

ザンビア共和国
豆炭生産計画
事前調査報告書

昭和60年2月

国際協力事業団

ザンビア共和国
豆炭生産計画
事前調査報告書

JICA LIBRARY



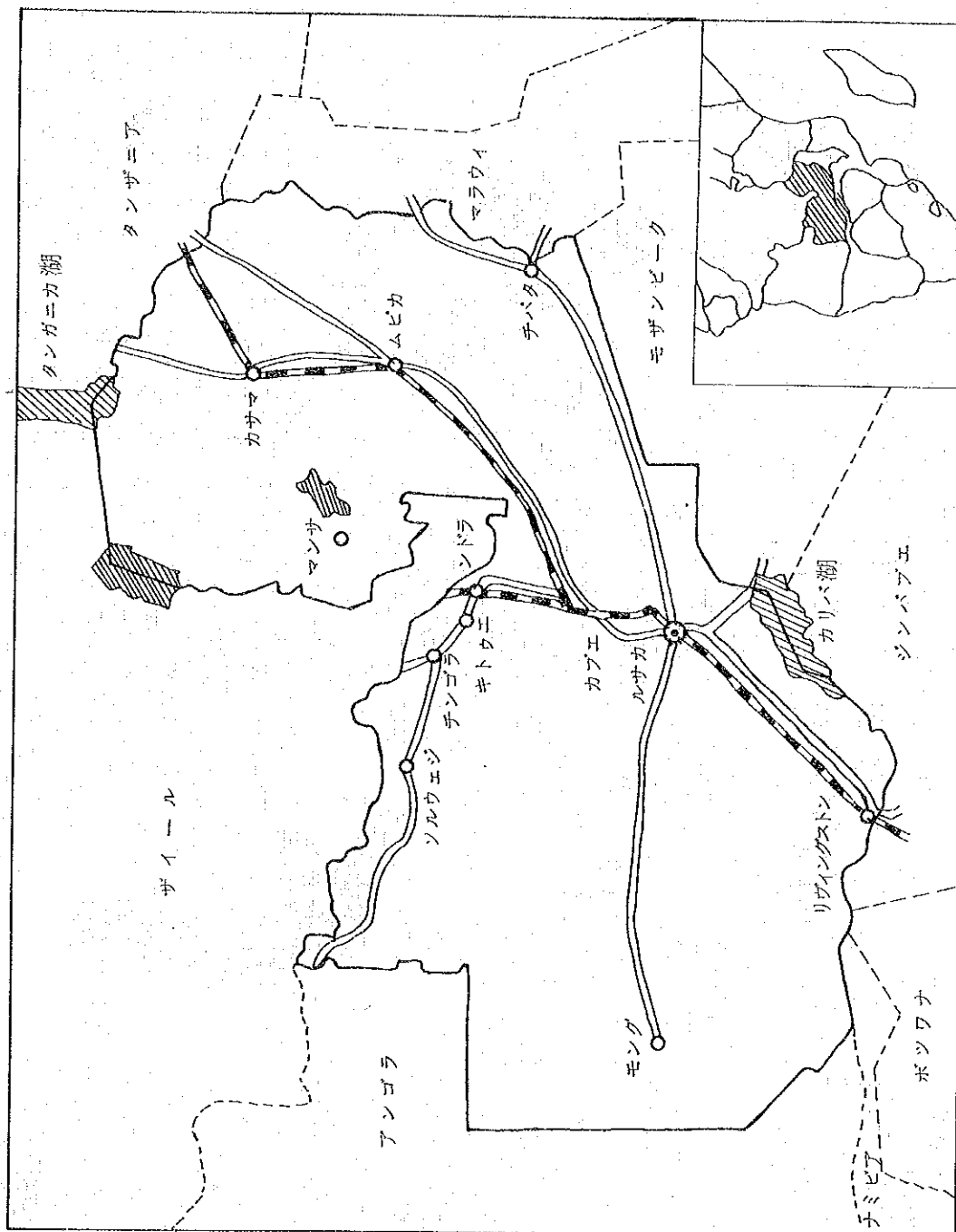
1019374[6]

昭和60年2月

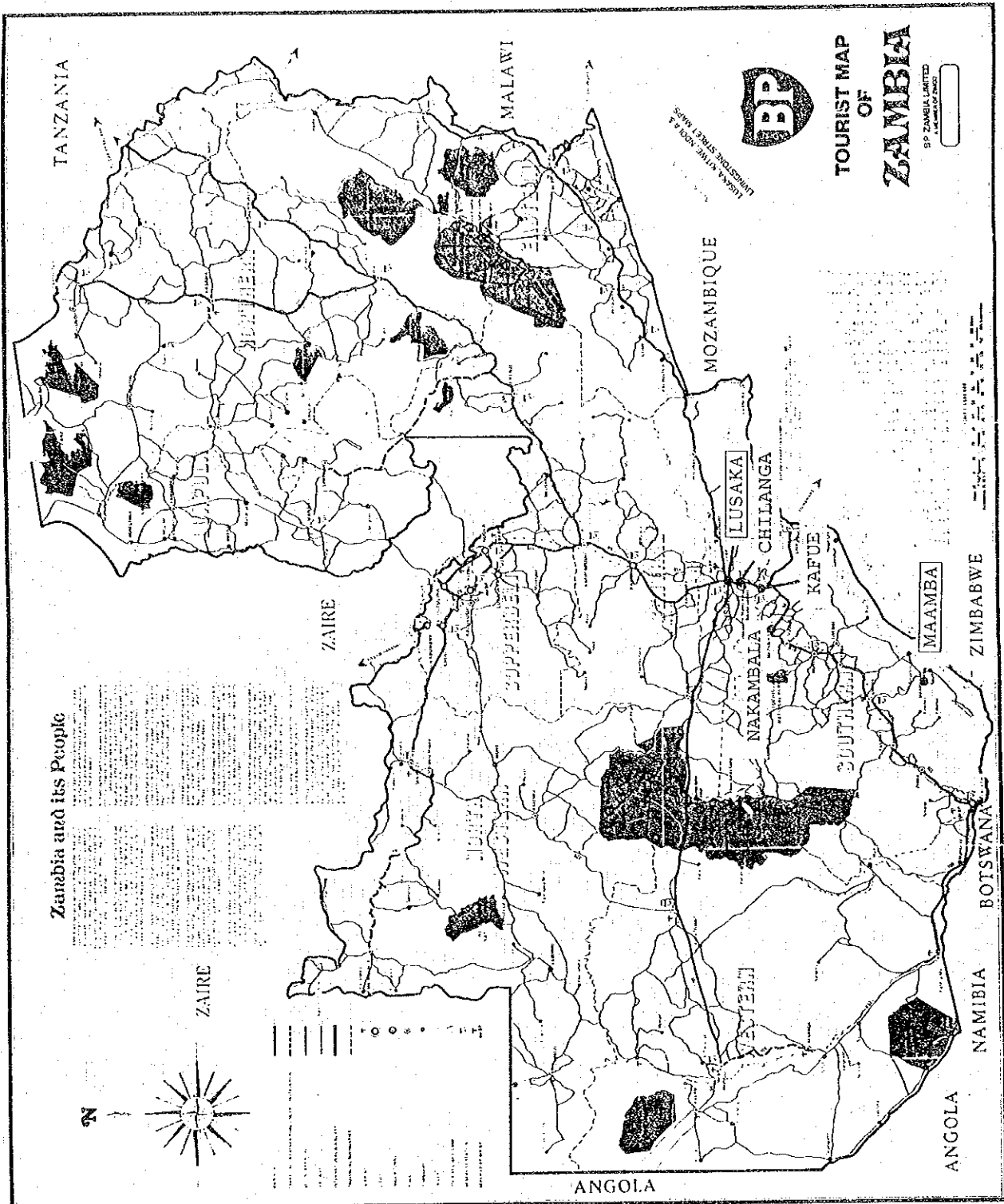
国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '86. 6. 24	533
登録No. 12803	68.5
	MPI

ザンビア共和国全図



ザンビア共和国道路地図



TOURIST MAP
OF
ZAMBIA

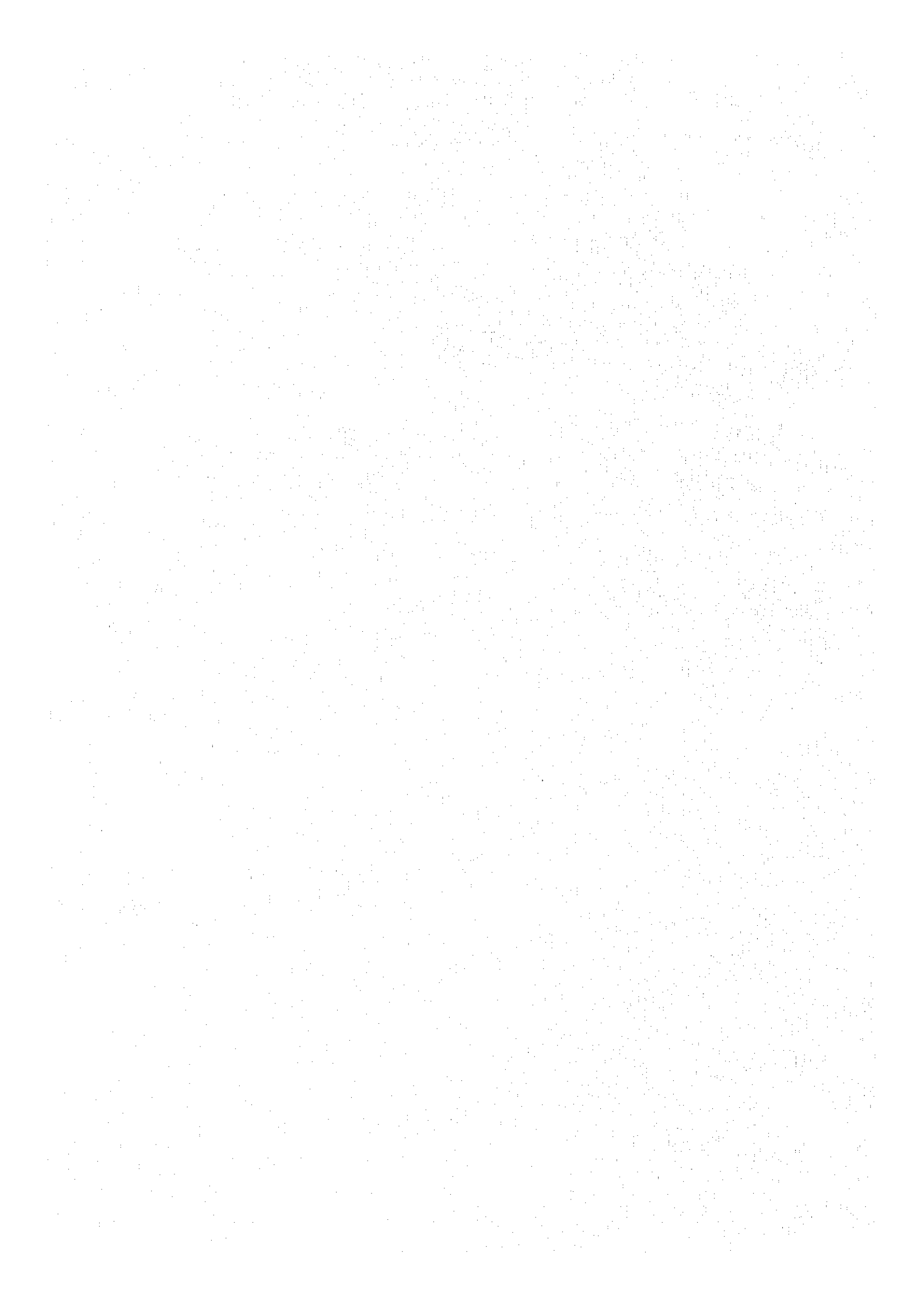
BP ZAMBIA LIMITED
A MEMBER OF BP

目 次

ザンビア共和国全図	i
ザンビア共和国道路地図	ii
I 事前調査の概要	1
1. 調査団派遣の経緯	3
2. 調査団派遣の目的	3
3. 要請プロジェクトの概要	4
4. 調査団の構成と日程	4
II 協議内容及び調査結果概要	9
1. 要請内容の確認及びS/W案の協議	11
2. 調査結果概要及び本格調査実施上の留意点	11
III 調査結果	17
1. ザンビア共和国と経済の動向	19
1-1 ザンビア共和国の概観	19
A. 概 観	19
B. 略 史	20
C. 内 政	20
D. 外 交	21
1-2 ザンビア経済の動向	23
2. エネルギー利用の現状と政策	29
2-1 エネルギー利用の現状	29
A. 石 油	29
B. 電 力	29
C. 石 炭	30
D. 木材燃料	30
2-2 家計とエネルギー支出	36
2-3 木炭・薪利用と自然環境	38
3. 豆炭・こんろ生産計画の重要性	38
4. 豆炭生産計画	39
4-1 豆炭製造技術	39
A. N C S Rにおける研究開発の状況	39

B. 西ドイツプロジェクトの概要	44
C. 石炭・バガスブリケット開発の可能性	48
D. 今後の検討課題	51
4-2 豆炭原料	53
A. スラリー	53
B. モラセス, バガス	55
4-3 豆炭の需要予測と価格	56
4-4 豆炭原料の輸送	58
4-5 豆炭パイロットプラントの立地	59
5. こんろ生産計画	60
5-1 こんろ製造技術	60
A. NCSRのセラミックス製造技術	60
B. 今後の検討課題	67
5-2 こんろの需要予測と価格	67
5-3 こんろパイロットプラントの立地	68
6. 豆炭とこんろの流通方法と問題	68
IV 付属資料	71
1. Scope of Work	73
2. Questionnaires	82
3. 入手資料リスト	86
4. 関連統計	87
5. NCSR組織図	91

1 事前調査の概要



1 事前調査の概要

1. 調査団派遣の経緯

(1) ザンビア国においては一般家庭における調理及び暖房用の燃料として木炭もしくはタキギが使用されているが、今後、貴重な森林資源の枯渇が急速に進行することが危惧されている。

このような状況において、同国の科学技術の研究機関である The National Council for Scientific Research (NCSR) は同国南部マンバ地区のマンバ炭鉱の選炭工程から廃棄されている粉状炭 (Waste Slurry) を活用し、豆炭を製造するための技術的研究を進めてきたが、昨年9月、NCSRの Secretary-General Dr. S. M. Silangwa より社団法人アフリカ協会に対し、

(イ) 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

(ロ) パイロット・プラントの建設に対する無償資金の供与

(ハ) パイロット・プラントの運営、豆炭・コンロ製造技術

等の技術移転を骨子とする技術協力の可能性について打診がなされた。

(2) 上記打診を受け、アフリカ協会は60年7月5日より21日まで5名の調査団をザンビアに派遣し、豆炭およびコンロ生産にかかる技術的予備調査を行うとともに、本件プロジェクトに対する我国よりの技術協力につき協議を行った経緯がある。

以上の経緯をうけて、ザンビア政府は60年9月国家開発計画省 (National Commission for Development Planning, Office of the President) を通して、正式に我国の技術協力を要請越した。

(3) しかし、同国より提出された要請内容は上記(1)のように豆炭・コンロ製造のためのパイロット・プラント建設の技術的・経済的実行可能性調査、パイロット・プラント建設にかかる無償資金の供与、プラントの運営、豆炭・コンロ製造技術の技術移転のための技術協力等いわゆる開発調査、無償資金協力、プロジェクト方式技術協力よりなる Package 協力要請であるため、外務省、通産省の関係部門と協議したところ、本件要請に対する基本方針として、第1段階として開発調査により同計画の実行可能性を調査し、その結果、可能性があると結論が出た場合、無償資金協力によるパイロット・プラントの建設および技術移転のための協力を検討する用意がある旨確認されたので、本格調査を実施するにあたり必要となる要請国側との諸取りきめを協議するため今次事前調査団は派遣されたものである。

2. 事前調査団派遣の目的

(1) 要請の背景、内容の調査・確認

(2) プロジェクトの内容調査・確認

(3) 本格調査に係る S/W の協議及び署名

(4) 本格調査実施のための関連情報の収集

3. 要請プロジェクトの概要

- (1) マンバ石炭鉱山における選炭過程で発生廃棄されている粉状炭 (Waste Slurry) からナガンバラ砂糖工場で産出されるモラセスあるいはバガスを結合剤 (Binder) として豆炭 (Coal Briquette) を製造する。
- (2) 豆炭製造と並行して、現在、ザンビアの低・中所得階層で広く使われている鉄製の調理用コンロ "Mbaula" に替る豆炭燃焼に適したコンロを当国の土を原料として製造する。
- (3) 豆炭及びコンロ製造のためのパイロット・プラントの建設に対する技術的、経済的実行可能性調査を実施する。

4. 調査団の構成と日程

1) 構成

- | | | |
|-------|---|---------------------------------|
| 武田 慶一 | : | 団長, 総括
JICA・工業調査課長 |
| 高倍 宜義 | : | 経済技術協力
外務省開発協力課々長補佐 |
| 富永 潤一 | : | 豆炭技術協力・原料
通産省資源エネルギー庁炭業課 |
| 丸山 敏彦 | : | 豆炭, 燃焼器具製造技術
北海道立工業試験場化学工業部長 |
| 岩城 剛 | : | 経済・社会
愛知学院大学教授 (アフリカ協会顧問) |
| 渡辺 穰二 | : | 市場, エネルギー需給
海外コンサルティング企業協会 |
| 千村 和弘 | : | 原料調査
JICA・特別嘱託 |
| 十郎 正義 | : | 業務調整
JICA・工業調査課 |

