

ザンビア共和国
豆炭生産計画
調査報告書
(要約)

昭和61年12月

国際協力事業団

33
15
PI

JICA LIBRARY



1029785[1]

ザンビア共和国
豆炭生産計画
調査報告書
(要約)

昭和61年12月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	87. 1. 29	533
登録 No.	15932	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榎田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。

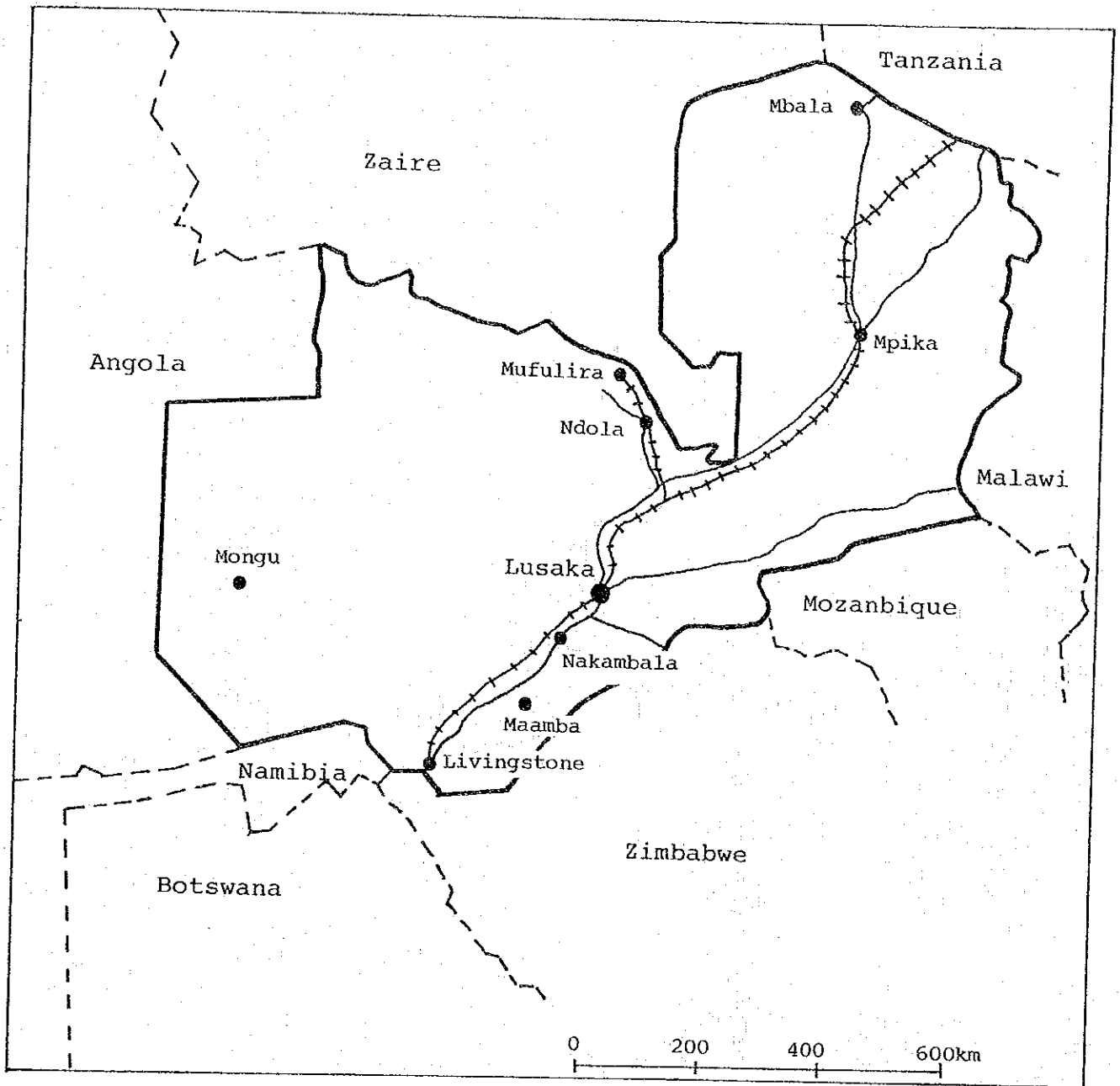
同調査団は、ザンビア共和国政府および関係機関と協議しつつ、その全面的な協力を得て、ルサカ、マンバ及びその他の関連する地域の踏査、関係資料の収集等を行った。帰国後、現地調査の結果をふまえ関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

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



目 次

まえがき	
1. プロジェクトの概要	1
2. プロジェクトの目的	1
3. 主要検討事項	1
4. 本計画調査の主たる結果	2
5. プロジェクトスキーム	3
6. 豆炭市場と豆炭の品質	4
7. 陶製コンロ市場とその品質	9
8. 豆炭原料	12
9. 陶製コンロの原料	17
10. 豆炭の試製	17
11. 陶製コンロの試製	18
12. ザンビア国のエネルギー事情	19
13. プロセスフロー、主要装置の配列	20
14. 附帯設備	22
15. プロットプラン	22
16. プラントの立地とサイト	23
17. インフラストラクチャー	23
18. 輸 送	25
19. 公害環境問題	26
20. 建設工事	26
21. スケジュール	27
22. 投資コスト、全資金所要額	27
23. 財務分析	28
24. 組 織	36
25. パイロットプラントの研究課題	37
26. 総合評価	37

まえがき

本報告書はザンビア共和国豆炭生産計画調査報告書の要約版である。

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、本計画調査の報告書を作成した。

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。

プロジェクトスキーム決定後は、豆炭及びコンロの試作を行ない、その結果に基づき、豆炭とコンロのパイロットプラントの概念設計を行い、プラントの建設工事に関するコスト積算と建設スケジュールの検討を行った。以上の調査結果の概要を以下に報告する。

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、木炭とパ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、熱効率の悪いパ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、カフェ、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	ルサカのナムヌンガ工業団地								
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	<table border="0"> <tr> <td>カーボニゼーション後のスラリー</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>バガスの炭</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>モラシス</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>消石灰</td> <td>3</td> </tr> </table>	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
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。Table 1 に 1985 年の家庭用木炭の推定需要を示す。これに約 4,000 トンの業務用需要が加わる。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言うことである。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。Table 2 に 1985 年から 2000 年までの木炭推定需要のうち 1 パーセントから 5 パーセントまで豆炭で置き替えた場合の豆炭推定需要を示す。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 (Table 3 参照)。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。オープンマーケットの他に、居住区の木炭店も有力であり、活用すべきである。更に詳細報告書 4.4.1 に示した流通業者も活用すべきである。

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。Figure 1 及び 2 にルサカの Low-cost 住宅図及びクッキングスタイルを示す。

Table 1 1985 Estimated Household Charcoal Demand in Lusaka
by Projected Population

	Share in Total Population*(%)	Projected Population**	Charcoal Consump. Rate*** (Kgs/Year/Capita)	Charcoal Demand (Ton/Year)
Projected				
Households :	100.00	909,976		
With Electricity				
- High Cost Group :	19.13	174,078	61.30	10,671
- Medium/Low Cost Group :	22.26	202,561	151.90	30,769
Without Electricity				
- Medium/Low Cost Group :	40.18	365,628	194.40	71,078
- Low Cost Group :	18.43	167,709	213.70	35,839
Estimated Charcoal Demand :				148,357

