

# パキスタン回教共和国 豆炭生産計画調査報告書 (要約)

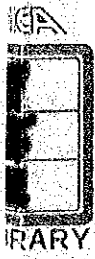
1989年1月

国際協力事業団

パキスタン回教共和国 豆炭生産計画調査報告書 (要約)

一九八九年一月

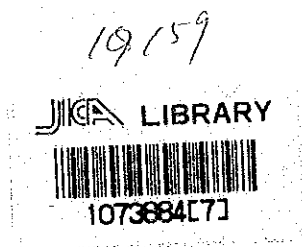
国際協力事業団



工計鋳  
89-49



パキスタン回教共和国  
豆炭生産計画調査報告書  
(要約)



1989年1月

国際協力事業団



国際協力事業団

19159

# 目 次

	<u>ページ</u>
まえがき.....	1
1. 計画の概要.....	3
2. 背景.....	10
3. エネルギー事情.....	15
4. 豆炭市場.....	25
5. 原料.....	37
6. プラントサイトおよびインフラストラクチャー.....	40
7. プロジェクトスキーム.....	42
8. 豆炭試製および燃焼試験.....	45
9. 概念設計.....	47
10. プラント建設.....	49
11. 総資金所要量および運転コスト.....	50
12. 財務経済分析.....	52
13. 総合評価および提言.....	54



## まえがき

本報告書は、パキスタン回教共和国豆炭生産計画調査報告書の要約版である。本要約版は、報告書の概要のみを述べ、詳細に関しては、同時に Pakistan Mineral Development Corporation (PMDC)へ提出した報告書を参照願いたい。

本計画調査の目的は、パキスタン政府が同国ラクラ地区に建設を計画している豆炭プラントの可能性を調査し、可能性があれば、実行にかかわる提言をすることである。本豆炭プロジェクトは、灯油、できれば薪をも代替し得る良質の豆炭の製造を計画している。パキスタンは現在灯油の輸入のため多額の外貨を支払っており、将来一層支払い額が増加すると見込まれ、本計画は国際収支に関し、特に重要視される。

本調査は、市場調査、社会調査、技術調査および財務経済分析よりなる。プラントの能力と豆炭の価格は主として市場調査の結果に基づいて定めた。社会調査は、主原料副原料の入手可能性と価格およびインフラストラクチャーと公共用役の状況の調査を行った。技術調査では、プロセス面の調査と設備関連の調査を行った。プロセス面の調査では、現地産の原料を用いて豆炭の試製および燃焼実験を行い、原料の最適割合率決定の重要な因子とし、また、最適プロセス決定の参考とした。設備面の調査では、設備の設計、プラントコストの積算の他に、有力現地建設業者、機器製造業者、技術者の能力の評価を行った。技術調査ではまた、豆炭燃焼に適したコンロの開発も行った。

国際協力事業団(JICA)とPMDCとの合意に基づき、本計画調査は2段階に分けて実施した。第1次調査は1988年3月から6月まで、第2次調査は6月から12月に実施した。第1次調査は市場の可能性を調査し、6月にインテリムレポートをPMDCへ提出し完了した。第1次調査の結果、市場の有望性が高かったため、直ちに第2次調査へ進んだ。第2次調査は、いわゆる技術経済調査であり、通常の工業プロジェクトのフィージビリティ調査と同じ調査内容である。本調査報告書では、第2次調査の結果のみならず、第1次調査の結果に必要な訂正を加え報告する。

S/Wの段階では、ラクラ炭を主原料とする、バイオマスを調合することの2点以外は、プロジェクトの詳細な定義はなされず、プラントの初期能力、能力拡張計画、製品の品質、使用する原料の種類、原料の調合率、豆炭製造工程、プラント立地、販売戦略、管理方法、価格体系等は本計画調査により決定し提案することを求められた。第1次調査で豆炭の目標性状を定め、需要を予測し、価格体系を定めた。第2次調査では技術経済面を調査し、第2次調査の結果を踏まえて、第1次調査結果に訂正を加えた。

ここでは異なる3つのケースを調査した。ケース1とケース3は常時100パーセント運転可能な能力を設定した。ケース2は常時能力迄の運転はしないものの、急に需要が増大したときに、増産することが可能である。ケース3では、他の2ケースで灯油の補助価格の停止を仮定しているのに対し、この継続を前提とした。ケース1、2および3には、さらにケース1A、2A、3Aとケース1B、2B、3Bを設定した。Aのケースは最初のプラントに限り輸入の洗炭設備と混合成型機を導入するもので、一方Bのケースではすべて国産品を使用する。ケース1Aは財務的に健全であり、本計画調査は、ケース1を実施する価値あると評価し、その効果的な実施方法に関し、提言を述べる。



## 第1章 計画の概要

本計画調査の結果および提言につき述べる。

### 1-1 ケース

下記ケースを設定し検討した。

	能力 (トン/年)		設備	
	初期	最終	洗炭、混合、成型	その他
ケース 1 A	50,000	300,000	輸入	国産
ケース 1 B	50,000	300,000	国産	国産
ケース 2 A	100,000	300,000	輸入	国産
ケース 2 B	100,000	300,000	国産	国産
ケース 3 A	50,000	300,000	輸入	国産
ケース 3 B	50,000	300,000	国産	国産

### 1-2 プラント立地

操業中の炭鉱事務所付近の平坦な土地とする。ラクラ炭田の幹線道路から約1.5キロメートルで、ハイデラバードから北西約80キロメートルに位置する。鉱区No. 88の中である。位置は、図1-1に示す。

### 1-3 原料所要量

下記原料を最終的に選定した。豆炭1トン当りの原料所要量は、下記の通りである。

	単位：トン
ラクラ炭	
原料	1.250
燃料	0.373
バガス	0.325
消石灰	0.0625
粗ろう	0.006
軽油	0.044

#### 1-4 製造工程

製造工程を図1-2に示す。灰分と硫黄の除去を目的とした洗炭の利害を検討し、洗炭を本工程に含めることとした。豆炭製造部分の工程は石炭とバガスの乾燥と粉碎、硫黄中和のための消石灰の添加、高圧下の成型、耐水性を付与するためのワックスコーティングより成る。

#### 1-5 製品品質

品質水準は当初市場調査により、豆炭を使用することで庶民の調理方法に悪影響を及ぼさないように、品質の目標を定めた。品質目標で留意した項目は、着火の容易さ、火力、無煙性、無臭性、安全性、調節の容易さ、耐水性、機械的強度等である。煙を完全に除去することに伴うコストを考え、着火直後の若干の発煙は許容することとした。これは、調理場が完全密閉構造化でなく、煙が屋外に逃げ得る構造であることも考慮した。豆炭試製および燃焼試験で、刺激性の亜硫酸ガスが豆炭消費時に発生することを、消石灰を適量混合することで完全に抑制できることを確認した。

#### 1-6 豆炭市場および価格体系

豆炭価格は輸送コストを反映する価格体系とした。即ち、市場がプラントより遠距離になり輸送コストが上がるに従い、豆炭価格が高くなる。調査開始以前に、主たる市場と想定していた南部地域は、市場として見込みがないことが判明した。しかし、人口密度が高く、住民が比較的豊かなパンジャブ、あるいはそれ以遠の地域も市場として考えられることが判明した。この場合、輸送コストは高く、当然製品価格は輸送コストを反映すべきである。当初の4年間は豆炭価格を灯油価格の70パーセントと設定し、その後は、実質価格で一定とした。

## 1-7 豆炭需要

全国の豆炭需要を表1-1に示す如く予測した。

表1-1 豆炭全国需要予測

Year	Coal Briquette Demand(thousand tons/year)
1990	124
1991	135
1992	148
1993	161
1994	176
1995	192
1996	227
1997	269
1998	318
1999	378
2000	446
2001	493
2002	545
2003	602
2004	665
2005	735
2006	812

## 1-8 プラント能力

本プロジェクトが全国需要の40パーセントを満たすとして表1-2に示す如く能力拡張を計画する。

表1-2 プラント能力

Year Case	Capacity installed (thousand tons/year)			Production			Operation rate Percent		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	con	opt	sub	con	opt	sub	con	opt	sub
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	50	100	50	50	52	50	100	52	100
1993	50	100	50	50	57	50	100	57	100
1994	50	100	50	50	62	50	100	62	100
1995	75	100	50	75	68	50	100	68	100
1996	75	100	50	75	81	50	100	81	100
1997	100	150	50	100	96	50	100	64	100
1998	100	150	50	100	113	50	100	75	100
1999	100	150	100	100	134	100	100	89	100
2000	150	200	100	175	158	100	100	80	100
2001	150	200	100	175	180	100	100	90	100
2002	200	300	100	175	203	100	100	68	100
2003	200	300	200	175	230	200	100	77	100
2004	250	300	200	300	260	200	100	87	100
2005	250	300	200	300	293	200	100	98	100
2006	300	300	300	300	300	300	100	100	100

Note

con: Conservative

opt: Optimistic

sub: Kerosene subsidy remaining

### 1-9 所要資金

50,000トンプラントの所要資金を表1-3に示す。

表1-3 総所要資金

Unit: 1,000 yen and 1,000 Rs.

	Case 1A, 3A		Case 1B, 3B	
	Yen	Rs.	Yen	Rs.
Plant construction cost	264,024	99,838	10,737	108,868
Pre-operating expenses	72,000	5,976	48,000	5,976
Initial working capital	18,396	10,462	0	12,228
Interest during construction	63,461	1,196	8,765	2,888
Total	417,881	117,472	67,502	129,960

### 1-10 プロジェクトの可能性

利益利を表1-4に示す。

表1-4 内部収益率

	Case 1		Case 2		Case 3	
	A	B	A	B	A	B
ROI before tax	18.5	20.4	16.0	17.4	19.5	21.8
ROI after tax	12.3	13.7	10.5	11.5	14.4	16.3
ROE before tax	17.4	22.8	7.7	16.7	14.4	22.4
ROI after tax	11.2	16.7	N.R.	11.4	8.3	17.7

