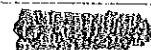


ザンビア共和国
豆炭生産計画
調査報告書

昭和61年12月

国際協力事業団

鉱計工



86—150

JICA LIBRARY



1029784[4]

ザンビア共和国
豆炭生産計画
調査報告書

昭和61年12月

国際協力事業団

國際協力專業團		
受入 月日	'87. 1. 29	533
登録 No.	15931	68.5 MPI

序 文

日本国政府は、ザンビア共和国政府の要請に基づき、同国の豆炭生産計画に係る調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、テクノコンサルタンツ(株)の中恒二氏を団長とする調査団を昭和61年2月23日から3月23日まで現地に派遣した。

同調査団は、ザンビア共和国政府および関係機関と協議しつつ、その全面的な協力を得て、ルサカ、マンバ及びその他の関連する地域の踏査、関係資料の収集等を行った。帰国後、現地調査の結果をふまえ関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、ザンビア共和国の豆炭生産計画の推進に寄与するとともに、同国と我が国との友好親善の促進に役立つことを切望するものである。

本調査の実施に際し多大なご協力をいただいたザンビア共和国政府、在ザンビア共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1986年12月

国際協力事業団
総 裁 有 田 圭 輔



まえがき

本計画調査は、ザンビア共和国にて、国内の未利用資源を用い、豆炭及びコンロの製造を目的とする、パイロットプラントプロジェクトにかかわるものである。本計画調査は1986年2月に着手、インセプションレポートを作成し現地到着時に National Council for Scientific Research (NCSR) に提出した。現地調査団は2月末から3月末まで、約1か月間ザンビアに滞在し、本レポート作成に必要なデータと情報の収集、原料サンプルの採取と日本への空輸、また NCSR とプロジェクトに関する一連の予備検討を行い、プロジェクトの定義、特に重要項目としてパイロットプラントの立地及び豆炭、コンロプラントの設備能力等を暫定的に定めた。日本帰国後、調査団は、ザンビアで採取した原料を用いて豆炭及びコンロの試製実験を行い、また現地調査時に収集した情報の分析を行い、本計画調査のドラフトを作成した。

本報告書の本文に入る前、本「まえがき」に引き続き、「要約と結論」の項を設け、本計画調査の重要な結論と内容について説明する。

本計画調査開始時点では、プロジェクト自体は明確に定義されておらず、例えば、立地、プラント能力等の最重要項目も未決定であり、本計画調査に委ねられた。従って、本計画調査は、プロジェクトを正しく決定するために必要と考えられる全ての要因を分析、考察、調整、調和させ、プロジェクトを定義した。本報告書は、プロジェクトの決定に関与する要因の分析、たがいに関連する要因の調査等のプロセスを明らかにし、プロジェクトの定義、すなわちプロジェクトスキームの決定手順が分かるように構成した。すなわち、第10章「プロジェクトスキーム」でプロジェクトの決定を行い、その決定に必要な事項の検討を第9章以前に行う。

例えば、市場及び需給に関する検討は第4章で、輸送に関しては第6章で論ずる。プロジェクトスキームの決定、特に立地、規模、輸送方法には相当の努力を払った。

プロジェクトスキーム決定後は、第11章で詳述した如く、豆炭及びコンロの試作過程で、最適の原料組織及び製造方法に至るまでに試行錯誤的努力が必要であるが、比較的ストレートである。第12章「製造工程及び設備」で、試作結果に基づき、豆炭とコンロのパイロットプラントの概念設計について述べる。第13章「建設」では、第12章で定めたプラントの建設工事を分析し、コスト積算と建設スケジュールの検討を行う。第14～17および20章では、本プロジェクトの評価を行う。第18章「組織」では、本プロジェクトの運営組織を示す。第19章ではパイロットプラントを活用し、いかなる研究を行うべきかを提言している。

最後に、APPENDIX に、本調査に用いた資料、スコープオブワーク、議事録、プログレスレポート等を掲載する。

要約と結論

1. プロジェクトの概要

本プロジェクトは、ザンビア国に豆炭と陶製コンロを製造するパイロットプラントを建設しようとするものである。豆炭と陶製コンロは、木炭とバウラと称する鉄製の現地燃焼器具を代替できるものとする。本プロジェクトは、主として現地の未利用資源を原料とする。すなわち、(1)豆炭原料として、首都ルサカより約 350km、同国南部のマンバ炭鉱に放置されている廃洗炭スラリー、ルサカより約 130kmのナカンバラ砂糖公社で産する余剰バガスとモラシス、及びルサカ市内で入手可能な消石灰を用いる。(2)陶製コンロ原料としては、ルサカ地区に産する粘土と耐火レンガの粉を用いる。プロジェクトの実施者は NCSR である。豆炭及び陶製コンロの生産量は、それぞれ、年間 1,000トンと 4,000個である。パイロットプラントの立地はルサカである。

2. プロジェクトの目的

本プロジェクトの目的は、豆炭と陶製コンロを小規模で製造し、木炭と、熱効率の悪いバウラの代替品として、確立することである。同時に、更に研究開発を行い、原料組成と製造技術の改善を行なう。

3. 主要検討事項

本計画調査着手以前より、下記事項が重要検討事項と考えられている。

- 1) マンバの石炭スラリーとナカンバラ砂糖公社のバガスとモラシスを用いて豆炭を作り、現地の粘土を用いて陶製コンロを作ることの技術的可能性。
- 2) 現地人のライフスタイルに最適な豆炭と陶製コンロの品質設計、及び無煙無臭豆炭を作るためのカーボニゼーション工程の必要の有無。
- 3) 豆炭及び陶製コンロの年間製造量の決定。
- 4) 考えられる複数の原料輸送システムのコストを求め、プロジェクトのフィージビ

リティへの影響を検討し、最適なものを選定する。

- 5) 工場立地としてまずマンバ、ナカンバラおよびルサカを検討し、次いで選んだ地区で最適な場所を選定する。
- 6) プロジェクトの財務的可能性。
- 7) 本プロジェクトを実施運営するために必要な組織。

4. 本計画調査の主たる結果

本計画調査の主たる結果は下記の通り。番号は上記3の重要検討事項の番号と一致する。

- 1) 試製試験の結果、マンバの石炭スラリー、ナカンバラ砂糖会社のバガスとモラシスから豆炭、現地の粘土から陶製コンロを、いずれも現地のライフスタイルに合致したものを作ることが技術的に可能なことを確認した。
- 2) ライフスタイル、特に厨房・暖房器具と現地習慣をつぶさに調査した。その結果下記品質基準を設定した。

豆炭

1. 無煙無臭である
2. 着火性が良い
3. 着火後立消えしない

陶製コンロ

1. 熱効率が良い
 2. 丈夫である
 3. 現地の調理法に合った大きさとする
- 3) 豆炭と陶製コンロの年間生産量は1,000トン及び4,000個とする。
 - 4) 考えられる総ての輸送システムを検討し経済性を比較した。その結果、本プロジ

プロジェクトがトラックを持ち、それで輸送するのが最善との結論を得た。

- 5) 立地候補として、マンバ、ナカンバラ、カフエ、ルサカを比較検討した。その結果、経済性と管理面の両方からルサカが最善との結論に達した。
- 6) プロジェクトの財務可能性は、まず通常の方法で内部収益率を求めた。結果はマイナス、すなわち投資を回収することはできない。次いで投資と建設期間中の金利をゼロとして計算し、この結果もマイナスとなった。もっとも操業開始後の補修費と保険料をあえてゼロと仮定すると当然のことであるが、プラスになる。
- 7) パイロットプラントの作業を分析し、人員計画及び組織図を作った。最も望ましいと考える組織を提案する。

5. プロジェクトスキーム

本プロジェクトの定義、すなわちプロジェクトスキームを2段階にて決定した。まず、現地調査の最終段階にて、その結果に基づき暫定プロジェクトスキームを定め、最終的には、国内作業の結果を加味して確定した。プロジェクトスキームは次の通りである。

1) 豆炭パイロットプラント

立地	ルサカのナムスンガ工業団地
年間生産量	1,000トン
原料	マンバ炭鉱の石炭スラリー、ナカンバラ砂糖公社のバガスとモラシス、消石灰
目標価格	200K/トン
品質	無煙無臭、着火性良好、着火後立消えしない
原料組成、重量比	カーボニゼーション後のスラリー 90 バガスの炭 10 モラシス 13 消石灰 3
輸送	
原料	自家用トラック
製品	自家用ピックアップ

2) 陶製コンロパイロットプラント

立地	ルサカのナムヌンガ工業団地
年間生産量	4,000個
原料	チャンババレー粘土及び耐火レンガ粉
目標価格	8 K/個
品質	耐久性、耐熱性、保温性に優れること
原料組成、%	チャンババレー粘土 80 耐火レンガ粉 20
品種	大、中、小の3種類
輸送	
原料	自家用トラック
製品	自家用ピックアップ

6. 豆炭市場と豆炭の品質

ルサカでの販売に力を注ぐ戦略をとる。信頼できる統計が存在しないが、ルサカの木炭消費は 150,000 トンを越えると推定される。問題は、このうちどれだけ、またいかなる方法で、家庭燃料としての木炭を豆炭で置き替えることができるかということである。1,000 トンの豆炭は、木炭市場の極く一部、1 パーセントにも満たない。木炭の流通機構で最も重要なのは、いわゆるオープンマーケットとでもいうべき市場である。ルサカにはこのような市場が 35 あり、そこに木炭店が 167 あり。豆炭は木炭の代替品であり、木炭の流通機構にのせて売るのが最も現実的である。NCSR は木炭業者と協定し、オープンマーケットの木炭店の 10 パーセント、すなわち 16 店で豆炭を売るようにする。これにより、一般消費者と密接した販売ルートをもつことができる。

豆炭は無煙無臭でなければならない。ルサカの低中所得層の住宅は一般に四面が壁で窓も小さい閉構造である。もし煙や臭気が発生すれば室内に停滞する。豆炭が無煙無臭の木炭の代替品であることも考慮せねばならない。従って、脱煙、脱臭のため、カーボニゼーション工程が必要となる。また、豆炭は木炭と同様に着火が容易で立消えしないものでなければならない。

目標工場渡し価格の 200 K/トン は小売段階で豆炭が木炭と競合できるように定められた。現地調査段階で、木炭価格は、ルサカの卸売価格で 309 K/トン、オープンマーケットの小売で 370~380 K/トンであった。豆炭と木炭の発熱量 5,200 及び 7,000 Kcal/kg を用いて、この価格を豆炭価格に換算すると、卸売価格 230 K/トン、小売

価格 275～283K/トンとなる。従って目標工場渡し価格の 200K/トンは小売段階で木炭に競合できるものである。

7. 陶製コンロ市場とその品質

現地では、バウラと称する鉄製コンロが厨房・暖房用に広く使われている。バウラは手製で、大きさ構造ともに多様である。バウラの問題点は、第一に輸入品の鉄を使用していること。第二にその構造上、横と底に穴が多すぎて空気が入り過ぎ、熱効率が悪いことである。バウラは豆炭燃焼用には不適當である。同量の木炭を用いて日本製コンロとバウラの熱効率を比較する実験を行なったところ、日本製コンロの熱効率はバウラの約3倍であった。陶製コンロは豆炭に使えるが、同時に木炭用として理想的なものである。バウラに替わり陶製コンロが普及すれば、相当量の木炭の節約を期待できる。

ルサカのみでも年間約 87,000個のバウラが消費されるので、陶製コンロの需要もかなりの量が期待できる。目標工場渡し価格、8K/個は、業者が買取りオープンマーケットで小売するインセンティブがあると考えられる。陶製コンロは、豆炭を売するために選んだ、オープンマーケットの木炭店でも売るべきである。1986年2～3月時点でバウラの小売価格は、大きさによって異なるが、5～30Kである。

8. 豆炭原料

(1) 廃石炭スラリー

豆炭主原料はマンバ鉱山の洗炭工程で出る石炭スラリーである。石炭スラリーは2つのポンドに溜まっている。石炭スラリーはポンド一つを完全に埋めており、水切も充分である。もう一つは半分溜まっており、沼状である。前者から、多量のサンプルを採集して分析した結果、このポンドの下流側半分の深さ2メートルまでは、原料に適したものであることを確認した。この部分のスラリーの量は12,000トン、前処理とカーボニゼーションの収率を考慮しても、スラリーの必要量は年間1,214トンであり、約10年分の原料に相当する。その他に、石炭生産70万トン当たり、収率を4パーセントとして28,000トンのスラリーが毎年産出する。

(2) バガス

砂糖キビの搾りカスのバガスはルサカからマンバに向かって約 130kmのナカンバラ砂糖公社で砂糖の副産物として生産される。毎年約 400,000トン生産され、そのうち 350,000トンが自家用燃料として使用され、50,000トンの余剰が生ずる。生産時にバガスは約 48～52パーセントの水分を含む。砂糖キビは4月中旬から11月の雨季に成育し乾季に収穫する。すなわち、バガスは乾季のみ生産されるので、雨季の間は屋外に山積され、風雨に曝されたものを使用せねばならない。試製試験結果では、風雨に曝されたバガスでも使えることを確認した。

バガスの炭は豆炭中に 9.4パーセント混合される。1,000トンの豆炭を製造するために、バガスの炭を約 94トン必要とする。94トンの炭を得るために約 940トンのバガスを必要とするが、これは、ナカンバラ砂糖公社での余剰量の 50,000トンの極く一部でしかない。バガスはナカンバラからルサカの工場まで自家用トラックで輸送する。一回 10トン輸送するとして、年間約 100回運行する必要がある。

(3) モラシス

モラシスもナカンバラ砂糖公社で入手する。モラシスはバインダーとして用いる。モラシスの年間生産量は約 50,000トンで醸酵原料や飼料として販売される。モラシスの必要量は約 120トンで、バガスとともにトラックで輸送する。公社からモラシスをこれだけ入手することは問題ない。

(4) 消石灰

ルサカにある Crush Stone Sales Ltd. が石灰窯を持ち石灰岩、生石灰、消石灰を販売している。消石灰は 25 kgいりの袋で販売されている。消石灰の輸送は自家用トラックによる。年間使用量は約 30トンでこの業者より購入する。

(5) 価格

各原料の1986年2～3月現在の価格は下記のとおりである。

	<u>K/トン</u>
石炭スラリー	0
バガス	0
モラシス	40
消石灰	440

9. 陶製コンロの原料

試製試験により、原料の入手、製品品質及び製造工程上の考慮から下記組成を決定した。

	<u>重量、%</u>
チャンババレー粘土	80
グロッグ	20

グロッグは耐火レンガを粉砕したもので、製油所、セメント工場、肥料工場の補修時にできたものを入手する。チャンババレー粘土はルサカ市郊外で産する。埋蔵量も莫大である。輸送は自家用トラックによる。

10. 豆炭の試製

試製試験により前述4種の原料を用い、ザンビアの環境で要望性状を満す豆炭の試製に成功した。すなわち無煙無臭、着火性良好、着火後立消しないことである。原料組成も定め、概念設計に用いた。概念設計のベースとして、豆炭1,000トンあたり原料所要量は下記のとおり、

石炭スラリー	1,214トン
バガス	940
モラシス	123
消石灰	28
合計	<u>2,305</u>

11. 陶製コンロの試製

現地調査中に採集し、日本に送付した粘土サンプルで、満足な陶製コンロの試製に成功した。コンロの粘土組成は上記9に示した。焼成は 800℃でおこなった。試製条件は実際の製造工程に反映させた。概念設計も同様である。安全性と熱効率を考慮してコンロは二重構造とした。

12. ザンビア国のエネルギー事情

公式な統計から商業用エネルギー生産量を下記の通り引用する。

	1978		1983	
	生産量	%	生産量	%
電力、Gwh	7,833		10,072	
Pj	28.4	38.3	36.3	49.4
石油、1000 MT	734.7		606.9	
Pj	31.2	42.0	25.8	35.8
石炭、1000 MT	582.0		453.6	
Pj	14.6	19.7	11.4	15.5
合計、Pj	74.2	100.0	73.5	100.0

木炭と薪は、家庭用燃料として圧倒的に重要であるが、上記統計には現われていない。ザンビアは膨大で安価な電力に恵まれている。そのため、高所得層では家庭用燃料として電力を使用している。ザンビアでは余剰電力があり、輸出している。

	(Gwh)		
	国内消費量	生産量	純輸出量
1983	6,444	10,072	3,760
1984	6,404	9,806	3,033

1982年1月現在で、全発電能力は 1,798 MW であり、その内 1,667 MW が水力発電で、129 MW がディーゼル発電である。

ザンビアはまったく石油を産出しない。探鉱をおこなったが成功していない。天然

ガス資源もない。原油は TAZAMA パイプライン経由でダルエスサラームより輸入し、国内唯一の Indeni 製油所で精製する。石油製品の輸入もおこなっている。内陸国であること、また外貨事情も苦しく石油輸入は困難である。

木炭と薪、特に木炭は、都市部の中低所得層で、最も重要な家庭用燃料である。消費量は、情報源により著しく相違し、本プロジェクトの最も重要な市場であるルサカでの消費量も、年間、50,000トンから 150,000トンと大きく相違する。本計画調査でも独自に調査し、150,000トンを採用した。

13. プロセスフロー、主要装置の配列

プロセスは、石炭スラリーとバガスのカーボニゼーション、炭化スラリー及び炭化バガスならびに他の原料との混合、成形、乾燥と脱煙の順となる。

14. 附帯設備

附帯設備に大きなものはない。発電機、ボイラー、純水装置などは必要としない。主なものとしては、原料及び製品輸送のための10トンダンプトラック3台、ピックアップ1台がある。

15. プロットプラン

ナムヌंगाの 12,000㎡の用地に十分全設備配置できる。

16. プラントの立地とサイト

マンバ、ナカンバラ、カフェとルサカを検討した。カフェには原料が無いので候補から除外した。立地決定上最も重要な検討事項は、輸送の経済と投資経済、及び管理の問題である。1トンの豆炭を作るために約 2.3トンの原料を必要とする。輸送経済の検討ではナカンバラが最も有利との結論になり、マンバとルサカはほぼ同じである。投資コストではマンバが最も高く、ルサカが最も安い。ナカンバラはその中間になる。計算の結果、ナカンバラとルサカの比較において、ナカンバラに立地した場合の投資関連コストの増加分は、輸送コストの節約分よりもずっと大きいことが判明した。すなわち、経済的観点からはルサカに立地するのが最も有利である。管理費そのものは、輸送コストや投資関連コストに比べてずっと小さいが、NCSR がこのパイロットプラ

