

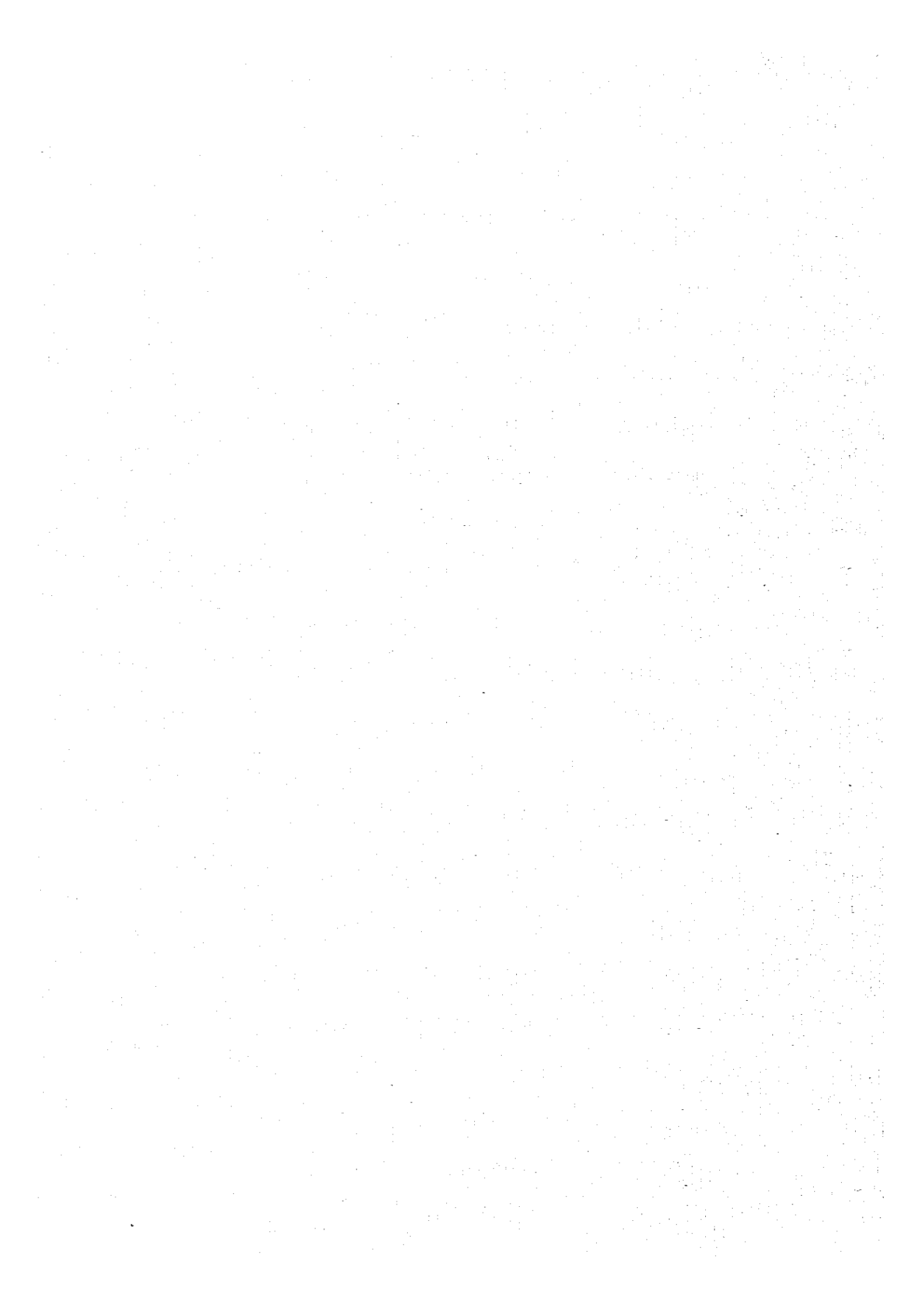
タイ王国
潤滑油製造プラント
建設計画調査
報告書

1984年12月

国際協力事業団

設計室

84-173 (1/2)



JICA LIBRARY



1030866[6]

タイ王国
潤滑油製造プラント
建設計画調査
報告書

1984年12月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入
月日 '85. 1. 22

122

登録No. 11041

685

MPI

はしがき

日本政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国の潤滑油製造プラント建設計画に係るフィージビリティ調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、三上良徳氏を団長とする調査団を昭和59年2月19日から3月17日まで現地へ派遣し、フィージビリティ調査に必要な試料および資料の収集を行うと共にタイ王国政府関係者との協議を行った。

