

パキスタン回教共和国 豆炭生産計画調査報告書

一九八九年一月

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

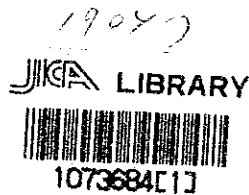
1989年1月

国際協力事業団



工計鉦
~~89-48~~
89-48

パキスタン回教共和国
豆炭生産計画調査報告書



1989年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

19047

序 文

日本国政府は、パキスタン回教共和国政府の要請に基づき、同国の豆炭生産計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、昭和63年3月15日より3月26日まで及び同年6月20日より7月20日までの2回にわたりテクノコンサルタンツ株式会社 田中恒二氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、パキスタン回教共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

平成元年 1月

国 際 協 力 事 業 団
総 裁 柳 谷 謙 介

まえがき

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、原料の最適配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 Pakistan Mineral Development Corporation (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。

なお、本報告書とともに要約版を提出し、調査の途中経過を省き重要な結論のみ記載した。

目 次

	<u>頁</u>
まえがき	
第1章 本計画の概要と背景、経緯	
1-1 本計画の概要	1-1
1-2 社会自然的背景	1-4
1-3 本豆炭生産計画及び開発調査の経緯	1-9
1-4 本開発調査の目的	1-10
1-5 本開発調査の範囲	1-12
1-6 本開発調査の方法	1-14
1-7 調査団の編成	1-19
2章 パキスタン回教共和国の概況	
2-1 パキスタンの自然環境	2-1
2-2 パキスタンの社会環境	2-2
2-3 パキスタンの経済および産業	2-3
2-4 第6次5か年計画	2-7
第3章 パキスタン回教共和国のエネルギー事情	
3-1 パキスタン国のエネルギー状況の現状	3-1
3-2 パキスタン国のエネルギー政策	3-4
3-3 石炭産業の現状とパキスタン国の石炭政策	3-5
3-4 パキスタン国のエネルギー消費の動向	3-8
3-5 家庭用エネルギーの消費	3-15
3-6 工業用エネルギーの消費	3-16
3-7 灯油および薪の需要予測	3-18
3-8 灯油および薪の価格予測	3-31
第4章 豆炭市場	
4-1 パキスタンでの火の使い方	4-1
4-2 豆炭の品質設計	4-3
4-3 豆炭の流通	4-8
4-4 豆炭の需要予測	4-17
4-5 豆炭の価格設定	4-34
4-6 パキスタン国豆炭市場のフィージビリティ	4-36
4-7 灯油価格と豆炭市場	4-38

第5章	豆炭原料	
5-1	豆炭原料の留意点	5-1
5-2	ラクラ炭	5-3
5-3	副原料	5-22
第6章	インフラストラクチャー、ユーティリティーおよび原料輸送	
6-1	パキスタン国におけるインフラストラクチャー	6-1
6-2	プロジェクト・サイト周辺のインフラストラクチャー およびユーティリティー	6-10
6-3	原料の輸送	6-19
6-4	輸送費用	6-26
第7章	プラント立地の検討	
7-1	プラント建設候補地の概要	7-1
7-2	敷地の選定条件	7-1
7-3	建設予定地の評価	7-3
第8章	プロジェクトスキーム	
8-1	プロジェクトスキーム設定	8-1
8-2	暫定プロジェクトスキームの内容	8-1
8-3	決定プロジェクトスキーム	8-9
第9章	原料試験および評価	
9-1	サンプルの状態	9-1
9-2	石炭の分析	9-5
9-3	バイオマスの分析	9-10
9-4	脱硫剤の分析	9-13
9-5	バインダーのテスト	9-15
9-6	石炭の前処理	9-16
第10章	豆炭試製	
10-1	ベンチスケールテスト (タブレットテスト)	10-1
10-2	実装置テスト	10-11
第11章	燃焼試験	
11-1	燃焼特性の観察と市場性	11-1
11-2	豆炭コンロの開発	11-2
11-3	豆炭の燃焼性の評価	11-22

第12章	豆炭製造の概念設計	
12-1	概念設計の主要前提条件	12-1
12-2	概念設計	12-6
12-3	主要機器リスト	12-15
12-4	組織・要員計画	12-17
第13章	建設工事	
13-1	現地建設工事情	13-1
13-2	建設資機材調達計画	13-3
13-3	設計および施工基準	13-4
13-4	プロジェクトの遂行方法および工事契約形態	13-5
13-5	工場建設計画	13-7
13-6	建設工程	13-20
13-7	建設単価および建設コスト積算	13-22
第14章	総所要資金	
14-1	概論	14-1
14-2	主要前提条件	14-1
14-3	総所要資金の要約	14-3
14-4	プラント建設費	14-6
14-5	操業前費用	14-10
14-6	初期運転資金	14-11
14-7	建中金利	14-11
第15章	運転費用	
15-1	概論	15-1
15-2	変動費	15-1
15-3	固定費	15-4
15-4	運転費用の要約	15-7
第16章	財務分析	
16-1	財務分析手法	16-1
16-2	財務分析の主要前提条件	16-1
16-3	所要資金	16-6
16-4	製造原価	16-8
16-5	収益性	16-10
16-6	感度分析	16-15
16-7	参考調査	16-19

16-8	評価	16-20
第17章 経済分析		
17-1	経済分析手法	17-1
17-2	経済的便益費用分析	17-4
17-3	国際収支への影響	17-11
17-4	波及効果	17-13
17-5	評価	17-16
第18章 総合評価および提言		
18-1	プロジェクトの総合評価	18-1
18-2	実施への提言	18-7

A P P E N D I X

第1章 本計画の概要と背景、経緯

1-1 本計画の概要

本計画は、パキスタン南東部シンド州ラクラ炭鉱に産する褐炭、通称ラクラ炭を主原料とし、その他の国産副原料も加え、適切なる加工を施し、豆炭を製造しようとするものである。計画の規模、すなわちプラントの初期能力と将来の拡張計画、各種副原料の種類、主原料と副原料の調合割合、製造工程、プラントの立地、製品品質、製品販売方法、管理体制、製品価格等は本計画調査によって決定する。

計画の主目的は、最近家庭用燃料として消費が急増している灯油に代替し得る、比較的安価で使い易く、且つ安全な燃料として豆炭を提供する。これにより、灯油の輸入に費やす外貨を節約しようとするものである。

計画の推進母体は政府機関、Pakistan Mineral Development Corporation (PMDC) である。

本計画調査の結果プロジェクトスキームを下記の如く設定した。

(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

(2) プラント立地

シンド州のハイデラバードの北西80kmに位置するラクラ炭鉱区を横切るメイン道路から約 1.5km離れた生産坑脇の現地事務所に近い平坦な地域。リース No. 88内に位置する。

(3) 原料

ドライベース原単位 (トン/トン製品豆炭)

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

(4) プロセススキーム

次頁図1-1-1「プロセススキーム」参照

(5) 製品品質

- 着火性 : 着火後5分以内に定常燃焼状態に達する。
- 炎の強さ : 薪の炎より強力である。
- 無煙性 : パキスタンの一般家屋厨房構造にて実用上十分な無煙性を有する。
- 無臭性 : パキスタンの一般家屋厨房構造にて実用上十分な無臭性を有する。
- 安全性 : 燃焼ガス及び灰が人畜及び環境に対し無害である。
- 操作性 : 火力の調節は容易である。
- 耐水性 : 雨水に濡れても豆炭内部に水が浸透せず、崩壊、軟化、燃焼性の悪化等を起こさない。
- 物理的強度 : 十分な機械的強度を有し、輸送その他取扱い中に破損しない。

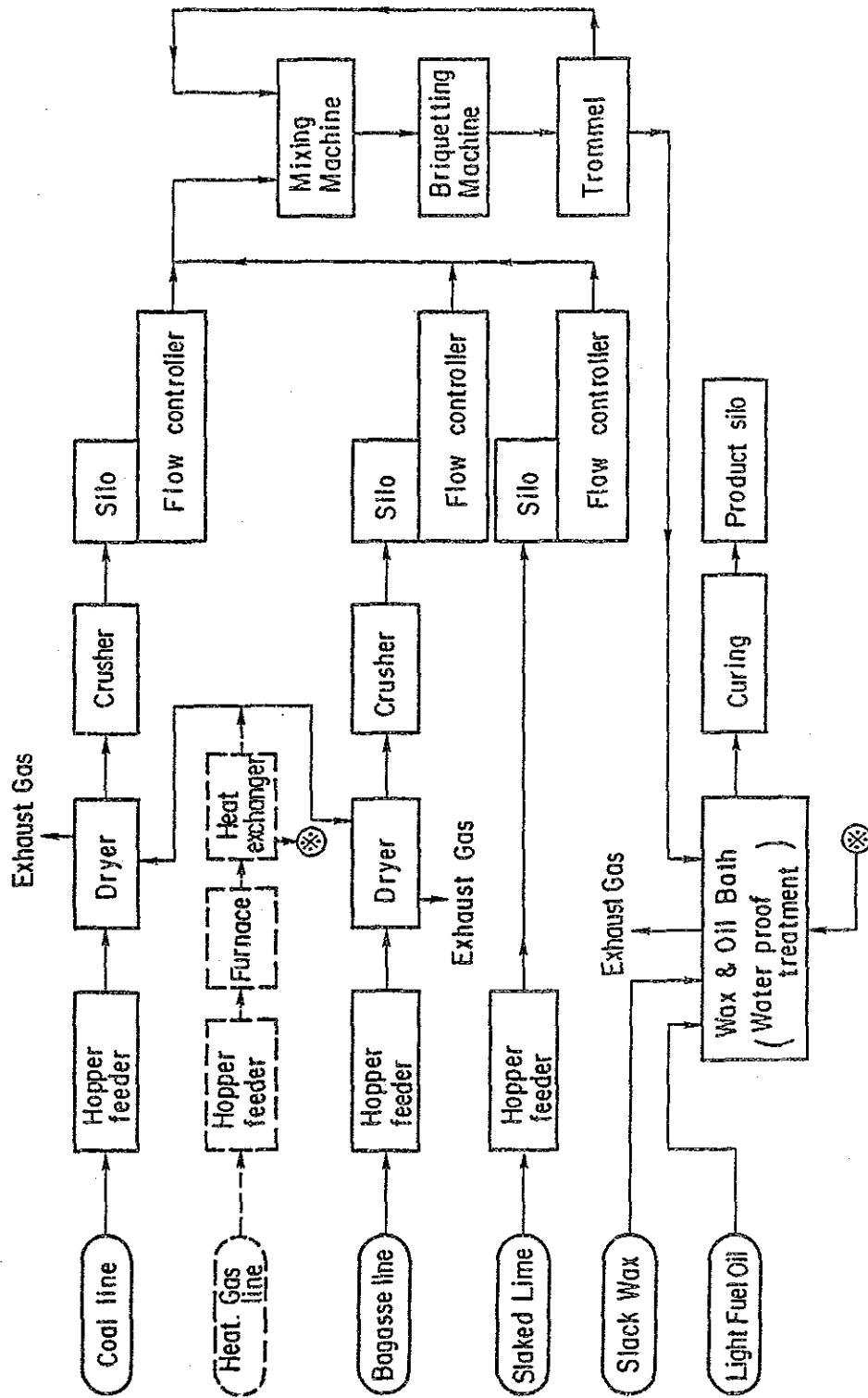


図 1-1-1 プロセススキーム

1-2 社会自然的背景

パキスタンは北は約北緯37度から南は北回帰線の近く北緯24度までインダス川に沿って南西に細長く延びている。東側にインド、北東に中国、北西にアフガニスタン、西にイランと国境を接し、南方を海に面している。インダス川沿いに人口が密集し主要都市はインダス川又はその支流で発達している。アフガニスタン、イランと接するバルチスタン州は半砂漠地帯で人口も希薄である。南東部インドとの国境地帯にも砂漠が発達している。北部はヒマラヤと重なる。

国土総面積は Atlas of Pakistan によれば下記の通りである。

表 1-2-1 国土の面積

	Area, square kilometer
Punjab	205,345
Sind	140,914
NWFP	74,521
Baluchistan	347,190
FATA	27,220
Islamabad	906
TOTAL	796,096
Gilgit Agency	35,156
Disputed Area	about 210,000

Source: Atlas of Pakistan

北西部は冬期に寒気が厳しい。人口密集地帯のインダス川流域では温暖な気候に恵まれている、しかし、夏期には気温が摂氏40度以上に上昇することも希ではない。パキスタンの経済活動の中心であるパンジャブ州の主要都市の気温及び降水量を表1-2-2に示す。

表1-2-2 主要都市気候

	Precipitation			Mean Max. Temp.			Mean Min. Temp.		
	millimeter			degree Celsius					
	1985	1986	1987	1985	1986	1987	1985	1986	1987
Punjab									
Faisalbad	235	344	363	31.4	30.3	31.5	17.0	16.5	17.0
Lahore	736	612	490	31.7	30.7	31.9	18.3	17.7	18.4
Multan	158	219	109	33.3	32.1	33.1	17.8	17.6	18.3
Islamabad									
	1124	937	859	29.8	28.1	29.7	14.5	12.3	14.2
Sind									
Hyderabad	116	179	16	34.5	34.5	35.9	20.8	20.9	21.5
Karachi	155	92	16	32.1	31.7	32.6	20.0	19.8	20.4
NWFP									
D.I.Khan	139	335	159	33.1	31.0	32.2	14.9	15.8	17.2
Peshawar	341	416	343	30.5	29.5	30.5	16.3	15.5	14.5
Baluchistan									
Quetta	257	244	156	25.3	23.9	25.7	7.6	8.7	7.7

Source: STATISTICAL POCKET BOOK OF PAKISTAN 1988

パンジャブ州は、降水量こそ充分ではないが、高い気温とインダス川の豊富な水に恵まれて、豊かな農業が発達しており、この国の経済の根幹を形成している。本来は豊かな森林を形成し得る自然環境にあるが、樹木は非常に希薄である。シンド州はインダス川周辺のみ農耕及び植樹がなされ、灌漑の行き届かない地域では砂漠または土漠となっている。バルチスタン州は降水量が250mm以下で河川流域とオアシスを除き砂漠が発達している。北東辺境州では一部平均降水量が500mmを越える地域があり、小麦の栽培が盛んである。全体的に農業が可能な地域においても、森林は希薄であり、一般庶民の住居には殆ど木材が使用されていない。都市ガス供給網から外れた地域での一般庶民の燃料は殆ど植物性のバイオマスであるが、薪はそのうち約半分に過ぎず、他の半分は牛糞や農産物の廃物を用いている。一般庶民に対する木質燃料の供給すら充分でないという事実は本プロジェクトの一つの重要な背景である。

州別人口分布は表1-2-3の通りである。

表1-2-3 州別人口

Province	Population 1,000	Area sq km	Population Density
Islamabad	340	906	376
Punjab	47,292	305,344	230
Sind	19,029	140,914	135
Baluchistan	4,332	347,190	12
NWFP	11,061	74,521	148
Fata	2,199	27,220	81
Pakistan Total	84,253	796,095	106

Source: 1981 Census

人口はパンジャブ州が最大である。これは、前述した同州が経済の中心である事に加え、本プロジェクトに特別な意味を持つ。即ちパンジャブ州は豆炭市場として重要である。

パキスタンは地下資源にはあまり恵まれおらず、化石エネルギー資源も例外ではない。化石エネルギー資源の賦存量（確認埋蔵量但し石炭は推定埋蔵量）は表1-2-4の通りである。

表 1-2-4 化石エネルギー賦存量

		Oil equivalent million ton
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

これに対し商業エネルギー（薪、木炭、その他植物性燃料を除くエネルギー）消費傾向を表1-2-5に示す。

表1-2-5 商業化石エネルギー消費量

Year	(thousand ton oil equivalent)					
	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.

パキスタンは石油と天然ガスへの依存度が高く、前表と比較すれば明らかなように、商業石化エネルギーの消費量はその賦存量を反映しておらず、すなわち石油の消費が不相応に多く、それに対し石炭の利用が少ない。ここで認識すべきは、石油は多額の外貨を支払って輸入されていることである。これは、パキスタンが国内炭の有効利用促進を望む大きな背景にほかならず、水力発電の開発は望み薄で、原子力に至っては未だ手始めの時期であることもこれを裏付けている。

家庭用燃料に着目すると、表1-2-6に示す如く、非商業燃料の使用量が圧倒的に大きく、また灯油消費量が近年急速に伸びている。非産油国パキスタンにとって、この傾向は国際収支の観点から望ましいものではない。

前述の如く、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。政府はエネルギーの合理的使用のため、各種エネルギーの価格体系の見直しを進めておるとともに、特定産業の天然ガス使用禁止等の措置をとりはじめている。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、ジャムショロ地区で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。

表 1 - 2 - 6 家庭用燃料消費

Year	(thousand ton oil equivalent)					
	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.

パキスタン一般庶民の厨房は居住地区の外側で半開放的構造のものが多く、燃焼器具は壁に沿って床の上に馬蹄形に土を盛り、前方の開口部から燃料をくべる簡単なものが広く用いられている。この燃焼器は薪をはじめ個体で燃えるものであれば何でも燃せる便利なものである。しかし、一次空気二次空気量の調節は全く不可能で、豆炭の燃焼には必ずしも適していない。従って、豆炭の導入に当っては、豆炭に適した燃焼器を安価に提供できる体勢を整えておく必要が在る。パキスタンには優秀な家内工業が発達しており、燃焼器を特に工場生産しなくとも標準設計を広く知らしめるだけで家内工業が安価な燃焼器を生産できる。

1-3 本豆炭生産計画及び開発調査の経緯

パキスタンにおける成型炭の製造は、1942年インドのアッサムより1930年代に建設したと考えられる豆炭製造プラントをバルチスタン州クエッタに移設し、生産を開始したことに始まる。本プラントは、設備は既に非常に旧式となったが、現在に至までPMDCの管理下で現地の石炭を原料として稼働している。プラントの生産能力は、約50,000トン/年であるが、現在では冬期のみ稼働し、年間約5,000トンの生産を行っているのみである。豆炭は着火性が悪く、またの無煙化は特に行っておらず、家庭用燃料としては不適當である。主たる需要家はその地方の軍隊である。

一方前述の如く家庭用燃料における灯油、電力、天然ガスの消費の伸びが著しく、特に灯油に関しては、非産油国のパキスタンにとって、直接国際収支悪化の原因の一つとなり得るので、特に憂慮されている。この問題解決の一策として、パキスタン政府は、第6次5か年計画(1983/88)第11章「鉱物、探査と開発」にて、石炭活用に関する政策の一つとして、「灯油代替を目的として、各主要炭鉱地帯に経済規模の無煙豆炭製造プラント(複数)を建設する。」とうたっている。石炭はパキスタン国最大の化石エネルギー資源でありながら、産業用エネルギーとしても家庭用エネルギーとしても充分活用されていない。従って、石炭を原料として灯油に代替し得る家庭用豆炭を製造できれば、外貨の節約と国産資源である石炭の活用の両目的に沿うことになる。このような政府の大方針を背景にして、PMDCはクエッタの実プラントを用て、各研究機関の協力も得て、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、1986年6月日本政府に対し、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。

1-4 本開発調査の目的

パキスタン国の深刻なエネルギー問題に対処するため、国産原料、具体的にはラク
ラ炭と国産副原料を用いて豆炭を製造し、主として家庭用燃料として供給することで、
輸入ケロシンの使用を削減し、外貨の流出を防止する目的で、無煙豆炭の生産計画の
技術的経済的実行可能性を探り、更に、その具体的実施計画を作成することである。

具体的には、調査の主目的は下記の通り要約できる。

1. 市場関係

- (1) 競合燃料の消費者価格を調査し、他の燃料と競合可能な豆炭の妥当な消費者価
格を判断し、本プロジェクトをフィージブルにし得る価格体系を提案する。
- (2) パキスタン国一般消費者の燃料使用方法を調査し、豆炭が消費者に受け入れら
れるために具備すべき必要な性状を調査する。
- (3) パキスタンの商習慣、商品流通事情、他の燃料の流通販売方法、プロジェクト
推進者の能力等を調査し、本プロジェクトにとって最良な製品販売方法を検討
提言する。
- (4) 将来における豆炭の需要を予測し、豆炭製造プラントの初期能力および拡張計
画をたてる。

2. 技術経済関係

- (1) 豆炭製造原料及び副原料のサンプルを採取し、日本に送付して分析及び豆炭の
試製を行う。上記市場調査にて提言した要望性状に近い豆炭の製造方法を実験
的に確認する。
- (2) 本無煙豆炭の製造には、石炭の他に植物性の材料、即ちバイオマス、並びに石
灰等の副原料をを必要とする。プロジェクトライフを考慮した長期にわたる石
炭及び副原料の入手可能性と価格を調査する。
- (3) プラントサイト候補地の選定とその技術的評価、並びにインフラストラクチャ
ー及び公共ユーティリティ設備の状況、水、電気等の公共ユーティリティの入
手可能性と価格の調査。

- (4) プラント建設コスト及び運転コスト関係の資料収集。
- (5) プラントの概念設計の実施、物質収支、ユーティリティ収支の作成。
- (6) プラントの建設コストの積算、全所要資金の推定、運転コストの推定。
- (7) 財務分析、経済分析の実施、プロジェクトの総合評価の実施。
- (8) 本プロジェクト実施に関わる提言。
- (9) 試製豆炭の燃焼試験結果に基づき、豆炭燃焼に適したストーブのデザインの提案。

