから、借入金や資金援助、顧客による工事費負担など、負債による資金調達に大きく依存し続けており、図 3-30に見られるとおり、自己資本比率は徐々に低下する傾向を示している。

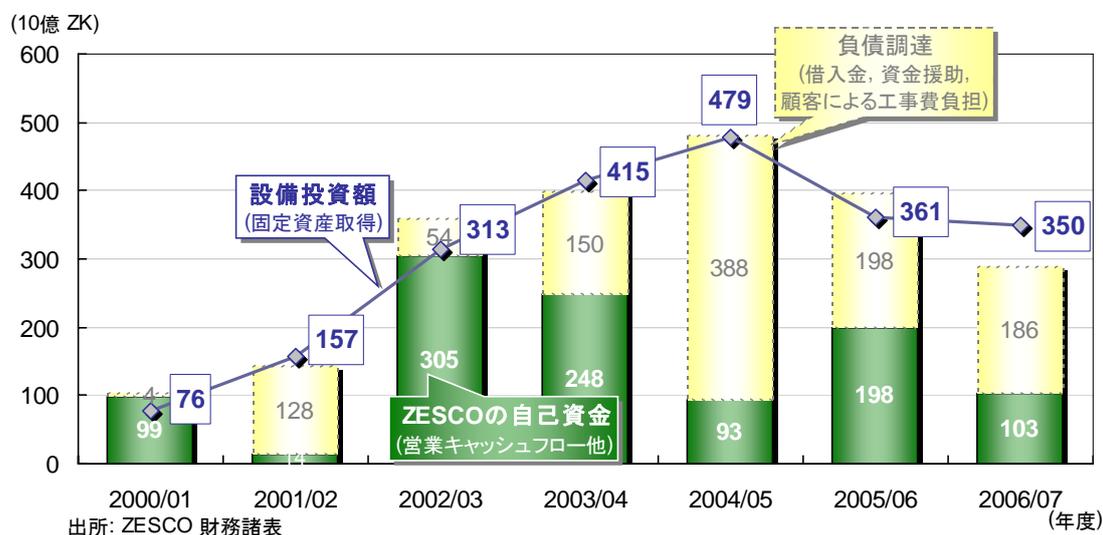


図 3-29 設備投資額と資金調達

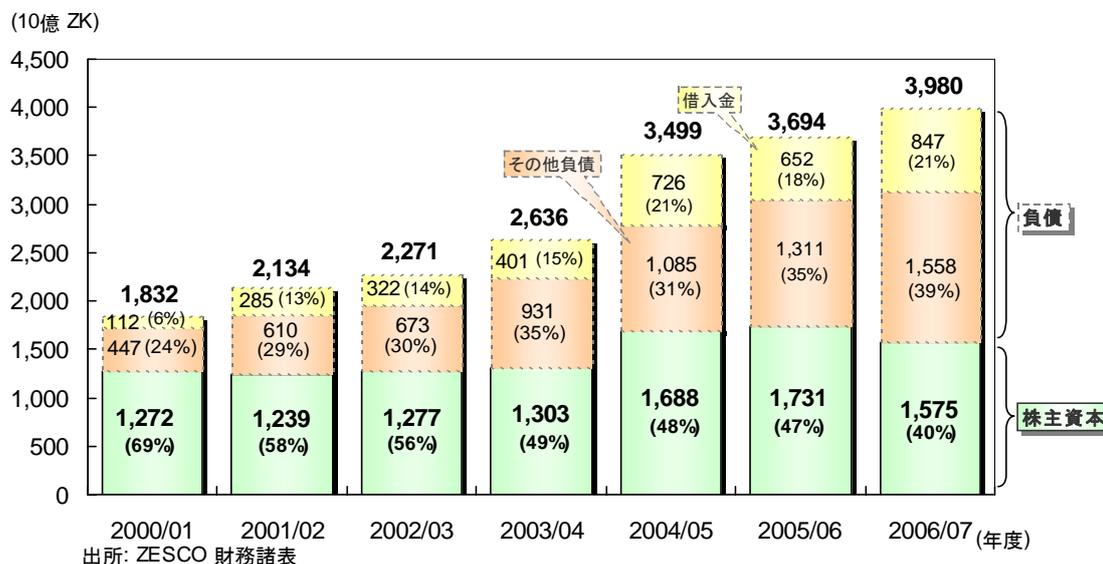


図 3-30 ZESCO の資本構成の推移 (株主資本および負債)

19 ここでは、キャッシュフロー計算書上の「営業キャッシュフロー+固定資産処分+受取利息」とした。

(3) 指標による国際比較

図 3-31および図 3-32は、ZESCOの総資産利益率(ROA)および株主資本利益率(ROE)を、近隣地域の電力セクターの中では比較的発達した事業経営を行って、財務諸表も公表されているESKOM(南アフリカ共和国)<sup>20</sup>およびKPLC/KenGen(ケニア)<sup>21</sup>と比較したものである。アフリカ最大の電力会社であるESKOMは、ROA、ROEともに 8-12%程度と、この 3 ケ国中、最も高い利益率を維持している。ケニアの電力セクターの利益率はZESCOとほぼ同水準だが、ケニアが近年継続的に上昇傾向にあるのに対し、ZESCOでは近年利益率の悪化が続いている。