同調査団は、タイ王国政府関係機関の全面的な協力を得て、きわめて円滑に調査を行うことができた帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書提出の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与し、かつ同国と我が国との友好関係の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、今回の調査の実施に際し多大なご協力をいただいたタイ王国政府関係者、在タイ王国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対して厚くお礼を申し上げます。

昭和59年12月

国際協力事業団

総裁 有田 圭祐

GLOSSARY

Base oil	means "lube base oil" in this document which is a raw material and major component of lubricating oil.
Base oil plant	this term is used interchangeably with "lube base oil plant" or "lubricating oil refinery" which produces base oil.
Consultant, the	Ad hoc team formed to undertake the feasibility study on the Project under the name of JICA, or parent organizations of such team's members.
Lube oil	a final product of base oil blended with various kinds of additives for different purposes. Short form of "lubricating oil".
Plant, the	the base oil plant specifically planned by NEA and for which the Consultant is studying from technical, financial and other aspects.
Project, the	Overall project including planning, design, construction, operation, etc. related to the plant.
S/W	"Scope of Work" which is a written scope of feasibility study on the lubricating oil refining project contained in the agreement between NEA and JICA.

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

Unit and Conversion

mm	Millimeter
cm	Centimeter
m	Meter
km	Kilometer
in	Inch (1 in = 2.54cm)
ft	Foot (pl. feet)(1 ft = 0.305m)
cm ²	Square centimeter
m ²	Square meter
ha	Hectare (1 ha = 10,000m ² = 2.471acres)
ft ²	Square foot (1 ft ² = 0.0929m ²)
Rai	(1 Rai = 1,600m ²)

m^3	Cubic meter
Nm^3	Normal cubic meter
MMm^3	Million cubic meters
ft^3 , cu ft, cft	Cubic foot (1 ft^3 = 0.0283 m^3)
SCF	Standard cubic foot
MMSCF	Million standard cubic feet
l	Liter
kl	Kiloliter
gal	Gallon (1 British gallon = 4.546liters, 1 U.S. gallon = 3.785liters)
bbl	Barrel (1 barrel = 42 U.S. gallons)
g	Gram
kg	Kilogram
t, T, ton, Ton	Metric ton
lb(s)	Pound (1 lb = 0.454kg)
LMT	Liquid metric ton (50% aqueous solution of caustic soda)
sec	Second
min	Minute
h, hr, Hr	Hour
d, D	Day
m, M	Month
y, Y	Year
$^{\circ}C$	Degree centigrade
$^{\circ}F$	Degree fahrenheit
cal	Calorie
Kcal, K cal	Kilo calorie
BTU, Btu	British thermal unit (1 BTU = 0.252 K cal)
MMBTU, MMBtu	Million British thermal units
LHV	Low heating value
HHV	High heating value
A	Ampere
V	Volt
W	Watt
kW	Kilowatt
MW	Megawatt

kVA	Kilo-volt ampere
mVA	Mega-volt ampere
kWh, kWh	Kilowatt-hour
mWh, mWh	Megawatt-hour
HP	Horsepower
%	Percent
ppm	Parts per million
g/Nm³	Gram per normal cubic meter
pH, PH	Hydrogen ion concentration
kg/cm²	Kilogram per square centimeter
lb/in²	pounds per square inch
mmAq	mm aqua (= water)
t/d, ton/day, T/D	Tons per day
t/y, ton/year, MTA, MT/Y, T/Y	Tons per year
MMSCFD, MMscfd	Million standard cubic feet per day
BPCD	Barrels per calendar day
BPSD	Barrels per stream day
TPCD	Tons per calendar day
TPSD	Tons per stream day
MD	Man days
F/Ton, F/T	Freight tons
SCF/Bbl	Standard cubic feet per barrel

Technical Terms

HDPE	High density polyethylene
LDPE	Low density polyethylene
PP	Polypropylene
PVC	Polyvinyl chloride
VCM	Vinyl chloride monomer
LNG	Liquefied natural gas
LPG	Liquefied petroleum gas
NG	Natural gas
BPW	Boiler Feed Water
BS	Bright Stock
CTW	Cooling Tower Water

DAO	Deasphalted Oil	1074
EFO	Equivalent of Fuel Oil	1076
E.P.C.	Engineering, Procurement and Construction	1072
Flash Point (COC)	Flash Point (Cleveland Open Cup)	1078
H/C	Hydrocracking	108
H/F	Hydrofinishing	108
LVGO	Light Vacuum Gas Oil	1080
MEK	Methyl-Ethyl-Ketone	1082
MM	Millions of Man-Months	1084
NMP	N-Methyl-2-Pyrrolidone	1086
PDA	Propane Deasphalting	1088
S. Wax	Slack Wax	1090
T/C	Thermalcracking	1092
V/B	Visbreaking	1094
VGO	Vacuum Gas Oil	1096
VI	Viscosity Index	1098
VR	Vacuum Residue	1100
WWT	Waste Water Treating	1102
60 N	60 Neutral Base Oil	1104
150 N	150 Neutral Base Oil	1106
300 N	300 Neutral Base Oil	1108
500 N	500 Neutral Base Oil	1110
150 BS	150 Bright Stock Base Oil	1112
140 P	140 Paraffin	1114
150 P	150 Paraffin	1116