1-5 本開発調査の範囲

国際協力事業団とPMDCが合意したS/Wに基づき、本開発調査の範囲は下記の通りである。

第1 ステージ

1. プロジェクトの背景に関する調査

- (1) パキスタン国のエネルギーの現状及びエネルギー政策
- (2) パキスタン国の石炭産業の現状及び政策

2. パキスタン国のエネルギー消費に関する調査

- (1) セクター毎（工業セクター及び家庭）でのエネルギー利用の分類
- (2) セクター毎エネルギー消費の傾向
- (3) 燃料の消費・利用に関する法令及び規制

3. 豆炭市場及びその流通体系・機構に関する調査

- (1) 既に実施された調査及びそれに関連する調査報告書のレビュー
- (2) 豆炭及び代替燃料の価格動向及び今後15年間の価格予測
- (3) セクター毎の豆炭の質・量に関する需要
- (4) 消費者サイドのセクター別での合理的に価格体系
- (5) 各種異なったタイプの燃料に対する消費者の反応
- (6) 豆炭及びその他の燃料の流通体系・機構の現状と可能性

4. 豆炭市場のフィージビリティに関する総合評価

第2 ステージ

1. 豆炭製造のための原材料に関する調査

- (1) ラクラ炭田のリグナイト炭の産出量及び質
- (2) 豆炭製造に必要なその他の原料の質及び供給状況

2. 豆炭製造に関する技術調査

- (1) パキスタン国内で開発された豆炭製造及び燃焼技術のレビュー
- (2) 各種データ及び報告書のレビュー及び評価
- (3) ラクラ石炭から製造される無煙豆炭の製造試験及び分析
- (4) 無煙豆炭の燃焼試験及び分析
- (5) 豆炭製造のプロセスのフロー・ダイヤグラム作成

(6) 石炭及びその他の原料の運搬及び供給スキーム

3. 豆炭製造プラントの建設に関する調査

- (1) サイト選定
- (2) プラントの概念設計及び経費積算
- (3) 建設のための原材料の供給方法
- (4) 用役設備（用水、下水設備、電気、その他）
- (5) 建設スケジュール

4. 組織及び運転計画

- (1) 運転スケジュール
- (2) 本プロジェクトの管理・運営のための組織計画

5. プロジェクトの経済評価

- (1) 豆炭とその他の現在使用されている燃料との経済性比較
- (2) プロジェクトの財務分析
- (3) 経済・社会に及ぼすインパクトの評価

6. 結論及び勧告

1-6 本開発調査の方法

次の2頁の図1-6-1と図1-6-2に第1次および第2次調査実施の手順を示す。第1次調査の目的は豆炭の市場性を確認することである。第1次調査結果を纏め、調査終了時に提出したインセプションレポートに述べた如く、豆炭の市場性はかなり有望と判断されたので、引き続き第2次調査に進んだ。

1-6-1 第1次調査

1988年3月15日から3月26日わたって現地調査を実施し、調査に必要な情報とデータを収集した。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。このようにして、豆炭が灯油または薪と競合できる輸送距離を求めた。

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を予測は、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。この場合、豆炭の販売流通業者は競合燃料の流通業者と同様に、有能な業者を起用できると考えた。代替の程度より豆炭の年間生産量を求め、プラントの初期能力と能力拡張のプログラムをたてた。初期能力と能力拡張のプログラムは2ケース計画した。能力設定に当たっては、プロジェクトの経済面と技術的制約を考慮した。

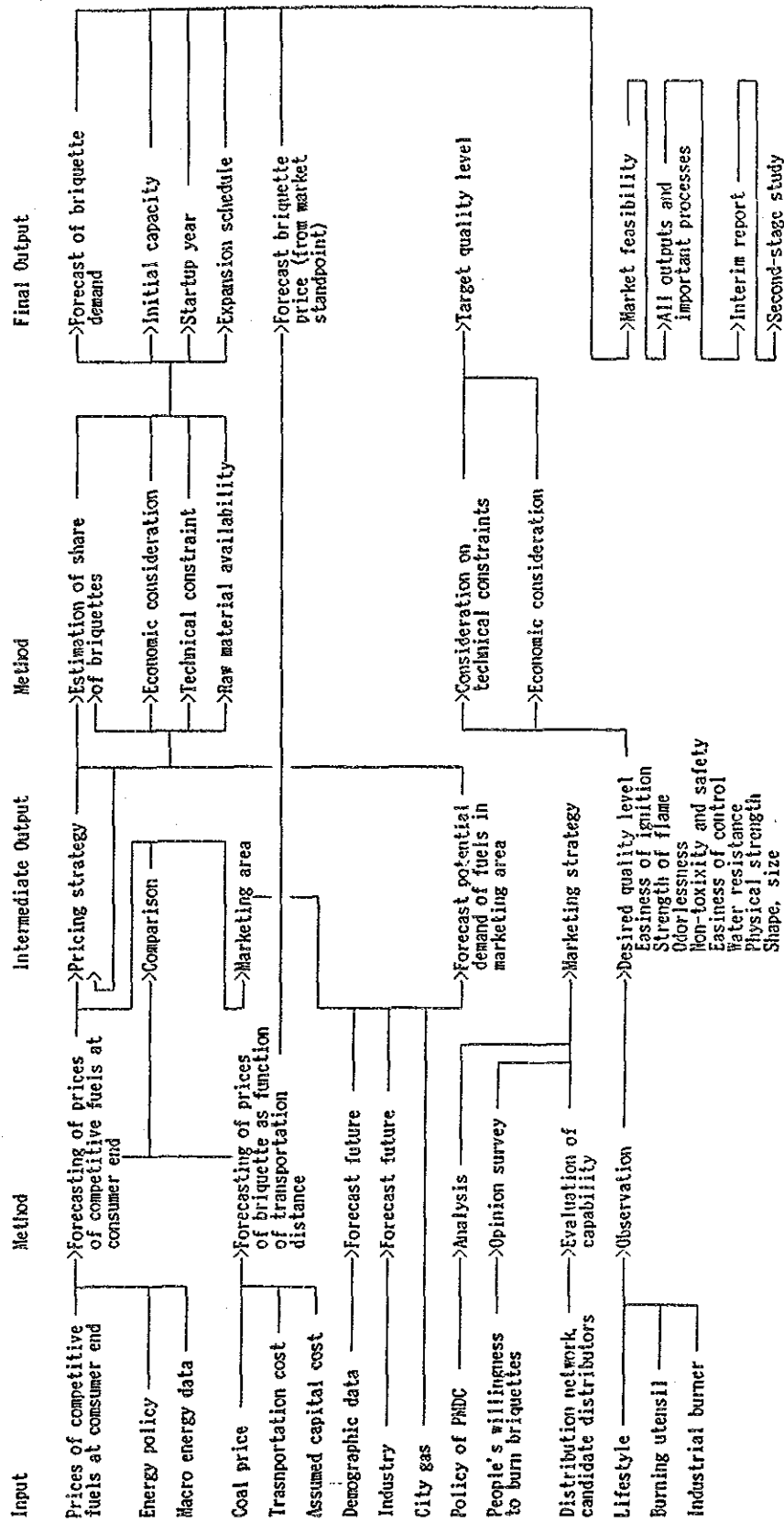


図 1 - 6 - 1 第 1 次調査実施手順

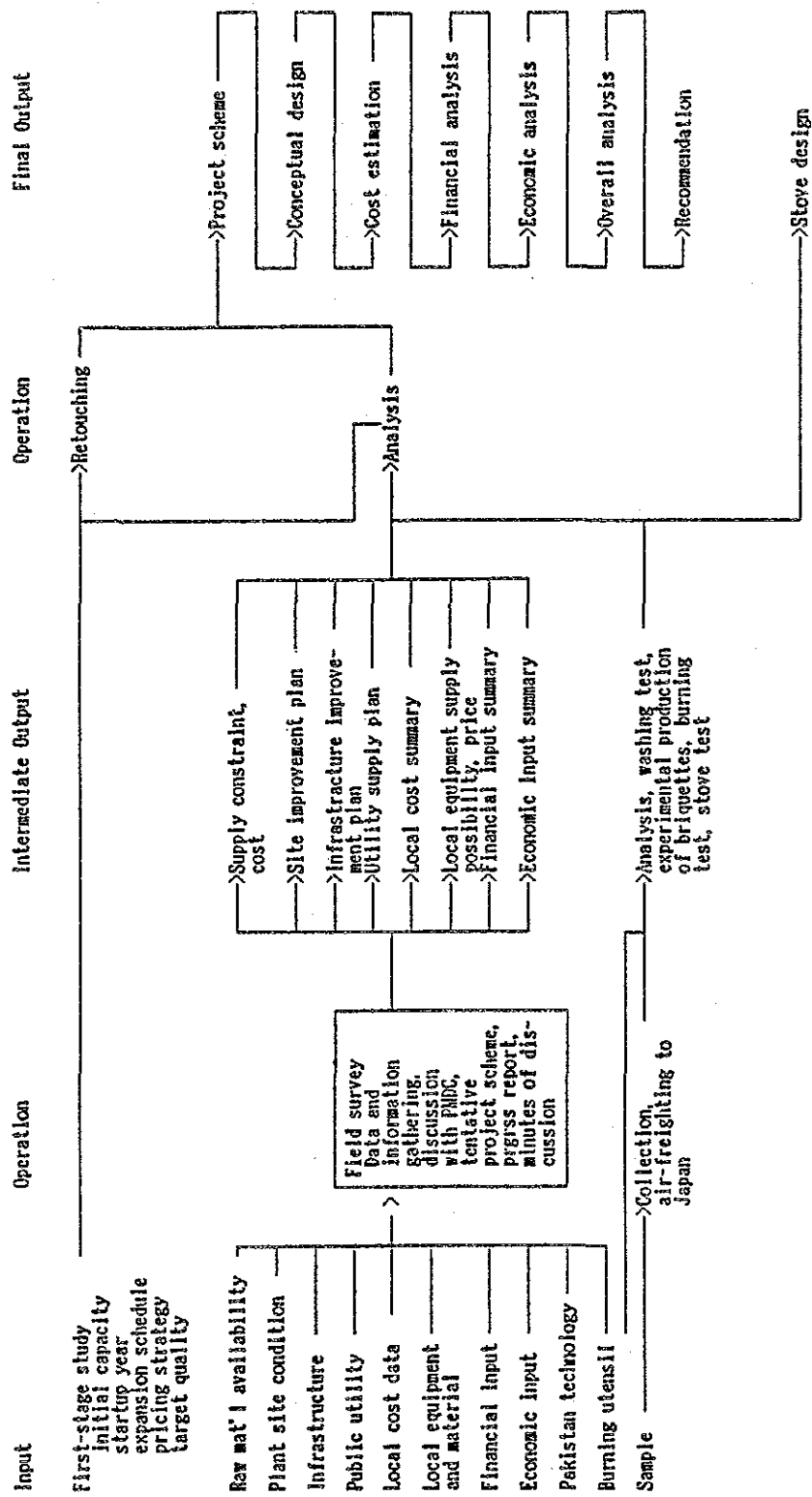


図 1-6-2 第2次調査実施手順

流通と販売に関しては、既に能力の証明済みの機関を検討した。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由な流通業者を調べた。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。

本計画調査は時間的制約により、消費者に豆炭サンプルの燃焼実験を見せ、大規模な意見調査を行うことは、当初からスケジュールに含まれていなかった。従って本調査では、豆炭が消費者に受け入れられるよう充分注意をはらった。豆炭の品質設計に当たっては、消費者が特に指導を受けることなく、恰も灯油や薪を焚くように容易に豆炭を焚けるように考えた。このような品質設計は必ずしも全面的に可能ではないが、パキスタンの環境を考慮しながら、この目標にできる限り近づけた。消費者側に立って行った品質設計を技術経済的制約の観点から見直し、試製実験の目標性状を設定した。

第1次調査は1988年6月にPMDCヘインテリムレポートを提出、PMDCより受理されて終了した。

1-6-2 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。現地で直接観察する代わりに、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。

最終的に、下記3ケースを設定し、評価した。

- ケース 1 50,000トン/年能力で稼働し、需要の増加に従い余剰能力を生じないように規模を拡大する。
- ケース 2 100,000 トン/年能力で稼働し、需要の増加に従い規模を拡大するが、常に若干の余剰能力を持つ。
- ケース 3 灯油の補助価格の継続を仮定する。従って豆炭生産の伸びが低下する。

各ケース毎にAとBのサブケースを設定し、ケース1 A, 1 B、ケース2 A, 2 B、ケース3 A, 3 Bとする。Aは混合/成型機と水洗プラントを輸入し、Bはすべて国産品の使用を仮定する。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。

1-7 調査団の編成

第1次及び第2次調査団の編成は下記の通りである。

第1次調査団

田中恒二（団長、総括）、テクノコンサルタンツ㈱
井上雅之（燃料市場及び流通調査担当）、テクノコンサルタンツ㈱
林 泰三（社会・経済エネルギー調査担当）、日本エネルギー経済研究所

第2次調査団

田中恒二（団長、総括）、テクノコンサルタンツ㈱
平岩隆一（豆炭製造及び燃焼担当）、三英鋼業㈱
荒井三郎（製造設備設計及び積算担当）、八千代エンジニアリング㈱
千村健樹（石炭及び副原料供給調査担当）、テクノコンサルタンツ㈱
神倉静夫（インフラ及びユーティリティ調査担当）、テクノコンサルタンツ㈱
加藤泰憲（財務分析担当）、テクノコンサルタンツ㈱
宮森 護（豆炭製造及び燃焼担当、国内要員）、三英鋼業㈱

第2章 パキスタン回教共和国の概況

2-1 パキスタンの自然環境

2-1-1 地 勢

パキスタンはインド亜大陸の西端に位置し、西はイラン、アフガニスタン、北はソ連、中国、東はインドに接し、南はアラビア海に臨む。国土の総面積は約80万平方キロメートルである。国土は、北部の山岳地帯とインダス川流域を中心とする平原地帯とからなり、北東部にヒマラヤ山系のカラコルム、ヒンズークシ山脈が連なり、西部にバルチスタン高原が広がり、国土の中心を南北にインダス川が流れ、南のアラビア海に注いでいる。緯度から見ると亜熱帯に入るが、高温乾燥していて特に南部と西部地方は砂漠地帯となっている。同国の心臓部のパンジャブ地方は、インダス川の4支流（北からゼルム、チェナブ、ラビ、サトレジの諸河川）に囲まれた沖積平野で同国の最も重要な農業地域となっている。

2-1-2 気 候

気候は、ほぼ3つの型に分けられる。北部の山岳地方は高山気候である。中央部のパンジャブ地方はステップあるいは温帯夏雨気候で、夏はモンスーンの影響で高温となり雨が降る。冬は涼しい。南部は、南東部のシンド地方とタール砂漠・南西部のバルチスタンと共に、ステップと砂漠の乾燥した気候である。植生は、山岳地方の常緑樹林から低地に向けて熱帯性の低木に変化し、タール砂漠に近づくにつれて半砂漠から砂漠となる。季節は、夏期が4月から10月まで続き、その間にモンスーン期が7月から9月まで入り、冬期が11月から3月まで続くというように変化する。パキスタンはインド亜大陸全体で一番雨量の少ない地域に位置しており、年間降雨量は平均して200～300mmしかなく、カラチでの年間降雨日数も僅か10日前後にすぎない状態である。平均気温は1月19度、6月30度と非常に高いが、乾燥気候の上夜間には気温が下がるので、高温多湿地帯よりしのぎ易い。

2-2 パキスタンの社会環境

2-2-1 人口と民族構成

パキスタンの総人口は約1億70万人（1987年現在）で、平均人口密度は約125.3人/km²である。1982年から1987年までの人口増加率の平均は年率約3.1%である。パキスタンは多数の民族がモザイクのように集まって一つの国家を形成している。各民族にはそれぞれ独自の地理・言語の境界がある。主要な4民族は、パンジャブ州にパンジャブ人、シンド州にシンド人、バルチスタンにバルーチ人、北西辺境州（N.W.F.P.）にパシュトー人というように概ね4州に対応している。

2-2-2 言語

1973年憲法においてウルドゥ語が公用語とされたが、依然として英語が準公用語として今日まで残っている。

2-2-3 宗教

イスラム教が国教で、イスラム教徒は国民の約97%を占める。この他にヒンズー教徒1.6%、キリスト教徒1.4%がいる。

2-2-4 政治

パキスタンは、1947年8月14日、旧宗主国である英国から独立し、イスラム教義に基づく連邦共和制国家を建国した。議会は上・下院から成る2院制である。パンジャブ州、シンド州、バルチスタン州、北西辺境州の4州と連邦直轄地域などから成る連邦制国家で、イスラマバードが首都である。各州には知事、首席大臣、内閣、州議会がある。

2-3 パキスタンの経済および産業

2-3-1 経 済

1960年代には目覚ましい発展を遂げたパキスタン経済も、1970年代に入ると、第一次石油危機（1973年）を契機とする国際環境の悪化、農業部門の不振（1975年）など、多くの困難に直面した。1970-71年から1976-77年にかけては、年平均経済成長率（GDPベース）が3.7%と低迷気味であったが、1977-78年から1981-82年にかけては平均年率6.6%と大幅に上昇し、過去の成長率を回復した。第6次5ヵ年計画（1983年-88年）の始められた1983-84年には農業、とりわけ綿花の生産不振が起こり、経済成長率は前年比4.8%（1982-83年は同6.7%）と落ち込んだが、1984-85年以降は回復し1987-88年までの過去5年間の成長率の平均は6.5%となり、第6次5ヵ年計画の目標経済成長率6.5%を達成した。

表2-3-1にはパキスタンの経済動向主要指標を示す。1987-88年のパキスタンの実質GNPおよび実質GDPはそれぞれ約861.7億ルピーおよび約888.9億ルピーで、同年の一人当りの名目GNPは6,252ルピー（1US\$ = 18.11Rsとして345.2US\$）である。GDPデフレーターによって表わされるインフレ率は、1985-86年の対前年比5.2%を底としてやや上昇傾向にある。貿易収支および経常収支は依然として赤字であるが、その赤字幅は1984-85年以降どちらも縮小傾向にある。この傾向は、原油の輸入量（正確には部分的に精製されたものも含み、天然ガソリンは除く）にも現われており、第6次5ヵ年計画開始年の1983-1984年には約410.8万トン（全額ベースで約121.5億ルピー、総輸入額の約15.8%）であったものが、1986-87年には約371.4万トン（同約70.8億ルピー、同約7.7%）と大幅に減少している。

表 2-3-1 パキスタンの経済動向主要指標

	1982-83	1983-84	1984-85	1985-86 Final	1986-87 Revised	1987-88 Provisional
Gross Domestic Product (GDP) (at Constant Factor Cost) (Million Rupees)	62,975	65,968	72,014	77,023	81,427	86,166
Economic Growth Rate (on a GDP Basis) (% p.a.)	6.7	4.8	9.2	7.0	5.7	5.8
Gross National Product (GNP) (at Constant Factor Cost) (Million Rupees)	67,069	69,892	75,586	80,903	84,733	88,887
GNP per Capita (at Current Factor Cost) (Rupees)	4,121	4,521	4,997	5,434	5,783	6,252
GDP Deflator (% p.a.)	6.0	9.6	5.8	5.2	5.4	7.1
Growth Rate of Consumers Price Index (CPI) (464 Items) (% p.a.)	4.7	7.3	5.7	4.4	3.6	5.8*
Growth Rate of Wholesale Price Index (WPI) (690 Items) (% p.a.)	5.4	10.0	5.2	4.6	5.0	10.3*
Growth Rate of Sensitive Price Indicator (SPI) (46 Items) (% p.a.)	3.0	7.4	8.7	3.1	2.4	7.2*
Merchandise Exports (FOB) (Million US\$)	2,627	2,669	2,457	2,942	3,498	2,040**
Merchandise Imports (FOB) (Million US\$)	-5,616	-5,993	-6,009	-5,984	-5,792	-3,279**
Trade Balance (Million US\$)	-2,989	-3,324	-3,552	-3,042	-2,294	-1,239**
Balance on Current Account (Million US\$)	-517	-997	-1,680	-1,236	-719	-740**

Note: * These are annualized changes based on July-March Averages.
** These are provisional figures for July December, 1987.