### 1-11 運転計画

#### 豆炭プラント

運転日数/年 300

運転時間/日 24

#### 洗炭プラント

運転日数/年 300

運転時間/日 6.9

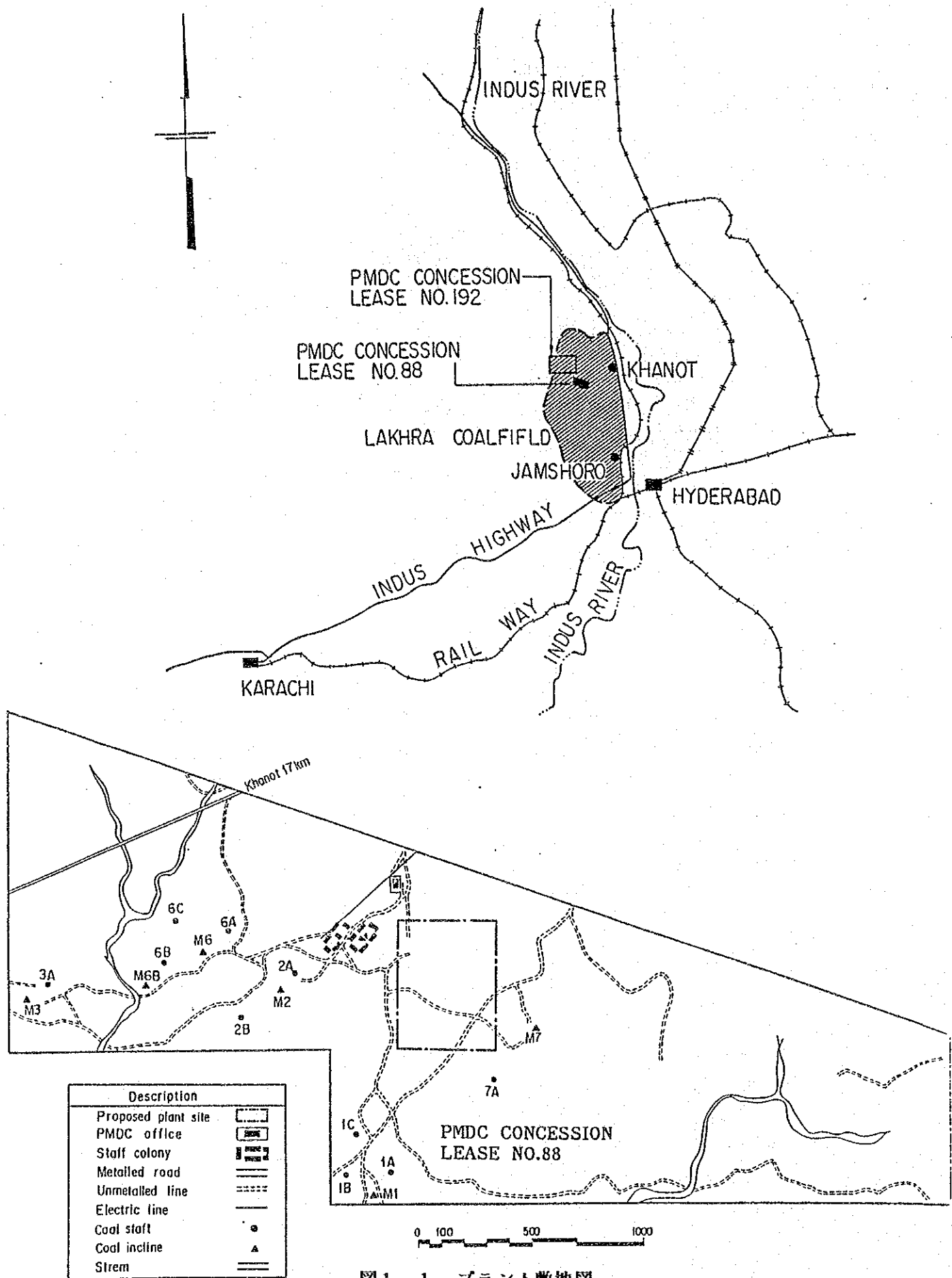


図1-1 プラント敷地図

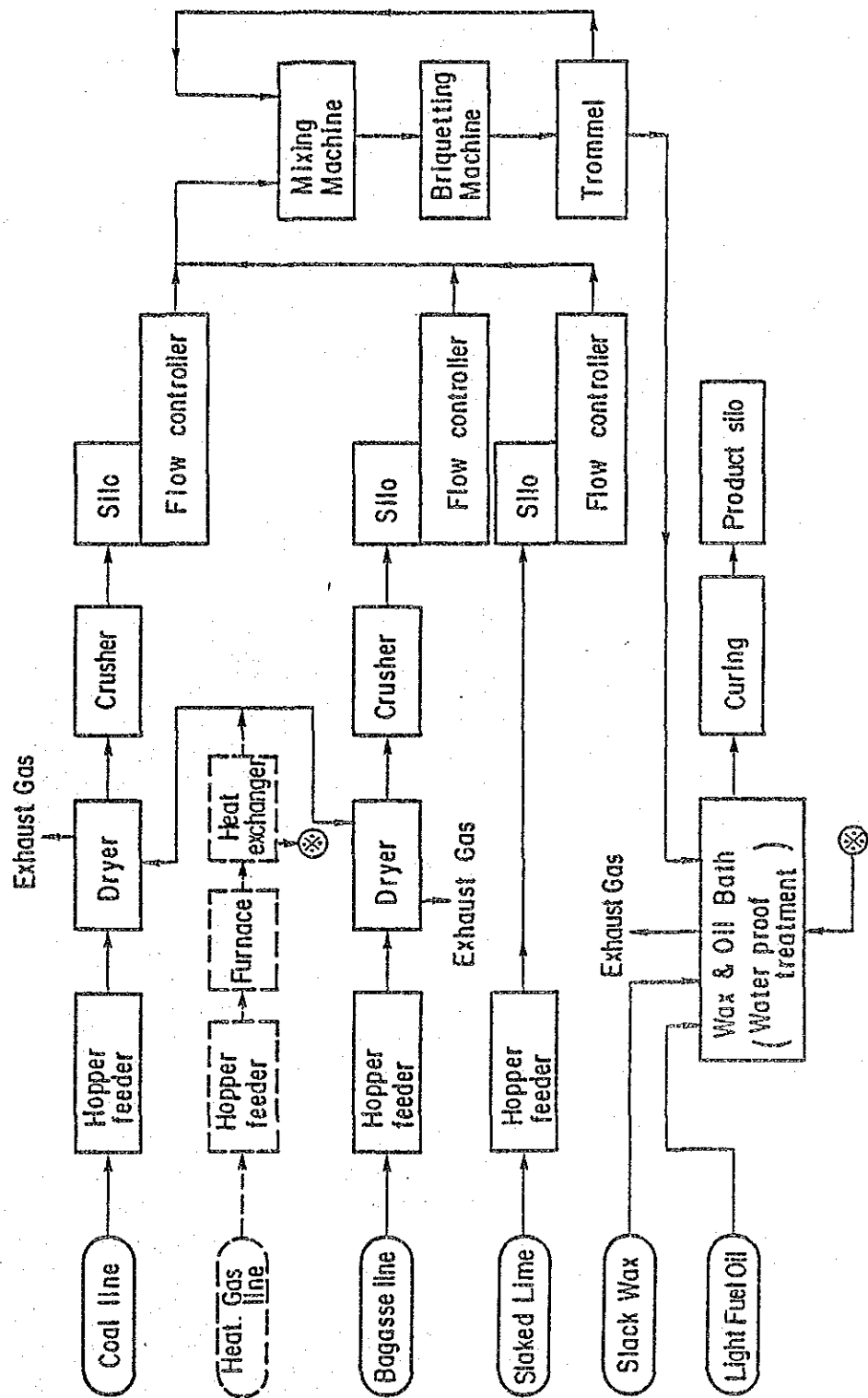


図 1 - 2 プロセススキーム

## 第2章 背景

### 2-1 エネルギー事情

#### 2-1-1 エネルギー消費の種類

パキスタンはエネルギー地下資源に恵まれていない。表2-1に石油と天然ガスの確認埋蔵量および石炭の推定埋蔵量を示す。

表2-1 化石エネルギー賦存量

		Oil Equivalent million tons
Petroleum	139.4 million barrels	18.8
Natural gas	16,070 billion cubic feet	405
Coal	510 to 1,180 million tons	708
Total		1,132

Note: For coal the larger extreme is taken to calculate the total.

Source: Energy Year Book 1986

エネルギー賦存量に対し、表2-2に化石エネルギーの過去の消費実績を示す。

表2-2 化石エネルギー消費実績

(thousand ton oil equivalent)

Year	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Petroleum products	4,367	4,847	5,514	6,100	6,615	7,057
Natural gas	5,955	6,591	6,632	6,641	7,026	7,226
Coal	1,577	1,750	1,609	1,869	2,238	2,202
Total	11,898	13,188	13,755	14,610	15,878	16,485

Source: Energy Year Book 1986

Note: Metric ton is used for petroleum products.

Imported metallurgical coal is excluded.



パキスタンの経済の石油と天然ガスへの依存度は大きい。更に、表2-1と表2-2の対比にて明らかな如く、消費のパターンは資源の賦存のパターンと大きく異なる。

## 2-1-2 家庭用エネルギー

表2-3に示すが、家庭用エネルギー消費の圧倒的大部分は依然として、非商業エネルギーが占める。また灯油の消費量が近年急速に増加している。

表2-3 家庭用エネルギー消費実績

(thousand ton oil equivalent)

Year	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Kerosene	599	650	754	828	882	969
Natural gas	562	664	755	875	995	1,071
Electricity	767	893	1,079	1,208	1,391	1,620
Coal	10	10	10	7	6	3
Non-com. Energy					8,962	

Source: Energy Year Book 1987 and 1985

Note: Electricity is indicated in primary input which is to be multiplied by 0.3422 to obtain end consumption.

パキスタンでは森林資源も枯渇しており、非商業エネルギー供給増大も期待できない状況である。また、レンガ焼き以外に殆ど活用されていない石炭の有効利用を推進しており、50,000キロワットの石炭焼き発電所計画がほぼ決定している。家庭用燃料として石炭を原料として豆炭を製造する計画を持っており、第6次5か年計画にも明記している。

## 2-2 本豆炭生産計画及び開発調査の経緯

上記状況に対処する目的で、PMDCは石炭の利用を拡大するとの政府の大方針を背景に、クエッタの実プラントを用て、独自に無煙豆炭製造の研究を実施していた。

このような背景のもと、パキスタン国政府は、日本政府に対し、ラクラの褐炭を原料として、豆炭を製造し、それを家庭用燃料等に利用する計画に関して、企業化可能性調査を要請した。日本では、独自の技術で年間約各種豆炭を生産しており、パキスタン側の要請に充分対応可能である。従って、日本政府は国際協力事業団の事前調査団を1987年11月30日から12月9日までパキスタン国に派遣し、必要な調査と協議を行った後、パキスタン側カウンターパート機関のPMDC及び石油天然資源省と調査団との間でSCOPE OF WORK (S/W)に署名した。

S/Wでの両国間の合意に従い、本計画調査を第1次調査と第2次調査の2段階に分けて実施した。第1次調査にて豆炭市場のフィージビリティを、第2次調査で技術経済的フィージビリティを調査した。第1次調査は1988年3月より6月にかけて実施し、その結果をインテリムレポートに纏めPMDCに提出した。引続き、第2次調査を実施した。

## 2-3 本開発調査の方法

### 2-3-1 第1次調査

第1次調査は市場のフィージビリティの調査を目的とし、インテリムレポートの提出をもって完了した。本プロジェクトは豆炭を製造し、豆炭により家庭燃料用の灯油と薪の代替を主目的としている。従って第一に、灯油と薪の需要と価格の予測が必要であり、需要の予測は簡易計量経済分析法を用い、パラメータには国内総生産、人口、世帯数、世帯当たりの燃料消費量の伸びの世帯当たり国内総生産の伸びに対する弾性値を用いた。薪および他のバイオマス燃料の供給量の増加は殆ど望めない限界に達しており、需要の増加分は灯油により賄わねばならないと考えた。これと並行し、灯油の供給面の調査も行った。需要と供給の両面の調査結果を総合し、将来の灯油需要を国内総生産の伸びの関数として示した。灯油の価格は、予想原油価格をベースとし、更に、現在灯油に与えている補助を段階的に廃止するとの想定に基づき予測した。

豆炭の価格はプラントからの輸送価格を考慮して求めた。原料のコスト、豆炭の製造コスト、プラントから市場までの輸送コストを概算し、それに一定の営業利益を加えて市場価格を推定した。パキスタン全土を輸送コストの大きさによって5区域に分割し、その区域ごとに豆炭のコストを求めた。

次いで、各区域ごとに灯油と薪の需要と豆炭による代替の程度を予測した。区域ごとの灯油と薪の需要は、パキスタン全国に対して予測した灯油と薪の需要を人口比にて各区域に按分した。しかしこの際、天然ガスを使用している人口を控除し、また冬季暖房を必要とする地域は暖房用の需要を加味した。

灯油と薪の豆炭による代替の程度の予測は、各区域ごとに豆炭価格の競合燃料価格に対するパーセントと代替の程度に相関があると考えて行った。

流通と販売に関しては、既存の業者を検討した。PMDCの岩塩業者、PMDCの石炭業者、PSOの灯油業者、および薪炭業者を含む自主流通業者を調べた。彼等の代表を面談し、能力と意欲を調査した。販売戦略の設定に当たっては、PMDCが現在岩塩と石炭の販売で実施している方法を参考とした。PMDCは岩塩や石炭を鉱山出口で売り上げている。実際に流通販売組織を管理し、販売促進や資金調達をしているのは業者であり、業者がトラック等の輸送手段を準備し、PMDCに商品を受け取りに来る。PMDCが販売に必要な大きな組織を持っていない事実も考慮した。

### 2-3-2 第2次調査

第2次調査は第1次調査に引き続き、6月16日第2次調査団がパキスタンに到着すると同時に着手した。

現地調査では、原料の入手可能性と価格、プラントサイトの状況、インフラストラクチャー、公共用役、現地のコストデータ、現地調達可能な資機材、財務経済分析のインプット条件等を調査した。プロジェクト地域へ行き、現地の状況を調査すること、および原料のサンプルを採取し日本の試験場へ空輸することが現地調査の重要な目的の一つであったが、現地調査期間プロジェクト地域の治安が悪化したため、プロジェクト地域へ行くことはできなかった。現地で直接調査する代わりに、カラチとイスラマバードにて現地の情報をできるだけ収集し、現地の情報、特にプラント用地の状況、プラント用地周辺のインフラストラクチャー、および公共用役に関する情報を補った。イスラマバードとカラチの他にクエッタにも行き、PMDCの豆炭プラントを視察した。

情報とデータは収集と同時に、調査団とカウンターパートが共同で分析評価した。第2次調査の重要な業務として、プロジェクトスキームの設定があるが、プロジェクトスキームは現地調査の最終段階に暫定的に設定し、国内作業の半ばに最終的に設定した。暫定プロジェクトスキームの設定に当たっては、調査団とカウンターパートが何回も検討し、共通の理解を確立しながら行った。プロジェクトスキームはプロジェクトを定義するものであり、その設定に当たっては特にプロジェクトの置かれた各種制約、政府とPMDCの方針、技術経済上の利害を考慮した。プロジェクトスキーム設定の手順は正報告書の第8章、プロジェクトスキーム、に詳述する。

ラクラ炭、バガス、麦わら、綿実油残渣、石灰石、消石灰、セメントのサンプルを必要量採取し、日本の試験場に送付した。サンプルは先ず物理化学性状をテストし、

石炭は灰分と硫黄分を減らすため、洗炭試験を行った。洗炭済みおよび未洗炭の石炭サンプル両者について、副原料と種々の調合割合で混ぜ成形テストを行い、硬度の高い豆炭のできる調合率を求めた。成形可能な調合率の範囲で、実際に用いる調合率を技術経済的観点、燃焼試験の結果、および原料入手上の制約を考慮して定めた。決定した調合率に基づき、プラントおよび付帯設備の概念設計を行った。

一方、現地調達可能な資機材価格と財務分析のインプットを整理し、財務分析のプログラムを作成した。概念設計に基づき投資コストと運転コストを推定し、投資コストと財務分析のインプット条件を用いて総所要資金を計算した。次いで、投資とコストに対する財務的利益率と経済的利益率を求めた。更に、技術、原料の入手可能性、財務経済分析、国家社会への貢献、国の政策との整合性等、幅広い見地でプロジェクトの総合評価を行った。以上の結果を踏まえて、本プロジェクトから最大の利益を引き出し、且つプロジェクトの実施を円滑に進めるために必要な提案を行った。