Financial and Economic Terms

DCF	Discounted cash flow	1118
IRR, IRROI	Internal rate of return on investment	1120
EIRR, EIRROI	Economic internal rate of return on investment	1122
FIRR, FIRROI	Financial internal rate of return on investment	1124
IRROE	Internal rate of return on equity	1126
GDP	Gross domestic product	1128
GDPR	Real gross domestic product	1130
GNP	Gross national product	1132
C&F	Cost and freight	1134
CIF	Cost, insurance and freight	1136

FOB Free on board
EMP Energy Master Plan

Exchange Rate

Baht Thailand Baht (1 U.S. dollar = 23 Baht)
\$, U.S.\$, U.S. dollar
yen Japanese yen (1 U.S. dollar = 230 yen)

Organization and Company

NEA National Energy Administration
GOT The Government of Thailand
PTT Petroleum Authority of Thailand
BOI Office of the Board of Investment
NESDB Office of the National Economic and Social
Development Board
DTEC Department of Technical and Economic Cooperation
MOI Ministry of Industry
EGAT Electricity Generating Authority of Thailand
PEA Provincial Electricity Authority
NEB National Environmental Board of Thailand
PAT Port Authority of Thailand
MOR Military Oil Refinery in Bangehak (= Bangehak
Refinery)
TORC Thai Oil Refinery
ESSO Esso Refinery
JICA Japan International Cooperation Agency
JETRO Japan External Trade Organization
FDA The U.S. Food and Drug Administration
OPEC Organization of Petroleum Exporting Countries

タイ王国
潤滑油製造プラント
建設計画調査
報告書

目 次

はしがき

略語および換算表

第Ⅰ編 序論（計画の背景とその概要）

第1章	計画の背景	I-1
第2章	調査の目的とその範囲	I-2
第3章	調査の実施要領と概要	I-5
第4章	タイ王国の経済的環境	I-14
4-1	タイ国経済	I-14
4-2	タイ国工業開発の現状と予測	I-15

第Ⅱ編 タイ王国潤滑油基油市場調査

第1章	タイ王国内潤滑油の需要と供給の現状	II-1
1-1	タイ国潤滑油輸入統計からの調査	II-1
1-2	ブレンダー会社の調査	II-3
1-3	潤滑油消費者からの市場調査	II-4
1-4	1983年タイ国潤滑油市場調査のまとめ	II-4
第2章	潤滑油の品質別需要量	II-6
第3章	タイ王国潤滑油の将来需要予測	II-7
3-1	マクロの予測	II-7
3-2	ミクロの予測	II-7
3-3	1993年の潤滑油（基油ベース）の予測	II-8
第4章	原油および潤滑油基油を含む石油製品価格	II-11
4-1	原油価格の予測	II-11
4-2	石油製品価格の予測	II-11
4-3	潤滑油基油価格の予測	II-14
第5章	タイ王国石油精製工業	II-16
5-1	タイ国石油製品の需要と供給	II-16
5-2	タイ国原油輸入の現状と将来予測	II-18

第6章	パラフィン・ワックスおよびアスファルトの需要予測	II-20
6-1	パラフィン・ワックスの需要予測	II-20
6-2	アスファルトの需要予測	II-21
第7章	基油および潤滑油の流通機構	II-23
第8章	世界的な潤滑油需要・供給予測	II-24
8-1	潤滑油の世界的需要予測	II-24
8-2	潤滑油の世界的供給予測	II-25
8-3	潤滑油の世界的需給予測	II-25
8-4	合成潤滑油の需要	II-26
8-5	ナフテン基潤滑油	II-26
8-6	廃潤滑油の再生	II-27

第Ⅲ編 プラントの基本計画

第1章	計画要件の検討	III-1
1-1	原油の選定	III-1
1-2	製品種と生産量	III-3
1-3	製品規格	III-4
1-4	精製形態の検討	III-6
1-4-1	従来型精製形態	III-6
1-4-2	水素化精製形態	III-8
1-4-3	精製形態の選定	III-8
1-5	プロセスの選択	III-9
1-5-1	減圧蒸留	III-10
1-5-2	プロパン脱臭	III-10
1-5-3	フルフラーム抽出	III-11
1-5-4	水素仕上げ	III-12
1-5-5	MEK脱臭	III-12
1-6	既存製油所の現在の設備と将来の計画	III-14
1-6-1	パンチャック製油所	III-14
1-6-2	TORC製油所	III-15
1-6-3	BSSO製油所	III-16
1-7	プラント立地場所	III-16