Source: Pakistan Economic Survey 1987-88
Pakistan Statistical Yearbook 1988

2-3-2 産 業

(1) 農 業

パキスタンは独立後工業化を進めて来たが、表2-3-2「パキスタンの産業別GDPの構成(1959-60年価格に基づく実質価格ベース)」に示す如く、なお産業の中心は農業部門にある。1987-88年現在、農業は全就業者の49.2%、実質GDPの24.5%を占める。最も重要な農業地域はパンジャブ地方で、インダス川とその支流によって形成された沖積平野である。降雨量の少なさをおぎなう灌漑が盛んで、用水路が発達し、小麦・綿花・米・砂糖きび等の主要生産地となっている。なお牧畜業も盛んで、牛・羊・ヤギなどが飼育される。1986-87年の農業生産高は、綿約130万トン・小麦約1,200万トン・米約350万トン・砂糖きび約2,990万トン・トウモロコシ(メイズ)約1,100万トンであった。換金作物としての綿花の生産量が病虫害等により減少すると、その影響が直ちに輸出用のより糸(Yarn)や布地の生産減となって表われる。その他の農産物としては採油用種子・大麦・豆類・タバコ等がある。

(2) 製造業

パキスタンの工業は現在でもまだかなり農業に依存した構造をもっている。同国最大の工業である綿紡績をはじめ、製糖・食用油脂・タバコ・ジュート・皮革などの工業はすべて農産物をベースとした加工工業である。これらは国内農産物市況のみならず国際農産物市況にも左右されるところが大きく、他の加工工業と比べると景気が幾分不安定な業種と言える。パキスタンではこれらの他に鉄・自動車・セメント・化学肥料・紙などを製造している。

表2-3-2で製造業の部門別GDPの成長率を見ると最近数年間は7%台を維持して来ており、第6次5ヵ年計画の目標成長率9.3%には及ばぬものの同計画期間中の平均成長率は7.7%とかなり高率であった。

表2-3-2 パキスタンの産業別GDPの構成
(1959-80年価格に基づく実質価格ベース)

Sectors	1982 - 83		1983 - 84		1984 - 85		1985 - 86		1986 - 87		1987 - 88	
							Final	Revised	Provisional			
Agriculture	17,637 (28.0) [3.8]	16,571 (25.1) [-6.0]	18,600 (25.8) [12.2]	19,788 (25.7) [6.4]	20,224 (24.8) [2.2]	21,124 (24.5) [4.5]						
Mining and Quarrying	319 (0.5) [4.2]	326 (0.5) [2.2]	401 (0.6) [23.0]	484 (0.6) [20.7]	510 (0.6) [5.4]	548 (0.6) [7.5]						
Manufacturing	11,858 (18.8) [7.0]	12,792 (19.4) [7.9]	13,828 (19.2) [8.1]	14,872 (19.3) [7.5]	15,991 (19.6) [7.5]	17,201 (20.0) [7.6]						
Construction	3,175 (5.0) [12.0]	3,727 (5.6) [17.4]	3,838 (5.3) [3.0]	4,086 (5.3) [6.5]	4,512 (5.5) [10.4]	4,820 (5.6) [6.8]						
Electricity and Gas Distribution	1,916 (3.0) [7.8]	2,249 (3.4) [17.4]	2,345 (3.3) [4.3]	2,709 (3.5) [15.5]	2,859 (3.5) [5.5]	2,927 (3.4) [2.4]						
Transport, Storage and Communication	4,356 (6.9) [7.8]	4,821 (7.3) [10.7]	5,156 (7.2) [6.9]	5,546 (7.2) [7.6]	5,960 (7.3) [7.5]	6,322 (7.3) [6.1]						
Wholesale and Retail Trade	9,271 (14.7) [6.3]	9,611 (14.6) [3.7]	10,611 (14.7) [10.4]	11,373 (14.8) [7.2]	12,094 (14.9) [6.3]	12,836 (14.9) [6.1]						
Banking and Insurance	1,762 (2.8) [22.7]	2,105 (3.2) [19.5]	2,196 (3.0) [4.3]	2,325 (3.0) [5.9]	2,458 (3.0) [5.7]	2,508 (2.9) [2.0]						
Ownership of Dwellings	2,053 (3.3) [14.4]	2,355 (3.6) [14.7]	2,595 (3.6) [10.2]	2,732 (3.5) [5.3]	2,876 (3.5) [5.3]	3,028 (3.5) [5.3]						
Public Administration and Defence	6,169 (9.8) [5.6]	6,658 (10.1) [7.9]	7,377 (10.2) [10.8]	7,707 (10.0) [4.5]	8,186 (10.1) [6.2]	8,715 (10.1) [6.5]						
Services	4,459 (7.1) [6.6]	4,753 (7.2) [6.6]	5,067 (7.0) [6.6]	5,401 (7.0) [6.6]	5,757 (7.1) [6.6]	6,137 (7.1) [6.6]						
Gross Domestic Product (GDP)	62,975 (100.0) [6.7]	65,968 (100.0) [4.8]	72,014 (100.0) [9.2]	77,023 (100.0) [7.0]	81,427 (100.0) [5.7]	86,166 (100.0) [5.8]						

Note: A figure in () shows a share in the total.

A figure in [] shows a growth rate over the preceding year.

Source: Pakistan Statistical Yearbook 1988

2-4 第6次5ヵ年計画

1983年7月にスタートした第6次5ヵ年計画（1983-88年）（以下第6次計画と呼ぶ）は、国家の成長の恩恵が普く国民に行きわたるように迅速で公正な国家の開発を行うことを目指している。同計画では、現行の煩雑な諸規制を緩和して民間の開発投資を促し、その活力を利用するとともに、その成長の恩恵が国民全体、とりわけ従来恵まれなかった地方農民層など社会的、経済的弱者にも行きわたるように配慮が払われている。工業・農業・建設・教育・保健・サービス・貿易など全ての経済活動分野において政府と民間の協力が強調されており、とりわけ工業・農業の分野は民間の活動にゆだねられ、更に高速道路・空港ターミナル・エネルギー開発・電話施設などについても、民間の積極的な参加が求められている。パキスタン政府は、民間が投資しきれない大規模なプロジェクトや不確実な分野に対して自ら投資するほか、経済活動遂行に必要な人材を育成し、新技術の開発等により民間の活動を支援する等としている。

表2-4-1には第5次5ヵ年計画（以下第5次計画と呼ぶ）および第6次計画の規模比較を示す。同表によれば、第6次計画規模は4,900億ルピーで、第5次計画（2,260億ルピー）と単純に比較すると2倍以上、1982-83年価格に換算して比較すると58%増となることがわかる。

第6次計画期間中のGDPの目標成長率は年率6.5%、農業部門および製造部門の目標成長率は、それぞれ年率4.9%および9.3%と設定している。

表2-4-1 第5次および第6次計画の規模比較

(Unit: Billion Rupees)

	Nominal Terms			In 1982-83 Prices		
	Public Sector	Private Sector	Total	Public Sector	Private Sector	Total
Fifth Plan	153	73	226	171	81	252
Sixth Plan	290	200	490	237	162	399
Percentage Increase	90	174	117	39	100	58

Source: Planning Commission, Government of Pakistan

表2-4-2に第5次および第6次計画部門別規模比較を示す。同表より第6次計画においては、エネルギー部門・社会部門・農業部門の伸びが大きく、ここに重点が置かれていることがわかる。エネルギー部門の中でも埋蔵量が豊富であり、地方農村部の地域振興にも役立つ石炭の開発に高い優先順位が付けられている。

表2-4-3には第5次および第6次計画の年次別投資計画を示す。同表によれば、民間投資の割合は第5次の32.4%から第6次には40.8%へと大幅に拡大し、その役割が重視されている。

表 2 - 4 - 2 第 5 次および第 6 次計画の部門別規模比較

	Fifth Plan		Sixth Plan	
	Outlays (Billion Rs.)	Percentage Share	Allocation (Billion Rs.)	Percentage Share
Agriculture and Water	36.05 (21.83)	15.9 (14.2)	89.95 (44.45)	17.8 (14.5)
Energy	38.83 (38.83)	17.2 (25.3)	116.50 (116.50)	23.1 (38.2)
Transport & Communications	44.36	19.6	83.52	16.5
Industry	45.59	20.2	82.40	16.3
Minerals	0.66	0.3	6.85	1.4
Social Sectors*	17.13 (15.23)	7.6 (9.9)	48.01 (43.65)	9.5 (14.3)
Others	43.40	19.2	77.77	15.4
Total (Gross)	226.02	100.0	505.00	100.0
Plus: Special Development Programmes	0.60		15.00	
Less: Operational Shortfall	-		30.00	
Total (Net)	226.62		490.00	

Figures in parenthesis relate to Public Sector outlays.

*Social Sectors Outlays include expenditures on education, health, water supply and sanitation and population.

Source: Planning Commission, Government of Pakistan

表 2 - 4 - 3 第 5 次および第 6 次計画の年次別計画
(Current Billion Rupees)

	ADP	Public Corporations	Special Development Pro-grammes	Total		Percent of GNP							
				Public Sector	Private Sector	ADP	Total Public Sector	Total Private Sector	Total (Public and Private Sector)				
Fifth Plan													
1978-79	20.5	4.5	-	25.0	9.7	9.5	11.6	4.5	16.1				
1979-80	21.8	5.5	-	27.3	12.9	8.6	10.8	5.1	15.9				
1980-81	25.8	5.8	-	31.6	14.8	8.7	10.7	5.0	15.7				
1981-82	26.5	6.7	-	33.2	16.5	7.7	9.6	4.8	14.4				
1982-83 (estimated actuals)	28.0	7.5	0.6	36.1	19.5	7.0	9.0	4.9	13.9				
Total Fifth Plan	122.6	30.0	0.6	153.2 (67.7%)	73.4 (32.4%)	8.1	10.1	4.9	15.0				
Sixth Plan													
1983-84	31.9	8.4	1.2	41.5	26.2	7.0	9.1	5.7	14.8				
1984-85	36.4	10.9	1.8	49.1	30.2	7.1	9.6	5.9	15.5				
1985-86	41.5	13.3	2.6	57.4	37.5	7.1	9.9	6.4	16.3				
1986-87	46.9	15.2	3.8	65.9	46.5	7.1	10.0	7.1	17.1				
1987-88	53.3	17.2	5.6	76.1	59.6	7.1	10.2	8.0	18.1				
Total Sixth Plan	210.0	65.0	15.0	290.0 (59.2%)	200.0 (40.8%)	7.1	9.8	6.8	16.6				

Source: Planning Commission, Government of Pakistan

第3章 パキスタン回教共和国のエネルギー事情

3-1 パキスタン国のエネルギー状況の現状

パキスタン国エネルギー年鑑（1986年）からエネルギー・バランスシートを抜粋して表3-1-1に示す。

表3-1-1 パキスタン国のエネルギーに関するバランスシート

Source	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
	(thousand ton oil equivalent)					
A. Oil						
(a) Prod.fm dom.cr	406	421	396	361	629	940
(b) Prod.fm imp.cr	3,631	4,092	3,926	4,047	4,106	3,866
(c) Imp.petr prod	1,611	1,633	1,924	2,210	2,339	2,415
(d) opening stock			skip			
(e) gross supply	5,969	6,360	6,417	6,778	7,228	7,492
(f) export	1,077	1,205	652	341	294	304
(g) net supply	4,891	5,156	5,855	6,436	6,933	7,188
(h) closing stock/loss			skip			
(i) consumption	4,405	4,953	5,627	6,204	6,719	6,982
(j) % on total	33.8	34.6	36.8	38.0	37.7	37.2
B. Gas						
(a) consumption	5,160	5,506	5,507	5,503	5,868	6,068
(b) % on total	39.6	38.5	36.1	33.6	32.9	32.3
C. LPG						
(a) consumption	42	50	50	72	75	75
(b) % on total	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
D. Coal						
(a) consumption	705	783	719	836	1,001	985
(b) % on total	5.4	5.5	4.7	5.1	5.6	5.2
E. Electricity						
(a) consumption	2,710	3,022	3,368	3,744	4,185	4,680
(b) % on total	20.8	21.1	22.1	22.9	23.4	24.9
F. Gross Consmpn	13,022	14,314	15,271	16,359	17,848	18,790
G. GDP mp,MMRs	278	322	362	418	478	539
H. Population (1,000)	83,840	86,440	89,120	91,880	94,730	97,670
I. Kg/Capita	155	166	171	178	188	192

source: ENERGY YEAR BOOK 1986

表3-1-1は、商業エネルギー消費量の概略を示しており、同表から判断すると、石油と天然ガスは同国の商業エネルギーの最も重要な供給源であり、両者を合わせて総商業エネルギー消費量の約70%を占める。どちらの消費量も最近では確実に増加しているが、とりわけ1982/83を境にして石油消費量が天然ガスを抜き、増加率も天然ガスを大幅に上回っている。一方、LPGの消費量は非常に少なく、また石炭の消費量は全エネルギー消費量の5%程度である。電気の消費量はこの5年間(1981~1986)に年率約5%の着実な伸びを示している。パキスタン国における人口一人当たりのエネルギー消費量も確実に増加しているとえる。

以下に、エネルギー源別の供給の実態をまとめる。

(1) 石油

石油と天然ガスの消費量を合計すると、パキスタン国の第一次商業エネルギー需要の約80%に達する。1984/85年には原油と石油製品の消費が750万トンであり、それは全商業エネルギー需要の約38%を占め、また750万トンのうちの約87%は輸入によった。パキスタン国では、自国の製油所で生産する以上に灯油、ディーゼル燃料、HOBG、航空燃料、重油を消費しているが、ナフサの消費量は製油所の生産量より少ない。不足の石油製品は輸入でまかなっているが、余剰のナフサは輸出している。

原油の確定埋蔵量は、1986年7月現在で、13,940万バレルである。現在までの国内産原油のシェアは確実に伸びているが、国内産原油の全原油消費量に対する割合は約20%と非常に低い割合である。

(2) 天然ガス

天然ガスの確定埋蔵量は、1986年7月現在で、16.07兆立方フィートである。1985/86の天然ガスの生産量は3,554億フィートであり、石油の750万トンに相当する。そのうち、約94%はスイ(Sui)地域、約18%はマリ(Mari)地域のガス田によって供給されている。

(3) 石炭

第一次エネルギー源のなかで、石炭のシェアは1985年には約7.5%であった。未だ調査が不十分であるが、石炭埋蔵量は5.1億トン~11.8億トンの間であると予測されている。石炭の推定埋蔵量の約3分の2は、ラクラ(Lakhra)地域に賦存すると考えられる。1985/86の州別の生産量は、バルチスタン(Baluchistan)州では1,169,018トン、パンジャブ(Punjab)州では425,572トン、シンド(Sind)州では570,849トン、NWFPでは36,168トンである。

(4) 電 力

1985/86年の発電能力は約 6,289MWであり、そのうち、水力発電能力が約 2,898MW、原子力発電能力が約 137MW、そして残りが火力発電能力である。実際の発電量は、1985/86では、約 25,638GWhであり、その内訳は、約53.8%が水力発電、約44.3%が火力発電、そして約 1.9%が原子力発電である。

3-2 パキスタン国のエネルギー政策

パキスタン国の天然ガスの生産量は全商業エネルギー消費量の約30%を占め、原油と石炭は両者で全商業エネルギー消費量の約10%を占めている。パキスタン国では、エネルギーの供給の相当部分を輸入原油に依存している。そのため、1970年代のエネルギー危機では同国は深刻な影響を受けた。原油輸入に要した支出は1981年には17億ドルに達し、それは同国の輸出収入の約69%に相当した。その後の原油価格の低下と国産原油の増産により、状況は改善されたが、1985には10.4億ドルを原油の輸入へ振り向けねばならず、これは輸出収入の58%に相当した。このような原油輸入への依存体質は、パキスタン国の経済ばかりではなく、国家の安全上の問題でもある。以上のような背景に基づき、パキスタン国政府は第6次5カ年計画（1983～1988年）のなかで以下のようなエネルギー政策方針を策定した。

- (1) 第6次5ヶ年計画の各成長目的の達成に当たっては、エネルギー効率の高い方法によるよう留意する。そのため必要な調整を行う。
- (2) この計画中の5年間でパキスタン国の原油輸入依存体質を改善するため、各種エネルギー間での使用量の調整を行なう。
- (3) 次期5ヶ年計画及びそれ以降に同国のエネルギー自給を促進するための準備を行う。
- (4) 国産エネルギーの開発、新しい資源探査の強化、原子力や再生可能エネルギーの開発、ならびに代替エネルギー技術を完全に掌握する。
- (5) 村単位での農村電化を促進する。
- (6) 同国のエネルギー需要を満たすために、民間部門の参加を促すような機構を開発する。
- (7) 長期エネルギー計画とその指導・評価を適切に行うための制度化を図る。
- (8) 各種エネルギー価格の合理化を図る。

上記(8)の政策は天然ガスの価格に関するものである。天然ガスの現行の価格政策では、産業用および家庭用の天然ガスの価格は低く押さえられていた。このことは産業振興と国民生活の向上に貢献したが、一方では石炭の利用が抑制される結果を招いている。この点は、今後の課題として残っている。

3-3 石炭産業の現状とパキスタン国の石炭政策

パキスタン国政府は、予測されるエネルギー消費の増加を、現状のごとく石油の輸入でまかなうとすれば、同国経済にとって由由しい問題であると考えている。したがって、国産石炭の利用と用途の拡大が緊急課題である。石炭利用の具体的な方策としては、発電用、工業用、あるいは家庭用に使用されている天然ガス、灯油および重油を国産の石炭で代替することが挙げられる。第6次計画では石炭生産の目標を540万トンとしているが、その達成はひとえに石炭市場の拡大にかかっている。なお、現在は石炭生産量のほとんどすべてがレンガ製造業で消費されているが、過去2年間、レンガ製造業は不況であり、またレンガ製造業による石炭消費の拡大を図ることはパキスタン政府の方針でもない。過去の石炭生産を、表3-1-1に示す。

表3-3-1 国内の石炭生産

(thousand tons per year)

Source	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Sor-range	156	166	157	194	207	172
Degari	106	92	68	117	147	183
Sharigh	37	35	33	44	59	42
Sinjidi	172	139	139	180	204	202
Much	77	70	65	91	93	65
Harnai	12	11	13	18	43	60
Duki	114	224	198	202	219	225
Pir Ismail Ziarat	135	65	90	85	163	202
Abegum	16	57	17	38	34	17
Makerwal	426	534	450	473	471	427
Lakhra	236	288	310	366	533	544
Jhampir	35	28	25	31	30	27
Makerwal/Kohat	55	41	42	31	34	36
Total	1,577	1,750	1,607	1,870	2,237	2,202

Source ENERGY YEAR BOOK 1986

表3-3-1から明らかなように、石炭の総生産は過去5年間にわたり年6.9%の割合で増加した。なかでもラクラ炭は年18.2%の高い伸びを示しているが、石炭生産の伸びは石油消費のそれと比較すると小さい。

パキスタン国政府は、石炭の生産と消費を促進するために、第6次5カ年計画で次のような政策をあげている。

- (1) 石炭埋蔵量の調査を進め、現在推定埋蔵量の段階にあるものをより正確な確認埋蔵量とする。
- (2) 石炭に関するインフラストラクチャーの整備・販売網の拡充・消費用途の開発等を実施する。
- (3) 採掘事業を協同組合で行うことを奨励する。
- (4) 財政的な特典を導入する。
- (5) 熱処理施設(heat processing units)に2種類の燃料が利用可能なハイブリッドシステムを採用する。
- (6) 地方自治体や WAPDA (Water and Power Development Authority)、あるいは KESC (Karachi Electricity Supply Corporation) の参加に基づき、合弁で炭鉱の近くに小規模発電所を建設する。
- (7) ラクラ産の石炭を中・低位発熱量ガス化するためのフィージビリティ調査(F/S)を行う。
- (8) 炭鉱から中央配送地点まで石炭を輸送するため、鉄道の石炭専用編成列車構想を実現させる。
- (9) 石炭の開発と利用を促進するために、競合する燃料との関連性をも考慮して、合理的な考えに基づいた燃料価格決定方針を策定する。
- (10) 主要な炭田地帯に、経済的規模の無煙豆炭プラントを設立し、灯油の代替をめざす。

石炭の利用推進に関して、パキスタン政府は、ラクラ炭を増産し、300MW規模の火力発電所の操業に必要な量のラクラ炭を供給する計画である。第6次計画以降においても、さらに300～600MW規模の火力発電所の需要を満たすべく、ラクラ炭の増産を目指している。また、セメント産業においても、天然ガスと石油の消費を削減し、それらに替わって石炭の消費を拡大する施策を推進している。政府は消費が急増中の灯油に代替するものとして、石炭の消費拡大を図ることを重要視している。本豆炭プロ

プロジェクトはこの目的達成の手段として極めて有効である。政府を豆炭プラントを1ヶ所だけでなく、数ヶ所に設置する計画であり、本プロジェクトはその最初のものであり、将来の豆炭産業の礎石となるものである。

3-4 パキスタン国のエネルギー消費の動向

前述の3-1節ではエネルギー消費量の概要と最近5年間の傾向を示したが、以下では、パキスタン国におけるエネルギー消費動向につき、更に詳しく述べる。

(1) 石油

石油はパキスタン国経済を實際維持している最も重要なエネルギー源である。

表3-4-1にパキスタン国の主要石油製品の生産量と消費量を示す。

表3-4-1 主要石油製品の生産と消費

		(thousand metric tons)					
PRODUCT		1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Motor sprit							
Production		473	531	542	612	628	621
Consumption		316	320	331	341	346	373
Super kerosene							
Production		169	211	240	258	307	300
Consumption		529	553	604	690	760	811
High octane blending component(HOBC)							
Production		38	42	28	30	47	92
Consumption		115	127	138	153	168	180
High speed diesel(H.S.D)							
Production		944	1,165	1,172	1,163	1,323	1,404
Consumption		1,956	2,287	2,521	2,473	2,560	2,731
Light diesel oil(L.D.O)							
Production		171	118	170	178	225	240
Consumption		188	132	173	180	224	249
Furnace oil(F.O)							
Production		1,495	1,669	1,459	1,534	1,539	1,542
Consumption		729	911	1,195	1,662	1,942	2,070
Aviation fuel							
Production		540	512	468	474	463	467
Consumption		316	320	331	341	346	373
Naphtha							
Production		165	210	185	103	145	146
Consumption							
Total							
Production		3,993	4,460	4,264	4,352	4,668	4,842
Consumption		4,367	4,847	5,514	6,100	6,615	7,057