2) 調査日程及び面談者

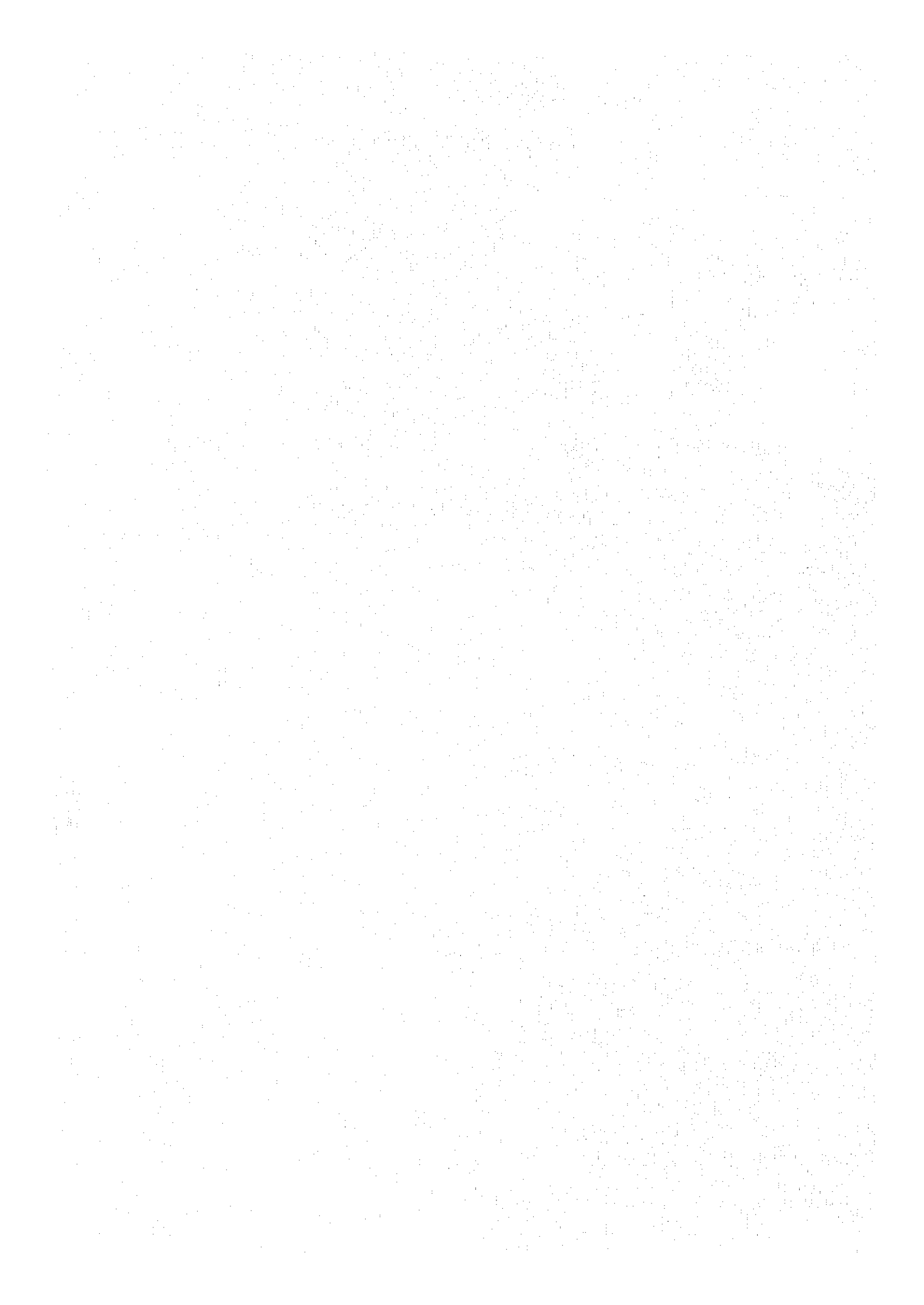
調 査 の 日 程

月 日	訪 問 先 及 び 面 会 者		備 考
12月9日(月)	東京発 (AF273)		
10日(火)	パリ着	山本所長 (JICA)	
11日(水)	パリ発 (BR895/BR213)		
12日(木)	ルサカ着 ・在ザンビア日本大使館	1) 太田大使 2) 吉中参事官 3) 佐藤一等書記官 4) 石田二等書記官	
	・ National Council For Scientific Research (国立科学研究所: NCSR)	1) Prof. M. N. Siamwiza (Deputy Secretary General) 2) Mr. Nketani (Chief of Administrative officer) 3) Mr. Peter Mwamfuli (Head of R & D Coordinator) 他3名	① 表敬及び S/W案の手交。 ② マンバ鉱山訪問についてスケジュールの打合せ。
13日(金)	ルサカ→Maamba Collieries Ltd. (M.C.L.) への移動		Mr. Mwamfuli (NCSR) が同行。
14日(土)	MCL	1) Mr. N. Imutowana (Managing Director) 2) Mr. C. Freeman (General Manager) 3) Mr. T. J. Nyenga (Chief Chemist) 4) Mr. Charles C.N. Hachigabalala (Coal Preparation Plant Super Intendent)	スラリーボンド及び関連プラント視察。

月 日	訪 問 先 及 び 面 会 者	備 考	
12月15日(日)	M.C.L.→ルサカへの移動		
16日(月)	• N C S R (午前)	Prof. Siamwiza 他5名	S/Wについて日本側より説明を行う。
	• Ministry of Mines (鉱山省)	1) K. S. K. Nyirenda (Permanent Secretary) 2) N. J. Money (Acting Director, Geological Survey Dept.) 3) P. K. Verma (Acting Deputy Chief, Mining Engincer)	
17日(火)	• Zambia Consolidated Copper Mines Ltd. (ZCCM)	1) Mr. Len Mabson (Executive Director- Technical) 2) Mr. Ian Blair (Director of Metallurgy) 3) Dr. Peter V Freeman (Consulting Geologist)	千村団員，十郎団員のみ。 モラセス，バガスの調査。
	• Nakambala Sugar Estate, Mazabuka	1) Mr. Compbell (General Manager)	
18日(水)	• Z C C M - Kabwe 亜鉛，鉛 鉱山	1) Mr. David H Littleford (General Manager - Kabwe Division)	千村，十郎団員のみ。 ZCCM本社から Mr. Mabson と Mr. Blair が同行。 豆炭製造工程の調査。
	• N C S R	1) Prof. Siamwiza 2) Mr. P. M. Mwamfuli 3) Mr. G. Phiri (Scientific Research)	

月 日	訪 問 先 及 び 面 会 者		備 考
12月19日(木)	• Ministry of Finance	1) Mr. E Nebwe (Permanent Secretary) 2) Mr. F. M. Siame (Under-Secretary)	
	• ザンビア大学獣医学部建設現場	1) 橋本栄治(JICA調整員)	
	• National Energy Council	1) Dr. M. Macwani (Secretary) 2) Mr. Chongo Kaite (Statistician) 3) Miss Don's Mwanza (Economist)	
20日(金)	• Ministry of Higher Education	1) Mr. R Kunda (Minister) 2) Mr. C. M. Sikazwe (P-Secretary)	武田, 高倍, 岩城, Prof. Siamwiza が 同行。
	• N C S R		富永, 丸山, 渡辺
	• 在ザンビア国大使館	1) 吉中参事官 2) 佐藤書記官 3) 石田書記官	武田, 高倍, 千村, 十郎
21日(土)	団内における調査内容取りまとめ		
22日(日)	ルサカ発(QZ002)		
23日(月)	ロンドン着		
24日(火)	ロンドン発(JL422)		
25日(水)	東京着		

Ⅱ 協議内容及び調査結果概要



II 協議内容及び調査結果概要

1. 要請内容の確認及びS/W案の協議

(1) 本件の要請機関であるNCSSRよりプロジェクトの内容を聴取したところ、前章Iの1—(3)の要請内容であることを確認したので、調査団は今次事前調査団の来訪目的を説明するとともに、我国の技術協力及び無償資金協力の仕組みを説明し、開発調査におけるF/Sの実施が必ずしも無償資金によるパイロット・プラントの建設を意味するものでない旨説明したところ、「ザ」側も了解した。

(2) 事前調査団が準備したS/W案の協議は調査の目的・内容及び範囲についてはNCSSRとの協議事項とし、又、ザンビア側の便宜供与(the Undertakings)については大蔵・国家開発計画省との協議事項と分けて協議を行ったところ、大蔵・国家開発計画省より便宜供与の事項も含めてS/W案の内容に異存はないので、S/Wの交渉権限を全てNCSSRに付与する旨の文書を同省よりNCSSRに発信された。(同文書写を入手済)

S/WのII、調査の目的の項でNCSSRは廃棄されているスラリーを利用して豆炭を製造することに意味があるので、我方の用意した案の“Using the slurries which are produced by coal processing in the Maamba Collieries Ltd.,”の句に対して“waste”の単語を加えて欲しい旨の要請があったところ、問題がないと判断されたので“Using the waste slurries which……”に修正することで双方合意した。

(3) S/W案のその他の項目については我方原案の通り「ザ」側は了解したところ、12月20日NCSSRのDeputy Secretary-GeneralであるProf. M.N. Siamwizaとの間でS/Wの署名を行った。

なお、ザ側署名者についてはNCSSRのSecretary-GeneralであるDr. S.M. Silangwaは国際会議に出席のため国外出張中であったが、同局長不在の場合は組織規程により次長であるProf. M.N. Siamwizaが局長の職務を代行することが出来ることになっているとの説明があったので「ザ」側署名者を同局次長とすることで同意した。(但し、各省庁と異なるので官報による職務代行者任命の発表は行なわれない由)

2. 調査結果概要及び本格調査実施上の留意点

(1) 調査団はNCSSR、大蔵・国家開発計画省、鉱山省、国家エネルギー評議会(National Energy Council)、マンバ石炭鉱山、ナカンバラ砂糖工場、高等教育省、ザンビア大学等関係機関と協議・調査を実施したところ、当国における豆炭生産計画に対する関心は単にNCSSRのような研究機関レベルのみでなく、訪問した各関係機関でも大きな関心をもっており、本格調査後、本計画が実行可能との結論がでた場合、ナショナル・プロジェクトとして関係機関も参加協力する用意がある旨判明した。

なお、本計画と間接的に関係のある木炭あるいは新生産のための森林伐採による砂漠化についても、当国は大統領、首相を初め、国をあげて森林保護に取り組んでおり、調査団も国家エネルギー評議会による当国の木炭あるいはタキギの生産状況に関する資料をも入手した。

(2) 本計画の運営組織について

(1) 1985年末のNC S Rの全職員数450名中、約400名が研究員であり、その内約4分の1が農林部門に配属されている。(組織図は付属資料参照)

豆炭の研究は鉱物研究室を中心に1981年から始められたが、81-83年はパキスタン人(帰国済み)を中心に、84-85年はザンビア人研究者を中心に実験が行なわれている。スタッフの構成は定員上5名であるが、内2名は海外留学中のため、現在は3名である。1986年には3-4名の研究員の増加を予定している。

現在、豆炭用陶土コンロの製造実験はなされていないが、窯業研究は、建築研究室の一部として、単独の実験棟を有し、一応の設備を有した形で皿、コップ等の日用品、便器等につき試作が行なわれている。

(2) NC S Rの1983年末の純資産は約1,921千K(クワチャ)である。1983年の運営予算(実行ベース)は歳入4,016,726K(3,406,917K)、歳出3,717,980K(3,015,079K)、繰越298,746K(319,837K)で、歳出の内研究及び一般事務経費に740,297K(521,179K)が充当された。

又、1983年の設備投資予算(実行ベース)は歳入1,010,965K(1,000,000K)、歳出603,195K(489,005K)、繰越407,770K(510,994K)である。歳出の内研究機材及び事務用機材に224,162K(190,695K)、実験室拡充に271,303K(165,902K)あてられている。

(3) 以上からみてもわかるようにNC S Rは人員、予算とも小規模な研究調査機関であり、パイロット・プラントであれ大規模な設備投資を行う生産プラントを単独で建設、管理、運営していくには難があるやに思われる。

本件プロジェクトの実施段階において、単に直接の研究、技術スタッフの充実のみならず、原料の入手・運送、生産管理、製品の販売等事業体としての組織化と関連機関との緊密な連携が強く要請される。

この点につき事前調査団より指摘したところ、各関係機関も充分理解しており、事業体については本格調査の報告に従って柔軟に対処する旨の発言があった。

(3) 豆炭・コンロ製造の原材料について

(1) Maamba Collieries Ltd. (ZIMCO所属)はLusakaより南東約360kmのChoma地区で操業を行っている石炭鉱山で1969年に操業を開始した。年間の石炭生産量は1985年4月-8月の産炭ベースで約40万トン/Yと予想されるも、現在世銀やアフリカ開発銀行のRehabilitation計画により重液サイクロン、ロープウェーのスペアパーツ等を中心

にした設備補強工事が実施されており、改修後は世銀のレポートでは年間70万トンの産炭を見込んでいる。しかしながら、過去の最高産出量は1972年の8.2万トンであったが、1983年/84年では483,600 T/Yに落ち込み、更に採炭条件の悪化、設備の老朽化、運営管理の問題で操業率は設計出炭能力1,000,000 t/aに対し50%に低下していると報告されている。

- (c) 同炭鉱におけるスラリー(0.5 mm以下)は切込炭(Run-of-mine coal)に対し約5~8%の割合で産出され、第1 Pond(現在貯炭量約126,000 Cubic Meter)及び第2 Pond(現在貯炭量80,000 Cubic Meter)に廃棄されており、量的にも質的にも問題ないと思われる。

しかし、本格調査においては過去の出炭量、選炭におけるスラリーの産出量、現在のスラリー堆積量、原料としての使用可能量等につき資料にもとづき概算する必要がある。

(ボーリングを行う必要はない)

又、スラリーの性状分析についても、第1 Pond、第2 Pondにおいて各地点よりサンプリングし、水分(Moisture content)、粒径(Particle size)、工業元素分析(Ash, Volatile matter, Fixed carbon, Calorific value, Sulphur等)、燃焼性及び粘結性(Caking properties)等につき分析を行い、あわせて豆炭のテスト製造を行い、物性試験(耐湿性、強度)および燃焼試験(煙、臭、硫黄)をも本格調査において行う必要がある。

- (d) 同炭鉱の石炭の輸送は現在、第1の方法としてロープウェイによりCoal Yardより12 km離れたMasukaに運ばれ、更にトラックで60 km離れたChomaに集結され、貨車により各消費地に輸送される方法と、第2の方法としてCoal Yardより90 km離れたBotokaにトラックで輸送され貨車に積みこむ方法が取られている。輸送コストはトラック輸送で、0.50 K/km・ton、鉄道輸送で0.16 K/km・tonである。

本プロジェクトの運営上の最大のポイントは原料の輸送方法とコストであると判断されるので、本格調査においては貨車輸送、トラック輸送につきスラリーの積み込み、積みおろし方法及び設備、輸送機器等を比較検討する必要がある。

- (e) 結合剤の材料となるモラセスあるいはバガスはNakambala Sugar Estate(ルサカより約150 km、INDECOの所有)より供給される予定であるが、量及び質に関しては問題ないと思われるも、本格調査において、試料を持ち帰り性状分析および豆炭製造実験を行う必要がある。

同工場はモラセスをトンあたり40K(800トン以上の場合は32.5Kに割引き)で工場渡しで販売しているが、本プロジェクトの場合、モラセス、バガス等の輸送方法を慎重に検討する必要がある。

- (f) スラリーの確保についてザンビア側はマンバ炭鉱より供給を受ける考えであるも、調査

団が現在、JICAの専門家としてカフエ地区（ルサカより100km）の窒素肥料工場改修計画に派遣されている佐藤専門家より得た情報によると、同工場はマンバ炭鉱より石炭を購入し、それを乾留してコークスにし窒素肥料を製造しているが、石炭を粉砕する過程において相当量の粉状炭が産出され、未使用のまま放置されているとの由、本格調査においては同工場の粉状炭の使用についても調査する必要がある。

(3) コンロ製造の原料となる陶土の採掘場所については今回調査は行なわなかったが、原料は至るところにあるとのことで、本格調査において陶土を日本に持ち帰り、性状分析を行うとともに、コンロの成形性、耐久性、耐熱強度、機械的強度についても調査する必要がある。

(4) 豆炭製造技術および工程について

(イ) NCSRが行ってきた豆炭製造実験工程はスラリー（灰分25～30%）→Sieving（ふるい）→Agitation（攪拌）→Flotation（浮遊選鉱）→Drum filter（脱水）の脱灰分及び脱硫黄工程を経てモラセスによる結合によりGreen briquetteの製造を行い、その豆炭を更に炉で焼いて硫黄分を除去するためのCarbonizationまでであるが、試験設備および製造量等の点で必ずしも充分でなく、本格調査において、豆炭の脱煙、脱硫黄、燃焼性能、成型性、硬度、形状、耐水性の実験調査をも行う必要があろう。

(ロ) NCSRの現在までの製造実験では豊富に存在するバガスあるいは脱硫に必要な石灰を入れた製造実験が行なわれていないので本製造工程の実験も本格調査で行われるべきである。

しかしながら、脱硫のためにGreen briquetteをCarbonizationする工程については設備に多大な費用がかかると危惧されるので、豆炭の用途、使用場所等を勘案の上、いたずらに設備費が大きくなるように慎重に検討する必要がある。

(ハ) 1981年より1983年まで西独がマンバ炭鉱の石炭を原料として豆炭製造の技術的実施可能性についての調査を行ったところ、技術的には可能であるとの報告が出されている。調査団は本報告の写を鉱山省より入手したので、本格調査においては本報告書の技術的分析をも慎重に検討すべきである。

(5) プラント・サイトについて

プラント・サイトについてはルサカ近郊の工業団地内に約1.2ヘクタール強の敷地がNCSRより確保されている。電気、水、道路、鉄道等のインフラストラクチャーの観点からは問題ないと判断されるも、プラントの円滑な運転及び運営上よりマンバ炭鉱及びナカンバラ砂糖工場よりの原材料の輸送方法及びコストの面より慎重な検討を要する。

又、同敷地は昨年8月20日にNCSRがBuilding Society Mortgage Loanより6万Kの融資を受けて購入したものであるが、パイロット・プラントの建設後は本借入金の元利返済額及び年24Kの土地保有税（国家に納税）、建物の評価額に対して0.05%/Yearでル

サカ市に納税する固定資産税についても調査計算の上、その取り扱いについてもNCSRと協議する必要がある。

(6) 需要予測、マーケティング調査等について

(イ) 国家エネルギー評議会よりの聞き取り調査によれば Lusaka 及び Copperbelt 地帯の家庭においては電気（家庭用 3.63 Ngwee/Kwh, 日本円で約 1.34 円, 工業用 2.78 Ngwee/Kwh）あるいは木炭（15 kg 入りで生産地で約 7 K≐260 円, 市街地で 12 K≐450 円）を使用する率が高く、農村部においてはタキギを使用する率が高いとのことである。（灯油（K.15/1ℓ 約 55 円）は高価であるためあまり使用されていない。）

(ロ) 豆炭・コンロの需要は価格における木炭との比較優位性の有無にかかってくるが、他方、消費者の新規燃料に対する反応（Willingness to buy）も重要な要素になってくるものと判断される。