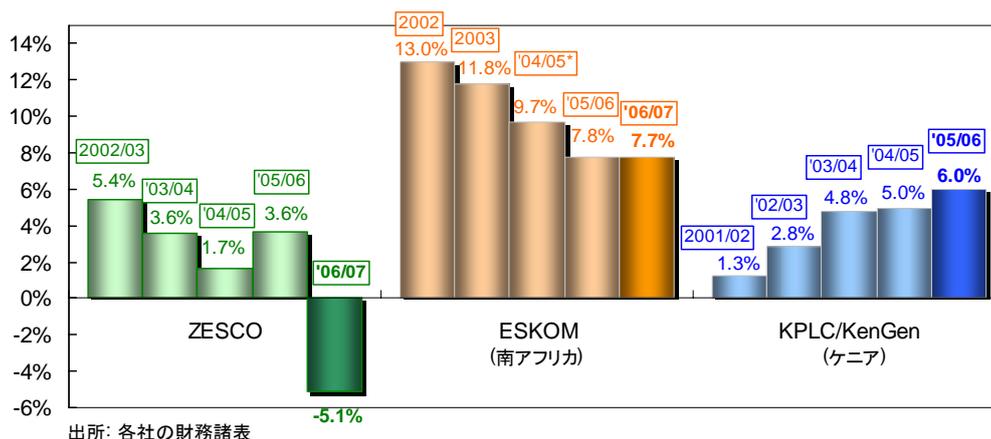


図 3-31 総資産利益率(ROA)の国際比較

注: ROA = 営業利益 / {(当年度末総資産 + 前年度末総資産) / 2}

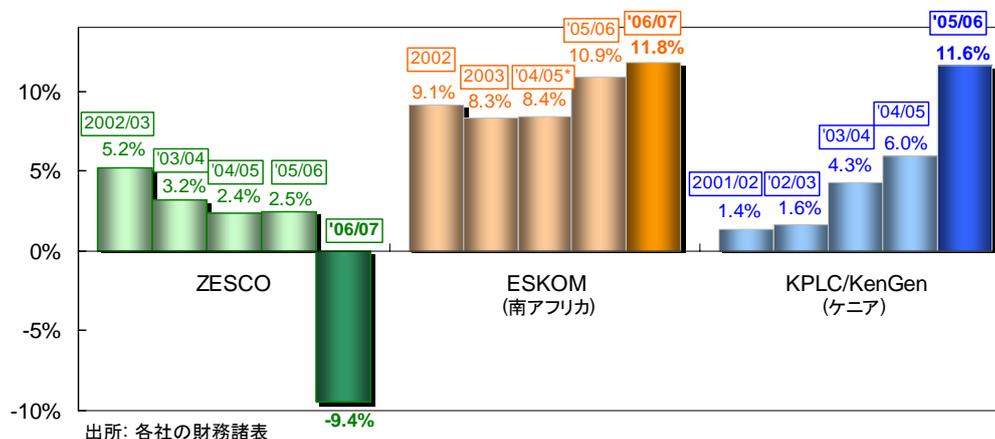


図 3-32 株主資本利益率(ROE)の国際比較

注: ROE = 税引後利益 / {(当年度末株主資本 + 前年度末株主資本) / 2}

20 ESKOM は 2004 年に会計年度を「1 月-12 月」から「4 月-3 月」に変更した。そのため、2004/05 年度は移行期間として変則的に 15 ヶ月(2004 年 1 月-2005 年 3 月)となっている。当年度の数値を他と比較できるようにするため、12 ヶ月ベースに換算している。

21 ケニアの電力セクターの主要プレーヤーとして KPLC(送配電)および KenGen(発電)の 2 社がある。「発送配一貫」の業績を比較するため、この 2 社の相対取引分を相殺消去した連結財務諸表を試算している。

## 3.5.2. 電力セクターにおける他のプレーヤーの財務状況

## (1) コッパーベルトエネルギー会社(CEC)

コッパーベルトエネルギー会社(CEC)もZESCO同様、財務諸表を毎年公表している。CECの前身は、国策会社である旧ザンビア銅鋳業合同会社(ZCCM)の 1 事業部門で、その売上げはザンビア最大の輸出産業である鋳業への電力供給にほとんど依存していることもあり、財務諸表はUS\$で記載されている。ZESCOからの購入単価および顧客への販売単価もUS\$で設定されており、つまり、鋳業会社は生産コストに占める電力コストのウェイトが高いため、CECからの電力購入価格をUS\$建てにすることにより、生産コストが為替レート変動に影響を受けるのをヘッジしており、同様にCECもZESCOからの購入価格をUS\$建てにすることにより為替変動リスクをヘッジしているため、為替変動リスクは最終的にZESCOが負うという構造になっている。ZESCOの2005/06年度の売上高が対前年度比で減少したのもそれが大きな原因である(3.5.1項参照)。CECの販売単価は、過去5年間、3US¢/kWh台で徐々に上昇傾向を示している。