Source : * Prices & Incomes Commission

** 1980 Population and Housing Census of Zambia

*** The Status and Impact of Woodfuel in Urban Zambia

目標工場渡し価格の 200K/トン は小売段階で豆炭が木炭と競合できるように定め
た。現地調査段階で、木炭価格は、ルサカの卸売価格で 309K/トン、オープンマー
ケットの小売で 370~380K/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 230K/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。Table 4 に1978年、1986年3月の木炭価格の積みあ
げを示す。ただし 1 Bag=25.6kgとする。

Table 2 Projected Coal Briquettes Demand in Lusaka by Market Penetration of Household Charcoal Market

	1985	1990	1995	2000
Projected Population * :	909,976	1,211,573	1,607,537	2,123,658
Projected Charcoal Demand ** (Ton/Year) :	148,357	197,528	262,084	346,229
Heating Value (Thousand Million Kcal):	1,038.50	1,382.70	1,834.59	2,423.61
Projected Coal Briquettes Demand (Ton/Year) :				
Market Penetration Rate				
1 % Case	1,997	2,657	3,528	4,661
2 % Case	3,994	5,318	7,056	9,322
3 % Case	5,991	7,977	10,584	13,982
4 % Case	7,988	10,636	14,112	18,643
5 % Case	9,986	13,295	17,640	23,304

Source : * 1980 Population and Housing Census of Zambia

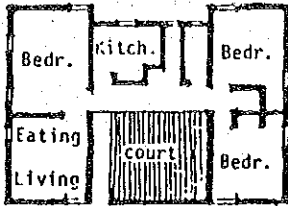
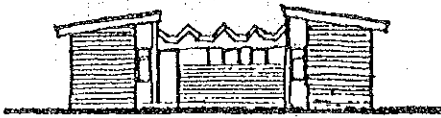
** Table 4 - 2 - 6

Note : Heating values of charcoal and briquettes are assumed to be 7,000 Kcal/kg and 5,200 Kcal/kg, respectively.

Table 3 Estimated Charcoal Supply in Lusaka Market

Name of Markets	No. of Shops (Shops)	Daily Sales Vol. (Bags/Day/Shop)	Ave. Selling Days (Days/Year)	Ann. Sales Vol. (1,000 Bags/Year)
1. Arrakan Barracks	4	3.33	360	4.80
2. Chachacha Road	0	0.00	0	0.00
3. Chainda	2	3.33	360	2.40
4. Chaisa	10	350.00	360	1,260.00
5. Chawama	6	201.50	360	435.24
6. Chelston	7	16.00	365	40.88
7. Chibolya (Soveto)	9	13.50	360	43.74
8. Chifundo	2	45.00	360	32.40
9. Chilenje	5	35.00	360	63.00
10. Chilulu	4	80.00	300	96.00
11. Chingwere	1	62.00	360	22.32
12. Chipata	13	152.00	300	592.80
13. Chitukuko	10	350.00	365	1,277.50
14. Chunga	0	0.00	0	0.00
15. Garden	4	92.50	360	133.20
16. John Howard	6	6.00	365	13.14
17. Kabwata	5	12.50	360	22.50
18. Kalingalinga	6	11.50	300	20.70
19. Kanyama (New)	1	10.50	360	3.78
20. Kaunda Square	10	80.00	300	240.00
21. Kulima Tower	0	0.00	0	0.00
22. Libala	3	155.00	365	169.73
23. Lilanda	3	201.50	300	181.35
24. Longacres	0	0.00	0	0.00
25. Lubuma (Kamwala)	14	11.00	365	56.21
26. Malipote	4	26.00	300	31.20
27. Mandevu	8	3.33	360	9.59
28. Matero	5	176.50	360	317.70
29. Mutambe	6	32.50	365	71.18
30. Mutendere	17	8.00	360	48.96
31. Mwaziona	0	0.00	0	0.00
32. Ngombe	1	25.50	300	7.65
33. Northmead	1	201.50	300	60.45
34. Nyerere	0	0.00	0	0.00
35. Olympia Park	0	0.00	0	0.00
Total	167	-	-	5,258.40

(Source: JICA)



Low-Cost-House Type 302

Plinth area = 63,0 sq.m.
 Largest house type for junior
 civil servants

Figure 1 Typical Plan of Low-Cost-House

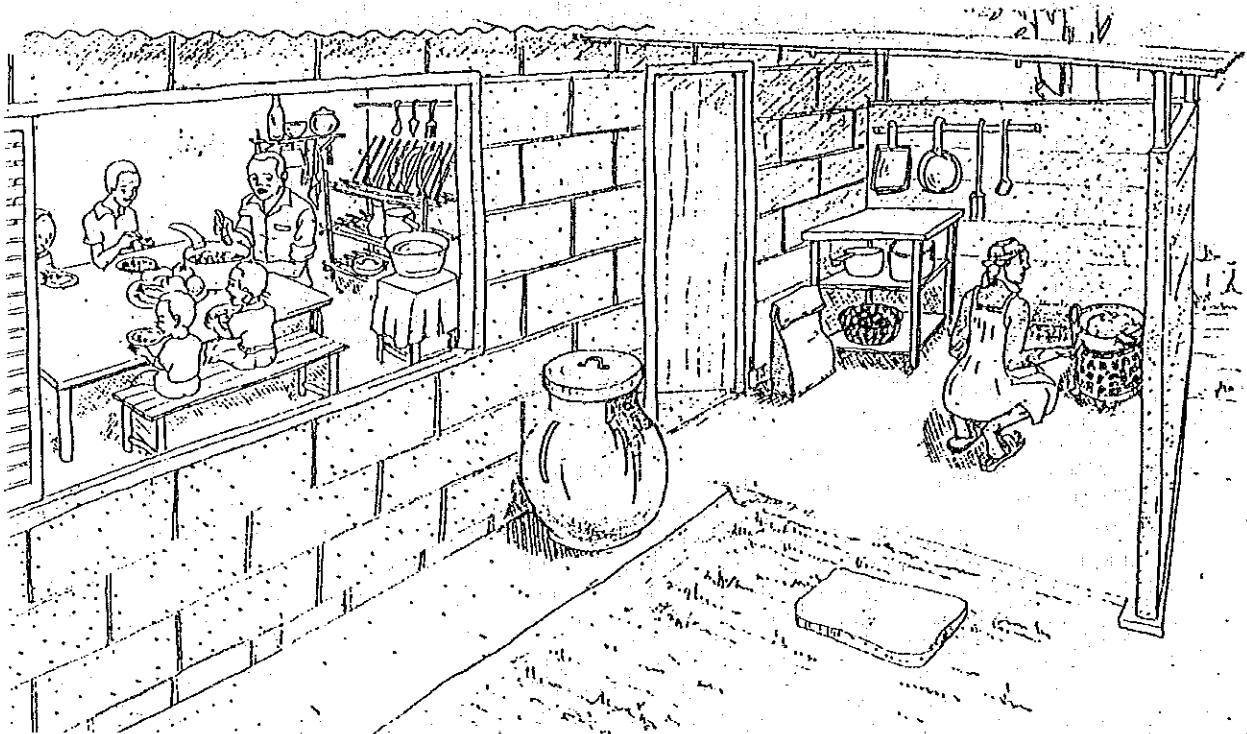


Figure 2 Picture of Cooking Style

Table 4 Structure of Charcoal Price in Lusaka

	(Kwacha/Bag)					
	1978		1986 Mar.		Growth	Growth
	Price	(%)	Price	(%)	Rate of Price(%)	Rate of Share(%)
Producer Price	2.50	55.6	5.00	41.7	100.0	-25.0
Transportation Fee	1.00	22.2	3.80*	31.7	280.0	42.5
Forest Department Fee	0.10	2.2	0.10	0.8	0.0	63.6
Trader Profit	0.90	20.0	3.10	25.8	244.4	29.0
Empty Bag Price	0.50	—	3.00	—	500.0	—
Total Price Inputs	5.00	—	15.00	—	200.0	—
Retail Price						
(Less Empty Bag)	4.50	100.0	12.00	100.0	166.7	—