ザンビア大学工学部及び社会学部においては従来のコンロの改良研究（コンクリートを使用した）及び消費者の反応調査を行っているので、本格調査においては同大学の協力のもとに消費者の反応調査を行うことも必要である。

(ハ) 豆炭・コンロの流通については、政府流通公社、農業協同組合、婦人団体、ガソリン・スタンド、市場等を通して流通させることも一方法であると思われる。

(7) パイロット・プラントの規模について

豆炭・コンロの需要予測、輸送方法及びコストの点における原材料の供給能力、運転資金の確保能力、運営に対する関係各機関の参加・協力状況等を勘案の上、パイロット・プラントの規模を決定する必要があるが、我国よりの無償資金協力によりパイロット・プラントを建設することを前提にした場合、要請国側もおおに大規模なものを要請することがあるので、規模の設定にあたってはいたずらに規模を大きくすることなく、現実的で、ザンビア側独自で運営、維持、管理の可能なパイロット・プラントを提案する必要がある。

(8) 経済・財務分析について

(イ) 本プロジェクトはパイロット・プラントの建設とはいえ、製品を販売し、運営費を捻出することが必須条件である。従って、財務分析においては、パイロット・プラントの建設費、原材料費、操業費、人件費、販売費、建中金利、借入金及び金利等を Cost とし、販売純益を Benefit としてキャッシュ・フロー表を作成の上、便益費用比率（Benefit Cost Ratio）、純現在価格（Net Present Value）、内部収益率（Internal Rate of Return）等の手法を用いて財務分析を行う必要がある。又、感度分析を行い最適のプロジェクト規模を提案する必要は当然である。

(ロ) 上記(イ)の方法で分析した結果、財務的に実行不可能と判断される場合はパイロット・プラントの建設費及び建中金利を固定資本費より除外し、財務分析を行う必要がある。

しかし、この場合でも、初期運転資本投資と製品販売収入までに相当のタイム・ラグが

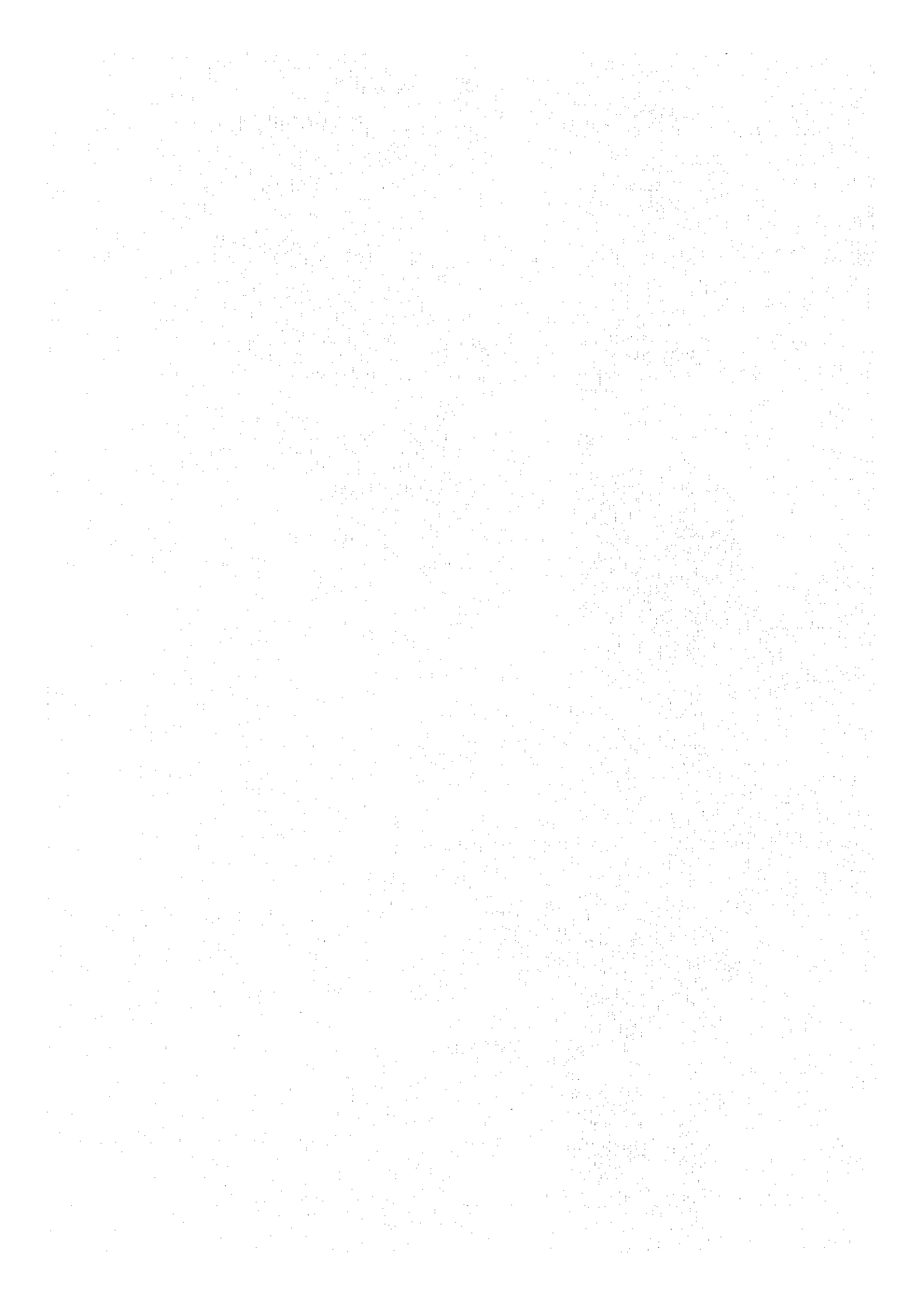
あるので初期所要資金の確保方法及びつなぎ資金の確保につき「ザ」側と慎重に検討する必要がある。

(9) 代替案の検討について

本件プロジェクトは廃棄されている未利用資源の有効利用と新規代替エネルギーの研究開発により、外貨の節約、森林の破壊防止等ザンビア国の社会・経済に及ぼす効果は大きいと思料される。

しかし、他方、プロジェクトの意義と経済・財務分析の結果が一致しないことも予測されるので、本格調査の結果、パイロット・プラントの建設は実施不可能と判断される場合は、豆炭・コンロ製造の実験を更に継続するためにベンチ・スケール・プラントの建設に対する無償資金協力の可能性を代替案として検討する必要がある。この場合は、NCSR側におけるプロジェクトの運営資金の確保について慎重に検討する必要がある。

Ⅲ 調 査 結 果



Ⅲ 調 査 結 果

1. ザンビア共和国と経済の動向

1-1 ザンビア共和国の概観

A. 概 観

(1) 面 積

752,614平方キロ（我が国の約2倍）

(2) 人 口

約567.8万人（1980年）

密度約7.5人/1平方キロ

(3) 首 都

ルサカ（人口69万人，1980年）

(4) 元 首

ケネス・D・カウンダ（Dr. Kenneth D. Kaunda）

(5) 通 貨 クワチャ（Kwacha）

1 Kwacha = 100 Ngwee

(6) 言 語

英語（公用語），ベンバ語，トンガ語，ニャンジャ語，ロジ語，ルンダ語他

(7) 民族構成 73部族

トンガ系（南部），ニャンジャ系（東部），ベンバ系（北部），ルンダ系（北西部）

(8) 宗 教

原始宗教（大部分），キリスト教（都市部で有力），その他ヒンズー教，回教

(9) 気 候

涼しい乾期（5～8月），暑い乾期（9～11月），温暖な雨期（12～4月），気
温（10～29℃），年平均降雨量（630～1,250mm）

(10) 政 治

○大統領を元首とする共和国

○一院制の国民議会を置く（任期5年）

○政党 統一国民独立党（UNIP）（UNIP以外の政党は禁止）（党首）Kaunda 大統
領

(11) 経 済

① 国内総生産 3,564百万クワチャ（1982年）

② 1人当りGDP 589ドル（1982年）

③ 経済成長率（1970～1980） - 2.3%

④ 主要産業

(農) とうもろこし, 煙草, 落花生, 綿花

(鉱) 銅, コバルト, 亜鉛, 石炭, ウラン(有望)

(工) 食品加工, 繊維, 建築資材, 肥料, 土木輸送機械

⑤ 国家予算 (1983) 歳入 1,021 百万 K, 歳出 1,116 百万 K

⑥ 外国貿易 (1983 年暫定, 単位百万クワチャ)

輸出総額 1,163

輸入総額 873

⑦ 国際収支 (1983 年, 単位百万クワチャ)

貿易収支 289

貿易外収支 △371

資本収支 △265

総合収支 △382

B. 略 史

1851年 ディビッド・リビングストン, ザンベジ川を発見

1895年 イギリス南アフリカ会社の管轄下に入る

1924年 イギリスの保護領

1953年 ローデシア・ニアサランド連邦に編入

1963年 同連邦解体

1964年 10月24日イギリスから独立

1969年 鉱業国有化

1973年 第二共和国

1973年 南ローデシア国境閉鎖

1976年 タンザン鉄道完成

1978年 ローデシア鉄道利用再開

1979年 英連邦首脳会議(於ルサカ)

C. 内 政

(1) ザンビアは大統領を元首とする共和制をとっている。大統領は行政府の長であると同時に軍の最高司令官である。

大統領の権限は強大で, 法案の同意権, 首相, 最高裁長官等の任命権を有する。

(2) ザンビア人は多数の部族より成り, 部族間の政治的対立が見られたが, カウンダ大統領は与党である統一国民独立党(United National Independence Party, UNIP)以外の政党を禁止し, 1973年には新憲法の下で一党制による第2共和制がスタートした。

(3) 最近の情勢次のとおり

- (イ) 1978年12月の大統領選挙(投票率66.9%)においてカウ ندا大統領は、80.5%の支持を得たが、他方、経済情勢の悪化に対する民衆の不満の高まりがみられ、1980年10月下旬にクーデター未遂事件も発生し、軍将校、元政府高官等が逮捕された。
- (ロ) また、党は労働組合に対する締めつけを強化し、これに労働組合が強く反発、81年1月には銅生産地帯でストライキが発生した。同ストは、一応収拾をみたが、労働組合対策をめくり党内で意見の対立が見られ、一部党内人事及び内閣が改造された。
- (ハ) 同年4月半ば、党より追放された労働組合幹部の党への復帰を認める等の懐柔策がとられたが、労働組合の党に対する不信感から散発的ストライキは絶えず、6月に入りこれが全国的に波及した。6月下旬には、南部通商ルートを扼するリビングストンの国鉄労働組合がストライキに入るに及んで、カウ ندا大統領はついに7月、労働組合幹部を拘留するなどの強硬策に再び転じた。指導者を失った労働組合の活動は鎮静化に向い、10～11月には裁判所の決定もあり、一部拘留指導者が釈放され、事態は、一応安定化した。
- (ニ) 82年1月、カウ ندا大統領は、党・政府組織及び防衛・安全機関の強化をはかるためとして、内閣の一部改造を含む大幅な人事異動を行った。その目ざすところは、非能率、規律違反、不正等を行った指導者の排除と人材の適正配置であるとされている。
- (ホ) 83年1月、クワチャ貨の対SDR20%切下げを行うとともに、ムソコソネ大蔵大臣を青年スポーツ大臣に任命し、大蔵大臣にはムンディア首相を兼任させるなど一部経済閣僚の更迭を行い、協同組合省を新設し、ザンビア鉄工業公社(ZIMCO)理事会に労働組合代表を入れるなど機構改革を行った。
- (ヘ) 10月、大統領と議会議員改選の総選挙が行われ、大統領選においては、現職のカウ ندا大統領のほかに対立候補者はなかったが、同大統領は、労働組合の支持もとりつけ、国民投票(投票率64.7%)で93%の圧倒的支持を受けて再選された。これは、経済不振により、一般大衆、労働者が物価高に苦しむなど経済的に多難な状況にあっても、独立以来一貫してザンビアを指導してきている同大統領に対する信頼が国民の間で改めて認識されたものと考えられる。議員選挙では、現職閣僚が全員当選し、殆どが留任ないし横すべりの形で閣内にとどまることになったが、蔵相のポストにムワナンク前スタンダード銀行会長が起用され注目された。

D. 外 交

- (1) ザンビアの外交は非同盟主義を軸に展開されている。欧米諸国とは、貿易、経済協力の大部分を依存していることもあり、外交上にも緊密なものがあるが、タンザン鉄道建設に見られるごとく、中国とも親密な関係を維持しており、その他東側諸国との交流も

多い。同国は従来から人種差別主義、植民地主義からのアフリカ人解放について、O A U (アフリカ統一機構) や国連の場で国際世論に訴える等積極的に活動している。また南部アフリカ地域に位置し、この地域に政治・経済的に密接な利害関係を有しているザンビアは、ローデシア問題、ナミビア問題等南部アフリカ問題解決の為、近隣諸国と密接な連絡を取りながら、フロントライン諸国の中でもタンザニアと共に指導的役割を果たしてきている。1982年4月にも、カウング大統領は、南ア・ポータ首相と会談しナミビア独立問題を含む南部アフリカ問題の解決の可能性について意見交換を行ったほか、1984年2月には、米、南ア、アンゴラの三者会談をルサカで開催したのに続き、4月の南ア、アンゴラ間交渉、5月の南ア、SWAPO、ナミビア多党会議(MPC)による三者会談のいずれにおいてもルサカを開催場所として提供した。

(2) ザンビアの近年における主な対外関係の展開は次表の通りである。

1978年5月	カウング大統領アメリカ訪問
1978年7月	カウング大統領西独訪問
1979年8月	英連邦首脳会議開催(於ルサカ)
1979年7～8月	エリザベス女王ザンビア訪問
1980年2月	南アフリカ・ザンビア民間航空機乗入れ合意
1980年4月	カウング大統領、中国、北朝鮮訪問
1980年4月	キューバ国家評議会副議長ザンビア訪問
1980年8～9月	カウング大統領東独、チェコ、ブルガリア、ユーゴ、ルーマニア、イラク、インド及び日本訪問
1981年2月	フロントライン諸国首脳会議(於ルサカ)
1981年4月	アルジェリア大統領ザンビア訪問
1981年8～9月	カウング大統領サウディ・アラビア訪問
1981年11～12月	ポルトガル大統領ザンビア訪問
1982年1月	カウング大統領ニエレレ・タンザニア大統領会談
1982年2月	カーボヴェルデ大統領ザンビア訪問
1982年2月	北鮮副大統領ザンビア訪問
1982年4月	カウング大統領北鮮訪問
1982年4月	カウング大統領南ア・ポータ首相会談
1982年5月	カウング大統領タンザニア、ケニア、クウェイト、バハレーン、イラク訪問
1982年9月	カウング大統領ケニア訪問
1982年9月	フロントライン諸国首脳会議(於ルサカ)
1982年11月	ブッシュ米副大統領ザンビア訪問

1982年12月	メンギスツ・エティオピア議長ザンビア訪問
1983年1月	趙紫陽中国首相ザンビア訪問
1983年2月	国連事務総長ザンビア訪問
1983年3～4月	カウンダ大統領サイプラス, 英, 仏, 米, カーボ・ヴェルデ, アルジェリア訪問
1983年9月	カウンダ大統領西独訪問
1983年11月	カウンダ大統領バングラデシュ, インド訪問
1984年8月	アラファトPLO議長ザンビア訪問(在ルサカPLO事務所開設に合意)
1984年11月	カウンダ大統領インド訪問(ガンジー首相の葬儀に出席)
1985年1月	ハウ英外相ザンビア訪問

1-2 ザンビア経済の動向

A. 歴史的構造～銅依存の二重経済

ザンビア経済は、アフリカ諸国のなかでもとくに著しい二重経済を形成している。輸出向銅産業を中心とした近代経済部門と、貧しい自給中心のアフリカ人伝統農業とのきわだった併存である。

ヨーロッパ人が支配してきたのは、銅産業だけでなく、換金作物を栽培する農業にまで及び、アフリカ人の多くは、肥沃な“鉄道線路沿い”から厳しい辺境地帯へ追われていった。

結果は、いまなお続く「海外への極端な依存と国内的には貧しい不平等経済」である。具体的には、①経済の銅産業への一方的依存、②農業の二重構造、ヨーロッパ人農業とアフリカ人農業、アフリカ人農業間の格差、③都市労働者と農民の所得格差、大規模な都市スラム、④教育水準の遅れと熟練労働力の不足である。

独立後の経済政策は、このような不平等に焦点を当て、“社会主義による資本主義からヒューマニズムへの移行”を唱った。この政策体系が1968年に発表されたムルングシ宣言である。初めに一般外国企業が国有化(ザンビア政府の多数株主制)され、69年には主要銅鉱山が対象となった。このようにしてでき上がったのが、現在のZIMCO(Zambia Industrial and Mining Corporation Limited)である。銅鉱山を統括するZCCMやMaamba Collieries Ltd., Nakambala Sugar Estates Ltd.もこの傘下にある。

B. 経済の現状～成長の停滞とインフレ

ザンビア経済の動向は、国際銅市況によって決まるわけであるが、1969年をピークに銅価格は低迷化の傾向を示し、とくに1980年代に入ってから低い水準で定着してきた。これは当然外貨収入減、国内生産の減少、財政収入の減少となり、経済成長はマイナス成長率を示し、一人当たり実質所得も低下してきている。

それに外貨収入の減少は、輸入依存型の経済に徹底的な衝撃を与え、原材料や機械部品の輸入困難は工業生産の不振、さらには銅鉱山の操業率低下となり、銅生産自体の減少をも引き起こしたのである。

一方、貿易収支、国際収支の悪化は対外債務の支払いをも困難にし、外国からの緊急借入れを必要とし、これはIMFや海外債権国からの経済政策への介入を招くことになった。これがIMFの調整政策である。①市場動向に合った各種価格の設定。とくに農産物価格の引き上げ、②財政の緊縮化、補助金の削減と賃金上昇の抑制、③為替相場の引下げであった。このような国内政策の採用と同時に、IMFからのスタンバイ・クレジット（1984年）、対外債務支払いの繰り延べ（リスク、1983年、1984年）、それに政策実施に必要な資金の海外（国際機関、商業銀行）からの借入れが進められた。

以上の政策は、生産の停滞に加え国内のインフレ傾向を助長した。これまでも需要に比べ供給（生産）が間に合わず、また先進国のインフレで輸入品が価格上昇していることで、インフレの傾向は強かったが、主食（とうもろこし粉）に対する政府補助金のカット、為替相場下落は輸入価格を急騰させ、年（1983～84年）物価上昇は20%前後となっていたのである。