### 第3章 エネルギー事情

第2章で既に化石エネルギーの賦存量、その消費量、および家庭用エネルギーの消費パターンを論じた。第3章では、石炭産業の現状と家庭用灯油の需要予測に関してのみ論ずる。

#### 3-1 石炭の利用

石炭の埋蔵量は、情報源によって異なるが、エネルギー年鑑(1986)は表3-1に示す3つの推定値を挙げている。

表3-1 パキスタン国の石炭埋蔵量

(million metric tons)

Source	Measured	Proven	Indicated	Inferred	Total
M/S Chemical Consultant	84.70		149.80	528.60	763.10
M/S IEDC Consultant		102	1,076		1,178
Geological Survey		102	217	289	508

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

1985/86年の石炭生産量は約220万トンを記録し、さらに、その生産量は過去5年間に年率約6.9%で増加している。石炭消費量は表3-2に示す通り、パキスタン国では非常に特殊な様相を示している。すなわち、国内炭の大部分はレンガ焼成用に使われている。換言すれば、石炭は工業用燃料や、発電・家庭用燃料として適切に使われていない。石炭消費量の増加がレンガ焼成の需要増によるものであることを示している。

大量なラクラ炭の埋蔵量と石油の輸入に要する外貨事情を鑑みると、パキスタン国政府が石炭利用の多様化を、エネルギーに関する重要施策の一つとして奨励していることは極めて当然といえる。パキスタン政府は一連の石炭焚火力発電所建設計画を持っている。

表 3 - 2 部門別石炭消費量

(thousand metric ton)

SECTOR	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Power	31	2	33	24	32	26
Brick Kiln	1,517	1,715	1,546	1,811	2,174	2,148
Domestic	8	23	22	22	16	14
Other Gov't	21	10	8	13	15	13
Total	1,577	1,750	1,609	1,869	2,238	2,202

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

## 3 - 2 灯油および薪の需要予測

表 3 - 3 に示す如く、家庭燃料用灯油の消費量は急速に増加している。

表 3 - 3 灯油の消費量

Year	Consumption		Total
	Household		
	(ton)	(%)	
1980/81	516,958	97.79	528,652
1981/82	543,720	98.23	553,496
1982/83	593,887	98.31	604,114
1983/84	678,987	98.40	690,036
1984/85	748,426	98.53	759,555
1985/86	800,449	98.68	811,194

Source ENERGY YEAR BOOK, 1986

灯油の国内消費は、ほとんど全て家庭用であり、年率約 9.1% で増加している。一方、薪の消費量は灯油の10倍程度と推定されているにもかかわらず、薪の需要、供給、輸送、消費量、取引等に関する情報とデータが不足しているため、その消費量については十分な検討がなされていない。本プロジェクトの豆炭は、灯油や薪の一部を代

替することが目的であり、そのためにも、灯油と薪の需要と価格の予測を先ず行う。家庭用灯油の需要予測は、2-3-1で述べた計量経済的方法で、GDP成長率との関連にて求めた。

計量経済学的分析の結果と比較するため、過去の伸び率を延長して将来の灯油需要を求めた。1985年の灯油消費量が800.4千トンであるから、1980-1985間の灯油消費量の伸び率の年率9.14%を用いて求めた需要を表3-5に示す。

表3-4 灯油需要の伸び対GDP成長率

Growth rate of GDP	6.5	5.0	4.0	3.0
1989	1,709	1,709	1,709	1,709
1990	1,935	1,876	1,853	1,809
1995	3,596	2,993	2,780	2,402
2000	6,683	4,775	4,171	3,191
2005	12,421	7,618	6,256	4,238
2006	14,060	8,364	6,785	4,485
%/year	11.32	9.79	8.45	5.84

表3-5 過去の伸び率より求めた灯油需要

thousand tons	
1989	1,136
1990	1,239
1995	1,919
2000	2,971
2005	4,601
2006	5,021

### 3-2-2 供給分析

ここで灯油供給可能量を分析する。灯油と航空燃料は品質がほとんど同じであり、供給面で両製品は競合する。灯油と航空燃料の1980年から1985年までの供給と消費を表3-6と表3-7に示す。

表3-6と表3-7から次のことが明らかになった。

- 1) 統計精度の範囲内で、供給と消費の関係が相互に一致する。
- 2) 1985年度の灯油留分生産量、または灯油と航空燃料の総生産量は、原油の約16.5%に達しており、これはパキスタン国が処理している原油から望み得る最高の収率である。従って現状では国内生産の増加の余地はなく、将来の増量は製油所の増強と輸入の増加によらねばならない。

表3-6 灯油留分の供給量

(thousand tons)

	PRODUCTION								IMPORT		TOTAL	
	Kerosene				Aviation fuel				Ttl	Kero		A
	A	P	N	T	A	P	R	T				
1980	43	26	100	169	4	330	206	540	709	377	2	1,088
1981	41	38	132	211	7	304	201	512	723	352	4	1,078
1982	36	70	135	241	9	279	180	468	709	390	2	1,065
1983	26	83	149	258	15	290	169	474	732	411	0	1,143
1984	60	148	99	307	20	277	166	463	770	489	2	1,261
1985	105	87	107	299	19	304	170	493	792	492	4	1,288

Note: A; Attock Refinery, Ltd. P; Pakistan Refinery Ltd.  
N; National Refinery Ltd. T; Subtotal

表3-7 灯油留分の消費量

	Kero	JP-1	Av. fuel	Total
1980	529	218	316	1,063
1981	553	187	320	1,060
1982	604	143	330	1,077
1983	690	125	341	1,156
1984	760	113	346	1,219
1985	811	126	373	1,310

Source: ENERGY YEAR BOOK 1986

供給予測の計算を表3-8に示す。製油所の拡張と輸入は組込み済であり、求めた値は最大可能供給量に近いと考えられる。



表 3 - 8 灯油留分の供給可能性

	Supply possibility				Consumption			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1989	792	628		1,420	150	388	538	882
1990	792	669	672	2,133	150	396	546	1,587
1995	792	916	1,007	2,715	150	444	594	2,121
2000	792	1,255	1,679	3,726	150	497	647	3,079
2005	792	1,720	2,015	4,527	150	557	707	3,820
2006	792	1,832	2,015	4,527	150	570	720	3,807

- (1) Production from the existing capacity
- (2) Maximum allowable import assumed to increase at the rate of GDP growth, 6.3% for 1989/85 and 6.5% for 1989/2006
- (3) Production from increased capacity, assumed as follows:  
 1990: a new 100,000 BPSD refinery onstream, kerosene fraction yield at 16.0 percent  
 1995: a new hydrocracker added to the new refinery increasing the kerosene yield to 24.0 percent  
 2000: a new 100,000 BPSD refinery onstream  
 2005: a new hydrocracker added
- (4) (1)+(2)+(3)
- (5) JP-1 production assumed from the past record
- (6) Aviation fuel assumed to increase at the past trend
- (7) (5)+(6)
- (8) (4)-(7) Maximum allowed for kerosene consumption

この様に供給面の制約の視点から見ると、計量経済学分析が示す灯油の大量供給は容易でない。たしかにGDP 成長率以上に、灯油の輸入量を増加することも可能である。しかし上の供給分析結果から判断すると、計量経済学的手法により求めた灯油供給量に関しては、極めて慎重でなければならないと考えられる。したがって豆炭需要の予測には、より小さい値の、表 3 - 5 に示す伸び率より求めた予測灯油需要を採用した。

### 3-2-3 燃料の消費価格の現状

現地調査の時点で、主として面談により各種燃料の消費者価格を調査した。結果を表3-9に示す。

表3-9 燃料の消費者価格

		Rs/MMBTU	US\$/MMBTU
Kerosene	3.5 Rs/liter	101.25	5.59
	4.5 Rs/liter	130.18	7.19
Firewood			
Hala	16.0 Rs/40kg	30.24	1.67
Islamabad, Hyderabad	26.0 Rs/40kg	49.14	2.71
Quetta	35.0 Rs/40kg	66.15	3.65
Lahore	40.0 Rs/40kg	75.60	4.17
City gas	18.0 Rs/MCFT	18.36	1.01
	27.0 Rs/MCFT	27.55	1.52
Electricity	0.5 Rs/kwh	146.46	8.09
Charcoal	50.0 Rs/40kg	43.62	2.41
	80.0 Rs/40kg	69.79	3.85
Burner fuel	1980.0 Rs/ton	48.55	2.68

Source: Interviews, Energy Year Book 1986

Note: Heat of combustion used in the above calculation:

Kerosene 19,600 Btu/lb; Specific gravity 0.800

Firewood 6,000 Btu/lb

City gas 980 Btu/SCF

Charcoal 13,000 Btu/lb

Burner fuel 18,500 Btu/lb

Conversion rate 1US\$=Rs18.11

1 lb=0.4536 kg

1 kwh=3414 Btu

燃料によっては、場所や用途により価格に差がある。この場合は高値と安値をともに示す。この価格を試製豆炭、発熱量 5,381 kcal/kgのトン当り価格の相当値で表3-10に示す。

表3-10は熱量当価で他の燃料の消費者価格と等しくなる豆炭の価格を示す。

表3-10 燃料の消費者価格の豆炭価格相当値

		Rs/MMBtu	Rs/ton
Kerosene	3.5 Rs/liter	101.25	2,183
	4.5 Rs/liter	130.18	2,807
Firewood			
Hala	16.0 Rs/40kg	30.24	652
Islamabad, Hyderabad	26.0 Rs/40kg	49.14	1,059
Quetta	35.0 Rs/40kg	66.15	1,426
Lahore	40.0 Rs/40kg	75.60	1,630
City gas	18.0 Rs/MCFT	18.36	396
	27.0 Rs/MCFT	27.55	594
Electricity	0.5 Rs/kwh	146.46	3,158
Charcoal	50.0 Rs/40kg	43.62	940
	80.0 Rs/40kg	69.79	1,505
Burner fuel	1980.0 Rs/ton	48.55	1,047

#### 3-2-4 灯油と薪の価格予測

将来の灯油価格を、輸入原油価格と石油製品の価格との相互関係や、灯油と他の石油製品価格との相互関係などから予測する。また、現行の灯油価格に対する補助政策も、現地調査時に聴取した政策に従い、段階的に解消されるものと考えた。以上より、今後の灯油、薪の価格を表3-11に示すとおり予測した。なお、脚注には、灯油・薪の価格予測の根拠を示した。

表 3 - 1 1 灯油・薪の価格予測

(1988 price)

Year	Imported_Crude		Oil_Products	Kerosene	Firewood
	\$/BBL	Rs/ton	Rs/ton	Rs/ton	Rs/40kg
1980/85 1)	30.1	2,765	4,051	3,457	
1989	19.0	2,519	3,691	2)4,375	7)32.0
1990	19.5	2,585	3,787	3)4,489	7)32.8
1995	22.0	2,916	4,272	4)5,915	7)37.0
2000	26.0	3,447	5,050	5)7,691	7)43.8
2005	28.5	3,779	5,537	6)8,433	7)48.0

Note: Crude oil specific gravity 0.8591

Conversion rate: 1 US\$=Rs18.11

1) See next page

2) 3.5 Rs/liter at consumers end converted into 4,375 Rs/ton using specific gravity of kerosene as 0.800

3)  $4,375 \times 3,787 / 3,691 = 4,489$

4) Subsidy on kerosene is assumed to be lifted.

$4,272 / 3,787 \times 4,489 \times 1.168 = 5,915$

ex-refinery price of kerosene 2.14340 Rs/liter

ex-refinery price of HDO 2.62923 Rs/liter

specific gravity of kerosene 0.800

specific gravity of HDO 0.840

$(2.62923 / 2.14340) \times (0.800 / 0.840) = 1.168$

5) Normally, kerosene should be 10 percent higher than LDO.

$5,050 / 4,272 \times 5,915 \times 1.1 = 7,691$

6)  $5,537 / 5,050 \times 7,691 = 8,433$

7) Assumed to increase in proportion to petroleum product price starting from Rs.30.0/40kg in 1989.

表 3 - 1 1 で計算に用いた輸入原油価格、石油製品の平均価格、および灯油価格間の過去の関係を表 3 - 1 2 に示す。

表3-12 原油価格・石油製品価格と灯油価格との間の関係

	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
(1)Crude price million US\$	994.74	1,139.30	989.23	916.41	842.72	602.00
(2)Crude volume 1,000 M.T.	4,041	4,396	4,186	4,294	4,028	3,797
(3)Average price US\$/M.T.(1)/(2)	246.2	259.2	236.3	213.4	209.7	158.6
(4)Average price Rs/M.T.	2,437.4	2,566.1	2,953.8	2,902.2	3,145.5	2,585.2
(5)Av.prod.price Rs/M.T.	3,543	3,480	3,982	4,292	4,472	4,536
(6)Kerosene price Rs/M.T.	3,087	3,086	3,395	3,395	3,704	4,074

AVERAGE CRUDE, PRODUCTS, AND KEROSENE PRICES

Crude price	30.1 \$/BBL	220.3\$/ton	2,765 Rs/ton
Average product price			4,051 Rs/ton
Average kerosene price			3,457 Rs/ton

### 3-2-5 灯油の補助価格が残る場合

表3-11に示した灯油の予測価格の他に、灯油の補助価格が残ると仮定した場合の灯油価格を予測した、結果を表3-13に示す。

表3-13 灯油・薪の価格予測

(1988 price)

Year	Imported Crude		Oil Products	Kerosene	Firewood
	\$/BBL	Rs/ton	Rs/ton	Rs/ton	Rs/40kg
1980/85 1)	30.1	2,765	4,051	3,457	
1989	19.0	2,519	3,691	2)4,375	7)32.0
1990	19.5	2,585	3,787	3)4,489	7)32.8
1995	22.0	2,916	4,272	4)5,064	7)37.0
2000	26.0	3,447	5,050	5)6,585	7)43.8
2005	28.5	3,779	5,537	6)7,220	7)48.0

Note: Crude oil specific gravity 0.8591  
 Conversion rate: 1 US\$=Rs18.11

- 1) See next page
- 2) 3.5 Rs/liter at consumers end converted into 4,375 Rs/ton using specific gravity of kerosene being 0.800
- 3)  $4,375 \times 3,787 / 3,691 = 4,489$
- 4) Subsidy on kerosene is assumed to remain. (See Table 3-8-4)  
 $4,272 / 3,787 \times 4,489 = 5,064$
- 5) Price is increased by 10% in addition to escalation.  
 See Table 3-8-4.  
 $5,050 / 4,272 \times 5,064 \times 1.1 = 6,585$
- 6)  $5,537 / 5,050 \times 6,585 = 7,220$
- 7) Assumed to increase in proportion to petroleum product price starting from Rs.30.0/40kg in 1989.