ントを管理するかぎり、ルサカが最も少なく、マンバが最も大きく、ナカンバラはその中間である。したがって、ルサカを立地として選定する。

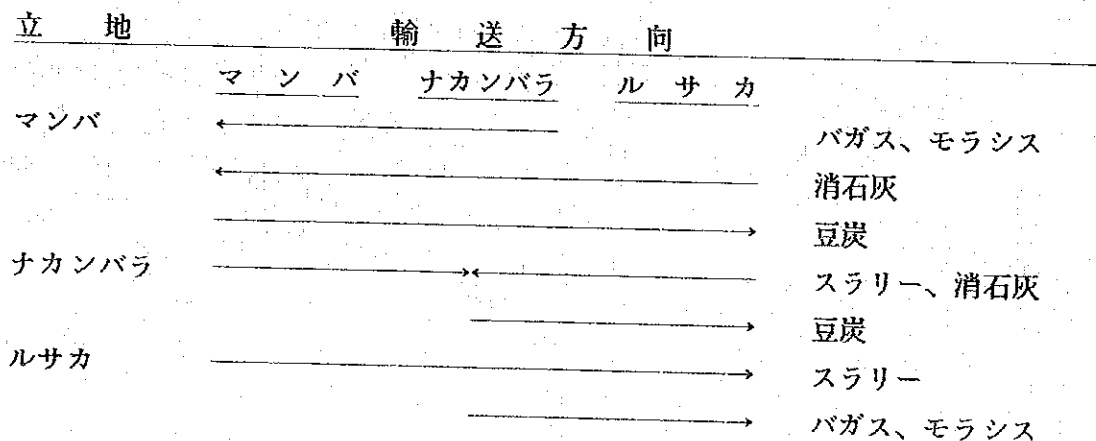
ルサカでは、サイトの候補地として3か所を検討した。第一の候補地は、すでに NCSR が入手済みの所で、第二に NCSR の構内、第三にナムヌンガ工業団地である。第一候補地は技術上の理由で、第二の候補地は環境上の理由で推薦できず、第三の候補地は、現在空いている土地の面積がすこし狭過ぎるという問題があるが、それ以外では、理想的な候補地である。隣接地ザンビア鉄道の用地は使われておらず、借用または使用权を購入できる見込みである。ナムヌンガ工業団地は、現在考えられる候補地で最善であり、ここを選定する。

17. インフラストラクチャー

本パイロットプラント計画の実施と運転に関わるインフラストラクチャー、すなわち、鉄道、道路、橋、車輛、および通信施設等を調査した。その結果、インフラストラクチャーは充分発達していないが、本計画の円滑なる実施、運転に支障をきたすことは無いとの結論を得た。

18. 輸 送

原料、製品、設備機器等の輸送に関し、可能な総てのシステムを検討した。前提条件として、石炭スラリーはマンバにあり、バガスとモラシスはナカンバラにあり、豆炭と陶製コンロの市場はルサカであるとする。マンバ、ナカンバラ、ルサカの3立地ごとの、輸送パターンは次の通りである。



輸送手段に関しては、各種の代案がある。鉄道と道路があり、道路輸送に関しては、業者に委託する方法と、本プロジェクトが独自でトラック等の車輛を持ち輸送する方法がある。全輸送量（トンkm）では、ナカンバラに立地するのが最も有利との結果となるが、投資関連コスト、管理費も含めた全経済性においては、ルサカが最も有利となり、その結果、ルサカに立地することに決定した。

ルサカに立地を決定した後でも、輸送システムには下記の様に多くの可能性が考えられる。

石炭スラリー、マンバ〜ルサカ	鉄道 トラック、委託 トラック、独自
バガス、モラシス、ナカンバラ〜ルサカ	鉄道 トラック、委託 トラック、独自
製品、ルサカ市内	ピックアップ、独自
消石灰	トラック、委託 トラック、独自
粘土、ルサカ市内	トラック、委託 トラック、独自
陶製コンロ、ルサカ市内	ピックアップ、独自

しかし、最も安価になるのは、自家用のトラックとピックアップによる輸送である。道路輸送の場合は、道路の状況と車輛の保守が問題だが、ナカンバラ経由のルサカ〜マンバ回廊はザンビアで最も良い道路の一つである。道路には所々穴があるが車輛の通行ができないほどではない。車輛の保守は、スペアパーツの補充を確保しうるならば、NCSRのメンテナンス部門、あるいは、現地の自動車会社またはその関係の修理工場でおこなえる。

豆炭1トン当りの原料輸送費は、輸送手段によって下記の通り異なる。なお、下記の償却費は車輛の購入費である。

	K/豆炭1トン	
	償却費込み	償却費除外
鉄道	119	
トラック、委託	297	
トラック、独自	109	70

19. 公害、環境問題

豆炭、陶製コンロとも、作業の性質からいって、あまり公害を発生させるものではない。石炭スラリーのカーボニゼーション工程で発生するガスは、イオウ化合物と揮発性ガスを含んでいるので、燃焼後大気放出する。燃焼廃ガス中の亜硫酸ガス量を検討したが、プラントサイトが工業地帯であり、量も少ないので、特に問題はない。各種工程で発生する粉塵は、放置すれば健康上問題であるため、機械室はできるだけ解放的な構造とし、自然換気を促進し、換気の悪い所では、強制換気をする。特に粉塵の多いところで作業する場合は、マスクをつける。排水は特に問題ないので公共下水に放出できる。砂、泥等の産業廃棄物は安全であり、公共の塵捨場に投棄できる。

20. 建設工事

パイロットプラントを構成する機器類はダルエスサラーム経由で輸送する。セメント、碎石、アスベストシート、コンクリートブロック類は現地で生産される。公共の基準は、英国基準を包含しているため、国際調達、国際入札の妨げにはならない。本プロジェクトの建設工事は、ほとんど現地人が実施することになるが、現地には、経験豊かなコントラクターも数社ある。監督と設計のために数人の外国人が必要である。建設工事は、契約成立後約15か月必要である。その前約7か月が入札書類作製、入札、入札評価、契約のために必要である。現場では、水、電気等の工事も容易であり、サイトに工事用キャンプを仮設できる。建設工事に用いる電力も仮設できる。

21. スケジュール

本計画調査終了後の全体スケジュールは、作業が順調に進むと仮定すると下記の通り考えることができる。

	所 期 間	要 累 積 期 間 月
フィージビリティスタディーの評価	3	3
基本設計の準備	3	6
基本設計調査	6	12
資金調達	3	15
オーナーズコンサルタンツの選定	2	17
入札書類作製、入札、契約	7	24
建設	15	39

このスケジュールによると建設工事は25か月目の始めにスタートし39か月目の終りに終了する。

22. 投資コスト、全資金所要額

投資コストと操業前費用を下記に示す。投資コストは更に、プラント建設費、建設期間中金利、初期運転資金に分けて示す。

(単位：1,000 Kwacha)

	1年目	2年目	合計
プラント建設費	12,593.2	50,372.6	62,965.8
建設期間中金利	0.0	597.4	597.4
初期運転資金	0.0	5.0	5.0
操業前費用	0.0	9.4	9.4
合計	12,593.2	50,984.4	63,577.6

(1 Kwacha は26.6円相当)

23. 財務分析

4.6) で述べた通り財務分析を3段階でおこなった。本プロジェクトは投資をペイアウトできない。投資と建設期間中の金利をゼロとしても財務的に成立しない。あえて運転費用の一部であるスペアパーツ費用と保険料の負担を除くと、財務的に成立する。この条件での収支計算は下記の通りである。

(単位： Kwacha)

収 入		支 出	
豆炭売上	200,000	原料輸送費	87,880
コンロ売上	<u>32,000</u>	用 役	24,100
合 計	232,000	人 件 費	60,000
		そ の 他	<u>10,000</u>
		合 計	181,990

上記条件が満たされれば、本プロジェクトは独立採算で運営できる。

24. 組 織

本パイロットプラントは NCSR が管理運営する Secretary-General が総責任者である。プラントの日常運転は豆炭4名、コンロ2名、合計6名の技能者が行なう。豆炭4名のうち1名は両プラントの現場責任者である。必要な技術移転が行なわれれば、NCSR は本パイロットプラントの管理運営能力を有すると考える。本プロジェクトの運営には NCSR のみならず、国家レベルの支援体制が必要である。また、外国人技術者2名（1名豆炭、1名コンロ）以上を、プラントの稼働半年前から稼働後 1.5年間の2年間にわたり招聘し、運転と経営の技術移転を受けるべきである。

25. パイロットプラントの研究課題

仮に本プロジェクトが実現した場合、当初は設計条件での運転維持に心掛けるべきであるが、運転熟練後は、パイロットプラントを活用し、下記課題の研究を進めるべきである。

(1) 技術的、経済的テーマ

- 1) できるだけ安価な材料だけを用いる方法を検討する。
- 2) 製造プロセス簡略化の可能性を検討する。
- 3) 経済性を考慮し、製品品質上の要求をできるだけ現実的に許容できる限度におさえ、経済性と品質の妥協点を検討する。
- 4) コンロ、燃焼器具の研究を進め、豆炭の製品品質を多少下げても、言い換えれば、経済的に製造した豆炭でも、上手にしかも安全に燃やせる新型コンロの開発を進める。

(2) 社会的テーマ

- 1) この種のプロジェクトの実施には、どのような組織が最も効果的であるか。
- 2) 木質燃料の代替としての豆炭利用を促進するためには、何をなすべきか。
- 3) 豆炭販売を促進するためには、どのような流通経路が最も効果的か。
- 4) 全く新しい商品に対し、一般消費者が、どのような反応を示すか。また、その反応に対して最も効果的な対応は何か。
- 5) どのような PR 活動を、どんな条件下で行なうのが、最も効果的か。

上記技術的、経済的、社会的テーマの多くは、本フィージビリティスタディで一応の調査を行ない、その結果は、本報告書に反映されている。しかし、現実に実施した後、その運営の任にある組織の対応が適切でなければならない。

26. 総合評価

23「財務分析」でも述べたごとく、本プロジェクトの財務評価はかなり厳しく、外部からプラント補修費と保険料の補助がない限り、財務的に不可能なことを確認した。技術的には、予定の国産原料から要望品質を満たす豆炭及び陶製コンロの製造が可能なことを確認し、また市場的には、製品の販売も無理でないことを確認した。

本プロジェクトの総合評価は、本プロジェクトを仮りに実施した場合の、財務的負担増と、未利用資源の有効利用や木質燃料の代替品普及に対する布石としての価値とのバランスの問題である。仮りに、外部からプラント補修費と保険料の補助がなされ、本プロジェクトが実施された場合には、25「パイロットプラントの研究課題」で述べた、技術的、経済的、社会的テーマの研究が可能となる。

目 次

序 文

まえがき

要約と結論

第1章 本計画の概要と背景、経緯	1-1
1.1 本計画の概要	1-1
1.2 社会自然的背景	1-1
1.3 本豆炭生産計画の経緯	1-3
1.4 開発調査の経緯	1-4
1.5 NCSR の研究開発	1-5
第2章 ザンビア共和国の概況、政策	2-1
2.1 自然条件と人口	2-1
2.2 経済情勢	2-1
2.3 ザンビアの政策と豆炭プロジェクト	2-7
第3章 ザンビア共和国のエネルギー事情	3-1
3.1 エネルギー利用の現状	3-1
3.2 エネルギー需給予測	3-13
3.3 エネルギー価格予測	3-36
第4章 市場と需要・供給	4-1
4.1 家庭用燃料の使用動向	4-1
4.2 豆炭市場	4-9
4.3 陶製コンロ市場	4-29
4.4 マーケティング	4-40
4.5 関係法規	4-47
第5章 豆炭原料	5-1
5.1 本プロジェクトでの留意点	5-1
5.2 マンバ炭	5-2

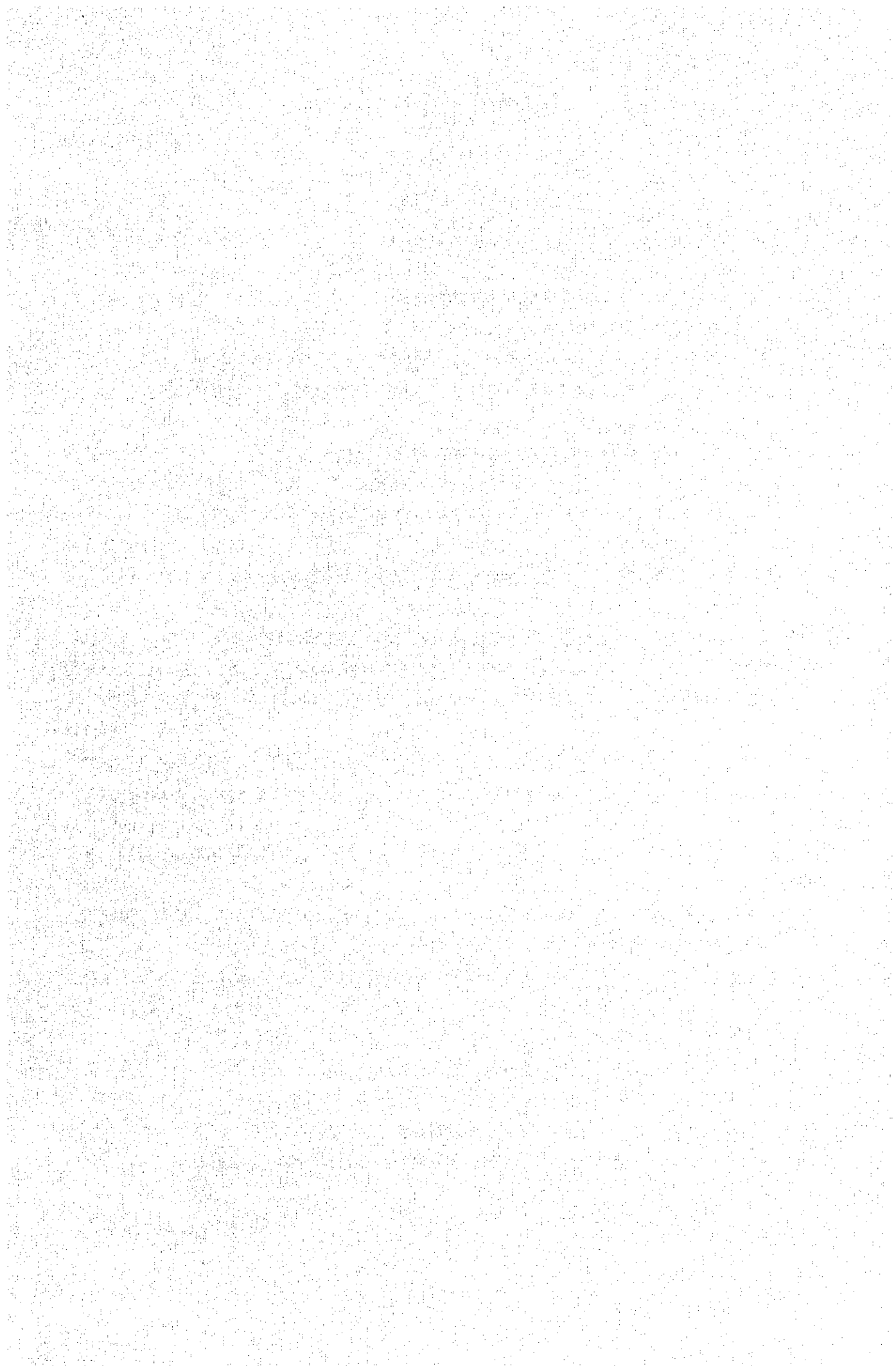
5.3	バガス	5-15
5.4	モラシス	5-17
5.5	消石灰	5-18
5.6	炭素性ガス化残渣	5-18
第6章	輸送	6-1
6.1	豆炭、コンロの原料輸送に係る輸送基盤の実情	6-1
6.2	豆炭、コンロの原料の輸送システム	6-8
6.3	輸送コスト算定のための前提条件	6-12
6.4	輸送システムの提案と輸送コスト	6-15
第7章	インフラストラクチャー	7-1
7.1	インフラストラクチャーの一般概況	7-1
7.2	原料輸送ルートのインフラストラクチャー	7-7
7.3	豆炭消費地の現況	7-12
第8章	プラントサイト	8-1
8.1	立地前提条件	8-1
8.2	マンバ地域の候補地	8-4
8.3	ナカンバラ地域の候補地	8-7
8.4	ルサカ地域の候補地	8-8
第9章	コンロの原料と製法	9-1
9.1	陶製コンロの原料の調査	9-2
9.2	焼石膏に係る調査	9-5
9.3	コンロ焼成の燃料について	9-5
9.4	NCSR の支援態勢	9-6
9.5	現地での試験結果	9-6
9.6	陶製コンロ製法	9-8
9.7	余剰能力活用の可能性	9-13
第10章	プロジェクトスキーム	10-1
10.1	プロジェクトスキーム設定の必要性	10-1
10.2	パイロットプラント立地	10-2

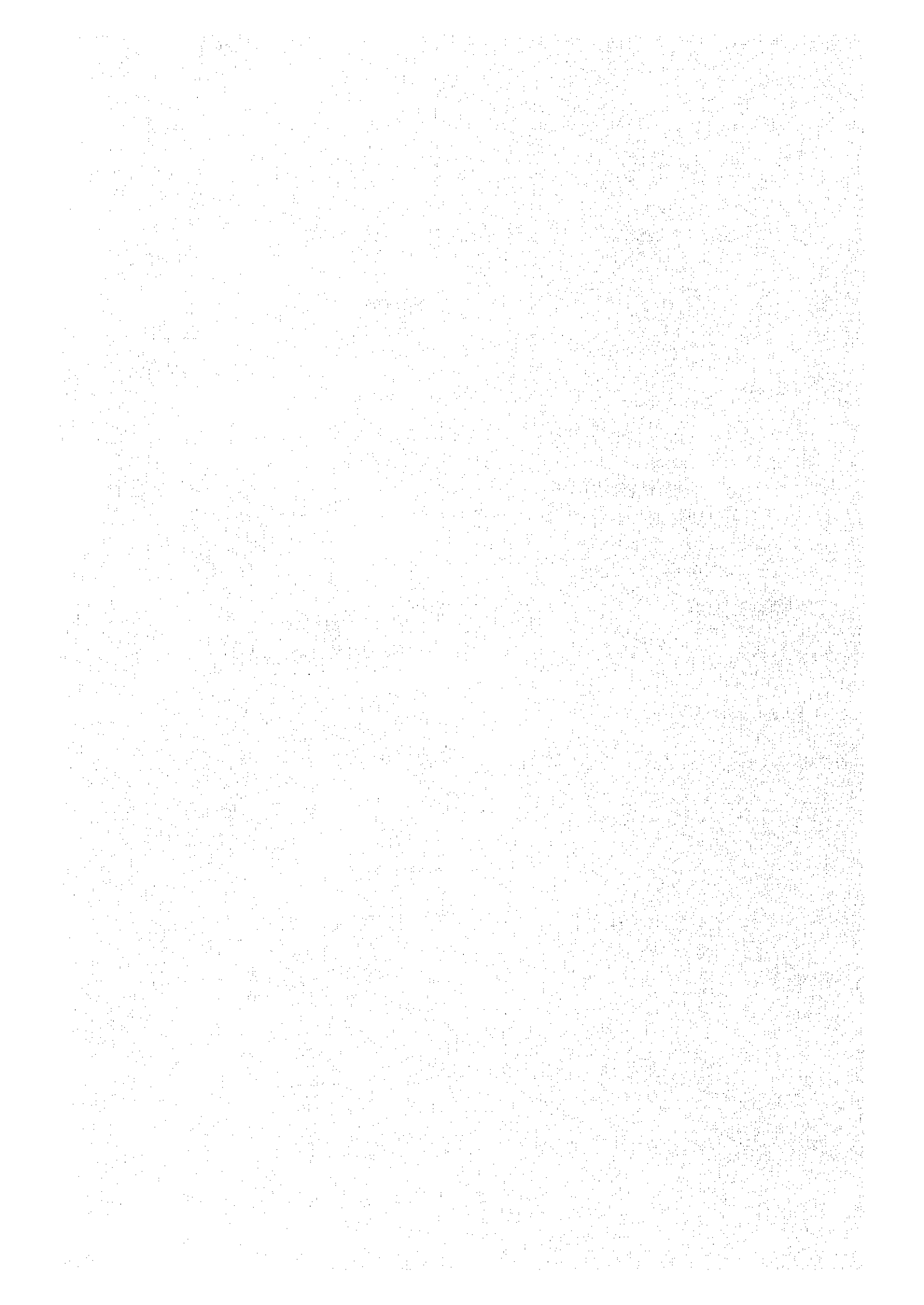
10.3	プロジェクトの規模	10-5
10.4	原料と配合比	10-8
10.5	目標価格	10-8
10.6	製品品質	10-9
10.7	輸送方法	10-9
第11章	試製実験	11-1
11.1	豆炭試製実験	11-1
11.2	コンロ試製実験	11-12
第12章	製造工程設備	12-1
12.1	豆炭製造工程及び設備	12-1
12.2	コンロ製造工程及び設備	12-7
12.3	付帯設備	12-15
第13章	建設工事	13-1
13.1	現地建設事情	13-1
13.2	現地調達可能資機材	13-2
13.3	建設基準	13-2
13.4	工場建設計画	13-3
13.5	概略工事工程及び発注形態	13-5
13.6	建設コスト	13-6
第14章	総所要資金	14-1
14.1	概論	14-1
14.2	主要前提条件	14-1
14.3	総所要資金の要約	14-2
14.4	プラント建設費	14-3
14.5	操業前費用	14-5
14.6	初期運転資金	14-5
14.7	建中金利	14-5
第15章	運転費用	15-1
15.1	概論	15-1