C. 昨年の自由市場への改革～為替のオークション制度導入

このような対応にもかかわらず、基本的には銅輸出が不振なため、状況は改善の兆しを示さなかった。1985年中頃になると外貨事情はますます悪化し、為替相場は下落をつづけ、闇相場は公定の3分の1といわれ、外貨割当も大きな問題となった。

1985年10月4日、大統領はIMFの勧告をもとに、競売（Auction）による為替相場の決定方法の導入を発表した。債務返済やZCCM、ザンビア航空など特別目的を除き、すべての外貨が競売にかけられ、入札者は銀行を通じ応札することになる。したがって外貨割当も自動的に決まることになり、輸入割当も不必要となった。結果は毎週金曜日、外為管理委員会から発表されることになる。10月11日、最初の相場が発表されたが、それは、これまでの\$1=K2.17から\$1=K5.01となり50%強の実質切下げとなった。

このような自由市場政策の導入は、他にも及び、主食（とうもろこし粉）補助金のカット、金利の自由化も実施されることになった。

いまのところラジカルな政策転換の評価ははっきり出ていないが、物価への影響は深刻で、輸入品は2倍ちかくの高騰で、石油は100%の引き上げが発表された。これの交通費への影響はきわめて大きいとみられ、最近の物価上昇率は平均50～100%といわれている。為替のオークションも、ウガンダの例のように消費財の輸入に集中してくると困るわけである。

D. 今後の経済政策～生産力強化と経済の多様化

ザンビア経済は銅輸出の低迷、外貨不足、為替相場下落、輸入資材不足による生産の停滞、激しいインフレ・市民生活のひっ迫、対外債務支払いの困難と問題は深刻化している。問題は一時的でなく構造的である。

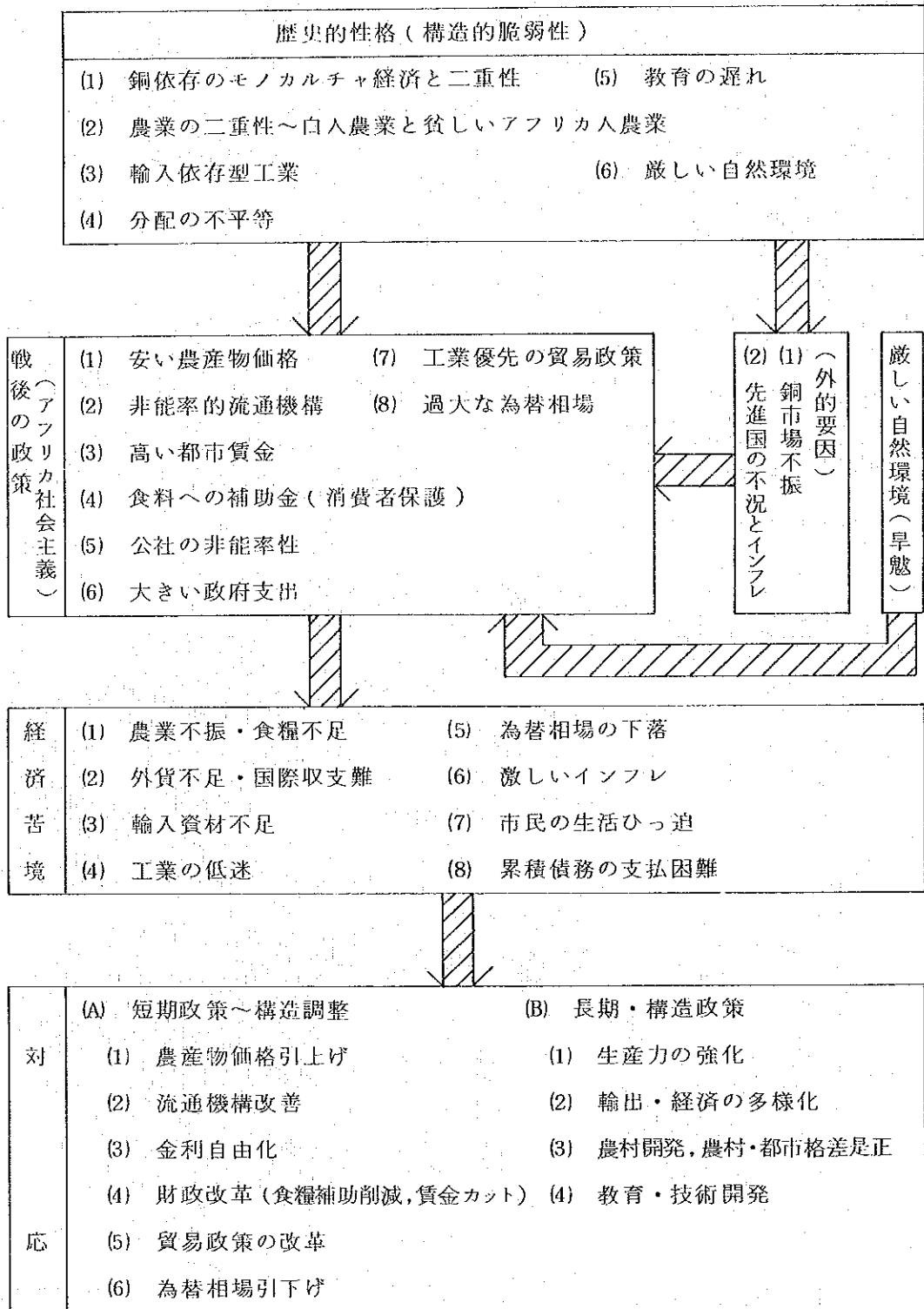
対応としては、まず短期的にはIMFの調整政策の実施ということになろう。これは、IMFや先進国の融資を受けるため止むをえないところである。具体的には、農産物価格の引上げ、財政引締め、金利の自由化、為替相場の引下げなど、きわめて自由市場の方策の導入である。

中長期的には、まず外貨不足で操業率が落ち込み、また老朽化している生産設備を立て直し生産力を強化することである。とくにこれは鉱業部門についていえる。

長期的には、銅産業の寿命がそれほど長くないことを考えるとき、経済の中心を鉱業から農業に移さなくてはならない。農産物の多様化、輸出の多様化は不可欠であり、工業開発にしても、いままでの輸入代替工業化から国内原料を活用した輸出指向工業を重視しなくてはならない。

以上のことは国際協力プロジェクトについてもいえることで、いまザンビアで可能な望ましいものは、外貨を費消しないむしろ節約するような、国内原料をもとにしたものである。そして一般民衆の生活改善に直結しうるものであるなら、なお望ましいことになる。

ザンビア経済の構造と政策の体系



産業別国内総生産（GDP構成比）と成長率

（単位：1977年での実質価格でみた100万クワチャ）

	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1984年(%)
農 林 水 産	304	329	290	315	345	17.3
鉱 業	205	215	215	222	204	10.2
製 造 業	384	430	415	385	378	19.0
電気・ガス・水道業	66	71	76	72	72	3.6
建 設 業	103	79	84	89	88	4.4
商 業	196	195	179	172	155	7.8
ホテル・レストラン	40	53	53	56	55	2.8
運 輸 ・ 通 信 業	118	118	119	119	113	5.7
金 融 ・ 保 険 業	67	65	71	66	56	2.8
不動産・企業サービス業	145	153	156	168	169	8.5
社会・個人サービス業	346	394	394	356	356	17.9
輸 入 税	42	36	28	15	15	0.8
(マイナス)帰属銀行手数料	-19	-18	-20	-16	-16	-0.8
国内総生産(生産者価額)	1,996	2,119	2,059	2,019	1,992	100.0
前年度比変化率 (成長率)(%)	1.2	6.2	-2.8	-1.9	-1.3	
1人当たりGDP(クワチャ)	351.4	362.8	340.4	324.6	310.3	
人口(年・100万人)	5.68	5.87	6.05	6.22	6.42	

(出所) The Economist Intelligence Unit, Zambia, Annual Supplement 1985.
より作成。

価格変化率(都市地域)

(単位：年変化率%)

	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年
消費者価格					
低所得グループ	11.7	14.0	12.5	19.6	20.0
高所得グループ	11.5	10.4	13.2	17.7	20.8
卸売価格	9.2	5.3	6.6	24.0	28.0

低所得とは月125クワチャまで、高所得は月400クワチャ以上。

(出所) Monthly Digest of Statistics

為替相場の変化推移

(1ドル当りクワチャ)

年 度	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年 10月4日前	1985年 10月11日	1985年 11月8日	1985年 12月
為替相場 (1ドル当りクワチャ)	0.789	0.868	0.928	1.251	1.794	2.17	5.01	6.25	5.58

1980～84年は年平均為替相場。

(出所) IMF資料, スタンダード銀行月報

(主な参考文献)

1. National Commission for Development Planning, Third National Development Plan 1979～83, October, 1979.
2. Economic Report 1984, January, 1985.
3. Central Statistical Office, Selected Socio-Economic Indicators, April, 1985.
4. Monthly Digest of Statistics.
5. The Economist Intelligence Unit, Zambia: Annual Supplement 1985.
6. Africa Economic Digest, Zambia: The Economy, Special Report, May, 1985.
7. ザンビア共和国概要; 外務省アフリカ第2課 昭和60年1月刊。

ザンビア主要経済指標

1. 産業構造 (GDP構成比)

	1980	1981	1982
農 林 水 産	11.4	12.8	11.1
鉱 業	29.1	26.1	29.9
製 造 業	11.3	11.4	10.5
教育・保健等サービス	14.5	14.9	14.3
電気・ガス・水道業	4.9	5.4	5.6
建 設 業	5.8	5.6	5.5
商 業	7.0	7.1	6.8
運 輸 ・ 通 信 業	4.7	4.6	4.3
不 動 産 業	3.8	4.0	4.0
そ の 他	7.5	7.1	8.0
計	100.0	100.0	100.0

(出所: 中央統計局資料)

2. エネルギー利用の現状と政策

ザンビアの主な商業エネルギー資源は、水力電気、石油、石炭である。国内供給に占めるそれぞれの割合は、1978年において、電気59%、石油27%、石炭14%であったが、1983年には、電気67%、石油22%、石炭10%であった。これは輸入原油への依存を減らし、ローカルエネルギー資源の利用を増加させるというザンビア政府のエネルギー政策によるものである。しかしながら、原油の輸入量が原油価格及びザンビアクワチャの価値変動に左右されていることも忘れてはならない。

一方、主要な家庭用燃料としては、木炭や薪がある。マキは大体農村で使用され、都市部の調理、暖房用には木炭が用いられている。

しかしながら、家庭用燃料の木炭と薪への過度の依存は森林資源の破壊につながっており、この傾向は都市部周辺で顕著である。

ザンビアの国土面積の約2/3が森林であるにもかかわらず、現状ではこの森林資源のわずか1割程度しか植林等の法律に基づく保護は取られていない。

2-1 エネルギー利用の現状

A. 石油

現在、原油はすべてダルエスサラーム経由で海外から輸入されており、ンドラ(Ndola)のIndeni Refinery Companyで精製されている。

輸入量は1975年の85,200tから1984年の59,600tと減少しているが、コスト高の輸入エネルギー資源依存を減らし安い電力と石炭の使用を促進する政府のエネルギー政策に基づくだけでなく、石油価格の上昇とザンビアクワチャの価値の低減によるものである。総輸入に占める石油の割合は1975年においてわずか8%だったものが、国際市場での原油の値上がりが続いたため、1983年には約26%に増加した。

石油製品の生産量は1978年の735,000tから1984年の624,000tへ15%減少した。一方供給も1978年の651,000tから1984年の556,000tへと15%減少した。

部門別に石油製品の市場をみると、商業エネルギーの最大の消費者である鉱業部門への供給は下降気味で1978年283,000m³(全消費の35%)が1982年には、175,000m³(同25%)となった。これは、銅鉱業のスローダウンと同時に豊富な電力の使用による燃料転換によるものである。総消費の10%を占める航空機部門でも多少減少している。トータルでは1978年の813,000m³から11%減少し1983年には725,000m³となっている。

B. 電力

ザンビアでは電力は比較的豊富である。1982年1月の総発電容量は1,798MWで、このうち水力発電は1,669MWである。潜在的総発電能力は約4,000MWと見られている。

1978年の電力量は7,582GWhから1984年には9,508GWhと25%増加した。国内消費は1983年6,500GWhでこのうち鉱業部門が80%を占めている。

国内で使い切れない電力はサイール、ジンバブエに輸出されているが特にジンバブエに対しては、1978年の26%から1983年には34%に増加し、3,344GWh輸出した。

C. 石 炭

石炭はザンビアの国産エネルギー資源の1つで、マンバ炭鉱で採掘されている。

確定埋蔵量は、58百万t、推定埋蔵量と合わせると91百万tとなる。他の未開発の鉱床には、MakandabweとMulungwaがあり合計約180百万tの鉱量をもつと見られる。

生産量は1975年以降減少気味で、1975年の790千tから1984年の514千tに減少している。

これは生産コストの上昇及び外貨不足によるスペアパーツの輸入困難によるものである。1984年は前年に比べ、生産量は13%上昇したが総需要の29%にあたる206,465t不足したため、主要な消費者であるZCCMやNCZは61,000tの輸入を行った。

なお、ZCCM、NCZ及びCCFの三者で、総需要の80%以上を占めている。

D. 木材燃料

木材燃料も重要なエネルギー資源であり、ザンビアの家庭の少なくとも80%以上が木炭や薪を調理、暖房、照明に使用している。一般に薪は大体農村部で、木炭は都市部で用いられる。

ザンビア共和国のForest Departmentによれば、木材燃料の生産は、1982年に493,000m³となっている。一方、世銀の報告では、1981年に7,000,000m³の木材が消費され、その97%が家庭用燃料として消費されているということである。

このような状況の中で、ザンビア政府はForest Departmentが中心となり森林伐採による砂漠化の防止のため以下の対策をとろうとしている。

主 体	資金援助	期 間	目 的 及 び 現 状
Forest Dept.	F A O U N D P G R Z	Jan. '84～ Mar. '86	ザンビア全体における木材エネルギーの需要と資源量を調査し、将来の森林開発計画を策定する。
Forest Dept.	G R Z	N.A.	木炭生産方法を改善し、収率向上を図る。従来の7～10%Wtを20～30%Wtにすることに成功し、商業レベルへ移行中。
UNZA工学部 機械工学科		N.A.	UNZAの工学部が、木炭・薪ストーブの改善のため実験中。従来のストーブであるMbaulaより25%効率の高いストーブを開発済。農村での実験的使用ではSIDOが協力。
Forest Dept.	I D R C G R Z	Sep. '84～ Aug. '87	ザンビアの乾燥地にも強い成長度の高い樹種を選定、適切な植樹法、成育法を研究する。
Forest Dept.	G R Z	N.A.	ルサカから半径50km以内の地域20,000haに木炭生産用にユーカリを8年かけて植樹する。但し、このプロジェクトは、資金難のため、年40～50haの植樹しかできていない。

註) IDRC : International Development Research Centre of Canada

G R Z : Government of the Republic of Zambia

SIDO : Small Industries Development Organization (ザンビア政府機関)

UNZA : University of Zambia

さらに、National Energy Council (国家エネルギー協議会)は、University of ZambiaとDepartment of Energyに呼びかけ、長期的展望の中で、エネルギーが安価で安定した形で供給されるよう、ザンビアに於けるエネルギー、すなわち、水力発電、石油燃料、石炭、薪、木炭の生産、供給、消費の統計資料を集め、ザンビアのEnergy Modelをつくらうとしている。これにより、将来の消費傾向を予測し、国全体の調整機能を強化し、不要な混乱を避けようというものである。

エネルギーの需給

(1) エネルギー源 (割合)

	1979	1980	1981	1982	1983
水力電気	58.2	58.1	57.7	66.1	67.8
石油	26.8	26.4	27.9	22.0	18.5
石炭	12.4	13.0	10.3	10.2	11.6
コークス	11.1	1.0	1.7	1.2	1.5
その他	1.5	1.5	2.4	0.5	0.6

(2) エネルギー需要 (割合)

	1979	1980	1981	1982	1983
鉱業	45.9	53.8	48.5	53.6	47.5
商業	26.7	24.2	26.5	18.4	23.0
製造業	19.5	16.0	15.6	11.9	10.6
農業	2.9	2.4	5.2	11.3	11.7
運輸	5.0	3.6	4.2	4.8	7.2

(Financial Report)

OIL IMPORTATION IN ZAMBIA

YEAR	VOLUME (BARRELS)	VOLUME (TONNES)	VALUE F O B (K ² MILLION)	VALUE F O B (US \$ MILLION)
1975	6,937,790	852,073	49.2	76.5
1976	6,854,593	907,615	63.5	80.1
1977	6,200,881	776,929	67.3	88.6
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.

PRODUCTION OF REFINED PETROLEUM PRODUCTS
(TONNES)

PRODUCT	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PREMIUM	77898	73256	72258	82716	74479	84095
REGULAR	72123	61939	47903	44748	35496	40253
GASCIL (DIESEL)	287223	278134	276958	251286	225623	231582
L S G	19629	16582	37228	33963	35130	35372
KEROSINE (PARAFFIN)	27527	28484	29627	35187	30427	36661
JET A-1	57838	63075	71085	66047	53507	55603
L P G	8445	2274	2356	3518	6276	6471
H F O	173280	156966	170119	141007	121138	92707
L F O	5021	8677	11377	12817	7932	10310
BITUMEN (ASPHALT)	5531	7226	7086	13222	10285	11604
BUTANE	212	52	117	273	215	270
NAPHTA	12	220	165	368	249	323
MC30 *	7	293	456	704	1572	1684
TOTAL	734746	697178	726735	685856	602333	606935

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

SUPPLY OF REFINED PETROLEUM PRODUCTS
(TONNES)

PRODUCT	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PREMIUM	76501	71875	74336	76131	78535	84601
REGULAR	60731	56189	45489	39233	31978	24760
GASOIL	235086	247964	239629	239668	232622	232284
L S G	17760	16828	35727	34781	36891	35316
KEROSINE	26323	27793	29566	34366	30846	36660
JET A-1	52590	62465	68780	63275	54858	55266
L P G	7506	2078	2070	2295	2252	2262
H F O	164355	165148	173315	136756	113832	111983
L F O	4934	8475	11168	12641	7932	9330
BITUMEN (ASPHALT)	5123	7166	7617	11860	8470	9010
BUTANE	—	43	119	91	128	91
NAPHTA	12	220	165	368	249	323
MC30	7	464	342	851	1293	1843
TOTAL	650928	666708	688323	652316	599886	603729

1984 TOTAL 556,407

MARKETING OF PETROLEUM PRODUCTS BY SECTORS
(CUBIC METRES)

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 of the Total

TOTAL ELECTRICITY GENERATION
(GWh)

YEAR	GENERATION	OWN-USE	GENERATION SENT-OUT
1978	7,582	17	7,565
1979	8,525	15	8,510
1980	9,006	18	8,988
1981	9,529	16	9,513
1982	10,361	16	10,345
1983	9,848	17	9,831
1984	9,508	N.A.	N.A.