* Hired truck fee plus cost

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も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。Table 5 に家庭用バウラの推定需要量を示す。Table 6 に1985年から2000年までのバウラ推定需要のうち、5パーセントから20パーセントまでを陶製コンロで置き替えた場合の陶製コンロの推定需要量を示す。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、豆炭を売るために選んだ、オープンマーケットの木炭店でも売べきである。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。

Table 5 Projected Mbaulas Demand in Lusaka by Projected Households

	Share in Total Households*(%)	1985		1990		1995		2000	
		Mbaulas Consump. Rate*** (Pieces/Year/Household)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)	Mbaulas Demand (1,000 Pieces/Year)	No. of Households (1,000 Households)
Projected Households**:	100.00	-	182.80	-	242.70	-	321.80	-	411.40
With Electricity:									
- High Cost Group:	19.13	0.250	34.97	8.74	46.43	11.61	61.56	15.39	78.70
- Medium/Low Cost Group:	22.26	0.333	40.69	13.55	54.03	17.99	71.63	23.85	91.58
Without Electricity:									
- Medium/Low Cost Group:	40.18	0.400	73.45	29.38	97.52	39.01	129.30	51.72	165.30
- Low Cost Group:	18.43	1.000	33.69	33.69	44.73	44.73	59.31	59.31	75.82
Projected Mbaulas Demand:	-	-	-	85.36	-	113.33	-	150.27	-
									192.11

Source: * Prices & Incomes Commission
 ** 1980 Population and Housing Census of Zambia
 *** National Council for Scientific Research

Table 6 Projected Clay Stoves Demand in Lusaka by Market Penetration of Mbaulas Market

	1985	1990	1995	2000
Projected Households*				
(1000 Households/Year) :	182.80	242.70	321.80	411.40
Projected Mbaulas Demand**				
(1000 Pieces/Year) :	85.36	113.33	150.27	192.11
Projected Clay Stoves Demand (Pieces/Year) :				
Market Penetration Rate				
5 % Case	4,268	5,667	7,514	9,606
6 % Case	5,122	6,800	9,016	11,527
7 % Case	5,975	7,933	10,519	13,448
8 % Case	6,829	9,066	12,022	15,369
9 % Case	7,682	10,200	13,524	17,290
10% Case	8,536	11,333	15,027	19,211
11% Case	9,390	12,466	16,530	21,132
12% Case	10,243	13,600	18,032	23,053
13% Case	11,097	14,733	19,535	24,974
14% Case	11,950	15,866	21,038	26,895
15% Case	12,804	17,000	22,541	28,817
16% Case	13,658	18,133	24,043	30,738
17% Case	14,511	19,266	25,546	32,659
18% Case	15,365	20,399	27,049	34,580
19% Case	16,218	21,533	28,551	36,501
20% Case	17,072	22,666	30,054	38,422

Source : * 1980 Population and Housing of Zambia

** Table 4 - 3 - 3

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（旧ポンド）を完全に埋めており、水切も充分である。もう一つ（新ポンド）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。Figure 3 に旧ポンドの略図と現地調査時のサンプル採取位置を示す。サンプルの粒度分布と工業分析結果をTable 7 及び8に示す。C点のサンプルは灰分、イオウ分とも高く、原料はD点より下流のものを使用するのが望ましい。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。10トントラックで約120回の輸送量である。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。

Table 7 Sieve Analysis of Slurries

Mesh	mm	A-Bottom	A-mix.	B-mix.	C-mix.	D-mix.	F-mix.	G-mix.
		%	%	%	%	%	%	%
10	1.65	0.9	3.2	0.4	4.0	5.5	3.0	7.3
20	0.84	5.2	10.5	2.8	11.0	11.2	} 22.9	} 25.8
30	0.59	19.8	18.5	6.0	19.9	19.0		
40	0.42	16.5	11.2	6.0	13.0	11.0	} 29.8	} 23.5
50	0.30	18.5	9.9	7.1	11.8	10.2		
60	0.25	11.8	8.1	10.7	8.9	7.8		
100	0.15	13.6	12.6	16.9	12.8	11.7	17.6	11.6
-100		12.7	25.0	46.2	17.9	20.9	26.7	31.8
Loss		1.0	1.0	3.9	0.7	2.7	—	—
計		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
moisture %		10.8	16.1	21.6	12.1	14.3	13.4	16.0
bulk density			0.7-0.8					
			0.9(Wet)					

COAL SLURRIES SAMPLING LOCATION (SCALE : 1/1000)



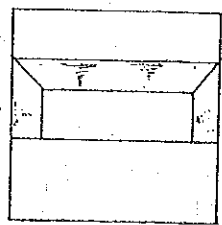
NOTE

(1) ⊙ A~G : SAMPLED DEPTH 0~2m
(C & E, NOT SAMPLED)

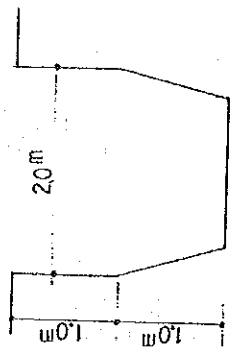
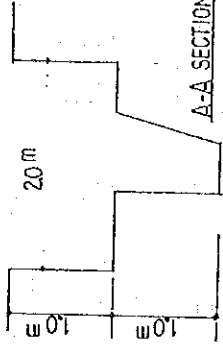
(2) ○ : SAMPLED DEPTH 0.3~0.5m

ACCESS (UN PAVED)