Source: ENERGY YEAR BOOK 1986

表3-4-1でパキスタン国内製油所の生産と国内消費量と比較して示す。但し原油はほとんど全部輸入していることを留意する必要がある。生産量と消費量との超不足分は輸出入でバランスをとっている。

表3-4-1で明らかな如く、パキスタン国のエネルギー消費量の特徴は次の通りである。まず第1に、石油製品の消費量は年約10%で増加している。それに対し国内生産量は年率3.9%で増加しているにすぎない。特に伸びの大きいものは年率8.9%の灯油、年率9.3%のH.O.B.C.、年率6.9%のH.S.D.、年率23.2%のF.O.であり、パキスタンの経済環境の変化を反映している。

次に、セクター別の石油製品の消費動向をみると、灯油の消費の大部分は家庭用である。工業部門と発電部門は非常に大きな増加率を示している。前者は年率29.4%で、後者は年率40.6%で増加している。1985/86年のデータでは、工業部門消費量の内訳は、約95%がF.O.、約4.7%がH.S.D.であり、残りがL.D.O.である。発電部門はH.S.D.の消費が14.8%、L.D.O.のとF.O.はそれぞれ4.5%と85.1%である。

表3-4-2 セクター別石油製品消費

(thousand metric tons)

SECTOR	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Domestic	517	543	594	679	748	800
Industry	261	304	391	689	814	946
Agriculture	179	124	161	173	219	243
Transport	2,487	2,745	2,890	3,067	3,239	3,410
Power	183	442	754	766	944	1,004
Other Govt	679	688	723	726	649	654
Total	4,307	4,847	5,514	6,101	6,615	7,057

Source: ENERGY YEAR BOOK 1986

運輸部門消費量はL.O.D.が主である。このことは、パキスタン国の車両の種類は主としてトラックとバスであることを意味している。

(2) 天然ガス

部門別の天然ガスの消費量を表3-4-3に示す。パキスタン国は天然ガスの輸出も輸入も行なっておらず、消費量は国内供給量に等しい。

パキスタン国では2種類の天然ガス源がある。その一つはガス田ガスであり、他は随伴ガスである。後者は原油生産からの併産物であり、1985/86年における全ガス供給量の約8%を占めるにすぎない。天然ガス生産地域はスイ(Sui), マリ(Mari), アスリ(Asri), およびフンディ(Hundi)・リクロ(Rikroh)の4地域である。これらのうち、スイの生産量が最大で、1985/86年の前者の生産量は全国の約76.1%であり、後者は約15.1%である。一方、随伴ガスの生産地域はトート(Toot), ドウリアン(Dhullian), ミヤル(Meyal), ドウナル(Dhurnal)であり、これらのうちメヤルとドウナルの生産量が大きい。

表3-4-3 セクター別ガス消費

(thousand ton oil equivalent)

SECTOR	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Domestic	415	562	664	755	875	995
Commercial	176	195	208	213	230	232
Cement	610	616	497	241	194	170
Fertilizer	1,325	1,808	1,875	1,896	1,929	1,930
Power	1,959	1,831	1,739	1,823	2,051	2,148
Gen. Industry	1,468	1,579	1,650	1,712	1,746	1,752
Total	5,955	6,591	6,632	6,641	7,026	7,226

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

天然ガスの消費量は年率3.9%で増加している。増加が著しいのは、年率19.1%で増加している家庭部門である。天然ガスの大口消費産業であるセメント産業は、資源使用の合理化政策に従って、天然ガス消費量を着実に減少している。

(3) 電力

パキスタン国の最大の電力供給源は水力発電であり、わずかの差で火力発電が続いている。また、発電量は少ないものの原子力発電も行われている。

水力発電は現在でも最大の電力供給源であるが、火力発電量が近年急速に増加していることは注目に値する。

表3-4-4 ソース別発電量（公共用）

(thousand ton oil equivalent)

SOURCE	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Hydro	2,152	2,266	2,705	3,053	2,913	3,285
Thermal	1,635	1,900	1,929	2,076	2,479	2,702
Nuclear	36	44	54	77	82	114
Total	3,823	4,210	4,688	5,206	5,474	6,102

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

表3-4-5 発電用燃料消費量

(thousand ton oil equivalent)

SOURCE	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Fuel oil	149	258	417	535	750	832
Diesel oil	31	182	335	223	180	145
Coal	14	1	15	11	14	11
Gas	1,959	1,831	1,739	1,823	2,051	2,148
Total	2,153	2,272	2,505	2,592	2,995	3,136

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

天然ガスが火力発電部門エネルギーの約 2/3を供給しているのに続いて、石油はその約 1/4を供給している。これらのエネルギー事情から、パキスタン国政府は石炭火力発電所建設を重要施策としてしている。

部門別の電力消費量を表3-4-6に示す。

家庭部門と工業部門の電力消費量は、各々1985/86年の総電力消費量の29.7%と37.1%を占めており、各々年率約16.7%と約10.0%（上記統計期間中）で急速に増加している。また、農業・商業や他の公的部門においても電力消費量は急速に増加している。

表 3 - 4 - 6 部門別電力消費量 (公共発電のみ)

(thousand ton oil equivalent)

SECTOR	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Domestic	642	767	893	1,079	1,208	1,391
Commercial	227	249	250	306	336	363
Industrial	1,077	1,190	1,326	1,400	1,487	1,735
Agriculture	508	564	609	636	666	690
Street Light	33	25	26	24	25	31
Traction	10	10	10	9	9	9
Other Govt	213	217	253	288	454	461
Total	2,710	3,022	3,368	3,744	4,185	4,680

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

(4) 石 炭

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 - 4 - 7 に示す 3 つの推定値を挙げている。

表 3 - 4 - 7 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

石炭の州別生産量表 3 - 3 - 1 で示した。1985/86年の石炭生産量は約 220 万トン記録し、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 - 4 - 8 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用されている。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用されていない。このような状況について、パキスタン国の経済ならびに社会生活にお

けるレンガの重要性を理解することなしに、安易な批判はつつまなければならぬ。表3-4-8の結果は、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。

表3-4-8 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 Govt	21	10	8	13	15	13
Total	1,577	1,750	1,609	1,869	2,238	2,202

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

このような石炭消費の形態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。

パキスタン製鉄公社(PAKISTAN STEEL MILL CORPORATION)が原料炭(metallurgical coal)を製鉄用に輸入している。その量を表3-4-9に示す。原料炭の輸入量は平均年率約22.2%で増加している。

表3-4-9 原料炭輸入量

(thousand metric tons)

1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
312	540	520	491	716	852

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

(5) 非商業燃料

非商業燃料(non-commercial fuel)とは、農村地方で広範囲に使われている薪、木炭、植物廃物、牛ふん、その他可燃物を総称する燃料である。しかし、

多量の薪や木炭が消費者である農民自身によって集められ消費されている一方、地方都市においては重要な商品となっているので、非商業燃料という用語は必ずしも適切でないが、パキスタンのエネルギー統計上の用語であり、これを用いる。非商業燃料はパキスタン国のエネルギーに関する統計表には正確には記載されていないが、今日一般家庭で使用している燃料の大部分を占めている。1985年のエネルギー年鑑では、1985/86年において、非商業燃料の消費量を石油換算で 896.3万トンと推定している。非商業燃料の消費量と他の家庭用燃料の消費量とを比較して表 3-4-10 に示す。

表 3-4-10 家庭用燃料消費量

(thousand tons oil equivalent)

	Non-commercial fuel	Petroleum	Gas	Coal	Electricity	Total
	8,963	882	995	6	476	11,322
Percent	79.2	7.8	8.8	0.05	4.2	100

Note:

- (1) Petroleum includes LPG.
- (2) 34.2% generation/transmission efficiency is employed for electricity.
- (3) Non-commercial fuel is converted into oil equivalent from information in ENERGY YEAR BOOK, 1985.

非商業燃料のうち薪と木炭が約55%を占めると考えられる。これらのうち、薪と木炭は店頭においても取引されているが、他の非商業燃料はほとんど取引されていない。なお、表 3-4-10 から明らかな如く、一般の人々の暮らしのなかで薪は最も重要な燃料である。それにもかかわらず、非商業燃料の量が正確に把握されず、また記録にも載らず、しかも国際貿易で取引されないこともあって、無視される傾向にある。

薪の消費量は極めて多量である。従ってその供給量に例えば10%程度のわずかな不足が生じた場合、その不足を商業用燃料の供給量を増加して補うことはほとんど不可能である。広大な土地を灌漑して薪の大規模なプランテーションを可能にしない限り、薪の供給の実質的な増加は見込み薄である。

3-5 家庭用エネルギーの消費

家庭用エネルギー消費量を表3-5-1に要約した。

表3-5-1 家庭用エネルギー消費量
(thousand ton oil equivalent)

Source	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Commercial Fuel						
Petroleum	533	560	612	700	772	826
Natural Gas	415	562	664	755	875	995
Electricity	642	767	893	1,079	1,208	1,391
Coal	3	10	10	10	7	6
LPG	32	39	38	54	56	56
Comm. Fuel Total	1,625	1,938	2,216	2,598	2,918	3,274
Non-commercial Fuel						8,963

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

石油、天然ガス、電気の消費量の増加は顕著である。統計期間中のこれらの燃料消費量の増加率は、各々年率 9.1, 19.1, 16.7%である。石炭と LPGも上記燃料と同様に急増しているが、消費の絶対量は少ない。同表は、パキスタン国における家庭用エネルギー供給の問題点を如実に表現している。家庭用総エネルギー消費量は生活水準の向上にともない今後も増加する。石油（大部分は灯油で LPGは少量である）消費量の増加を放置するならば、パキスタン国の国際収支はこれまで以上に悪化する。薪の供給量を増せば既に悪化している自然環境を更に悪化させる。最も自然な解決方法は天然ガス、石油、水力の開発であり、更に灌漑と排水工事を行なって大規模なバイオナス植林をすることであろう。しかし、最も有望で現実的、かつ即効的な解決策としては、埋蔵量の大きな未活用国内炭の活用、なかでも消費者に受け入れられやすい形で加工・流通が可能な燃料である豆炭の生産が挙げられる。

3-6 工業用エネルギーの消費

商業上のエネルギー消費量を表3-6-1に示す。商業、工業、輸送、発電部門におけるエネルギー消費量の増加は、パキスタン国の経済が安定的に発展をとげていることを示している。1985/86における工業部門のエネルギー消費量は、約16.6%の石油、約34.7%のガス、約17.4%の石炭、約31.3%の電気等からなっている。

表3-6-1 部門別エネルギー消費

(thousand tons oil equivalent)

SECTOR	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86
Domestic	1,625	1,938	2,216	2,598	2,918	3,274
Commercial	414	457	470	538	585	614
Industrial	4,092	4,453	4,550	4,837	5,196	5,538
Agriculture	693	692	775	814	891	919
Transport	2,582	2,272	2,505	2,592	2,995	3,136
Power	2,153	2,272	2,505	2,592	2,995	3,136
Fertilizer	530	723	750	758	772	772
Other Govt	934	934	1,006	1,043	1,134	1,139

Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

エネルギー消費の実態の補足説明を行なう。石炭の消費量はほとんどがレンガ焼成用の燃料である。また多量の天然ガスが工業用に使用されている。輸送部門でのエネルギー消費はほぼ全量石油製品によりまかなわれている。鉄道輸送には電気が最適なエネルギーであるが、それ以外は輸送部門のエネルギー源として石油製品が最適である。高速ディーゼル燃料油は輸送部門の全エネルギー消費量の約65.8%を占めており、このことは乗用車と比べてトラック・バス・ディーゼル機関車等がパキスタン国の輸送部門では主役であることを示す。1985/86年において肥料部門は天然ガスを石油換算1,930千トン消費した。そのうち石油換算772千トンをエネルギー源として消費し、残りは原料として消費した。天然ガスはアンモニア・尿素等の窒素肥料製造用には最良の原料である。従って、この目的に沿って天然ガスを使用することは妥当である。農業は将来ともパキスタン国経済の支柱であり続けるので、支払可能な価格で農民に肥料を供給することは農業生産性の向上にとって必須の条件である。

全体として、パキスタン国経済は天然ガスと輸入石油への依存度が大きい。この2種類の燃料は最も効率が良くかつ便利な燃料である。需要の増加に応じて石油や石油

製品を自由に輸入するとしたら、パキスタン国の経済的負担はその分だけ増加する。天然ガスを肥料や化学品の製造にもっと活用し、他の燃料、特に石炭を発電用や他の工業用に、今迄以上に使用してしかるべきである。

3-7 灯油および薪の需要予測

表3-7-1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3-7-1 灯油の消費量

Year	Consumption		
	Household		Total
	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は非常に重要である。特に、灯油は、価格の点から考えると、豆炭によって代替される可能性が非常に高い燃料といえる。

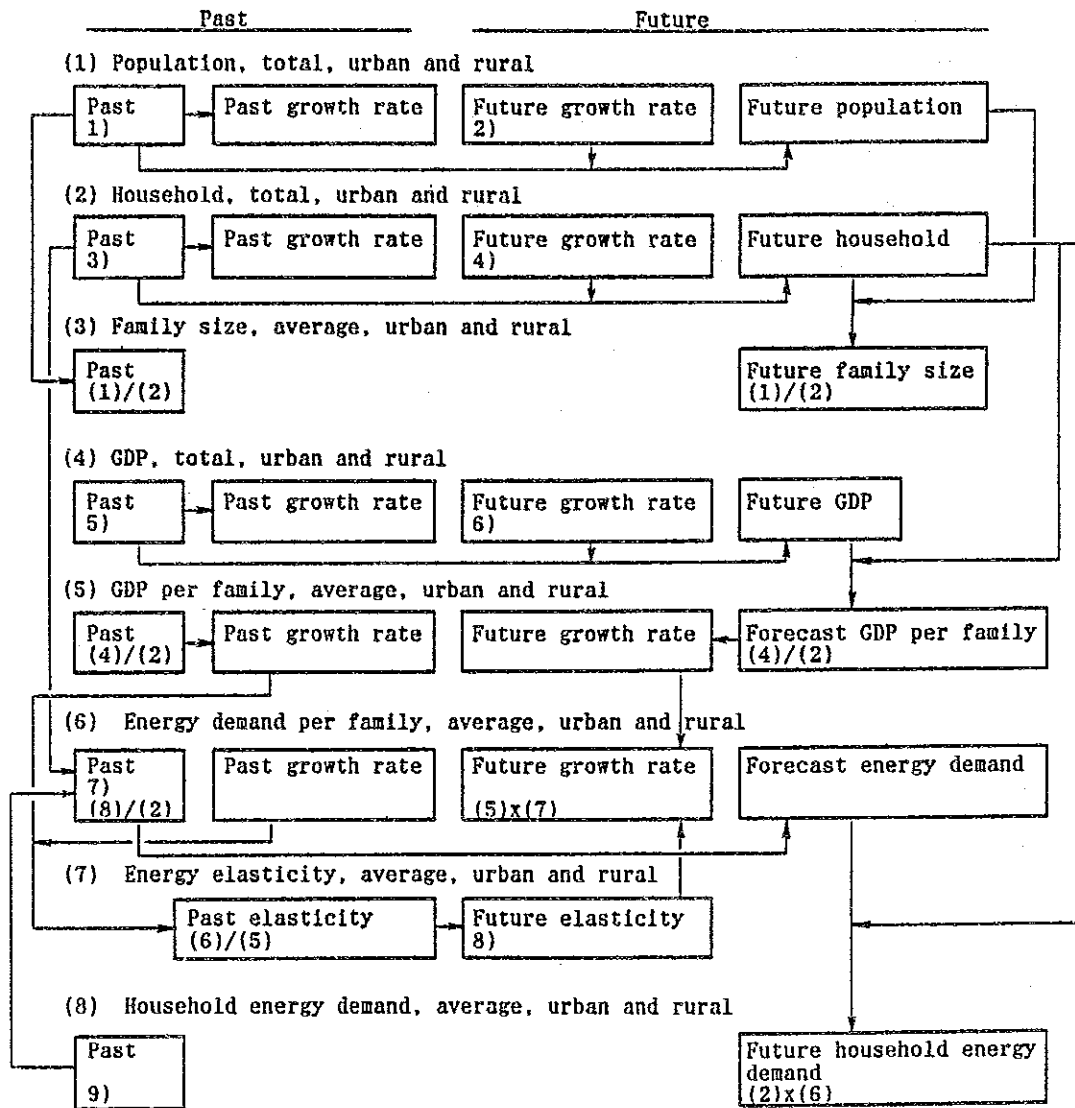
2006年までの灯油の需要予測に、以下の2方法を採用した。一つは、計量経済学的方法で、世帯当りの燃料消費の増加率と世帯当りの国内総生産(GDP)成長率との間の弾性値(elasticity)を用いる。他の方法は、灯油消費量の過去の増加率に基づいた予測手法である。これら2方法により、灯油需要の予測を行なった。また別に、供給面の制約から予測需要の妥当性をチェックした。

計量経済学的方法を用いる場合の問題点は、過去の家庭用エネルギー消費の80%以上が非商業燃料である薪、牛ふん、バガス、綿花枝木、灌木、おがくず、雑草、枯枝、たばこ茎等によるものであり、それ等を示す統計がほとんど無いことである。つまり計量経済分析に必要な基本的データを、パキスタン国の経済統計資料から求めることができず、世帯当りのエネルギー需要、世帯当りのGDPの伸びに対する世帯当りのエ

エネルギー消費量の伸び弾性値、都市と農村の人口分布などを他の情報源から引用しなければならなかった。

計量経済学的分析による需要予測の方法を図3-7-1と図3-7-2に図示する。はじめに、過去のデータを分析する。すなわち、人口、世帯数、GDP、世帯当り人数、一人当りのGDP、世帯当りGDP・世帯当りのエネルギー消費量などに関する過去のデータを分析する。エネルギーの利用方法が異なるため、各データは項目ごとに都市部と農村部に分類する。家庭用燃料の大半を占める非商業燃料の消費に関する正確な情報がパキスタンに存在しないため、世帯当りのエネルギー消費量は、国際経済統計データを引用した。

1975～85年までの10年間を取りあげ、1975～80年までと、1980～85年までの前後5年間ずつの2期に分割して、インプットデータの過去の変化率を求め、表3-7-2に示す。



Sources of information:

- 1) Demographic Yearbook 1985, United Nations
- 2) World Development Report 1987, IBRD
- 3) Demographic Yearbook 1985, United Nations
- 4) The Institute of Energy Economics
- 5) International Financial Statistics 1987, IMF
- 6) Sixth Five Year Plan of Pakistan
- 7) Technical Paper No. 67, Household Energy Handbook, IBRD
- 8) The Institute of Energy Economics, Japan
- 9) Energy Year Book of Pakistan, 1986