ELECTRICITY IMPORTS AND EXPORTS
(GWh)

YEAR	ZAIRE		ZIMBABWE	TOTAL	TOTAL	NET EXPORTS
	IMPORTS	EXPORTS	EXPORTS	IMPORTS	EXPORTS	
1978	251	251	2,007	251	2,258	-2,007
1979	280	279	2,752	280	3,031	-2,751
1980	296	298	3,106	296	3,404	-3,108
1981	294	300	3,347	294	3,647	-3,353
1982	297	292	3,934	297	4,226	-3,929
1983	295	295	3,344	295	3,639	-3,344

INTERNAL CONSUMPTION OF ELECTRICITY
(GWh)

YEAR	TOTAL GENERATION	EXPORTS TO ZIMBABWE	TOTAL INTERNAL CONSUMPTION*
1978	7,582	2,007	5,575
1979	8,525	2,752	5,773
1980	9,006	3,106	5,300
1981	9,529	3,347	6,182
1982	10,361	3,934	6,427
1983	9,848	3,344	6,504

NOTE : * = includes losses in transmission and distribution which are estimated at 20% of generation sent-out.

PRODUCTION, CONSUMPTION AND EXPORTS OF COAL
(TONNES)

YEAR	PRODUCTION	LOCAL CONSUMPTION	EXPORTS
1975	78,9562	73,2496	2,1046
1976	74,6329	64,3086	1,0639
1977	63,8108	59,7827	792
1978	58,2036	59,7794	N.A.
1979	59,8507	60,9679	N.A.
1980	57,0212	59,6555	N.A.
1981	50,8309	48,9343	210
1982	60,5598	54,2637	2,0763
1983	45,3602	50,1733	1,8546
1984	51,4258	N.A.	N.A.

CONSUMPTION OF COAL BY CONSUMERS/SECTORS
(METRIC TONNES)

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

NOTE: Numbers in parentheses are percentages of total

2-2 家計とエネルギー支出

ザンビアの首都ルサカにおける人口は、約816,000人(1984年 Estimated であり、そのうちの約75%にあたる約600,000人は家計所得水準が100~150K/月のいわゆる低所得層に属している。他の約25%は、フォーマル・セクターと呼ばれる限られた大規模産業の従業員や公務員及び小さなガレージや小売店等の経営者等、比較的富裕な層の人々であり、その多くが、ZESCO (Zambia Electricity Supply Corporation Limited) からの電気供給が可能な見かけも現代的な住居に住んでいる。

これらの高所得層の家庭が、料理や暖房(6~8月のみ)に電気や灯油を使用しているのに対し、低所得層では、高さ2m足らずの枯れ草やれんがでできた小さな家に居住し、木炭や薪を料理や暖房のエネルギー源とし、灯油は照明ランプに使用している。

National Energy Council (国家エネルギー協議会)の1984年、Annual Reports and Accounts の1983年7月現在のルサカでの木炭、薪の価格と今回事前調査の聞き取りデータを比較すると、木炭価格の激しい上昇が見られる。

	1981	1982	1983	1984	1985
木炭価格 K/kg			0.1 (7月)		0.8 (12月)
消費者物価上昇率(%)	13.6	12.6	(20) i)	20	(120) ii)

註) i), ii)は推測上昇率であるが、ii)の120%は、IMFの提案により、1985年10月11日から実施された外貨オークションによる50~100%程度の物価上昇を含んでいる。

最近の2年半で木炭価格が8倍にもなっていることは、同期間での高目に見たインフレーション率の約3倍と比較してかなり高い上昇率と考えられる。

一方各家庭の月間木炭使用量は、家族数や季節によっても異なるが、低所得層では平均して40～45kgであり、月間木炭購入費K30～40は収入の20～30%に相当しており、最近の激しい木炭価格の上昇がさらに苦しい家計を強いているのが実情である。

以上に述べたような木炭価格の異常な上昇要因としては、ルサカのような都市部周辺には原料となる森林が既に枯渇しており、さらにその面積が広範囲になってきており、その結果生産地から消費地への運搬により多くの運賃、人手がかかるようになってきていることによるものである。

エネルギー価格

1. 石 油 (ルサカでの小売価格: K/ℓ)

	30/12/84	12/85
プレミアム・ガソリン	1.30	2.82
レギュラー・ガソリン	1.19	2.58
軽 油	0.91	1.87
灯 油	0.69	1.52

2. 電 気

家 庭 用

	5/83以後	10/85以後
基本料金 (K/月)	4.50	7.70
単 位 料 金 (K/kWh)	0.0213	0.0363

工 業 用 (<300kVA)

	5/83以後	10/85以後
基本料金 (K/月)	21.13	36.00
最大使用料金 (K/kVA/月)	3.63	6.18
単 位 料 金 (K/kWh)	0.0163	0.0278

3. 石 炭 (K/ton)

1983	1984	1985
44	60	140

2-3 木炭・薪利用と自然環境及びザンビア政府の対策

ザンビア政府の Forest Department (森林部) の調査によると 1982 年ザンビア全土で、木材換算 493,000 m³ に相当する森林が、家庭での木炭、薪として消費された。また、World Bank Mission (世銀調査団) の調査では 1981 年には、7,000,000 m³ の森林が消費され、そのうちの 97% が家庭での使用によるものとしている。

木材燃料の推定消費量 (×10³m³, 1981)

消費者	量
都市部家庭	3,830
田舎家庭	2,980
銅精練業	186
農業	43

さらに、ルサカ都市周辺部の森林資源状況に注目した Forest Department の調査では、1978 年時点でルサカから半径 70 km 以内にある地域には、若干良好な状態に残っている国家保護林以外の森林は、伐採されつくしており、自然再生産の可能性は全くない、としている。1980 年のルサカから半径 48~120 km の範囲での国家保護林面積は、47,619 ha であり、木林量としては 1,569,000 m³ である。仮に、これら森林の全てを、年間 53,100 ton の木炭を消費するルサカに供給するとすれば、国家保護林からの実際の木炭可能生産量が、110,244 ton であることから約 2.5 年分しか残っていない計算となる。この状況は、都市部への人口集中が続いている現状では、時間の経過とともに悪化する傾向にあると見られている。つまり、ルサカの人口増加率を毎年 5% とすると 1984 年には、77,520 ton/年の木炭が消費され、更に 2000 年には、169,000 ton/年が消費される計算となるからである。

3. 豆炭、こんろ(七輪)生産計画の重要性

日本の技術協力によりザンビアで豆炭、こんろ(七輪)の生産を行おうとする計画であるが、その目的は木炭消費による森林資源大規模破壊を防止しようとするものである。木炭の代替エネルギーとしてザンビアのマンバ炭鉱で廃棄されてきた粒度 0.5 mm 以下の石炭スラリーを主な原料として豆炭を生産する。さらに現地で普及している板金製の円筒形コンロ "Mbaula" に代わるものとして、日本でガスコンロが普及する以前によく使用されていた粘土製の七輪を現地資源だけを用いて生産する。

木炭及び薪の生産は従来から許認可制がとられており、例えば、木炭約 40 kg (大袋 1 つ) を市場に出す毎に、K 0.10 を国に支払う必要がある。しかし、実際には一般の村人が貴重な

現金収入を得るための方法として小型のキルンを作り、近郊の森林を伐採し、不法に木炭を生産していることが多い。(このため1980年のForest Dept.による木炭の生産量の調査も、消費者側での家庭調査による方法がとられている。)また、そのような状況であるから木炭の生産技術も改善されることなく、原料の木材重量に対し木炭生産は、7~10%しかなく、さらに森林資源の浪費が進むことになる。その結果生産地は、消費地から遠くなり、これが輸送費を引き上げ木炭価格の激しい上昇をまねいている。従って、特に都市部住民の75%を占める低所得層住民にとって、木炭に替わる安価な燃料の出現が待たれている。

ザンビアで使用されているこんろは、“Mbaula”と呼ばれ、板金の円筒形側面に直径2~3cmの穴を多く開けたものである。この着火には少量の灯油をかけたり、紙に火をつけたりして着火源をつくり、木炭に火が廻るまで把手をつかみ腕でぐるぐる回す方法をとっている。円筒側面の多くの穴は、その時空気を送り易いという意味で有効であるが、側面が板金だけであることと共に、6~8月の冬期暖房用ストーブとして使用する場合を除いて料理用コンロとして使用する場合、熱が側面から逃げるので非常に効率が悪い。

また、“Mbaula”の板金は、中古車の板金を外国から輸入しているが、経済の軸である銅産業の低迷により、外貨不足にあえいでいるザンビア経済にとっては、できることなら板金輸入を節減したいところである。

以上の点から、日本で普及していた七輪は、熱伝導率の低い粘土を用いていること、また、そのデザイン上も現地の使用方法に合わせて、燃焼性や熱効率上の工夫を行うことが、必要とは言うものの仮に現地の粘土で生産できるなら優れたプロジェクトと考えられる。

さらに、この豆炭、七輪生産計画は、共に現地の資源を十分に活用し、かつ、将来、現地人経営者による地元市場向け小工業として育成可能なものと考えられることから重要なプロジェクトと言えるであろう。

4. 豆炭生産計画

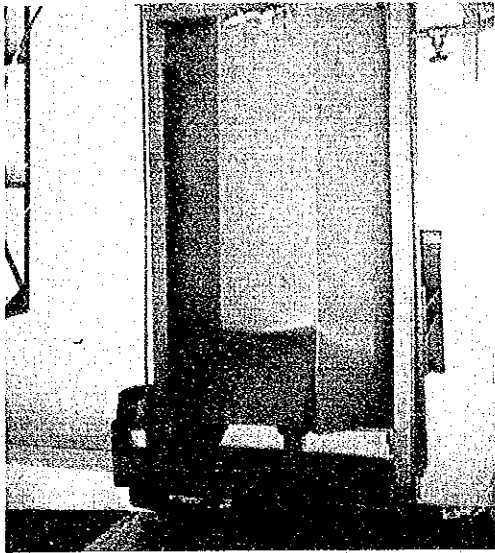
4-1 豆炭製造技術

A. NCSRにおける研究開発の状況

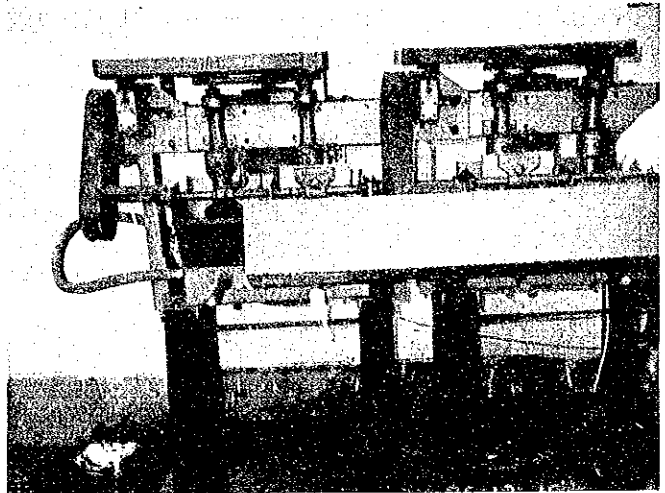
現在、ザンビアにおける石炭の生産量は、国営のマンバ炭鉱一山で、年間約40万トンと推測される。マンバ炭鉱は露天坑で、採掘される切込炭(Run-of-mine coal)は水洗方式により選炭されるが、その際の微粉炭(粒径0.5mm以下)は精炭とされないで、そのまま、スラリーポンドに廃棄されている。その発生量は、生産切込炭の5~8%に相当し、これまでに廃棄堆積されて未利用のものは、第1ポンドの約126,000m³、第2ポンドの約80,000m³にも及んでいる。

このようなことから、NCSRでは、石炭スラリーを利用してザンビア国民の家庭燃料である木炭を代替する固型燃料の開発に取り組んでいる。現在のところ、研究開発に従事

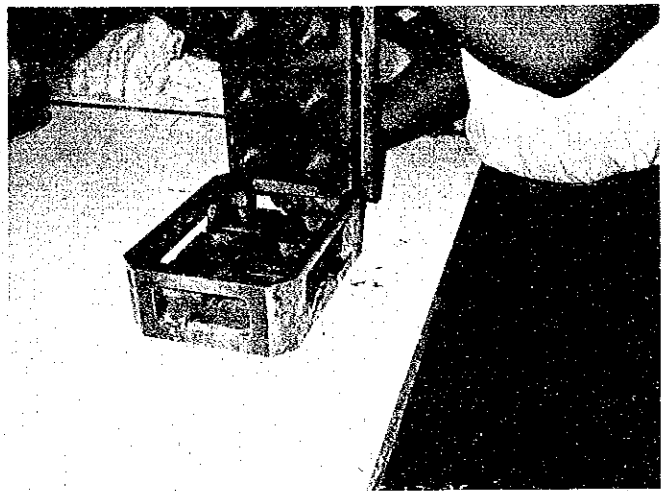
写真1 NCSRにおける石炭ブリケット製造試験設備



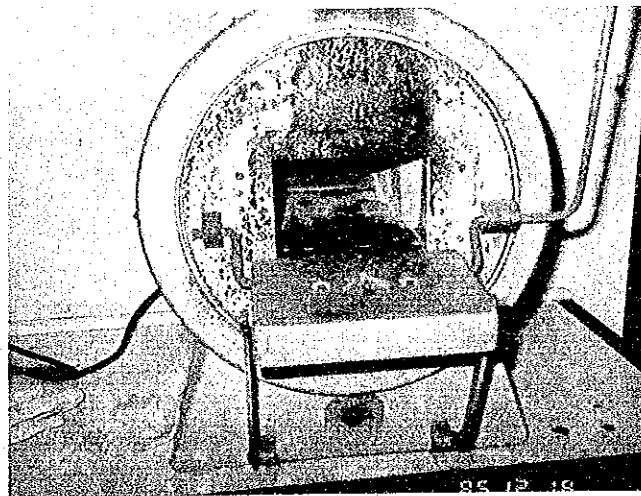
溶解 (Leaching) 装置



フローテーション試験装置



ブリケット成型金型



加熱 (炭化) 炉

するスタッフは3名で、また、研究内容、試験設備（写真1）、予算などからみて、小規模試験の段階に止まっている。

(1) 石炭スラリー

石炭スラリーをポンドに投棄する際の濃度は200～300 g/lと、水分量が多いが、第1ポンドの場合、後述するように、現在は石炭スラリーの脱水もかなり進んでおり、その水分は、ポンドの表面部のもので7～28%となっている。石炭スラリーは非粘結性で、炭質は表1に示すように、工業分析値は水分1.5～2.4%、灰分21～31%、揮発分15～17%、固定炭素53～61%で、発熱量は5,200～6,000 kcal/kg、硫黄は0.8～1.5%の範囲にある。したがって、NCSRでは石炭ブリケット製造のための原料化にあたっては、硫黄分及び灰分量を低減させる必要があることから、その中でも灰分量については約24%ないしはそれ以下の値を目標としている。

表1 A typical analysis of the coal slurries

Sample No.	Inherent					C.V. Kcals/kg
	Moisture %	Ash	V.M.%	F.C.%	T.S.%	
1	2.36	20.85	16.96	59.79	0.77	5983
2	1.57	28.58	15.57	54.28	1.44	5331
3	2.15	22.21	15.07	60.57	1.27	5969
4	2.07	23.67	15.32	58.94	1.19	5831
5	1.53	30.56	14.99	52.92	1.44	5168

V.M.: Volatile Matter, F.C.: Fixed Carbon, T.S.: Total Sulphur
C.V.: Calorific Value

(2) 結合剤

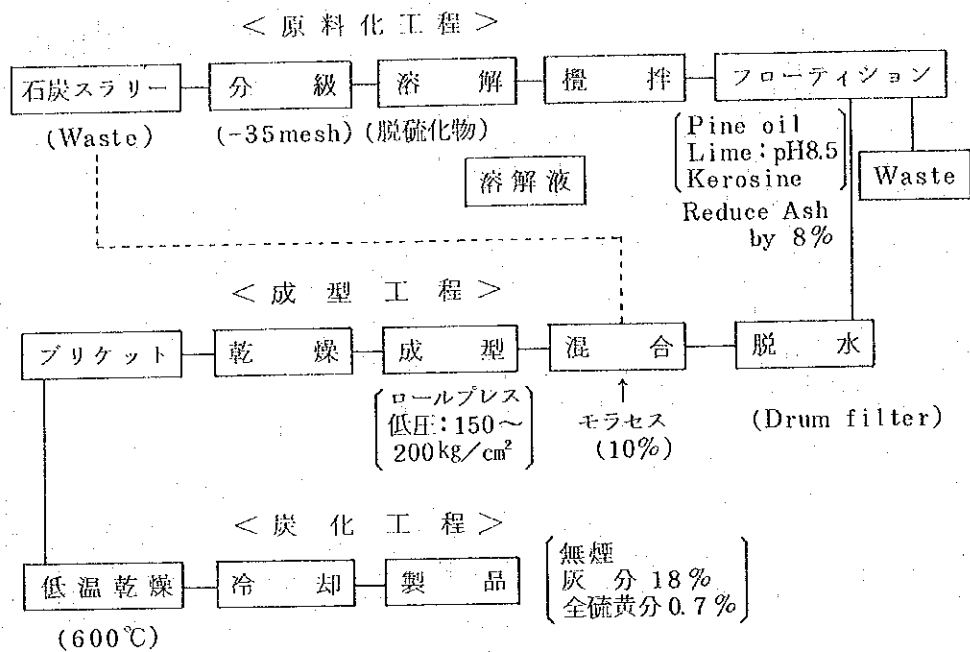
粉炭を造粒してブリケット化する場合、石炭粒を固結させるために、何らかの結合剤の添加が必要である。これまでにNCSRでは糖蜜（モラセス：製糖工場からの副生物）、石炭タールピッチ、石こうなど、種々の結合剤についてその効果を検討してきた。その結果、最も適した結合剤としてモラセスを選定し、以後、モラセスを結合剤とした石炭ブリケットの製造試験を実施している。