15.2	変動費	15-1
15.3	固定費	15-4
15.4	運転費用の要約	15-5
第16章	財務分析	16-1
16.1	財務分析手法	16-1
16.2	財務分析の主要前提条件	16-1
16.3	運転費用	16-3
16.4	総所要資金を全て含めた場合の財務分析	16-5
16.5	プラント建設費と建中金利をゼロとした場合の財務分析	16-10
16.6	プラント建設費と建中金利をゼロとし、 更にメンテナンスと保険料を援助する場合の財務分析	16-15
16.7	財務分析の評価	16-21
第17章	経済分析	17-1
17.1	概論	17-1
17.2	経済的費用便益分析表	17-1
17.3	評価	17-6
第18章	組織	18-1
第19章	パイロットプラントの研究課題	19-1
第20章	総合評価	20-1

APPENDIX

APPENDIX-I	SCOPE OF WORK
APPENDIX-II	PROGRESS REPORT
APPENDIX-III	MINUTES OF MEETING
APPENDIX-IV	CLIMATIC CONDITIONS AT CANDIDATE SITES
APPENDIX-V	LAWS AND REGULATIONS RELATING TO CHARCOAL





第1章 本計画の概要と背景、経緯

1.1 本計画の概要

本計画は、ザンビア国南部のマンバ炭鉱で洗炭時に産出する石炭スラリーを主原料とし、それに、ナカンバラ砂糖公社で副生するバガスとモラシスを副原料及び粘結材とし、さらに、現地に豊富な石灰を脱硫剤として、豆炭を製造しようとするものである。豆炭製造の目的は、現地の中低所得層が広く厨房及び暖房用に使用している、薪と木炭、主として木炭の代替として普及させることである。豆炭製造と平行して、現地で広く用いられている、バウラと称する熱効率の悪い鉄製コンロの代替として、現地産粘土を原料として、陶製コンロを製造する。

設備計画としては、上記豆炭と陶製コンロ製造のパイロットプラント、及び附帯設備を設置する。標準年間生産規模として、豆炭 1,000トン、コンロ 4,000個と設定した。立地は、両パイロットプラントともに、ルサカ市内のナムヌンガ工業団地内とする。

パイロットプラントとした理由は、一応本計画調査にて、製造技術を確立するが、更に現地で、原料性状の変化等に対応するため、一層の技術開発をすることと、現地消費者にとって、まったく経験のない新商品である豆炭及び陶製コンロの浸透をはかるためである。

パイロットプラントの運営は、高等教育省傘下の全国的研究調査機関である、The National Council for Scientific Research (NCSR) が行う。

1.2 社会自然的背景

ザンビア国は、アフリカ諸国の中では、気候条件に比較的恵まれ、森林も豊富な方である。しかし近年、人口の増加と都市への集中に伴い、自然的再生産不可能な型で、薪及び木炭製造用の森林の伐採が進み、すでに首都ルサカでは、近郊より薪や木炭の供給をおおぐことが不可能になるに至った。ルサカでの年間木炭消費量は約 150,000トン、それに必要な木材は約 2,000,000立方メートルである。1985年には、ザンビア国 FOREST DEPARTMENTと UNDP が共同で木材消費と森林保護の調査を実施し、ザンビア全体で、1985年に 8,730,000立方メートルの木材を消費したとの暫定報告を提出した。木材消費の約80パーセントは薪と木炭製造によるものと推定される。また別の調査では、木炭製造用を含む燃料用木材の消費量のみでも、1,000万立方メートルを越

えるとの報告もある。ザンビア国政府は、大統領、首相をはじめ、国を挙げ、国政レベルでの森林保護対策の必要性を認識している。

ザンビア国では、石油探査は行われているものの、石油は未だ発見されていない。一方石炭は、国内数か所で発見されている。南部地区のマンバ炭鉱は1969年以降操業している。電力資源、特に水力には恵まれており、1974年カツェ水力発電計画が実現して以来、ザンビアは電力輸出国になり、1984年の実績では、発電量 9,806百万kwh、国内消費量 6,404百万kwh、正味輸出量 3,033百万kwh であり、相当量の余剰能力を持っている。しかし、配電網が未整備であり、電気機器が高価なこともあって、厨暖房用に電力を使用できるのは、一部の富裕なクラスのみである。石油は、製品輸入、または国内唯一のインデニ（Indeni）製油所でタザマ（Tazama）パイプラインで輸入した原油を精製して、供給しているが、外貨不足と購買力の問題があり、一般家庭用燃料として、大量に用いることはできない。

薪と木炭にかわり得る、安価で、安全、かつ使い易い、家庭用燃料の供給が急務であるが、上記エネルギー事情から判断すると、それは石炭を原料とするもの、すなわち豆炭が、ザンビアの国情に最も合致していると考えられる。平行して、財政の許す限度で、電力網の整備を進めることが、現実的である。

幸にして、よほど大規模工場を想定しない限り、豆炭の原料事情は概して良い。マンバ炭鉱からは、商品価格をゼロと考えて良い、洗炭スラリーが充分量生成する。既に、2つのスラリーポンドに蓄積しており、毎年あらたに加わるスラリーの量も、原料として充分である。品質的には、灰分、イオウ分ともに多く、有煙炭であり、必ずしも理想的な原料ではない。しかし、本計画調査の試製試験で、この石炭スラリーを原料として、現地事情に合った品質の豆炭を作れることを確認した。マンバ炭鉱は、パイロットプラントを立地するルサカより、約 360km離れているが、本計画が成立し得る限界輸送距離内と考えられる。副原料のバガスとモラシスは、ルサカより 130kmのナカンバラ砂糖公社より入手可能である。石灰石は、ルサカ地区に豊富に賦存し、ルサカ市内で良質なものが入手できる。

陶製コンロ原料用粘土は、ルサカ近辺で入手可能である。現在、ルサカ近郊のチャンバヴァレーで、レンガ製造用に使用している粘土を、800℃以上に加熱することで、充分強度のあるコンロを製造できることを確認した。上記のごとく、本パイロットプラントプロジェクトは、原料事情には恵まれている。

豆炭と陶製コンロの市場は、第一義的にルサカ市が考えられる。前述の如く、ルサカ市の年間木炭消費量は、約 150,000トンで、年間 1,000トンの豆炭には、市場規模としては十分な大きさである。中低所得層は、厨暖房用に、主として木炭を使用しており、住宅構造が壁式の非解放形のため、煙や臭気が発生することのない木炭が愛用

されている。木炭の流通は、ほとんど大部分中小規模の私企業（個人の業者）により行なわれ、産地での購入、ルサカへの輸送、市内での貯蔵、卸売り、場合によっては小売りまで、同一業者が関与している。産地では16~40kgの袋詰で取引され、小売は、最大40kg程度から、最小は小さなバケツで売られる。小売の大部分は、いわゆるオープンマーケットで、他の生活必需品とともに販売される。他に居住区の販売人によって相当量販売される。豆炭も、低中所得層に浸透するためには、必然的に、この木炭販売ルートで販売され、大衆から、木炭代替燃料として、認知されねばならない。本プロジェクトの陶製コンロも、主として、木炭の販売ルートとバウラの販売ルートで販売される必要がある。業者は木炭仕入先を自由に選べるので、豆炭も、品質と価格面で消費者に受け入れられれば、仕入業者が NCSR より仕入れて、オープンマーケットで一般消費者に販売する環境は存在すると考えられる。陶製コンロに関しても同様に考えられる。

問題は、本計画調査の試製試験で、木炭に代替し得る豆炭と、バウラに代り得る陶製コンロを、経済的に許容できるコストで製造できることを確認したが、豆炭・陶製コンロ共に、ザンビア国一般消費者には、まったく馴染のないものであり、市場に浸透するには、数年の期間を要すと考えられる。市場浸透を速めるには、効果的な普及活動が必要だが、ザンビアの中低所得層は、ラジオ、テレビ等の媒体を持たず、また新聞も充分普及していないので、専ら消費者の口込みによる情報伝達に期待せねばならず、市場への浸透が急速に進むことを期待できない社会である。

社会的自然的背景を総括すれば、多少時間がかかることを除けば、本豆炭計画にとって、エネルギー事情、原料事情、市場、政府の方針のいずれをとっても、好条件にあると言える。

1.3 本豆炭生産計画の経緯

前述の如く、ザンビア国では、家庭用燃料採取のため、森林の枯渇が急速に進行することが危惧され、NCSR は代替燃料として、マンバ炭鉱の洗炭スラリーを用い、豆炭を製造する技術開発を進めてきたが、1985年ザンビア政府は、(1)豆炭およびコンロ製造用パイロットプラント建設の技術的、経済的可能性調査の実施、(2)パイロットプラント建設に対する無償資金の供与、(3)パイロットプラントの運営、豆炭・コンロの製造技術等の技術移転を骨子とする技術協力を我国に要請した。

本件要請に基づき両国政府間で協力内容を調整し、事業団は、本格調査を実施するに先立ち、要請国側との諸取りきめのため、事前調査団を1985年12月9日より25日までザンビア国に派遣し、NCSR と別添 Scope of Work (S/W) を調印した。

1.4 開発調査の経緯

S/W の合意事項に基づき、事業団は総勢 9 名の各分野専門家より成る本格調査団を、1986年 2月23日より 3月23日までザンビア国に派遣した。本格調査団は、この期間カウンターパートの NCSR、および、その他関係諸機関の協力を得て、(1)国内作業に必要な情報とデータの収集、(2)豆炭と陶製コンロの原料サンプルの採取と日本への送付、(3)パイロットプラントの規模、立地等を定めた暫定プロジェクトスキームの設定と NCSR 側との合意、および(4)現地調査の成果、プロジェクトスキームの内容とその根拠、国内作業のベース等をまとめたプログレスレポート (添付) の作成と NCSR への提出、ならびに、重要合意事項を記録した Minutes of Meeting (添付) を NCSR と調査団団長とで調印した。

現地調査では、国内作業に必要な情報とデータの採取を充分に行なった。特筆すべきことは、

- 1) 原料 (石炭スラリー、バガス、モラシス等) の輸送方法とコストに関する情報を入手できた。
 - 2) 特にルサカにおける木炭市場規模、流通機構、その各段階での価格等を把握した。
 - 3) インフラストラクチャー、サイト、パイロットプラント建設上の諸コスト等に関する情報を入手した。
 - 4) ルサカ地区のライフスタイルから判断して、豆炭は無煙性でなければならず、原料炭を無煙化するための、カーボニゼーション工程が必要である。
- 原料サンプルを下記のとおり日本に送付し、豆炭及びコンロの試製試験に使用した。

サンプル	重量 (kg)
石炭スラリー	833.9
バガス	1,118.7
モラシス	118.3
消石灰	100.0
粘土	200.0
合計	2,370.9

暫定プロジェクトスキームの詳細は国内作業に委ねることとし、パイロットプラントの規模と立地を下記のとおり定めた。

- 1) 年間生産量

豆炭 (トン)	1,000
コンロ (個)	4,000

- 2) サイト

ルサカ市ナムスンガ工業団地内

- 3) 目標価格 (1986年3月価格)

豆炭 (K/トン)	200
コンロ (K/個)	8

国内作業は1986年4月より開始した。主要作業は、(1)現地より送付した原料による豆炭と陶製コンロの試製、(2)現地調査の情報に基づき、市場、インフラストラクチャー、輸送問題、原料事情、政策、財務経済分析のインプット条件等のスタディ、(3)国内作業結果を鑑みて、現地で定めた暫定プロジェクトスキームの再検討と、プロジェクトスキームの確定、(4)パイロットプラント本体及び附帯設備の概念設計、(5)投資コスト、運転コスト及び全資金の推算、(6)財務分析と経済分析、ならびに(7)総合評価と提言等を行なった。

国内作業の特記事項は、次のとおりである。

- 1) 試製試験の結果、現地産の材料で、現地のライフスタイルから要望される性状の、豆炭とコンロを作れることを確認した。
- 2) 現地調査段階で定めた暫定プロジェクトスキームは、特に変更の必要はなく、そのとおり決定した。
- 3) 総所要資金は外貨分 1,522.8百万円、内貨分 6,329.8千Kであり、投資額と建中金利と保守費と保険料を除けば、財務的に可能であることが確認された。

1.5 NCSR の研究開発

NCSR は、独自で豆炭の試製研究を進めてきた。1986年2～3月、現地調査実施の時点では、未だ、簡単な道具での手作業段階であるが、すでに試作品も完成し、一応の成果を上げていた。

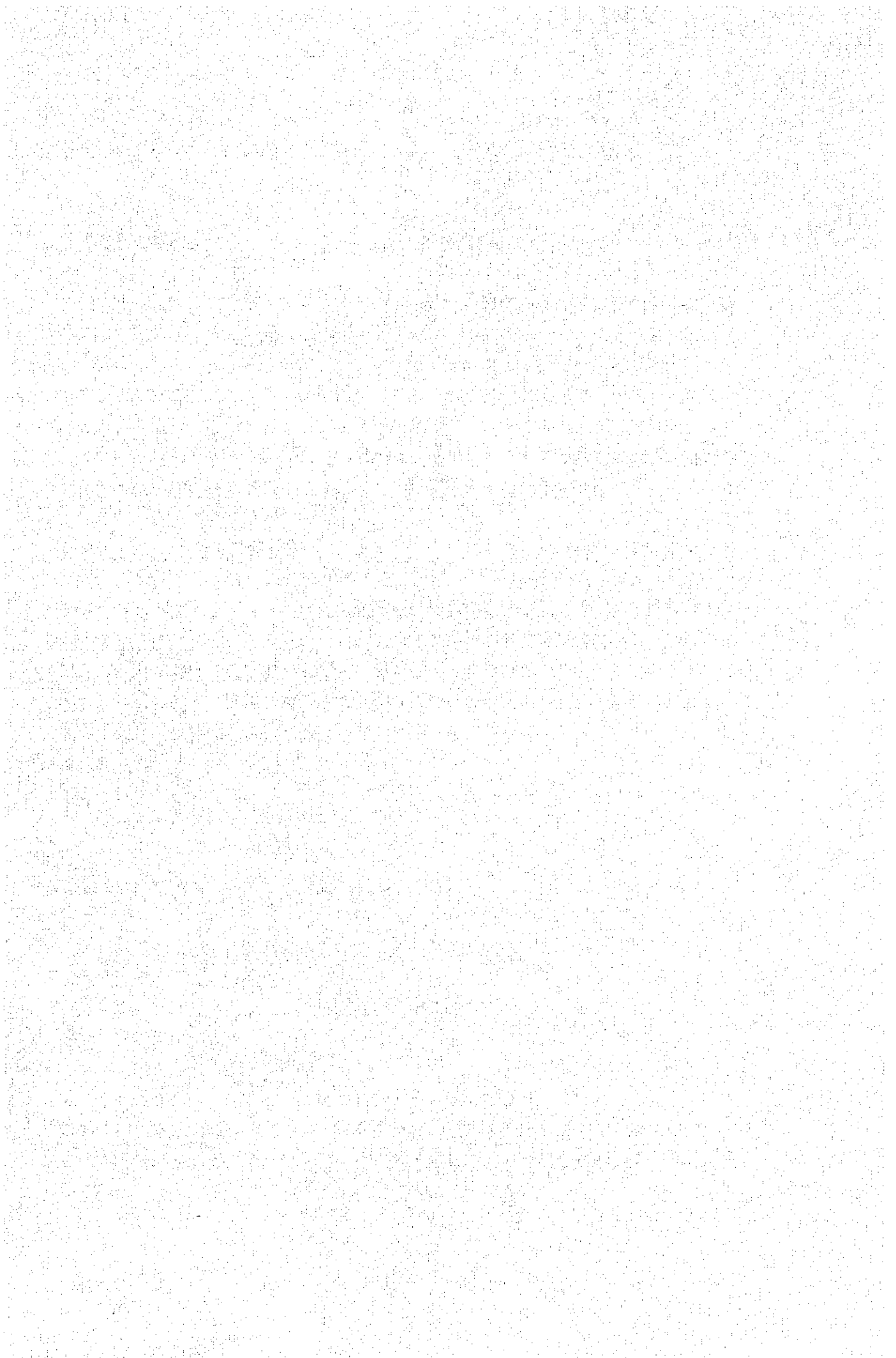
現地調査時に、NCSR 試製豆炭を試験焚等のテストを行なった。原料中の砂泥の分離はコスト高になるため中止しており、テストした豆炭は、洗炭スラリーを未処理で使用したもので、しかも、脱煙脱硫のためのカーボニゼーションを行なわないもので