図 3 - 7 - 1 家庭用エネルギー需要予測手順

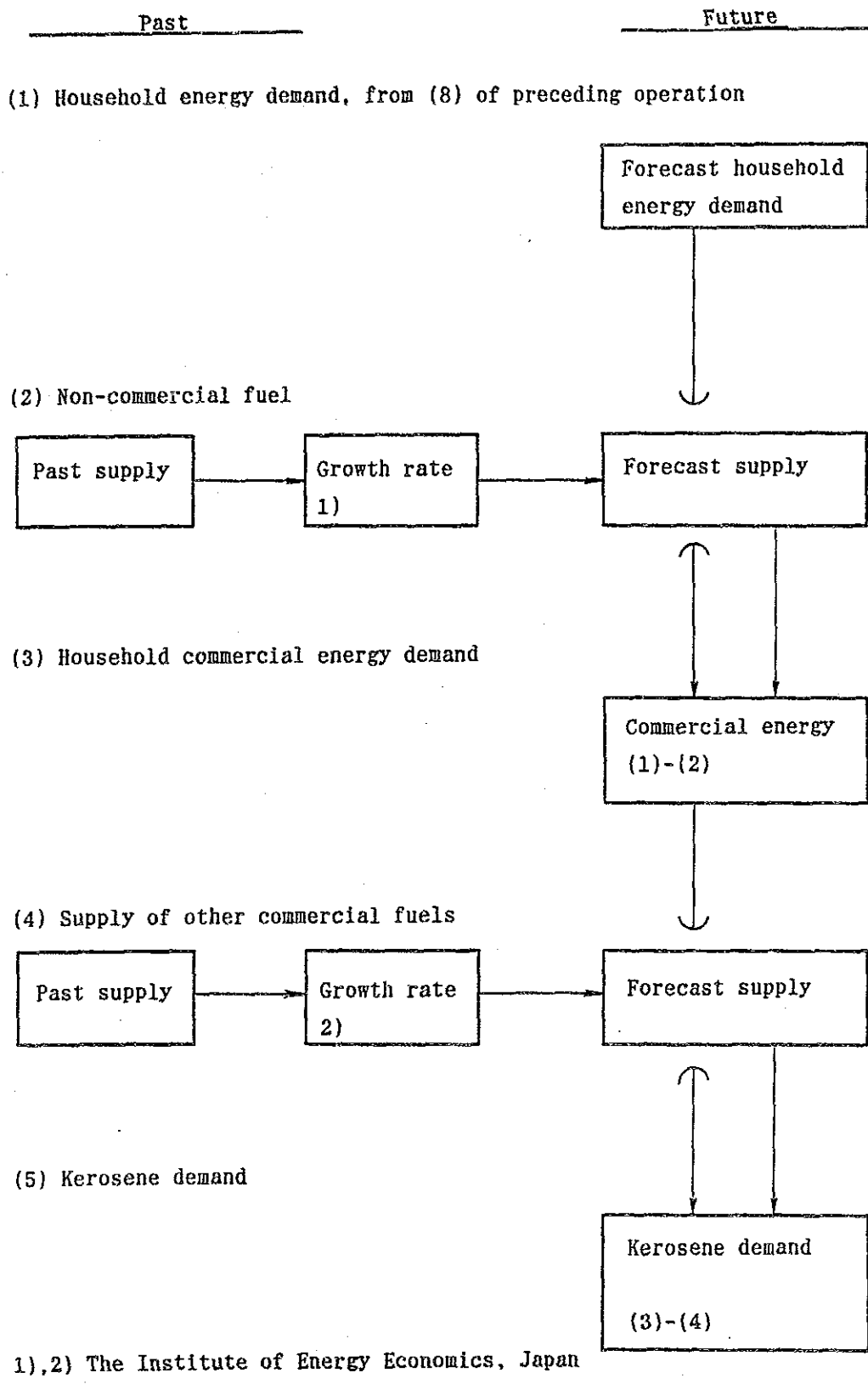


図3-7-2 家庭用灯油需要の予測手順

表3-7-2 需要予測に対するインプットデータ

	1975	1980	80/75 (%/year)	1985	85/80 (%/year)
(1) Population, (1,000)	70,260	82,140	3.17	96,180	3.21
Urban	18,710	24,220	5.30	30,670	4.84
Rural	51,550	57,920	2.36	65,510	2.49
(2) Household, (1,000)	11,343	12,588	2.10	13,966	2.10
Urban	3,037	3,554	3.19	4,147	3.13
Rural	8,306	9,033	1.69	9,819	1.68
(3) Family size (1)/(2)	6.19	6.53	1.08	6.89	1.08
Urban	6.16	6.81	2.03	7.40	1.68
Rural	6.21	6.41	0.64	6.67	0.80
(4) GDP(Billion US\$)	10.09	13.26	5.62	18.03	6.34
Urban	3.68	5.14	6.91	7.41	7.59
Rural	6.41	8.12	4.84	10.62	5.51
(5) GDP(US\$) per family	890	1,053	3.42	1,291	4.16
Urban (4)/(5)	1,212	1,446	3.59	1,787	4.33
Rural (4)/(5)	771	899	3.12	1,082	3.78
(6) GDP(US\$) per capita	144	161	2.26	187	3.04
Urban (8)/(2)	197	212	1.48	242	2.68
Rural (8)/(2)	124	140	2.46	162	2.96
(7) Energy, kgOE, per family	606	676	2.20	811	3.71
Urban	579	600	0.72	678	2.47
Rural	616	705	2.74	867	4.22
(8) Energy elasticity (6)/(5)			0.643		0.892
Urban			0.201		0.570
Rural			0.878		1.116

Source:

(1)&(2) Demographic Yearbook 1985, United Nations

(4) International Financial Statistics 1987, IMF

(7) Technical Paper No. 67, Household Energy Databook, IBRD, An Interim Guidebook and Reference Manual

表3-7-3 需要予測に関するインプットデータの予測

	1980	1985	1989	%/year 89/85	2006	%/year 2006/89
(1)GDP(Billion US\$, 1975 price)	13.26	18.03	23.02	6.3	67.15	6.5
Urban,%	38.8	41.1	42.9		50.7	
Rural,%	61.2	58.9	57.1		49.3	
(2)Population,(1,000)	82,140	96,180	108,640	3.1	171,300	2.7
Urban,%	29.5	31.9	33.5		39.5	
Rural,%	70.5	68.1	66.5		60.5	
(3)Family size (2)/(4)	6.53	6.89	7.16		8.06	
Urban	6.81	7.40	7.80		8.65	
Rural	6.41	6.67	6.87		7.72	
(4)Household,(1,000)	12,588	13,966	15,182		21,247	
Urban	3,554	4,147	4,665	2.99	7,822	3.09
Rural	9,033	9,819	10,517	1.73	13,425	1.45
(5)GDP(US\$) per family (1)/(4)						
Urban		1,787	2,118	4.34	4,353	4.32
Rural		1,082	1,249	3.66	2,466	4.08
(6)Energy elasticity						
Urban	0.201	0.570	0.87		0.93	
Rural	0.878	1.116	1.09		1.03	
(7)Rate of energy consumption per family, (5)x(6)						
Urban				3.78		4.02
Rural				3.98		4.20
(8)Growth rate of total energy demand, compound growth rate of (4) and (7)						
Urban				6.88		7.23
Rural				5.78		5.71

Note:

(1) Sixth Five Year Plan

(2) World Development Report, 1987, IBRD

(4) The Institute of Energy Economics, Japan

(6) The Institute of Energy Economics, Japan

Note: Growth of GDP is estimated to be 6.3 and 6.5 percent per year for 1985/89 and 1989/2006, respectively from the actual performance and target growth of the Sixth Five Year Plan.

以上により求めたインプットを用いて、家庭用エネルギー需要を表3-7-4に示す如く計算した。

表3-7-4 家庭用エネルギー消費量推計(千トン、石油換算)

	1985	1989	2006	Rate of Increase	
				89/85 %/year	2006/89 %/year
(1)Total Energy Demand	11,322	14,323	39,408	6.1	6.1
Urban	2,811	3,667	12,038	6.9	7.2
Rural	8,511	10,656	27,370	5.8	5.7
(2)Non-commercial Energy	8,963	10,139	12,651	3.1	1.3
Urban	1,285	1,224	1,871	-1.2	2.5
Rural	7,678	8,916	10,679	3.8	1.1
(3)Commercial Energy	2,359	4,184	26,858	15.4	11.6
Urban (1)-(2)	1,526	2,443	10,167	12.5	8.7
Rural (1)-(2)	833	1,740	16,691	20.2	14.2
(4)Petroleum	882	1,765	14,521	18.9	13.2
Urban	130	186	662	9.4	7.8
Rural	752	1,579	13,859	20.4	13.6
(5)Natural Gas	995	1,579	8,112	12.2	10.1
Urban	995	1,579	6,537	12.2	8.7
Rural	0	0	1,575	0	-
(6)Coal	6	7	15	3.9	4.6
Urban	0	0	0	0	0
Rural	6	7	15	3.9	4.6
(7)Electricity	476	833	4,210	15.0	10.0
Urban	401	678	2,968	14.0	9.0
Rural	75	155	1,272	19.9	13.0

Reference:

Growth rate of non-commercial energy: ENERGY YEAR BOOK 1985

Growth rates of commercial energy other than kerosene: Report on a long-term energy plant, a 20-year outlook, 1983 IED Consultants. S.A.

以上のインプットを用い、灯油と薪の需要を表3-7-5に示す如く予測した。

表3-7-5 灯油および薪の推定消費量

(thousand tons oil equivalent)

Year	Petrlm	LPG	Kero.	Kero.	Non-com.fuel	Firewood
			(1,000 ton)			
1985	882				8,963	
1989	1,765	56	1,709	1,657	10,139	5,576
1990	1,998		1,935	1,876	10,272	5,650
1995	3,713		3,595	3,485	10,963	6,030
2000	6,901		6,682	6,477	11,700	6,435
2005	12,826		12,419	12,039	12,486	6,867
2006	14,521		14,060	13,630	12,651	6,958

Note: Firewood is assumed to account for 55 percent of non-commercial fuels. LPG is assumed to account for a fixed percentage of petroleum.

上表では、主に人口とGDPとエネルギー弾性値等に関する予測データに基づいた計量経済学的予測の結果を示す。表3-7-5の示す計量経済学的予測結果は極めて大きな灯油需要を示している。従って灯油需要について、GDPの成長率との関連について感度分析(sensitivity analysis)を行い、その結果を表3-7-6に示す。

表3-7-6 GDPの伸び率に対する家庭用エネルギー需要の感度分析

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
GDP Growth rate	GDP Bill US\$ 2006	House- hold 2006		GDP per family 1989		Rate of energy per family	Growth rate of total energy	Total energy
				2006	%/year			
6.5	67.15							39,408
U	34.04	7,822	2,118	4,353	4.32	4.02	7.23	12,038
R	33.10	13,425	1,249	2,466	4.08	4.20	5.71	27,370
5.0	52.76							30,983
U	26.75	7,822	2,118	3,420	2.86	2.66	5.83	9,608
R	26.01	13,425	1,249	1,937	2.61	2.69	4.18	21,357
4.0	44.84							28,617
U	22.74	7,822	2,118	2,907	1.88	1.75	4.89	8,256
R	22.10	13,425	1,249	1,646	1.63	1.67	3.14	20,361
3.0	42.82							25,158
U	21.71	7,822	2,118	2,775	1.60	1.49	4.63	7,917
R	21.11	13,425	1,249	1,572	1.36	1.40	2.87	17,241

Note (7) = (6) x elasticity (0.93 for urban and 1.03 for rural)

(8) = compound growth rate of household number and (7)
energy, thousand ton oil equivalent

household number, 1,000

GDP per family US\$

非商業燃料の消費量はGDPの成長率の影響を受けず、一方灯油以外の商業燃料は、GDPの全家庭用エネルギーへの影響と比例して変化すると仮定し、2006年までの灯油の消費量をGDPの成長率との関連で求め、表3-7-7に示す。

表3-7-7 灯油消費量対GDP 成長率

Growth rate of GDP	6.5	5.0	4.0	3.0
Total household energy	39,408	30,983	28,617	25,158
Non-commercial energy	12,651	12,651	12,651	12,651
Commercial energy total	26,757	18,332	15,966	12,507
Other commercial energy	12,337	9,693	8,959	7,876
Petroleum	14,521	8,639	7,007	4,631
Kerosene	14,060	8,364	6,785	4,483

表3-7-7の結果に基づき、1989年以降の灯油消費量の伸び率が一定であるとして、5年ごとの需要を求め、表3-7-8に示す。

表3-7-8 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

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間の灯油消費量の成長率の年率9.14%を用いて求めた需要を表3-7-9に示す。

表3-7-9 過去の伸び率より求めた灯油需要

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

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3-7-10と表3-7-11に示す。

表3-7-10 灯油留分の供給量

(thousand tons)

	PRODUCTION								IMPORT			TOTAL
	Kerosene				Aviation fuel				Ttl	Kero	A	
	A	P	N	Ttl	A	P	R	Ttl				
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 - 1 1 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

上記の表 3 - 7 - 1 0 と表 3 - 7 - 1 1 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。

供給予測の計算を表 3 - 7 - 1 2 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 - 7 - 1 2 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

Note:

- (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、より小さい値の伸び率より求めた予測灯油需要を採用した。

3-8 灯油および薪の価格予測

3-8-1 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3-8-1に示す。

表3-8-1 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3-8-2に示す。

表3-8-2 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

表3-8-2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。

3-8-2 灯油と薪の価格予測

(1) 過去の傾向

表3-8-3に灯油と薪の消費者価格および関連データを示す。

薪の価格は消費者物価指数の上昇とほぼ一致する。しかし、灯油価格の上昇は、それよりかなり低く抑えられている。この時期原油価格が下向していたから、このようなことが可能であったと考えられる。

表3-8-3 灯油と薪価格の傾向

Year	1980/81	1981/82	1982/83	1983/84	1984/85	1985/86	%/year
GDP deflator	448.75	490.81	519.14	568.16	595.25		7.318
Con.price index	159.81	175.79	183.67	199.03	213.87	224.21	7.007
Wholesale price index							
General	163.69	176.16	182.27	201.38	208.92	217.38	5.837
Fuel	231.98	243.64	263.28	278.40	298.13	329.72	7.285
Wholesale price							
Gasoline Rs/l	4.83	5.08	5.72	6.02	6.56	7.14	8.131
Diesel Rs/l	2.69	2.77	2.77	2.79	3.04	3.27	3.982
Kerosene Rs/l	2.69	2.77	2.77	2.79	3.04	3.29	4.109
Retail price							
Kerosene Rs/l	3.14	3.22	3.24	3.26	3.54	3.88	4.323
Firewood Rs/40kg	23.86	27.84	28.67	31.06	32.84	33.35	6.926

(2) 将来の価格

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3-8-4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3-8-4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3-8-5に示す。

(3) 灯油の補助価格継続の場合

表3-8-4で示す予測灯油価格に対するセンシティブリティとして、補助政策が継続する場合の予測価格を表3-8-6に示す。

表3-8-4 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 being 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 0.840

specific gravity of HDO 0.810

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

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

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

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

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

Table 3-8-5 shows past relationship among the prices of imported crude oil, average prices of petroleum products and kerosene prices.

表 3 - 8 - 5 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
Crude price, million US\$	994.74	1,139.30	989.23	916.41	842.72	602.00
Crude volume, thousand metric ton	4,041	4,396	4,186	4,294	4,028	3,797
Average price, US\$/M.T.	246.2	259.2	236.3	213.4	209.7	158.6
Average price, Rs/M.T.	2,437.4	2,566.1	2,953.8	2,902.2	3,145.5	2,585.2
Average petroleum product price, Rs/M.T.	3,543	3,480	3,982	4,292	4,472	4,536
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

表 3 - 8 - 6 灯油・薪の価格予測 (灯油価格補助)

(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.

第4章 豆炭市場

4-1 パキスタンでの火の使い方

本調査の基本姿勢として、本プロジェクトがパキスタン国にとってどんなに有益であるにしても、それを理由に、灯油や薪の価格や供給を人為的に操作し、灯油や薪の代わりに豆炭を使用することを、国が消費者に強制することはできないとした。したがって、消費者が灯油や薪よりも豆炭を選択的に購入する状況をつくり出す必要がある。その目的のためには、灯油や薪から豆炭へ切り替えることで、消費者が不便をこうむることがないように、豆炭の品質設計において特に留意する必要がある。

灯油、薪そして豆炭は各々異なった燃料としての特徴がある。ある性質では、灯油は薪や豆炭より燃料として確かに優れている。しかし、薪や豆炭が灯油よりも優れている点もある。例えば、単位重量当りの熱量では、豆炭や薪は灯油には及ばないが、取り扱いの簡単さや安全性の観点からは、薪や豆炭は灯油より優れていると考えられる面もある。

一般庶民の生活様式と調理用のカマを観察した結果から、彼等が現在使用している燃料に執着する理由は特に無く、代わりの燃料が従来の燃料と便利さ、品質、価格面で対当であれば、一般庶民はどんな燃料でも受入れ、使用する可能性があることが分かった。但し、都市ガスとLPGの使用者は例外である。都市ガスは、価格と便利さで他のいかなる燃料よりも優れている。また、LPGは価格面で他の燃料と比較して必ずしも有利ではないが、便利さでは都市ガスと同様に優れている。一度ガス状燃料を使用すると、ガス燃料用の厨房器具やコンロで固形燃料を燃やすことはできず、消費者を固形燃料に切替させることは容易ではない。

石油コンロは圧力型コンロと燈芯型コンロの二種類が広く用いられている。圧力型コンロにはシリンダーが付いており、その中に灯油を入れ、手動の小型ポンプで圧力を加える。バーナーは細い銅のチューブを経てシリンダーに接続しており、灯油はチューブを通して空気圧にてヒーターに供給される。圧力を維持するため時々ポンプを動かし、火力はチューブについている小型バルブを開閉して調節する。この種類のコンロは煙とにおいを発生し、室内で使用する場合に欠点となる。燈芯型コンロでは、コンロ下部の容器に灯油を入れ、その中に燈芯の一部が浸っており、火力の調節は芯を上下させて行なう。このコンロでは、灯油がきれいな青い炎となって燃焼し、煙や不快なおいも発生しないが、火力の調節にはいくらか時間がかかる。着火から安定した燃焼状態になるまでには約5分間を要する。

薪用のコンロにはさまざまな種類がある。一般家庭で最も普通に使用されている種類は、粘土またはレンガで3方を囲み、前部の開口部から薪をくべる。このコンロは壁を背にして直接床に置かれており、およそ可燃物であればすべて燃やすことができる。使用後は、燃えている薪の上に灰をかける。こうすると、火は完全には消えず、薪は熾火の状態に保たれる。次に、火を使う時には、薪の上にかけてある灰を取り除いて、紙や乾いた木の葉を薪の上に載せて息を吹きかける。すると2～3分で火を起すことができる。この薪用コンロは一般家庭では居間の隣の半開放的な場所に据え付けられている。このことは、気温の高い南部のハイデラバード郊外ばかりでなく、冬期には気温がかなり下がる北部のイスラマバード郊外において同様である。調理用コンロが半開放的な場所に置かれているという事実は、豆炭の品質設計、特に無煙性の程度を定める際、特に重要である。

このように、灯油も薪も非常に簡単に火を起すことができる。調理は日常茶飯事であり、従来の燃料から豆炭に切り替えることで、消費者に何等不便を与えてはならない。この点を念頭におき、次節で述べる豆炭の品質設計においては、家庭用燃料として特に重要な特性ごとに検討した。パキスタン庶民の火の使い方を考えると、既に言及した着火の容易さや火力の他にも、無煙性、無臭性、燃焼ガスの安全性、灰の安全性、火力の調節が容易なこと、耐水性、機械的強度（壊れ難さ）などが挙げられる。燃料の発熱量と価格が重要なことはいうまでもない。

パキスタン国の北部や西部では、冬季に気温がかなり下がるため暖房が必要である。本調査では4.4「豆炭の需要予測」で述べる通り、暖房の必要な地域の人口を1千万人から2千万人程度と推定した。パキスタン国では煙突のついた石炭用ストーブが安く販売されており、これで調理用と同じ品質の豆炭を燃やすことができる。室内で使用しても、煙突から煙や燃焼ガスを屋外に排出できるので、煙や揮発性物質の存在にあまり神経質になる必要はない。

豆炭の工業用用途に関し、調査の初期段階では、豆炭は小規模工業用に有望な代替燃料であろうとの予見を持っていた。豆炭使用の候補としては、陶磁器、タイル、パン、石鹼などの製造業、また小規模食品加工業、小規模繊維工業などを挙げていた。レンガ製造工業では国内生産炭のほとんど全部を消費しているが、レンガ製造用燃料としては石炭で十分であり、豆炭に切り替える必要性はない。一方、大規模な産業で現在ガスや重油を用いているものは、ガスの低価格に依存しているもの、あるいはガスや石油でなければ不可能な正確な温度コントロールを必要とするものである。したがって、これらの大規模産業は豆炭使用の候補から外さねばならない。以上より、豆炭の使用に適する産業の候補としては現在薪を使用しているような小規模産業であるが、現在薪の価格は安く、当面の切替は難しい。

4-2 豆炭の品質設計

本節では前節で述べた、市場での燃料の使用法に基づき、豆炭の品質設計につき論ずる。豆炭品質の項目と、その具備すべき目標性状を示す。

1. 着火性
2. 火力
3. 無煙性
4. 無臭性
5. 無害性と安全性
6. 火力の調節の容易性
7. 耐水性
8. 物理的強度
9. その他

4-2-1 着火性

パキスタン国の燃料使用の状況を実施に観察した結果、薪は数分間で着火できる。調理しないときには薪は熾火のまま保たれ、そこからマッチを使わずに紙や乾いた葉などで再び火を起こすことができる。また、灯油用のコンロはマッチ一本で着火し、5分以内で安定した燃焼状態が得られる。本プロジェクトで開発をめざす豆炭も、薪や灯油と同様に着火が容易でなければならない。豆炭は薪と同様に、着火が簡単で5分以内に安定した燃焼状態に達するように品質設計する必要がある。

4-2-2 火力

火力は調理上で重要なポイントである。実施調査の観察で、一般家庭の調理ではなべ底のかなりの部分に炎があたっていた。したがって、豆炭も灯油や薪と同様に、炎が十分な長さで火力を持つ必要である。消費者が豆炭でも、薪や灯油と同様に調理ができれば、調理の方法も豆炭の導入以前と大差なく、豆炭は消費者に受け入れられやすい。

4-2-3 無煙性

本プロジェクトでは、表題が示すように、無煙豆炭の生産が目的である。この無煙性という言葉が厳密に解釈すれば、豆炭は木炭のように、煙も炎も出さないで燃えることが要求される。そのためには、原料の石炭を炭化せねばならない。炭化プロセスは石炭から揮発性物質の相当量を取り除いて煙の発生を抑えるが、揮発性物質は炎の発生に重要な役割を果たす物で、炭化と同時に発熱物質の多くを失ってしまう。ラクラ褐炭は揮発性物質の含有率が非常に高いので、炭化を適用した場合、発熱物質のロスが大きい。それに加えて、炭化プロセスの分だけ投資コストと運転コストも上昇する。

調査の意図として、石炭中の揮発分をできるだけ保ち、強力な炎を出して燃える豆炭を作りたい。この目的と完全無煙性の達成とは相反するので、現実的に両目的のバランスをとらねばならない。パキスタン庶民の調理場は開放的構造であり、また暖房を考えた場合、煙突付の安価なストーブが売られていることを踏まえて、着火直後の火力が弱い短期間は、若干の煙は我慢する。その代わりに、原料中の揮発分は除去しないという選択が最も現実的であり、かつ最大利益につながると判断した。煙は燃料の不完全燃焼によって生ずる。完全燃焼に近づくためには、燃焼器に空気を十分供給することと、燃料自体が燃え易い組成と組織を持つことが大切である。後者の目的はバイオコールの技術により達成できると考えて本調査を実施した。またこの前提が妥当であることも豆炭の試製と燃焼実験により確認した。