灯油への補助額が明示されていないため、灯油とHDOとの熱量当りの価格差を補助額に等しいと仮定した。

## 第4章 豆炭市場

### 4-1 需要予測の手法

豆炭はパキスタンにとり新商品であり、過去の消費実績より将来を予測することはできない。豆炭は灯油の代替を主目的としており、可能な範囲で薪の代替も目的とする。従って、先ず灯油と薪の需要を予測し、次いで、豆炭による代替の程度を予測するアプローチがより合理的である。代替を促進するものは経済的要因、即ち在来燃料と豆炭との価格差である。灯油価格は貯油所迄全国同じである。一方豆炭価格は輸送距離とともに増加する。従って、代替の要因である価格差を、全国同一に扱うことはできないため、次ぎに述べるアプローチを用いた。

1. 全国をプラントからの輸送コストによって5つの地区に分割する。地区1、2、3、4、5、はそれぞれ輸送コストがルピー／トンで200以下、200/300、300/400、400/500、500以上に相当する。
2. 各地区毎に灯油の需要を予測する。人口の地域分布に関する情報を用いて全人口を各地区に配分する。都市ガス供給地域の住民が豆炭を用いる可能性は低く、また逆に寒冷地域には暖房需要がある。地域毎の人口分布にこの影響を加味して補正した人口分布を作成する。予測灯油需要を地域毎に按分する。
3. 灯油と薪の価格を予測する。地区3を対象とし、当初の3年間は熱量当たりの豆炭価格を灯油価格の70パーセントに設定する。他の地区の豆炭価格は輸送費の差を増減して求める。4年目以降は豆炭価格を実質価格で値上げしない。
4. 在来燃料との代替の割合は、在来燃料と豆炭との価格差の在来燃料の価格に対する割合との関連により定めた。
5. 各地区毎に代替率を1990、1995、2000、2005年に対して求め、5年間隔の中間は伸び率を等しくして毎年計算し、それを全地区で合計した。政府は主要炭鉱に豆炭工場を設置する方針であり、従って、本プロジェクトは全国需要の40パーセントのシェアを占めるとした。

### 4-2 調査結果

図4-1、4-2、4-3に輸送費による地区分け、人口分布、都市ガス系統図を

示す。表4-1、4-2、4-3に地区毎予測人口分布、都市ガスによる補正を加えた人口分布、さらに暖房の必要を加えた人口分布を示す。

表4-1 予測人口とその分布

(unit: million)

Year	1985	1990	1995	2000	2005
Population	96.18	111.59	127.58	145.86	166.77
Zone					
1. -200	18.85	21.87	25.01	28.59	32.69
2. 200/300	10.10	11.72	13.40	15.32	17.51
3. 300/400	25.58	29.68	33.94	38.80	44.36
4. 400/500	32.12	37.27	42.61	48.72	55.70
5. +500	9.53	11.05	12.62	14.43	16.51

表4-2 非ガス使用者の予測人口とその分布

(unit: million)

Year	1985	1990	1995	2000	2005
Population	76.92	89.24	102.04	116.64	133.39
Zone					
1. -200	10.31	11.96	13.68	15.64	17.88
2. 200/300	10.08	11.69	13.37	15.29	17.48
3. 300/400	24.77	28.74	32.86	37.57	42.96
4. 400/500	22.23	25.80	29.50	33.72	38.56
5. +500	9.53	11.05	12.62	14.43	16.51

4-3 非ガス使用要暖房補正人口分布予測

(unit: million)

Year	1985	1990	1995	2000	2005
Population	76.66	91.27	104.36	119.28	136.42
Zone					
1. -200	10.31	11.96	13.68	15.64	17.88
2. 200/300	10.16	11.78	13.48	15.41	17.62
3. 300/400	25.14	29.17	33.35	38.13	43.60
4. 400/500	22.57	26.20	29.96	34.24	39.16
5. +500	10.48	12.16	13.89	15.86	18.16

各区域ごとの非ガス使用者の予測人口および暖房を必要とする地域の予測人口分布（表4-3）に従って、灯油および薪の全国予測需要を各区域に配分し、その結果を表4-4に示す。



表4-4 区域ごとの灯油および薪の予測需要

	1985	1990	1995	2000	2005
Kerosene, thousand metric ton					
Zone 1	105	162	252	390	603
2	103	160	248	384	594
3	255	396	613	950	1,470
4	230	356	551	853	1,321
5	107	165	255	394	613
Total	800	1,239	1,919	2,971	4,601
Firewood, thousand metric ton oil equivalent					
Zone 1	646.2	709.2	767.6	830.3	898.1
2	636.7	698.6	756.4	818.1	885.1
3	1,575.5	1,729.8	1,871.3	2,024.3	2,190.0
4	1,414.5	1,553.7	1,681.1	1,817.8	1,967.0
5	656.8	721.1	779.4	842.0	912.2
Total	4,929.7	5,412.4	5,855.8	6,332.5	6,852.4

灯油と豆炭の予測価格の比較を表4-5に示す。

表4-5 予測灯油価格および豆炭価格の比較

(1988 price)

	1990	1995	2000	2005
Kerosene				
(Rs/liter)	3.59	4.73	6.15	6.75
(US\$/MMBTU)	5.73	7.55	9.80	10.78
Coal Briquette				
(Rs/ton)	1,566	2,063	2,063	2,063
(US\$/MMBTU)	4.01	5.28	5.28	5.28

表4-6には灯油の予測価格と豆炭の予測価格との価格差を灯油価格に対するパーセントで示した。

表4-6 灯油価格に対するパーセントでみた  
予測灯油価格と予測豆炭価格との価格差

	1990	1995	2000	2005
Kerosene				
Zone				
1	38.9	36.8	51.3	55.8
2	34.4	33.5	48.8	53.4
3	30.0	30.1	46.1	51.0
4	25.7	26.6	43.5	48.6
5	21.1	23.3	40.9	46.3

灯油と豆炭で行なったと同様の比較を薪と豆炭でも行ない、表4-7と表4-8に  
しめす。

灯油と薪の豆炭による代替率は、豆炭価格の灯油価格、薪価格に対するパーセント  
との関連にて推定した。使用した代替率を表4-9に示す。

表4-7 予測薪価格および予測豆炭価格の比較

	1990	1995	2000	2005
Firewood				
(Rs/40kg)	32.8	37.0	43.8	48.0
(US\$/MMBTU)	3.42	3.86	4.57	5.00
Coal Briquette				
(Rs/ton)	1,566	2,063	2,063	2,063
(US\$/MMBTU)	4.01	5.28	5.28	5.28

表4-8 薪価格に対するパーセントでみた  
予測薪価格予測豆炭価格との価格差

	1990	1995	2000	2005
Firewood				
Zone				
1	-2.3	-15.8	-4.48	4.6
2	-9.6	-30.1	-9.8	-0.4
3	-17.3	-36.8	-15.5	-5.6
4	-24.9	-43.5	-21.2	-10.8
5	-32.2	-50.0	-26.7	-15.8

表4-9 代替率と価格差

Price Differential, %	Replacement of Conventional Fuel, %	
	Kerosene	Firewood
-60	0	0
-50	0	0
-40	0	0
-30	0	0
-20	0	0
-10	0	0
0	5	5
10	5	5
20	10	10
30	10	10
40	15	15
50	15	15
60	20	20

Note: Negative differentials indicate that coal briquettes are more expensive than conventional fuels. To be exact, the figures are not percentage of kerosene replaced, but the demand of coal briquettes generated expressed in terms of weight percent of kerosene.

表4-9に示した灯油と薪の代替率を使って区域No.1からNo.5の豆炭の家庭用需要予測を行い、本プロジェクト期間を5年ごとに計算した結果を表4-10に示す。

表4-11に、5年間の中間年をその期間の伸び率を一定と仮定して求めた、豆炭需要予測を示す。

表 4 - 1 0 豆炭需要予測

Zone	1990			1995			2000			2005							
	KD	PR	RR	BD	KD	PR	RR	BD	KD	PR	RR	BD					
1	162	38.9	10	16.2	252	36.8	10	25.2	390	51.3	15	58.5	603	55.8	15	90.5	
2	160	34.4	10	16.0	248	33.5	10	24.8	384	48.8	15	57.6	594	53.4	15	89.1	
3	396	30.0	10	39.6	613	30.1	10	61.3	950	46.1	15	142.5	1470	51.0	15	220.5	
4	356	25.7	10	35.6	551	26.6	10	55.1	853	43.5	15	128.0	1321	48.6	15	198.2	
5	165	21.1	10	16.5	255	23.3	10	25.5	394	40.9	15	59.1	613	43.6	15	92.0	
Total				123.9				191.9					445.7				690.3

Zone	1990			1995			2000			2005		
	FD	PR	RR	BD	FD	PR	RR	BD	FD	PR	RR	BD
1									898.1	4.4	5	44.9
2									885.1	-0.4	0	0
3									2190.0	-3.6	0	0
4									1967.0	-10.3	0	0
5									912.2	-17.1	0	0
Total												44.9

Grand total	123.9	191.9	445.7	735.2
-------------	-------	-------	-------	-------

Note:

KD: kerosene demand

FD: Firewood demand

PR: price ratio

RR: rate of replacement

BD: briquette demand

表 4 - 1 1 豆炭需要予測

Year	Coal Briquette Demand(thousand tons/year)	
	Cases 1,2	Case 3
1990	124	124
1991	135	124
1992	148	124
1993	161	124
1994	176	124
1995	192	124
1996	227	151
1997	269	185
1998	318	226
1999	378	275
2000	446	336
2001	493	385
2002	545	440
2003	602	504
2004	665	577
2005	735	660
2006	812	755

表4-12に本プロジェクトの能力を示す。

表4-12 市場から求めたプラント能力

Year Case	Capacity installed (thousand tons/year)			Production			Operation rate Percent		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	con	opt	sub	con	opt	sub	con	opt	sub
1989	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1992	50	100	50	50	52	50	100	52	100
1993	50	100	50	50	57	50	100	57	100
1994	50	100	50	50	62	50	100	62	100
1995	75	100	50	75	68	50	100	68	100
1996	75	100	50	75	81	50	100	81	100
1997	100	150	50	100	96	50	100	64	100
1998	100	150	50	100	113	50	100	75	100
1999	100	150	100	100	134	100	100	89	100
2000	150	200	100	175	158	100	100	80	100
2001	150	200	100	175	180	100	100	90	100
2002	200	300	100	175	203	100	100	68	100
2003	200	300	200	175	230	200	100	77	100
2004	250	300	200	300	260	200	100	87	100
2005	250	300	200	300	293	200	100	98	100
2006	300	300	300	300	300	300	100	100	100

表4-13に1990年および1995年のネットバック価格を示す。この期間は豆炭価格を灯油価格の70パーセントを維持して値上げする。その後は実質価格にて値上げしない。販売者にインセンティブを与えるため、販売者利潤を利益を200ルピー/トン見込んだ。

表4-13 豆炭ネットバック価格

(1988 price)