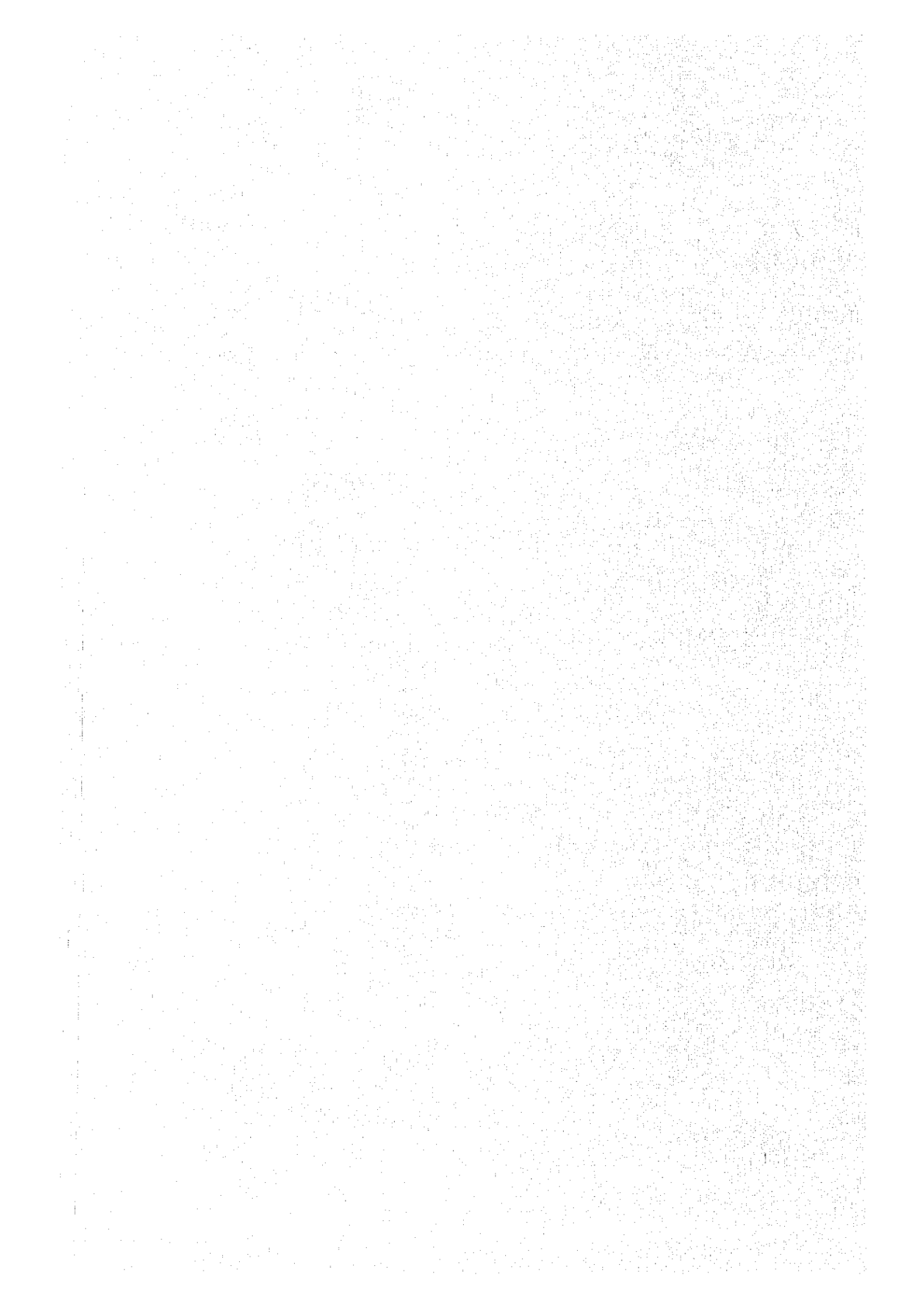
あった。豆炭のできばえは良いが、燃焼時、特に着火後の、まだ充分火力が上る前の発煙が著しく、ザンビア国、特にルサカ周辺の住居構造では、かなり品質上の問題がある。また、着火後の立ち消え傾向もあった。日本より持参した豆炭との品質差は歴然であり、カウンターパートの日本の技術にける期待も大きなものであった。

NCSR の窯業部門は、人員と設備いずれも強力であるが、陶製コンロの試験研究は特に行っていない。

試験設備として、原石粉碎機、原料陶土混和機、篩、分級器、電気窯、X線蛍光分析器等の設備を有している。ザンビアの粘土、陶土の資料は一応揃っている。

豆炭、コンロいずれについても、NCSR の人員と設備のみでは、これ以上に大きな開発成果を期待することはできない。





第2章 ザンビア共和国の概況・政策

2.1 自然条件と人口

ザンビア共和国はアフリカ中央部の南緯9～18°、東経23～42°に位置する総面積約75万km²の内陸国である。北はタンザニアとザイール、東はマラウイとモザンビーク、南はジンバブエとボツワナ、西はアンゴラとナミビアの8カ国と国境を接している。国土の大部分は海拔900～1,500mの典型的な高原サバンナであり、北部タンザニア国境周辺地帯は2,000mを越える山岳地帯、主要河川の渓谷沿いは600m以下の低地となっている。ザンビアの気候は、熱帯地域に位置するにもかかわらず標高が高いため、比較的涼しい快適な気候であり、一部河川流域を除いて気温が30℃を越えることはまれである。

ザンビアの人口は1984年現在約640万人、人口増加率は年率で3%強である（Table 2-2-1参照）。人口の大部分は北部のカッパーベルト地帯から首都ルサカを経て南部のリビングストーンに到る鉄道沿いに集中している。人口が50万人を越えている都市は首都ルサカのみであるが、人口の都市への集中という発展途上国に共通してみられる傾向はザンビアでも顕著である。とりわけ、キトウェ、ンドラ、ムフリラ等のカッパーベルト地帯の都市や首都ルサカでは、経済活動の活発化に伴い急激に人口が流入し、失業問題、住宅難、教育や医療設備の不足等の社会問題が顕著化している。

2.2 経済情勢

2.2.1 ザンビア経済の特徴と歴史

ザンビア経済は独立以来常に銅を中心とする鉱業部門に支えられて発達してきた。具体的には

- 1) LME（London Metal Exchange）の銅価格
- 2) 物資の輸送ルート
- 3) 周辺との外交関係

という3つの要素が、ザンビア経済の成行きを規定してきた。

独立後のザンビアの経済政策は、銅への過度の依存体質から脱却し、産業の多様化を図り、輸入代替工業を振興することにより、雇用機会の創出と技術開発、さらに消

費財の輸入削減による貿易収支の改善を一貫して目標としてきた。また、経済のザンビア化（Zambianization）をスローガンにかかげ、民間企業の国有化を行っている。

1966～70年の第一次開発計画では、上記の基本方針に基づき、産業の多様化、農業振興、教育制度の充実、交通網の整備等を重点課題とした。この期間の経済成長率は銅価格の急騰もあり、GDP年間成長率10.6%と高率であった。しかし、ローデシア（現ジンバブエ）との関係悪化による貿易ルートの障害のため、鉱業および農業部門では目標を下回った。

1972～76年の第二次開発計画では、投資の重点を工業部門におき、工業部門のGDP年間成長率を15%、全体では6.8%とした。しかし、輸送ルートの混乱、1975年の銅価格の大幅な落下、世界的なインフレによる輸入価格の上昇等により、実質経済成長率は目標を大幅に下回った。

1980～84年の第三次開発計画では、困難な財政状況下で、経済成長目標も下方修正せざるをえず、GDP成長率4.8%を目標とした。しかし、外貨不足に加えて天候不良による農業部門の不振のため経済状況が好転せず現在に至っている。

2.2.2 ザンビア経済の現状

ザンビア経済の、近年の動向を表わすために、主要経済指標をTable 2-2-1、GPDの各分野別内訳をTable 2-2-2、国際収支をTable 2-2-3に示した。

Table 2 - 2 - 1 Basic Economic Indicators (1977 - 1984)

Unit	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
1. Population (Mid-year) million	5.2	5.36	5.52	5.63	5.87	6.05	6.22	6.42
2. Gross Domestic Product								
at current prices K.million	1996.4	2250.7	2660.4	3063.6	3485.4	3595.3	4181.2	4733.3
at 1977 prices K.million	1996.4	1997.8	1937.0	1995.8	2118.5	2059.3	2018.2	1992.1
3. GDP Growth Rate								
at current prices percent		12.7	18.2	15.2	13.8	3.2	16.3	13.2
at 1977 prices percent		0.1	-3.0	3.0	6.1	-2.8	-2.0	-1.3
4. Per Capita GDP								
at current prices Kwacha	383.9	419.9	482.0	544.2	593.8	594.3	672.2	737.3
at 1977 prices Kwacha	383.9	372.7	350.9	354.5	360.9	340.4	324.5	310.3
5. National Income								
at current prices K.million	1607.4	1809.8	2124.3	2495.9	3004.1	2870.3	3508.3	3910.3
at 1977 prices K.million	1607.4	1616.9	1575.5	1671.2	1856.6	1773.2	1773.2	1770.1

Source : Monthly Digest of Statistics; Central Statistical Office

Table 2 - 2 - 2 GDP by Industry Origin at Constant (1977) Prices

	(Unit: K. million)					
	1980	1981	1982	1983	1984	1984(%)
Primary sector						
Agriculture, forestry & fishing	304	329	290	315	345	17.3
Mining & quarrying	205	215	215	222	204	10.3
Secondary sector						
Manufacturing	384	430	415	385	378	19.0
Electricity, gas & water	66	71	76	72	72	3.6
Construction	103	79	85	89	88	4.4
Tertiary sector						
Commerce	196	195	179	172	155	7.8
Hotels & communication	40	53	53	56	55	2.8
Transport & communication	118	118	119	119	113	5.7
Financial institutions & insurance	67	65	71	66	56	2.8
Real estate & business services	145	153	156	168	169	8.5
Community, social & personal services	346	394	394	356	356	17.9
Import duties	42	36	28	19	15	0.8
Sub-total	2,016	2,138	2,080	2,039	2,006	100.8
Less: imputed bank charges	-19	-18	-20	-19	-16	-0.8
GDP at producer's values	1,997	2,120	2,060	2,020	1,990	100.0

Source: Economic Report; IMF

Table 2-2-3 Balance of Payment

	(Unit : \$ mn)				
	1979	1980	1981	1982	1983
Merchandise exports, fob	1,408	1,457	996	948	982
Merchandise imports, fob	-756	-1,114	-1,065	-1,004	-711
Trade balance	652	343	-69	-56	271
Exports of services	127	152	163	137	106
Imports of services	-637	-946	-788	-657	-543
Net private transfers	-137	-183	-157	-66	-42
Net official transfers	32	7	25	26	39
Balance on current account	37	-627	-826	-616	-169
Direct investment	35	57	34	—	—
Other long term capital	183	115	415	261	67
Short term capital	-88	62	-105	99	-43
Balance on capital account	130	234	344	360	24
Errors & omissions	-87	170	21	81	-207
Counterpart items	37	32	52	35	-78
Exceptional financing	-187	219	52	399	396
Liabilities constituting					
foreign authorities' reserves	-1	-2	-3	—	—
Change in reserver					
(-indicates increase)	72	-27	360	-98	34

Source : IMF, International Financial Statistics.

ザンビア経済は、銅価格の低迷化を背景に外貨収入減、国内生産の減少、財政収入の減少、経済のマイナス成長等、困難な状況にある。とりわけ外貨収入の減少は、原材料や部品の入手難をもたらし、設備・機械の維持・補修を停滞させ、稼働率の低下を招いているのみならず、対外債務の支払いを困難にしている。ザンビア政府は、輸入の大幅な削減と債務のリスケジュール、リファイナンス交渉を積極的に進めると同時に、以下の IMF の調整政策を実施した。

- ・市場動向に合った各種価格の設定
- ・財政の緊縮化、補助金の抑制、賃金上昇の抑制
- ・為替相場の引き下げ

しかしながら、上記の様な対応にもかかわらず、銅輸出が不振なため経済状況は改善されなかった。そこで、1985年10月4日、ザンビア政府は IMFの勧告に基づき、ウガンダで採用されている外貨のオークションによる為替相場の決定法の採用にふみきった。この制度のもとでは、債務返済、原油代金の支払、ZCCM、ザンビア航空など特別の目的を除く全ての外貨が競売にかけられる。全ての入札希望者は銀行を通じて応札する。オークションは、原則として、毎週一回開かれる。

オークション制度導入の為替相場への影響は、予期された様に大きく、第一回のオークションによる、カッチャ（Kwacha）の対米ドル交換率は、導入前の2.17から5.01へと急落した。それ以後も、困難な外貨事情を反映し、カッチャは落下を続け、本調査団の現地調査時点での平均交換率は6.65K/US\$ となっている。

2.2.3 今後の経済政策

現在のザンビア経済の最大の課題は、国際収支を改善し経済の安定化を図ると共に、経済の中心を、余命15~20年といわれている銅鉱業から、農業へ移行していくことである。

(1) 短期的対策

ザンビア経済は、消費物資や原材料、スペアパーツ等を輸入に依存する構造になっているが、慢性的な外貨不足により基本的な消費物資の供給が不足し、一方、需要サイドは拡大を続けている。その結果、供給と需要のアンバランスが生じ、物価を押し上げている。物価問題を解決するために、ザンビア政府は物価統制を導入するのではなく、物とサービスの供給を増加すると共に、需要を抑制し供給と需要のバランスを図ることを問題解決の要としている。

工業部門では資本集約から労働集約へ政策を転換した他、業績の良くない公社・公団については ZIMCO（Zambia Industrial and Mining Corporation Limited）を通じて監理を強化していく方針である。また工業製品の国際競争力を付けるために、輸出手続きの簡素化、輸出促進審議会の改組などを行っている。

鉱業部門では、現有の設備をできる限り立て直し、生産を最大限にすると共にコストの軽減を引き続き図っていく方針である。

エネルギー政策としては、国内エネルギーである電気及び石炭を最大限に活用し、原油の輸入を削減し、外貨の節約を図っている。

対外関係においては、IMFからの借款を引き続き受けるために、IMFの調整政策を

実施していく他、債務繰延を再度要請していく方針である。

財政方針としては、歳出を極限まで抑制すると共に、新規プロジェクトへの投資は外貨獲得あるいは輸入代替プロジェクトを除き禁止していく方針である。

需要サイドの対策としては、金利引上げ、各種補助金の削減、賃上げ抑制などにより需要を抑制していく。

(2) 長期的対策

ザンビアは経済の中心を鉱業から農業へ転換してゆかねばならない。それゆえザンビア政府は、農産物増産を柱とする地方の開発計画を最優先課題としている。ザンビアは歴史的には農業国であり、気候も農牧業に適しているにもかかわらず、耕作面積は可耕作面積のわずか20%である。農業振興が遅れた理由としては、農産物の生産者価格が低く抑えられたため、農家が生産意欲を失ったこと、農産物の流通機構の不備などが指摘される。農業開発に対する政府の基本方針は、主要農産物の自給を早急に達成し、輸出の可能性のある作物を生産していくことに尽きる。究極的にはこうした農業開発を通じ地域開発を押し進め、農村部における雇用機会を創設し、農家の所得を向上させることにある。

具体的には、農産物の生産者価格の引き上げ、有利な減価償却制度の導入、税制改正、特別外貨割当などの農業振興策を図ると共に灌漑事業にも力を入れている。更に政府は農産物貯蔵施設の充実、流通機構の改善にも努力している。

2.3 ザンビアの政策と豆炭プロジェクト

一般に、プロジェクトの計画・立案においては、当該国の国策に合致したプロジェクトを選定する必要がある。以下に本プロジェクトと関連の深いエネルギー政策・工業化政策を挙げると共に、本プロジェクトの位置付けについて説明する。

2.3.1 エネルギー政策

ザンビアの国産エネルギーとしては、水力電気、石炭、木質燃料がある。水力電気及び石炭は主として商業用エネルギー、木質燃料は主として家庭用エネルギーとして使用されている。一方、輸入エネルギーとしては石油がある。ザンビア政府は一貫して、輸入原油への依存を減らし、国産エネルギーを有効利用する政策を採ってきたため、原油輸入量は1976年をピークに減少している。しかし、原油価格の上昇、カッチ

の下落等により、全輸入額に占める原油の割合は、逆に上昇している（3-1節参照）。石炭はマンバ炭鉱の老朽化による生産減のため、一部輸入を余儀なくされている。木質燃料に関しては、都市部での急激な人口増加に伴ない木炭の消費量が急増し、都市近郊では森林破壊が進みつつある。この様な状況下で、ザンビア政府は以下のエネルギー政策を設定している。

- 1) 石油輸入を抑制し、水力、石炭などのローカルエネルギー資源の開発を促進する。
- 2) 上記ローカルエネルギー資源による石油の代替化を図る。
- 3) 施設、システムの新設またはリハビリテーションによって省エネルギー化を図る。
- 4) 太陽エネルギー、エタノール等の新エネルギーの研究を行う。

更に、上記政策目標を具体的に実現するために以下の項目を検討している。

- 1) Indeni Refinery のリハビリテーションの実施、
- 2) Tazama Oil Pipe Lineのリハビリテーションの実施、
- 3) Maamba Collieries のリハビリテーションの実施、
- 4) 電力網の整備と既存電力供給システムのメンテナンス及びリハビリテーションの実施、
- 5) 木炭の効率的な生産及び利用の促進、
- 6) 豆炭あるいは木質ペレット等による木質燃料の代替化の促進。

2.3.2 工業化政策

ザンビアは困難な外貨事情を背景に、外貨獲得あるいは輸入代替を目的とする、中小規模産業の育成、振興を工業化の重点課題としている。また、農村の活性化を図るべく、農村工業の発展にも力を入れている。中小規模産業の育成には、SIDO (Small Industry Development Organization) が、指導的役割を果たしている。1983~85年の間に、SIDO が NCSR、ザンビア大学等と協力して、研究開発、民間への技術移転を行った工業は以下のとおりである。

- ・工業塩資源の開発
- ・石膏製造
- ・蜂蜜・蜜ロウ製造
- ・カシューナッツ製造
- ・木炭製造技術の改善

今後の重点課題として、研究・開発の対象となっているプロジェクトをTable 2-3-1に示す。

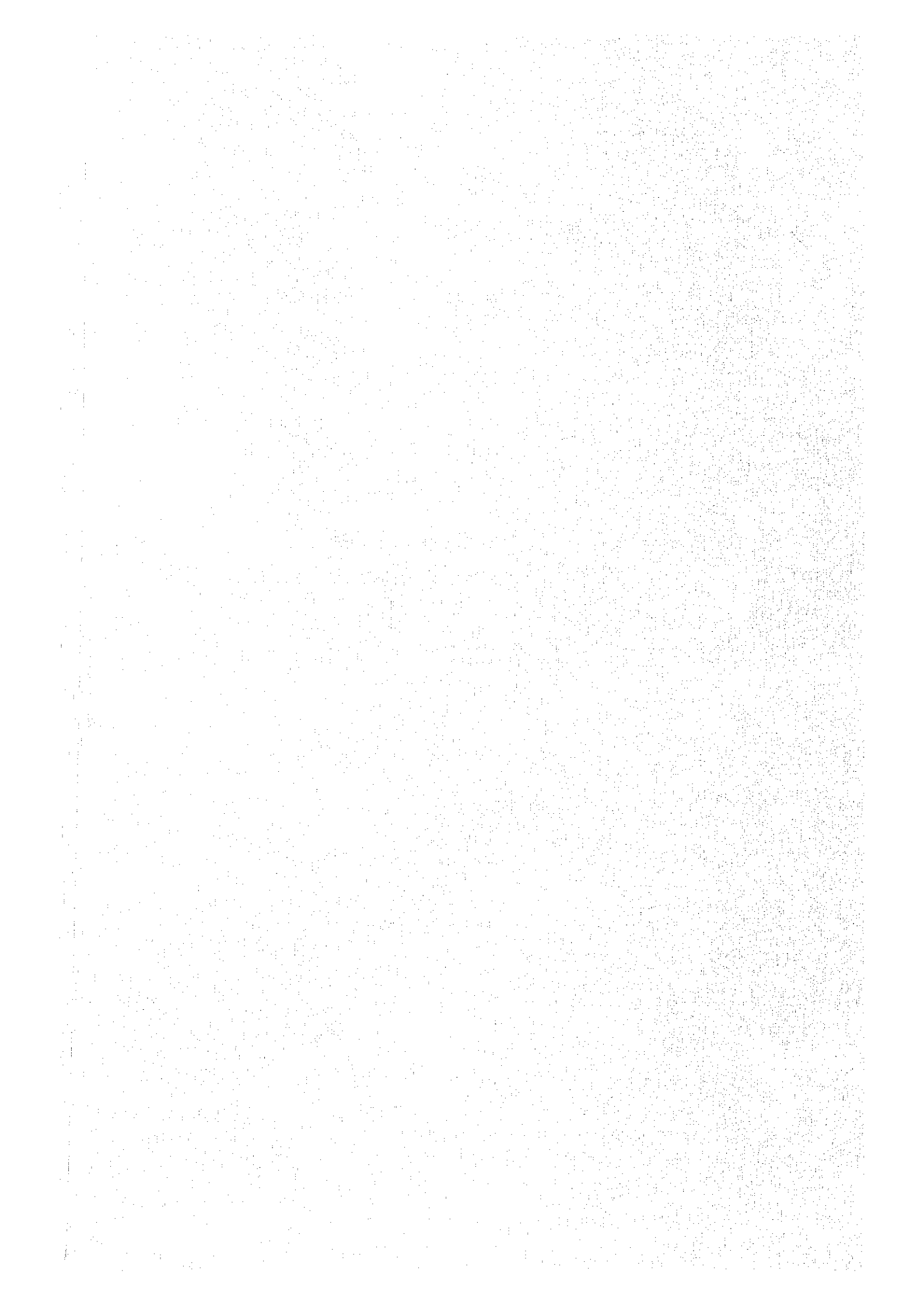
Table 2-3-1 Summary of New R & D Project