4-2-4 無臭性

無臭性と無煙性は密接な関係にあり、煙が発生し厨房に充満すれば、当然くさくなる。煙の問題を解決すればにおいの問題も減る。但し、亜硫酸ガスは刺激臭の原因であり、亜硫酸ガスには適切な対策が必要である。

4-2-5 無害性と安全性

燃料の安全性は、さまざまな角度から検討する必要がある。すなわち、自然発火性、引火性（注：近くの火源の影響で燃え上がる性質）、静電気を発生して火花を出すこと、燃料漏れ、爆発の危険性、圧力、燃料や燃焼物を吸い込んだり触れたりした場合の健康上の危険性、などが燃料として考慮すべき点である。豆炭は安定した固形燃料であるので、引火性、静電気の火花、漏れ、爆発、また、液体燃料や気体燃料のように圧力の危険性もない。

上記の結果より、本調査で安全上で特に考慮する点は、（１）ラクラ褐炭の自然発火性を豆炭製造工程における適切な処理によって解決すること、（２）ラクラ褐炭に多量に含まれる硫黄が豆炭にもち込まれ、この燃焼によって発生する亜硫酸ガスを抑えること、（３）豆炭を安全に使用するための指針と豆炭用器具のデザインを示すこと、の都合３つである。

4-2-6 火力の調節

火の使用は容易で簡単でなければならない。このことは家庭用燃料に求められる重要な特性の一つである。調理は家族の中でも、経験の乏しい人にまかされることもある。したがって、豆炭の火力の調節（着火と消火の容易さを含む）は薪や灯油と同程度に容易でなければならない。

4-2-7 耐水性

豆炭は工場から消費者の手に渡るまでの間に濡れる機会が多い。消費者に手に渡った後でも、厨房が半解放的構造のため、豆炭が雨水にさらされる危険がある。豆炭が水分を吸収した場合、単位重量当りの発熱量は吸収した水分の量だけ減少する。豆炭は目方で販売されるので、豆炭の吸湿性が強いと消費者にとって不利益になるばかりか、強度が減少し形崩れを起しかねない。一方、防水のために紙袋を使用するとその分コストが増加する。

したがって、豆炭自体に撥水性を付与できると理想的である。これを目標性状の一つに加え、試製試験でワックスコーティングを行ない、この目的を達成した。

4-2-8 機械的強度

豆炭は工場から家庭に届くまでに、かなり手荒く取り扱われることもあると考えねばならない。豆炭は、保存用のサイロに投入され、トラックに投げ込まれ、卸売り業者の保管所や倉庫に投げ落され、さらに小売業者へ輸送するために小型トラックや馬車ヘシャベルで投込まれ、最終的には消費者の元に運搬される。したがって、豆炭はこれらの取り扱いに耐え得る十分な機械的強度を持たねばならない。消費者の手にわたるまでにすり減り、くずや粉を出すようではならない。

4-2-9 その他

豆炭の大きさ・形・外見等についても、消費者に便利ないように設計すべきである。

これらの品質は、いずれも仕様書の形で数量的に表わすことが困難である。したがって、実際に燃焼試験を行ない、その成績で評価することが重要である。

4-2-10 豆炭と灯油の比較

豆炭を灯油と比較するといくつか相違点があるが、最も基本的な違いは、豆炭は固形燃料であり、灯油は液体燃料である点である。この基本的な相違のゆえに、豆炭と灯油を同じレベルで比較することはできないが、本プロジェクトは灯油・その他燃料を豆炭に代替させることが目標なので、主として、家庭での消費の観点でこの2つの燃料の比較検討を行なっておくことは有意義である。以下に両者の比較を示す。

(1) 形態

灯油は液体であり、一度こぼすと、家庭では回収不可能である。灯油には容器が必要である。一方、豆炭は一定の形と大きさをもった固形燃料であり、積み上げておくことができ、トラックから落ちて散らばっても容易に回収ができる。

(2) 安全性

現在、灯油は安全性を十分考慮して製造されている。しかし、引火点よりも高い温度にさらされると、付近の火源から引火して着火することもある。灯油の引火点は通常は摂氏40度以上なので、気温が非常に高い場合以外は引火の危険は少ない。灯油は溶解力の強い鉱物油であり、皮膚の油分を吸収して、急性の発疹を起すことがある。また、灯油の蒸気を吸い込むと一時的な意識障害を起すことがある。一方、豆炭は意図的に燃やさない限り、着火の危険はない。皮膚に触れても問題はない。健康上考えられる唯一の問題は、豆炭の粉じんを頻繁に吸い込むことであるが、これとて製造現場以外では問題にならない。したがって、豆炭の方が安全性の面では優れていると言える。

(3) 熱効率

燃料の熱効率は、同様な燃焼器を用いた場合、通常気体、液体、固体の順で低下する。設計の良い灯油コンロの場合、燃焼部分に灯油が達するとすぐに燃え出し、燃焼部分に余分な燃料が残ることはない。一方、固形燃料の場合、細かい粉状にしてガスのように燃焼するのでない限り、固形のまま燃焼室に入れ

燃料は外側から少しずつ中心に向かって燃える。したがって火の使用が終ったあと、残火がでる場合が多い。固体燃料は、ガス、液体燃料ほど空気と混合しないので、より多量の空気を送達する必要があり、熱効率を下げることとなる。豆炭の燃焼実験では、豆炭の熱効率は灯油の熱効率のほぼ70パーセントであった。

(4) 保 存

豆炭の保存は灯油よりずっと簡単である。灯油の場合は水の混入に気をつけねばならないが、耐水性を持つ豆炭の場合は外気に長期間さらしても品質劣化のおそれはない。

(5) 使いやすさ

一概に優劣をつけられないが、多くの場合、多分灯油の方が使いやすい。灯油には焚付も不要である。しかし、着火が簡単で、煙も出ない豆炭が生産されれば、灯油に対する安全知識に乏しい人や薪を使い慣れた人にとっては豆炭の方が使いやすいであろう。

(6) 清潔さ

消費のすべての段階において、灯油が豆炭よりも優れている。

(7) 環境汚染

灯油は、ほとんどの場合、周囲の環境を汚染することはない。豆炭が生産・流通・消費の各段階で無公害型であるかどうかは、その生産設備と製品の品質にかかっている。ほこり、煙、におい等の出ない豆炭が生産できれば、豆炭も環境に悪影響を及ぼさない燃料である。

4-3 豆炭の流通

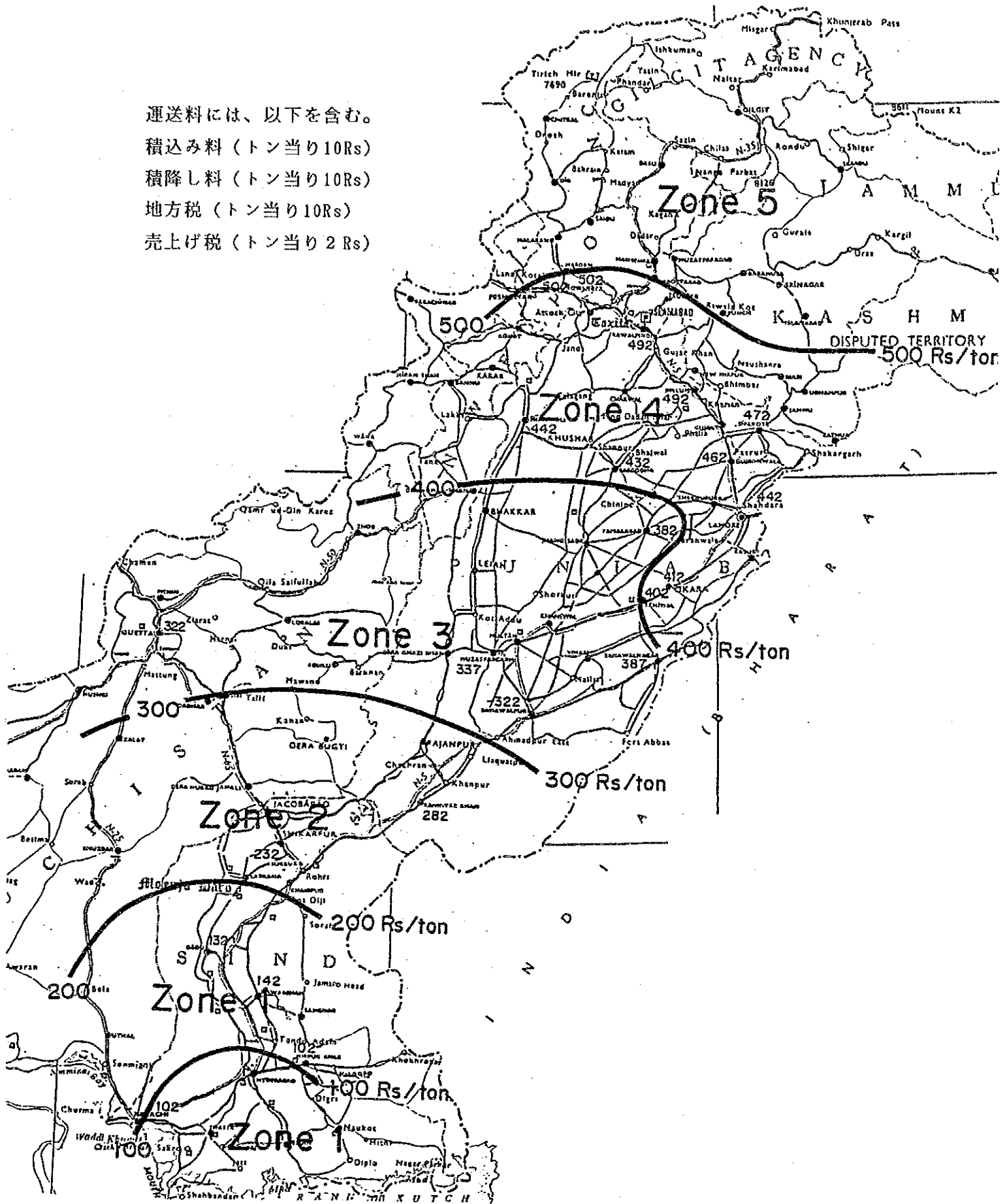
4-3-1 トラック輸送および鉄道輸送のコスト

一般に輸送費は燃料の小売り価格の大きな部分を占める。したがって、燃料プロジェクトの企画段階にて、輸送システムのコスト、効率、信頼度を調べることは非常に重要である。パキスタン国の長距離輸送手段としては鉄道輸送とトラック輸送があり、第一次現地調査期間中に両者を調査した。ハイデラバードの集結所（トラック・アグ）からトラックで運んだ場合と、ラクラ炭鉱の最寄のカノート駅から鉄道を利用して輸送した場合の輸送コストを各々図4-3-1と図4-3-2に示した。ハイデラバードもカノート駅も工場予定地に近い輸送拠点と考えられる。両図の結果を比較すると、石炭の標準価格を適用した場合、鉄道よりも道路を利用した方が輸送コストは低い。

パキスタン国におけるトラックは10トントラックが大部分を占める。道路沿いにはトラック輸送のための食堂、自動車修理所、ガソリンスタンドがある。ラクラで生産される石炭のほとんど全部がトラックで全国に輸送されている。トラック便は迅速で、至急便はラクラからラワルピンジまで約2,000kmの道のりを36時間から40時間で運搬できる。輸送途中での盗難等のトラブルはほとんどない。製品輸送のため、プロジェクト自体でトラックを何台も保有する必要はない。トラック輸送は非常に効率的であり、簡単にサービスを受けられ、また迅速であり、信頼できる輸送手段である。1986年現在の登録トラック台数は81,019台であり、登録台数は過去10年間に年率約2.7%で上昇した。

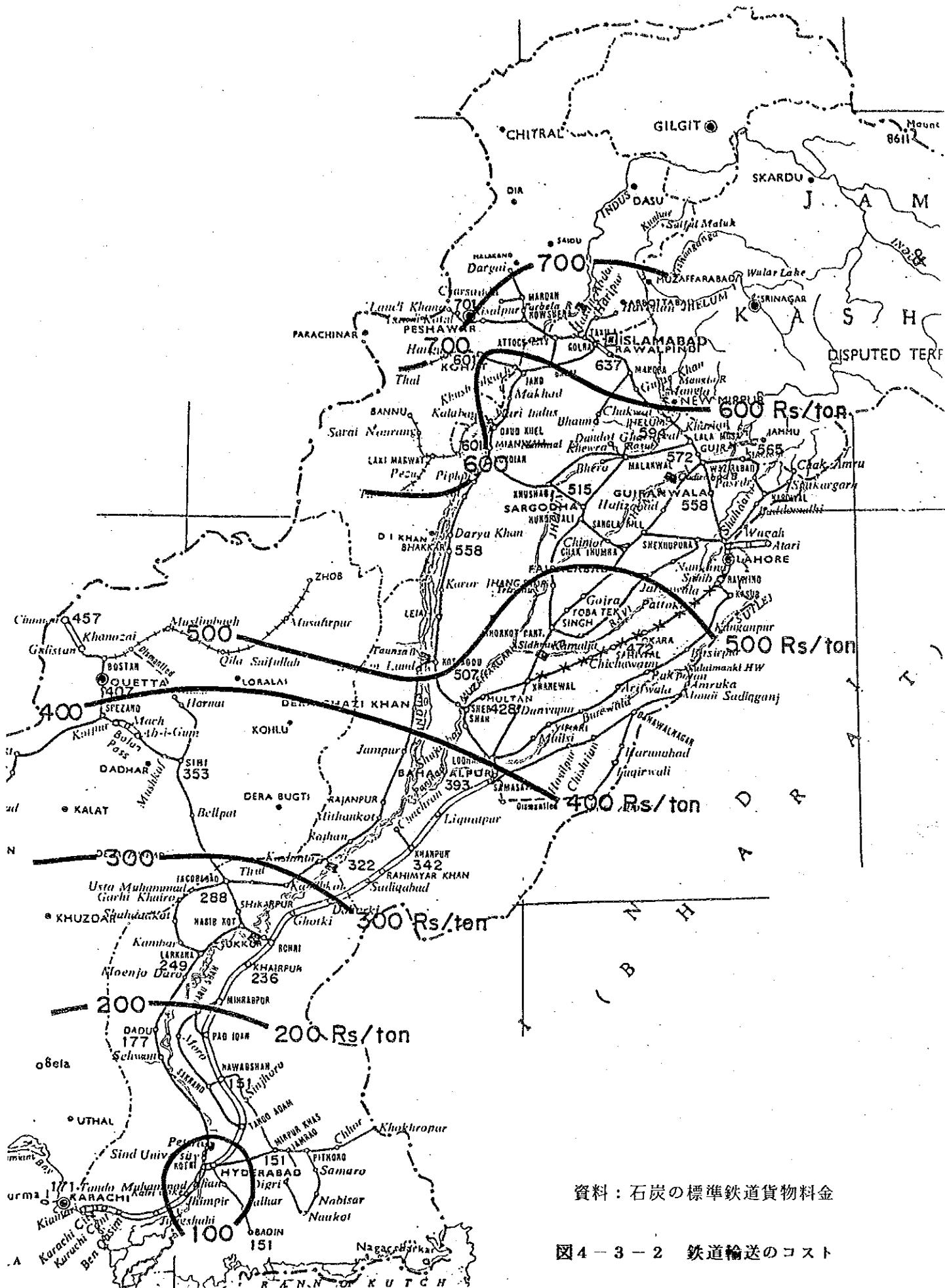
長距離輸送には鉄道輸送が向いていると考えられがちであるが、実際には、トラックよりも時間がかかる。しかもコスト面でも不利である。例えば、ハイデラバードからムルタンまでトラックで輸送した場合、積み込み費用・積み降ろし費用・地方税・消費税が込みで、トン当たり342ルピーがかかるが、鉄道を利用した場合、ラクラの最寄駅であるカノートからムルタンまで、石炭輸送のレートで、トン当たり600ルピーかかる。なお、現在はラクラで産出する石炭はイスラマバードやそれ以遠までもトラックで運搬している。通常、トラックは荷主が手配するが、石炭運送料は荷受人が支払うシステムになっている。

運送料には、以下を含む。
 積込み料 (トン当り10Rs)
 積降し料 (トン当り10Rs)
 地方税 (トン当り10Rs)
 売上げ税 (トン当り2Rs)



資料：ハイデラバードのトラック集結所から標準運送料

図4-3-1 トラック輸送のコスト



資料：石炭の標準鉄道貨物料金

図4-3-2 鉄道輸送のコスト

4-3-2 従来の燃料の流通

品不足や価格上昇から一般消費者を守るために、灯油の流通と価格は政府の統制下に置かれている。パキスタン国最大の灯油流通業者は、Pakistan State Oil Ltd. (PSO) である。現地調査の結果では、灯油の製油所価格あるいは輸入価格、卸売り価格、小売り価格が、各々1リットル当り 2.14340ルピー、3.0ルピー、3.5～4.5ルピーであった。灯油は卸売りまでは実際の輸送費に関係なく、全国统一価格で販売されているが、卸売り業者から小売り店への流通は統制されておらず、そこでは市場のメカニズムがうまく機能している。消費者は18リットル缶入りまたは自分の容器を持参して、小売り店で灯油を購入する。なお、灯油販売店では通常他の日用品も取扱っている。

薪と炭の流通システムは灯油ほど組織化されておらず、また全国的な規模にもなっていない。薪や炭の販売システムは伝統的な市場である。小売り業者に聞き取り調査した結果、生産者が小売り業者へ薪や炭の供給をコントロールするのではなく、小売り業者が生産者からの薪や炭の調達をコントロールしている。薪と炭を全国的に供給する生産の中心地はなく、流通システムは各地方独自のものである。ハイデラバードで調査した小売業者(複数)は約100キロ北で薪炭を仕入れていた。薪として売られている木は、ハイデラバードでもイスラマバードでも、ほとんどがほぼ同じ長さに切り揃えられたテッカー(Tikiker)と呼ばれる堅い木である。この木が比較的豊富であることもあるが、薪は長い間取引が行なわれてきた実績があり、その結果、売手と買手の間に供給、品質、規格、輸送についての暗黙の了解ができあがっており、灯油の全国流通網とは異なるが、薪炭の流通組織は古くからが確立されていると考えられる。

4-3-3 豆炭の流通と販売網

現地調査以前は、本プロジェクトの主な市場はパキスタン南部に限られていると予想していた。しかしこの地域の主要都市、例えばハイデラバード、カラチには都市ガスが敷設済である。現地調査の結果、第一に本プロジェクトはより広範な市場が期待できることが分かった。第二には南部の農村地域は豆炭市場としては有望でないことが分かった。

豆炭を全国的に販売するためには、南部地区だけを対象とした場合と比べ、より幅広い包括的なマーケティング戦略が必要である。しかし、PMDCの現在の限られた人員で全国的な流通・販売を独自で実施することは困難である。したがって、PMDC、または本件の運営をPMDCより委託される機関は、豆炭の製造のみに従事し、流通と販売

(マーケティング)は他の分野ですでに実績のある機関と協約を結び、任せる方が良い。豆炭の流通・販売業者は一定の基準を満たさなければならない。その基準としては、基盤が確立している業者であり、事務所や倉庫および配下の卸売り下売り業者を国内全域の重要地点に持っていること、燃料や類似の商品で全国的な流通と販売の経験を持っていること、PMDCの方針に矛盾しないこと、消費者に信頼されていること、財務状態が健全であること、豆炭を取り扱うことに意欲を持っていること、などである。これらのすべてを満たす機関を見出すことは容易ではないが、以下に示す4機関は、上記の多くの基準を満たし、豆炭の流通・販売業者として適当と考えられる。

1. 薪と炭の流通・販売業者も含む一般の商売人
2. PMDCの石炭流通・販売業者
3. PSO (Pakistan State Oil Co. Ltd.)または他の灯油およびLPGの流通・販売業者
4. PMDCの岩塩流通・販売業者

1から4までを選んだ背景は、本プロジェクト自体は豆炭を工場渡して販売し、下流部門の商売は流通・販売業者に自由に任せるという基本的な思想である。しかし、単一の流通業者および販売代理店に限定するのではなく、上記各種の機関を通じて豆炭の流通・販売を進めることが望ましいと考える。

上記の第一の選択肢、薪炭の流通・販売業者を含む一般商人の使用、とは輸送手段を手配して工場に買いに来る者には誰にでも工場渡して豆炭を売り、彼等に自由に販売活動させることである。薪炭の流通・販売業者は豆炭を薪炭と一緒に販売できる。これにより豆炭は伝統的な薪炭の流通経路に乗ることができ、かつ薪炭との衝突を避けることができる。薪炭の流通・販売業者は石鹼、薬、食品、飲料品などの多くの日用品も取り扱っているため、消費者には便利である。薪炭業者の他にも、石鹼、薬、食糧品、ドリンク業者も豆炭の販売に関心を示すかも知れない。多くの業者が豆炭流通・販売に参加すれば自由競争の市場原理が最大限に機能するため、消費者にとっては有利である。

第二の選択肢はPMDCが現在持っている流通・販売網の延長である。PMDCは、年間契約のもとに、特定の流通・販売業者に石炭の販売権を与えている。彼等は倉庫と事務所を全国の主要都市に持ち、地方事務所が顧客から注文をとり、その情報を本社事務所に伝達する。本社はトラックを手配し、石炭を顧客あてに配送する。石炭流通・販売業者の問題点は、顧客がレンガ製造業者に著しく片寄っていることである。したがって、彼等は豆炭の末端販売網を新規に開発しなければならない。その解決策の一つとして、地方薪炭業者を小売業者として活用することが考えられる。薪炭業者が豆炭を石炭流通・販売業者の倉庫から受取り、消費者に販売することになる。

