

タイ王国
リグナイトブリケット振興計画調査
報告書

1991年11月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1095198(6)

23168

タイ王国

リグナイトブリケット振興計画調査

報告書

1991年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

23168

序文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のリグナイトブリケット振興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いたしました。

当事業団は、平成元年11月から平成3年10月まで3回にわたり、テクノコンサルタンツ（株）田中 恒二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、タイ政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、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す。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成3年11月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介

目 次

第1章	大要	1 - 1
1 - 1	本計画調査の目的と成果	1 - 1
1 - 2	背景	1 - 2
1 - 3	市場	1 - 2
1 - 4	原料	1 - 4
1 - 5	サイト	1 - 4
1 - 6	製品品質	1 - 4
1 - 7	製造技術	1 - 5
1 - 8	財務的可能性	1 - 5
1 - 9	経済的可能性	1 - 6
1 - 10	リグナイトブリケットの普及戦略	1 - 6
1 - 11	提言	1 - 6
第2章	調査の目的と背景	2 - 1
2 - 1	調査の目的	2 - 1
2 - 2	調査の背景	2 - 1
2 - 3	調査の範囲	2 - 2
2 - 4	調査の経緯	2 - 5
第3章	プロジェクトの背景	3 - 1
3 - 1	タイ国の一般事情	3 - 1
3 - 2	経済事情	3 - 5
3 - 3	エネルギー事情	3 - 11
3 - 4	タイ国のエネルギー政策	3 - 15
3 - 5	石炭産業の概要	3 - 19
3 - 6	石炭産業政策	3 - 25
3 - 7	森林資源	3 - 26
3 - 8	本プロジェクトの意義と背景	3 - 30
第4章	エネルギー需給	4 - 1
4 - 1	タイ国のエネルギー需給の推移	4 - 1
4 - 2	個別エネルギー	4 - 10
4 - 3	部門別エネルギー消費	4 - 33
4 - 4	燃料使用に関する法令および規制	4 - 44
第5章	リグナイトブリケットの市場	5 - 1
5 - 1	木炭および薪の需要予測方法	5 - 1

5-2	リグナイトブリケットの有望市場	5-31
5-3	リグナイトブリケットの市場性	5-37
5-4	木炭の価格予測	5-50
5-5	リグナイトブリケットの市場評価	5-62
第6章	リグナイトブリケットの品質設計	6-1
6-1	品質設計の基本方針	6-1
6-2	家庭用リグナイトブリケット	6-2
6-3	工業用リグナイトブリケット	6-10
第7章	リグナイトブリケットの原料	7-1
7-1	タイ国の石炭資源	7-1
7-2	バンパガ炭田からのリグナイト	7-11
7-3	他の炭田からのリグナイト	7-17
7-4	バイオマス	7-20
7-5	消石灰	7-26
第8章	インフラストラクチャーおよびユーティリティ	8-1
8-1	インフラストラクチャーおよびユーティリティの一般状況	8-1
8-2	プラン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	8-11
第9章	輸送計画	9-1
9-1	原料の輸送	9-1
9-2	製品の輸送	9-6
9-3	輸送計画まとめ	9-7
9-4	輸送費用	9-9
第10章	プロジェクトスキーム	10-1
10-1	プロジェクトスキームの目的	10-1
10-2	パイロットプラントの能力	10-1
10-3	サイトの選定	10-1
10-4	原料	10-4
10-5	製品の品質	10-5
10-6	製造工程および設備	10-5
10-7	インフラストラクチャーとユーティリティ	10-7
10-8	組織	10-8
10-9	稼働率	10-9
10-10	原料と製品のインベントリー	10-9
10-11	輸送	10-11

10-12	商業プラント	10-11
10-13	プロジェクトスケジュール	10-11
第11章	概念設計	11-1
11-1	製造工程	11-2
11-2	物質収支およびエネルギー収支	11-9
11-3	ユーティリティ収支	11-11
11-4	プロセスフロー	11-14
11-5	製造設備	11-16
11-6	ユーティリティおよび付帯設備	11-21
11-7	建物および付帯設備概要	11-23
11-8	ストックヤード	11-26
11-9	レイアウトおよび配置図	11-31
11-10	主要機器リスト	11-36
第12章	プラント建設	12-1
12-1	機械工業および建設工事の現況	12-1
12-2	現地調達の検討	12-2
12-3	建設資機材調達計画	12-13
12-4	設計および施工関連法規	12-16
12-5	プロジェクトの遂行方法および工事契約形態	12-17
12-6	建設工程	12-22
12-7	建設単価および建設コスト積算	12-24
第13章	総所要資金	13-1
13-1	総所要資金概要	13-1
13-2	主要前提	13-2
13-3	パイロットプラント建設に関わる総所要資金	13-2
13-4	商業プラント建設に関わる総所要資金 (ケース2およびケース3)	13-10
第14章	運転費用	14-1
14-1	基本条件	14-2
14-2	パイロットプラントに関わる運転費用(ケース1)	14-2
14-3	商業プラントに関わる運転費用	14-6
第15章	財務分析	15-1
15-1	財務分析手法	15-1
15-2	パイロットプラントに関わる財務分析	15-3

15-3	商業プラントに関わる財務分析(ケース2およびケース3) ..	15-8
15-4	財務的観点からの結論	15-17
第16章	社会経済分析	16-1
16-1	定量分析	16-1
16-2	定性的経済分析	16-11
16-3	リグナイトブリケットと他の燃料との経済性比較	16-16
16-4	リグナイトブリケットの製造および使用の際の環境考慮	16-18
16-5	政府の石炭利用政策への寄与	16-19
16-6	社会的便益	16-19
第17章	リグナイトブリケットの振興戦略	17-1
17-1	リグナイトブリケット計画に対する基本認識	17-1
17-2	新商品としてのリグナイトブリケット	17-1
17-3	普及活動の大綱	17-2
17-4	政府の役割	17-11
17-5	ベンチスケールプラントの改造	17-22
17-6	普及活動	17-22
第18章	リグナイトブリケットの試製	18-1
18-1	リグナイトブリケットの試製の目的と方法	18-1
18-2	リグナイトブリケット試製試験の成果	18-2
18-3	リグナイトブリケットの試製で用いた製造技術	18-2
18-4	原料サンプルの試験	18-4
18-5	タブレット成型試験	18-14
18-6	実験用成型試験機による試験	18-23
18-7	実用プラント機による成型試験	18-28
18-8	リグナイトブリケットの分析	18-30
18-9	燃焼灰の分析	18-32
18-10	リグナイトブリケットの物性評価	18-33
18-11	追加試製実験	18-36
第19章	燃焼試験	19-1
19-1	燃焼試験の目的	19-1
19-2	燃焼試験の成果	19-1
19-3	タイ陶製コンロによる木炭燃焼試験	19-2
19-4	試験用コンロによるリグナイトブリケットの燃焼試験	19-4
19-5	タイ国陶製コンロによるリグナイトブリケットの燃焼試験 ..	19-16
19-6	リグナイトブリケット用コンロの試作	19-19

第20章	ベンチスケールプラント	20-1
20-1	ベンチスケールプラントの目的	20-1
20-2	ベンチスケールプラントの設置	20-1
20-3	運転開始の準備	20-3
20-4	リグナイトブリケットの試製	20-4
20-5	技術移転	20-7
20-6	修理	20-8
20-7	将来計画	20-8
20-8	評価および提言	20-9
第21章	ブリケットに関する過去の研究	21-1
21-1	タイ国における石炭利用の問題点	21-1
21-2	タイ国における石炭利用の歴史	21-1
21-3	タイ国産炭を利用したブリケット製造の研究	21-2
第22章	結論と提言	22-1
22-1	結論	22-1
22-2	提言	22-5

目 次 (表)

1- 1 Forecast Demand and Price of Lignite Briquettes	1- 3
1- 2 Unit Requirement of Raw Materials	1- 4
1- 3 Results of Financial Analysis	1- 5
1- 4 Results of Economic Analysis	1- 6
3- 1 Population of Thailand: 1980-1988	3- 2
3- 2 Population and Area by Region and Province: 1988	3- 3
3- 3 Major Economic Indicators	3- 5
3- 4 Configuration of GDP by Sector at Current Market Price	3- 6
3- 5 Balance of Payments	3- 7
3- 6 Export & Import by Commodity	3- 8
3- 7 Macro Economic Targets of the Sixth Plan	3-10
3- 8 Primary Energy Supply & Final Energy Consumption: 1989	3-11
3- 9 Energy Development Targets of Sixth Plan	3-16
3-10 Reserves of Coal Resources in Tertiary Basins in Thailand	3-19
3-11 Reserves of Coal Resources in Thailand	3-20
3-12 Historical Production of Coal in Thailand	3-22
3-13 Lignite Consumption in Thailand	3-23
3-14 Forest Area in Thailand, 1961-1988	3-26
4- 1 Economic Indicators and Energy consumption	4- 1
4- 2 Final Energy Consumption	4- 2
4- 3 Energy Consumption by Sector	4- 3
4- 4 Energy Consumption in Transportation Sector	4- 5
4- 5 Primary Energy Supply	4- 7
4- 6 Energy Reserves and Production	4- 9
4- 7 Outline of Coal Mines	4-10
4- 8 Coal and Coke Import	4-11
4- 9 Historical Production of Natural Gas	4-12
4-10 Historical Production of Crude Oil & Condensate	4-15
4-11 Crude Oil Import by Country	4-16
4-12 Consumption of Petroleum Products	4-17
4-13 Official and Utilized Refinery Capacity	4-18
4-14 Refinery Throughput and Output of Petroleum Products	4-18
4-15 Volume of Petroleum Products Imported	4-19

4-16	Retail Prices of Petroleum Products in Bangkok	4-21
4-17	Installed Generating Capacity by Types of Power Plant	4-23
4-18	Electricity Generation by Types of Power Plant	4-23
4-19	Electricity Generation by Energy Sources	4-24
4-20	Electricity Consumption by Consumers	4-25
4-21	Average Unit Price of Electricity Sold	4-27
4-22	Supply of Firewood and Charcoal	4-28
4-23	Firewood & Charcoal Consumption by Area	4-29
4-24	Production and Consumption of Paddy Husk	4-30
4-25	Production and consumption of Bagasse	4-31
4-26	Energy Consumption in Residential and Commercial Sector	4-34
4-27	Estimated Energy Consumption for Cooking in Residential and Commercial Sector	4-35
4-28	Average Monthly Fuel Consumption per Household by Current Monthly Income	4-36
4-29	Average Monthly Fuel Consumption by Community Type	4-37
4-30	Energy consumption in Manufacturing Sector by Energy Type	4-39
4-31	Energy consumption in Manufacturing Sector by Energy Type	4-40
4-32	Historical Consumption of Firewood	4-41
4-33	Historical Consumption of Paddy Husks and Bagasse	4-41
4-34	Historical Consumption of Coal in Manufacturing Sector	4-42
4-35	Historical Consumption of Petroleum Products In Manufacturing Sector	4-43
5- 1	Historical Economic Indicator	5- 5
5- 2	Forecast Economic Indicator	5- 5
5- 3	Historical Energy Consumption	5- 7
5- 4	Historical Consumption of Charcoal in Residential and Commercial Sector	5- 8
5- 5	Historical Consumption of Firewood	5- 9
5- 6	Historical Consumption of LPG	5-10
5- 7	Historical Consumption of Firewood in Manufacturing Sector	5-11
5- 8	Estimated Firewood Consumption in Manufacturing Sector	5-12
5- 9	Forecast Economic Indicators	5-12
5-10	Forecast Energy Demand of Residential & Commercial Sector	5-13
5-11	Demand Forecast of Energy for Cooking	5-15

5-12	Forecast Demand of Energy for Cooking by Type	5-16
5-13	Forecast Demand of Energy in Manufacturing Sector	5-17
5-14	Forecast Demand of Firewood in Manufacturing Sector	5-18
5-15	Demand Forecast of Charcoal and Firewood	5-19
5-16	Average Monthly Fuel Consumed per Household	5-20
	by Region	
5-17	Average Monthly Fuel Consumed per Household by Community	5-21
5-18	Energy Used in Household Cooking by Area	5-22
5-19	Rural Energy Used in Household Cooking by Area	5-23
5-20	Wood Fuel Demand by Area	5-23
5-21	Estimated Supply of Wood Fuel (Case-1)	5-26
5-22	Estimated Supply of Wood Fuel (Case-2)	5-26
5-23	Estimated Supply of Wood Fuel (Case-3)	5-27
5-24	Supply Demand Balance of Wood Fuel	5-28
5-25	Questionnaire of Monitoring Survey	5-39
5-26	Summary of Monitoring Survey Activity	5-44
5-27	Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette	5-46
5-28	Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette	5-47
5-29	Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette	5-48
5-30	Retail Price of Various Fuels	5-53
5-31	Historical LPG Price at Houston USA	5-54
	and CIF Price at Bangkok	
5-32	Domestic Ex-Refinery LPG Price	5-55
5-33	Imported Price of LPG	5-56
5-34	Retail Price of LPG in Bangkok	5-56
5-35	Arabian Light Price	5-58
5-36	Price Estimation of Imported LPG (Weight Base)	5-59
5-37	Domestic LPG Price Forecast	5-59
5-38	Retail Price Forecast of LPG	5-60
5-39	Price Forecast of Charcoal with Large Bag	5-61
5-40	Price Forecast of Charcoal with Small Bag	5-61
5-41	Substitution Rate of Charcoal by Lignite Briquette	5-63
5-42	Price Forecast of Charcoal with Large Bag	5-64
5-43	Price Evaluation of Lignite Briquette (Large Bag)	5-65
5-44	Ex-factory Price of Lignite Briquettes at Each Stage	5-66
5-45	Demand Forecast of Charcoal	5-67
5-46	Demand of Charcoal by Region	5-67