PRODUCT LINE	No. OF ENTERPRISES
a. Food Processing	8
b. Textiles	8
c. Wood based	5
d. Engineering	5
e. Chemical	4
f. Leather based	3
g. Construction	1
h. Ceramics	1

Source : SIDO, Annual Report (1984/85)

2.3.3 豆炭・陶製コンロプロジェクトの位置付け

国内資源を原料とする豆炭製造は、木炭消費の節約に貢献する。現地の鉄製コンロ（バウラ）の代替品である陶製コンロは、バウラに比して熱効率が良いため、木炭消費を間接的に節約でき、輸入品である鉄の消費節約にも役立つ。総合的に判断して、本プロジェクトは、ザンビアの政策に最も良く合致したプロジェクトである。



第3章 ザンビア共和国のエネルギー事情

3.1 エネルギー利用の現状

ザンビア共和国には、豊富なエネルギー資源として水力、石炭及び木質燃料がある。水力及び石炭は主として商業用エネルギーとして、木質燃料は主として家庭用エネルギーとして使用されている。木質燃料の需要量が調査資料によって異なり、明確ではないため、多少古い1981年のデータ（出所 Zambia: Issues and Options in the Energy Sector January 1983, Report No.411-ZA）を引用すると、旧来の燃料を含むザンビアの総エネルギー消費量は、石油換算で4.5百万トンで、そのうち水力は全体の31%、石炭は同6%であったのに対し、主として薪、木炭及びバガスから成る旧来のエネルギーは全体の45%（石油換算2.03百万トン）を占めており、他は輸入石油が同16.5%、輸入コークスが同1.3%となっている。

水力は、ザンビアにとって最も必要な国産エネルギー資源であり、包蔵水力は4,000 MWと推定されている。独立当時、ザンビアは国外の電力に完全に依存していた。しかし、第2次国家開発計画（Second National Development Plan）期間中（1972～1977年）に、電力の自給が達成され、それ以来、ザンビアは電力輸出国となっている。

有力な国産エネルギー資源である石炭は、マンバ炭鉱（Maamba Collieries）において生産され、比較的小規模であるが、鉱床の開発も行われている。しかし、最近では同鉱施設の老朽化に伴う操業上の問題による生産減のため、少量ではあるが石炭輸入を余儀なくされている。

一方、木質燃料は上述の如く、ザンビアの全エネルギー消費量の半分近くを占めているようであるが、実態は正確に把握されていない。これは、主として木質燃料が家庭用エネルギーとして利用されており、流通システムが未発達なため、末端での消費量の把握が困難なことに起因している。このことは、供給量の把握についても同様に言える。

石油製品については、ザンビアで石油鉱床（Proven Petroleum Deposits）が今だに確認されておらず、石油生産が行われていないため、全量輸入に頼っている。ザンビアには、現在重質油分解装置（例えば、水素化分解装置）が存在しないため、石油は通常スパイクト・クルード（Spiked Crude；軽質油分を原油に混合したもの）の形で輸入され、Tazama Oil Pipelineによって、タンザニアのダルエスサラーム（Dar es Salaam）からンドラ（Ndola）のIndeni Refineryへ送られ、精製されている。輸

入石油量は、1976年の908千トンピークとして、1983年には774千トンまで減少している。しかし、これを金額ベース（ザンビア通過ベース）で見ると、1975年の49.2百万 Kwacha（全輸入額の26.0%）から1983年の232.6百万 Kwacha（全輸入額の13.2%）へと増加していることがわかる。このことはザンビア政府の財務状況に、大きなインパクトを与えている。

ザンビアの主要な商業エネルギー源は、今日まで水力、石油、石炭であったが、今後も同様と考えられる。Table 3-1-1には、1978年と1983年における上記3種のエネルギー生産量を示した。

同表から明らかな如く、1978年から1983年の間に輸入石油への依存を減らし、一方でローカルエネルギー資源の使用が増加した。

Table 3-1-1 Energy Production

Energy Type		1978 (Percentage)	1983 (Percentage)
Electricity	(Gwh)	7,883	10,072
	(PJ)	28.4 (38.3)	36.3 (49.4)
Refined Petroleum Products	('000MT)	734.7	606.9
	(PJ)	31.2 (42.0)	25.8 (35.1)
Coal	('000MT)	582.0	453.6
	(PJ)	14.6 (19.7)	11.4 (15.5)
Total	(PJ)	74.2 (100.0)	73.5 (100.0)

Source: Energy Production & Consumption in Zambia 1978-1983

Monthly Digest of Statistics Vol. XXI, No. 8 to 9 August / September, 1985

Note: PJ (peta joule) = 10^{15} J = 23,900 TOE (1 ton of oil equivalent)

1 Gwh corresponds to 3,600 GJ or 3.6 TJ.

1 ton of the Zambian mix oil products corresponds to approx. 42.5 GJ.

1 ton of coal corresponds to approx. 25.1 GJ.

一方、同国の商業エネルギーの需要を Table 3-1-2 でみても、Table 3-1-1 で述べたことと同様のことが言える。

Table 3-1-1 と 3-1-2 とを比較してみると、Table 3-1-2 において電力が商業エネルギー全体に占める割合の方が、Table 3-1-1 のそれよりも低くなっていることがわかる。これは、電力の約3割が輸出に回されているため、国内の商

業エネルギー消費全体における電力比率が相対的に低下し、逆に石油及び石炭／コークスの比率が高まってしまったためと考えられる。

また、ザンビアの商業エネルギーの部門別エネルギー需要を Table 3-1-3 でみると、外貨獲得源である鉱業部門がその大部分を占めていることがわかる。1983年には、同部門だけで国内のエネルギー需要全体に占める割合が、47.5%と約5割を占めている。

Table 3-1-2 Total Commercial Energy Consumption

Year		1978 (Percentage)	1983 (Percentage)
Electricity	(Gwh)	5,635	6,432
	(PJ)	20.29 (29.7)	23.16 (37.8)
Petroleum	('000MT)	718	588
	(PJ)	30.49 (44.6)	25.01 (40.8)
Coal/Coke	('000MT)	702	524
	(PJ)	17.62 (25.8)	13.15 (21.4)
Total Domestic Use (PJ)		68.39 (100.0)	61.31 (100.0)

Source: Fourth National Development Plan (Draft)

Note: Electricity is represented by its energy content and not by its thermal replacement value.

Table 3-1-3 Percentage of Commercial Energy Demand by Sector

Sector	1979	1980	1981	1982	1983
Mining	45.9	53.8	48.5	53.6	47.5
Commerce	26.7	24.2	26.5	18.4	23.0
Industry	19.5	16.0	15.6	11.9	10.6
Agriculture	2.9	2.4	5.2	11.3	11.6
Transport	5.0	3.6	4.2	4.8	7.2

Source: Financial Report

ザンビアの家庭用エネルギー源としては、木炭、薪、電力、灯油がある。これらの家庭用エネルギーの使用構造は、地域、所得水準によって格差があるが、概ね家庭用

エネルギー需要全体の約80%は木質燃料（木炭、薪、バガス等）によって占められている。

3.1.1 電力

1960年代までは、ザンビアは電力の輸入国であったが、1970年に入りカフエ（Kafue）川に150 MWの発電機2基（総発電設備容量は900 MW）、新カリバ・ノースバンク発電所（the New Kariba North Bank Hydro Station）に第一期工事分として450 MWの発電機（総電力設備容量は600 MW）を設置して以来、電力の輸出国となっている。Table 3-1-4にはザンビアの電力需給を示したが、同表より明らかな如く、総発電量の約3割強が輸出へ回されている。

Table 3-1-4 Electricity Production and Consumption (Gwh)

	Total Domestic Consumption	Total Domestic Production	Net Exports ^a
1979	5,687	8,772	2,735
1980	5,828	9,221	3,166
1981	6,244	9,793	3,347 ^b
1982	6,344	10,581	3,935 ^b
1983	6,444	10,072	3,760
1984	6,404	9,806	3,033

a Excluding imports from Kariba. b To Zimbabwe only

Source: Monthly Digest of Statistics; Economic Report

ザンビアの輸出電力の約9割は隣国のジンバブエ（Zimbabwe）へ、残りはザイール（Zaire）へ送られている。1982年1月現在のザンビアの総発電設備容量は1,798 MWで、このうち、1,669 MWが水力発電、129 MWがディーゼル発電となっている。

3.1.2 石油

ザンビアでは、前述の如く現在のところ石油資源が発見されておらず、100%海外からの輸入石油に依存している。原油は、タンザニアの首都ダルエスサラーム経由で

Tazama Pipelineを利用して輸入され、ソドラの Indeni Refinery Companyで精製されている。Table 3-1-5には、ザンビアの原油輸入量を示した。

Table 3-1-5 Oil Importation

Year	Volume (Barrels)	Volume (Ton)	Value F.O.B. (Kwacha Million)	Value F.O.B. (US\$ Million)
1978	6,022,984	780,154	68.1	86.5
1979	5,382,927	699,328	97.1	124.7
1980	5,766,276	761,882	153.9	191.6
1981	5,680,282	750,543	185.0	209.5
1982	5,690,175	748,149	197.9	212.8
1983	5,939,213	774,193	232.6	153.9
1984	N.A.	595,995	N.A.	N.A.

Source: Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

ザンビアの原油輸入量は、1978年の 780,154 t から1984年の 595,995 t へと減少している。但し、ザンビア通貨による F.O.B. ベースでみるとその値は年々上昇している。これは、ザンビア政府の国内エネルギー保護政策によるばかりではなく、原油価格の上昇と、1983年以降はクワチャ (Kwacha) の対外価値の下落によるものと考えられる。特に原油価格の上昇がザンビア経済に大きな影響を与えていることは、ザンビアの総輸入額 (F.O.B. US\$ ベース) に占める原油輸入額の割合が、1978年において13.8%であったものが1983年には26.0%となっていることから明らかである。

Table 3-1-6 及び 3-1-7 には、それぞれ、ザンビアにおける石油製品の生産量及び供給量を示した。両表の比較により、生産量と供給量とのギャップ、換言すれば輸出余力が全体的には年々小さくなって来ていること、また、製品別には特にレギュラー・ガソリン、LPG、ピチューメン (アスファルト) に輸出余力がかなりあることがわかる。

Table 3 - 1 - 6 Production of Refined Petroleum Products (Ton)

PRODUCT	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PREMIUM	77,898	73,256	72,258	82,716	74,479	84,095
REGULAR	72,123	61,939	47,903	44,748	35,496	40,253
GASOIL (DIESEL)	287,223	278,134	276,958	251,286	225,623	231,582
LSG	19,629	16,582	37,228	33,963	35,130	35,372
KEROSINE (PARAFFIN)	27,527	28,484	29,627	35,187	30,427	36,661
JET A-1	57,838	63,075	71,085	66,047	53,507	55,603
LPG	8,445	2,274	2,356	3,518	6,276	6,471
HFO	173,280	156,966	170,119	141,007	121,138	92,707
LFO	5,021	8,677	11,377	12,817	7,932	10,310
BITUMEN (ASPHALT)	5,531	7,226	7,086	13,222	10,285	11,604
BUTANE	212	52	117	273	215	270
NAPHTA	12	220	165	368	249	323
MC 30 *	7	293	456	704	1,572	1,684
TOTAL	734,746	697,178	726,735	685,856	602,333	606,935

* Special grade of bitumen used for airport surfaces. 1984 TOTAL 624,299

Source: Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

Table 3-1-7 Supply of Refined Petroleum Products

PRODUCT	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PREMIUM	76,501	71,875	74,336	76,131	78,535	84,601
REGULAR	60,731	56,189	45,489	39,233	31,978	24,760
GASOIL (DIESEL)	235,086	247,964	239,629	239,668	232,622	232,284
LSG	17,760	16,828	35,727	34,781	36,891	35,316
KEROSINE (PARAFFIN)	26,323	27,793	29,566	34,366	30,846	36,660
JET A-1	52,590	62,465	68,780	63,275	54,858	55,266
LPG	7,506	2,078	2,070	2,295	2,252	2,262
HFO	164,355	165,148	173,315	136,756	113,832	111,983
LFO	4,934	8,475	11,168	12,641	7,932	9,330
BITUMEN (ASPHALT)	5,123	7,166	7,617	11,860	8,470	9,010
BUTANE	—	43	119	91	128	91
NAPHTA	12	220	165	368	249	323
MC 30 *	7	464	342	851	1,293	1,843
TOTAL	650,928	666,708	688,323	652,316	599,886	603,729

1984 TOTAL : 556,407

Source : Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

Table 3-1-8には、ザンビアの部門別石油製品市場動向を示した。商業エネルギーの最大の需要先である鉱業部門への石油製品の供給は、概ね下降気味で、1978年 283,000^m (全供給量の約35%)であったものが、1982年には、175,000^m (同25%)へと減少している。これは、主として銅鉱業部門の同期間における低迷もあるが、同時に同部門の銅鉱石輸送用燃料を安価で豊富な電力で代替させた結果生じた省エネルギー効果によるものと考えられる。

全体としては、1980年の 854,000^mをピークとして、1978年の 813,000^mから1983年の 725,000^mまでに約11%減少している。

Table 3-1-8 Marketing of Petroleum Products by Sectors
(Cubic Meters)

Sector	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Mining	283,294 (35)	280,076 (33)	295,557 (35)	261,677 (32)	175,110 (25)	195,515 (27)
Aviation	61,181 (7)	86,972 (10)	85,129 (10)	76,977 (10)	58,986 (8)	59,484 (8)
Other	468,490 (58)	481,258 (57)	473,458 (55)	471,846 (58)	464,647 (65)	469,509 (65)
TOTAL	812,965 (100)	848,306 (100)	854,144 (100)	810,490 (100)	698,743 (100)	724,508 (100)

Note : Numbers in parentheses are percentages.

Source : Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

3.1.3 石炭

石炭はザンビアの有力な国産エネルギーの一つで、推定埋蔵量は 250百万トンといわれている。鉱床としては、Mkandabwe (確定埋蔵量と推定埋蔵の合計が80百万トン)、Mulungshi (同 100百万トン)、Siankondobo (同91百万トン) の3つがある。

現在採炭が行われているマンバ炭坑 (Maamba Collieries) は、Siankondobo 鉱床にあり、確定埋蔵量は58百万トンといわれている。同鉱の設計採炭能力は、年間 150万トン (産炭ベースでは年間 120万トン) なので、操業可能期間は約40年と考えられている。

Table 3-1-9にはザンビアにおける石炭の生産、消費及び輸出を示した。ザンビアの石炭の生産量は、1975年以降減少傾向にあり、1975年の 790千トンから1984年の 514千トンへと約35%減少している。これは、生産コストの上昇、及びスベーパーツの輸入に必要な外貨の不足によるものである。石炭の消費も、1975年の 732千トンから1983年の 502千トンへと約32%減少した。

Table 3-1-10には、消費者/部門別の石炭消費量を示した。Zambia Consolidated Copper Mines (ZCCM) がザンビア最大の石炭需要先であり、これに、Nitrogen Chemicals of Zambia (NCZ) 及び Chilanga Cement Factory (CCF) が続いている。これら3社だけで、ザンビアの石炭総需要量の8割以上を占めている。

Table 3 - 1 - 9 Production, Consumption and Exports of Coal

Year	(Ton)		
	Production	Local Consumption	Exports
1975	789,562	732,496	21,046
1976	746,329	643,086	10,639
1977	638,108	597,827	792
1978	582,036	597,794	N.A.
1979	598,507	609,679	N.A.
1980	570,212	596,555	N.A.
1981	508,309	489,343	210
1982	605,598	542,637	20,763
1983	453,602	501,733	18,546
1984	514,258	N.A.	N.A.

Source : Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

Table 3 - 1 - 10 Consumption of Coal by Consumers/Sectors (Ton)

CUSTOMER	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
MINES-	397,178	373,503	362,246	377,363	397,569	343,520	288,712	257,234	228,442
ZCCM	(54)	(58)	(61)	(63)	(65)	(58)	(59)	(47)	(46)
CHILANGA	113,655	109,658	78,556	84,938	67,510	94,203	72,665	74,825	57,349
CEMENT	(16)	(17)	(13)	(14)	(11)	(16)	(15)	(14)	(11)
NCZ	65,676	53,834	66,581	59,472	65,727	74,562	58,771	112,777	131,116
	(9)	(8)	(11)	(10)	(11)	(13)	(12)	(21)	(26)
OTHERS	155,986	106,072	90,433	76,023	78,874	84,271	69,196	97,802	84,825
	(21)	(17)	(15)	(13)	(13)	(13)	(14)	(18)	(17)
TOTAL	732,495	643,067	597,816	597,796	609,680	596,556	489,344	542,638	501,732
	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)	(100)

Note : Numbers in parentheses are percentages.

Source : Energy Production and Consumption in Zambia 1978-1983

3.1.4 木質燃料

木質燃料は、前述した電力、石油、石炭が商業用エネルギーとして重要であるのに対し、家庭用エネルギーとして重要である。現在も、ザンビアの家庭の80%以上が、木炭あるいは薪を調理、暖房あるいは照明に使用している。一般に、薪は農村部で90%以上の家庭が使用しており、木炭は都市部で80%以上の家庭が使用している。

Table 3-1-11には、ザンビアの Forest Department の Annual Report と UNDP / 世銀のジョイント・レポートから推定した木炭と薪の生産量を示した。同表の数値は、Forest Department が入手したデータに基づいている。しかし実際には、同表に含まれていない木炭あるいは薪が多量にあり、同表の数値が、実際の数値より、かなり控え目であることは十分に予想される。

Table 3-1-11 Recorded Production of Firewood and Charcoal
(thousand m³ wood equivalent)

Year	Firewood *	Charcoal	Total
1976	79	437	516
1977	89	202	391
1978	42	352	394
1979	51	279	330
1980	54 **	294 **	348 **
1981	43 **	304 **	347 **
1982	89 **	414 **	503 **
1983	129 **	443 **	572 **

* : Harvested under license only.