第三の選択肢では、豆炭の競合相手を本プロジェクト側に取り込むことである。PSO は石油製品の流通・販売業者としてはパキスタン国最大手であり、その株式を政府が25.5%、政府系の金融機関が48.1%所有している。PSO の他には、カルテックス (CALTEX) のような灯油の流通・販売業者もある。灯油の供給は統制されており、またパキスタンには灯油の国内生産量を増加するための石油分解装置がない。また灯油に輸入には次に外貨の問題がある。また輸入施設、ターミナルも能力に余裕がない。したがって、PSO に代表される灯油の流通・販売業者は、長期的にみれば、現在の能力ではパキスタン国の潜在的な灯油需要を満たすことはできない。

このような状況下で、豆炭販売の利潤が灯油と同じかそれ以上ならば、豆炭と衝突し競合するよりも、灯油と同時に豆炭の販売にも関心を寄せる可能性が高い。これらの業者は全国に貯蔵所を持っており、さらに配下に小売店販売網を有している。これ等を活用して豆炭の流通・販売を促進できればプロジェクトにとって極めて有効である。さらに、灯油の流通・販売業者は人材に恵まれており、経営状態も堅実である。石油関係の業者が石炭およびその関連製品を取り扱うことは、日本、アメリカ、その他諸国でも珍しいことではなく、パキスタン国においてもPSO 等の灯油の流通・販売業者が豆炭を取り扱うことに何ら法律的な問題はない。面談した灯油の流通・販売業者は豆炭販売に強い関心を示した。また、PSO 自体も彼等が豆炭販売に従事することを妨げる意志はない。

LPG 流通・販売業者も灯油の流通・販売業者と同様の立場にある。LPG の供給量が限られているため、その事業の拡大は望めない状況にある。LPG とボンベの安全使用を啓蒙してきた経験は、一般に広く知られていない豆炭を一般家庭に普及させるうえで役立つ筈である。しかし、豆炭は本質的にLPG よりもはるかに安全である。

第四の選択肢はPMDCの岩塩ディーラーの起用である。これはPMDCの自身の既存流通・販売網の発展的活用である。PMDCは約2千の岩塩ディーラーを統括しており、岩塩を全国すみずみにまで流通・販売しており、彼等は民衆と密着している。塩は日常品として不可欠であり、燃料も同様に生活必需品である。これらの岩塩流通・販売における経験は豆炭流通・販売においても生かすことができる。さらに、岩塩ディーラーの地元の消費者との緊密なネットワークを生かすことによって豆炭を普及させることも期待できる。

ハイデラバード周辺、イスラマバード周辺、およびラホール周辺において1988年3月と6月に市場調査を行ない、PSO の灯油流通・販売業者、LPG 流通・販売業者、PMDCの石炭と岩塩流通・販売業者および自由な薪炭業者等の聞き取りを行なった結果、いずれの業者も豆炭流通・販売に対して、なみなみならぬ興味・関心を示した。したがって、豆炭の流通・販売は、上記4業者の特性を生かした自由競争にまかせること

が最良の方法であろう。

表4-3-1と表4-3-2にPSO灯油ディーラーの全国配置およびPMDCの岩塩ディーラーの全国配置を示す。

表4-3-1 PSO灯油ディーラー数

Location	Number
Karachi	9
Thatta	1
Hyderabad	3
Mirpurkhas	5
Dadu	1
Khairpur	1
Sukkur	2
Larkana	1
Rahimyarkhan	1
Loralai	1
Zhob	1
Khuzdar	1
Gawadar	2
Turbat	3
Panjgur	2
Pishin	1
Nasirabad	1
Quetta	4
Bahawalpur	2
Bahawalnagar	2
Multan	5
Muzaffargarh	2
Deraghazi Khan	2
Sahiwal	3
Leiah	1

(次頁へ続く)

(続き)

Pajanpur	1
Okara	2
Vehari	4
Lahore	17
Gujranwala	3
Sheikhupura	2
Sialkot	4
Kasur	4
Shujabad	1
Khanewal	2
Lodhran	3
Faisalabad	9
Jhang	4
Nianwali	1
Sargodha	5
Khushab	1
Jhelum	3
Gujrat	5
Rawalpindi	3
Attock	3
Dir	1
D. I. Khan	4
Bannu	2
Peshawar	10
Abbottabad	2
Kohat	1
Karak	2
Mansehra	1
Muzaffarabad	1
Total	158

表 4 - 3 - 2 PMDC岩塩ディーラー数

Location	Number
Faisalabad	97
Gujralwala	98
Gujrat	63
Hazara	43
Islamabad	4
Kasur	58
Lahore	277
Okara	43
Quetta	18
Rawalpindi	80
Sahiwal	44
Sheikhupura	73
Sialkot	87
Swat	1
Jhelum	17
Chakwal	7
Attock	27
Bahawal Nagar	50
Bhawalpur	45
Hyderabad	8
Jhang	156
Karachi	12
Khairpur	14
Multan	61
Rahim Yar Khan	54
Sargodha	131
Khushab	36
Sukkur	25
Samundri	38
Toba Take Singh	68
Mianwali	20
Bhakkar	8
Muzaffargarh	21
Laiyah	9
D.G.Khan	17
Taunsa Sharif	4
Rajanpur	8
D.I.Khan	4
Shaujabad	12
Khanewal	18
Vehari	17
Total	1,873

4-4 豆炭の需要予測

4-4-1 豆炭需要に影響を与える要因

豆炭需要予測に入る前に、豆炭の家庭用および工業用需要を左右する要因を挙げレビューする。以下に示す要因は豆炭需要に大きな影響を持つと考えられる。

家庭用需要

1. 競合する他燃料と比較した豆炭の品質
2. 流通・販売経路と業者の販売努力
3. 競合する他燃料と比較した豆炭の末端小売り価格
4. 調理方法
5. 販売地域の人口
6. 販売地域の気温
7. 燃焼器、コンロ

工業用需要

1. 競合する他燃料と比較した豆炭の品質
2. 競合する他燃料と比較した豆炭の価格
3. 設備との豆炭の適合性

これらの要素のうち、豆炭の品質とその流通・販売者の能力は前節までに述べたので、ここでは最も重要な要素である価格を中心に検討する。

4-4-2 豆炭の価格設定方法

上記の要素のうち消費者価格は需要に直接影響し重要である。価格設定には基本的に2つの方法が考えられる。すなわち、実際の運搬コストの高低にかかわらず卸売り段階までは全国统一価格を採用する方法と、輸送・販売コストに応じて価格の変動を許す方法である。後者の場合、輸送距離が長くなってコストがかさむと、それに応じて小売り価格も上昇する。前者は現在灯油価格で実施されている。全国统一価格は上部組織の強力な統制のもとで流通・販売網が存在するときのみ可能である。

灯油とは異なり、全国统一価格方式を本プロジェクトで採用することは困難である。当初から豆炭の流通・販売網をつくりあげ、それを本プロジェクトの所管で機能させることは不可能に近い。将来、豆炭がパキスタン国のエネルギー消費の大きな部分を占めることになるならば、全国统一価格も必要となるであろう。したがって、本調査

では後者の方法で豆炭の小売り価格を決定する。つまり、小売り価格は輸送コストを反映し、工場に近いところでは安く、遠い地域では高くなる。しかし、この方法は、豆炭工場から遠く離れた消費者が不利になり、不公平な印象を与える欠点もあるが、経済の原則に合致している。

4-4-3 豆炭の需要予測の前提条件

図4-4-1には豆炭の需要予測方法のフロー図を示した。この方法は輸送コストおよび販売コストを小売り価格に反映させることを原則とする。輸送コストは小売り価格の大きな部分を占めるので、小売り価格は対象地域までの輸送コストによって大きく変動する。そのため、全国を輸送コストに従っていくつかの区域に分けて考える。トラック輸送の方が鉄道輸送よりも効率的かつ経済的であるので、以下ではトラック輸送コストに従って、パキスタン国全土をNo.1, No.2, No.3, No.4, No.5の5つの区域に分類し、それぞれの区域の輸送コストを豆炭1トン当たり 200ルピー以下、200～300ルピー、300～400ルピー、400～500ルピー、500ルピー以上とした。

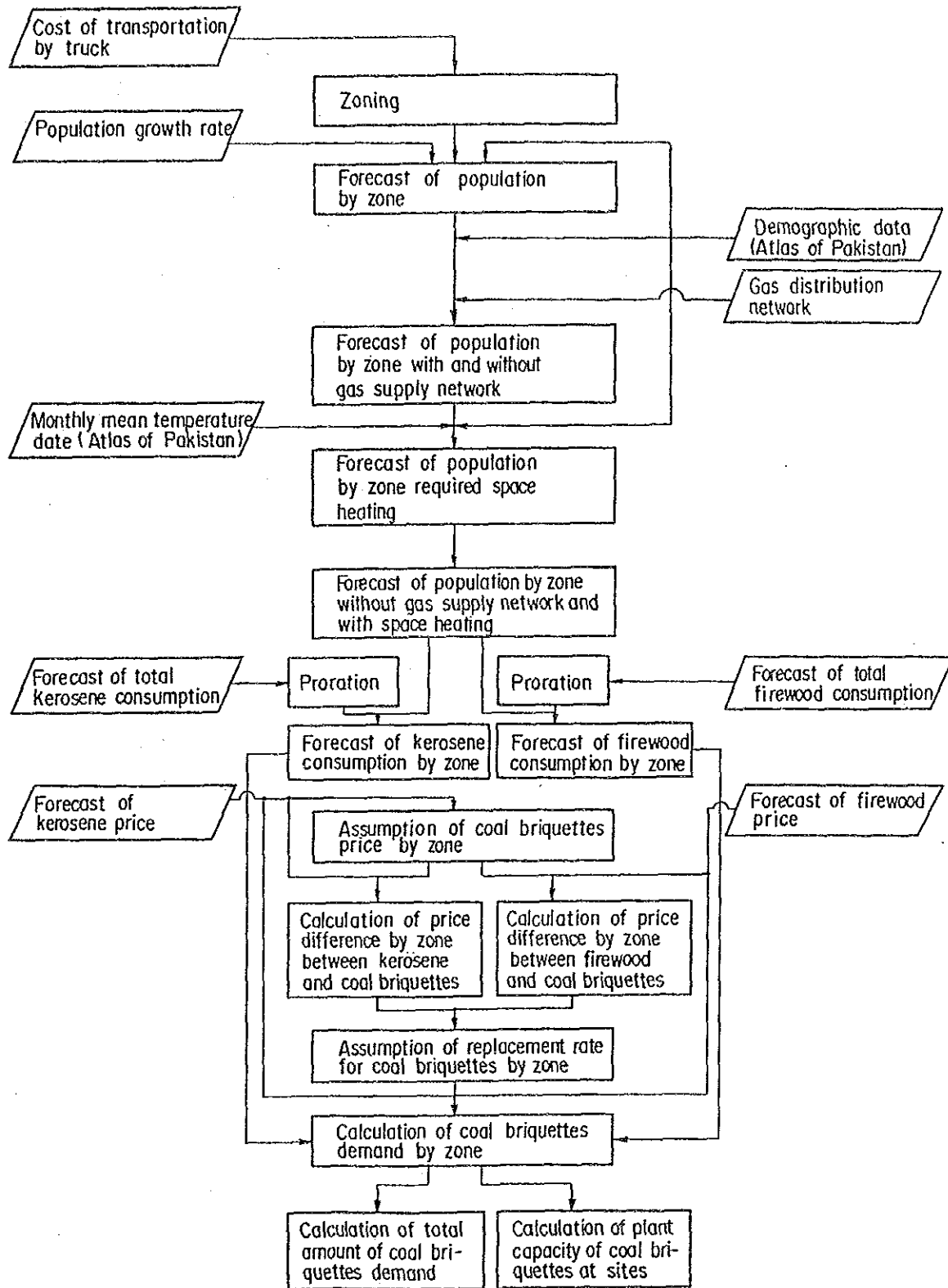
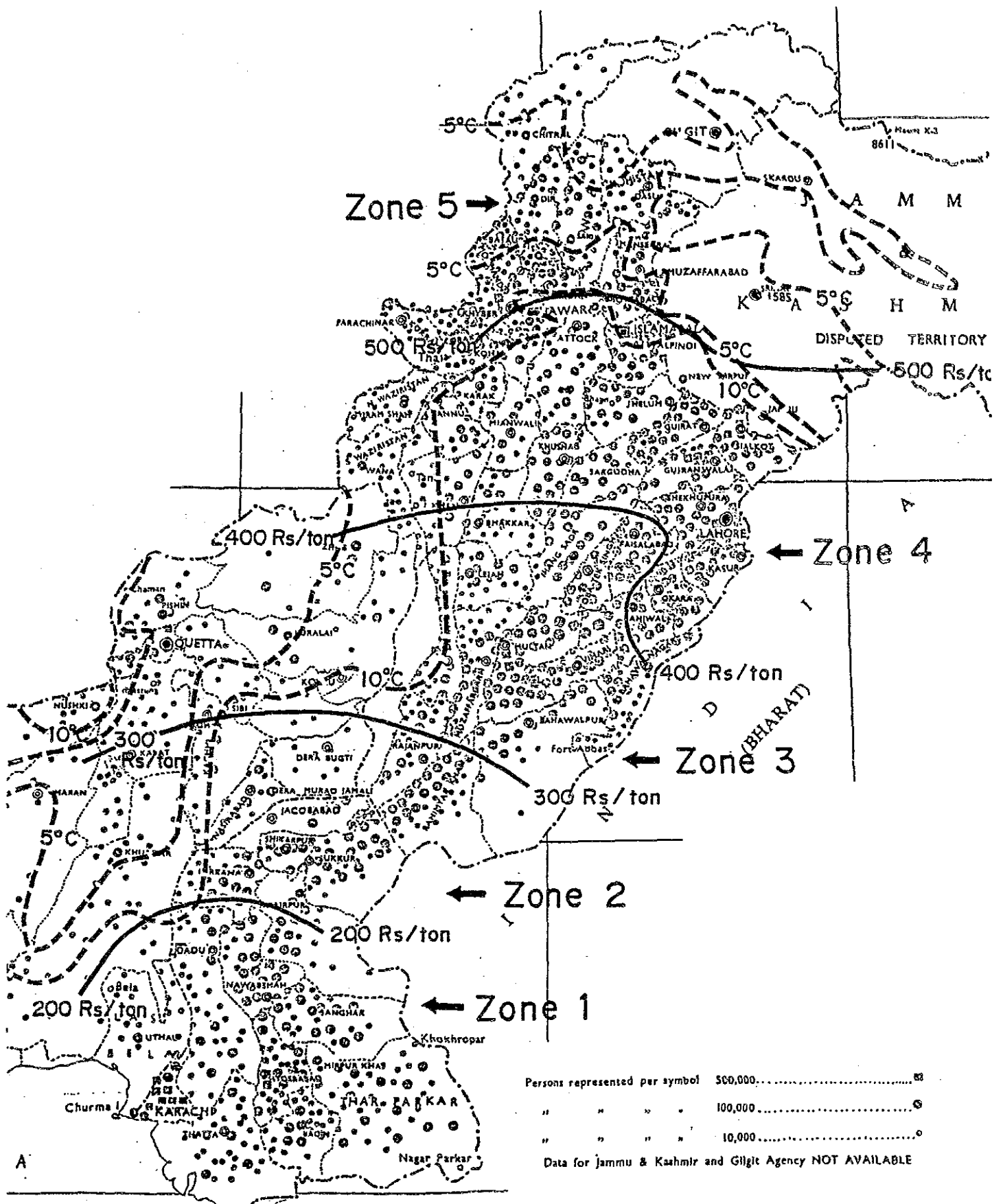


図4-4-1 豆炭の需要予測フロー図

次に灯油と薪の各地域ごとの消費を予測する。過去の消費実績と第3章で求めた将来の需要予測は全国を対象としたものである。豆炭の価格は輸送コストを反映して区域ごとに変わる。灯油は全国统一価格を採用しているため、豆炭と灯油の相対的な価格の差、すなわち燃料切り替えの推進力は区域によって異なる。したがって、区域ごとに灯油消費量の予測と灯油と豆炭の価格差の予測を行なう必要がある。そこで、まず等輸送コスト線を人口分布地図上にひき全国を5つの区域に分割する。人口分布図（1975年センサスを基にしたアトラス・オブ・パキスタンより作成）を図4-4-2に示した。この地図より各地域ごとの人口を拾い、現在および将来の人口に修正した。但し、パキスタン国では人口分布に大きな変動はないと仮定した。



Source: Atlas of Pakistan

图 4-4-2 人口分布图

図4-4-2の人口分布は都市ガス利用者も含む。都市ガス利用者が豆炭の消費者となる可能性は極めて低いため、この方法では求めた各域ごとの人口を豆炭用に修正する必要がある。都市ガス使用者数は、都市ガスが供給されている地域の人口をガスパイプライン地図(図4-4-3)と人口分布図(図4-4-2)を用いて推定した。この都市ガス使用者数を勘案して修正した人口分布図は、非ガス使用者の予測人口とその分布(表4-4-2)として示した。

表4-4-1 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4-4-2 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

OIL AND GAS FIELDS

1. Khaskheli*
2. Laghari*
3. Golarchi
4. Tajedi
5. Tandoalham*
6. Hundi
7. Sari
8. Mazariani
9. Khair Fur
10. Mari*
11. Kandhkot*
12. Sui*
13. Uch
14. Zin
15. Pirkoh*
16. Rodho
17. Dhodak
18. Toot*
19. Dakhri
20. Bakassar & Finkassar*
21. Joyamir*
22. Dhulian*
23. Meyal*
24. Karsal
25. Dhurnal*
26. Adhi
27. Khaur*
28. Diabi*
29. Nari
30. Turk
31. Mazari*
32. South Mazari
33. Nandpur
34. Panjpir
35. Loti
36. Chak Natrang
37. Sonaro
38. Bukhari
39. South Dhab
40. Matli
41. Jabo
- Ghotara*

SOLAR STATIONS

42. Mumtaz
43. Kankoi
44. Miro Padar
45. Mira Rehmat Khan
46. Mamari
47. Ditta Khan Leghari
48. Khurkhera
49. Gakhar
- Dhok Mian Jewen
- Baiker

HYDEL STATIONS

50. Renak
51. Chickokimian
52. Rasul
53. Shadiwal
54. Nandipur
55. Mangla
56. Kurram Ghari
57. Malakand
58. Daigai
59. Warsak
60. Chitral
61. Tarbela

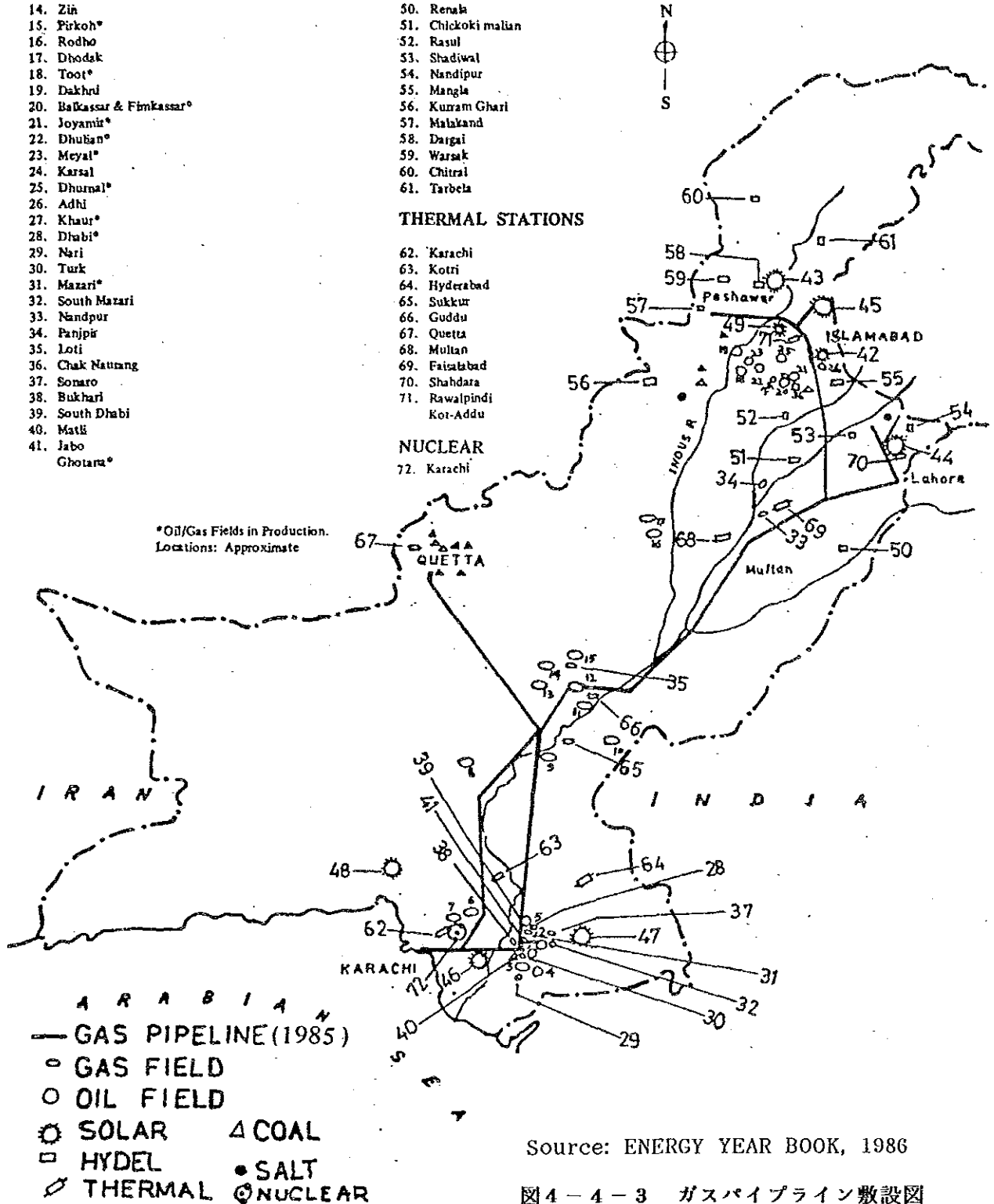
THERMAL STATIONS

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

NUCLEAR

72. Karachi

**PAKISTAN
INDIGENOUS
ENERGY
SOURCES**



Source: ENERGY YEAR BOOK, 1986

図4-4-3 ガスパイプライン敷設図

区域ごとの予測灯油消費量は、全国の消費量を区域ごとの人口分布に配分して推定するため、人口は地方の特色、特に暖房の必要性を考慮して補正する必要がある。図4-4-2に1月の月平均気温が摂氏5度以下の地域と摂氏5～10度の地域とに区分して示してある。すなわち、No.1からNo.5のそれぞれの区域について、暖房用の燃料を考慮して、1月平均の気温が10度以下になる場所に住む住民の灯油の予測消費量を10%増しとした。この結果は、非ガス使用要暖房補正人口分布予測（表4-4-3）にて示す。