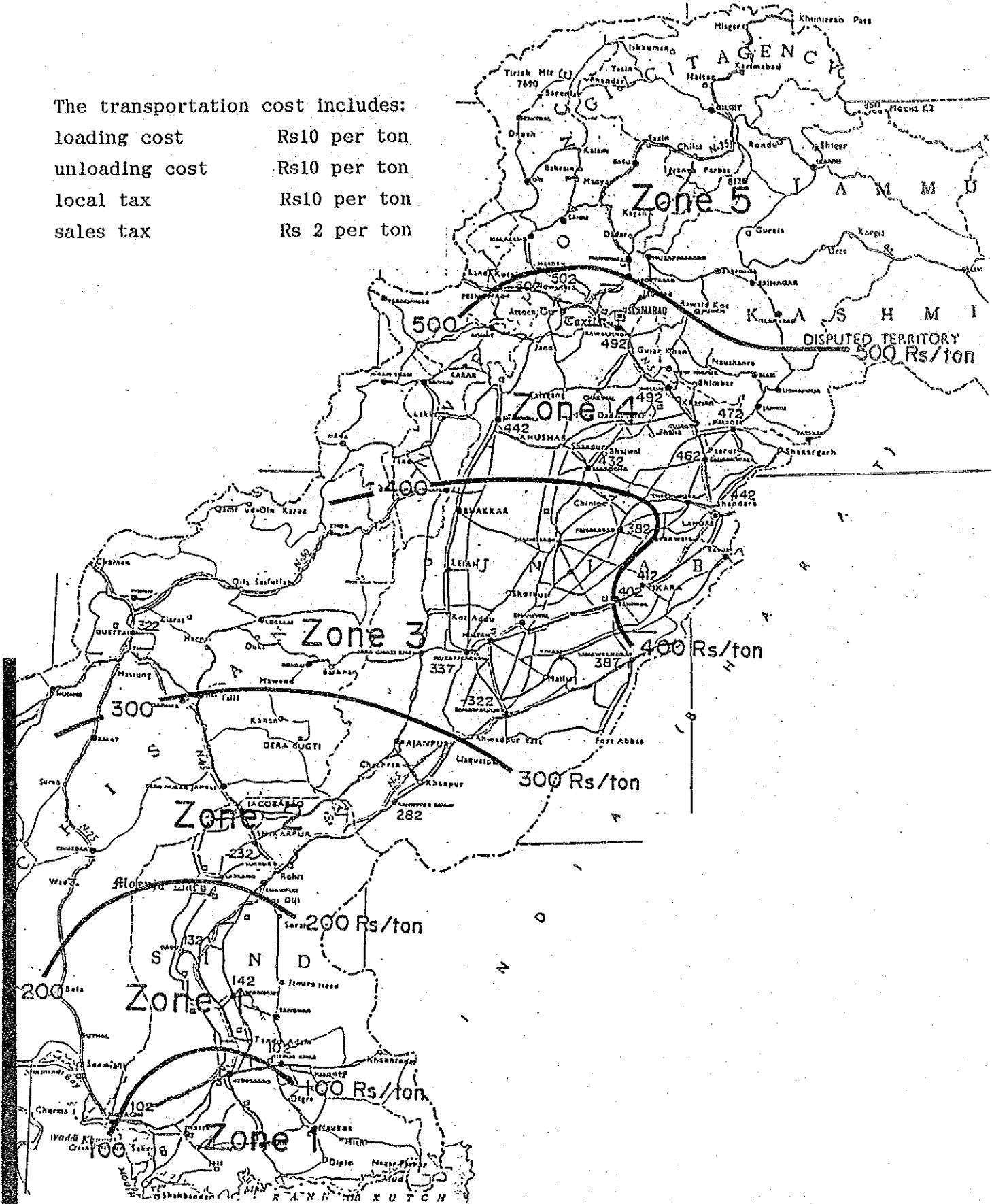
Zone	Year 1990			
	Consumer	Transportation	Margin	Ex-Plant
1	1,366	150	200	1,016
2	1,466	250	200	1,016
3	1,566	350	200	1,016
4	1,666	450	200	1,016
5	1,766	550	200	1,016

Zone	1995 and onward			
	Consumer	Transportation	Margin	Ex-Plant
1	1,863	150	200	1,513
2	1,963	250	200	1,513
3	2,063	350	200	1,513
4	2,163	450	200	1,513
5	2,263	550	200	1,513

The transportation cost includes:

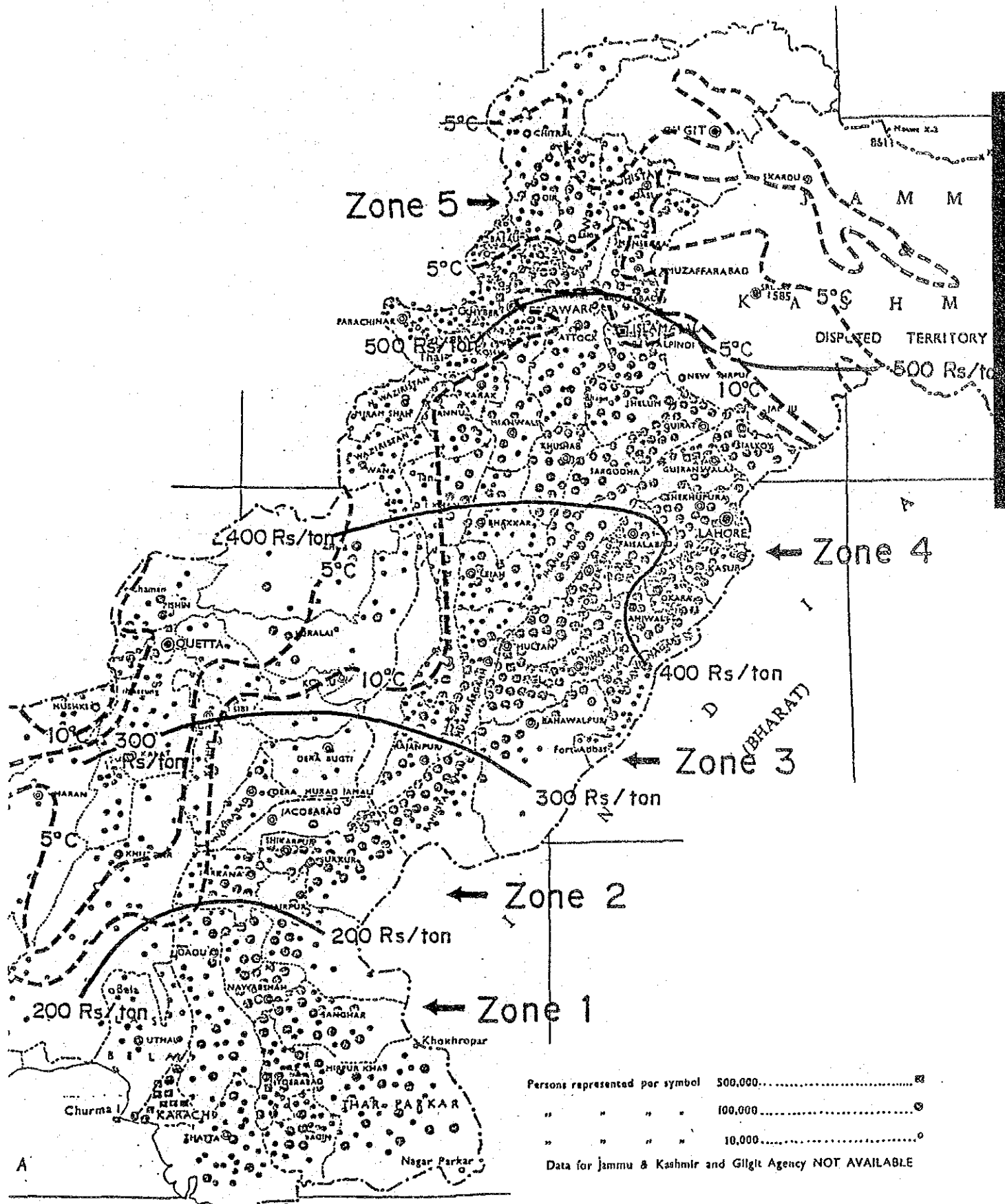
loading cost	Rs10 per ton
unloading cost	Rs10 per ton
local tax	Rs10 per ton
sales tax	Rs 2 per ton



Source: Standard truck fare from the struck station at Hyderabad

图4-1 輸送費および区域





Source: Atlas of Pakistan

图4-2 人口分布

**OIL AND GAS FIELDS**

1. Khaikhell\*
2. Laghari\*
3. Golarchi
4. Tajedi
5. Tandoabam\*
6. Hundl
7. Sari
8. Mazazani
9. Khair Pur
10. Mari\*
11. Kandhkot\*
12. Sui\*
13. Uch
14. Zih
15. Pirkoh\*
16. Rodho
17. Dhodak
18. Toot\*
19. Dakhui
20. Balkassar & Finkassar\*
21. Joyamir\*
22. Dhulian\*
23. Meyal\*
24. Karsai
25. Dhurnai\*
26. Adhi
27. Kaur\*
28. Dhabl\*
29. Nari
30. Turk
31. Mazari\*
32. South Mazari
33. Nandpur
34. Panjpir
35. Lotti
36. Chak Nauang
37. Sonaro
38. Bukhari
39. South Dhabl
40. Matli
41. Jabo
42. Ghotana\*

**SOLAR STATIONS**

42. Munniala
43. Kankol
44. Miro Padar
45. Mira Rehmat Khan
46. Malmari
47. Dittal Khan Leghari
48. Khurkhera
49. Gakhar
- Dhok Afan Jewen
- Baiker

**HYDEL STATIONS**

50. Renala
51. Chickokli malian
52. Rasul
53. Shadiwal
54. Nandipur
55. Mangla
56. Kuram Ghari
57. Malakand
58. Dargai
59. Warsak
60. Chitral
61. Tarbela

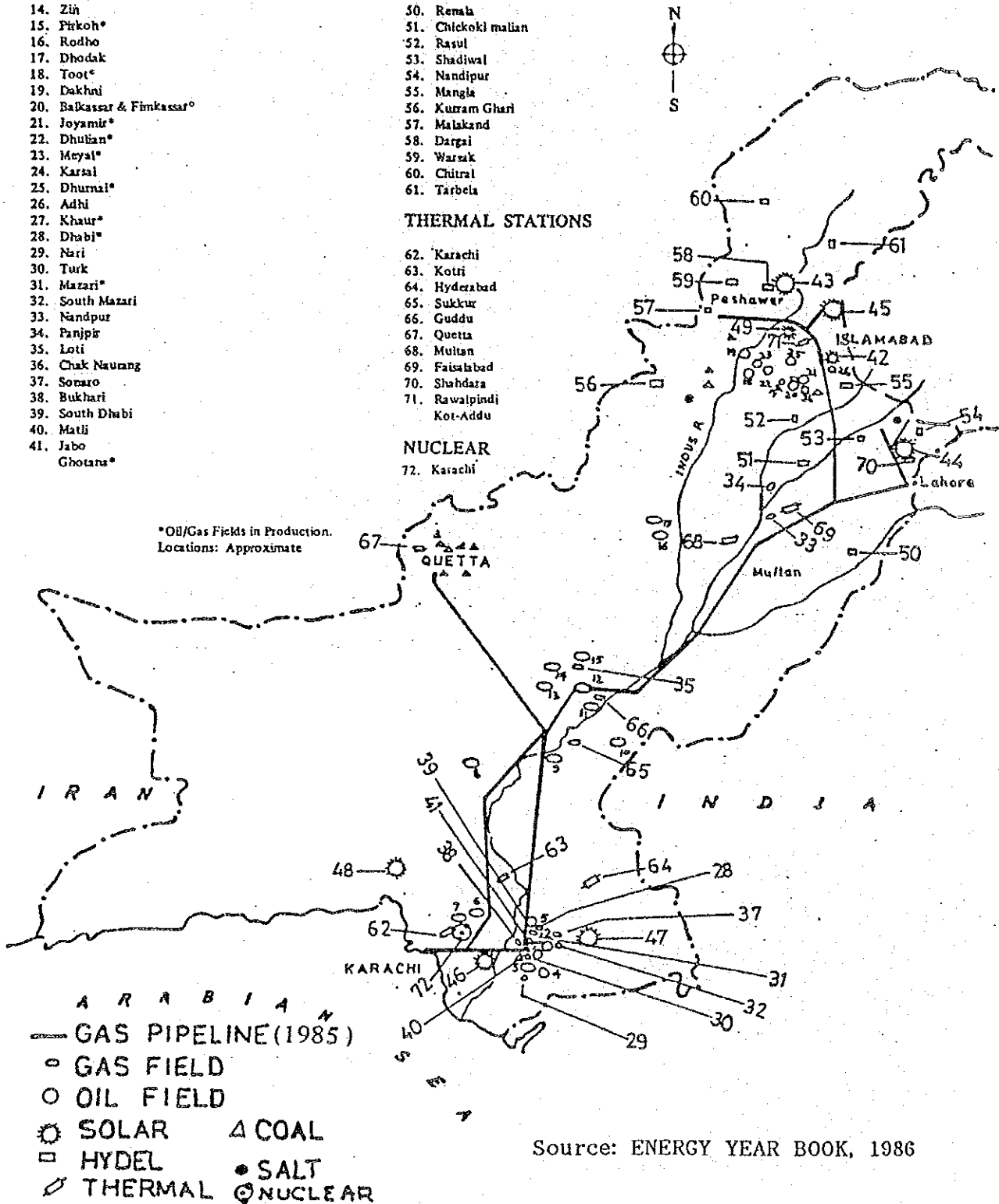
**THERMAL STATIONS**

62. Karachi
63. Kotri
64. Hyderabad
65. Sukkur
66. Guddu
67. Quetta
68. Multan
69. Faisalabad
70. Shahdara
71. Rawalpindi
- Kot-Addu

**NUCLEAR**

72. Karachi

**PAKISTAN  
INDIGENOUS  
ENERGY  
SOURCES**



Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

図4-3 天然ガスパイプ経路

## 第5章 原料

### 5-1 候補原料

ラクラ炭を主原料とする。副原料の候補はバガス、麦ワラ、綿実油搾り粕、石灰石、消石灰、セメント、粗ろう、軽油を考え、サンプルを日本に送付した。豆炭の試製試験と燃焼試験結果、および技術経済上の理由から、麦ワラ、綿実油搾り粕、石灰、とセメントは除外した。

### 5-2 入手可能性および価格

表5-1に経済輸送圏内で入手可能な原料副原料の入手可能量および必要量を対比して示す。

表5-1 原料の入手可能量

	Requirement	Availability
Lakhra coal	486,900	Sufficient
Bagasse	97,500	300,000 to 570,000
Wheat straw		440,000
Oil residue		36,000 to 40,000
Limestone		Sufficient
Slaked lime	18,750	Sufficient
Slack wax	1,800	10,000
Light fuel oil	13,200	

表5-2に原料の工場入口価格、即ち原価プラス輸送費を示す。

表 5 - 2 原料の工場入口価格

Price, Rs/ton at plant inlet	
Lakhra coal	326.8
Bagasse	214.8
Wheat straw	2,300
Oil residue	2,550
Limestone	115
Slaked lime	668
Slack wax	2,870
Light fuel oil	2,870

5 - 3 原料品質

最終的に選定した原料の内、切込炭、バガスと消石灰の分析値を表 5 - 3 に示す。

表 5 - 3 原料分析

	ROM coal	Bagasse	Slaked lime
Moisture	Dry base	18.1	10.97
Ash	34.7	2.5	
Volatile matter	35.2	69.5	
Fixed carbon	30.1	9.9	
Heat of combustion	4,414	3,880	
Sulfur	6.1	0.1	
Carbon	43.1	49.7	
Hydrogen	3.6	5.3	
Nitrogen	0.8	0.2	
Oxygen	12.7	41.6	
Ignition loss			19.56
SiO <sub>2</sub> +insoluble			4.44
SiO <sub>2</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			1.47
CaO			63.14
MgO			0.66

Note:

Moisture, ash, volatile matter, fixed carbon, total sulfur, total water, carbon, hydrogen, nitrogen and oxygen are in weight percent.