(3) 製造工程

NCSRにおける石炭ブリケットの製造試験から想定される製造工程の概略は図1のように示される。製造工程は原料化、成型及び炭化工程に大別される。

原料化工程では、石炭スラリーを乾燥後、分級して粒径35 mesh（0.42 mm）以上のものについて、その中に含まれる黄鉄鉱などの硫化物を水で溶解（Leaching）させる。その際の硫化物の溶解液は系外に排出する。次いでフローティション（浮遊選鉱）により粉炭を脱灰処理して、得られる精炭粉についてドラムフィルターで脱水する。なお、フ

図1. NCSRにおける石炭ブリケットの製造工程



ローテーション工程での灰分の多い粉炭については系外に排出する。

成型工程では、脱水精炭100重量部に対してモラセス(固形分約83%)を8~10重量部を添加し、混合する。次いで混合物をロールプレスにより150~200 kg/cm²の圧で、常温にて連続的に成型し、その後乾燥してグリーンブリケットとする。

炭化工程では、グリーンブリケットの脱揮発分のために約600℃の温度で低温乾留する。次いで冷却して無煙石炭ブリケットとする。この際の低温乾留処理は、石炭ブリケットの強度の改善と、無煙化に必要な工程である。すなわち、グリーンブリケットそのままでは結合剤であるモラセスは吸湿性であることから、強度が大きく低下しやすく、また、燃焼時に多量の煙が発生するからである。なお、NCSRでは、基礎的試験の段階であるが、無煙で、灰分18%、全硫黄0.7%の石炭ブリケット(写真2)が試作されている。

B. 西ドイツプロジェクトの概要

西ドイツはザンビアにおける木炭代替燃料の開発を目的として、1981年から1983年にかけてマンバ炭鉱からの石炭を原料として、無煙石炭ブリケット製造の技術的実施可能性について調査を行なっている。以下、西ドイツの調査報告の概要である。

(1) 石炭ブリケットの製造工程

西ドイツプロジェクトによって検討された製造技術は、その製造工程を図2に示すように、基本的にはNCSRにおける技術開発と同様な考え方に立っている。製造工程は原料化、成型及び炭化工程に分けられるが、原料化工程では、使用する原料は石炭スラ

写真2 試作無煙石炭ブリケット



写真3 製糖工場敷地内に堆積されているバガス

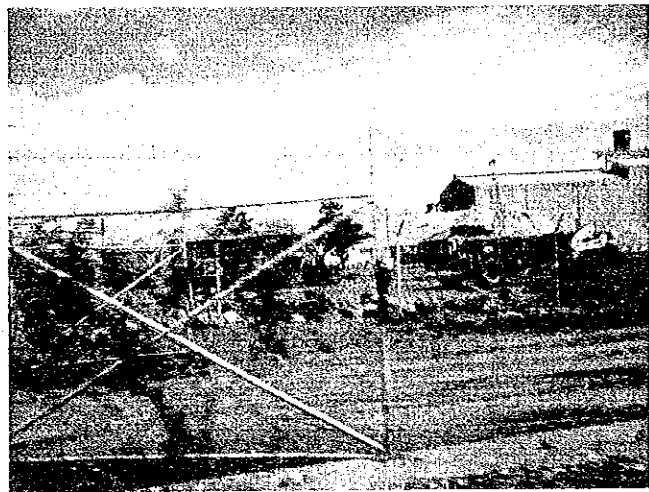
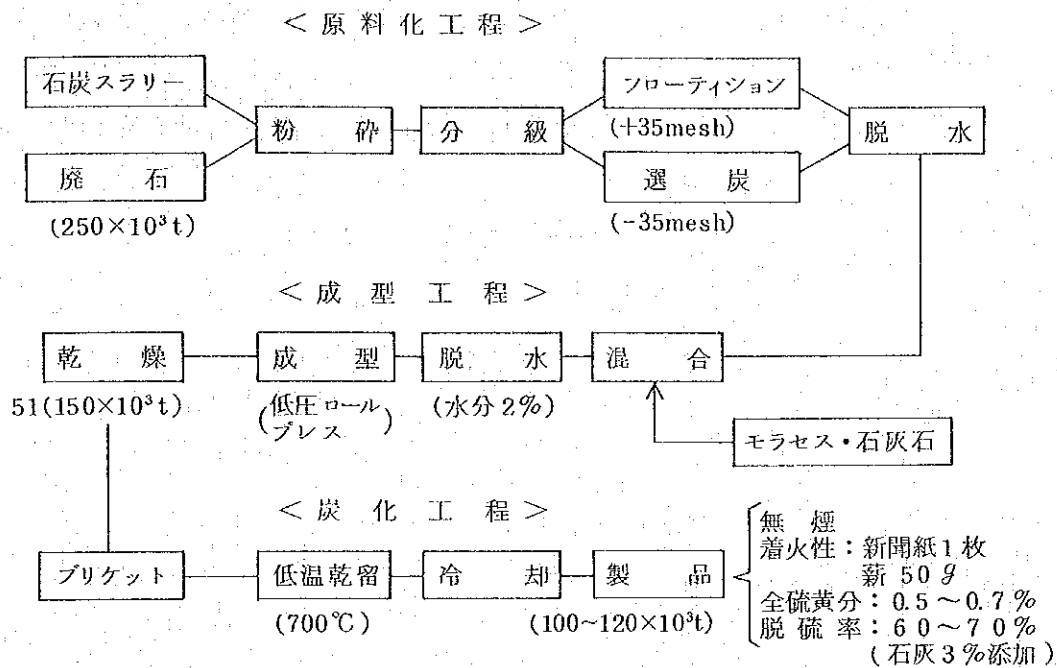


写真4 路上で売られている木炭



図2 西ドイツプロジェクトの石炭ブリケットの製造工程



リーのほかに、選炭前処理工程において発生する廃石 (Rejects) も対象としている。また、選炭方法も原料の粒度別にフローティジョン (+35 mesh の粉炭)、及びジグ法 (Jigging: -35 mesh の粉炭) の採用を前提としているが、NCSRにおけるような溶解工程 (Leaching) は、本製造技術では検討されていない。

成型工程では、結合剤のモラセスとともに石灰粉も添加、混合した後に、所定の水分になるまで乾燥により脱水する。この工程において石灰粉を添加する目的は、石炭ブリケットの燃焼時に発生する硫酸化物を灰分中に固定させるためであり、また、混合物の水分を2%程度にするのは、それ以上の水分になると、量産性の高いロールプレス法の採用が困難とされているからである。

炭化工程では、グリーンブリケットの強度の改善と、無煙化を目的として700℃の温度で低温乾留し、次いで冷却して製品とする。

以上のような工程を前提として試作された石炭ブリケットは無煙で、全硫黄は0.5~0.7%の値を示し、着火も新聞紙1枚、薪50gで十分に可能とされている。また、石炭ブリケットの脱硫率については、石灰粉3%を添加した場合、60~70%の値が得られている。

(3) 経済評価

西ドイツプロジェクトでは、本製造技術をベースとして、ザンビアにおいて年間100,000~120,000トンの無煙石炭ブリケットを生産することを想定して経済評価

を行なっている。この場合に、原料としては図2に示すように、フローティジョン、選炭の原料化工程からの乾燥精炭が150,000トン必要であり、これは石炭スラリー及び廃石の250,000トンに相当する量である。したがって、最終製品である乾留ブリケットの歩留りは、精炭原料の70～80%となる。

経済評価については、表2に示すような設備費で、原料化、成型及び炭化工程ごとのoperation costsを試算し、また、プラント寿命を20年、金利を10%とした場合に、無煙石炭ブリケットは、鉄道沿線から90kmの範囲では、現在ザンビアで市販されている木炭の約50%の価格とされている。

表2 プラント設備費(生産規模: 100~120×10³ t/y)

1) 選炭・フローティジョン設備	800万K
2) 成型設備(粉砕・乾燥設備含む)	800万K
3) 炭化設備	1,000万K
4) その他(1), 2), 3)の25%)	650万K
計	3,250万K

しかしながら、この経済評価では年間10万トンという大きな生産規模を前提としているものであり、無煙石炭ブリケットのもつ特性から言って、その市場性の問題、また、設備費も大きくなり、特にその中に占める炭化設備費の割合が大きいことに留意する必要がある。

C. 石炭・バガスブリケット開発の可能性

現在、マンバ炭鉱敷地内の第1ポンドに廃棄されている石炭スラリーと、製糖工場から排出されているバガスを利用して、バガスを結合剤とする石炭ブリケットを開発する可能性について基礎的検討を行なった。

(1) 石炭スラリー、バガスの原料特性

ザンビアにおける事前調査時に採取した各種試料の性状、工業分析、元素分析、発熱量などの分析値を表3に示した。

石炭スラリーの付着水分は、採取地点によって異なり、特にスラリーポンドへの排出口から離れた、第1ポンドの先端部における地点(Na3)の石炭スラリーは、Na1、Na2の地点のものに比して水分28%と大きな値を示した。また、石炭スラリーの工業分析、硫黄分及び発熱量は採取地点によって相違し、一定の傾向をもって、Na1からNa3地点に向うほど、良質な石炭スラリーとなっている。石炭スラリーの粘結度はいずれの地点の試料も1/2(ボタン指数)と変わらないが、粒度分布についてみると、明らかにNa3地点のスラリーが小さい粒径の石炭から構成されている。

表3 原料の分析結果※

	※2 石炭スラリー			※3 石炭ダスト	バガス	※4 木炭
	№1	№2	№3			
付着水分(%)	6.7	6.6	28.0	31.1	22.0	
水分(%)	2.0	1.8	2.2	0.8	5.7	5.5
灰分(%)	35.4	33.9	21.3	69.5	2.4	1.0
揮発分(%)	20.4	19.7	20.9	2.6	80.5	30.2
固定炭素(%)	42.2	44.6	56.6	27.9	11.4	63.3
全硫黄(%)	3.90	2.64	1.32	1.10	0.06	0.02
不燃性硫黄(%)	0.79	0.72	0.17	0.50		
燃焼性硫黄(%)	3.11	1.92	1.15	0.60		
発熱量(kcal/kg)	4,750	4,890	6,140	1,890	4,310	6,570
粘結度(ボタン指数)	1/2	1/2	1/2			
粒度分布(mm)	(%)					
1.19	1.1	3.1	—			
0.71	10.0	11.8	—			
0.50	14.5	14.8	—			
0.25	34.9	34.8	1.8			
0.125	22.9	20.6	16.8			
0.063	11.0	10.0	37.5			
0~						
0.063	5.6	4.9	43.9			

※ 石炭：恒湿ベース，木炭・バガス：気乾ベース，石炭ダスト：無水ベース，硫黄：無水ベース。

※2 №1：スラリーポンドへの排出口附近，№2：ポンドの中央部，№3：ポンドの先端部。

※3 製糖工場にて採取，発生状況不明。

※4 ルサカ附近の路上で売られている木炭。

石炭ダスト（製糖工場から採取：発生状況不明）については，灰分が多く，また発熱量が低いので，石炭ブリケット用の原料として不適と考えられる。

バガス試料（写真3）は通常のオガクズ・樹皮などの木質廃材と同様な分析値を示し，特に全硫黄分が0.06%と少ないことは，硫黄分の多い石炭スラリーと配合する場合，石炭ブリケットの硫黄分を低減するうえで意味が大きい。

木炭試料は現在，ルサカ附近の路上で売られている家庭用木炭（写真4）である。木

炭の工業分析値からわかるように、揮発分が比較的大きい。このことからわが国における通常の本炭よりは炭火温度が低く、炭化時間も短いものと推測される。また、木炭の硫黄分は0.02%と非常に少ないが、石炭スラリーを原料とする場合、木炭と同程度の硫黄分を有するブリケットの製造はきわめて難しいものと判断される。

(2) 原料の成型特性

現在、北海道で生産されているバイオコール（石炭・木質複合固型燃料）と同様な製造法により、石炭スラリー・バガスブリケットの製造の可能性を基礎的に検討するため、タブレット成型試験を実施した。試験に供した石炭スラリー（水分：1.6%）はNo.2地点のもので、粒径1mm以下に、また、バガス（水分：5.7%）は2mm以下に調整した。タブレット試験片の寸法は25φ×2～3mmで、成型試験は温度80℃、圧力2.4t/cm²、保持時間10sec、の条件下で行なった。その結果は表4に示すとおりである。

表4 タブレット成型試験結果

配 合 比 (石炭：バガス)	密 度 (g/cm ³)	スプリングバック (%)	破 壊 強 度 (kgf)
9 : 1	1.47	13.6	71.3
8 : 2	1.39	18.0	106.2
7 : 3	1.38	18.9	132.3

タブレットの破壊強度はバガス配合量の増加とともに大きくなり、明らかにバガスの結合剤としての効果が見られる。タブレット試験結果は実用規模のロールプレスによる試験結果とは深い相関にあり、したがって、石炭スラリーとバガスの配合比が70～80：20～30の場合、前述したバイオコールの製造法により、十分に実用に耐え得る石炭・バガスブリケットの製造は可能と考えられる。

(3) 石炭・バガスブリケット（C・B・F）の製造工程

石炭スラリー、バガス粉混合物のタブレット成型試験の結果から考えて、石炭・バガスブリケットの製造工程は図3のように示される。石炭スラリーについては、前述のNo.3地点で採取した試料と同程度の炭質、粒度であると、そのまま、水分を調整して使用可能である。バガスについては粒径2mm以下、水分5～10%程度に調整して使用する。次いで、石炭スラリー70～80wt.%に対し、バガス20～30wt.%を配合し、さらに脱硫を必要とする場合には少量の石灰粉を添加する。その後、それらの混合物を60～80℃で加熱混合し、直ちに高圧でロールプレスにより連続的に成型して石炭・バガスブリケットとする。

以上のような工程により製造される石炭・バガスブリケットは木炭、無煙石炭ブリケ

ットとは違って、長炎燃焼性の燃料であるが、燃焼性が良く、灰分も少なく、また、低硫黄分のバガスを石炭スラリーに配合することによって次のような効果が期待できる。

- 着火性の向上
 - 燃焼性の向上と立消えしにくくする
 - 灰分量の低減
 - ばい煙発生量の低減
 - 燃焼時の硫黄酸化物発生量の低減、さらに石灰粉の添加によって大巾に脱硫できる。
- しかし、欠点としては木炭、無煙石炭ブリケットに比較して耐湿性に劣る。

D. 今後の検討課題

以上、ザンビアにおける石炭スラリーを原料とするブリケット燃料の製造技術に関する事前調査の結果であるが、今後の本調査において検討を要する課題は次のようである。

(1) 原料

- 石炭スラリーの炭質・量の把握
- 石炭スラリーの採掘、乾燥方法
(乾期を利用した天日乾燥、その貯蔵方法など)
- 原料の輸送方法、コスト
(特に石炭、バガスの経済的輸送方法など)

(2) 石炭ブリケットの製造技術

- 原料化工程(Leaching, Floatation)の必要性
(精炭の回収率、品質からみた経済性の検討)
- 炭化工程における脱揮発のための加熱方式の設定あるいはその必要性
(中小生産規模(年間1万トン以下)における無煙化技術の検討及び無煙石炭ブリケットの特性からみた炭化設備の評価)
- 脱硫法の検討
(低温乾留法によって大巾な脱硫効果は期待できないため、脱硫法として石灰添加法などの評価)

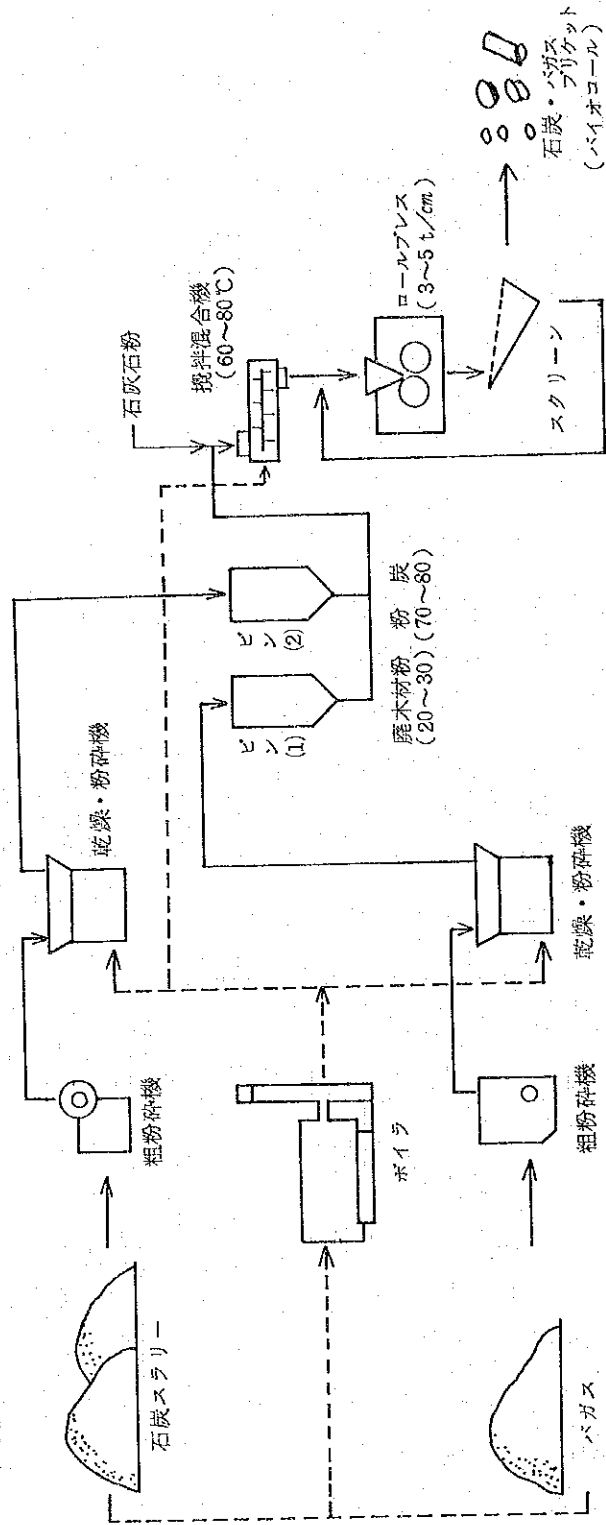
(3) 燃料特性

- 無煙石炭ブリケットの適応性
(着火性、硫黄酸化物の発生量、排ガス組成、燃焼性などの特性及び燃焼器の選択性からみた家庭用燃料への適応性)
- 石炭・バガスブリケットの耐湿性の改善
(製造技術上あるいは製品荷姿、貯蔵方法の面からの検討)