** : The same conversion factor as used in Table 3.6 of Zambia: Issues and Options in the Energy Sector January 1983. (Report of the Joint UNDP/World Bank Energy Assessment Program) is applied.

Original Source : Annual Report of Forest Department (1976-1983)

一方、1984年の地域別木質燃料の消費量推定値を Table 3-1-12 に示した。同表より明らかな如く、少なくとも 490万 m³ の木質燃料がザンビアで消費されている。この数値を Table 3-1-11 の数値と比較してみると、合法的に生産されている木質燃料は全消費量の約10%であることがわかる。また、Copperbelt で主として銅精練用

に使用される木炭の消費量が、全消費量の4割近くを占めていることがわかる。

Table 3-1-12 1984 Estimates of Woodfuel Consumption by Province

Province	Firewood		Charcoal		Total
	(Ton)	(1000m ³ wood equivalent) *	(Ton)	(1000m ³ wood equivalent) **	(1000m ³ wood equivalent)
Lusaka	3,384	4	54,972	785	789
Central	35,371	42	26,802	383	425
Copperbelt	N.A.	N.A.	114,018	1,629	1,629 ***
North Western	98,312	116	11,071	158	274
Eastern	81,408	96	56,584	808	904
Luapula	122,472	144	52,506	750	894
Total	340,947	402 ***	315,953	4,513	4,915 ***

* : These figures are derived on condition that specific gravity of wood is equivalent to 0.85.

** : These figures are derived on condition that 70kg of charcoal is produced from 1 m³ of wood.

*** : These figures do not include copperbelt's figure of firewood.

Original Source : Interim National Energy Council Consumption Report.

Table 3-1-13には、前述した UNDP / 世銀のジョイント・レポートにおける木炭及び薪の1981年における消費量の推定値を示した。同表から、木炭及び薪の消費量の合計値を計算すると、少なくとも700万m³になっていることがわかる。また、The Status and Impact of Wood Fuel in Urban Zambiaによれば、1983年に Central及び Copperbelt 地域の大都市部の家庭で消費された木炭は33.3万トンで、薪は62.4万m³となっている。1 m³の薪から70kgの木炭が生産されるとすれば、木材換算で約540万m³相当となる。

Table 3-1-13 Estimates of Charcoal and Firewood Consumption, 1981
(1000 cu. m. wood equivalent)

Urban households	3,830
Rural households	2,962
Copper Smelters <u>1</u> /	186
Agriculture (tobacco, tea, ...)	43
Traditional Industries	n.a.

1/ 40% consumed as charcoal.

Source: Zambia: Issues and Options in the Energy Sector, January 1983.

以上に示した如く、ザンビアの最近の木質燃料の消費量については、資料によってかなり差があるが、木材換算で概ね 500~700万 m³ (32~45 peta joule) と考えられる。

3.2 エネルギー需給予測

ザンビアでは統計データ、経済指標等の予測値が十分に無く、有っても、現実から乖離しているものが多く、公式数値を基にエネルギー需要予測をするのは、相当困難である。従って本計画調査独自の予測に当り、データ不足を補うため、後述する既存需給予測3つ、特にその前提条件とエネルギー需要予測値との関係を分析し、本計画調査の予測で用いる基礎データ設定の参考とした。3.2.1にて既存スタディーの分析、3.2.2に本計画調査独自の予測を示す。

3.2.1 参考スタディーの分析

前提条件等と予測値等の分析に使用した既存スタディーは下記の3予測である。

Study - 1 : Zambia : Issues and Options in the Energy Sector January 1983
Report of the Joint UNDP/World Bank Energy Sector Assessment Program

Study - 2 : Fourth National Development Plan Energy (Draft) 10th February, 1986

Study - 3 : The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia, by Department of Natural Resources

< Study - 1 >

- 1) 1980年から2000年までの期間中のエネルギー需要を決定するため、高成長シナリオと低成長シナリオを設定した。これらのシナリオは、輸出及び外部の資本流入に由来する外貨の入手可能性、国の輸入必要量、及びマクロ経済学的な政策に基づいて国の成長力を評価する、世界銀行のカントリー・エコノミック・モデルに基づく。
- 2) 外貨の入手可能性は、ザンビアの長期の実質的な成長力に対し、最も大きな影響を与える。この影響は以下によって引き起こされる
 - (a) 生産レベルと実質価格によって決定される銅輸出額
 - (b) 1975年以降の対外債務の大幅な増大によってもたらされた重い債務返済(元金プラス金利)の負担
- 3) 上記の高成長シナリオと低成長シナリオは、それぞれ、以下を仮定している。

(a) 高成長シナリオ：

- (i) ザンビアの経済は順調な発展をする。結果として1980-2000年における年平均実質成長率を国内総生産（GDP）ベースで3.2%となる。
- (ii) 国民一人当りの所得は、ほぼ現状維持にとどまる。
- (iii) 銅価格は実質ベースで3%上昇する。これによる外貨の増収で現在の銅生産レベルを維持するために必要なリハビリテーション及びメンテナンスが実行される。
- (iv) 総合的な銅生産量は、1981年と1995年の間ではほぼ一定である。これは、銅鉱石の品位の低下による減少効果と、採鉱施設のリハビリテーション及び新鉱床の採掘の開始による増産効果とが相殺される。
- (v) 最近の高い生産者価格と、ザンビア政府の継続的な政策の改善の結果、農業生産は年率4%の成長を達成する。これにより、外貨の獲得及び節約がなされ、これが他部門の活動をサポートする。

(b) 低成長シナリオ：

- (i) ザンビアの経済はあまり大きな発展は期待されない。結果として1980-2000年における年平均実質成長率は国内総生産ベースで1.8%となる。
- (ii) 国民一人当りの所得は、下降する。
- (iii) 銅価格は実質ベースで現状維持にとどまる。
- (iv) 銅生産はリハビリテーション及びメンテナンスの費用が低いレベルにあるために、高成長シナリオにおける場合よりも全期間に亘って10%下回る。
- (v) あまり好意的でない政策のために、農業部門においては低い成長しか期待できない。
- (vi) 上記(i)及び(ii)に述べたことによって、銅鉱業部門及び農業部門からの外貨収入は高成長シナリオの場合よりもはるかに少ないものとなり、他部門における投資及び成長の可能性は減少する。

< Study-2 >

- 1) 将来のエネルギー消費量を評価するために、以下の2つの項目についての仮定を重視する。
 - (a) 異なる部門における将来の経済活動
 - (b) エネルギー価格の将来の変動
- 2) 経済活動に関しては、銅鉱業部門の生産が1984年レベルから多少落ち込むが、他部門の活動は実質ベースで多少増加する。他部門の中では、農業部門、そし

である程度までは工業部門の活動が、輸送、商業及び公共部門の活動よりも上向く。

- 3) エネルギー価格に関しては、以下を仮定する。
 - (a) 石油製品価格は、実質ベースで上昇しない。即ち、一般の物価と比較してもこれらは上昇しない。異なる石油製品の価格間での相対的な差に大きな変動は無い。
 - (b) 電力料金は、対象期間中、実質ベースで著しく上昇する。これは主として、最近行われた平価切り下げと電力輸出の減少に伴う収入の減少による。
 - (c) 石炭価格は、実質ベースで著しく上昇する。これは、主としてその大部分が外貨として支払われねばならないリハビリテーション・コストに起因している。
- 4) 電力と石炭消費の予測は、既存の詳細スタディーに基づいているが、大口需要家からの付随的な情報が入手され、それぞれの予測は微調整されている。
- 5) 将来の石油消費に関する包括的なスタディーは存在しない。それ故、石油消費に関する予測は、経済上の仮定及び大口需要家からの情報に基づいて行われている。
- 6) 部門別エネルギー消費量の合計を経済上の仮定に対応させることによって、電力、石炭及び石油の消費予測が行われている。
- 7) エネルギー利用効率の予期される向上によって、銅鋳業部門においてほぼ通常の生産レベルを仮定した場合、総エネルギー消費量の約5%分の減少が期待される。

<Study - 3 >

- 1) 本予測は木質燃料に関するもので、都市部における人口増を主に、副次的に所得額、エネルギー価格、ローカルエネルギーの使用方法等より木質燃料使用量を予測。

(i) 電力需給予測

1) Study - 1

Table 3-2-1には、Zambia Electricity Supply Corporation (ZESCO)が行ったザンビアの電力需要予測を示した。同予測の前提としては、銅鋳業部門の電化計画の継続、非鋳業部門への電力供給の増強、ジンバブエ (Zimbabwe) への電力輸出

の継続が挙げられている。

Figure 3-2-1は、Table 3-2-1に示したザンビアの電力需要予測を図示したものである。

Table 3-2-1 Projected Demand for Electricity (1981-1995) in GWh

Sectors	1981	1985	1990	1995	Average Growth Rate % 1981-1995
Copper Mines (CPC)	4,120	4,823	5,648	6,390	3.18
Non-Mining : Copper Belt	577	636	720	814	2.49
Southern Area	846	914	1,007	1,111	1.97
Sub Total	5,543	6,373	7,375	8,315	2.94
Export : Zimbabwe	3,347	3,347	2,003	1,335	
Total	8,890	9,720	9,378	9,650	

Source : Zambia Electricity Supply Corporation (ZESCO)

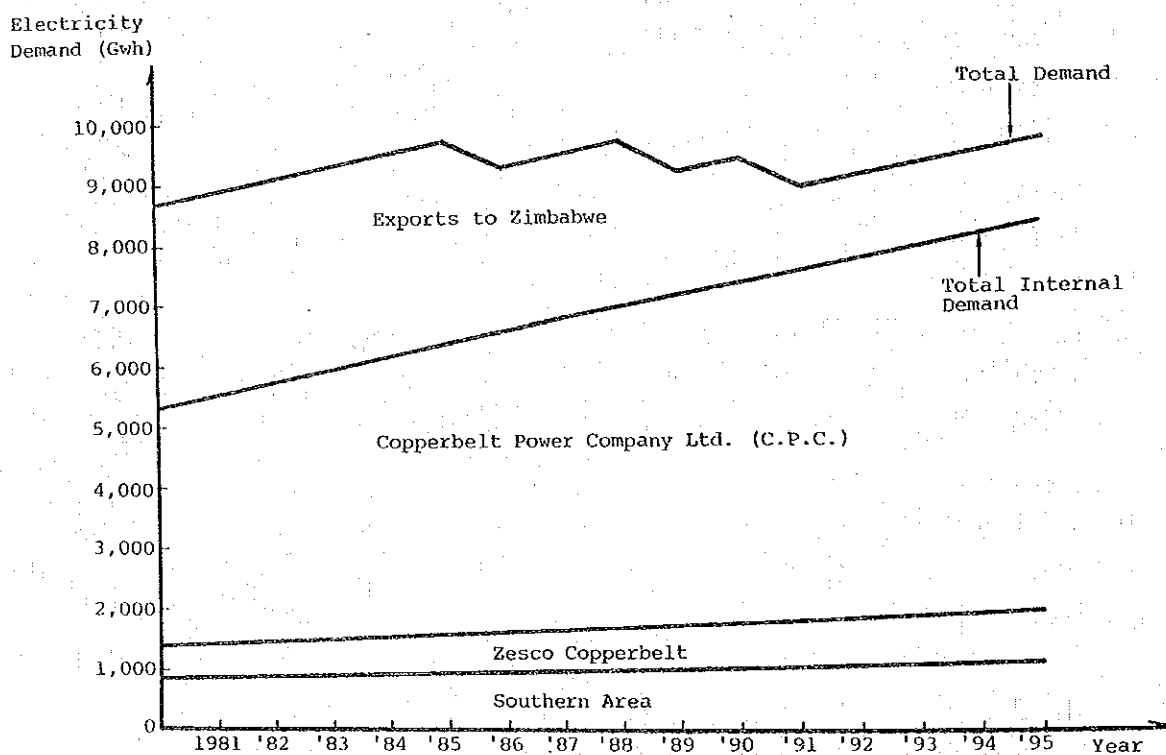


Figure 3-2-1 Projected Demand for Electricity (1981-1995)

2) Study - 2

Table 3-2-2には、1990年における電力消費予測を示す。これらの予測値は、ZESCOのために行われたザンビアの電力システムに関する最近のスタディー結果に基づいている。同スタディーは2004年までの将来の電力需要に関する詳細な分析を含んでいる。しかし、今回示された予測では、大口需要家の今後の需要動向に関する情報を織り込み、上記スタディーに若干の修正を加えている。

Table 3-2-2 Electricity Consumption Projections

Sector	1984		1990		Annual Growth
	GWh	(%)	GWh	(%)	Rate (%)
Agriculture	119	1.9	167	2.4	5.7
Mining	4,546	72.2	4,546	65.3	0.0
Industry	490	7.8	780	11.2	8.1
Commerce/Public	438	7.0	535	7.7	3.4
Households	583	9.2	804	11.5	5.5
Others	118	1.9	133	1.9	2.0
Total : Domestic Use	6,294	100	6,965	100	1.7
Exports	3,109		300		-32.3
Total : Produced in Zambia *	9,403		7,265		-4.2

* Excl. distribution losses

ジンバブエは、発電設備容量 920 MW の新しい火力発電所を稼働させようとしている。これがおそらくザンビアからの現在の電力輸入を減らすことになるかと予想している。このジンバブエへの電力輸出は、現在 ZESCOの主要な収入源となっており、この電力輸出の減少が1987/88年から著しくなるものと予想している。Figure 3-2-2には、Table 3-2-2に示した電力消費予測を図示した。

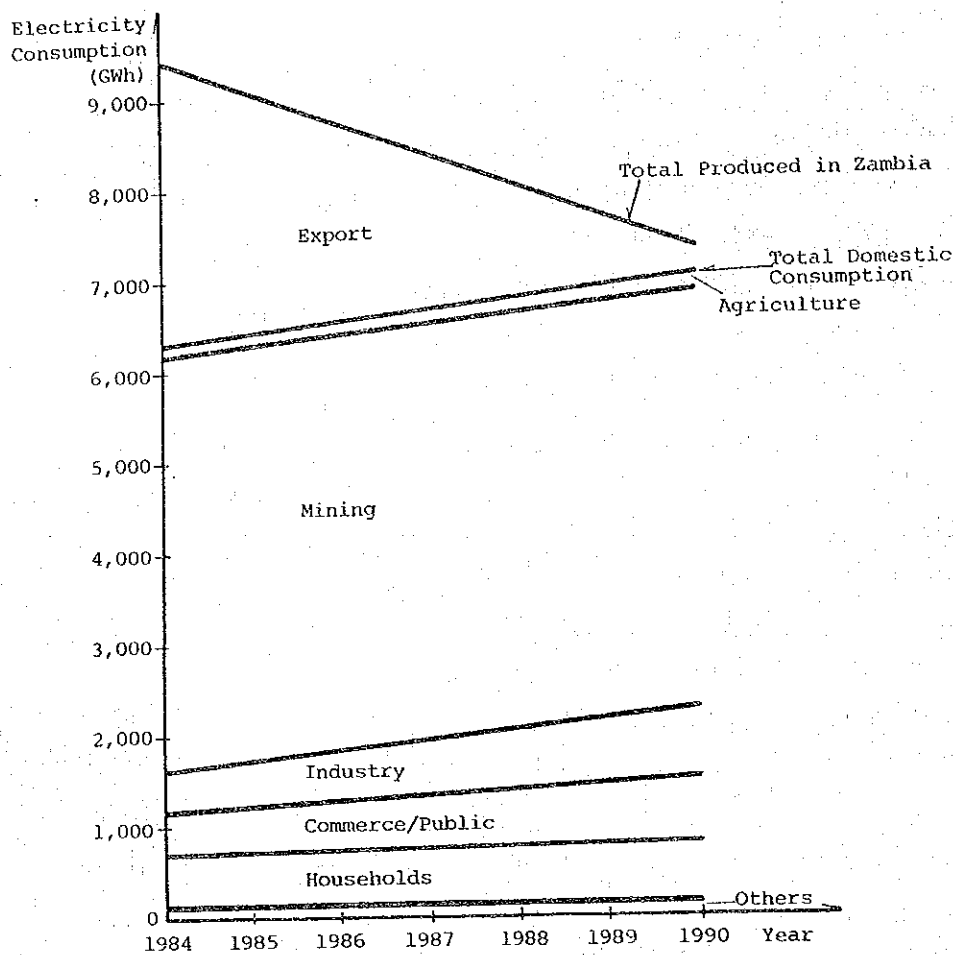


Figure 3-2-2 Electricity Consumption Projections

(2) 石油需要予測

1) Study - 1

Table 3-2-3には、ザンビアの石油需要予測を示した。同予測は、エネルギー製品、そして特に石油製品の相対価格には変化がないことを仮定している。同表では、1980年から2000年までの石油需要を経済成長によって3ケース設定し、それぞれを高成長シナリオ（石油代替化含まず）、高成長シナリオ（石油代替化を含む）、低成長シナリオとして需要予測を行っている。高成長シナリオ（石油代替化を含む）は、ザンビアの鉱業部門（主として銅鉱業部門）において1985年以降ディーゼル油等が電力に転換され、同時に製油所が改修されることを前提としている。従って、同シナリオは既に現実と多少ずれたものといえる。そこで、Figure 3-2-3及び3-2-4には、それぞれTable 3-2-3のうち高成長シナリオ（石油代替化含まず）の場合と低成長シナリオの場合を図示した。

Table 3 - 2 - 3 Demand Projections for Petroleum
(in 1,000 Metric Ton) 1/

	1980	1985	1990	1995	2000	Growth Rate (%)
High Growth Scenario	723	758	874	980	1,135	2.28
Annual Growth Rate (%)	—	0.9	2.9	2.3	3.1	—
High Growth Scenario (with Fuel Substitution) 2/	723	758	645	752	891	1.05
Annual Growth Rate (%)	—	-0.2	1.9	1.2	1.8	—

1/ Projection excludes the possibility of substantial exports to neighbouring countries which are currently being discussed between the various parties concerned.

2/ Total fuel oil substitution is projected to occur after 1985 for the high growth scenario only.