5-47	Estimated Market Size of Lignite Briquettes	5-68
5-48	Lignite Briquette Demand by Region	5-69
7- 1	Coal Production Areas in Thailand	7- 2
7- 2	Quality of Coal from Various Basin Investigated by DMR	7- 3
7- 3	Classification of Coals by Rank (ASTM)	7- 7
7- 4	Forecast of Coal Demand in Thailand	7- 9
7- 5	Energy Price in Thailand	7-10
7- 6	Coal Quality of Ban Pa Kha Coal Mine	7-13
7- 7	Marketing and Production Plan of Lanna Lignite Co., Ltd.	7-15
7- 8	Outline of Deposits Operated by Ban Pu Coal Mine	7-18
8- 1	Length of Main Highways and Roads	8- 4
8- 2	Number of Motor Vehicle Registration	8- 4
8- 3	Railways Passenger and Freight Summary	8- 5
8- 4	Installed Generation Capacity and Electricity Generation by Type of Power Plants	8- 8
8- 5	Electricity Consumption by Categories of Consumers and Per Capita	8- 8
8- 6	Transportation Volume and Required Number of Vehicles	8-12
9- 1	Transportation of Lignite	9- 2
9- 2	Transportation of Rice Straws	9- 4
9- 3	Transportation of Slaked Lime	9- 5
9- 4	Summary of Transportation	9- 7
9- 5	Summary of Site Transportation	9-11
10- 1	Raw Material Requirement	10- 4
10- 2	Organization for the Pilot Plant	10- 8
10- 3	Organization for the Commercial Plant	10- 9
10- 4	Harvest of Rice Straws	10-10
10- 5	Inventory of the Raw Materials and Products	10-10
10- 6	Schedule for Implementation	10-12
11- 1	Storage Facility for Raw Material	11- 6
11- 2	Storage Facility for Briquettes and Intermediate Product	11- 7
11- 3	Overall Material Balance	11- 9
11- 4	Overall Energy Balance	11-10
11- 5	Base for Material and Energy Balance	11-11
11- 6	De-smoker Gas Material Balance	11-12
11- 7	Overall Utility Balance	11-12
11- 8	Duty Specifications	11-13

11- 9	Utility and Fuel for Pilot Plant	11-21
11-10	Utility and Fuel for Commercial Plant	11-22
11-11	Size and Capacity of Major Facility	11-25
11-12	Required Storage Area for Rice Straws	11-28
11-13	Inventory Days for Raw Material Storage	11-29
11-14	Required Storage Area for Raw Material	11-29
11-15	Main Equipment List for Pilot Plant	11-37
11-16	Main Equipment List for Commercial Plant	11-41
12- 1	Imported Versus Domestic Equipment	12-15
12- 2	Unit Price List for Construction Material	12-25
12- 3	Cost Estimation of Pilot Plant	12-36
12- 4	Engineering and Supervisor Fee	12-41
13- 1	Total Capital Requirement of Pilot Plant	13- 3
13- 2	Construction Cost of Pilot Plant	13- 3
13- 3	Manning Schedule and Man-power Cost	13- 5
13- 4	Test Operation Cost	13- 6
13- 5	Preoperating Cost	13- 6
13- 6	Initial Working Capital Requirement	13- 8
13- 7	Interest During Construction (Current Price)	13- 9
13- 8	Interest During Construction (Constant price as of 1990)	13- 9
13- 9	Total Capital Requirement for Case 2 and Case 3	13-10
13-10	Plant Construction Cost of Case 2 & Case 3	13-11
13-11	Manning Schedule	13-12
13-12	Test Operation Cost	13-12
13-13	Interest During Construction	13-14
14- 1	Operation Cost for Pilot Plant	14- 2
14- 2	Manpower Cost	14- 5
14- 3	Operation Cost for Case 2 and Case 3	14- 6
14- 4	Manpower Cost	14- 9
15- 1	Sales Plan of Lignite Briquettes	15- 3
15- 2	Price of Lignite Briquette (Constant Price Base)	15- 4
15- 3	Total Capital Requirement for Pilot Plant	15- 6
15- 4	Cost of Goods Sold and Other Expenses	15- 6
15- 5	Break Even Point	15- 8
15- 6	Sales Plan of Lignite Briquettes	15- 9
15- 7	Price of Lignite Briquettes	15- 9
15- 8	Total Capital Requirement for Case 2 and Case 3	15-10

15- 9 Cost of Goods Sold and Other Expense for Case 2 & Case 3	15-11
15-10 FIRR of Case 2	15-12
15-11 FIRR of Case 2-1	15-13
15-12 FIRR of Case 2-1	15-14
15-13 Summary of Sensitivity Analysis	15-17
16- 1 Direct Economic Benefits	16- 4
16- 2 Financial Plant Cost and Economic Plant Cost (Pilot Plant)	16- 7
16- 3 Economic Benefit and Cost (Pilot Plant)	16- 8
16- 4 Financial Plant Cost and Economic Plant Cost (Commercial Plant)	16- 9
16- 5 Economic Benefit and Cost (Commercial Plant)	16-10
16- 6 Results of Calculation for EIRR	16- 6
16- 7 Forest Area in Thailand, 1961-1988	16-12
16- 8 Retail Price of Various Fuels	16-17
17- 1 Biogas Plants Constructed by DOAE	17-17
17- 2 Manpower of Department of Agricultural Extension	17-17
18- 1 Analysis of Moisture of Sample	18- 5
18- 2 pH Value of Separated Water from Sample	18- 5
18- 3 Particle Distribution of Lignite Sample	18- 6
18- 4 Particle Distribution of Biomass Sample	18- 6
18- 5 Analysis of Lignite Sample	18- 7
18- 6 Distribution of Sulfur in Lignite by Type of Compound	18- 8
18- 7 Analysis of Biomass Sample	18- 8
18- 8 Analysis of Desulfurizing Agent	18-11
18- 9 Tableting Condition	18-14
18-10 Mixing Ratio of Sample for Tableting (Heating Test)	18-20
18-11 Mixing Ratio of Sample for Tablet (Biomass Evaluation)	18-20
18-12 Specifications of Bench-scale Plant	18-25
18-13 Briquetting Test by Bench-scale Plant (High-quality Lignite)	18-26
18-14 Briquetting Test by Bench-scale Plant (Low-quality Lignite)	18-27
18-15 Composition of Raw Material for Briquettes	18-28
18-16 Specifications of Commercial Plant	18-28
18-17 Analysis of Commercial Product	18-29
18-18 Briquetting Test by Commercial Plant	18-30

18-19	Analysis of Lignite Briquettes	18-31
18-20	Analysis of Ash	18-32
19- 1	Analysis of Charcoal	19- 3
19- 2	Thermal Efficiency with Charcoal	19- 4
19- 3	Smoke Generation versus Smoke Number	19- 6
19- 4	Lignite Briquette Used for Burning Test	19- 7
19- 5	Evaluation of Burning Test	19- 8
19- 6	Rate of Desulfurization	19-21
19- 7	Thermal Efficiency	19-21
20- 1	Machine List	20- 2
20- 2	Results of Proximate Analysis	20- 7

of Raw Materials and Product

目 次 (目)

4- 1 Primary Energy Supply	4- 8
4- 2 Self Sufficiency Rate of Major Petroleum Products	4-20
5- 1 Flow of Forecasting Method (1)	5- 3
5- 2 Flow of Forecasting Method (2)	5- 4
5- 3 Simplified Flow of Charcoal Price Forecast	5-51
5- 4 Distribution Route of Lignite Briquettes	5-65
7- 1 Location of Coal Deposit in Thailand	7- 4
7- 2 Triangular Diagram of Coal Composition, atomic %	7- 6
7- 3 Typical Columnar Section, Ban Pa Kha Coal Mine	7-12
7- 4 Lignite Production Flow Scheme, Ban Pa Kha Coal Mine	7-14
7- 5 Location of Limestone Deposit	7-28
8- 1 Highway Network and Railways	8- 3
8- 2 Location Map of Electricity Power System	8- 7
8- 3 Location Map of Plant Site and Surrounding Area	8-13
9- 1 Hauling Distance	9- 8
10- 1 Location of the Plant	10- 3
10- 2 Manufacturing Flow	10- 6
10- 3 Overall Project Schedule	10-12
11- 1 Manufacturing Flow	11- 3
11- 2 Process Flow Diagram	11-15
11- 3 Mechanical flow of Pilot Plant	11-17
11- 4 Piles of Rice Straws Blocks	11-30
11- 5 Pilot Plant	11-32
11- 6 Layout of Pilot Plant	11-33
11- 7 Office Building	11-34
11- 8 Operator and Control Room, Guard Post and Measuring Room	11-35
12- 1 Organization for Plant Construction	12-18
12- 2 Construction Schedule	12-23
17- 1 Organization Chart of Department of Agricultural Extension	17-16
17- 2 Vertical Structure of Agricultural Cooperatives	17-18
17- 3 Organization Chart of Cooperative Promotion Department	17-20
17- 4 Organization for Promotion of Lignite Briquettes	17-21

17- 5	Sequence of Activities for Dissemination of Lignite Briquettes	17-23
18- 1	X-ray Diffraction Pattern of High-quality Lignite	18- 9
18- 2	X-ray Diffraction Pattern of Low-quality Lignite	18-10
18- 3	X-ray Diffraction Pattern of Slaked Lime Sample	18-12
18- 4	X-ray Diffraction Pattern of Japanese Slaked Lime	18-13
18- 5	Mold Used for Tablating	18-15
18- 6	Universal Testing Machine with a Jig	18-15
18- 7	Breaking Strength of Tablet with High-quality Lignite	18-17
18- 8	Breaking Strength of Tablet with Low-quality Lignite	18-17
18- 9	Spring Back Ratio of Tablet with High-quality Lignite	18-18
18-10	Spring Back Ratio of Tablet with Low-quality Lignite	18-18
18-11	Effect of Material Heating on Breaking Strength	18-19
18-12	Effect of Material Heating on Spring Back Ratio	18-19
18-13	Breaking Strength of Tablet with High-quality Lignite	18-21
18-14	Breaking Strength of Tablet with Low-quality Lignite	18-21
18-15	Spring Back Ratio of Tablet with High-quality Lignite	18-22
18-16	Spring Back Ratio of Tablet with Low-quality Lignite	18-22
18-17	Sketch of Pilot Briquetting Machine	18-24
18-18	Moisture Absorption of Lignite Briquettes	18-34
19- 1	Test Stove	19- 5
19- 2	Arrangement of Instrument for Burning Test	19- 6
19- 3	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate High-quality coal:Bagasse = 80:20	19- 9
19- 4	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate Low-quality coal:Bagasse = 82.5:17.5	19-10
19- 5	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate High-quality Coal:Bagasse:Rice husks = 80:10:10	19-11
19- 6	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate High-quality Coal:Rice straw:Rice husks:Slaked lime = 80:10:10:10	19-12
19- 7	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate Low-quality Coal:Bagasse:Rice husks = 80:10:10	19-13
19- 8	Flame Length, Smoke Number, SO ₂ , Combustion Rate Low-quality Coal:Bagasse:Rice husks:Slaked lime = 80:10:10:20	19-14
19- 9	Type A Combustion Cylinder	19-17