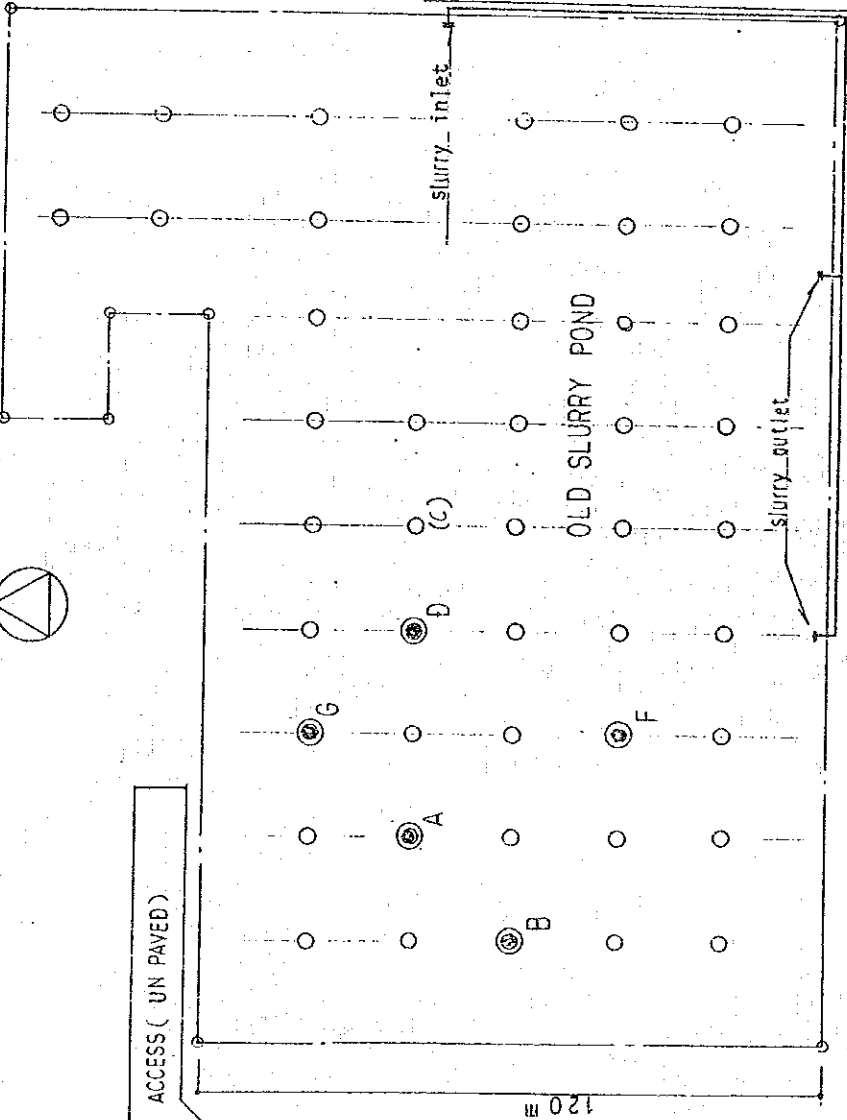
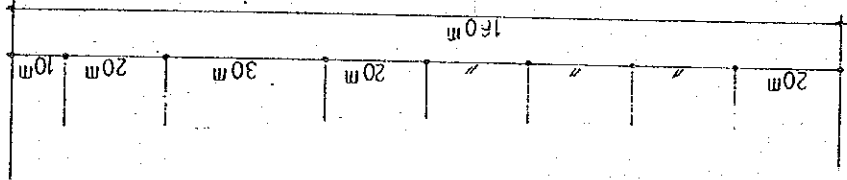
SAMPLING HOLE DETAIL (TYPICAL)



PLAN (1/50)



B-B SECTION



slurry transfer pipe

Table 8 Proximate Analysis of Slurries

	A-Bottom	A-mix.	B-mix.	C-mix.	D-mix.	F-mix.	G-mix
Inherent moisture	2.31%	2.28	2.51	1.75	2.24	2.50	2.30
Ash	22.64	22.39	22.14	33.06	25.10	25.10	22.30
Volatile matter	17.78	18.95	19.93	19.90	19.44	19.90	18.96
Fixed carbon	57.27	56.38	54.42	45.25	53.22	52.50	56.44
Heating value	5891	5894	5863	4899	5657	5704	5922
Total sulfur	1.07	1.29	1.00	2.43	1.44	1.47	1.40

(2) バガス

バガスを炭化させて軟かい炭を作り、豆炭に混合して燃焼性を向上するために使用する。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。バガスの篩分試験、工業分析、元素分析を他の類似物質と比較して Table 9、10、11に示す。

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。

Table 11 Ultimate Analysis of Bagasse and Saw dust

		Bagasse	Sawdust	Cellulose	Wood
Carbon	%	47.3	51.0	44.4	49.7
Hydrogen	%	5.4	6.1	6.2	6.1
Oxygen	%	41.7	42.4	49.4	44.1
Nitrogen	%	0.4	0.1	—	0.1
Sulfur	%	0.0	0.0	—	—
Ash	%	5.2	0.4	—	—
		100.0	100.0		

(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 程度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) カフェの Nitrogen Chemicals Zambiaのガス化残渣

カフェに Nitrogen Chemicals Zambiaがありマンバ炭をコッパース・トチェック噴流ガス化炉でガス化して、硝安等の肥料、爆薬原料を生産している。

このガス化工場から発生するカーボン残渣の豆炭原料としての調査を行った。

炭素含量は25%で、しかも微粉炭ガス化の残渣であるから煤状の微粉炭素である。工場内では水懸濁液であり、沈降池ではパイライトシンダーと混在し、使用不可と判定した。

(6) 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

プラント候補地がマンバ地区、ナカンバラ地区、ルサカ地区と3地域にわたっていたため、この3地域にわたり、粘土を調査した。結局、マンバ地区には適当な粘土が発見されず、ナカンバラ地区より1種類、ルサカ地区より4種類、合計5種類のサンプルを採取した。試製は試行錯誤の結果、最終的に原料の入手、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
グログ	20

チャンババレー粘土はルサカ近郊に産出し、埋蔵量も豊富で現在レンガ製造に用いられている。グロ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。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	2,305

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。試製コンロの構造を Figure 4 に示す。

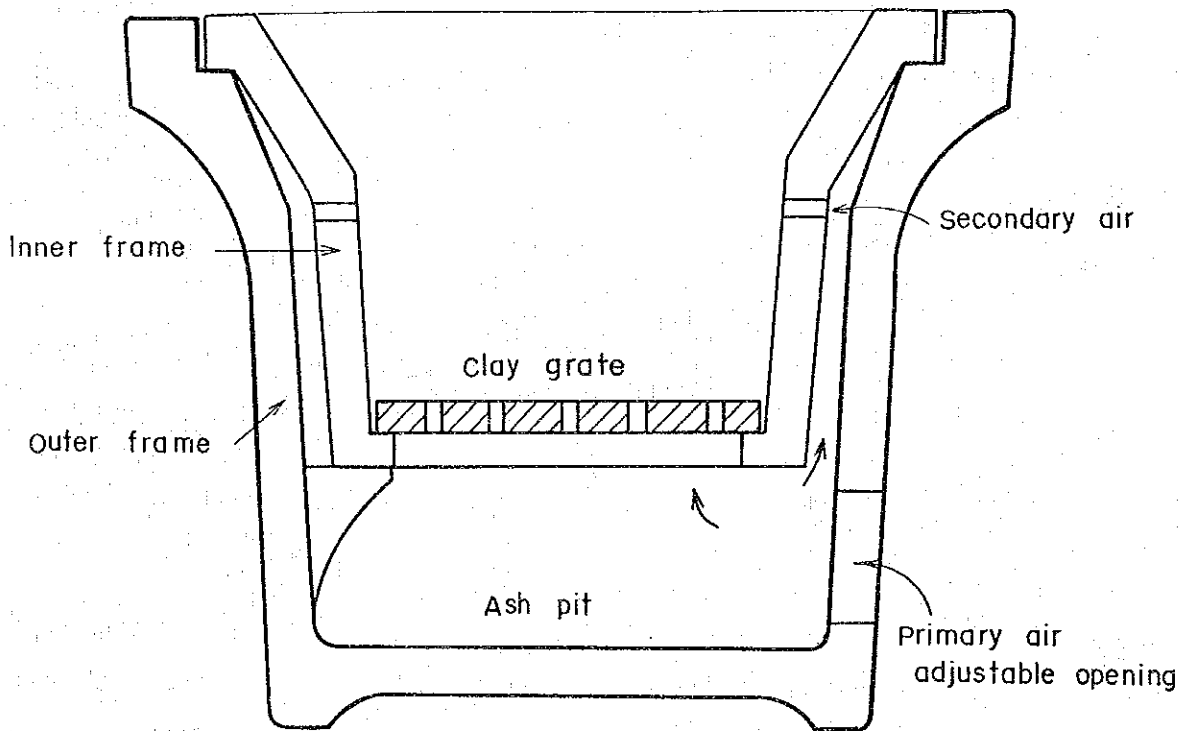


Figure 4 Double - Frame Clay Stove

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。本計画調査でも詳細レポートに記載のとおり、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