第2章	検討ケースの設立	III-18
2-1	プラントサイトの設定	III-18
2-2	事業主体者の設定	III-18
2-3	付帯プロセスユニット	III-19
2-4	検討ケース	III-19
第3章	潤滑油基油精製スキーム	III-20
3-1	精製スキーム	III-20
3-1-1	基油精製スキーム	III-20
3-1-2	副生品処理スキーム	III-22
3-2	製品と性状	III-24
3-3	精製装置設備能力	III-26
第4章	潤滑油プラントと既存製油所との組合せ	III-27
4-1	パンチャック製油所ケース	III-27
4-2	TORC製油所ケース	III-27
4-3	ESSO製油所ケース	III-27
第5章	設備の概要	III-29
5-1	設計基本条件	III-29
5-1-1	規格および基準	III-29
5-1-2	省エネルギー対策	III-29
5-1-3	環境対策	III-30
5-2	プラントサイトの検討	III-30
5-2-1	プラントサイトの選定	III-30
5-2-2	産業基盤の整備状況	III-31
5-2-3	候補地の状況	III-31
5-3	プロセス装置主要機器	III-32
5-4	オフサイト主要設備	III-33
5-4-1	タンク設備	III-33
5-4-2	製品出荷設備	III-35
5-4-3	インターコネクティング・パイプライン	III-36
5-4-4	混合設備	III-37
5-4-5	ワックス・モルディング・パッキング装置	III-37
5-4-6	消火設備	III-38
5-4-7	排水処理設備	III-38

5-4-8	フレアー・ブローダウン設備	III-38
5-4-9	建家	III-38
5-5	用役設備	III-39
5-6	公害防止設備	III-40
5-7	全体配置計画	III-41
5-8	建設遂行計画	III-42

第IV編 本計画所要資金見積および資金調達計画

第1章	総所要資金見積	IV-1
1-1	所要資金見積の主要前提条件	IV-1
1-1-1	計画代替案	IV-1
1-1-2	計画実施スケジュール	IV-1
1-1-3	通貨および交換レート	IV-2
1-1-4	価格エスカレーション	IV-2
1-1-5	所要資金見積基準日	IV-6
1-1-6	見積予備費 (Physical Contingency)	IV-6
1-1-7	計画実施の契約型態	IV-7
1-1-8	租税および関税	IV-7
1-2	基準見積	IV-9
1-2-1	用地取得および土地造成費用	IV-9
1-2-2	設備建設費用	IV-10
1-2-3	操業前費用 (操業開始費用を含む)	IV-10
1-2-4	運転資本金	IV-12
1-2-5	建設期間中金利	IV-12
1-2-6	総所要資金見積	IV-13
第2章	資金調達計画	IV-14
2-1	借入資本—自己資本比率	IV-14
2-2	長期借入金の融資条件	IV-14
2-3	短期借入金融資条件	IV-14
第3章	操業計画	IV-15
3-1	主要前提条件	IV-15
3-1-1	管理体制および組織	IV-15
3-1-2	供給品および製品の受渡し、決済条件	IV-15

3-1-3 操業方式および標準操業日数	IV-16
3-2 生産・在庫および収入計画	IV-16
3-2-1 生産計画	IV-16
3-2-2 在庫計画	IV-16
3-2-3 製品販売価格	IV-17
3-3 操業費用	IV-18
3-3-1 変動費	IV-18
3-3-2 固定費	IV-19
3-3-3 他の財務項目	IV-21

第V編 財務、経済分析および評価

第1章 財務分析	V-1
1-1 総論	V-1
1-2 財務分析の主要前提条件	V-2
1-2-1 計画の経済寿命	V-2
1-2-2 財務諸表の価格基準	V-2
1-2-3 財務分析の方法	V-2
1-3 財務分析の結果	V-2
1-3-1 財務的内部収益率(FIRR)	V-3
1-3-2 感度分析	V-3
1-3-3 諸財務指標	V-3
1-3-4 製造原価分析	V-3
1-4 主要財務指標評価(パンチャック-A ケース)	V-3
1-4-1 収益性分析	V-3
1-4-2 財務的安定性の解析	V-4
1-4-3 分岐点分析	V-4
第2章 経済分析	V-6
2-1 総論	V-6
2-2 直接経済費用便益分析	V-6
2-2-1 主要前提条件	V-6
2-2-2 直接経済便益	V-7
2-2-3 直接経済費用	V-7
2-2-4 経済的内部収益率(BIRROI)	V-7