19-10	Type B Combustion Cylinder	19-18
19-11	Trial Stove	19-22
19-12	Type A Stove	19-23
19-13	Type B Stove	19-24
19-14	Type C Stove	19-25
19-15	Type D Stove	19-26
19-16	Type E Stove	19-27
20- 1	Block Flow Diagram	20- 6

of Lignite Briquette Test Production

略 語

AC, ac	Alternating current
Al ₂ O ₃	Aluminum Oxide
ASEAN, Asean	The Association of East Asian Nations
ASTM	The American Society for Testing and Materials
Aq	Aqueous
Av, Av.	Average
Aviat'n	Aviation
bbl	Barrels, 42 gallons
BEP, bep	Break-even point
b/d	Barrels per day
bpd	Barrels per day
Bht, bht	Baht
Bhts, bhts	Bahts
briq'tes	Briquettes
Bs	Bahts
BS	The British Standards
BTU	British Thermal Unit, a unit of heat energy, 1 BTU = 0.252 Kcal
C ₃	Propane
C ₄	Butanes
Cal, cal	Calorie, a unit of heat energy, an amount of heat required to raise the temperature of one gram of water from 14.5 to 15.5 degrees Centigrade, or 4.1868 joules
CaO	Calcium oxide, the oxide of calcium, a chemical formula
CC	Charcoal
CFC	Standard Factor Cost
CFM, cfm	Cubic feet per minute, a unit of volumetric flow
char	Charcoal
CIF, cif	Cost, insurance and freight
CO	Carbon Monoxide, a chemical formula
CO ₂	Carbon dioxide, a chemical formula
Com	Commercial

Construct'n	Construction
Consumpt'n	Consumption
Corporat'n	Corporation
Const	Construction
cp	Commercial plant
dc	Direct current
dia	Diameter
DMR	The Department of Mineral Resources
DOAE	The Department of Agricultural Extension
DSR	Debt service coverage ratio
EGAT	The Electricity Generating Authority of Thailand
EIRR	Economic Internal Rate of Return
elec	Electricity
EX	F.O.B value of export
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe2O3	Ferric oxide, an oxide of iron, a chemical formula
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FIRROE	Financial Internal Rate of Return on Equity
FIRROI	Financial Internal Rate of Return on Investment
ft.	Feet, a unit of length. 1 ft = 30.48 centimeters
GDP	Gross domestic products
gr	Gram
GWH, GWh	Giga watt-hours, 10 ⁹ watt-hours, a unit of electric energy
HGI, hgi	Hardgrove Grindability Index, an index of rela- tive grindability of ores and minerals
hr	Hour
IDC	Interest During Construction
in.	Inch
IMP	C.I.F. value of import
JICA	The Japan International Cooperation Agency
JIS	The Japan Industrial Standards
K2O	Potassium oxide, the oxide of potassium, a chemi- cal formula

Kcal, kcal	Kilocalory, 1,000 calories
Kero	Kerosene
Kgf	Kilogram-force, a unit of force, 1 Kgf = about 9.8 Newtons
kgOE	Kilogram Oil Equivalent
Kl	Kiloliter
klOE	Kiloliter Oil Equivalent
KTON, kton	Kiloton, 1,000 tons
kv, kilovolt	1,000 volts
KVA	Kilovolt-Ampere
KW, kw	Kilowatt, a unit of electric power
KWh, kwh	Kilowatt-hour, a unit of electric energy equivalent to 3,414.4 BTU or 860.4 kilocalories
LB, lb	Lignite Briquettes
Lig	Lignite
LPG	Liquefied Petroleum Gas
Lub	Lubricating oil
Maint	Maintenance
Matl	Material
MEA	The Metropolitan Electricity Authority
MgO	Magnesium oxide, the oxide of magnesium, a chemical formula
MM	Million, a Roman number
mmaq	Millimeter of aqueous column
MMBTU, MMBtu	Million British Thermal Unit
MMCFD	Million Cubic Feet per Day
MMton	Million tons
M'politan	Metropolitan
MVA	Thousand volt-amperes
MW	Mega watt, 10 ⁶ watts
MWH, MWh	Mega watt-hour, 10 ⁶ watt-hours, a unit of electric energy
Na2O	Sodium oxide, the oxide of sodium, a chemical formula
NEA	The National Energy Administration
NESDB	The National Economic and Social Development Board

NGL	Natural Gas Liquid
NIES	Newly Industrialized Economies
NL	North latitude
NO2	Nitrogen peroxide, an oxide of nitrogen, a chemical formula
NSO	National Statistical Office
OER	Official exchange rate
oprati'n	Operation
PEA	The Provincial Electricity Authority
Petro	Petroleum
Prdct	Product
Product'n	Production
pp	Pilot plant
ppm	Parts per million
psi	Pound per square inch, a unit of pressure
PTT	Petroleum Authority of Thailand
RAEO	Regional Agricultural Extension Office
rai	A Thai unit of area, about 1,600 m ²
SER	Shadow exchange rate
SCF, scf	Standard cubic foot, a unit of volume used for measuring gas, cubic foot at one atmospheric pressure and 60 degrees Fahrenheit
SFC	Standard factor cost
SiO2	Silicon oxide, the oxide of silicon, a chemical formula
SO2	Sulfur dioxide, an oxide of sulfur, a chemical formula
SO3	Sulfur trioxide, an oxide of sulfur, a chemical formula
SOx	Sulfur oxides, a collective nomenclature, a chemical formula
SRT	The State Railway of Thailand
Taxex	Weighted average of export tax rate
Taximp	Weighted average of import tax rate
TQimp	Import tax rate equivalent to import restriction value
TORC	Name of a petroleum refining company

UAE	The United Arab Emirates
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
WC, wc	Working capital
wt	Weight

第 1 章 大要

第1章 大要

1-1 本計画調査の目的と成果

(1) 調査の目的

本計画調査の目的は、タイ国政府が計画中である薪炭代替用リグナイトブリケット製造用のパイロットプラント建設計画を調査し、その実行可能性を評価することである。そして、計画がフィージブルであれば、計画の実施とリグナイトブリケットの普及方法に関し適切な提言を行うことである。

(2) パイロットプラントのフィージビリティ

年産 3,000トンの能力を持つリグナイトブリケットのパイロットプラントだけでは財務的な収益性は無いが、年産50,000トンの商業プラントはフィージブルである。またパイロットプラントへの投資は、商業プラントにて回収可能である。なお、本計画は商業化に伴う社会経済的便益が非常に大きく、その第一歩として、パイロットプラント計画は実施する価値がある。

(3) 市場

調理用木炭の代替として大きな市場が期待できる。

(4) 技術

- 1) 既に確立されたバイオコール技術に、リグナイトを加熱処理して製品使用時に煙の発生を減少する装置を加えることにより、目的の品質のリグナイトブリケットを製造することが可能となる。
- 2) パイロットプラントと当初の商業プラントの規模をそれぞれ 3,000トン/年および50,000トン/年とした。

(5) 背景との整合性

本プロジェクトの推進は、タイ国政府の基本政策、森林破壊の防止、原料の賦存状況、一般大衆のライフスタイル等と合致する。

1-2 背景

(1) 政策

タイ国政府は、エネルギー供給源の多様化を重要政策として掲げ、その一環として、工業用および家庭用燃料としてリグナイトの活用を推進しており、第6次5ヵ年計画にもその旨明記している。本計画は、タイ国政府の政策に沿って計画されたものである。

(2) 森林破壊

薪炭は調理用燃料の総消費量の80%を占め、タイ国一般大衆にとって最も重要な調理用燃料である。しかし、大量の薪炭消費は深刻な森林破壊の原因となっている(1961年の森林面積は国土の53.3%、1988には28.0%に減少)。本プロジェクトを推進し、将来大規模に商業化されれば森林破壊の防止に多大な貢献ができる。

(3) 原料

リグナイトブリケットの主原料のリグナイトは、タイ国最大のエネルギー資源であるが充分活用されていない。副原料の稲わらの生産量は充分あり、石灰の賦存量も大きい。稲わらは充分活用されておらず、石炭は未利用の量が大きく、本プロジェクトは未利用国産資源の有効利用につながる。

(4) ライフスタイル

タイ国一般大衆のライフスタイルと調理習慣を調査した結果、リグナイトブリケットを調理用燃料として使用できることが明確となった。

1-3 市場

(1) 調理用木炭の代替

森林の枯渇による木炭の供給減を予測し、別途実施したモニタリング調査(回答数 374通)により求めた消費者のリグナイトブリケットの受入可能性から、木炭供給減少分の約60%をリグナイトブリケットで補充するとの前提で、以下の通り

リグナイトブリケットの需要を予測した。価格はモニタリング調査の結果に基づき、予測木炭価格（大袋）の60%とした。表1-1にリグナイトブリケットの需要と価格の予測をまとめる。

Table 1-1 Forecast Demand and Price of Lignite Briquettes

	1995	2000	2005	2010
Lignite Briquettes Demand in KTOE	229	518	711	831
Demand in 1,000 tons	573	1,295	1,778	2,078
Price, Bahts/kg on 1990 price				
Charcoal in Large Bag	4.63	4.77	4.97	5.23
Lignite Briquettes, Retail	2.78	2.86	2.98	3.14
Lignite Briquettes, Ex-plant	2.17	2.24	2.35	2.49

Charcoal in Small Bag	7.4	7.6	7.9	8.3
LPG	11.5	11.9	12.4	13.0

(2) 薪の代替

- 1) リグナイトブリケットは、価格面で薪の代替となり得ない。
- 2) 薪用の炉で、リグナイトブリケットを燃すためには、炉の改造が必要である。しかし、炉の改造を行えばより安価なリグナイトを燃焼できるようになりリグナイトブリケットを用いる意味がない。
- 3) さらに、リグナイトブリケットの脱硫効果を期待しても、かなり高温となる工業炉の燃焼温度では、脱硫効果が低下するので、公害防止効果も少ない。

(3) LPG の代替

価格面では競合できるが、使い勝手の面で大きな差があるため、リグナイトブリケットはLPGの代替にはなり得ない。

1-4 原料

パイロットプラントの段階ではもとより、将来年産 200万トンのリグナイトブリケットを生産する場合でも、原料の供給は可能である。但し、粗悪リグナイトを使用する場合は洗炭し、品質を向上してから使用する必要があると予想される。バイオマス原料としては稲わらを選定した。また、ブリケット燃焼時に発生する硫黄酸化物を補集するために消石灰を添加する。各原料の原単位は表 1-2 の通りである。

Table 1-2 Unit Requirement of Raw Materials
(Unit: tons/ton lignite briquettes)

	Raw Materials	After Desmoking	Blending Ratio
Lignite	1.059	0.682	75
Rice Straws	0.246	0.227	25
Slaked Lime	0.092	0.091	10
Total	1.397	1.000	110

1-5 サイト

工場建設予定地は、パンバカ炭鉱の敷地内の適切な位置に選定した。本プロジェクトの費用でインフラストラクチャーの改善を行う必要はなく、電力の入手、電話の接続、水の確保はいずれも問題ない。原料と製品の輸送にも便利である。地質も強固であり、プラントの建設に支障はない。安全性も高い。サイトにはパイロットプラントと 50,000トン/年の商業プラント 1 基を建設することとする。

1-6 製品品質

調理器を変更せずに木炭と競合できる品質とした。

- (1) 着火性 : 着火後8~10分以内に定常状態
- (2) 火力 : 発熱量4,000 kcal/kg以上
- (3) 発煙、発臭 : 顕著な煙、臭いを発生しない
- (4) 安全性 : 燃焼気体および灰が無害であること
- (5) 火力の調節 : 火力の調節が容易であること
- (6) 機械的強度 : 100 kg以上の圧壊強度

1-7 製造技術

上記品質のリグナイトブリケットはタイ国産原料を用いて製造できることを確認した。本計画調査では、実証されている技術に加え、発煙量を減少するためにリグナイト中の揮発分を一部除去する装置を追加した。

1-8 財務的可能性

パイロットプラントそのものは財務的に収益生はないが、年産50,000トンの商業プラントは財務的にフィージブルである。パイロットプラントへの投資は商業プラントで回収可能である。表1-3にプラントコストと総所要資金等を示す。なお価格の基準は、1990年固定価格である。

Table 1-3 Results of Financial Analysis

	Pilot Plant	Commercial Plant
Plant Cost, 1,000 Bahts	56,987	186,445
Total Capital Requirement, 1,000 Bahts	68,043	208,182
Production & Sales Cost, Bahts/kg	9.1	2.2
FIRROI before Tax, %	Negative	11.6
FIRROI after Tax, %	Negative	10.0
FIRROE before Tax, %	Negative	14.3
FIRROE after Tax, %	Negative	11.7

1-9 経済的可能性

パイロットプラントおよび、商業プラントのみの場合の経済的内部収益率を表1-4に示す。

Table 1-4 Results of Economic Analysis

	Pilot Plant	Commercial Plant
Economic Internal Rate of Return, %	Negative	14.5

経済的内部収益率の観点からは、パイロットプラントにはフィージビリティがないが、商業プラントはフィージブルである。さらに、商業化が大規模に行われれば、森林の保護とそれに伴う環境災害防止の便益は極めて大きい。LPG輸入量が減少することによる外貨の節約、雇用機会の増加、技術移転等の便益もある。