豆炭製造プロセスは、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。陶製コンロ製造プロセスは、原料の精製、成形、仕上げ、焼成の順となる。豆炭及び陶製コンロの工程図を Figure 5、6 に示す。

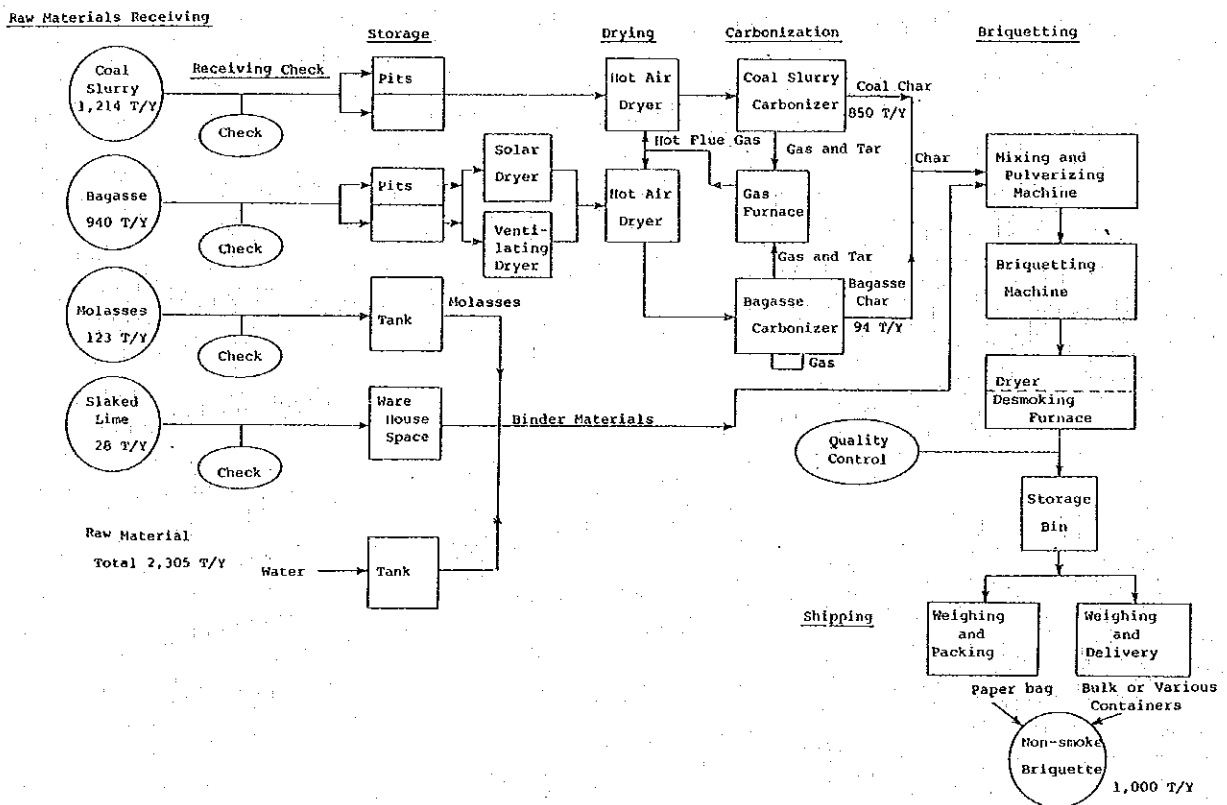


Figure 5 Flow Sheet of Non-Smoking Briquette Process

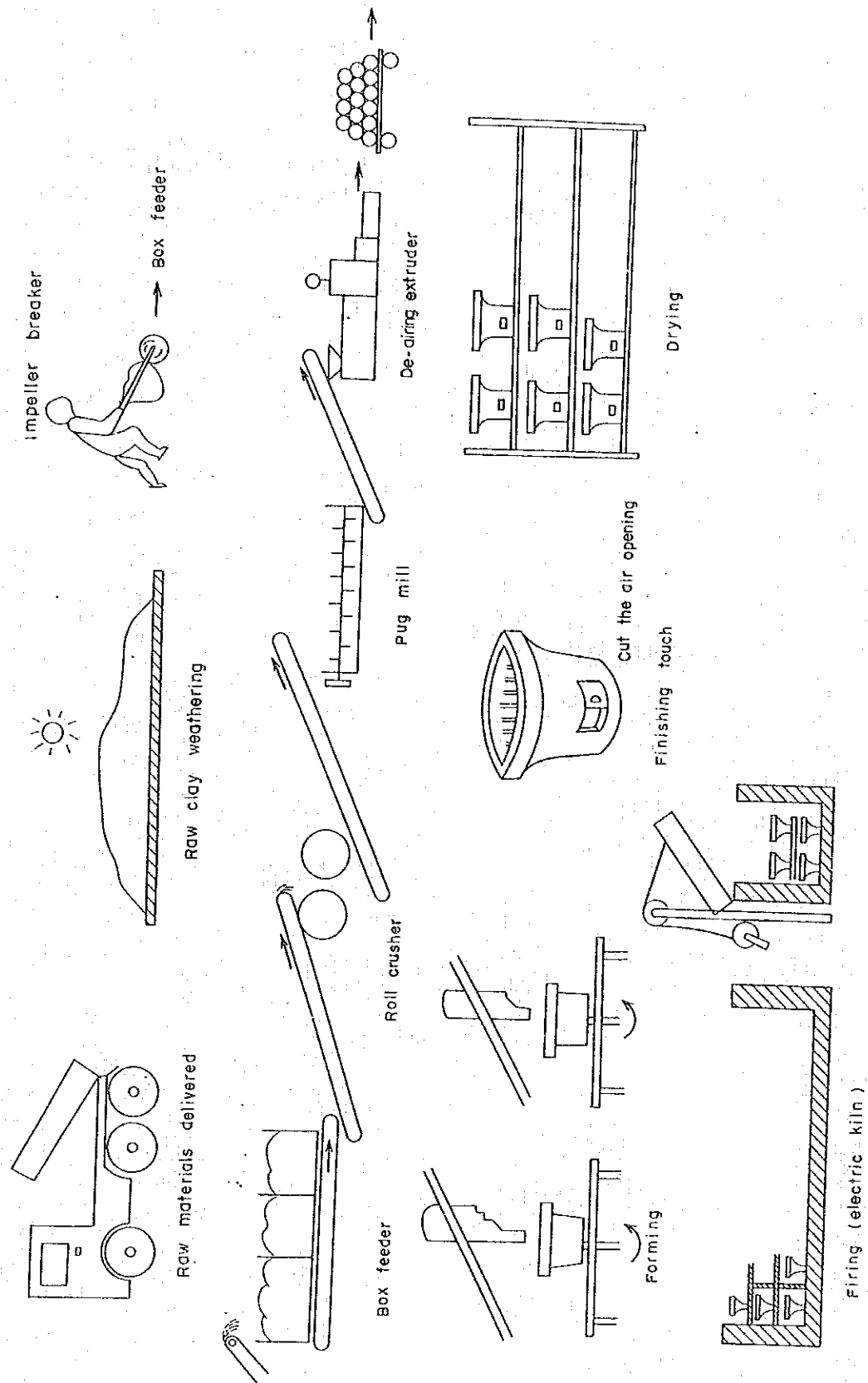


Figure 6 Clay Stove Production Flow

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。
 主なるものとしては、原料及び製品輸送のための10トンドンプトラック3台、ピク
 クアップ1台がある。