(4) 多目的用途の燃料開発の必要性

- 石油代替燃料としての可能性

図3 石炭・バガス複合固型燃料の製造工程



(家庭用燃料のみならず、需要拡大のための重油代替燃料(各種中小型ボイラー、焼却炉用燃料など)についての検討)

4-2 豆炭原料

A. スラリー (Slurry)

(1) マンバ炭鉱の概要

現在、豆炭の原料として考えられているスラリー (Slurry) は、ザンビアで唯一石炭を採掘しているマンバ炭鉱 (Maamba Collieries Ltd.) の選炭工程から廃棄されているものである。マンバ炭鉱はZIMCO (Zambia Industrial and Mining Corporation Limited) の傘下で、首都ルサカより約350kmの標高約600m、チョマ (Choma) の南東60kmに位置する。

この地区の石炭の存在は、1800年代後半には知られていたが、本格的な採掘は1969年以降である。生産量 (Washed Coal) は、ここ5~6年は55~60万t/年で、生産能力約100万t/年に対して操業率は50%程度となっている。これは、外貨不足による機械のスペアパーツ入手の困難、選炭プラントの設計の不十分さ、熟練工の不足などによるものである。このため、現在、世銀援助によるリハビリ中で、数年間でFSとトレーニングに\$1.3百万、ロープウェイやショベルカー等のスペアパーツの調達及び選炭プラントの品質管理のための設備導入に\$3.0百万が投入される予定である。また、並行してAfDB (African Development Bank) の融資を受け、英国とマンバ炭山とでジョイント・スタディーが行われた。その結果、1985年8月から3年間にわたる6~7人の英国人専門家派遣による経営管理や技術面での援助が開始された。また、設備面では、US\$10millの投資援助を行いつつある。

1985年4~8月の生産量は40万tで、トータルでは50~60万tとなるようだが今回のリハビリの結果数年後には、70万t/年程度になる見込みである。

なお、確定埋蔵量は5,800万tで、現在のペースで採掘が進めば、あと20年の寿命と考えられている。当炭鉱は露天掘で、1.5~6mの砂岩層を挟むA層 (1.5~4m)、B層 (2.5~6m) の2層から灰分25%以下のところを採炭しており、揮発分が低く自然発火しやすい石炭である。実収率はA層で35~60%、B層で80~85%となっている。また、剥土厚は40~75mに達している。

採掘された石炭は選炭プラントにより精炭 (Washed Coal) 3製品とスラリーに区分される。

区 分	大 き さ
rounds	40 ~ 150 m/m
mediums	10 ~ 40 m/m
finer	0.5 ~ 10 m/m
slurries	0.5 m/m以下

最近の生産量を表5に原炭、精炭の工業分析値、全イオウ発熱量を表6に示す。

表5 Production Review 1980/81~1984/85

Process	Units	1980-81	81-82	82-83	83-84	84-85
Raw Coal Production (原炭生産量)	t×1000	843	803	824	773	712
Washed Coal Production (精炭生産量)	"	575	552	559	483	510
Washed Coal Sold	"	571	539	543	509	449

表6 原炭、精炭の工業分析値、全イオウ、発熱量

	石炭	精炭
水分 %	1 ± 0.2	1.0 ± 0.5
灰分 %	25 ± 2	17 ± 1
揮発分 %	17 ± 2	19 ± 1
固定炭素 %	56 ± 2	65 ± 2
全イオウ %	2.5 ± 0.5	1 ± 0.5
発熱量 kcal/kg	5600 ± 250	6500 ± 200

(マンバ炭鉱の分析による)

製品の輸送は2ルートあり、まず、炭鉱から11.5km離れたMasuku駅までロープウェイで運び、そこからChomaまで60kmトラック輸送、その後貨車輸送する。又は、炭鉱からダンブトラックで90km離れたBatokaへ輸送し、その後貨車輸送する。

主な消費者は1983年のデータでZCCM (Zambia Consolidated Copper Mines Ltd.) 46%, NCZ (Nitrogen Chemical of Zambia) 26%, Chilanga Cement 11%である。

石炭の価格はZIMCOを通じ政府によってコントロールされており、調査時FOB価格でMasukuにおいて140K/tだったが、炭鉱側では、操業コストから考えて200K/tでないと苦しい旨話していた。

(2) スラリーの供給と性状

豆炭の原料となるスラリーは前述のように選炭工程から現状5~8%、新方式(品質管理設備導入後)では4~6%排出される見込みである。スラリーの捨て場である第1ポンドには126,000m³、第2ポンドには80,000m³それぞれ堆積しており、調査時第1ポンドは満杯で、乾燥し、第2ポンドにパイプ輸送により100~200g/lの石炭

粉を含んだスラリーが廃棄されていた。

入手したスラリーの工業分析値等は表7のとおりである。この表から、日本において一般に廃棄されているボタに比較し、マンバ炭鉱から廃棄されているスラリーは高カロリーである。これは選炭工程が不十分であるためと考えられ、選炭が単なる粒度区分のみに終わっているという印象を受けた。

調査時点においては、第1ポンドのスラリーは乾燥し、見た目では粒度的にも豆炭製造に適すと感触を得たがポンドの深さ又はスラリー流入口と対岸とでは水分、粒度分布が異なっていると考えられるため、本格調査において石炭、スラリーとも十分に試料を採取し、性状分析等を実施するとともに豆炭の原料として使用可能な量を概算しておくことが必要である。また、スラリーをポンドから搬出する方法についても十分考慮しなければならない。さらに、スラリーにはPyrite (FeS_2)が含まれており、水を含んだ状態では、 H_2S 、 H_2SO_4 を生成し、高い酸性度 ($\text{pH}=2$) であるので、取扱い、輸送等考慮する必要がある。

なお、豆炭の原料としてスラリーのみを対象と考えてきたが、NCGZのJICA専門家佐藤氏の話から窒素肥料工場において石炭をコークス化する際相当量の微粉炭が残り、用途がないため川等に廃棄されていることが判明した。当工場は首都ルサカに近いため、これが豆炭の原料になり得れば、原料輸送の問題もかなり軽減されるであろう。いずれにしても、本格調査において、当該工場から廃棄されている微粉炭の性状、量を調査するとともに、豆炭原料としての可能性を十分検討することが必要である。

表7 スラリーの工業分析値等

	炭 鉱 分 析	N C S R 分 析				
		No 1	2	3	4	5
水 分 %	1.2 ± 0.2	2.36	1.57	2.15	2.07	1.53
灰 分 %	22.2 ± 7	20.85	28.58	22.21	23.67	30.56
揮 発 分 %	17.0 ± 1	16.96	15.57	15.07	15.32	14.99
固 定 炭 素 %	54.7 ± 5	59.79	54.28	60.57	58.94	52.92
全 イ オ ウ %	2.5 ± 0.7	0.77	1.44	1.27	1.19	1.44
発 熱 量 kcal/kg	5600 ± 600	5,983	5,331	5,969	5,831	5,168

B. モラセス、バガス

豆炭製造のためには、粘結剤 (Binder) としてNakambala Sugar Estateより産出されるモラセス (Molasses : 糖密) を使用するか又は同工場から出るバガス (Bagasse : サトウキビのしぼり粕) を利用することが考えられる。(当工場の1984年のシュガーケイン

の総生産量は120万tであり、これから、12%が砂糖、3.5%がモラセス、15%がバガスの生産量と(った)バガスを利用する場合は、豆炭に最大30%程度配合するが、この場合火付きがよくなり煙の発生が抑えられるなどの利点があるが、生産工程はモラセスの場合と多少異なる。

当工場もZIMCOの傘下でルサカから128kmのカフェ川とマザブカ(Mazabuka)の中間に位置している。

モラセスは、砂糖を含んだ液体で家畜の飼料として販売されているがアルコール製造に供されるアイデアも検討されている。1984年には、約42,000tを生産しており設備上は16,000tの貯蔵能力がある。用途別の使用量は次のとおりである。

用 途	使 用 量 (t/y)
イースト菌生産用(カフェ)	7,000
家畜飼料用	18,000~20,000
海外輸出用(ダルエス経由)	5,000
ジンバヴェへ	7,000

モラセスの価格は 800t以下なら 40 K/t
800t以上なら 32.5K/t

バガスは現在は工場内の発電用ボイラの燃料として使用されている。

今回の調査でモラセス、バガスとも豆炭製造用には量的には十分であることが確認された。

4-3 豆炭の需要予測と価格

ザンビアのForest Departmentが行ったルサカに於ける木炭消費量の予測は、以下の如くである。

年	1980	1984	2000
木炭消費量 (ton/年)	53,100	77,520	169,000

この1984年の木炭使用量77,520 ton/年の妥当性を以下のデータにてチェックする。

即ち、ルサカで木炭を使用する低所得層の600,000人、

各家庭（正確には料理を行う単位）での木炭使用量 40～45 kg/月—

平均家族数4.6人：Average household size total = a group of people who normally live and eat together (NCDPのSelected Socio-Economic Indicators),

$$\frac{600,000(\text{人})}{4.6(\text{人})} \times (40 \sim 45(\text{kg}/\text{月} \cdot \text{家庭})) \times 12(\text{ヶ月}/\text{年}) \times \frac{1}{1,000(\text{kg})}$$

$$= 63,000 \sim 70,000 \text{ ton}$$

従って、Forest Departmentの77,520 tonは、森林伐採に対する警告を目的として作成したデータであり、かなり大きめの数値と思われる。従って、1984年の実際の消費量は60,000～70,000 tonと見るのが妥当であろう。その後はルサカの人口増加とともに増加すると考える。ここで、ザンビアの人口とその増加率の推移を以下に示す。

人口増加率(%)	年	1963	～	1969	～	1974	～	1980
ルサカ (人口)		(196,000)		(354,000)		(522,000)		(694,000)
ザンビア全土 (人口)		(3,490,000)		(4,057,000)		(4,677,000)		(5,680,000)
都市部 (人口)		(715,000)		(1,192,000)		(1,663,000)		(2,440,000)
都市部の人口割合 (%)		20.5		29.4		35.6		43.0

このように、ルサカの人口増加率は、近年減少しつつあるとは言うものの1974～1980年でも6.3%とザンビア全体の3.1%と比較して2倍もの高率である。これは、都市部への人口の集中化がすすんでいるためであるが、この傾向が今後も続くとすると、ルサカにおける人口増加率は、今後もザンビア全体の3%を越えると推察される。仮にルサカでの人口増加率を今後の10年間も4%とするなら、木炭の需要も年率4%で増加し、1990年には、75,000～90,000 ton、2000年には、110,000～130,000 tonの需要が予測される。

但し、この木炭需要増加はルサカにおける低所得層の割合と現状の種々のエネルギー需要パターンに変化が起らないとしての予測であり、実際には木炭以外のエネルギー、特に、電気エネルギーの利用が充分にあり得る。すなわち、高所得層が増え、より多くの人々が近代的で電化された住居に住むことが考えられるからである。

但し、現在の低所得層の住む枯れ草やれんが造りの家を電化することは、電気使用者つま

り低所得者がその家までの電柱、電線等の費用を全部持つ必要があるというZESCOの今の方法では、実現性がないと考えられる。しかし、一度電化された住居に移ると、他のエネルギー価格はそのまま、電気料金のみが2倍以上の率で引き上げられない限り、木炭の使用は考えにくい。例えば1,200Wの電熱器を料理や暖房等で毎日、平均8時間使用した場合の1ヶ月分の電気料金は、

$$7.70 + 1.2 \times 8 \times 30 \times 0.0363 = 18 \text{ (K/月)}$$

(基本料金: K/月) (kW) (時間) (日) (K/kWh)

となり18K/月にしかならないが、45kg/月の木炭使用は、36K/月(12K/15kg)にもなる。この傾向は、電気使用の方が木炭より便利であることからなおさらである。

今回の事前調査中、電気と灯油両方の設備のある家庭では1985年の10月の外貨オークション開始以後の灯油の値上がり(本調査では2.2倍)が電気料金値上げ(1.7倍)より大きかったため、それまでの灯油使用を止めて電気に切り換えているとの話を聞いた。このことから推察すると、現在の電気料金とバランスする灯油価格は1.3~1.4 K/ℓであろう。

以上のことから電気と灯油は、現状でもある程度はバランスされた価格にあり、しかも木炭と比べるとかなり安価なエネルギー源と言える。しかし、その欠点として、特に電気はその設備上の高いイニシャル・コストが低所得層には支払えないこと、また、灯油は、灯油ストーブの価格が高いことに加えて石油の全てを輸入しているザンビアにとっては、需要を喚起したくないことがあげられる。

従って、豆炭と競合するエネルギーは、低所得層にとっては今後も木炭のみと考えられ、その価格は木炭価格が、その輸送コストの上昇のため今後も上昇すると考えると、現在の木炭価格と同等以下であれば十分にCompetitiveと考えられる。

また、豆炭生産量は、少なくとも現在の木炭消費量の60,000~70,000 tonは見込める。さらに、National Energy Councilが言うように木炭使用を法律で禁止するような方策が為政者により採られれば、上記計算によるルサカの低所得層人口増による木炭使用増加分の全てが豆炭需要増となると考えられる。

4-4 豆炭原料の輸送

豆炭の主要原料(70~80 wt%以上)はマンバ炭鉱から産出される粒度0.5 mm以下のスラリー(Slurry)を使用する。

また、豆炭形成のための粘結剤(Binder)は、ナカンバラ・シュガー・エステート(Nakambala Sugar Estate)から産出される糖蜜(Molasses)ないしはバガス(Bagasse)が利用可能であり、かつ燃焼性硫黄をおさえるために石灰の使用も考慮する必要がある。

多量のスラリーをマンバ炭鉱からルサカへ運搬するには、運搬費用の面で鉄道が有利である。しかし、マンバから最も近い鉄道駅のバトカ(Batoka)まではトラック輸送が不可欠であり、スラリーのトラックから貨車への乗せ換え等の点で人手(費用)がかかることから考

えるとマンバからルサカまで全部トラックで輸送することも考えられる。以上の要点を以下に図示する。

経路	費用(K/ton)
a) マンバ $\xrightarrow{\text{道路 (90km)}}$ バトカ $\xrightarrow{\text{鉄道 (230km)}}$ ルサカ	82
b) マンバ $\xrightarrow{\text{ロープウェー (11.5km)}}$ マスク $\xrightarrow{\text{道路 (60km)}}$ チョマ $\xrightarrow{\text{鉄道 (240km)}}$ ルサカ	68 + α (?) (ロープウェー)
c) マンバ $\xrightarrow{\text{道路 (350km)}}$ ルサカ	175

上記費用の計算では、マンバ炭鉱で聞きとり調査した道路輸送 $K 0.5 / km \cdot ton$ 、鉄道輸送 $K 0.16 / km \cdot ton$ を使用した。

上の a), b) は現状の石炭搬出経路であるが、これまでスペア・パーツ等の不足でロープウェーの稼働率が低く、能力的に充分でないため a) の道路-鉄道の経路が主に使用されている。また、マンバからマスクへのトラックでの道路輸送は、道路がなく不可能であり、スラリをロープウェーで運搬するのも能力及び信頼性の点で不利である。

また、スラリはルサカから約 150 km の所にあるカフエの窒素肥料工場でも廃棄されているとの情報を JICA 専門家より得ているが、そこからトラックで運ぶと $K 75 / ton$ (鉄道なら $K 10 / ton$ 以下) であり有利である。

ナカンバラ・シュガー・エステートで副産物として出される糖密あるいはバガスは、前者は家畜飼料として販売されたり、後者はその砂糖工場のボイラー(ストーカーだき)燃料等として一応は有効な利用のされ方をしている。この砂糖工場のマネージャーとの話では、糖密は $K 40 / ton$ (800 ton 以上なら $K 32 / ton$) で、またバガスは、工場にとっての石炭 ($K 140 / ton$) の代替燃料としての熱量評価(バガス: $K 100 \sim 120 / ton$) で購入可能である。

また、その運搬方法としては、ナカンバラ・シュガー・エステートに鉄道の引き込み線があることから考えて、鉄道、トラック輸送の両方法が可能である。

石灰は今回調査していないが、ルサカから 30 km 程にあるチランガ・セメント (Chilanga Cement Ltd.) から分けてもらえばよいと考えられる。

4-5 豆炭パイロット・プラントの立地

NCSR は既に 1985 年 8 月 20 日、ルサカの中心から約 2 km の工業団地の一角に約 1.238 ha の土地を確保している。このサイトの近くには、Zambia Breweries (ビール会社) や自

動車、建築機械等の工場が操業を行っている。また Zambia Railway の引き込み線も近くに 2 本あり豆炭原料や製品の搬入、搬出に便利である。もちろん、トラック等による運搬も問題がない。

このサイトから N C S R 迄は、ルサカの中心を通過して、約 20 km であり、研究員等がサイトと N C S R 間を移動するのも、車を使えば特に支障はない。

他の候補地は、Maamba 炭鉱である。ここは、石炭スラリーを産出していること、石炭スラリーを分析したり、扱うことの技術的蓄積があること、Maamba Collieries Ltd. 自身が、将来のビジネスとして目を付けていて協力が得られそうなこと等が有利な点であるが、パイロット・プラントを Maamba Collieries 内に造った時の組織上の問題、N C S R から 350 km も離れていて、道路事情が必ずしも良好でないため N C S R から研究員が行く場合片道だけで 1 日かかる事等かなり大きな欠点がある。