1-10 リグナイトブリケットの普及戦略

森林破壊の防止は国家的課題であるので、政府の全能力を糾合し、リグナイトブリケットの普及に尽力し、森林破壊を防止すべきである。リグナイトブリケットの普及戦略としては、内閣の下に関係各省、局を代表する委員会、その下にタスクフォースを置き、現場の普及活動に当らせることが望ましい。タスクフォースにはバイオガス装置の普及に実績がある農業普及局と、農民に日用品の販売に実績がある農業共同組合局の参加を要望すべきである。パイロットプラント稼働前、パイロットプラント稼働後、商業プラント実施時にはそれぞれ適した活動を行う必要がある。また、タイ国政府は政府は必要な予算措置をとる必要がある。

1-11 提言

- (1) パイロットプラントの建設はリグナイトブリケットの商業化のため重要な経過処置である。商業化は、森林保護など大きな便益が期待できる。従って、パイロットプラント計画は実施する価値がある。

(2) プラントの建設に当っては、本調査で提言する諸手続きに従って、プロジェクトの順調な遂行を期すべきである。

(3) 以上の提言の実施と平行して、危機状態に陥っているタイ国の森林を保護する観点から、リグナイトブリケットの普及に関する提言を実施し、リグナイトブリケット市場の開発を図るべきである。

環境問題は、その影響が当該国にとどまらず地球的影響を持つ。その解決には国際的協力が不可欠である。本プロジェクトは、日本の技術、人材が充分活用できる分野であり、しかも、大きな効果が期待できる。

第 2 章 調査の目的と背景

第2章 調査の目的と背景

本報告書は、タイ王国リグナイトブリケット振興計画フィージビリティ調査報告書である。本計画調査は1989年7月26日、科学技術エネルギー省、国家エネルギー庁（NEA）の代表者と国際協力事業団事前調査団の代表者がバンコックで調印したフィージビリティ調査のS/W（業務範囲）に従って実施された。

2-1 調査の目的

本計画調査の目的は、タイ国政府が計画途中である薪炭代替用リグナイトブリケット製造用のパイロットプラント建設計画を調査し、その実行可能性を評価することである。そして、計画がフィージブルであれば、計画の実施とリグナイトブリケットの普及方法に関し適切な提言を行うことである。

2-2 調査の背景

タイ国は、かつて豊かな森林資源に恵まれ、チーク材を含む木材の輸出国であった。しかし最近では、タイ国はその森林資源の多くを既に失い、木材の輸入国に転じた。膨大な木材が薪炭の製造のために伐採されており、これが森林破壊の重要な原因となっている。薪炭はタイ国民大衆にとって最も重要な調理用燃料である。1961年には、森林は国土全面積の約53%を占めていた。これが1988年には全面積の28%に減少した。今日でも森林破壊は依然として急速に進んでいる。森林破壊の結果、洪水、地滑り、干ばつ等が各地に頻発し、社会問題化している。その被害は森林破壊の現場から遠く、一見無関係に見えるところにまで及んでいる。薪炭に代わり、リグナイトブリケットを使用することは、減少する森林を保存し、手遅れになる前に環境破壊を防止することに貢献できる。

薪炭は伝統的な燃料であり、タイ国民大衆にとっては、生活必需品である。従って、然るべき代替燃料を国民大衆に提供することなしに、森林保護政策は充分機能しない。タイ国政府は、賦存量の豊富なリグナイトとバイオマスから薪炭の代

替燃料を開発する研究を奨励してきた。しかし、タイ国で開発されたブリケットは、いずれも燃焼時に大量の煙とすすを発生する。薪炭の代替となり得る良質のリグナイトブリケットを製造する技術は未だタイ国には存在しない。

そのような状況下で、タイ国政府は1988年12月、日本政府に対しバイオマスも原料としたリグナイトブリケット製造技術の開発と、市場性の調査に関するフィージビリティ調査の実施を依頼した。これに応じて国際協力事業団は、1989年7月に国際協力事業団の職員と関連分野の専門家よりなる事前調査団をタイ国に派遣した。事前調査団と National Energy Administration (NEA) (国家エネルギー庁) ならびに関係官庁は、フィージビリティ調査の詳細に関し協議を重ね、合意に達したので、Scope of Work (S/W) に調印した。S/Wはフィージビリティ調査の詳細と実施の条件を定めたもので、本フィージビリティ調査はそのS/Wに従って実施された。

2-3 調査の範囲

調査の範囲は、1989年7月26日に署名されたS/WのScope of the Studyに基づき以下の2段階に分けて調査を行うことである。

第1ステージ：市場調査

第2ステージ：技術的、経済的実行可能性および全般にわたった結論

第1ステージでは、背景およびリグナイトブリケット市場に関する調査を行い、第2ステージ開始前に中間報告書を提出することである。

第2ステージでは、リグナイトブリケット製造の技術的、経済的評価を行い、最終的結論を導くことである。

第1ステージの調査の範囲は以下の通りである。

(1) 背景調査

- 1) タイ国のエネルギー政策およびエネルギーの現状
- 2) タイ国の石炭産業の現状

(2) エネルギー消費に関する調査

- 1) セクター毎（工業および家庭）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) 燃料利用に関する法令および規則

(3) リグナイトブリケットの有望市場およびその流通機構に関する調査

- 1) 既に実施された調査のレビュー
- 2) 豆炭および代替燃料の価格動向
- 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な価格体系
- 5) 各種異なったタイプの燃料に対する消費者の反応
- 6) リグナイトブリケットの有望市場の確認
- 7) リグナイトブリケットおよびその他の燃料の流通体系・機構の現状と将来の可能性

(4) リグナイトブリケットの試製

- 1) リグナイトブリケットの試製および分析
- 2) リグナイトブリケットの燃料試験および分析

(5) 市場におけるリグナイトブリケット受入れ可能性調査

(6) 市場調査の総合評価

第2ステージ

(1) リグナイトブリケット製造のための原材料調査

- 1) バンパカ炭田と必要であれば他の炭田のリグナイトの産出量および質
- 2) ブリケット製造に必要なその他の原料の質および供給状況

(2) ブリケット製造技術に関する調査

- 1) タイ国におけるブリケット製造技術のレビュー
- 2) 第1ステージでの製造試験のレビュー
- 3) ブリケット製造プロセスのフローダイアグラム作成
- 4) リグナイトおよびその他の原料の運搬および供給スキーム

(3) リグナイトブリケット製造パイロットプラント建設調査

- 1) サイト選定
- 2) プラントの概念設計および経費積算
- 3) 原材料の供給方法
- 4) 用役（用水、下水、電気、その他）
- 5) 建設スケジュール

(4) 組織および運転計画

- 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) プロジェクトの財務・経済・社会評価

- 1) プロジェクトの財務分析
- 2) 経済・社会評価
- 3) リグナイトブリケットとその他の現在使用されている燃料との経済性比較
- 4) リグナイトブリケット製造および使用の際の環境考慮

(6) リグナイトブリケット普及のための戦略策定

(7) 結論と勧告

2-4 調査の経緯

本計画調査はS/Wに従い、2段階に分けて実施された。第1ステージ調査は、1989年11月から1991年3月まで実施され、主としてリグナイトブリケットの市場的可能性を調査した。市場調査では、家庭用と工業用に使用されている薪炭、および小規模工業に使用されているリグナイトの代替としてのリグナイトブリケットの可能性、将来の市場規模の判定を行った。

第2ステージ調査は第1ステージ調査の完了に引続き直ちに着手され、技術経済調査とリグナイトブリケット普及戦略の構築を行った。

第1ステージ調査段階では、リグナイトブリケットの有望市場を確認し、潜在需要を推定した。リグナイトブリケットが代替できる最も有望な対象は調理用の木炭であることが確認された。一方、リグナイトブリケットの算出価格は、家庭用および工業用に使用される薪の価格に競合することができず、リグナイトブリケットによる薪の代替は困難であることが確認された。また、薪のかわりにリグナイトブリケットを多くの工業用燃焼炉で使用できるようにするためには、炉を改造する必要がある。もし炉の改造が行われた場合には、リグナイトブリケットよりも安価なリグナイトが使用可能になり、リグナイトの方が使用される確率が高い。また、工業用炉の燃焼温度は非常に高温になり、脱硫剤としてリグナイトブリケットに含まれる消石灰が硫黄酸化物を効果的に捕集することができない。この様に脱硫効果が期待できない場合、リグナイトブリケットをリグナイトの代替として工業用に利用する意味はなくなる。

第1ステージ調査の一環として、日本とタイの両国で、タイ国産原料を用いリグナイトブリケットの試製を行い、その評価のため、燃焼試験を実施した。この結果から、リグナイトブリケットの燃焼に適した調理用コンロを試作した。ベンチスケールプラントを、バンコックの近辺のランシットに在るNEAの燃料研究センターに設置した。ベンチスケールプラントの据え付け、試運転に当っては、本調査団がNEAに協力し、技術移転に努めた。更に、ブリケット製造に関する技術移

転の一貫として NEAの技術者3名が日本に招聘され、ブリケット製造工場において製造技術の研修が実施された。

NEAのベンチスケールプラントで製造したリグナイトブリケットを用いて、タイ国各地でデモンストレーションを行った。更に、現在木炭を使用している潜在需要者にサンプルを提供し、リグナイトブリケットの品質に関する意見を聴取した。その結果、リグナイトブリケットは調理用燃料として木炭よりも使い勝手が悪いが、将来木炭の入手が困難になり、リグナイトブリケットの価格が木炭の60%以下であれば、60%の人がリグナイトブリケットを使用するとの回答を得た。

一方、国内の森林資源は既に減少しており、もし需要に応じて薪炭の生産を続けると、約20年という短期間に森林が枯渇してしまうことが判明した。この状況下リグナイトブリケットの果たすべき役割は重要である。なお、以上の第1ステージ調査の結果は、1991年2月提出の中間報告書にて報告した。

第2ステージ調査では技術経済調査を実施した。調査の内容は、原料、リグナイトブリケットの製造技術、工場立地、概念設計、コストの推定、建設、ユーティリティとインフラストラクチャー、建設工程、運転組織、財務・経済・社会評価から成り、また、リグナイトブリケットの普及戦略の提言を含めた。

S/Wでは、本計画調査のフレームワークおよび主原料は、バンパカ炭鉱のリグナイトを使用し、適切なバイオマスを混合することが定めている。このフレームワークに基づき、本計画調査では、パイロットプラントの規模、製品の品質、原料の種類と調合比、製造スキーム、プラントサイトを決定した。パイロットプラントへの投資がそれに続く商業プラントの運転により回収可能かどうかを検証した。また、プロジェクトの管理組織の提言も行った。後述するが、パイロットプラントおよび商業プラントの能力はそれぞれ3,000トン/年、50,000トン/年、原料はバンパカのリグナイト、稲わらおよび消石灰とし、プラントサイトはバンパカ炭鉱の用地内に定めた。

本調査の第1ステージは1989年11月に開始され、1991年3月に終了した。第2ステージは第1ステージに引き続き実施された。本計画調査は、田中恒二を団長とし、今枝良隆、橋本章則、川田邦雄、平岩隆一、出口清司、栗林益美、宮本行雄、神倉静夫の各専門家により実施された。

第 3 章 プロジェクトの背景

第3章 プロジェクトの背景

3-1 タイ国の一般事情

3-1-1 自然環境

(1) 地勢

タイ国はアジア大陸東南部の北緯6度から21度、東経97度から107度に位置し、東北部と東部はラオス、カンボジアと、北部と西部はミャンマーと、南部はマレー半島の中央部でマレーシアとそれぞれ国境を接している。国土の南北の延長は約1,600km、東西は約750km、総面積は約51万3,000平方kmであり、地形により北部、東北部、中央部、南部の4地域に区分される。

北部は平均海拔1,500mの山間盆地地帯で、伝統的に集約的農業を行っている。この地区の北部、西部の山々はチーク等の木材の産地として有名である。

東北部はコラート平原と呼ばれる海拔200m程度の平坦な土地である。この地域の土壌は主としてラテライトで農耕に適さない。また、雨期には多量の雨が降るが、乾期が長い慢性の水不足で農業の生産性は他の地域より劣る。しかし、家畜飼育は盛んで、牛、水牛などを中部タイに供給している。

中央部は、タイ国の心臓部で、チャオプラヤ河が形成した広大な沖積平野で、水田米作地帯の中心となっている。この地域の南端、チャオプラヤ河の河口から30km上流の地点に首都バンコクがある。

南部は、マレー半島に南北に細長く伸びた地域で、幾つかの低い山脈が緩やかな起伏を作っている。同地域は農業、鉱物および水産資源に恵まれている。半島の南部はゴムの生産地となっている。