2-2-5	経済的純現在価値 (ENPV)	V-8
2-2-6	経済的内部収益率および純現在価値	V-8
2-3	その他経済便益の評価	V-10
2-3-1	外貨節約効果	V-10
2-3-2	雇用機会の創出	V-10
2-3-3	付加価値効果	V-10
2-3-4	地域開発への貢献	V-10
2-3-5	工業技術移転効果	V-10
2-3-6	他の工業への影響	V-10
第3章	財務・経済分析の結論および所見	V-11
3-1	財務分析	V-11
3-2	経済分析	V-12
第4章	選択ケースの追加的検討	V-13
4-1	感度分析 (パンチャック-B・シラチャー-B)	V-13
4-1-1	金利率	V-13
4-1-2	基油販売価格	V-13
4-1-3	重油/常圧残油価格	V-14
4-1-4	操業率	V-15
4-1-5	感度分析の結果	V-15
4-2	代替条件によるケース・スタディ (パンチャック-B・シラチャー-B)	V-15
4-2-1	エスカレーション率の代替ケース	V-15
4-2-2	優遇税制措置適用ケース	V-16
4-2-3	ケース・スタディの結果	V-17
4-3	重油価格変動の影響	V-17
4-4	潤滑基油プラント設立による“製油所全体としての重油生産減少の効果” と“タイ国における重油過剰問題解決の効果”	V-18

LIST OF TABLES

		Page
Table I-1	GDP GROWTH RATE - TARGET AND ACHIEVEMENT (First - 4th Plan)	I-19
Table I-2	GDPR (Estimated by NESDB dated 2/March/1982) ...	I-20
Table II-1	LUBRICATING OIL, BASE OIL AND ADDITIVE: IMPORT, EXPORT, PRODUCTION AND CONSUMPTION PAST RECORD	II-29
Table II-2	REQUIRED BASE OIL BY EACH YEAR FROM 1973 TO 1983	II-31
Table II-3	QUANTITY OF ENGINE OIL FOR VEHICLES	II-32
Table II-4	QUANTITY OF GEAR OIL FOR VEHICLES	II-33
Table II-5	LUBRICATING OIL CONSUMPTION FOR INDUSTRY	II-34
Table II-6	BASE OIL PATTERN CALCULATED FROM ANSWER FOR QUESTIONNAIRE TO LUBE BLENDER	II-35
Table II-7	DEMAND OF GASOLINE AND DIESEL OIL	II-36
Table II-7-1	PAST CONSUMPTION OF GASOLINE AND DIESEL OIL FOR TRANSPORTATION AND COMMUNICATION	II-36
Table II-7-2	DEMAND FORECAST OF GASOLINE AND DIESEL OIL FOR TRANSPORTATION AND COMMUNICATION (CALCULATED TO EMP CASE 1)	II-36
Table II-8	GDPR GROWTH RATE ESTIMATED BY MACRO-ECONOMIC MODEL	II-37
Table II-8-1	PAST GROWTH IN REAL TERM AT 1972	II-37
Table II-8-2	ESTIMATED GDPR AS OF 1972	II-37
Table II-9	GROWTH RATE BY MACRO-ECONOMIC MODEL	II-38
Table II-10	PETROLEUM PRODUCT THAI EX-REFINRY PRICES (1975-1983)	II-39
Table II-11	PROJECTED PETROLEUM PRODUCT PRICES IN THAILAND (1984 - 2010)	II-40

	Page
Table II-12	RATIO OF PETROLEUM PRODUCT PRICES TO ARABIAN LIGHT FOB PRICE (1975 - 2010) II-42
Table II-13	BASE OIL PRICES/FOB SINGAPORE (1979 - 1984) II-43
Table II-14	PROJECTED BASE OIL PRICES/CIF THAILAND (1984 - 2010) II-44
Table II-15	REFINERY PRODUCTION, IMPORTS AND CONSUMPTION OF PETROLEUM PRODUCTS II-45
Table II-16	ENERGY DEMAND TABLE II-46
Table II-17	DEMAND FOR PETROLEUM PRODUCTS DERIVED FROM EMP .. II-47
Table II-18	CRUDE OIL TOPPING CAPACITY II-48
Table II-19	REFINERY UNIT CAPACITIES IN 1987 AND 1991 II-48
Table II-20	DEMAND/SUPPLY BALANCE OF PETROLEUM PRODUCTS II-49
Table II-21	VARIOUS TYPES OF CRUDE OIL IMPORTED BY SOURCES AND REFINED BY LOCAL REFINERIES 1982 II-50
Table II-22	PRODUCTION FORECAST OF MAJOR CRUDE OIL IN THE FREE WORLD II-51
Table II-23	PARAFFIN WAX IMPORTED (CIF VALUES) II-52
Table II-24	LUBE OIL BLENDERS IN THAILAND II-53
Table II-25	PAST AND PROJECT FREE WORLD ENERGY AND LUBE DEMAND II-54
Table II-26	RESULTS AND FORECAST OF NET GDP (GROSS DOMESTIC PRODUCT) GROWTH RATE II-55
Table II-27	PROJECTED FREE WORLD BASE LUBE DEMAND II-56
Table II-28	ASIA/AUSTRALIA LUBE OIL DEMAND II-57
Table II-29	FREE WORLD BASE OIL SUPPLY 1980 - 1990 II-58
Table II-30	CAPACITY FORECAST OF SAUDI ARABIAN PLANTS II-59
Table II-31	INCREMENT CAPACITY OF LUBE OIL PLANTS AS OF JUNE 1984 II-60
Table II-32	FREE WORLD LUBE OIL (INCLUDING GREASE) OUTPUT, IMPORT, EXPORT, APPARENT CONSUMPTION 1980 II-61