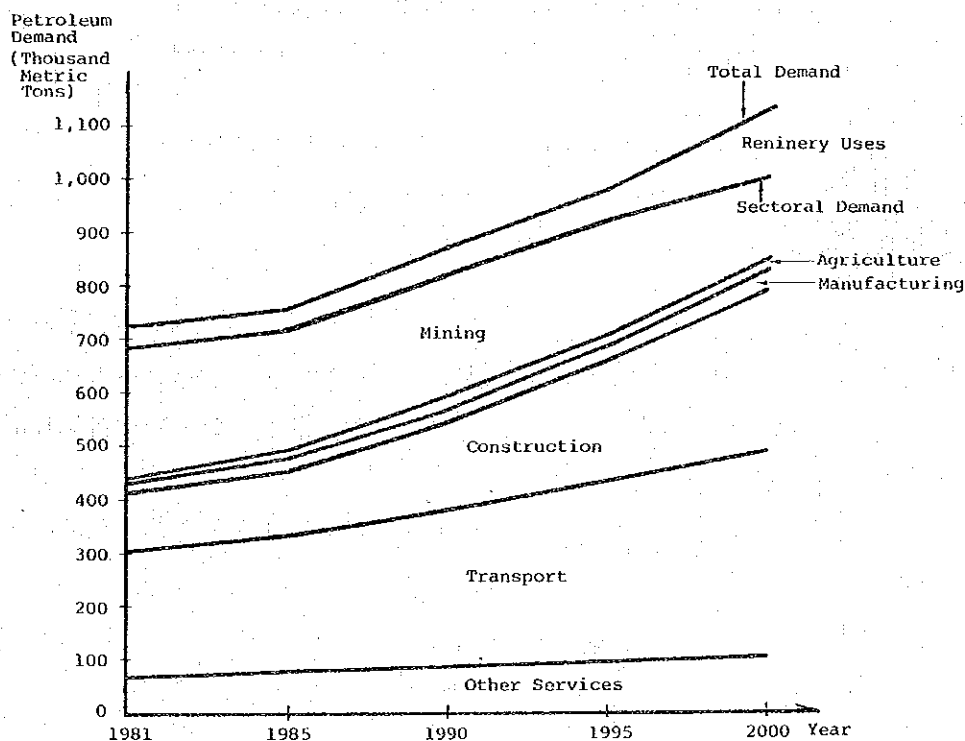


Figure 3 - 2 - 3 Demand Projections for Petroleum (High Growth Scenario without Fuel Substitution)

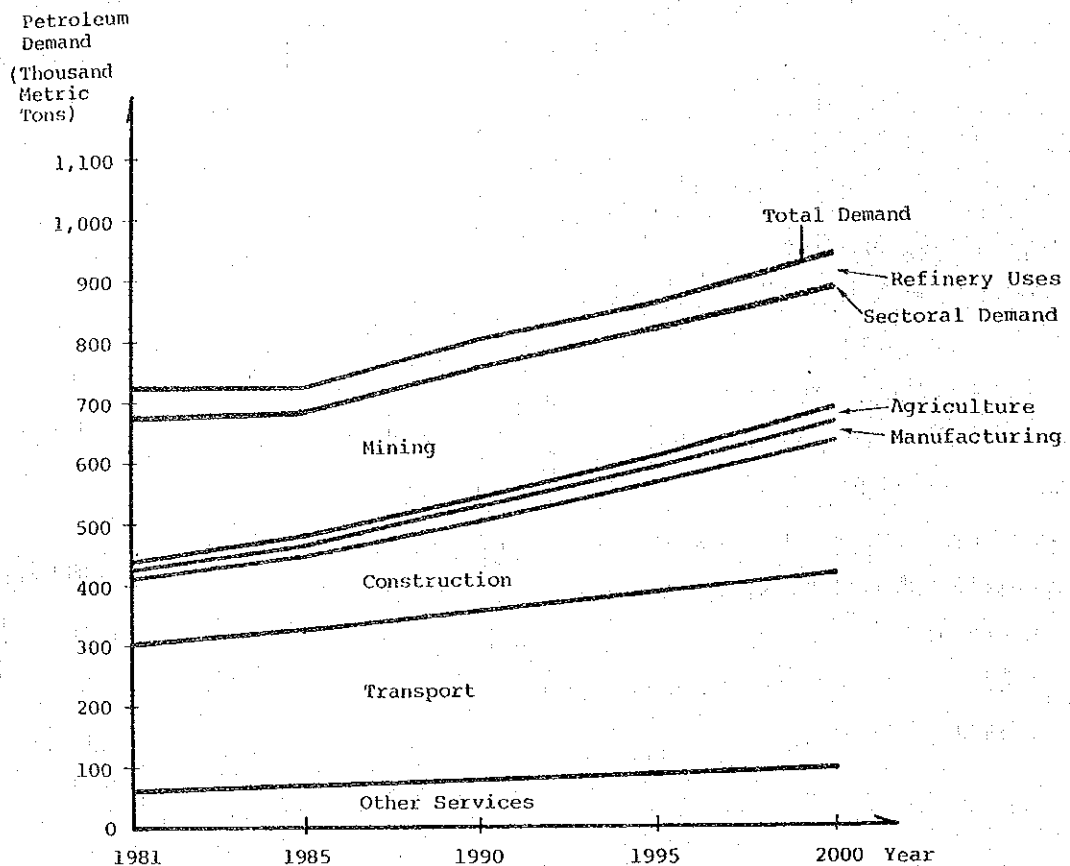


Figure 3-2-4 Demand Projections for Petroleum (Low Growth Scenario)

2) Study - 2

Table 3-2-4には、ザンビアの石油消費予測を示した。同予測は、本節の冒頭でも述べた如く、既存の詳細スタディーに基づいているが、大口需要家からの付随的な情報を織り込んで微調整がなされている。石油の総需要量は、第4次国家開発計画期間中は現状維持にとどまるものと予測している。

Figure 3-2-5には、Table 3-2-4に示した石油消費予測を図示した。

Table 3 - 2 - 4 Petroleum Consumption Projections

Sector	1984		1990		Annual Growth
	(1,000 Ton)	(%)	(1,000 Ton)	(%)	Rate (%)
Mining	151	26.9	151	26.9	0.0
Industry/Commerce	84	15.0	80	14.3	-0.8
Agriculture	10	1.8	14	2.5	5.8
Transport	270	48.1	270	48.1	0.0
Others/Households	46	8.2	46	8.2	0.0
Total : Domestic Use	561	100	561	100	0.0
Exports	23		23		
Total : Produced in Zambia	584		584		0.0

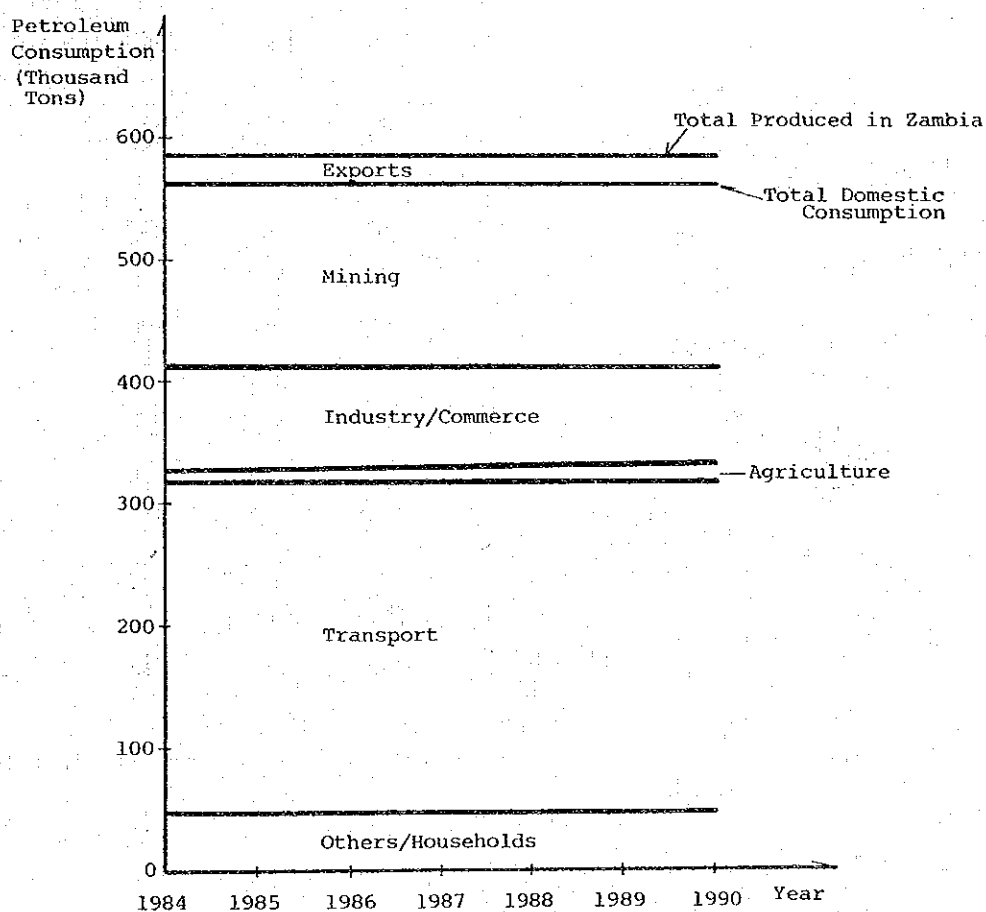


Figure 3 - 2 - 5 Petroleum Consumption Projections

(3) 石炭需要予測

1) Study - 1

Table 3-2-5 には、ザンビアの石炭需要予測を示した。同表でも、高成長シナリオ（石油代替化含まず）、高成長シナリオ（石油代替化含む）及び低成長シナリオの3つのシナリオに分けて予測を行っている。上記のシナリオのうち、石油代替化を含むシナリオでは更に石炭による代替の場合と、電力による代替の場合に分けて石炭需要予測を行っている。また、その代替対象部門を銅鋳業部門としている。

Table 3-2-5 Projected Coal Demand 1980-2000

		1980	1985	1990	2000	(1,000 Ton) Growth Rate(%) 1980-1990
High Growth Scenario (No Fuel Substitution)	Mines	320	320	320	320	—
	Industries	291	410	523	852	6.0
	Total	611	730	843	1172	3.3
High Growth Scenario (With Fuel Substitution)	Mines	320	320	600	600	6.5
				(150)	(150)	-7.3
	Industries	291	410	523	852	6.0
	Total <u>1/</u>	611	730	1123	1452	6.3
	Total <u>2/</u>	611	730	(673)	1002	1.0
Low Growth Scenario	Mines	320	320	320	320	—
	Industries	291	320	371	499	2.5
	Total	611	640	691	819	1.2

1/ Implies coal substitutes in the mines after 1985.

2/ Implies electricity (or oxygen flash furnace) substitution in the mines after 1985.

尚、Table 3-2-5 に示した石炭需要予測は、マンバ炭鉱と鉄道の改修によって影響を受けるとしている。

Figure 3-2-6 及び 3-2-7 には、Table 3-2-5 のうち高成長シナリオ（石油代替化含まず）と低成長シナリオの場合とを図示した。

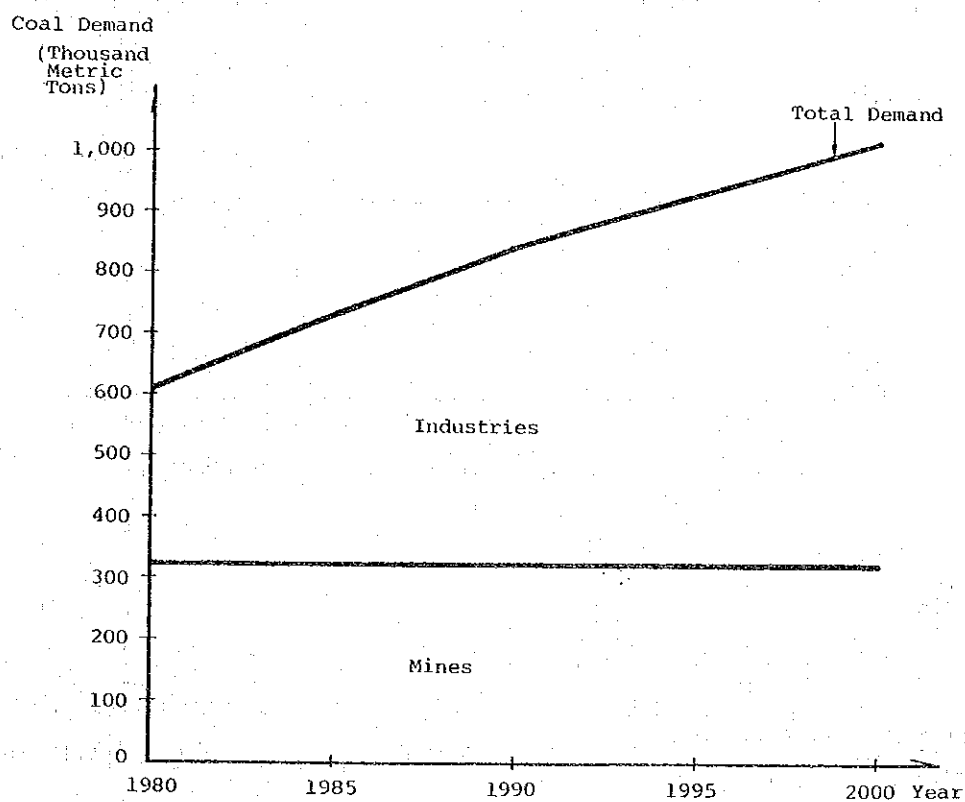


Figure 3-2-6 Projected Coal Demand (High Growth Scenario without Fuel Substitution)

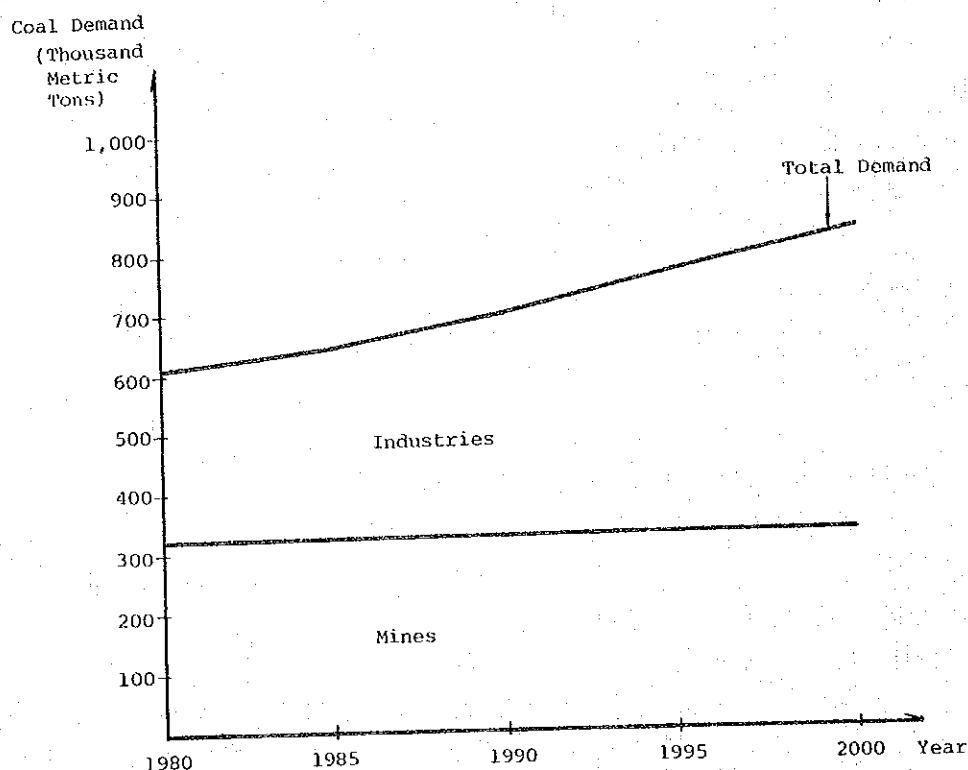


Figure 3-2-7 Projected Coal Demand (Low Growth Scenario)

2) Study - 2

Table 3-2-6 には、1990年における石炭/コークス消費予測を示した。マンバ炭鉱のリハビリテーションのためのフィージビリティ・スタディーと関連して行われた最近の市場調査によれば、ザンビアには年間約70万tの基本的な石炭需要があるという。

Table 3-2-6 Coal/Coke Consumption Projections

Sector	1984		1990		Annual Growth Rate (%)
	(1,000 Ton)	(%)	(1,000 Ton)	(%)	
Mining	310	55.2	245	38.0	-3.8
Industry	243	43.2	390	60.6	8.2
Transport	4	0.7	4	0.6	0.0
Others	5	0.9	5	0.8	0.0
Total: Domestic Use	562	100	644	100	2.3
Exports/Imports	-96		56		
Total: Produced in Zambia	466		700		7.0

1984年には、マンバ炭鉱では約50万tの石炭が生産されたが、これは需要を満たすことができなかった。同炭鉱のリハビリテーションは既に合意され、現在実行に移されている。このリハビリテーション・プログラムは、1987/88年に年産70万tまで増産する生産目標を含んでいる。

従って、同リハビリテーションがうまく実行され、生産目標が満たされるならば、マンバ炭鉱は第4次国家開発計画期間中に石炭需要に対応できるはずであるとしている。

Figure 3-2-8には、Table 3-2-6に示した石炭/コークスの消費予測を図示した。

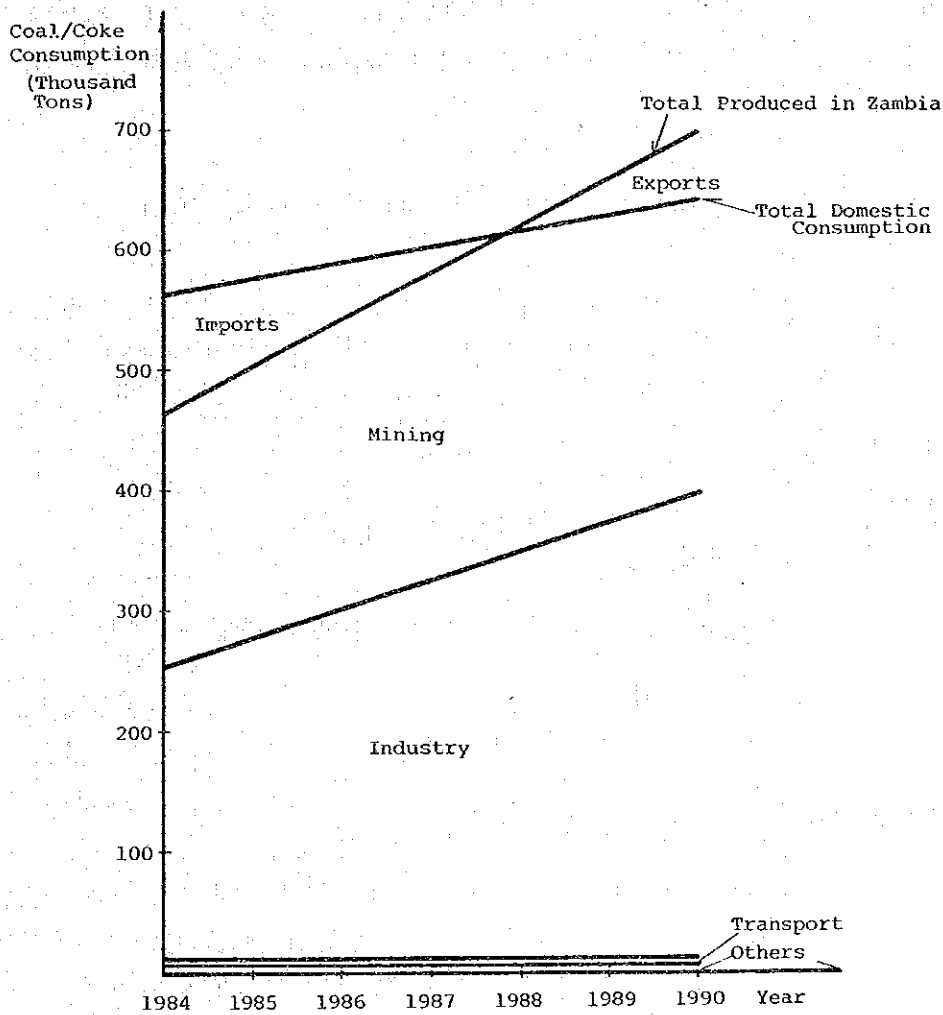


Figure 3-2-8 Coal/Coke Consumption Projections

(4) 木質燃料需要予測

木質燃料の需要予測は、Study - 2では行われていないのでStudy - 1と Department of Natural Resources の作成した、“ The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia ” (これをStudy - 3と呼ぶことにする) を以下に概説する。