(2) 気候

タイ国の気候は雨期（5月～10月）と乾期（11月～4月）とに分かれる熱帯モンスーン性気候である。乾期には寒期（11月～2月）と暑期（3月～4月）とがある。年平均降水量は約1,800mmである。

3-1-2 社会環境

(1) 人口・人種・宗教

タイ国の総人口は、表3-1に示すように、約5,496万人（1988年末現在）、平均人口密度は107人/km²である。1980年から1988年までの平均人口増加率は約2%となっている。地域（県）毎の人口分布は、表3-2に示す通りである。

民族的にはタイ族（シャム族・ラオ族）が全人口の8割以上を占める。中国系の人口も多く、総人口の約10%を占めている。少数民族としては、マレーシアとの国境沿いや南部の県を中心にマレー人が約100万人居住しているほか、北部に多様な山岳少数民族が暮らしている。宗教については、憲法により信教の自由が保証されているが、国民の95%が敬虔な仏教徒であり、4%が回教徒、0.6%がキリスト教徒となっている。

Table 3-1 Population of Thailand : 1980-1988

Year	Population, as of 31 December			Population per sq. km.
	Male	Female	Total	
1980	23,627,727	23,333,611	46,961,338	91.52
1981	24,067,597	23,807,405	47,875,002	93.30
1982	24,549,873	24,297,054	48,846,927	95.20
1983	24,911,684	24,603,390	49,515,074	96.50
1984	25,449,044	25,134,061	50,583,105	98.58
1985	26,059,668	25,735,983	51,795,651	100.94
1986	26,642,889	26,326,315	52,969,204	103.23
1987	27,070,155	26,803,017	53,873,172	104.99
1988	27,574,256	27,386,661	54,960,917	107.10

Source : Statistical Yearbook, National Statistical Office
Statistical Handbook, National Statistical Office

Table 3-2 Population and Area by Region and Province : 1988

(1/2)

Region and Province	Population (Thousand)	Area Sq. km	Population Per Sq. km
Whole Kingdom	54,960.9	513,115.0	107.1
Central Region	18,114.0	103,901.2	174.3
Bangkok Metropolis	5,716.8	1,565.2	3,652.4
Chai Nat	353.1	2,469.7	143.0
Nonthaburi	596.4	622.3	958.3
Pathum Thani	435.4	1,525.9	285.3
Phranakorn Sri Ayutthaya	677.6	2,556.6	265.0
Lop Buri	735.5	6,199.7	118.6
Sara Buri	521.0	3,576.5	145.7
Sing Buri	226.9	822.5	275.9
Ang Thong	277.8	968.4	286.9
Chanthaburi	422.5	6,338.0	66.7
Chachoengsao	569.4	5,351.0	106.4
Chon Buri	897.2	4,363.0	205.6
That	188.4	2,819.0	66.8
Nakhon Nayok	223.2	2,122.0	105.2
Prachin Buri	854.2	11,957.5	71.4
Rayong	440.3	3,552.0	123.9
Samut Prakan	789.1	1,004.1	785.8
Kanchanaburi	663.5	19,483.2	34.1
Nakhon Pathom	630.8	2,168.3	290.9
Prachuap Khiri Khan	413.9	6,367.6	65.0
Phetchaburi	418.8	6,225.1	67.3
Ratchaburi	705.1	5,196.5	135.7
Samut Songkhram	204.8	416.7	491.5
Samut Sakhon	341.0	872.4	390.8
Suphan Buri	811.3	5,358.0	151.4
Northeastern Region	19,254.2	168,854.3	114.0
Kalasin	870.3	6,946.7	125.3
Khon Kaen	1,649.5	10,886.0	151.5
Chaiyaphum	1,016.0	12,778.3	79.5
Nakhon Phanom	616.7	5,512.7	111.9
Nakhon Ratchasima	2,325.1	20,494.0	113.5
Buri Ram	1,403.4	10,321.9	136.0
Maha Sarakham	880.2	5,291.7	166.3
Mukdahan	282.4	4,339.8	65.1
Yasothon	512.2	4,161.6	123.1
Roi Et	1,202.6	8,299.4	144.9
Loei	536.1	11,424.6	46.9
Si Sa Ket	1,282.3	8,840.0	145.1
Sakon Nakhon	938.0	9,605.8	97.7
Surin	1,258.1	8,124.0	154.9
Nong Khai	850.6	7,332.3	116.0
Udon Thani	1,768.2	15,589.4	113.4
Ubon Ratchathani	1,862.4	18,906.1	98.5

(2/2)

Region and Province	Population (Thousand)	Area Sq. km	Population Per Sq. km
Northern Region	10,731.6	169,644.3	63.3
Kamphaeng Phet	643.8	8,607.5	74.8
Chiang Rai	1,009.6	11,678.4	86.5
Chiang Mai	1,345.7	20,107.1	66.9
Tak	336.7	16,406.6	20.5
Nakhon Sawan	1,072.9	9,597.7	111.8
Nan	432.2	11,472.1	37.6
Phayao	492.8	6,335.1	77.8
Phichit	547.9	4,531.0	120.9
Phitsanulok	767.4	10,815.8	70.9
Phetchabun	931.0	12,668.4	73.5
Phrae	489.4	6,538.6	74.8
Mae Hong Son	165.8	12,681.2	13.1
Lampang	756.1	12,534.0	60.3
Lamphun	409.4	4,505.9	90.8
Sukhothai	582.8	6,596.1	88.4
Uttaradit	452.3	7,838.6	57.7
Uthai Thani	295.8	6,730.2	44.0
Southern Region	6,861.1	70,715.2	97.0
Krabi	280.8	4,708.5	59.6
Chumphon	383.3	6,009.0	63.8
Trang	503.0	4,917.5	102.3
Nakhon Si Thammarat	1,396.2	9,942.5	140.4
Narathiwat	536.8	4,475.4	119.9
Pattani	518.1	1,940.4	267.0
Phangnga	206.0	4,170.9	49.4
Phthalung	448.6	3,424.5	131.0
Phuket	155.4	543.0	286.1
Yala	339.2	4,521.1	75.0
Ranong	107.8	3,298.0	32.7
Songkhla	1,060.0	7,393.9	143.4
Satun	212.4	2,479.0	85.7
Surat Thani	713.5	12,891.5	55.3

Source : Statistical Yearbook, National Statistical Office

(2) 政治・行政

タイ国は国王を元首とする立憲君主国である。議会は上・下院からなる2院制である。中央行政組織は1府12省1庁からなっている。地方行政組織は県(チャンワット)、郡、村の順となっている。県知事および郡長は内務大臣により任命され、身分は国家公務員である。

3-2 経済事情

3-2-1 経済概況

タイ国経済のGDPは、1960年代で7.9%、70年代で6.9%と、順調な発展を遂げてきた。しかし、第2次オイルショック後は先進工業国の不況と、それに続く一次産品価格の低迷の影響を強く受け、1985年の経済成長率は3.5%にとどまった。しかし、1986年以降は回復基調に入り、1988年には11%の経済成長を達成した(表3-3参照)。1988年における一人当たりのGNPは26,412バーツ(約1,000ドル)であり、近い将来NIESの仲間入りをするものと見られている。この急速な経済成長の主な理由は以下の通りである。

- (1) 日本、台湾を中心とする輸出志向型の外国投資の増加
- (2) 石油価格の下落
- (3) 農産物を中心とする一次産品価格の回復
- (4) タイ通貨の下落等による国際競争力の増大

物価動向は、消費者物価、生産者物価共に安定している。1988年に生産者物価が8.2%上昇した主な理由は、前年の干ばつによる農産物価格の上昇である。

Table 3-3 Major Economic Indicators

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
GDP at 1972 Price (Million Baht)	380,738	394,113	413,498	452,635	512,467	575,016
GDP Growth Rate (%)	7.1	3.5	4.9	9.5	11.3	12.2
Per Capita GNP at Current Price(Baht)	18,968	19,287	20,364	22,599	26,412	n. a.
Rate of Increase of Consumer Price Index(%)	0.8	2.4	1.9	2.5	3.8	5.3
Rate of Increase of Producer Price Index(%)	-3.1	-0.1	-0.4	5.9	8.2	4.6

Source : National Income of Thailand, NESDB

Statistical Handbook, National Statistical Office

タイ国の産業構造は、1950年代には農業がGDPの約50%を占めた農業中心の経済から、製造業およびサービス中心の経済に変わりつつある。表3-4に示す様に、1984にはGDP中の製造業のシェアは農業を越えている。製造業の中心は食品加工、飲料・タバコおよび繊維製品であり、以上の3分野のGDPは全製造業のGDPの約50%に達する。一般建設材料、一般消費財等も重要な工業製品である。しかし、中間材である化学品や金属材料、生産材である機械類の生産量は比較的少ない。タイの工業は輸入代替型の消費財の生産から、国際競争力のある製品の製造へ移行しつつある。

Table 3-4 Configuration of GDP by Sector at Current Market Price
(Unit: %)

	1984	1985	1986	1987	1988
Agriculture	18.0	16.7	16.5	16.1	16.9
Mining & Quarrying	3.4	4.0	3.1	3.1	3.0
Manufacturing	22.4	22.1	23.3	23.9	24.4
Construction	5.8	5.6	5.2	5.1	5.1
Electricity & Water Supply	1.9	2.3	2.6	2.6	2.6
Transportation & Communication	7.1	7.7	7.8	7.5	7.3
Wholesale & Retail Trade	15.9	15.1	15.5	15.6	15.8
Banking, Insurance & Real Estate	3.5	3.5	3.4	3.9	4.1
Ownership of Dwellings	3.8	4.1	4.1	4.0	3.6
Public Administration & Defence	4.6	4.8	4.6	4.3	3.8
Services	13.5	14.1	13.8	13.9	13.4
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: National Income of Thailand, NESDB

産業別労働人口は、約7割が農林水産業従事者である。アグロビジネスに間接的に携わる人口を加えると、その数は全労働人口の9割に達する。一方、製造業従事者の割合は、僅か8%である。

タイ国の対外収支は表3-5に示す通りである。貿易収支は恒常的に輸入超過であるが、観光収入を中心とするサービス収支と資本収支は大幅な黒字であり、全体では黒字基調が定着している。外貨準備高も順調に増加している。

Table 3-5 Balance of Payments

(Unit: Million of Baht)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Merchandise						
Export(f.o.b.)	173,520	191,703	231,481	298,099	399,230	509,544
Import(c.i.f.)	-242,284	-253,334	-245,690	-341,376	-501,401	-650,704
Non-monetary Gold	-32	-41	-160	-551	-1	--
Trade Balance	-68,796	-61,672	-14,369	-43,828	-102,171	-141,106
Services						
Receipt	72,742	85,880	87,665	107,187	150,337	182,619
Payment	-57,542	-70,627	-72,695	-78,474	-95,961	-111,470
Net Services	15,199	15,253	14,970	28,713	54,377	71,150
Net Goods and Services	-53,596	-46,419	601	-15,114	-47,795	-70,011
Unrequited Transfers						
Private	4,128	4,494	5,914	5,795	5,971	6,251
Central Government	1,407	1,274	1,673	2,581	1,179	1,186
Central Government	2,721	3,221	4,240	3,214	4,793	5,065
Balance on Goods and Services and Unrequited Transfers	-49,468	-41,925	6,515	-9,319	-41,823	-63,760
Capital Movements	58,365	51,433	11,354	21,112	72,605	150,208
Direct Investment	9,624	4,379	6,880	4,712	27,358	42,457
Other Private Long-term	27,197	20,952	2,048	946	1,892	78,011
Other Private Short-term	15,878	7,099	9,057	4,111	33,342	42,980
Central Government	5,666	19,003	-6,631	11,342	10,013	-13,241
Net Errors and Omissions	1,692	2,956	15,710	6,390	9,708	25,007
Overall Balance	10,588	12,464	33,578	18,183	40,489	111,455
Foreign Currency Reserve (Million US Dollar)	2,689	3,004	3,776	5,211	7,112	10,509

Source: Bank of Thailand

主要輸出品目は米、メイズ、錫、海産物、油脂用種子等の一次産品である。近年は繊維製品、セメント、電気・電子部品等の工業製品の輸出が増えており、今後高い伸びを示すと予想されている。輸入面では国内工業の発展に伴い原材料、資本金の輸入が増大し、貿易赤字の原因となっている。石油・石油製品の輸入は国産エネルギーの開発およびエネルギー源の多様化により一旦減少したが、最近国内工業の急速な発展に伴い再び増加している。