15. プロットプラン

ナムンガの 12,000 m²の用地に十分全設備配置できる。配置図を Figure 7 に示
 す。

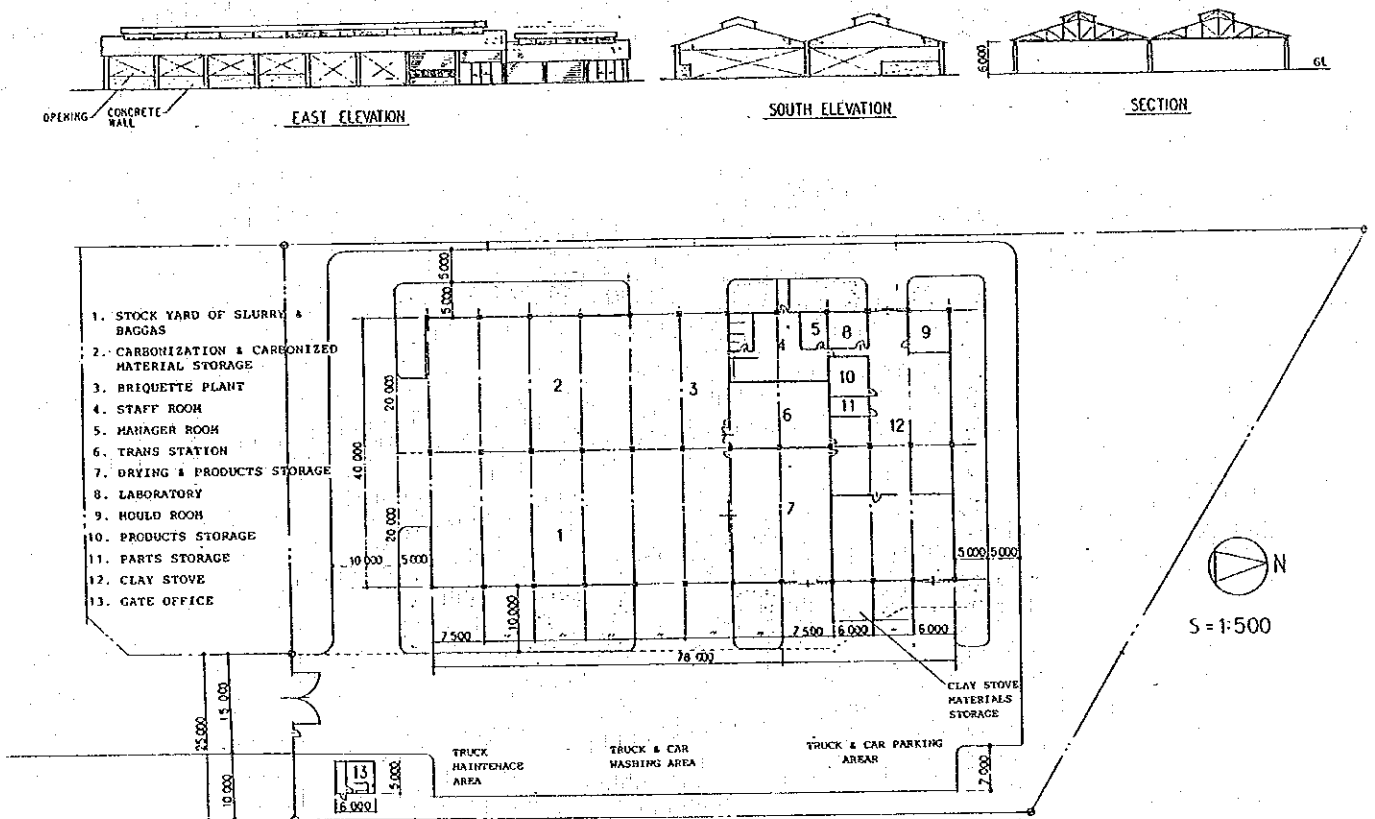


Figure 7 Plot Plan

ZAMBIA COAL BRIQUETTES FACTORY PROJECT
 (PRELIMINARY)

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。ルサカ、ナカンバラ、マンバの経済性の比較は、詳細レポート第10章 10.2.1 立地による経済的得失にて定量的に説明する。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、借用または使用権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。原料輸送にかかわるインフラストラクチャーの評価をTable 12にまとめる。

Table 12 Infrastructure related to Transportation

	<u>Route & Distance (km)</u>	<u>Availability Width (m)</u>	<u>Condition of Surface</u>	<u>Condition of Bridge</u>	<u>Flooded Place</u>	<u>Maintenance</u>	<u>Route & Distance (km)</u>	<u>Available Station</u>	<u>Available Stockyard</u>
1. Maamba-Batoka	66	Yes 7	Paved good	4 (concrete)	1 35 km from Maamba	Soil sand filling	-	-	-
2. Maamba-Masuku	28	Yes 3.5	Not paved Bad	0	2	Cutting & filling	11.7 (ropeway)	Yes	Open air
3. Masuku-Batoka	89	Yes 6	Not paved Not good	3 Not good	2	Soil filling	95	Yes	Open air
4. Batoka-Mazabuka	128	Yes 7	Paved Good	3 Good	0	Soil & sand filling	130	-	Warehouse
5. Mazabuka-Kafue	81	Yes 7	Paved Good	3	0	ditto	48	Yes	Open air
6. Kafue-Lusaka	44	Yes 7	Paved Good	1 (steel truss) Good	0	complete	48	Yes	Open air
7. Neganega Clay Depo.-Kafue	rural 1 connect 20 main 12	No Yes Yes	Bush Not paved Paved	0 1 Not good	1	Soil filling	0	Yes	Open air
8. Kasisi Clay Depo.-NCSR	rural 3 connect 5 main 4	No Yes Yes	Bush Not paved Paved	0	-	No soil filling complete	-	-	-
9. Venter & Chamba Valley clay Depo.	in the city	Yes 7	Paved Good	0	0	complete	-	-	-

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。

立 地	輸 送 方 向		
	マ ン バ	ナカンバラ	ル サ カ
マンバ	←	←	←
			→
ナカンバラ		→	→
ルサカ			→

バガス、モラシス
 消石灰
 豆炭
 スラリー、消石灰
 豆炭
 スラリー
 バガス、モラシス

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よう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。建設工事用電力も仮設できる。

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

(1) 財務分析手法

本財務分析では、以下の3段階で財務評価を行う。

総所要資金、製品の製造コストなどの費用と販売収入を基に、財務諸表を作成し、内部収益率（IRR：Internal Rate of Return）を算出し、財務評価を行う。（ケース1）

上記の手法で財務分析を行い、その結果がインフィジブルになった場合には、総所要資金から建設費と建中金利を除外して、再度財務分析を行う。（ケース2）

建設費と建中金利を除外しても、インフィジブルになった場合は、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を除外して財務分析を行う。（ケース3）

(2) 財務分析の主要前提条件

プロジェクトの期間

建設期間：15か月

運転期間：10年

価格の基準

財務分析で用いる建設費、製造コスト、製品価格については、1986年3月固定価格とし、エスカレーションは見込んでいない。計算は全て現地通貨で行い、外貨分の費用は、以下の換算レートを用いて、現地通貨（Kwacha）に換算する。