	Page
Table II-33	WORLD-WIDE LUBE DEMAND AND SUPPLY FORECAST II-62
Table II-34	FREE WORLD BASE OIL SUPPLY - DEMAND BALANCE 1980-1990 II-63
Table II-35	ASIA/AUSTRALIA LUBE OIL SUPPLY AND DEMAND FORECAST II-64
Table II-36	ESTIMATED DEMAND FOR SYNTHETIC LUBRICANTS IN THE U.S.A. II-65
Table II-37	SYNLUBES HELP SOLVE ENERGY, OPERATIONAL AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS II-65
Table II-38	FREE WORLD ESTIMATED NAPHTHENIC LUBE OIL DEMAND . II-66
Table II-39	ESTIMATED FREE WORLD CAPACITY FOR NAPHTHENIC LUBE OILS II-66
Table III-1	PRODUCT SPECIFICATION OF BASE OILS III-45
Table III-2	PRODUCT SPECIFICATION OF BY-PRODUCTS III-46
Table III-3	EXAMPLE OF ECONOMIC COMPARISON BY REFINING SCHEME III-47
Table III-4	CRUDE RUN AND PETROLEUM DERIVATIVES PRODUCED BY REFINERIES III-48
Table III-5	MOR BANGCHAK REFINERY UNIT CAPACITY (EXISTING) .. III-49
Table III-6	HYDROGEN BALANCE OF BANGCHAK REFINERY III-50
Table III-7	MOR BANGCHAK REFINERY UNIT CAPACITY (AFTER DEBOTTLENECKING) III-51
Table III-8	TORC SRI RACHA UNIT CAPACITY (EXPANSION) III-52
Table III-9	TORC SRI RACHA UNIT CAPACITY (EXISTING) III-53
Table III-10	ESSO REFINERY UNIT CAPACITY (EXISTING) III-54
Table III-11	ESSO REFINERY UNIT CAPACITY (AFTER DEBOTTLENECKING) III-54
Table III-12	CASE DEFINITION III-55
Table III-13	SUMMARY OF FEEDSTOCK AND PRODUCTS III-56
Table III-14	BASE OILS QUALITIES SUMMARY III-57

	Page
Table III-15 BY-PRODUCTS QUALITIES SUMMARY	III-58
Table III-16 INSTALLED CAPACITIES OF PROCESS UNITS	III-61
Table III-17 ASSUMED OPERATION CYCLE	III-62
Table III-18 TANKAGE SUMMARY	III-63
Table III-19 BUILDING PLAN	III-64
Table III-20 UTILITY BALANCE (BANGCHAK-A CASE)	III-65
Table III-21 UTILITY BALANCE (SRI RACHA-A CASE)	III-66
Table III-22 SUMMARY OF UTILITY REQUIREMENTS	III-67
Table III-23 INSTALLATION SUMMARY OF UTILITY FACILITIES	III-68
Table III-24 SOURCE AND CONTROL OF WASTE FROM LUBE BASE OIL REFINERY	III-69
Table III-25 REQUIRED AREA FOR CONSTRUCTION	III-72
Table III-26 MANPOWER MOBILIZATION	III-73
Table IV-1 TYPE OF CONTRACTS FOR PROJECT IMPLEMENTATION ...	IV-23
Table IV-2 BASE COST ESTIMATE FOR PLANT CONSTRUCTION COST ..	IV-24
Table IV-3 PREOPERATIONAL EXPENSES SUMMARY	IV-25
Table IV-4 PREOPERATIONAL EXPENSES	IV-26
Table IV-5 WORKING CAPITAL	IV-27
Table IV-6 INVENTORY SCHEDULE OF FEEDS, INTERMEDIATES AND PRODUCTS (CAPACITY OF STORAGES)	IV-28
Table IV-7 INVENTORY OF OTHER CONSUMABLES (MID. '91) (BANGCHAK CASE)	IV-29
Table IV-8 INVENTORY OF OTHER CONSUMABLES (MID. '91) (SRI RACHA CASE)	IV-30
Table IV-9 ACCOUNT PAYABLE/RECEIVABLE	IV-31
Table IV-10 TOTAL PROJECT COST (SUMMARY)	IV-32
Table IV-11 PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (BANGCHAK-A)	IV-33