表 3-12 CECの電力需要および販売電力量

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
年最大需要 (MW)	451.7	475.9	491.3	505.1	503.9	511.2
販売電力量 (GWh)	3,354	3,578	3,689	3,818	3,734	3,839
販売単価 (US¢/kWh)	3.15	3.08	3.11	3.15	3.27	3.32

出所: CEC 財務諸表

表 3-13は、過去 6 年間のCECの財務諸表の概要である。売上高から売上原価を差し引いた粗利から売上高で割った粗利率は約 3 割で安定して推移しており、このことより、CECの販売単価は、売上原価の大半を占めるZESCOからの購入単価と連動して、3割程度の粗利率を確保できるように設定されていることが伺える。

表 3-13 CECの財務諸表の概要

(1,000 US\$)						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
売上高 (A)	105,624	110,128	114,874	120,348	122,164	127,280
売上原価 (B)	73,217	78,506	82,097	85,239	85,797	89,897
<b>売上粗利益(C) = (A) - (B)</b>	<b>32,407</b>	<b>31,622</b>	<b>32,777</b>	<b>35,109</b>	<b>36,367</b>	<b>37,383</b>
粗利率 = (C) / (A)	30.7%	28.7%	28.5%	29.2%	29.8%	29.4%
その他営業費用 (D)	17,397	7,469	17,551	16,444	21,127	24,638
<b>営業利益 (E) = (C) - (D)</b>	<b>15,010</b>	<b>24,153</b>	<b>15,226</b>	<b>18,665</b>	<b>15,240</b>	<b>12,745</b>
<b>税引後利益 (F)</b>	<b>8,547</b>	<b>15,012</b>	<b>10,069</b>	<b>11,842</b>	<b>8,241</b>	<b>7,915</b>
<b>配当支払額 (G)</b>	<b>18,000</b>	<b>25,000</b>	<b>20,000</b>	<b>20,500</b>	<b>9,900</b>	<b>10,256</b>
配当性向 = (G) / (F)	211%	167%	199%	173%	120%	130%
<b>総資産 (H)</b>	<b>168,574</b>	<b>157,123</b>	<b>148,566</b>	<b>142,361</b>	<b>136,505</b>	<b>131,453</b>
ROA = (E) / 年平均(H)*	N.A.	14.8%	10.0%	12.8%	10.9%	9.5%

出所: CEC 財務諸表

CEC の財務諸表に関するもう 1 つの注目点としては、配当支払額を当年度の税引後利益で割った配当性向が 100%以上の水準を続けていることで、これは、CEC が当年度の事業の結果、株主のために留保された最終利益よりも高い配当を払い続けていることである。この高配当を可能にしている主な追加原資としては、以下の 2 つが挙げられる。

- ▶ 固定資産の減価償却: CEC の年間設備投資額がその年の減価償却を下回っているため、余剰キャッシュが発生
- ▶ 過去の未収料金の回収

配当性向が高いということは、現時点ではCECはキャッシュフローを留保して事業拡大のための新しい投資に振り向けるという動機があまりないということを意味する。これは成熟した事業、いわゆる「キャッシュ・カウ」事業に典型的な現象であり、一方ZESCOにおいては、配当はもちろんのこと、設備投資に充てる自己資金も十分確保できていないという状況(3.5.1項参照)<sup>22</sup>とは対照的である。

CEC の過去 5 年間の総資産利益率(ROA)は 10%程度で推移しており、ZESCO の同期間の実績(2002/03 年の 5.4%から 2006/07年の-5.1%へと低下)に比べて高い水準を維持している。

CEC は、ZESCO の電力供給の約半分を購入しているだけでなく、コンゴ民主共和国からジンバブエおよび南アフリカ共和国へ電力を託送する送電線の一部を所有しているという意味でも、ザンビアの電力セクターにおける重要なプレーヤーである。CEC の株式の 77%は、英国の National Grid 社および米国の Cinergy Global Power 社が所有していたが、2006 年 2 月に、国内外の投資家によるコンソーシアムである **Zambian Energy Corporation (Zam-En)**がこの 77%分を買収している。他の株主は旧 ZCCM 関連の国内投資家で、ZCCM-Investment Holdings 社が 20%、Local Technical Team of Power Division が 3%を所有している。

#### (2) その他

ザンビアの電力セクターにおけるその他のプレーヤー、Lunsemfwa 水力発電会社(南アフリカの ESKOM が株式の 51%を所有する IPP)や、太陽光パネルを顧客宅に設置して電力供給を行っているエネルギーサービス会社(ESCO)は、財務諸表を公表していないため、詳細な財務状況については不明である。当調査団が東部州で事業を行っている ESCO に対して行ったインタビューによると、料金回収の不振により ESCO の経営は悪化している模様であった。

---

22 ZESCO は、唯一の株主であるザンビア政府に対して、2000/01 年度には K43 億、2003/04 年度には K150 億の配当を支払っているが、2000/01 年度は政府への資産譲渡を配当の名目で行ったもの(現金支払いなし)で、2003/04 年度の配当支払いも利益に連動して実施されたとは言い難い。なお、配当性向はそれぞれ 11.2%および 36.0%だった。