Heat of combustion is gross heat of combustion in Kcal/kg.

粗ろうはカラチ近郊のNational Refinery Ltd.で潤滑油製造の副産物として生産される。軽油はP S Oのデポで入手可能なディーゼル燃料油である。

選定した原料は、いずれも入手可能性、価格、品質上の問題でプロジェクトのフィージビリティを脅かす心配はない。原料炭の硫黄分が高く、そのバラツキの大きいことが問題であるが、これは洗炭と適当量の消石灰を調合することで解決できる。

原料はトラックでプラントまで輸送する。石炭とバガスは野天に貯蔵し、消石灰はサイロに、粗ろうと軽油はタンクに貯蔵する。

## 第6章 プラントサイトおよびインフラストラクチャー

プラントサイトPMDCのセントラルブロック、鉱区No 88の鉱区事務所付近の平坦な土地に選定する。

### 6-1 概要

プラントサイトはハイデラバードから約80キロメートルの位置にある。サイト周辺には操業中の縦坑斜坑がある。気候は高温乾燥であるが、プラントの操業を妨げる程ではない、図6-1に鉱区88とサイトおよび諸設備を示す。

### 6-2 インフラストラクチャーおよび用役

最大負荷 2,000kwの配電線が事務所まで架設済みである。現在、通電されていないが、近く通電される見込みである。この配電線はプラント能力50,000トンまでは足りるが100,000トンでは不足するので、プラント能力拡張時には、最寄りの変圧所から約50キロメートル新線を敷設する。サイト周辺には、水道管は敷設されていない。生活用水及び洗炭用の水はタンク車によって運搬する。

炭鉱地区には、2車線の道路が走っている。本プロジェクト独自の費用で舗装する必要がある道路は1.5キロメートルである。この地区には電話設備がない、従って、プラントとハイデラバードPMDC事務所の間に無線電話設備を設置する。サイト周辺には、居住設備がなく、スタッフ用に単身者用寮、請負業者の労務者用にバラックを建設する。

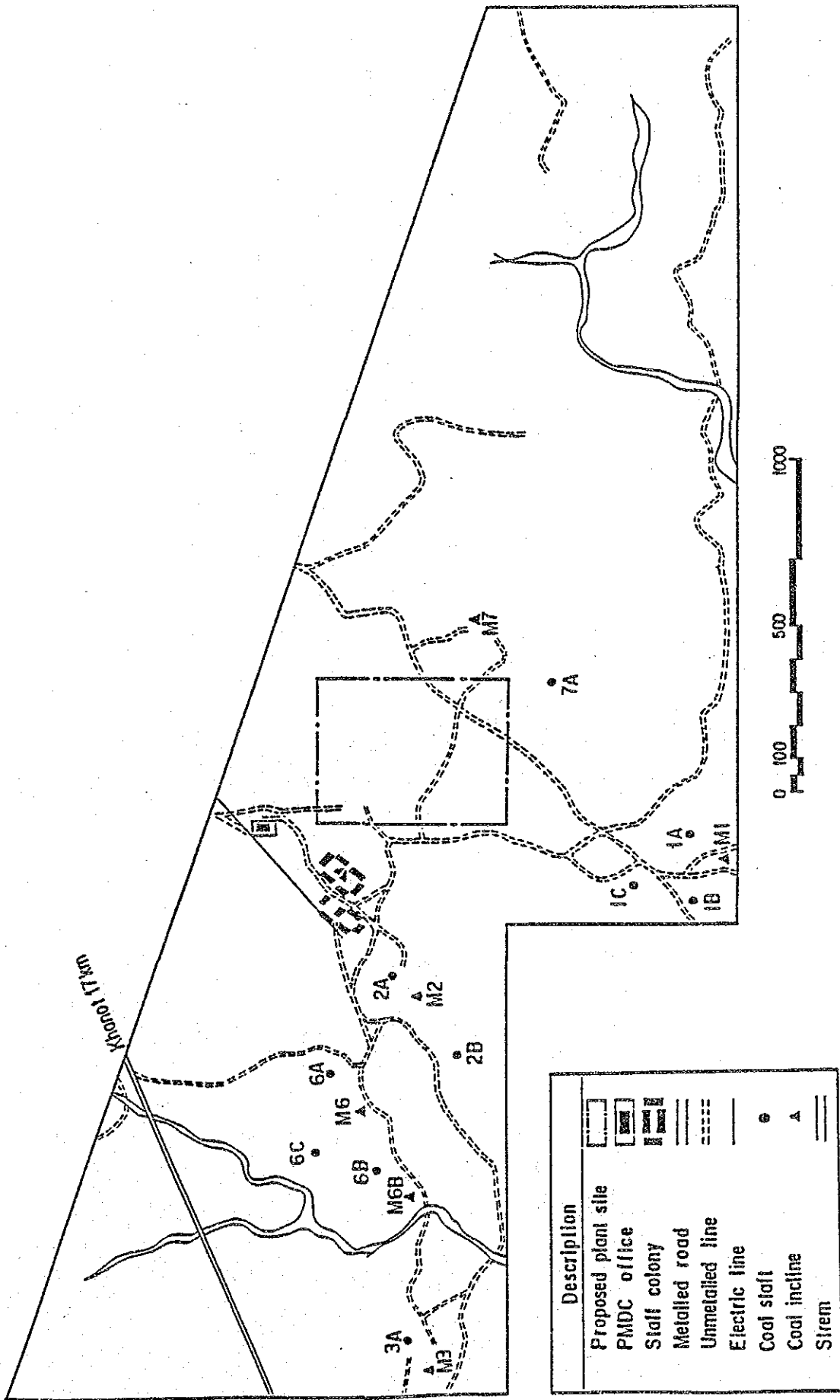


図 6-1 プラントサイト

## 第7章 プロジェクトスキーム

プロジェクトスキームによりプロジェクトを定義する、現地調査の最終段階で、国内調査の結果により変更もあり得るとの、PMDCと調査団との合意の上で、定プロジェクトスキームを設定した。暫定プロジェクトスキームとその設定根拠はインテリムレポートに説明した。最終プロジェクトスキーム設定段階で、暫定プロジェクトスキームに若干の変更を加えた。プロジェクトスキームの主要項目は第1章で既に示したので、ここでは、主要変更点である、工程に洗炭を加えた理由を説明する。

暫定プロジェクトスキームで定めなかった、工場出口の製品価格とプロジェクトスケジュールもここで示す。

### 7-1 洗炭

暫定プロジェクトスキームの段階で、PMDCと本調査団は、インテリムレポートに示した通り製造スキームの概要について合意に達した。原料炭の洗炭の必要性については、ラクラ炭の洗炭による効果の有無が判明しないことから、日本での洗炭実験結果を待って決定することとした。洗炭に関しては、2つのデメリットが考えられる。第一は、成型性の低下であり、これは原料炭が水に濡れることと、石炭のある種の成分が洗炭によって失われるためと考えられる。第二の点は、使用する水の費用である。本プロジェクトサイトで水を入手する手段は、タンク車による運搬のみであることから、水の使用は困難となる可能性がある。

水を使用することに懸念があることから、石炭の余分の物質を取り除く方法として、日本で広く用いられている乾式処理方法を実験したが効果が無いことが判明した。湿式処理による実験、および実際の成形による結果から、上記の上記の懸念とは反対に洗炭は非常に有効なことが判明した。つまり、洗炭の前後において成型性の差は識別されず、明かな硫黄分と灰分の減少が確認された。

洗炭を行わない場合の硫黄の問題点は、原料炭中の硫黄の含有率のばらつきが3から9パーセントと大きく、かつ予測できないことである。同じ坑道の炭層から同時に採取したサンプルでさえ、硫黄の含有率は大きくばらつく。原料炭をプラントに投入する間に、この様な含有率のばらつきを把握することは不可能である。このことは製造工程において大きな問題となる。硫黄の燃焼ガス即ち亜硫酸ガスは、目や喉を刺激する。これは消費者が使用する時点では、避けねばならない。その手段としては、原料炭に含まれると推定される量の硫黄成分を中和するために必要な量の消石灰を製造過程において加えることである。この添加された消石灰は、製品の熱量を低下させ、



燃焼後灰となる。また、単位熱量当りの輸送コストを増加させる。原料炭に含まれる灰分は非常に高く、既に原料炭に含まれている以上の灰分を加えることは、家庭用の燃料としての価値を下げることとなる。

原料炭には、2種の硫黄が含まれる。可燃性の硫黄と不燃性のものである。可燃性硫黄は更に、有機質と無機質とに分類できる。不燃性硫黄は、燃焼時に於いても変化せず、含有量が少ない場合には、経済的、その他の観点からも無害と見なせる。ラクラ炭の不燃性硫黄分は低い。有機性硫黄は石炭の化学的構成物である炭素、酸素、窒素と同様に、石炭の構成要素として含有される。可燃性無機硫黄は、ほとんどが黄鉄鉱で、石炭の自然着火の原因となる。可燃性有機硫黄と異なり、黄鉄鋼は、石炭の分子構成としてではなく、異種の混合物として石炭と混在している。目視による観察では、黄鉄鉱は、石炭片の表面に輝く金色の小斑点として不規則に点在している。このラクラ炭に異物として含まれる黄鉄鉱の含有形態が、同じロットのサンプルであっても硫黄の含有率が大きくばらつく原因と考えられる。

純粋な石炭の比重 1.3と比較し、黄鉄鉱の比重は 5.0と大きい。この比重差を用いて、石炭と黄鉄鉱を選別することは容易である。ラクラ炭の洗炭試験の結果から、硫黄含有率は 6 パーセントから 3 パーセント以下に大きく減少し、黄鉄鉱の含有がその主な理由と考えられる硫黄の含有率のばらつきも減少した。

洗炭によって、灰分もまた約30パーセントから10パーセント以下に大きく減少する。洗炭の主な目的は、一般に灰分を除去し発熱量を増加させることであるが、硫黄分の減少にも非常に有効である。ラクラ炭に含まれる硫黄分は大部分が黄鉄鉱であるため、洗炭によって、灰分と共に硫黄分の減少、特にそのばらつきを減少させることができる。以上の実験結果は、比重1.6に調整した液体を用いて得られたが、通常の水を使用しても、洗炭が比重差を利用する限り、同様な結果が得られる。

豆炭の市場価格は発熱量と関連する。切込炭を用いた豆炭の発熱量は洗炭を用いた豆炭発熱量の74パーセントであり、従って市場価格も74パーセントとなる。前者のプラントから市場迄の輸送コストは、熱量当たり相当割高と成る。両ケースに対し財務分析を実施し、前者は財務的に不可能との結果を得た。

豆炭プラントは24時間運転するが、洗炭プラントは30トン規模のものを設置し、日中のみ運転することを提案する。

## 7-2 プロジェクトスケジュール

国内作業の結果、表7-1に示す工程を提案する。

表7-1 プロジェクトスケジュール

Operation	Duration, month
Study of this report by PMDC	1
Study of this report by government	1
Decision on implementation	1
Study on funding	1
Basic design by consultant	4
Preparation of tender documents	3
Decision on contractor	1
Detailed design	6
Plant fabrication	7
Site installation and erection	8
Completion, test operation	3
Total	36

## 7-3 製品価格

第4章、豆炭市場、で述べたごとく、1990年および1995年の豆炭市場価格を、1988年価格で、1,016ルピー/トンおよび1,513ルピー/トンと設定した。価格は、1988年基準、即ち実質では一定だが名目では一般物価と比例して上昇する。1990年から1995年迄は表7-2に示すごとく、おなじ率で上昇するとした。

表7-2 製品価格

Year	Price, Rs/ton
1990	1,016
1991	1,100
1992	1,191
1993	1,290
1994	1,397
1995	1,513