・ U.S \$ 1 = 6.76 Kwachas

・ Kwacha 1 = 26.6円

稼働率

・ 初年度 : 50%

・ 2年度 : 70%

・ 3年以降 : 100%

資金計画

(a) 総所要資金の調達方法

・ 内貨部分：NCSRの自己資金または、高等教育省等の政府機関からの援助金

・ 外貨部分：長期借入金

(b) 長期借入金条件

- ・金利：3% p.a.
- ・返済：20回/10年、元本定額返済
- ・返済免除期間：操業開始後5年間
- ・建中金利は、借入金元本に繰り入れるものとする。

(c) 短期借入金

- ・金利：26% p.a.
- ・返済：翌年全額返済

減価償却

減価償却方法は、下記の通りとする。

	償却方法	残存価値 (%)
機器及び機械類	30%定率	—
建屋及び土木	20年定額	0
操業前費用	20年定額	0
建中金利	償却不可	—

税金

本プロジェクトは、ナショナルプロジェクトであり、税金は全て免除されるものとする。

(3) 財務分析結果

ケース1の、プラント建設費、建中金利等、全ての投資コストを考慮した場合、極めて低利で有利な長期借入金を想定しているにもかかわらず、操業期間のいずれの年度においても資金不足を生じ、この資金不足を補うために導入される短期借入金の金利が、プロジェクトの資金繰りをより圧迫している。

キャッシュフロー分析においても、全ての年度においてマイナスキャッシュフローとなり、IRRの算出は不可能である。

以上の観点から、本ケースにおけるプロジェクトの採算性は極めて悪く、企業として成り立ち得ないと結論づけられる。

ケース2の総所要資金、すなわち、プラント建設費と建中金利をゼロと仮定した場合の総所要資金は、操業前費用（9,410K）と初期運転資金（5,000K）の合計の14,410Kとなる。しかし、本プロジェクトの採算性はたとえプラント建設費と建中金

利を除外しても、極めて不良である。即ち、各年の運転費用が製品の販売収入を上回り、各年のキャッシュフローも全てマイナスキャッシュフローとなっている。とりわけ、プラントの修繕費と保険料は、年間の販売収入の約5倍となり、販売収入を大幅に上回る。しかし、以上の修繕費と保険代を除外した運転費用は、販売収入を下回っている。すなわち、外部によるプラント修繕費と保険代の負担がなければ、プラントの運営は不可能である。

従って、本プロジェクトをフィージブルなものにするためには、プラント建設費はもとよりプラント修繕費（スベアパーツ）と保険代金の外部による負担があることが前提となる。操業期間を通して必要となるスベアパーツの代金と保険代はそれぞれ、1,000万K及び157万Kである。

ケース3の場合以下の財務諸表に示す様に、操業期間全体を通して見ると、プロジェクトの採算性は良好である。また豆炭及び陶製コンロの平均製造原価はそれぞれ、162K/トン及び7.9K/個であり、先に設定した販売価格（豆炭：200K/トン、コンロ8.0K/個）での出荷が可能である。

- ・製造原価計算書 (Table 13)
- ・損益計算書 (Table 14)
- ・資金繰表 (Table 15)
- ・貸借対照表 (Table 16)
- ・現金流入表 (Table 17)

(Unit: '000 Kwachas)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
<< Coal Briquettes >>													
Production Volume (tons/year)	--	--	500	700	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9,200
Variable Operating Expenses													
Coal Slurry	--	--	33.09	39.52	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	465.97
Bagasse	--	--	14.08	15.76	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	175.97
Molasses	--	--	3.62	4.63	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	57.39
Slaked Lime	--	--	6.16	8.62	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	113.46
Electricity	--	--	9.54	13.36	19.09	19.09	19.09	19.09	19.09	19.09	19.09	19.09	175.59
Water	--	--	0.38	0.57	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	7.79
Sub-total	--	--	66.87	82.46	105.86	105.86	105.86	105.86	105.86	105.86	105.86	105.86	996.19
Fixed Operating Expenses													
Direct Labor	--	--	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	400.00
Maintenance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Insurance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miscellaneous	--	--	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	6.67	66.67
Sub-total	--	--	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	46.67	466.67
Depreciation	--	--	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	6.84
Interest on Long-term Loan	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interest on Short-term Loan	--	--	0.00	8.16	9.79	1.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.28
Total Production Cost	--	--	114.22	137.97	163.00	154.54	153.21	153.21	153.21	153.21	153.21	153.21	1,488.99
Unit Production Cost (K/ton)	--	--	228.45	197.10	163.00	154.54	153.21	153.21	153.21	153.21	153.21	153.21	--
<< Clay Stoves >>													
Production Volume (pieces/year)	--	--	2,000	2,800	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	36,800
Variable Operating Expenses													
Clay	--	--	0.78	1.09	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	14.37
Grog	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Gypsum	--	--	0.20	0.28	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	3.68
Electricity	--	--	1.94	2.71	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	3.87	35.65
Water	--	--	0.13	0.19	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	2.60
Sub-total	--	--	3.05	4.28	6.13	6.13	6.13	6.13	6.13	6.13	6.13	6.13	56.33
Fixed Operating Expenses													
Direct Labor	--	--	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	200.00
Maintenance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Insurance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miscellaneous	--	--	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33	33.33
Sub-total	--	--	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	23.33	233.33
Depreciation	--	--	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.36
Interest on Long-term Loan	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interest on Short-term Loan	--	--	0.00	0.43	0.52	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.02
Total Production Cost	--	--	26.42	28.08	30.01	29.56	29.49	29.49	29.49	29.49	29.49	29.49	291.03
Unit Production Cost (K/piece)	--	--	13.21	10.03	7.50	7.39	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	--

Table 14 Profit and Loss Statement (Case-3)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
(Unit: '000 Kwachas)													
Sales Revenue													
Coal Briquettes	--	--	100.00	140.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,840.00
Clay Stoves	--	--	16.00	22.40	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	294.40
Total	--	--	116.00	162.40	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	2,134.40
Costs & Expenses													
*Variable Operating Expenses													
Coal Slurry	--	--	33.09	39.32	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	465.97
Bagasse	--	--	14.08	15.76	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	175.97
Molasses	--	--	3.62	4.63	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	57.39
Slaked Lime	--	--	6.16	8.62	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	115.48
Clay	--	--	0.78	1.09	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	14.37
Grog	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Gypsum	--	--	0.20	0.28	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	3.68
Electricity	--	--	11.46	16.07	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	211.23
Water	--	--	0.51	0.76	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	10.39
Sub-total	--	--	69.92	86.73	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	1,052.52
*Fixed Operating Expenses													
Direct Labor	--	--	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	600.00
Maintenance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Insurance	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miscellaneous	--	--	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
Sub-total	--	--	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	700.00
Total	--	--	139.92	156.73	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	1,752.52
Depreciation	--	--	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	7.21
Interest on Long-term Loan	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interest on Short-term Loan	--	--	0.00	8.59	10.31	1.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30
Profit before Tax	--	--	-24.64	-3.65	38.99	47.89	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	354.37
Income Tax	--	--	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Profit after Tax	--	--	-24.64	-3.65	38.99	47.89	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	354.37

Table 15 Fund Flow Table (Case-3)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
(Unit: '000 Kwachas)													
Sources of Fund													
Profit-after-Tax	0.00	0.00	-24.64	-3.55	38.99	47.89	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	354.37
Depreciation	0.00	0.00	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	0.72	7.21
Equity	0.00	14.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.41
Long-term Loan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Short-term Loan	0.00	0.00	33.06	39.64	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.09
Increase in Account Payable	0.00	0.00	5.83	1.40	2.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.33
Sub-total	0.00	14.41	14.96	38.11	47.22	48.61	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	454.08
Applications of Fund													
Plant Construction	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pre-operation Expense	0.00	9.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.41
Initial Working Capital	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
Interest during Construction	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Increase in Account Receivable	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Increase in Inventory	0.00	0.00	9.67	3.87	5.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.33
Raw Materials	0.00	0.00	2.38	0.49	0.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60
Products	0.00	0.00	2.91	0.70	1.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.67
Repayment on Long-term Loan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Repayment on Short-term Loan	0.00	0.00	0.00	33.06	39.64	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	78.09
Sub-total	0.00	14.41	14.96	38.11	47.22	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-27.60	92.50
Surplus Funds	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.21	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	361.58
Accumulated Surplus Funds	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.21	93.23	143.25	193.26	243.28	293.30	361.58	361.58