従って、将来の本格的商業プラントはともかく、豆炭パイロット・プラントは、N C S R が既に確保したサイトが妥当であると考えられる。

5. こんろ生産計画

5-1 こんろ製造技術

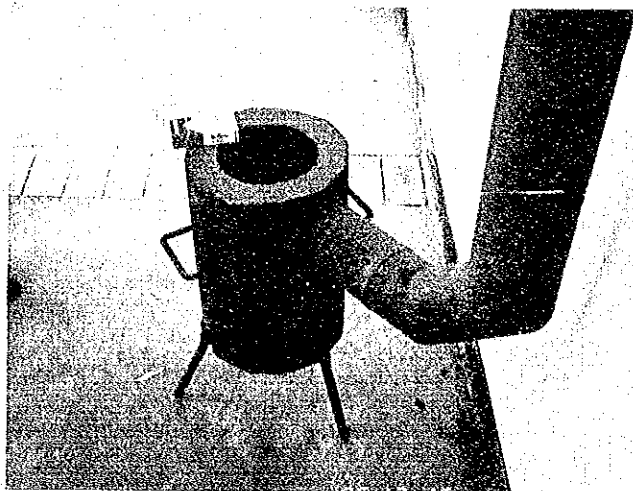
A. N C S R のセラミックス製造技術

N C S R ではこれまでに無煙石炭ブリケットの製造試験と併せて燃焼性試験も実施している。しかし、燃焼器（こんろ）の製造技術としては燃焼試験のための円筒状の小型原型石炭ストーブ（写真 5）を試作したのに止まり、また、ザンビア大学では従来からの家庭用木炭燃焼器“Mbaula”の改良を検討しているものの、総じてザンビアにおける燃焼器の製造技術の蓄積は少ないのが現状である。したがって、今後石炭スラリーブリケットを開発して、その普及を進めるためには、専用燃焼器の開発がきわめて重要な課題である。特に現在の国性から言っても、鉄製素材の輸入の困難であるザンビアにとっては、自国の粘土原料を利用して燃焼器の開発を進める必要がある。

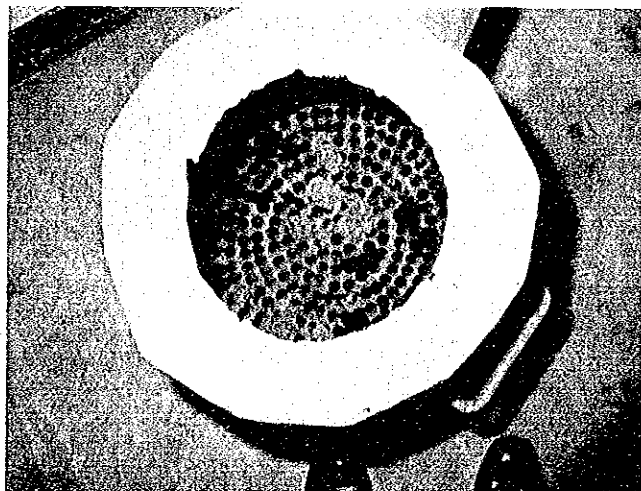
ザンビアは石灰石のほかにカオリン、長石類などの良質な窯業原料に恵まれ、また、燃焼器の製造に適した粘土原料が多量に賦存しているものと考えられる。本事前調査では粘土試料を採取しなかったが、表 8 は本目的の対象と考えられるザンビア粘土の特性値を示した。

現在のところ、N C S R ではセラミック製の燃焼器の製造試験は行なわれていないが、当研究所の建築部門に属しているセラミック研究室の試験設備及びセラミック製品の例を写真 6 に示すように、それらの試作品からみて当研究室の窯業技術は比較的高い水準にあると考えられる。したがって、これまでに蓄積されたスタッフの窯業技術をもってすれば、わが国の技術協力によって石炭ブリケット用燃焼器の開発に十分に対応可能と判断される。

写真5 試作石炭ブリケット用ストーブ

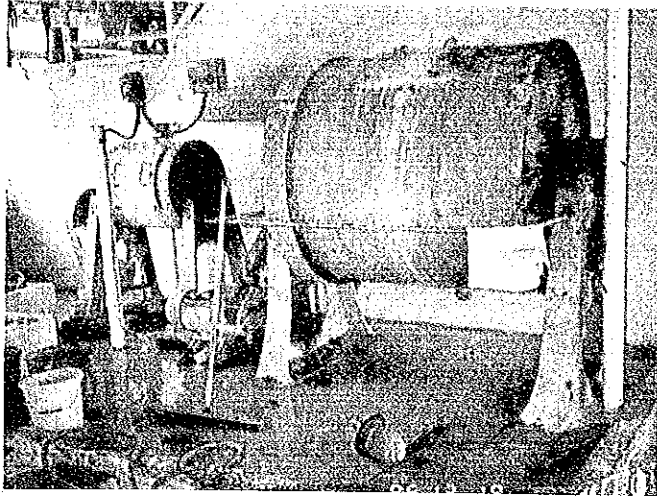


煙突付鉄製ストーブ（全景）



ストーブのロストル部

写真6 NCSRにおけるセラミック製造試験設備(その1)



粘土原料の湿式粉砕機



焼成炉

(加熱温度 1400 °C, 内容積 1.5 m³)

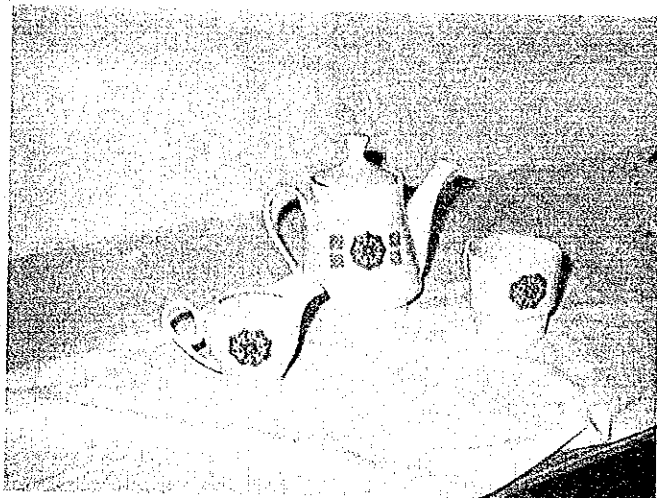


石こう型による粘土成形物(衛生陶器)

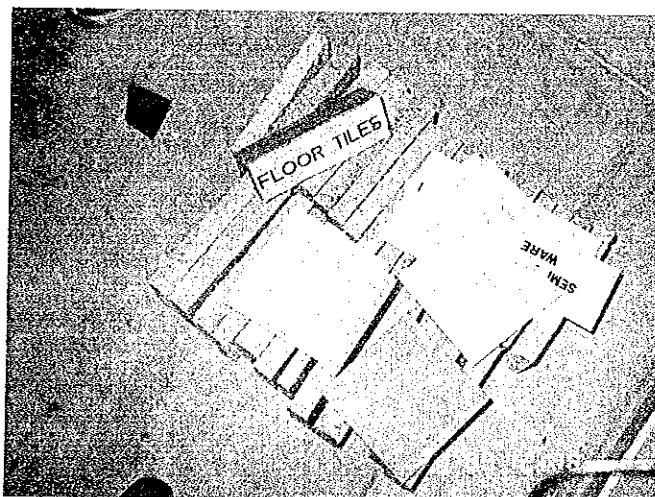


試作セラミック製品

写真6 (その2)



試作陶磁器(食器類)



試作セラミック建材

表8 SUMMARY OF PROPERTIES OF SOME ZAMBIAN CLAYS

	MKUSHI RIVER	MASUKU	LOSHI	SOLWEZI
CHEMICAL ANALYSIS				
Silica	46.56%	48.92%	61.12%	47.85%
Alumina	37.32%	36.34%	23.55%	37.78%
Iron Oxide	0.90%	0.86%	2.49%	1.92%
PARTICLE SIZE <1 μ	15 %	22 %	70 %	80 %
PLASTICITY				
Liquid Limit	47.0	42.0	53.3	66.2
Plastic Limit	36.0	28.0	23.7	28.7
SPECIFIC GRAVITY	2.61	2.60	2.49%	2.52
DRYING SHRINKAGE	5.2 %	5.0 %	6.0 %	7.2 %
DRYING STRENGTH	20.6kg/cm ²	23.8kg/cm ²	78.0kg/cm ²	36.0kg/cm ²
FIRED PROPERTIES				
at 1200°C				
Shrinkage	10.8 %	8 %	12 %	17 %
Water Absorption	8.5 %	10 %	1.2 %	0.5 %
Field Colour	WHITE	WHITE	(BUFF)	OFF-WHITE

B. 今後の検討課題

本調査においてセラミック製燃焼器開発のための検討事項は以下のようである。

- 既存燃焼器による石炭ブリケットの燃焼特性の把握
(Mbaula, 日本製コンロなどによる燃焼性試験)
- 粘土原料の選定と焼成特性の把握
(粘土の特性値の測定, 成型性, 焼成試験など)
- セラミック製燃焼器の開発を前提とした
(燃焼機構とその製造法の基礎的検討)
- セラミック製燃焼器の試作と燃焼性試験

5-2 こんろの需要予測と価格

こんろ製造を開始するにあたり, 初期のマーケットとして適当であると考えられるルサカにおいて, 現在, こんろを使用していると考えられる家庭は, 約13,000戸であり, 各戸に1個の“Mbaula”があると考えれば, “Mbaula”の数も約13,000個である。また, その耐用年数は, 使用方法によりかなりばらつきがあるが, 短い場合約2年, 長い場合約3年であり, 平均的には, 約2.5年と考えられる。従って, ルサカにおける年間の需要は約5,000

個と考えてよいと思われる。この後は、人口増加に伴う木炭（あるいは豆炭）消費量増加に伴い、こんろ需要も増加すると考えられる。

しかし、初期段階においては、流通経路上の問題やこんろの性能上の優位性の認識が人々の間で充分でないこと等のため、“Mbaula”の全生産量にとってかわるとは考えにくい。従って、生産開始一年目は、数100個の生産量とし、二年目以後1,000個以上にしてゆくことが適当と考えられる。

こんろの価格としては、現在の“Mbaula”が、8 kwacha 程度であることから、その価格以下で生産販売できれば、その熱効率上の優位性から“Mbaula”に対し、十分な競争力をもたせることが可能であると思われる。

5-3 こんろパイロット・プラントの立地

現在までのところ豆炭用陶土コンロの製造実験は、NCSRにおいて全くなされていないのが実状であるが、皿、コップ等を製造するための窯業研究は、NCSRの独立した実験棟にて建築研究室により行われてきている。しかし、その成果は事前調査団の見るところでは、未だ工業化までの道は遠いように見うけられた。

しかし、こんろ製造パイロット・プラントの設置場所としては、上記の建築研究室によるこれまでの経験蓄積及び5～6名の研究員がそろっていること等から考慮して、NCSRの敷地が適当であると考えられる。特に、こんろの製造には、いくらかの試作段階/期間が必要であることから、研究員が近くにいることが望ましいと判断される。

また、NCSR側も1986年には、この建築研究室を增強するため、その研究員を3名増加することを考えている。

6. 豆炭とこんろ（七輪）の流通方法と問題

木炭の現在の流通経路は、木炭生産者が、法的許可を得て税金を国に支払い市場に出しているものと、住民が非合法に生産し道路端等で通行人（車）に売りつけているものがある。今回の事前調査では、政府公社であるNIEC（National Import and Export Corporation Ltd.）の担当者等と会議を持つことができなかったため、豆炭、こんろのための流通経路はさらに詳細調査が必要であるが、ルサカに於いては、かなり多くのNIEC Storesをはじめ様々の小売店があり、流通方法の点で障害はないと考えられる。

流通方法としては以下の3つの方法が挙げられる。

a) NIEC傘下の小売店、卸売店を使う。

（NIEC Stores, NIEC Agencies, Zambia National Wholesale and Marketing Company, Mwaiseni Stores等）

b) 一般の雑貨店を使う。

c) ガソリン・スタンドを使う。

c) のガソリン・スタンドは、数としては、a)、b)より少いようであるが、現状でも、灯油等のエネルギーを販売している点で、特に豆炭販売には適していると思われ、それと共にこんろの販売も行える可能性がある。

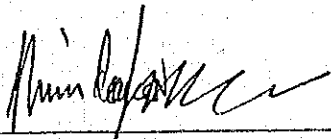
IV 付 属 資 料

1. Scope of work

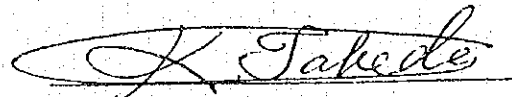
Scope of Work
on
The Study
on
Briquettes Development Project
in
The Republic of Zambia

Agreed upon
Between
The Japan International Cooperation Agency
and
National Council for Scientific Research

December 20, 1985



Prof. Siamwiza
for Secretary-General
National Council for
Scientific Research



Mr. Keiichi TAKEDA
Leader of the Preliminary
Study Team
Japan International
Cooperation Agency

I. Introduction

In response to the request of the Government of the Republic of Zambia (hereinafter referred to as "the Government of Zambia"), the Government of Japan has decided to conduct the study on Briquettes Development Project in the Republic of Zambia (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the laws and regulations in force in Japan.

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study, in close cooperation with authorities concerned of the Government of Zambia.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. The Objectives of the Study

The objectives of the Study are to investigate the technical and economic feasibility of manufacturing briquettes using the ^{waste} slurries which are produced by coal processing in the Maamba Collieries Ltd., and of developing a new type of stove for briquettes, and to formulate the master plan for the implementation of the briquettes development project in the Republic of Zambia.

MNS

III. Scope of the Study

In order to achieve the above objectives, the Study will cover the following items:

1. Present situation and future prospects of the supply and demand of household fuels in the Republic of Zambia.
 - (a) Classification of household fuels, fuel usage, supply-demand, and price structures

- (b) Fuel imports
 - (c) Household expenditure and consumers' response to different types of household fuels.
 - (d) Acts and regulations governing usage of fuels
2. Policy of the Government of Zambia with respect to the development of briquettes and stoves
 3. Demand forecasting of briquettes and stoves in the households in the urban and rural area
 4. Resources and materials for manufacturing briquettes and stoves:
 - (a) Volume and qualities of slurry resources at the Maamba Collieries Ltd.
 - (b) Qualities and supply of briquettes binder
 - (c) Qualities and supply of resources and materials for manufacturing stoves
 - (d) Other relevant resources
 5. Production technology of briquettes:
 - (a) Review of production technology developed by National Council for Scientific Research (hereinafter referred to as "NCSR")
 - (b) Testing and analysis of slurry, briquettes binder and other raw materials (physicochemical analysis, combustion analysis, etc.)
 - (c) Briquette manufacturing methods and production process
 6. Production technology of stoves
 - (a) Purpose of stove users - for cooking or room heating
 - (b) Adaptability of stoves to different fuels such as firewoods, charcoal and briquettes

- (c) Physicochemical analysis of materials for stoves
- (d) Stove manufacturing methods and production process
- 7. Marketing and distribution of briquettes and stoves
- 8. Construction study of pilot plants for briquettes and stoves
 - (a) Site selection of pilot plants
 - (b) Conceptual design and cost estimation of the pilot plants for briquettes and stoves
 - (c) Supply methods of resources and materials
 - (d) Utilities (water, sewerage, electricity, etc.)
 - (e) Construction schedule
 - (f) Operational planning
 - (g) Operational costs
- 9. Operation and management organization of the Briquettes Development Project in the Republic of Zambia
- 10. Project evaluation
 - (a) Financial analysis
 - (b) Economic comparison between briquettes and charcoal as household fuels
 - (c) Economic evaluation
- 11. Conclusion and recommendations

IV. Steps and Schedule of the Study

1. Steps

Step 1: Preparatory office work in Japan

Step 2: Field work in the Republic of Zambia

Step 3: Home office work in Japan

Step 4: Presentation of and discussion on the Draft Final Report

2. Schedule

As shown in Annex

V. Reports

JICA shall prepare and submit the following reports written in English to the Government of Zambia:

1. Progress Reports at the end of Step 2: 10 copies
2. Draft Final Report and its summary within 6.5 (six and a half) months after the end of Step 2: 15 copies
3. Final Report and its summary within 2.5 (two and a half) months after the receipt of comments on the Draft Final Report by the Government of Zambia: 30 copies

VI. Undertaking of the Government of Zambia

1. To facilitate the smooth implementation of the Study, the Government of Zambia shall take necessary measures;

- (a) To secure the safety of the Team
 - (b) To permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in the Republic of Zambia for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements
 - (c) To exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into the Republic of Zambia for the implementation of the Study
 - (d) To exempt the members of the Team from income taxes and other charges of any kinds imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study
 - (e) To provide the necessary facilities to the Team for the remittance as well as utilities of fund introduced in the Republic of Zambia from Japan in connection with the implementation of the Study
 - (f) To provide medical services as needed and its expenses will be chargeable on the members of the Team
 - (g) To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study
 - (h) To secure permission to take all data and documents related to the Study (including photographs) out of the Republic of Zambia to Japan by the Team
2. The Government of Zambia shall bear claims, if any arises against the members of the Japanese study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the Japanese members of the Team.
3. NCSR shall act as counterpart agency to the Japanese study team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.

4. NCSR shall, at its own expense, provide the Japanese study team with the following, in cooperation with other relevant organizations:

- (a) Available data and information related to the Study
- (b) Counterpart personnel
- (c) Suitable office space with necessary equipment
- (d) Identification cards

VII. Undertaking of JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- 1. To dispatch, at its own expense, the Team to the Republic of Zambia
- 2. To pursue technology transfer to ~~the Republic of Zambia~~ counterpart personnel in the course of the Study

⑤
MNS.

VIII. Consultation

JICA and NCSR shall consult with each other in respect of any matter that may arise in the interpretation of implementation of the present arrangement.

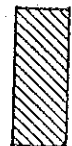
Tentative Schedule of the Study

Annex

Year & Month Item	1 9 8 6											
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Preparatory Office Work (Step 1)												
Field Work (Step 2)												
Home Office Work (Step 3)												
Presentation of Draft Final Report (Step 4)												
Submission of Final Report												



In Japan



In the Republic of Zambia

Communications should be addressed
to the Permanent Secretary

Telephone LUSAKA 213872

Telegrams: FINANCE, RIDGEWAY

In reply, please quote

MF/NCDP/101/7/69



REPUBLIC OF ZAMBIA

MINISTRY OF FINANCE

P.O. BOX 50062
LUSAKA

16th December, 1985

The Secretary General,
National Council for
Scientific Research,
LUSAKA

ATT: PROF. SIAMWIZA

Dear Sir,

STUDY ON BRIQUETTES DEVELOPMENT
PROJECT IN ZAMBIA

Reference is made to the draft regarding the above project proposal agreed upon between the Japanese International Cooperation Agency and the National Council for Scientific Research.

I am pleased to inform you that the Government of the Republic of Zambia has approved the project. You may therefore arrange and sign the agreed performance of work with the Japanese officials.

Yours faithfully,

A handwritten signature in cursive script, appearing to read 'D. Kasunga'.

D. Kasunga
for/PERMANENT SECRETARY
MINISTRY OF FINANCE