	Page
Table IV-12	PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (BANGCHAK-B) IV-34
Table IV-13	PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (SRI RACHA-A) IV-35
Table IV-14	PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (SRI RACHA-B) IV-36
Table IV-15	PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (BANGCHAK-AX) IV-37
Table IV-16	PROJECT COST DISBURSEMENT SCHEDULE (BANGCHAK-AY) IV-38
Table IV-17	PRODUCTION CAPACITY IV-39
Table IV-18	RAW MATERIAL AND PRODUCTS - PRODUCTION CAPACITY AND INVENTORY IV-40
Table IV-19	INVENTORY OF CONSUMABLE IV-41
Table IV-20	CONSUMPTION FIGURE OF VARIABLE COST ITEMS IV-42
Table IV-21	DIRECT LABOR COST (1991) IV-43
Table V-1	SENSITIVITY ANALYSIS (BANGCHAK-A) V-21
Table V-2	PRODUCTION COST ANALYSIS (BASE CASE) V-22
Table V-3	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS (BANGCHAK-A CASE) V-23
Table V-4	ECONOMIC UNIT PRICE OF LONG RESIDUE & PRODUCTS .. V-24
Table V-5	ECONOMIC PROJECT COST (BANGCHAK A AND B) V-25
Table V-6	ECONOMIC PROJECT COST (SRI RACHA A AND B) V-26
Table V-7	ECONOMIC PROJECT COST (BANGCHAK AX AND AY) V-27
Table V-8	ECONOMIC OPERATING COSTS/PRODUCTS V-28
Table V-9	FINANCIAL DATA ON MONEY MARKET V-29
Table V-10	FOREIGN EXCHANGE BALANCE (BASE CASE) V-30
Table V-11	VALUE ADDED AND VALUE ADDED CO-EFFICIENT (BANGCHAK-A) V-31
Table V-12	FOR SENSITIVITY ANALYSIS ON OPERATIONAL RATE ... V-32

	Page
Table V-13	RESULT OF SENSITIVITY ANALYSIS (BANGCHAK-B) ... V-33
Table V-14	RESULT OF SENSITIVITY ANALYSIS (SRI RACHA-B) ... V-34
Table V-15	PROJECT COST (BANGCHAK-B) (ALT. ESCALATION RATES) V-35
Table V-16	PROJECT COST (SRI RACHA-B) (ALT. ESCALATION RATES) V-36
Table V-17	PROJECT COST (BANGCHAK-B) (TAX INCENTIVE CASE) .. V-37
Table V-18	PROJECT COST (SRI RACHA-B) (TAX INCENTIVE CASE) V V-38
Table V-19	RESULT OF CASE STUDY (BANGCHAK-B) AND (SRI RACHA-B) V-39
Table V-20	EFFECT OF F/O PRICE VARIATION TO F.E. SAVING ... V-40
Table V-21	COMPARISON OF PRODUCTIS CONVERTED FROM TOTAL LONG RESIDUE V-41

LIST OF FIGURES

		Page
Figure I-1	MARKETING SCHEME OF LUBE OIL AND BASE OIL	I-21
Figure II-1	A DISTRIBUTION AND SALES MECHANISM FOR THE LUBRICATING OIL AND BASE OIL IN THAILAND	II-67
Figure II-2	CRUDE OIL PRICE FORECAST	II-68
Figure II-3	CHARACTERISTIC OF CRUDE OIL PRICE	II-69
Figure II-4	SALABLE PRODUCTS FROM LUBE COMPLEX (BANGCHAK CASE)	II-70
Figure II-5	SALABLE PRODUCTS FROM LUBE COMPLEX (SRI RACHA CASE)	II-71
Figure II-6	DEMAND/SUPPLY FORECAST FOR PETROLEUM PRODUCTS	II-72
Figure II-7	WAX CONSUMPTION IN THAILAND	II-73
Figure II-8	MAP FOR LUBRICATING OIL FACTORIES IN BANGKOK AREA	II-74
Figure II-9	USED LUBE OILS REREFINING COMPARATIVE YIELDS ..	II-75
Figure III-1	BLOCK FLOW DIAGRAM OF CONVENTIONAL SCHEME	III-74
Figure III-2	BLOCK FLOW DIAGRAM OF HYDROTREATING SCHEME ...	III-75
Figure III-3	BANGCHAK REFINERY FLOW DIAGRAM	III-76
Figure III-4	TORC REFINERY FLOW DIAGRAM	III-77
Figure III-5	ESSO REFINERY FLOW DIAGRAM	III-78
Figure III-6	BLOCK FLOW DIAGRAM OF LUBE PLANT (BANGCHAK-A CASE)	III-79
Figure III-7	BLOCK FLOW DIAGRAM OF LUBE PLANT (SRI RACHA-A CASE)	III-80
Figure III-8	BLOCK FLOW DIAGRAM OF LUBE PLANT (BANGCHAK-AX CASE)	III-81