Table 16 Balance Sheet (Case-3)

(Unit: '000 Kwachas)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Current Assets												
Cash on Hand & Bank	0.00	5.00	5.00	5.00	5.00	48.21	98.23	148.25	198.26	248.28	298.30	366.58
Account Receivable	0.00	0.00	9.67	13.53	19.33	19.33	19.33	19.33	19.33	19.33	19.33	0.00
Inventory												
Raw Materials	0.00	0.00	2.38	2.87	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	0.00
Products	0.00	0.00	2.91	3.61	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00
Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Current Assets	0.00	5.00	19.96	25.01	32.60	75.81	125.82	175.84	225.86	275.88	325.89	366.58
Fixed Assets												
Plant	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Intangible Assets	0.00	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41	9.41
Accumulated Depreciation	0.00	0.00	0.72	1.44	2.16	2.88	3.60	4.32	5.04	5.76	6.48	7.21
Book Value	0.00	9.41	8.69	7.97	7.25	6.53	5.81	5.09	4.37	3.65	2.93	2.21
Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Fixed Assets	0.00	9.41	8.69	7.97	7.25	6.53	5.81	5.09	4.37	3.65	2.93	2.21
Total Assets	0.00	14.41	28.65	32.98	39.84	82.33	131.63	180.93	230.25	279.52	328.82	368.78
Current Liabilities												
Account Payable	0.00	0.00	5.83	7.23	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	0.00
Short-term Loan	0.00	0.00	33.06	39.64	5.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Others	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Current Liabilities	0.00	0.00	38.88	46.86	14.73	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	9.33	0.00
Long-term Liabilities												
Long-term Loan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Stockholders Equity												
Capital	0.00	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41	14.41
Retained Earnings	0.00	0.00	-24.64	-28.29	10.70	58.59	107.89	157.19	206.48	255.78	305.08	354.37
Total Equity	0.00	14.41	-10.23	-13.88	25.11	73.00	122.30	171.60	220.89	270.19	319.49	368.78
Total Equity & Liabilities	0.00	14.41	28.65	32.98	39.84	82.33	131.63	180.93	230.25	279.52	328.82	368.78

Table 17 Cash Flow Table (Case-3)

(Unit: '000 Kwachas)

Project Year	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
Cash Inflow													
*Sales Revenue	0.00	0.00	100.00	140.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	1,840.00
Coal Briquettes	0.00	0.00	16.00	22.40	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	32.00	294.40
Clay Stoves	0.00	0.00	116.00	162.40	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	2,134.40
Total Cash Inflow	0.00	0.00	116.00	162.40	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	232.00	2,134.40
Cash Outflow													
*Investment	0.00	14.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.41
*Variable Operating Expenses													
Coal Slurry	0.00	0.00	33.09	39.52	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	49.17	465.97
Bagasse	0.00	0.00	14.08	15.76	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	18.27	175.97
Molasses	0.00	0.00	3.62	4.63	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	6.14	57.39
Slaked Lime	0.00	0.00	6.16	8.62	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	12.34	113.48
Clay	0.00	0.00	0.78	1.09	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	14.37
Gros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Gypsum	0.00	0.00	0.20	0.28	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	3.68
Electricity	0.00	0.00	11.48	16.07	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	22.96	211.23
Water	0.00	0.00	0.51	0.76	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	10.39
Sub-total	0.00	0.00	69.92	86.73	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	111.98	1,052.52
*Fixed Operating Expenses													
Direct Labor	0.00	0.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	600.00
Maintenance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Insurance	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Miscellaneous	0.00	0.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	100.00
Sub-Total	0.00	0.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	70.00	700.00
*Working Capital Increase	0.00	0.00	9.13	3.65	5.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Cash Outflow	0.00	14.41	149.06	160.39	187.46	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	181.98	1,766.93
Net Cash Flow	0.00	-14.41	-33.06	2.01	44.54	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	50.02	367.47
Cumulative Cash Flow	0.00	-14.41	-47.47	-45.45	-0.91	49.11	99.12	149.14	199.16	249.18	299.19	349.21	367.47
Discounted Cash Flow	0.00	-9.26	-13.65	0.53	7.59	5.48	3.52	2.26	1.45	0.93	0.60	0.53	0.00

24. 組織

本パイロットプラントは NCSR が管理運営し、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り、Figure 18-1-1 に示す組織を提案する。また、外国人技術者 2 名（1 名豆炭、1 名コンロ）以上を、プラントの稼動半年前から稼動後 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。

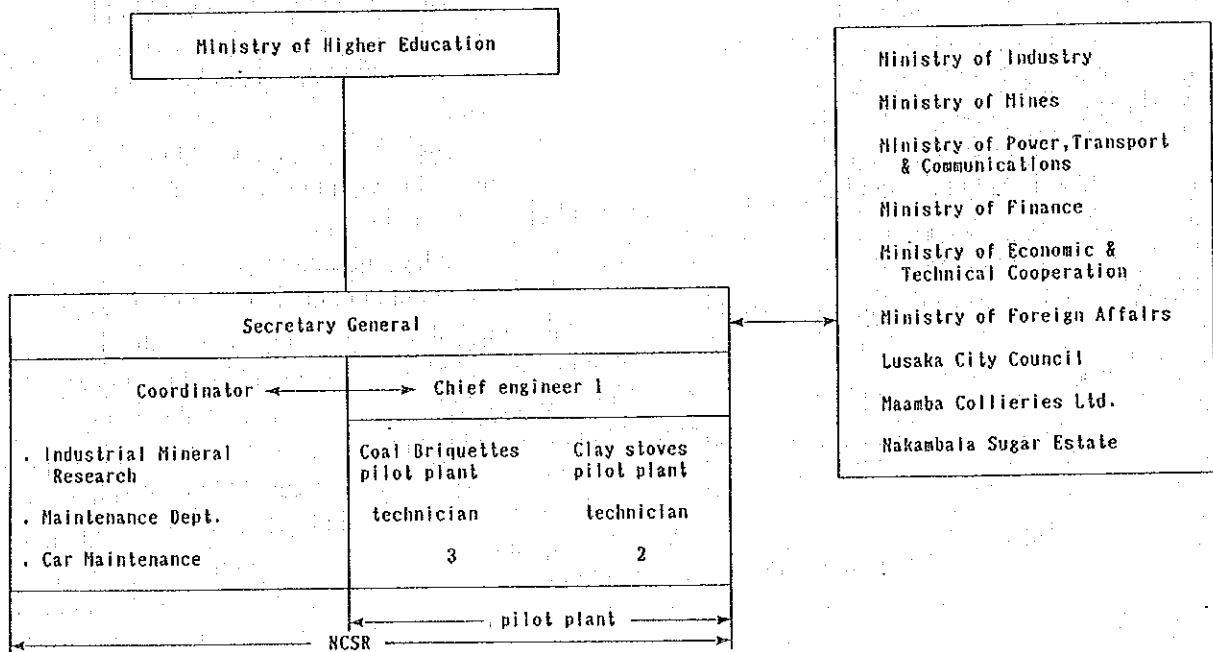


Figure 8 Organization

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、現実を実施した後、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であることを確認し、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。

JICA