## 第8章 豆炭試製および燃焼試験

### 8-1 豆炭試製

一連の試製を行い、試製品の物理性状、燃焼試験結果、技術経済面を考慮して最適調合組成を決定した。

実験の主要結果は下記の通り。

1. 同一ロットであっても、石炭の塊ごとの硫黄分のはらつきが大きく、また予測が不可能である。しかし、洗炭によって、灰分とともに硫黄分とそのばらつきを顕著に減らせる。
2. バガスと麦わらは、使用量が同じであれば、効果が殆ど同じである。綿実油搾り粕を用いた場合、豆炭の圧壊強度が不十分となる。この実験結果により、より経済的なバガスを選定した。
3. バガスまたは麦わらを使用しない場合、相当な高圧を用いても強固な豆炭を作れない。セメントを使用しても効果がない。
4. 石灰石は亜硫酸ガスとの反応速度が遅く、亜硫酸ガスの捕捉に有効でない。一方、消石灰は有効である。適量の消石灰を調合した豆炭は、燃焼時刺激性の亜硫酸ガスを発生しない。
5. 石炭とバイオマスの粒度は2 mmが成型品の強度上望ましい。
6. 成型前の石炭とバイオマスの水分は、それぞれ12、および8.5パーセントが最適である。
7. 上記の粒度と水分の石炭とバイオマスの比は、8対2が望ましい。
8. 化学等量の1.2倍の消石灰を使用することで、亜硫酸ガスの発生を抑制できる。
9. ワックスと軽油の混合物を豆炭に対し約5パーセント用いて、十分な耐水性を付与できる。

10. 上記条件で実際の装置を用いて試製を行うと、満足な性状の豆炭を製造可能である。着火性、火力、発煙は燃焼初期のみ、目や咽を刺激しない、耐水性がある、%機械的強度が大きい、等の性状である。セメントは不要である。
11. パキスタンで広く用いられる、馬蹄形コンロ、鉄製コンロでの燃焼試験で試製豆炭が良く燃えることを確認した。一体型ストーブ6種類、分割型2種類試作し、豆炭燃焼の熱効率が、パキスタンで最も普及している灯油コンロの熱効率の70パーセント以上達成。豆炭を使用した調理時間は灯油コンロを使用する場合と劣らないことが判明した。
12. 上述の如く、豆炭試製と燃焼試験結果を、プラント概念設計と操業のベースとした。

## 第9章 概念設計

豆炭試製結果、物質収支、エネルギー所要量を基に、概念設計を実施した。単位操作と設備の最適選定は、豆炭製造の専門家の経験を活かして行った。主要機器の仕様を定めた。以上の作業の結果、図9-1に示すプロセスフローダイアグラムを作成した。

LEGEND

M	Drymaterial	: T/H
H	Moisture	: T/H
T	Total(M+H)	: T/H

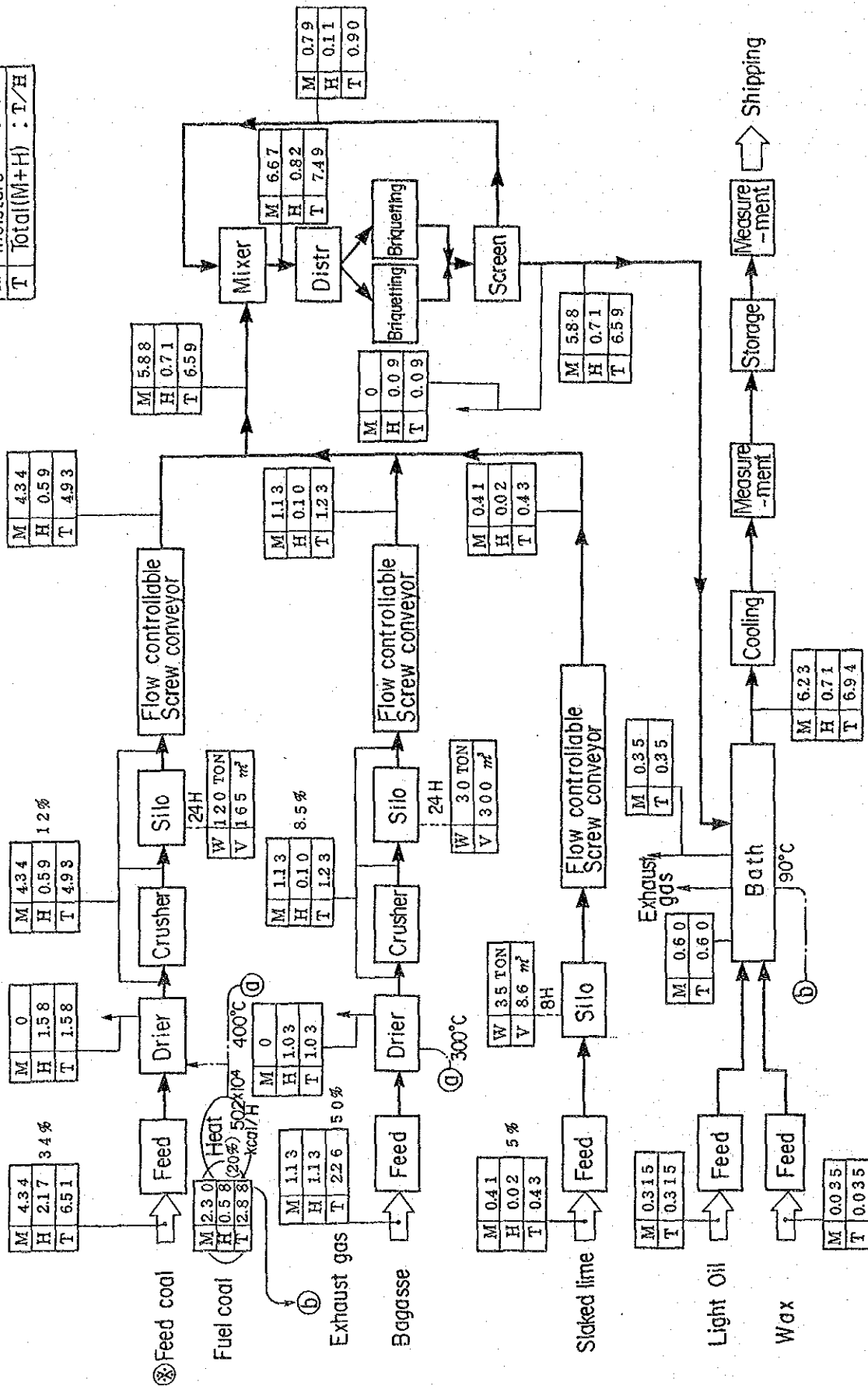


図9-1 プロセスフローダイアグラム

## 第10章 プラント建設

パキスタンは工業基盤が良い。Heavy Mechanical Complex Ltd. HMC, また Karachi Shipyard and Engineering Works, KSEW, は実績があり、評判の良い機械メーカーであり、セメントプラントと製糖プラントをターンキーで建設する。鋼材、板ガラス、セメント、石綿板、煉瓦等の材料を製造するメーカーがある。有能で経験豊富なコンサルタント会社、建設会社も多い。現地人技術者、コンサルタント、熟練非熟練労働者の供給は豊富である。ノウハウさえ海外から提供されれば、プラント建設は現地の技術に依存することが可能であり、それにより、建設コストを低減できる。これは、本プロジェクトをフィージブルにする重要な因子である。

道路やサイトの物理的条件等が、本プロジェクトの円滑な実施を妨げることはない。

建設工程を表10-1に示す。

表10-1 建設工程

Work	Month
Detail design	1st to 6th
Site investigation and preparation	1st to 2nd
Equipment fabrication and erection	7th to 21st
Civil and building work	14th to 21st
Commissioning	22nd to 24th

第11章 総資金所要量および運転コスト

表11-1および11-2に運転コストおよび総資金所要量の要約を示す。

表11-1 運転コスト

(Unit : 1,000 Rupees)

Items	Case 1,3		Case 2	
	A	B	A	B
Variable Operating Costs:				
Raw material	37,934	37,934	75,871	75,871
Utility	3,909	3,909	7,709	7,709
Handling	609	609	1,218	1,218
Fixed Operating Costs:				
Labor	1,056	1,056	1,498	1,498
Maintenance	5,176	4,930	9,518	9,142
Insurance	860	698	1,518	1,285
Plant overhead	1,056	1,056	1,498	1,495
<b>Total Operating Expenses</b>	<b>50,600</b>	<b>50,192</b>	<b>98,830</b>	<b>98,221</b>



表 1 1 - 2 総資金所要量

(Unit : 1,000)

Items	Cases 1 and 3 : 50,000 ton/year				Case 2 : 100,000 ton/year			
	Cases 1A, 3A (Base case)		Cases 1B, 3B (Alternative case)		Case 2A (Base case)		Case 2B (Alternative case)	
	Foreign (Yen)	Local (Rupee)	Foreign (Yen)	Local (Rupee)	Foreign (Yen)	Local (Rupee)	Foreign (Yen)	Local (Rupee)
<b>Plant Construction Costs:</b>								
(1)Machinery and equipment	183,958	70,316	0	78,070	302,457	132,675	0	145,948
(2)Vehicles	0	8,103	0	8,103	0	13,874	0	13,874
(3)Erection	0	5,035	0	5,035	0	9,084	0	9,084
(4)Structures and civil work	0	8,430	0	8,430	0	17,623	0	17,623
(5)Engineering	47,665	2,962	0	3,786	52,602	5,839	0	7,218
(6)Supervision	17,400	0	8,400	0	17,400	0	8,400	0
(7)Commissioning	1,800	0	1,800	0	1,800	0	1,800	0
(8)Physical contingency	13,201	4,992	537	5,443	19,698	9,426	537	10,197
- Total Plant Cost -	<u>264,024</u>	<u>99,838</u>	<u>10,737</u>	<u>108,868</u>	<u>393,957</u>	<u>188,522</u>	<u>10,737</u>	<u>203,944</u>
Pre-operating Expenses	72,000	5,976	48,000	5,976	72,000	11,652	48,000	11,652
Initial Working Capital	18,396	10,462	0	12,228	30,246	19,856	0	22,866
Interest During Construction	63,461	1,196	8,765	2,888	87,878	3,111	8,765	5,684
Total	417,881	117,472	67,502	129,960	584,081	223,141	67,502	244,146

Note) Base case : Coal washing plant and mixing/briquetting machine are imported.

Alternative case : All machinery and equipment are domestically made.

## 第12章 財務経済分析

要約版であるため、重要結果のみ示す。誘導の過程は正報告書を参照願う。

### 12-1 ケース1とケース2の比較

表12-1に示す如くケース1の方がより良い経済性を示す。

表12-1 ケース1とケース2の比較

	Case 1		Case 2		Case 3	
	A	B	A	B	A	B
ROI before tax	18.5	20.4	16.0	17.4	19.5	21.8
ROI after tax	12.3	13.7	10.5	11.5	14.4	16.3
ROE before tax	17.4	22.8	7.7	16.7	14.4	22.4
ROE after tax	11.2	16.7	N.R.	11.4	8.3	17.7

将来の能力拡張の影響を除外して、50,000トンプラントの洗炭付、洗炭無しの両ケースを比較する。後者は財務的にインフィージブルとなる。

表12-2 洗炭の影響に関する財務分析

	With washing	Without washing
ROI before tax	13.2	1.7
ROI after tax	8.7	no return
ROE before tax	no return	no return
ROE after tax	no return	no return

その他の財務分析値を表12-3に示す。

表12-3 その他の財務分析値

	Case 1A	Case 1B	Case 2B
Debt service coverage ratio	1.19	1.80	1.21

損益計算書、貸借対照表、感度分析、現在価値等ケース1トケース2に作成したが、正報告書を参照願う。

経済分析、即ち便益費用分析結果を表12-4に示す。

表12-4 経済分析結果

	Case 1A	Case 1B
Balance of payment,MMRs.	3,590	3,733
Direct employment opportunity	127	127

## 第13章 総合評価および提言

### 13-1 プロジェクトの総合評価

本報告書随所で述べたごとく、本調査で6ケース、ケース1A、1B、2A、2B、3A、3Bを検討した。全ケースとも需要の増大に伴い規模を拡張する。ケース1Aと1Bは急激な能力増強を行わず、余剰能力を生じないようにする。ケース2Aと2Bはより楽観的なケースで、常に若干の余剰能力を持つ。ケース3Aと3Bは現行の灯油への補助価格が継続すると仮定した、センシティブケースである。各対応するケースAとケースBは常に能力が等しい。ケースAは洗炭と混合／成型設備に輸入品を用いケースBは総て国産品を用いる。

ケースBは対応するケースAよりも財務的に優る。これはケースAに比べ機械と関係コストが安価であるためである。しかし税引前後のROIに於ける差異は大きくない。運転の信頼性を確保するためにはケースAはケースBに優る。特に対応するケースAとケースBのROIの差が僅かの場合は一層そう考えることができる。

ケース1、2、3の間での選択に関しては、13-1-1市場性で述べる如くケース1はケース2より優ると判断できる。ケース1Aと1Bの間での選択は財務的な優劣と運転の信頼性のバランスの問題である。財務的収益性は運転の信頼性に大きく依存する。従って後述のごとく、ケース1Bよりケース1Aを推薦する。

ケース2Aを除く全ケースはある程度投資に対する収益性もあり、国家プロジェクトであることも考慮し、財務的に可能であると判断できる。第二に、本プロジェクトは国際収支の改善に貢献し、また政府の国産石炭活用の政策の促進にも貢献する。