Table 3-5 Export & Import by Commodity (Unit: %)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Export						
Food	49.4	44.8	43.5	36.5	34.1	33.6
Beverage & Tobacco	1.0	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3
Crude Materials	10.8	10.1	8.8	8.9	8.8	6.8
Mineral Fuel & Lubricant	0.2	1.3	0.8	0.7	0.8	0.7
Animal & Vegetable Oils & Fats	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Chemicals	1.2	1.3	1.4	1.5	1.2	1.3
Manufactured Goods	16.7	18.5	18.6	19.6	19.0	18.1
Machinery	6.8	8.8	10.6	11.8	15.8	17.8
Others	13.7	14.1	15.4	20.4	19.8	21.3
Import						
Food	3.1	3.8	5.4	4.2	4.7	4.5
Beverage & Tobacco	0.7	0.9	0.8	0.5	0.5	0.5
Crude Materials	6.3	6.6	6.7	7.4	6.8	6.8
Mineral Fuel & Lubricant	23.4	22.6	13.4	13.4	7.6	9.0
Animal & Vegetable Oils & Fats	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Chemicals	12.9	14.0	16.1	15.3	12.6	11.2
Manufactured Goods	15.9	16.8	18.1	19.6	21.4	23.0
Machinery	29.4	28.1	30.7	32.3	39.6	37.9
Others	7.9	7.1	8.7	7.3	6.8	7.0

Source : Statistical Handbook, National Statistical Office

貿易相手国は日本、米國をはじめ西欧諸国、アセアン諸国（主としてシンガポール、マレーシア）が主体を占めるが、中国、ソ連、東欧諸国などとの貿易にも積極姿勢を採っている。一方、インドシナ3国（ラオス、カンボジア、ベトナム）およびミャンマーの周辺4カ国との貿易額も急増している。

3-2-2 経済開発計画

タイ国の経済計画は1961年1月から第1次国家経済社会開発6カ年計画が実施され、以後は5カ年計画に変更され、第6次計画が終了した。この間にタイ国の経済と国民の生活水準は大幅に向上した。例えば、名目GNPは1961年の589億バーツから1986年の1兆771億バーツへと約18倍に、一人当たりの名目国民所得は1961年の2,150バーツから1986年の20,456バーツへと約10倍に増加した。教育、福祉といった社会開発の分野でも大幅な向上が図られた。産業構造の面では、タイ国は農業国から農業立国型新興工業国に発展してきたといえる。

第6次計画では、過去に累積した社会・経済問題を解決すると共に、将来の進歩と繁栄を達成することを目的としている。同計画は総合経済開発、人材・社会・文化開発、天然資源および環境開発、社会資本の整備、地方開発など10本のプログラムからなり、最大の課題を地方における貧困・失業問題の解消としている。表3-7に第6次計画のマクロ指標を示す。

なお、同計画はタイ国の好調な経済発展および世界経済変化を踏まえて1989年に改訂が行われた。その結果、目標経済成長率を1989～91年平均で7.5%、経常収支赤字はGDPの4%以下とする。税収はGDPの17.1%（当初は15.8%）、国家予算赤字はGDPの1%以下（当初は1.3%）に抑えることとなった。また、年度歳出額および投資歳出額を当初計画の6%および20.6%増とすることとなった。公共投資の分野でも予算を大幅に増額し、電力・電話回線増設・港湾整備・工業用水等のインフラ整備を強化することとなった。

Table 3-7 Macro Economic Targets of the Sixth Plan (1987-1991)

Item	Fifth Plan (Actual)	Sixth Plan (Target)
Trade deficit (current prices)		
Average value per year (million baht)	55,600	35,900
Trade deficit/GDP (%)	5.8	2.7
Current account deficit (current prices)		
Average value per year (million baht)	36,000	11,800
Current account deficit/GDP (%)	3.8	0.9
Exports of goods and services		
Value growth rate (% p.a.)	9.8	9.9
Volume growth rate (% p.a.)	8.4	7.4
Export of goods		
Value growth rate (% p.a.)	8.4	10.7
Volume growth rate (% p.a.)	8.3	8.1
Average value per year (million baht)	177,500	290,700
Income from tourism (current prices)		
Value growth rate (% p.a.)	12.2	7.4
Imports of goods and services		
Value growth rate (% p.a.)	3.7	9.3
Volume growth rate (% p.a.)	2.0	4.5
Import of goods		
Value growth rate (% p.a.)	2.9	9.5
Volume growth rate (% p.a.)	2.9	4.6
Average value per year (million baht)	233,100	326,700
Economic expansion (% p.a. at constant prices)		
Agriculture	2.1	2.9
Manufacturing	5.1	6.6
Mining (including natural gas)	6.1	6.4
Natural gas (million cubic feet per day)	320 /1	720 /2
Gross domestic product	4.4	5.0
Expenditure growth (% p.a. at constant prices)		
Private sector		
- Consumption	4.3	3.7
- Investment	0.8	8.1
Public sector		
- Consumption	3.3	5.3
- Investment	1.8	1.0
Government revenue/GDP (%)	14.8	15.8
Population growth rate (% p.a.)	1.7 /1	1.3 /2
Per capita income (baht)	21,395 /1	27,783 /2
Inflation (% per year)	2.9	2.3

Note: /1: in 1986

/2: in 1991

Source: The Sixth National Economic and Social Development Plan, NESDB

3-3 エネルギー事情

タイ国の1989年の一次エネルギー供給と最終エネルギー消費を表3-8に示す。

Table 3-8 Primary Energy Supply & Final Energy Consumption : 1989

	Primary Energy Supply		Final Energy Consumption	
	Volume (KTOE)	Share (%)	Volume (KTOE)	Share (%)
MODERN ENERGY	25,726	69.1	19,196	71.7
Solid Fossil Energy	2,763	7.4	1,082	4.0
Coal & Coke	300	0.8	300	1.1
Lignite	2,463	6.6	782	2.9
Petroleum/Petroleum Prod.	16,482	44.2	15,168	56.6
Crude Oil	11,118	29.8	0	0.0
Condensate	139	0.4	27	0.1
Natural Gasoline	-8	0.0	7	0.0
LPG	448	1.2	1,009	3.8
Premium Gasoline	290	0.8	1,142	4.3
Regular Gasoline	178	0.5	1,337	5.0
Jet Fuel/Aviation Gasoline	426	1.1	1,774	6.6
Kerosene	-7	0.0	98	0.4
Diesel Oil	3,717	10.0	7,330	27.4
Fuel Oil	183	0.5	2,311	8.6
Bitumen	-2	0.0	167	0.6
Natural Gas	5,194	13.9	114	0.4
Electricity	1,234	3.3	2,798	10.5
RENEWABLE ENERGY	11,529	30.9	7,579	28.3
Firewood	8,496	22.8	2,798	10.5
Charcoal	-50	-0.1	2,008	7.5
Paddy Husk	1,194	3.2	884	3.3
Bagasse	1,889	5.1	1,889	7.1
Others	0	0.0	0	0.0
TOTAL ENERGY	37,255	100.0	26,775	100.0

Source : Thailand Energy Situation, NEA

タイ国の最終エネルギー消費は石油換算で1989年で2,678万トン、一人当たりの消費量でも約479kgで低い水準にある。しかし近年は運輸部門を中心に年率7%前後の高い伸びを示している。一次エネルギー供給量は石油換算で3,726万トンであり、石油および石油製品が全体の44%を占めている。残りは天然ガス、石炭およびリグナイト、水力、木質燃料および農業廃棄物で、それぞれ13.9%、7.4%、3.3%、22.7%、8.3%を占める。エネルギー自給率は、商業用エネルギーで約40%、エネルギー供給全体では約60%である。以下にエネルギー源別の需給の実態をまとめる。

3-3-1 商業エネルギー

(1) 石油

石油はタイ国の商業エネルギーの最も重要な供給源であり、1989年の総商業エネルギーの約64%を占める。同国の石油資源量は約6億TOE（天然ガスを含む）と推定されており、原油およびコンデンサートの確認埋蔵量は合計で約2,000万TOEである。1989年の原油の消費は1,112万TOEである。石油製品については、自国の製油所で生産する以上にLPG、ガソリン、航空燃料、ディーゼル油等を消費しており、不足分は輸入によりまかなっている。特にディーゼル油の不足は深刻である。1989年におけるディーゼル油の輸入量は消費量の約50%に相当する372万TOEである。

(2) 天然ガス

天然ガスの確認埋蔵量は3兆7,000億立方フィート（石油換算約9,000万トン）、推定可採埋蔵量は13兆立方フィート（石油換算約3億2,000万トン）である。天然ガスの生産は1981年に始まり、1989年の天然ガスの生産量は2,114億立方フィート（石油換算519万トン）を記録した。用途は、ほぼ全量が発電用である。

(3) 石炭およびリグナイト

一次エネルギー供給の中に占める石炭およびリグナイトのシェアは1980年の0.3%から1989年には6.6%へと急増している。用途は、約80%が発電用、残りがセ

メント等の工業用で、家庭用燃料としては使われていない。タイ国の石炭の大部分は石炭化度の低いリグナイト（褐炭）で、良質の石炭は他国より輸入されている。リグナイトの埋蔵量は24億トン（石油換算で4億9,000万トン）と推定されている。リグナイトの主産地は北部のメモ地区および南部のクラビ地区である。

(4) 電力

タイ国の発電設備はガス・リグナイト火力発電を中心とする火主水従型である。1989年のタイ発電公社（EGAT）の発電能力は7,366MWであり、そのうち、火力発電は3,982MW（54%）、水力発電は2,271MW（31%）である。同年における発電量は37,406GWhで、その内訳は、70%が火力発電、15%が水力発電である。同年の電力供給量は38,026GWhで、発電量との差はラオスからの買電によるものである。

3-3-2 非商業エネルギー

薪・炭・農業廃棄物等のバイオマスは古くからエネルギー源として使用されてきた。都市部では、LPG・電力等の利用が進みバイオマスエネルギーへの依存度は大幅に低下しているが、農村部では依然として重要なエネルギー源となっている。非商業エネルギーの中心は薪炭で、タイ国全体の非商業エネルギー最終消費の約63%は木質系エネルギーである。農業廃棄物は年間を通して利用可能であるが、バガス、刳殻を除くと、有効利用されているとは言い難い。

(1) 薪

薪は木炭と共にタイ国の伝統的エネルギーであり、農村部では現在でも重要なエネルギー源である。1989年の薪の供給量は石油換算で約850万トンで、その7割近くが木炭の原料となっている。同年の薪の最終消費量は石油換算で約280万トンであり、その内訳は、家庭用が80%、工業用が20%となっている。

(2) 木炭

1989年における木炭の生産量は石油換算で約200万トンで、ほぼ全量が調理用燃

料として消費されている。木炭の原料は南部ではゴムの廃木およびマングローブが中心で、中部以北ではユーカリ、松を始め各種の木が使用されている。

(3) その他

タイ国の主要な農産物（米、砂糖黍、とうもろこし、キャッサバ等）からは、年間 5,000万トン以上の農業廃棄物が得られるが、燃料として有効利用されているのは20%程度である。これらの農業廃棄物の中で、バガスは砂糖工場のボイラー燃料に 1,000万トン以上が使用されている。籾殻は精米工場のボイラー燃料、煉瓦工場の燃料、家庭用燃料等に 260万トン以上が使用されているものと推定される。

3-3-3 エネルギー需給の問題点

タイ国のエネルギー政策の基本は国産エネルギー依存の向上であり、同国は天然ガス・リグナイト・石油の開発を推進してきた。その結果、同国のエネルギー自給率は大幅に向上した。しかし、一部の産業部門では輸入品に比較して割高な国産エネルギーの消費を余儀なくされており、高価な国産エネルギーに因る国際競争力の低下が問題となっている。

石油製品においては、価格体系が製造原価あるいは国際価格を反映していない為に製品需要に片寄りが見られる。輸送用燃料を例にとれば、高価なガソリンの需要が停滞し、安価なディーゼル油およびLPGの需要が急増している。重油は火力発電所の天然ガス・リグナイトへの転換が進み、供給過剰となっている。

農村部においては、薪炭が重要なエネルギー供給源となっており、タイ国に豊富に産する農業廃棄物の利用は進んでいない。薪炭の利用は森林破壊の一因となっており、薪炭の効率的利用および代替燃料の開発・利用促進が望まれている。

省エネルギー面からの対策は充分とは言えない。輸送部門では、バンコクを中心とする交通渋滞に起因するエネルギーの浪費の改善が急務となっている。

3-4 タイ国のエネルギー政策

3-4-1 概論

1980年以前のタイ国のエネルギー供給は、商業エネルギーの90%、エネルギー供給の50%以上を輸入に依存していた。そのため、1970年代のエネルギー危機では同国は極めて深刻な影響を受けた。1981年に同国が石油および石油製品の輸入に要した外貨は同国の総輸出額の45%に相当する27.4億ドルに達した。このようなエネルギーの輸入への依存体質は、タイ国の経済ばかりでなく、国家の安全上からも問題である。このような背景の下、タイ国は国産エネルギー資源（天然ガス、リグナイト、石油）の開発に努めてきた。その結果、1988年には同国の商業エネルギーの輸入依存率は60%以下に、エネルギー供給全体の輸入依存率は30%程度までに低下した。第6次5カ年計画（1987～1991）においても、同国はエネルギー自給率の向上を目的に、以下のような基本方針が策定されている。また、同計画におけるエネルギー関連の開発目標は表3-9に示す通りである。