表4-4-3 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

4-4-4 灯油および薪の需要・価格予測

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4-4-3）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4-4-4に示す。

表4-4-4 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

この灯油と薪の予測需要は豆炭にとって有利な条件がそろったとしても、灯油や薪を代替できる理論的な最大値である。次に、代替率について論ずる。パキスタン国全土を輸送コストに応じて5つの区域に分割した。豆炭の需要予測は、各の区域の豆炭価格の設定が重要な要素となる。工場に近い区域では従来の燃料と豆炭の価格差が大きく、消費者が従来の燃料から豆炭に切り替えようとする誘因も大きい。隣接する区域間で1988年価格でトン当たり100ルピー、または百万Btu 当り0.2561ドルの豆炭の価格差があるが、これに相当する灯油価格はリットル当り0.159ルピーである。

豆炭工場予定地に最も近い区域No.1では、都市ガスが供給されていること、農村部の人口が少ないことなどから豆炭市場としての潜在需要は小さい。一方、区域No.3とNo.4は人口も大きく、また同国の経済の中心でもあり、豆炭市場として有望である。区

域No. 5も暖房用燃料の需要のため比較的有望な市場といえる。しかし、豆炭が従来の燃料に代替する推進力は、区域No. 1からNo. 5の順で減少する。区域No. 1からNo. 5の順で豆炭輸送コストが増加し、豆炭小売り価格が上昇するからである。

区域No. 3とNo. 4が人口分布とこの地域の経済的地位からみて最も有望な市場であり、またこの市場での販売を重点目標とすべきである。試製豆炭の燃焼試験結果では、調理に類似の条件で豆炭の熱効率は灯油の約70%以上であった。従って区域No. 3での当初の豆炭小売り価格を実質価格ベースで灯油小売価格の70%に設定した。その他の区域では豆炭価格は輸送コストに応じて灯油の70%価格よりも上下する。

ここで設定した30%の価格差を考察するには、パキスタン国における調理方法の分析が必要である。灯油は着火・消火および調理の目的に応じ火力の調節が容易である。また、灯油コンロは燃料の損失なしに、消火の5分後にでも再び着火できる。一方、豆炭は着火が簡単のように品質設計してあるが、実際には最も経済的な使用はできない。つまり理想量以上に多量の一次空気を入れること、調理終了後も豆炭が燃え尽きるまで放置せねばならないこと、強い炎を確保するために必要以上の豆炭をくべることなどにより、実際には熱効率が落ちる。したがって、実際の調理では灯油との30%価格差の利点は容易に失われてしまう。この30%の価格差では、消費者は豆炭を実際に使用して、経済上のメリットを感じることは少ないと思われる。したがって、豆炭の優位性を灯油との当座の70%価格に求めるよりも、将来的な灯油の価格上昇に求めるべきである。現在実施されている補助金価格の廃止、国際市場での石油価格の上昇、灯油輸入と流通量の増加に対処するための投資負担の増大などによって、灯油価格の上昇は不可避なことが挙げられる。

以上を鑑みると、豆炭需要が当初から急速な伸びを見せると予想することは楽観的すぎる。初期段階では豆炭と灯油との価格差が大きい区域No. 1, No. 2で切り替えが多く見られるであろうが、灯油価格が豆炭価格に対して相対的に上昇するにつれて、区域No. 3でも切り替えがすすむであろうし、区域No. 4や区域No. 5にも浸透していくであろう。第3章では今後の灯油価格の上昇幅を予測したが、豆炭価格については、実質価格ベースで一定、名目価格ベースで他物価と同率で上昇すると考えられる。この根拠は、豆炭製造のインプットはほとんど国産品であることである。灯油と豆炭の予測価格の比較を表4-4-5に示す。

表 4-4-5 予測灯油価格および豆炭価格の比較

	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

4-4-5 豆炭の家庭用需要予測

上記の豆炭の予測価格は区域No.3における価格である。その他の区域での灯油と豆炭の価格差を表4-4-6に示す。

表 4-4-6 灯油価格と豆炭価格差の予測

	(Unit US\$/MMBTU)			
	1990	1995	2000	2005
Kerosene	5.73	7.55	9.80	10.78
Zone				
1	2.23	2.78	5.03	6.01
2	1.97	2.53	4.78	5.76
3	1.72	2.27	4.52	5.50
4	1.47	2.01	4.26	5.24
5	1.21	1.76	4.01	4.99

表4-4-7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。これは、豆炭から灯油への代替を促す価格面での推進力を示す。また、同表から明らかなように、この価格差による推進力は本プロジェクトの初期の段階ではさほど大きくないが、年とともに次第に大きくなっていく。

表4-4-7 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	100	100	100	100
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った（表4-4-8と表4-4-9を参照のこと）。

表4-4-8 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4-4-9 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 100	100	100	100	100
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

上表から明らかなように、工場から非常に近い地域を除いて、豆炭は価格面で薪に対して競争力があるとはいえない。

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。あるパーセントに対する代替率は1988年3月と6/7月の現地調査時に行なった関係者との意見交換に基づくが、その結果より楽観的結果になるのを避けるため控え目な代替率を用いた。使用した代替率を表4-4-10に示す。

代替率の推定には、パキスタン人の心理、行動様式に関する深い洞察を必要とする。代替率の推定精度を高めるためには、幅広い層、すなわち灯油使用者、薪使用者、幅広い所得層、生活様式の異なった層、教育レベルの違い等を越えたアンケート調査を行なう必要がある。本調査に関しては、S/W と時間の関係で、アンケート調査を行えなかった。

灯油の代替に関しては、豆炭を灯油に代替しても実質上の不便がないように豆炭の品質設計を行なった。しかし、実際の使用方法を考えると、灯油は豆炭よりも熱効率の面で優れており、消費者は豆炭が灯油よりも30%かそれ以上安くなって初めて経済的メリット・割安感を感じ始めると推測される。パキスタンでは灯油の小売り価格が薪の2倍近かったにもかかわらず、薪から灯油への代替が急速に進んだことを考慮すると、たとえ豆炭価格が灯油価格の50%でも、消費者が豆炭を選択するとは限らない。このことを考慮に入れて代替率をひかえ目に設定した。

表4-4-10 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.

逆に、豆炭が価格面で不利な場合でも、灯油よりも豆炭を選ぶ消費者がいることも想定される。灯油を危険な燃料と考えたり、灯油独特のにおいを嫌うような場合には豆炭を選択するかもしれない。このことが価格差がゼロの時でもいくらかの豆炭への代替を予想している理由である。

表4-4-10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4-4-11に示す。

表 4-4-1 1 豆炭需要予測

Zone	1990				1995				2000				2005			
	KD	PR	RR	BD	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	FD	PR	RR	BD
1													898.1	4.4	5	44.9
2													885.1	-0.4	0	
3													2190.0	-3.6	0	
4													1967.0	-10.3	0	
5													912.2	-17.1	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4-4-11の結果に基づいて、豆炭生産設備の規模の計画をたて表4-4-12に示す。ケース1はプラントの100%運転を確保する安全規模であり、ケース2はより積極的な規模である。主要炭田地域に経済規模の豆炭プラントを建設する計画であるとの政策に従い、本計画は全国需要の40%を受持つと想定した。本プロジェクトの資本回収の負担を考慮して、需要の増大に伴い、豆炭プラントの生産能力を徐々に増やすように設定した。

なお、この需要予測は現在クエッタで生産されている豆炭は除外した。クエッタの豆炭は本計画の豆炭とは全く品質が異なり、両者を同等に扱うことはできない。

表4-4-12 市場の需要から見た豆炭工場の生産規模

Year	Capacity installed		Production		Operation rate	
	(thousand tons/year)				Percent	
	1	2	1	2	1	2
Case	con	opt	con	opt	con	opt
1989	-	-	-	-	-	-
1990	-	-	-	-	-	-
1991	-	-	-	-	-	-
1992	50	100	50	59	100	59
1993	50	100	50	64	100	64
1994	50	100	50	70	100	70
1995	75	100	75	77	100	77
1996	75	100	75	91	100	91
1997	100	150	100	108	100	72
1998	100	150	100	127	100	85
1999	100	150	100	150	100	100
2000	150	200	175	178	100	89
2001	150	200	175	197	100	99
2002	200	300	175	218	100	72
2003	200	300	175	241	100	80
2004	250	300	300	266	100	89
2005	250	300	300	294	100	98
2006	300	300	300	300	100	100

4-4-6 豆炭の工業用需要

4-1節の「パキスタンでの火の使い方」で述べたごとく、豆炭は小規模工業にとって有望な代替燃料である筈である。特に、陶器製造・タイル製造・製パン・石鹼製造・小規模食品加工業・繊維業など、現在おもに薪を使っている小規模産業などである。しかし、国内産石炭のほとんど全量を消費しているレンガ工場は全国いたる所にあるが、石炭の品質で十分であり、豆炭に切り替える可能性はない。また、現在天然ガスや石炭を使用中の大規模産業はこれ等は安価なガスに依存しているか、またガスか重油でのみ可能な温度コントロールをしており豆炭への切替は難しい。

ハイデラバード周辺の工場の現地調査の結果では、天然ガス網が敷設される前には薪を燃料としていた工場も、現在ではボイラーや炉を天然ガス用に改造済である。このような設備を豆炭用に再度変更することは、豆炭が天然ガスよりはるかに低価格で供給される保証がなければ不可能であり、非現実的である。

パンジャブ地方の紡績および繊維工場では重油を燃料としており、技術的には豆炭を使う可能性はある。紡績業や繊維業の製造工程では蒸気を大量に必要とするが、これは糸に湿り気を与え、必要な強度を維持させるためである。この種のボイラーは厳密なコントロールを必要としない。彼等の豆炭消費を期待できれば大きな需要となる。しかし、豆炭の小売価格が重油に対して競争力を持つ可能性は低い。したがって、紡績業や繊維業を豆炭の潜在需要対象と見ることは楽観的すぎる。

4-5 豆炭の価格設定

豆炭の価格について重要点をまとめると次の通りである。

1. 豆炭価格は競合する他燃料に対して、小売り価格の段階で競争力を持つべきである。燃焼実験で得られた灯油と豆炭の熱効率のデータに基づき本プロジェクトの初期段階では、豆炭の目標小売り価格は、熱量ベースで、灯油の70%とする。
2. 小売り価格は輸送コスト・販売コストを反映した変動価格とするのが適切と考える。
 - (1) この方法により流通・販売業者間の自由競争にて最も経済的に豆炭を消費者に届けることができる。
 - (2) 灯油は既に一般消費者の日常生活にとって不可欠なものとなったので価格統制も必要である。しかし、消費者保護のために豆炭の価格を統制する必要はない。
 - (3) 価格を自由にすることで豆炭の流通・販売には妥当な利益率が期待できる。それにより灯油やLPGの流通・販売業者を豆炭の流通・販売に参入させる可能性が開け灯油やLPGとの摩擦を避けることができる。
 - (4) この方法を採用することで、PMDCは豆炭の流通と販売を選定業者に（複数）任せることができる。それによりPMDC自身は豆炭の販売と価格のコントロール業務の負担を避けることができる。
3. 豆炭の工場売り渡し価格は、製造業者がすべての必要経費を差し引いて、妥当な利益があがるように設定されなければならない。

上記の原則に基づいて、前節で求めた豆炭の予測価格をから工場価格を求め表4-5-1に示す。

表 4 - 5 - 1 豆炭工場価格

(1988 price)

Zone	Consumer	Transportation	Year 1990	
			Margin	Ex-factory
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	Consumer	Transportation	1995 and onward	
			Margin	Ex-factory
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

4-6 パキスタン国豆炭市場のフィージビリティ

パキスタン国の豆炭の潜在市場は十分大きく、開拓の可能性もある。この潜在市場の開拓の鍵となる要素は、すでに繰り返し述べたように、豆炭の品質と価格、さらに流通・販売網の能力である。この鍵となる要素を、灯油および薪に対して競争力を持たせることができれば、薪の代替は工場近くの地域に限定されるが、灯油の代替は進み、全国に豆炭市場を拡大することが可能となる。

本プロジェクトの成功に欠かせない要素である豆炭の品質、生産コスト、輸送の効率とコスト、経済輸送距離あるいは販売地域、流通・販売業者、燃焼器具などの問題は、総て解決可能である。

試製の結果、目標に近い品質の豆炭が生産可能なことを確認した。流通業者と販売業者については、本調査では次の4候補機関の代表的立場の者に聞き取り調査を行ない、積極的な回答を得た。それらは、(1)薪・炭の販売業者を含む小売り業者、(2)PMDCの石炭流通・販売業者、(3)PSO および他の灯油流通・販売業者、LPG流通・販売業者、(4)PMDC翼下の岩塩流通・販売業者である。

本調査開始以前は、パキスタン国南部地方が豆炭市場の中心と予想していたが、南部地方は有望な市場とはなり得ないことが判明した。その理由は、(1)カラチやハイデラバードなどの大都市部では都市ガス網が整備されている、(2)農村部の人々には燃料を買う習慣はなく、薪や小枝などの燃料になるものを自由にとって使っている、(3)他の地域に比べて樹木が繁茂しており、高温のため、それらの成長も早いこと、などである。しかし、豆炭市場にとって、南部地方のマイナス面を補って余りあるプラス面として、国内のより広い範囲を潜在的な豆炭市場として期待できることが分かった。特に、パキスタン国のなかでは経済活動が最も盛んで、人口密度も最も高いパンジャブ地方を豆炭市場に組み入れることが可能と考えられることは重要である。また、冬期間には暖房が必要な北部地方および西部地方も豆炭市場として期待できることも重要である。つまり、灯油の代替を考えた場合、パキスタン人口の大多数を包含する地域を潜在的な豆炭市場とみなすことができる。

灯油の需要予想によれば、パキスタン国の家庭用燃料は輸入灯油又は輸入原油から精製した灯油に依存せねばならない。したがって、代替率そのものは低くても、豆炭が石油に代替する量は多量になると予測される。表4-6-1に、豆炭需要の予測結果を示した。

表 4 - 6 - 1 予測豆炭需要表

(Thousand tons per year)

Year	Coal Briquette Demand
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

パキスタン国の社会に目を転ずると、豆炭市場の発展を支持する成熟した社会的基盤がある。よく組織化され、自立したトラック輸送システムが全国を網羅しており、小規模ではあるものの意欲的な数多くの事業主がいる。これらは本プロジェクトを側面から支持するものである。少量の商品を商店や町の倉庫から消費者の元まで運んでいるロバやラクダの荷車が数多く活動し、家内工業的な小規模工場では熟練した技術を持つ多くの職人が働いている。彼らはデザインが決まればコンロなどたちどころに作ることができる。小規模の陶磁器工場では土製のコンロを焼き、道路脇の店ではこれらの製品を並べて販売している。電話もなんとか全国的に機能している。このような基本的な社会基盤が整っているため、本プロジェクトでは、これらの周辺機能を自力で整備する資金負担の必要はない。本プロジェクトでは、新たに豆炭の流通・販売システムを自力で作る必要はなく、既存の流通・販売システムを活用できる。このような社会的基盤は、豆炭市場を評価するうえで非常に重要である。したがって、消費者が灯油や薪に変えて豆炭を使う経済的その他のメリットさえ存在すれば、社会的要因、例えば燃焼器具の供給不足や交通通信の障害による配達おくれなどにより、消費者が豆炭を使用することを著しく妨げられるようなことはないと考えられる。

4-7 灯油価格と豆炭市場

豆炭市場の感度分析として、灯油価格の豆炭市場への影響を調査する。実際には、灯油市場価格のうち、補助が何ルピー／リットルに相当するか明示されていない。従って本調査では灯油の熱量当りの価格がHDDより安い分を補助分に相当すると考える。これは計算上は表3-8-4と3-8-6の脚注を比較すれば区別できる。表3-8-4は1995に補助を廃止しており、表3-8-6は補助価格下で将来の灯油価格を予測する。

豆炭価格の設定に関しては、基本的に次の2方法が考えられる。第一の方法は、補助継続のため灯油価格の予測値が下がれば、それと比例して豆炭価格も下げる方法である。他の方法は前に求めた価格を用いる方法である。前者を用いると、豆炭需要は、これ以前に求めた需要と同様なものとなるが、豆炭価格が下がり、プロジェクトの経済性が危うくなる。後者は需要は小さくなるが、経済性は救われる。本調査では後者の考えを用いる。

表4-7-1から4-7-9は先の表4-4-4から4-4-12に対応する。

表4-7-1 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

表4-7-1は前提の表4-4-4と同一である。

表4-7-2 予測灯油価格及び豆炭価格の比較

	1990	1995	2000	2005
Kerosene				
(Rs/liter)	3.59	4.05	5.27	5.78
(US\$/MMBTU)	5.73	6.52	8.42	9.23
Coal Briquette				
(Rs/ton)	1,566	2,063	2,063	2,063
(US\$/MMBTU)	4.01	5.28	5.28	5.28

表4-7-3 灯油価格と豆炭価格差予測

	(Unit US\$/MMBTU)			
	1990	1995	2000	2005
Kerosene	5.73	6.52	8.42	9.23
Zone				
1	2.23	1.73	3.65	4.46
2	1.97	1.50	3.40	4.21
3	1.72	1.24	3.14	3.95
4	1.47	0.98	2.88	3.69
5	1.21	0.73	2.63	3.44

表4-7-4 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	100	100	100	100
Zone				
1	38.9	26.8	43.3	48.3
2	34.4	23.0	40.4	45.6
3	30.0	19.0	37.3	42.8
4	25.7	15.0	34.2	40.0
5	21.1	11.1	31.2	37.3

表4-7-5 予測薪価格および予測灯油価格の比較

	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4-7-6 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 100		100	100	100
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4-7-7 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4-7-8 豆炭需要予測

Zone	1990			1995			2000			2005						
	KD	PR	BD	KD	PR	BD	KD	PR	BD	KD	PR	BD				
1	162	38.9	10	16.2	252	26.8	10	25.2	390	43.3	15	58.5	603	48.3	15	90.5
2	160	34.4	10	16.0	248	23.0	10	24.8	384	40.4	15	57.6	594	45.6	15	89.1
3	396	30.0	10	39.6	613	19.0	5	30.7	950	37.3	10	95.0	1470	42.8	15	220.5
4	356	25.7	10	35.6	551	15.0	5	27.6	853	34.2	10	85.3	1321	40.0	15	198.2
5	165	21.1	10	16.5	255	11.1	5	12.8	394	31.2	10	39.4	613	37.3	10	61.3
Total				123.9				121.8				335.8				659.6

Zone	1990			1995			2000			2005			
	FD	PR	BD	FD	PR	BD	FD	PR	BD	FD	PR	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			121.8			335.8			704.5
-------------	-------	--	--	-------	--	--	-------	--	--	-------

Note:

KD: kerosene demand

FD: Firewood demand

PR: price ratio

RR: rate of replacement

BD: briquette demand

表4-7-9 豆炭価格需要

(Thousand tons)

Year	Total demand	40% of total demand	Plant capacity
1990	124	49.6	
1991	124	49.6	
1992	124	49.6	50
1993	124	49.6	50
1994	124	49.6	50
1995	124	49.6	50
1996	151	60.4	50
1997	185	74.0	50
1998	226	90.4	50
1999	275	110.0	100
2000	336	134.4	100
2001	385	154.0	100
2002	440	176.0	100
2003	504	201.6	200
2004	577	230.8	200
2005	660	264.0	200
2006	755	302.0	300

ケース1 と比べ需要の伸びが鈍化する。ここで求めた生産計画をケース3 と称する。