また、本プロジェクトは、広範な二次効果を期待できる。特筆に値するものとして下記がある。

- (1) PMDCに対する豆炭製造技術の移転
- (2) 豆炭プラントを構成する機器製造技術の移転
- (3) 雇用機会の創生
- (4) 豆炭プラントの建設と運転に伴う事業機会の創生
- (5) 国産資源の活用による輸入財灯油の代替
- (6) 国内の後進地域における産業立地
- (7) 豆炭ストーブの標準設計の導入による家内工業のストーブ製造と販売

- (8) 一般消費者への国内燃料の多様化と、それによる庶民の家庭経済の国際市場における燃料価格の変動からの防衛
- (9) 豆炭プラントの建設による民間企業の後続

50,000トン/年(ケース1)と100,000トン/年(ケース2)で稼働する2つの能力のうち、経済性はケース1が優る。しかし、ケース2は需要の急増に対処する柔軟性において優る。エネルギーの国際市場価格は本質的に不安定で、急騰する事態も起り得るが、その場合豆炭需要は急増する。しかし、かかる事態に対処することは、創業間もない事業には過大な責任である。ケース2のこの利点より、過大能力に伴う販売リスクをより重視すべきであると評価できる。従って総合的にケース1はケース2より、本プロジェクトとして優れていると判断する。ケース3は、灯油の補助価格が継続する場合のセンシティブティケースであり、そのような事態においてのみ意味を持つ。

総合的には、ケース2Aを除き全ケースとも財務的に可能で経済的にも成立し、社会と国家に広範な2次3次効果を期待できる。要するに、条件を整えて実施するに価すると評価できる。

### 13-1-1 市場性

プロジェクトスキームで示す豆炭価格と豆炭品質を前提とし、第4章「豆炭市場」で述べた如く、豆炭の市場性はあると判断する。

ケース1はプロジェクトライフを通じ、余剰能力を生じないようプラント能力を設定した。すなわち、需要に応えるよりも経済性を重視した。一方、ケース2では余剰能力を有し、豆炭の経済性より供給力を重視している。従って、ケース1と比較し、ケース2の経済性は劣る。ケース1Aとケース2Aの投資に対するIRRはそれぞれ12.3及び10.5である。

パキスタン国の如く、政府がエネルギーの輸入を統制している国では、国またはPMDCやPSOの様な国営企業は、エネルギーの安定供給の責任がある。この意味でケース1、ケース2間の選択は特殊な意味を持つ。本プロジェクトのような公共事業は、経済性を多少犠牲にしても供給責任を優先すべきとの議論も完全に否定できない。しかし、本調査実施者は、操業の初期段階、すなわち、本プロジェクトがパキスタンの社会経済組織にしっかり根を下ろすまでは、そのような責任を課すべきではないと考える。本プロジェクトは先ず経済的可能性を立証し、100パーセント操業を実現して良質な豆炭を妥当な価格で供給することが重要である。その意味において、ケース1はケース2よりも本プロジェクト本来の目的により合致する。

製品豆炭は工場出口で売り上げることが提言する。これは現在PMDCが石炭と岩塩の販売で実施している方法である。この方法によりPMDCは煩瑣なマーケティング業務より解放される。マーケティングにはPMDCの岩塩、および石炭ディーラー、PSOの灯油ディーラー、薪炭ディーラー等の優れた民間商人の既存流通販売機構の活用が期待できる。

このような組織を活用すれば、豆炭本来の市場性が活かされ、第4章「豆炭市場」で述べた如く、本プロジェクトは市場性があると評価できる。

豆炭の品質については、代替すべき灯油と比べ本質的に不利な点があることは否定できない。豆炭の発熱量は灯油の約半分である。豆炭は灰を生ずるが灯油は灰を生じない。

しかし、豆炭の品質設計には、パキスタン一般家庭の厨房で使用する場合燃料が具備すべき総ての特性を組み込んだ。比較上は灯油は豆炭より家庭燃料として優れている。しかしこの豆炭も、パキスタンの平均的家庭燃料として総ての必要条件を備えた優れた燃料である。

灯油との比較において品質上劣った点もあるが、豆炭に有利な価格格差を考慮すると、豆炭は一般消費者に受入可能と判断する。この価格格差は、本調査団が家庭に近い条件で行なった燃焼実験により測定した両燃料の熱効率の差に基づき、これより更に豆炭をディスカウントした。

### 13-1-2 技術評価

まず第一に、現地の原料を用いた豆炭試製と燃焼テストにより、ラクラ炭、バガス、消石灰、粗ろうと軽油を原料とし、目的性状の豆炭が製造可能なことを確認した。これ等原料は総て現地で容易に入手可能である。この試製実験は実プラントにより行なった。従って、良く起ることであるが、実験的には可能であったが、工業化の段階で次々に問題が生じるという惧れはないと考えられる。プラントの設計段階では、技術的に確立し、設計計算方法も良く知られた単位操作を組み合わせた。プロセスや機器には新奇なものは何も用いていない。従ってプラントのスタートアップや調整運転上の困難はないと考えられる。

プラントサイトやサイト周囲のインフラストラクチャー関係では、本プロジェクトの手に負えない問題はない。本プロジェクトが実施すべきことは、電力の供給、水の供給と、側道の新設であり、これは本プロジェクトが対処できる。炭鉱地帯の幹線道路はプラントサイトへの建設資材の搬入と全国各地への製品出荷に使用できる。従っ

て、プロジェクト独自の費用で大きな道路工事をする必要はない。

プロジェクト地域は稀にサイクロンや大雨に見参われるが、特に災害多発地域ではない。プラントサイトは丘の上にあり地盤も良いので、サイクロンや大雨も本プロジェクトの操業に甚大な被害を与えることはない。総合的にプラントサイトはプラント建設と運転に適した条件を具備している。

パキスタンの国内産業、国内技術で必要な建設資材、動労力、機械等の供給が可能である。現地産資機材は、概して使用可能な品質に達しており、輸入品より安価である。現地資機材を全般的に活用し、プラント建設費を経済的な値に抑えることにより、本プロジェクトはフィージブルになる。機械製作者には有能な会社もあり、本プラントに必要とする機械製造の能力はあると考えられる。彼等は製糖工場やセメントプラントをターンキーで供給している。しかし、実際彼等は豆炭用機械製造の実経験に欠ける。本調査では洗炭設備と混合／成型設備を初期プラントにだけ輸入品を用いるケースと、全部国産品を用いるケースとを比較した。勿論、始めて作った国産機械よりも、実生産で証明済の輸入機械の方が信頼性で優る。当然国産の方が輸入品よりも安価であるが、その差の財務分析上の差異は大きくない。その上、もし国産品を用いることで稼働率に悪影響が生じた場合は、国産品の財務的利点を消滅する。幸い、ケース1Aは国家プロジェクトとしては許容できる収益がある。

上記の如く、技術面では好条件に恵まれている。技術上特に本プロジェクトの可能性を危うくするものは何もないが、経済性を保つため、稼働率の維持は重要である。

### 13-1-3 原料

暫定的に選択した原料の総て、即ち、ラクラ炭、バガス、麦藁、綿実油搾り粕、石灰石、消石灰、セメント、粗ろう、軽油につき入手可能性、価格、品質、調達の難易を調査した。このうち、麦藁、綿実油搾り粕、石灰石、セメントは第8章「プロジェクトスキーム」で述べた理由により使用しない。選定した原料はすべてシンド州に豊富に存在し、プロジェクトライフ期間を通し供給に心配ない。但しバガスの供給は季節的変動がある。原料の価格は妥当であり、品質も十分良い。原料の入手可能性からはプロジェクトのフィージビリティを脅かすものはない。

しかし敢えて考えるならば、将来シンド州内にバガスを原料とする産業が立地されて、バガスを高値で買取る可能性である。バガスを原料とする製紙業と製板業が考えられる。現在のところシンド州にはかかる産業は存在しない。パキスタンはバガスを有効利用している。人口の急増に伴い、これ等商品の需要は当然増大する。従って将来シンド州にこの種の産業が起らないとは言いきれない。しかし、現実にこのような事態

が仮に起っても、短期的にはこれ等産業のバガス消費量が、本プロジェクトに対するバガスの安定経済供給を妨げるほど大きくはならないと予想される。長期的にも、これ等産業のバガス価格への影響は財務分析の感度分析の域内にあると考えられる。

#### 1.3-1-4 財務経済評価

財務経済評価の主要結果を示す。

	ケース1		ケース2		ケース3	
	A	B	A	B	A	B
税引前 ROI	18.5	20.4	16.0	17.4	19.5	21.8
税引後 ROI	12.3	13.7	10.5	11.5	14.4	16.3
税引前 ROE	17.4	22.8	7.7	16.7	14.4	22.4
税引後 ROE	11.2	16.7	N.R.	11.4	8.3	17.7

ケース2 Aと2 Bは推定稼働率が低く、ケース1 Aと1 Bと比べ収益率が低い。ケース1 Aと1 BはROI, ROEとも良い収益率を示している。ここには特に示さないがケース1 Aと1 Bは原料価格、建設価格等の変動に耐える。これは第16章「財務分析」の感度分析に示す。

財務経済分析の結果が示す限り、ケースBはケースAより望ましい。しかしこれはケースBの稼働率がケースAと等しい場合に言えることで、この前提は満たせるとは限らない。

このプロジェクトは国際収支の改善に貢献する。ケース1 A、ケース1 Bはそれぞれプロジェクトライフを通じ、3,590百万ルピーおよび3,733百万ルピー国際収支の改善に貢献する。

結論としては、ケース1はケース2よりも望ましい。ケース1 Aと1 Bの比較では、計算上ケース1 Bの方が財務的に優るがケース1 Aを推薦する。

#### 1.3-1-5 社会的貢献

本プロジェクトは石炭活用推進政策を支持する。石炭は現在までほとんどレンガ焼きに用いられており、1983-88年の第6次5ヵ年計画では石炭の有効利用推進がうたわれており、特に主要炭田に経済規模の豆炭プラントを設置し灯油の代替を進めることを明示している。



このプロジェクトはパキスタン政府と中産階級以下の大衆が持ち得る家庭燃料選択の自由度を広げる。薪炭のような非商業エネルギーの供給は本質的な限界に近い、この供給を増やすことは自然環境の荒廃を意味する。パキスタンの自然環境は既にかかなり荒廃しており、一層の荒廃は許されない。ガスと電気の供給はパイプと電線がある地域に限られる。現在パキスタンが家庭用燃料の需給の調整のためにとり得る措置は灯油の輸入量を調整することであり、その時灯油価格に拘っている余裕のないこともある。プロジェクトの初期段階は豆炭製造能力は未だ小さく、このプロジェクトが政府に与える燃料選択の自由度は単に象徴的である。しかし、上記豆炭プラント設置の政策が充分達成されたあかつきには、政府と国民が手にする自由度は単に象徴的ではなく、実際にその自由度を行使することができる。

これ以外にも第17章「経済分析」で述べたごとく、本プロジェクトは多様な社会的便益をもたらすが、次のものは特に重要である。

1. 事業機会の創生
2. 直接間接雇用機会の創生
3. 技術移転

上記のうち定量化して示すことが可能なものは直接雇用機会のみである。プロジェクト完了時の直接雇用機会は127人である。他の定量化困難な便益も大きい。事業機会の創生には機器の詳細設計、機器の製作、プラント建設、原料と製品の輸送、豆炭の流通と販売、これ等に対するサービス産業、豆炭用ストーブ製造である。これ等産業にもこの分雇用機会が増える。プラントの設計と製造、豆炭の製造及びストーブの設計の分野で技術移転が期待される。

### 13-2 実施への提言

本計画調査を完了にするに当たり、下記提言を行う。

1. 本計画のケース1Aの実施を勧める。
2. 本計画の最大利益のため全報告書第8章が提言するプロジェクトスキームに従ってプロジェクトを実施するよう勧める。
3. PMDCは豆炭の製造に注力し、豆炭の流通と販売は、既に能力が証明済みの販売業者、すなわち、PMDCの岩塩ディーラー、PMDCの石炭ディーラー、PSOの灯油ディーラー、薪炭業者等に行わせるのが良い。

4. もし可能ならば、本計画調査で計画している如き品質の豆炭を、プラント稼働前に輸入し、上記チャンネルで販売するのが望ましい。これにより、事前に消費者に豆炭を浸透させることができる。
5. PMDCは本プロジェクトに最も有能な、管理者、技術者、作業員を配置すべきである。PMDcはプラント運転の組織を単純かつ能率良きものに保ち、余剰人員が本プロジェクトの経済性に悪影響を与えぬよう留意すべきである。
6. プラント建設に際して、PMDcは最良のコンサルタント、設計技術者、建設会社、コントラクター会社を起用すべきである。
7. もし可能であれば、管理者と技術者を、本計画調査が提案する豆炭と同等品質の豆炭を製造している豆炭工場に派遣し、教育を受けさせるべきである。
8. 既にパキスタンでは豆炭プラントが1基クエッタで操業中であるが、そのプラントはその地辺の軍隊にだけ出荷している。そのプラントで生産する豆炭の品質は本計画調査の意図する家庭燃料用の豆炭とは全く異なる。従って本計画は、この種の事業で最初のものと考えることができる。初めての事業には種々問題が生じ易く、順調に進めるためには特に下記に配慮する必要がある。
  - (1) 信頼性の高いプラントを建設する。
  - (2) 経営と運転ノウハウを取得する。
  - (3) 販売チャンネルを確立する。
9. 稼働率が90%を下回ると経営が困難になる恐れがあり、販売促進、プラントの信頼性の向上等、稼働率の維持には留意すべきである。







JICA