- (1) 天然ガス、リグナイト、水力、原油および各種の新エネルギーの探査、開発に一層努力し、同国のエネルギーの輸入依存度の低減を図ると共に、エネルギー資源の多様化を図る。
- (2) エネルギー使用の効率化を進めるために、商業エネルギー、特に石油製品と電力の価格体系の変更を行う。
- (3) 運輸、産業、商業ビル、家庭の調理用の薪炭利用における省エネルギーを奨励し、エネルギーの効率的利用を進める。
- (4) エネルギー部門の投資計画において、民間がより大きな役割を果たすことを認め、政府の財政負担の軽減を図る。
- (5) 地方で利用すべき適切なエネルギーの開発を奨励する。
- (6) 環境への影響を充分考慮し、エネルギー消費配分を適切化する。

Table 3-9 Energy Development Targets of Sixth Plan

Items	Target (1991)	Actual (1985)
1. Energy Consumption Growth Rate (% p. a.)	3.7	4.1
2. Dependence on Imported Energy (% of Commercial Energy Consumption)	49	58
3. Natural Gas Production (MMCFD)	720	354
4. Condensate Production (BPD)	18,500	14,250
5. Crude Oil Production (BPD)	28,600	20,800
6. Consumption of Natural Gas for Power Generation (MMCFD)	> 500	250
7. Consumption of Lignite for Power Generation (kton/year)	9,000	5,000
8. Consumption of Lignite for Industrial Uses (kton/year)	1,000	500
9. Reserve Capacity for Electricity Generation (% of Maximum Electricity Demand)	15 to 20	--
10. Additional Rural Electrification (Villages)	10,700	--
11. Consumption of Imported Coal (kton/year)	500	200
12. Energy Saving in Transport, Industries and Residential Sectors (KLOE)	390,000	--

Source : The Sixth National Economic and Social Development Plan, NESDB

以上の政策に従い、エネルギー開発を達成する為の施策を、以下にまとめる。

3-4-2 国産エネルギー資源の開発

(1) 石油・天然ガス

タイ国は、以下に述べる方法により、石油・天然ガスの開発を促進していく方針

である。また、輸入原油・石油製品については、供給源の多様化および購入条件の見直しによりエネルギーの安全保保障を図る方針である。

- 1) 法律 (Petroleum Act) の開発促進型への改正
- 2) 天然ガス市場の多様化および拡大
- 3) 天然ガスのマレーシアとの共同開発

(2) リグナイト

鉱物資源局 (DMR) により既に大きな埋蔵量が確認されているリグナイトは、発電燃料としての需要が近年急増している。今後は、リグナイトの資源探査 (メモ、クラブ、その他経済性の高い鉱区) を更に進め、発電用燃料としての利用を推進すると共に、各種工業用消費拡大のための研究・開発を促進していく方針である。また、リグナイトの消費拡大に伴い必要性の高まる環境保護に係わる設備については、積極的に研究開発を行う。

(3) 水力開発

タイ国の水力エネルギー開発は、EGATが電源開発を行う。多目的ダム建設においては、受益者に適切な建設費の負担を求める方針である。小規模水力の開発は、NEAが中心となって進める。

3-4-3 エネルギー価格政策

タイ国の石油製品需要の特徴は、運輸部門において、ディーゼル油とLPGの消費が多く、ガソリンの消費量が少ないことである。その理由は、ガソリン価格が高く設定されたために、ディーゼル油およびLPGが輸送燃料として多く使用されているためである。また、重油は発電用燃料の天然ガス・リグナイトへの転換により、消費の減少に見舞われている。このような状況のもと、タイ国政府はエネルギーの消費パターンに大きな影響を与えるエネルギー価格を基本的には自由化 (国際価格に近づける) し、エネルギー消費パターンの最適化を図っていく方針である。

3-4-4 石油精製能力の拡張と製品輸入の自由化

タイ国は、石油製品の需要増加と製品パターンの変動に柔軟に対応するために、自由な設備拡張と変更を認める方針を打ち出している。また、石油製品輸入の自由化を認め、石油製品の内外価格差を減少し、タイ国産業の国際競争力を維持しようとしている。

3-4-5 新エネルギーの開発

タイ国では、調理用高効率ストーブの開発、薪炭に適する苗木の生産と植林が研究されている。民間企業に対しては、商業用の植林を勧めている。太陽・燃料電池・地熱・バイオマスエネルギー等の新エネルギーの活用技術の研究も行われている。特に、バイオマスエネルギーは民生用の燃料および地場産業用エネルギーとして重要視されている。バイオマス利用の具体的な技術としては、直接燃焼用の燃焼器具の改善、バイオマスの固形化燃料、デンドロ熱発電、バイオガス、キャッサバからのアルコール製造等の研究開発が行われている。新エネルギーの開発は、発展から取り残されている地域の活性化の面からも、期待が大きい。

3-4-6 省エネルギー

輸送部門の省エネルギー対策としては、第一に、バンコク周辺の交通システムの改善が計画されている。そのために、同地域の交通管理および運輸計画をする中央局の設置、道路の整備、運輸税制の改善等が立案されている。

工業、商業ビルの対策としては、省エネルギーセンターを設置したほか、エネルギー効率向上のために低利の融資や減税を行う、省エネルギー技術を海外から積極的に導入する等の対策をとっている。

家庭用のエネルギーの有効利用の面からは、NEAが中心となって効率的な調理用こんろの開発・普及活動および高効率の炭焼き釜の普及を行っている。

3-5 石炭産業の概要

3-5-1 石炭資源

タイ国の石炭資源は第三系地層のリグナイトおよび亜瀝青炭からなる。石炭資源の95%以上は、低発熱量(2,500~3,000kcal/kg)、高水分、高灰分のリグナイトである。これら低品位のリグナイトはタイ北部のランバン県に集中して分布している他、南部のクラビ県にも炭田が散在している。良質のリグナイト(発熱量3,200~5,000kcal/kg)および亜瀝青炭(発熱量5,500~6,000kcal/kg)は、少量であるが、タイ国北部(主としてランブーン県のリ炭鉱)に賦存する。無煙炭は、東北部に僅かに賦存することが知られているが、資源量は不明である。地質上からみた石炭の埋蔵量は、表3-10に示す様に、24億トンに達すると見積もられているが、確認埋蔵量は探鉱が充分に行われていないため9億トン未満である(表3-11参照)。今後の探鉱により確認埋蔵量は大幅に増加することが期待されている。

Table 3-10 Reserves of Coal Resources in Tertiary Basins in Thailand
(Unit: Million tons)

Province	Mine or Deposit	Original Coal in Place
Lampang	Mae Moh	1,490.5
Lampang	Mae Teeb	11.0
Lampang	Mae Tha	1.5
Lampang	Tae Hom	30.8
Lampang	Hua Sua	1.8
Lampang	Wang Nua	25.3
Lampang	Ngao	102.4
Lamphun	Li	225.3
Krabi	Krabi	120.8
Tak	Mae Tun	1.2
Tak	Mae Lamao	4.0
Tak	Mae Ramat	2.5
Petchaburi	Nong Ya Plong	2.4
Phayao	Chiang Muan	17.5
Chiang Mai	Wiang Haeng	127.1
Chiang Mai	Bo Luang	0.6
Surat Thani	Khian Sa	55.4
Krabi/Nakhon Si Thammarat	Sin Pun	94.8
Song Khla	Saba Yoi	100.0
Total		2,414.9

Source : DMR, NEA, EGAT and Private Companies

Table 3-11 Reserves of Coal Resources in Thailand

Location	Reserve in Million Metric Tons		Type of Coal
	Proven	Probable	
Lampang Province			
- Mae Moh	802.0	1,300.0	Lignite-Subbituminous
- Mae Teeb	1.0	20.0	Subbituminous-Bituminous
- Ngao	22.8	24.8	Lignite-Subbituminous
- Jae Kon	15.5	15.5	Lignite-Subbituminous
- Jae Hom	1.5	27.4	Lignite-Subbituminous
Lamphun Province			
- Pa Kha, Li	18.5	18.5	Subbituminous
- Ban Pu, Li	4.0	4.0	Subbituminous
- Ban Na Sai	5.0	20.0	Lignite-Subbituminous
Krabi Province			
- Bang Poo Dam	25.0	53.0	Lignite-Subbituminous
- Sin Poon	N.A.	16.0	Lignite-Subbituminous
Chiang Mai Province			
- Wiang Haeng	1.5	45.0	Lignite-Subbituminous
Tak Province			
- Mae Tuen, Mae Ramat	1.3	3.5	Subbituminous-Bituminous
Loei Province			
- Na Duang	0.5	N.A.	Semianthracite-Anthracite
Udon Thani Province			
- Na Klang	N.A.	N.A.	Anthracite
Petchaburi Province			
- Nong Ya Plong	1.4	N.A.	Subbituminous-Bituminous
Song Khla Province			
- Saba Yoi	N.A.	100.0	N.A.
Total	899.9	1,647.7	

Source : NEA

3-5-2 石炭利用の歴史

タイ国の石炭資源の開発は、同国南部のクラビ県でリグナイトが最初に発見された1892年に始まった。その後、石炭資源の有効利用を行うべく以下に示す様な努力がなされた。

- (1) 1917年にリグナイトを蒸気機関車の燃料として使用する試みがなされた。しかし、リグナイトの発熱量が低いことおよび輸送上の問題から、この試みは失敗に終わった。
- (2) 1960年に第1号のリグナイト火力発電所(12.5MW)が稼働した。しかし当時は石油が安かったため、リグナイト火力発電所は普及しなかった。
- (3) 1966年に石炭ベースの肥料製造が行われた。しかし、後にプロセスがタイのリグナイトには不適であることが判明した。
- (4) 1970年に、タバコ乾燥用に使用する薪が森林破壊の主要な原因の一つであるとの観点から、薪の代替としてリグナイトの普及を図るべく北部でのリグナイトの増産が行われた。
- (5) 石油危機以降は、外貨節約を目的に石炭資源を積極的に開発・利用する方針が政府により打ち出された。セメント、製紙、食品等の工業では重油の代替としてリグナイト・石炭に注目するようになった。しかし、燃料転換に伴う技術的な問題が解決されなかったため、リグナイトの工業用利用は余り進まなかった。
- (6) タイ国政府は、石油価格の下落にも拘らず、一貫してリグナイトの開発・利用を推進してきた。その結果、リグナイトは発電用燃料として重要な役割を果たすようになり、各種工業用燃料としても需要が増加しつつある。

3-5-3 石炭の生産と消費

(1) 生産および輸入

タイ国の石炭生産量の推移を表3-12に示す。生産は全て露天掘りである。1989年の生産量は、対前年比22.6%増の890万トンであった。主要炭鉱は国営のメモ

(Mae Moh)およびクラビ(Krabi)で、発電用燃料として使用されている。民営の炭鉱は産業用の高品位炭の生産を行っている。

Table 3-12 Historical Production of Coal in Thailand
(Unit: Thousand tons)

Year	Mae Moh	Krabi	Li	Others	Total
1978	279	275	83	6	642
1979	941	304	100	11	1,356
1980	935	385	94	12	1,427
1981	1,204	338	103	40	1,686
1982	1,300	380	92	192	1,964
1983	1,248	335	134	149	1,866
1984	1,659	280	193	295	2,437
1985	4,217	395	350	184	5,146
1986	4,557	212	668	110	5,547
1987	5,565	191	946	186	6,887
1988	5,717	221	n. a.	1,321	7,259
1989	6,541	319	n. a.	2,041	8,901

Source : DMR and NEA

石炭（瀝青炭、無煙炭、コークス等）の輸入量は、1989年で48万トン（前年比25%増）である。輸入炭の消費者はセメント工業、冶金、カーバイト製造である。

(2) 消費

タイ国におけるリグナイトの消費量は、表3-13に示す様に近年急増している。以下に分野別の状況をまとめる。

1) 発電

タイ国におけるリグナイトの発電用燃料（山元発電）としての消費量は1985年以降急速に増大している。これは、第5次カ年計画のエネルギー自給率の増加政策に基づくものである。一方、石炭の8割以上が山元で発電用に消費されている理由は、品質の悪い（高灰分、高水分）リグナイトを輸送して他の目的に使用することは経済的に引き合わないからである。