1) Study - 1

Table 3-2-7には、ザンビアの木質燃料の需要予測を示した。同表では、都市部の木質燃料需要の伸び率を1981年から1985年にかけて年平均 6.7%、それ以降を年平均 3.1%、農村部の木質燃料需要の伸び率を1985年までは年平均 1.1%、それ以降を年平均 3.1%としている。1985年及び2000年の総需要量は、それぞれ 870万 m³及び 1,370万 m³と予測している。

Table 3-2-7 Projected Demand for Woodfuels (1980-2000)

Sectors	(Million m ³)					Average Growth Rate 1980-2000 (%)
	1980	1985	1990	1995	2000	
Urban	3.8	5.3	6.2	7.2	8.4	4.0
Rural/Others	3.2	3.4	3.9	4.6	5.3	2.6
Total	7.0	8.7	10.1	11.8	13.7	3.4

Figure 3-2-9には、Table 3-2-7に示した木質燃料の需要予測を図示した。

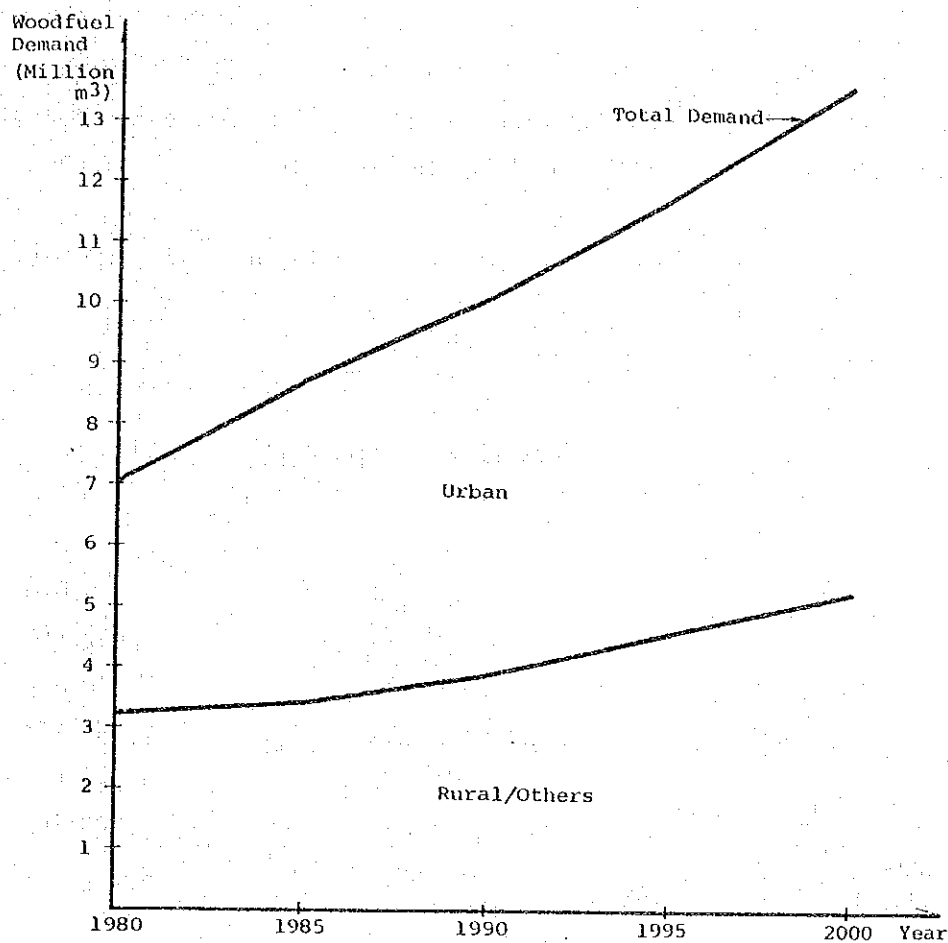


Figure 3 - 2 - 9 Projected Demand for Woodfuels (1980-2000)

2) Study - 3

木質燃料の需要予測を、第1次的には人口比率で、第2次的には所得額、エネルギー価格、ローカルエネルギーの実際の使用方法等のソシオ・エコノミック・ファクターを利用して行った。

Table 3 - 2 - 10には、ザンビアの都市部における人口増加の傾向を示した。1983年、1990年及び2000年における都市部の人口予測の計算を行う際に、人口増加率は6.7%で一定であると仮定している。

上記の人口予測に基づいて行われた木質燃料の需要予測によれば、1983年の間に、Central 及び Copperbelt 地域の大都市部の家庭で消費された木炭及び薪の総量は、

それぞれ 332,868 t 及び 624,384 m³ となっている。この木質燃料のうち、ルサカ市で消費された木炭及び薪の量は、上記のそれぞれの総量の33%及び34%を占めている。

Figure 3-2-10には、現在の消費レベルに基づく2000年までの Central 及び Cop perbelt 地域の大都市における木質燃料の需要予測を図示した。

Table 3-2-8 Growth of Urban Population in Zambia and Selected Urban Areas

Year	Urban Area		
	Lusaka City	Large Towns in Central /Copperbelt Regions	All Urban
1954 ¹	47,793	—	—
1957/58 ¹	64,754	—	—
1963	125,346	681,994	715,020
1969	268,425	1,146,873	1,192,116
1980	576,703	1,900,276	2,440,419
1983	627,441	2,067,500	2,655,176
1990 ²	963,094	3,171,561	4,073,059
2000 ²	1,349,485	4,443,357	5,706,356

Sources of Data : GRZ Central Statistical Office (1981) ; Seymour (1976).

1 - African population only.

2 - Projected population based on 6.7% annual growth rate.

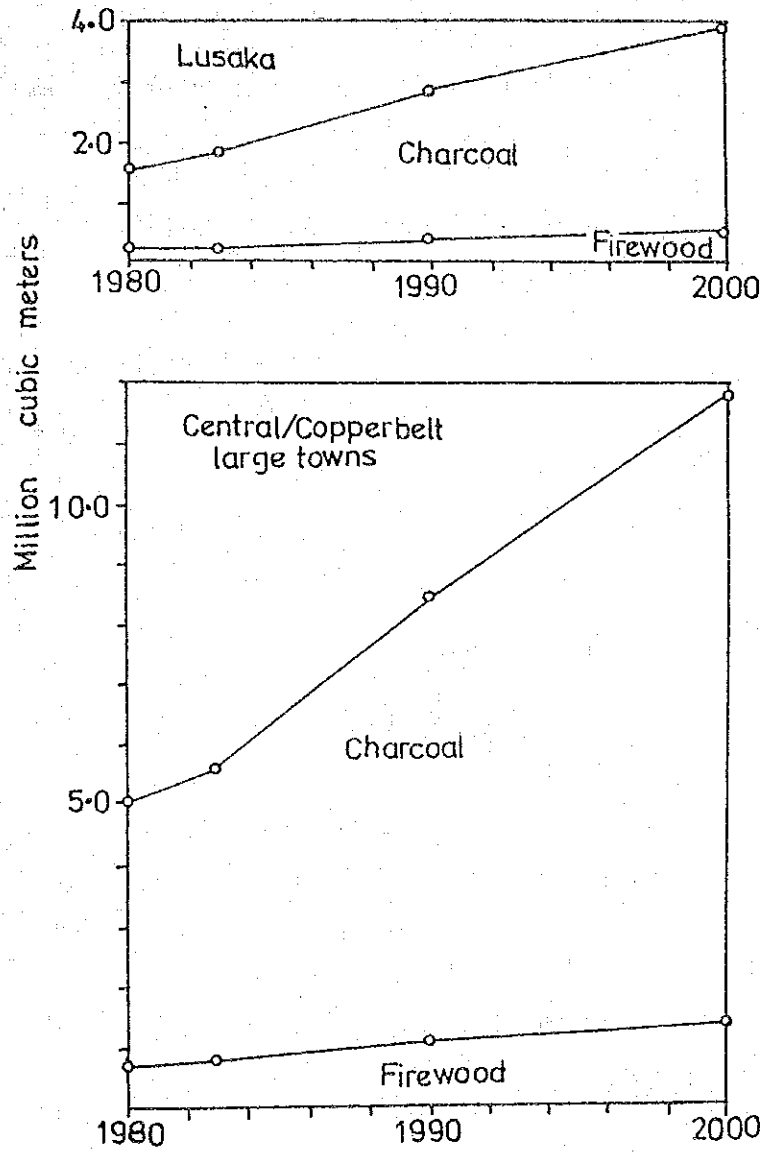


Figure 3 - 2 - 10 Woodfuel Consumption Projections in Central/Copperbelt Large Town

(5) 参考スタディーのまとめ

以上3スタディーの結果を対比し、Table 3-2-9とFigure 3-2-11に示す。ただし、Study-2の予測は1990年までしか行なわれていないため、2000年まで予測値を延長して示した。概観すると、

- 1) 木質燃料の需要は将来とも増加する。
- 2) 電力需要は増加する。2000年までは現供給 ($1.798 \text{ GW} \times 8,800 \text{ h/Y} \times 0.7 = 11,076 \text{ GW H/Y}$) の限界に達しない。
- 3) 石炭は、ゆるやかな増加を予測している。
- 4) これ等予測の伸び率と1977から1983の実際の伸び率を比較すると、現実は予測伸び率を大きく下まわる。

Table 3 - 2 - 9 Domestic Energy Demand Projections (1984-2000)

	1984		1985		1990		1995		2000	
	(Study-2&3)	(Study-1)	(Study-1)	(Study-2&3)	(Study-1)	(Study-2&3)	(Study-1)	(Study-2&3)	(Study-1)	(Study-2&3)
Woodfuel										
(Mill. Cubic Meter)	6.0	8.7	10.1	8.4	11.8	10.0	10.0	13.7	11.7	11.7
(PJ)	38.6	56.0	65.0	54.1	76.0	64.4	64.4	88.2	75.3	75.3
(Share on Total) (%)	38.9	44.6	45.7	45.0	47.3	46.5	48.0	48.6	47.6	50.6
Electricity										
(GWh)	6,294	6,373	7,375	6,965	8,315	7,842	7,577	9,375 *	8,829	8,244
(PJ)	22.7	22.9	26.6	25.1	29.9	28.2	27.3	33.8	31.8	29.7
(Share on Total) (%)	22.8	18.3	18.6	20.9	18.7	20.4	20.3	18.6	20.1	19.9
Pertroleum										
(1,000 MT)	561	717	789	584	840	629	584	916	678	584
(PJ)	23.8	30.5	33.5	24.8	35.7	26.7	24.8	38.9	28.8	24.8
(Share on Total) (%)	24.0	24.3	23.5	20.7	22.2	19.3	18.5	21.5	18.2	16.7
Coal/Coke										
(1,000 MT)	562	640	691	644	752 *	758	701	819	891	762
(PJ)	14.1	16.1	17.3	16.2	18.9	19.0	17.6	20.6	22.4	19.1
(Share on Total) (%)	14.2	12.8	12.2	13.5	11.8	13.7	13.1	11.3	14.1	12.8
Total										
(PJ)	99.2	125.5	142.5	120.2	160.5	138.4	134.1	181.5	158.3	149.0
(Share on Total) (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Note : * Figures estimated

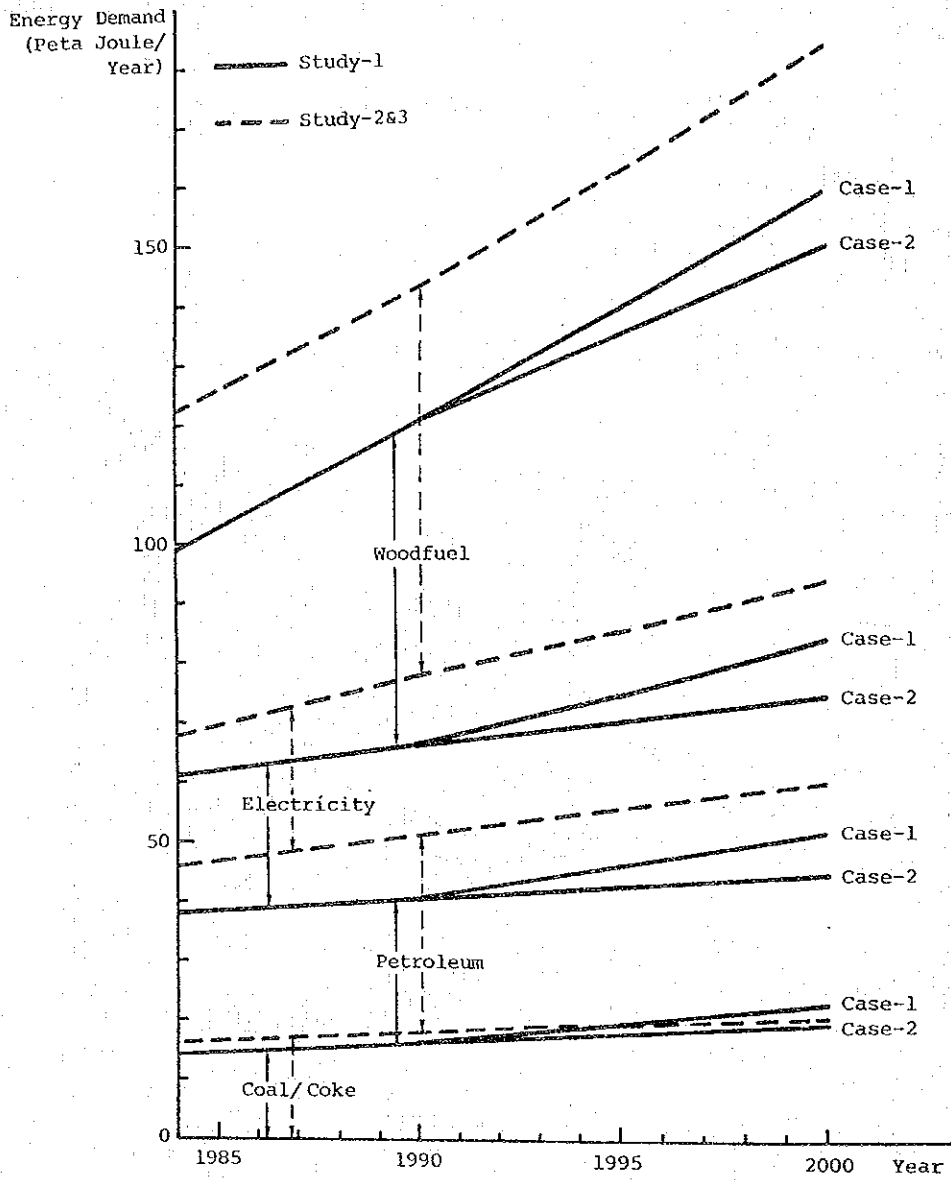
Energy conversion factors used are :

1 GWh = 3,600 Giga Joule, or 3.6 Tera Joule.

1 Ton of the Zambian mix oil products = approx. 42.5 Giga Joule,

1 Ton of coal = approx. 25.1 Giga Joule,

1 Cubic Meter of woodfuel = approx. 6.44 Giga Joule.



Figuer 3 - 2 - 11 Domestic Energy Projections (1984-2000)

Table 3-2-10 Applied Annual Energy Growth Rates
for Two Cases by Energy Product

	Annual Energy Growth Rate (% p.a.)	Actual Annual Energy Growth Rate during 1977-1983 (% p.a.)
Electricity :		2.7
Case - 1	2.4	—
Case - 2	1.7	—
Petroleum :		-3.9
Case - 1	1.5	—
Case - 2	0.0	—
Coal/Coke :		-5.7
Case - 1	3.3	—
Case - 2	1.7	—

3.3.2 エネルギー需給予測

3.3.1の分析及び本計画調査全体の結果より下記前提をたてる。

(1) 供給側の前提

1) 電力

- a) ローカルエレクトリフィケーションのために、地方に小規模ディーゼル発電所は設置されるとしても、大規模水力、火力発電所の設置はなされない。
- b) 現設備の保守は行なわれる。

2) 石油

- a) TAZAMA パイプラインのリハビリテーションが行なわれるとしても、パイプラインの太さは変更ない。
- b) 国際価格の大幅な変動はない。
- c) 大規模な石油・天然ガス鉱床は発見されない。

3) 石炭

- a) マンバ炭鉱のリハビリテーションの結果 100万トンの能力を回復する。
- b) 他の新炭鉱の開発は行なわれない。
- c) 鉄道等、輸送上のネックは改善される。

- 4) 木質燃料
 - a) 大都市への木炭供給方法（第4章参照）は基本的に変わらない。
 - b) 片道 200km以内より木炭の供給は可能である（第4章参照）。
- (2) 需要側の前提
 - 1) 電力
 - a) Study - 2と同様、ジンバブエへの輸出は減少する。
 - b) 安価で豊富な電力を活用し、基礎的な生活必需品（石けん、紙、飲料水、消毒剤、肥料等）を製造する工業が1995年までに実現し、その総電力使用量は1,000 GWh に達する。
 - c) その他に関しては Study-2 の Case - 2 の前提が妥当と判断する。
 - 2) 石油
 - a) 現在同様、需要側に自由度はあまりなく、供給側と国の経済状況に制約される。
 - b) 各産業分野とも、石油の代わりに電力、石炭を用いる努力とする。
 - 3) 石炭
 - a) インフラストラクチャー整備のため、セメント用石炭需要が50,000トン加わる。
 - b) 鉄道輸送用の軽油の石炭による代替が、5,000トンから10,000トン分行なわれる。
 - c) その他は Study-2 のCase-2 の前提を採用できる。
 - d) a)、b)の増加需要が Study-2 の輸出その他需要におき替る。
 - 4) 木質燃料
 - a) 本計画の豆炭と既存発電能力以内の電力以外に有効な代替燃料は供給されない。
- (3) 需要予測

以上の前提より各エネルギーの需給を下記の通り予測する。

- 1) 木質燃料は Study-2 & 3 の値がほぼ妥当である。
- 2) 電力は1995年以降は Study 2 & 3 の予測値より約 1,000 GWh大きい。1990年までは Study 2 & 3 の値がほぼ妥当である。
- 3) 石油の需要は現状の 600,000トン台を将来も継続する。

4) 石炭需要は Study 2 & 3 の予測値がほぼ妥当である。
 以上の結果を Table 3-2-11 に示す。

Table 3-2-11 Forecast Energy Supply and Demand

		1990	1995	2000
Woodfuel	(Milion Cubic Meter)	8	10	12
	(PJ)	52	64	77
	(%)	44	47	51
Electricity	(GWh)	7,000	8,500	8,700
	(PJ)	25	31	32
	(%)	21	22	21
Petroleum	(1000 MT)	600	600	600
	(PJ)	25	25	25
	(%)	21	18	16
Coal	(1000 MT)	641	700	760
	(PJ)	16	18	19
	(%)	14	13	12
Total	(PJ)	118	138	153
	(%)	100	100	100