Table 3-13 Lignite Consumption in Thailand

(Unit : Thousand Tons)

Year	Electricity	Tobacco	Cement	Others	Total
1980	1,321	80	4	43	1,448
1981	1,534	100	50	12	1,695
1982	1,687	122	203	30	2,042
1983	1,573	99	196	52	1,920
1984	1,945	76	224	61	2,305
1985	4,597	92	387	56	5,132
1986	4,685	80	532	129	5,426
1987	5,727	78	658	360	6,823
1988	5,896	60	874	369	7,199
1989	6,780	110	1,265	418	8,573

Source : Thailand Energy Situation, NEA

2) セメント工業

発電に次いで石炭消費の多い分野はセメント工業である。しかし、以下に示す2つの理由から、セメントプラントにおけるタイ国産炭の消費の、これ以上の急激な増加は期待できない。

- ・ タイの石炭は一般に品質が悪いため、セメント工場では油あるいは輸入炭との混合が必要である。
- ・ タイの良質炭の産地は、多くのセメントプラントから遠距離にある。従っていくつかのプラント(特にバンコク南部)では輸入炭のみを使用する方が経済的である。

3) その他の産業

上記以外の石炭の主たる消費者はタバコ乾燥を中心とする小規模の工業である。これらの産業で使用されている石炭あるいはリグナイトは、発電用よりも良質であるが、セメント用よりは劣る。小規模産業でリグナイトの利用が進まないのは以下の理由による。

- ・ リグナイトの輸送費が高いこと
- ・ 品質にバラツキがあると共に供給が不安定なこと
- ・ 燃料転換の際に費用がかかること
- ・ 貯蔵、灰の処分等の技術的な問題が未解決なこと

4) 家庭用燃料

タイ国では、家庭用燃料としてリグナイトは使用されていない。リグナイトが家庭用燃料として普及していない理由は以下の通りである。

- ・ リグナイトを通常の調理用こんろで燃やすと発煙・悪臭が著しいこと
- ・ リグナイト自体に自然発火の危険性が有ること
- ・ ブリケット化する場合でも、高価なカーボニゼーションプロセスを採用しないと無煙ブリケットを製造できないこと
- ・ L P Gあるいは電力は固形燃料に比較してはるかに扱い易いこと

しかし、安価に無煙あるいは煙の発生を減らしたブリケットが供給されれば、薪炭等の固形燃料を主として利用している消費者は、それを受け入れる下地は充分にある。

3-5-4 流通と販売

先にも述べた様に、タイ国の石炭の8割以上は山元で消費されている。従って、石炭の流通量は年間百万トン程度である。セメント工業用の石炭は、北部の炭鉱から中部のプラントへ輸送されている。タバコ乾燥用石炭は、北部の炭鉱からチェンマイ、チェンライ、ランパン等の葉タバコの産地に輸送されている。石炭の輸送方法は大部分がトラック輸送である。石炭の売買は、大口需要家の場合、生産者と消費者が直接行っている。石炭価格は、タバコ乾燥用のみが政府により規定されており、他は自由である。

3-6 石炭産業政策

タイ国のエネルギー政策の基本は、国産エネルギー資源の開発を行いエネルギーの自給率を高めることである。この政策の下、同国では天然ガスおよび石炭資源の開発・利用を促進してきた。同国の天然ガス資源は21世紀始めには枯渇すると見られており、石炭資源の開発・有効利用は益々重要度を増している。第6次5カ年計画においても、以下に示す理由から、石炭は開発を最も促進すべき国産エネルギー源であると位置づけられている。

- (1) 石炭資源の推定埋蔵量は石油換算で4億4,200万トンで、タイ国の国産エネルギー中最大である。
- (2) 石炭資源の開発費は石油・天然ガスに比較して安価である。また、技術的にタイ国が独力で開発が可能である。
- (3) リグナイトはタイ国の各地に賦存しており、同資源の開発により炭鉱周辺地域のエネルギー需要を満たすことが可能である。
- (4) タイ国の各地に散在しているリグナイト資源の開発により、地方の雇用機会の増大が期待される。

一方、表3-9に示した第6次5カ年計画における石炭利用に関する目標を達成するための具体的な対策は、以下の通りである。

- (1) 石炭資源の開発を促進する。その一環として、鉱物資源局(DMR)が13の有望炭田の探査を行う。
- (2) リグナイト焚火力発電所の建設を促進する。EGATのリグナイト焚発電所建設計画は、タイ北部のメモに、1997年までに10号機~19号機(合計300万kW)を増設することが認可されている。更に、リグナイト1.4億トンが新たに発見されたソクラン県に1995年以降4基(90万kW)の発電所を新設する計画が認可されている。
- (3) 石油・薪の代替としてリグナイトを工業用および地方における家庭用燃料として利用促進するための調査・研究を進める。
- (4) 政府の財政負担を軽減するために、民間企業のエネルギー部門への参加を推進する。
- (5) リグナイトの開発・利用に伴う環境汚染対策を行う。

3-7 森林資源

3-7-1 タイ国の森林の特徴

タイ国の森林資源の消滅は、表3-14に示すように顕著である。タイの森林面積は1961年には27万平方km(国土面積の53%)であったが、1988年には14万平方km(同28%)にすぎなくなった。すなわち、27年間に13万平方km(年平均4,800平方km)の森林が消失したことになる。

Table 3-14 Forest Area in Thailand, 1961-1988

(unit:%)

Area	1961	1973	1976	1978	1982	1985	1988
North	68.54	66.96	60.32	55.96	51.75	49.59	47.37
North East	41.90	30.01	24.57	18.49	15.33	15.15	14.03
South	41.89	26.07	28.46	24.89	23.25	21.90	20.69
Central	52.91	35.50	32.38	30.31	27.47	26.24	25.59
East	57.98	41.19	34.00	30.24	21.92	21.89	21.46
Whole Kingdom	53.33	43.21	38.07	34.15	30.52	29.05	28.03

Source : Royal Forest Department

3-7-2 森林の役割

熱帯の森林には、250~500万種の動植物が生息し、人類には林産物・食料・エネルギー・工業原料等を供給している。また、森林は以下に示すような経済上・環境上かけがえのない役割を果たしている。

(1) 気候の安定

熱帯森林は、地球気候に大きな影響を与えている。森林の気象への影響については、充分には解明されていない点が多いが、森林が地球気象の温暖化および安定化に多大な役割を果たしていることは明かである。森林の消失は降雨量の減少をもたらす、農業に大きな影響を与える。また、森林面積の減少に伴う空気中の二

酸化炭素レベルの増加は、「温室効果」により地球を温暖化し、極地の氷の溶解による海面の上昇をもたらす。

(2) 水の保持

自然あるいは自然に近い状態の森林は雨水を保持し、徐々に放水してゆく天然の貯水槽である。人類は森林により安定供給される水を農業用水・工業用水・飲料水・発電用水等として利用してきた。発展途上国の農民の40%以上は、森林の「スポンジ効果」に依存して生活していると言われている。また森林は、その保水力により、洪水と干ばつを防いでいる。森林が消失した地域では、洪水および干ばつによる被害が大きな社会問題となっている。

一方、海岸のマングローブ林は海洋生物に繁殖地を与えると共に、海岸線の侵食の防止にも役立っている。

(3) 土地の保護

熱帯森林は土地を風雨による風化から守り安定化する役割を果たしている。一般に熱帯の土地は崩れ易く、地味に劣り農耕にはあまり適していない。殆ど全ての養分は土中ではなく植物中にあると言える。森林の消失により、表土は直ちに劣化・流失し、農耕には不適の表土がむき出しになる。風化した土は河川に流入し水質を悪化させ、漁業にも被害を及ぼす。また、ダムに沈積しダムの寿命を縮める。

3-7-3 森林破壊の原因

タイ国の森林破壊の原因として以下の7項目が挙げられる。

開墾

薪炭供給

過剰伐採

社会基盤の整備

移民

鉱物資源の開発

えび養殖

3-7-4 森林保護

タイ国では、この四半世紀の間に森林の約50%を農地に開墾し、換金作物の栽培を推進し、稲作経済から多角化した農業経済への転換を図った。その結果、国民所得は大幅に向上し、農村部の雇用機会も増大した。しかし、森林の消失した地域では洪水、干ばつ、河川の汚濁等が大きな社会問題となり、森林保護対策の早急な実施が必要となっている。

タイ国の森林保護対策は、1960年制定の森林法(Forest Act)および1964年制定の国有林保存法(National Forest Reserve Act)に始まる。他の主要な法律には、1960年制定の野生動物保存・保護法(Wild Animals Reservation and Protection Act)、1961年制定の国立公園法(National Park Act)等がある。上記以外にも森林政策の基本となる政策、規定、法規等が定められている。例えば、各々の国家開発計画において森林保護の公約が掲げられている。第6次5カ年計画においては、以下の目標が掲げられている。

- (1) 国土の29%にまで減少した森林面積を40%に回復する。
- (2) 森林を保護林(Protected Forest)と生産林(Productive Forest)に分類し、前者を国土の15%に後者を国土の25%にまで回復する。
- (3) 森林保護に関する法規・規制を改訂し、民間の森林保護への参加を促進する。
- (4) 森林および森林産業育成のため、一貫した短期・中期・長期計画を作成する。
- (5) 上記の計画に沿って、森林行政のあり方を見直す。
- (6) 造林速度の向上を図るために新しい技術を導入する。
- (7) 森林資源の重要性を国民に広く知らせるキャンペーンを行う。

40%の森林面積を回復するための主要な対策は以下の通りである。

- (1) 保護林に関しては、国立公園・野生生物保護区・水源地区等を指定し、森林の保護を行う。
- (2) 生産林では、ユーカリ、アカシア等の成長の早い樹木の植林を行う。また植林を行った地域に対しては一定の条件の下に伐採を認める。
- (3) 保護林の近郊に居住している住民に一定のインセンティブを与え、他の地域に移住させ定住を促進する。
- (4) 1989年1月に、森林伐採を禁止した。

マングローブ林については、以下に示す対策をとっている。

- (1) 王室森林局は、薪炭を目的とするマングローブの伐採に対し一定の税金を課している。
- (2) 同じく王室森林局は、一定の地域について伐採権を認めると共に、再植林を義務づけている。
- (3) 鉱物の採掘を行う場合には、王室森林局（RFD）と鉱物資源局（DMR）にて検討を行い、採掘計画が妥当と判断された場合のみ、マングローブ林の伐採を許可する。植林地で小規模の採掘を行う際に、樹齢が2年未満の場合には、採掘者は保証料を支払わねばならない。一方、採掘が大規模で樹齢が2年以上の場合には、成木となるまで採掘を見合わせねばならない。
- (4) えびの養殖を行う場合は、漁業局の許可が下りた場合のみRFDが土地の使用を認める。もし、その土地が資源保護の観点から対策が必要な場合には、えびの養殖者は土地の使用料を支払うこととなっている。

3-8 本プロジェクトの意義と背景

タイ国は1950年代までは豊富な森林資源に恵まれていたが、最近では森林面積が急速に減少している。従来は、森林破壊の最大の原因は農地拡大を目的とする開墾であった。しかし、最近では燃料用薪炭の採取がその最大の原因である。森林が消失した地域では、洪水・山崩れ・干ばつによる被害が大きな社会問題となっている。こうした状況の下、タイ国政府は1989年1月に森林伐採を禁止する措置を打ち出した。しかし、燃料は生活必需品であるため、上記の政策が効果を上げる為には代替燃料の供給が不可欠である。

タイ国のエネルギー政策の基本は国内資源の開発を推進し、エネルギーの自給率を上げると共にエネルギー源の多様化を図ることである。とりわけ、資源量の豊富なリグナイトについては、積極的に開発・利用を進めていく方針である。

リグナイトの有効利用の一環として、タイ国では家庭用・小規模工業用のリグナイトブリケットの研究・開発が推進されてきた。しかし、タイ国で試作されたリグナイトブリケットは、何れも発煙・刺激臭・強度等の問題が未解決のまま、普及するに至っていない。カーボニゼーションプロセスを用いた無煙ブリケットの生産も一部で行われているが、価格面で、薪炭を代替できる状況にはない。

一方、タイ国は農業国であり、農産物から年間5,000万トン以上の農業廃棄物が得られる。同国では、農業廃棄物用の高効率燃焼器の開発・普及をはじめ農業廃棄物の利用を推し進めているが、燃料として利用されているのは僅か20%程度である。

以上の状況を鑑みると、日本の技術を用いてタイ国のリグナイトから、性能と価格の両面で薪炭に代替可能な家庭用および小規模工業用燃料を製造し、国内に広く供給することは、エネルギー政策・森林保護政策上、極めて有意義なことである。また、本計画は、副原料としてバイオマスを使用するので、未利用資源の有効利用の立場からも意義深い計画である。