	Page
Figure III-9	BLOCK FLOW DIAGRAM OF LUBE PLANT (BANGCHAK-AY CASE) III-82
Figure III-10	BANGCHAK REFINERY COMBINATION BETWEEN LUBE COMPLEX AND FUEL REFINERY III-83
Figure III-11	SRI RACHA REFINERY COMBINATION BETWEEN LUBE COMPLEX AND FUEL REFINERY III-84
Figure III-12	SALABLE PRODUCTS FROM LUBE COMPLEX (SRI RACHA CASE) III-85
Figure III-13	RDC III-86
Figure III-14	ROTARY VACUUM FILTER III-86
Figure III-15	TANK FLOW DIAGRAM (BANGCHAK-A CASE) III-87
Figure III-16	TANK FLOW DIAGRAM (SRI RACHA-A CASE) III-88
Figure III-17	WATER SYSTEM (BANGCHAK CASE) III-89
Figure III-18	WATER SYSTEM (SRI RACHA CASE) III-90
Figure III-19	BLOCK FLOW DIAGRAM OF WASTER EFFLUENT SYSTEM . III-91
Figure III-20-1	GENERAL PLOT PLAN III-92
Figure III-20-2	PLOT PLAN FOR LUBE OIL PLANT (BANGCHAK-B) .. III-93
Figure III-21	PROJECT CONSTRUCTION SCHEDULE OF THAI LUBE BASE OIL PROJECT III-94
Figure III-22	SHIPPING SCHEDULE III-95
Figure III-23	CONSTRUCTION SUPERVISORY FORCE MOBILIZATION PLAN III-96
Figure III-24	CONSTRUCTION LABOR MOBILIZATION PLAN III-97
Figure III-25	HONE OFFICE ORGANIZATION III-98
Figure III-26	FIELD ORGANIZATION III-99
Figure IV-1	PROJECT IMPLEMENTATION MASTER SCHEDULE FOR THAI LUBE BASE OIL PROJECT IV-44
Figure IV-2	PROJECT CONSTRUCTION SCHEDULE OF THAI LUBE BASE OIL PROJECT IV-45
Figure IV-3	MANAGEMENT & STAFF IV-46

	Page
Figure IV-4	GENERAL AFFAIRS IV-47
Figure IV-5	TECHNICAL SERVICE IV-48
Figure IV-6	MAINTENANCE IV-49
Figure IV-7	PRODUCTION IV-50
Figure V-1	SENSITIVITY CURVE BANGCHAK-A (CURRENT TERM) .. V-42
Figure V-2	SENSITIVITY CURVE BANGCHAK-A (REAL TERM) V-43
Figure V-3	HISTORICAL CALL RATE (BANGKOK BANK) V-44
Figure V-4	SENSITIVITY CURVE (BANGCHAK-B CURRENT TERM) .. V-45
Figure V-5	SENSITIVITY CURVE (BANGCHAK-B REAL TERM) V-46
Figure V-6	MATERIAL BALANCE AROUND BOTTOM TREATING SECTION (BANGCHAK CASE) V-47
Figure V-7	MATERIAL BALANCE AROUND BOTTOM TREATING SECTION (SRI RACHA CASE) V-48

第 I 編

序論（計画の背景とその概要）

第1章 計画の背景

第2章 調査の目的とその範囲

第3章 調査の実施要領と概要

第4章 タイ王国の経済的環境

第I編 序論(計画の背景とその概要)

第1章 計画の背景

タイ国は1981年潤滑油17万klを消費しているにもかかわらず潤滑油用基油生産プラントを持っていない。一方、基油生産の原料である重油はジャム湾での天然ガスの産出とその利用により需要減少し過剰になることが予想されている。

このためタイ国政府としては過剰重油対策と潤滑油(基油も含め)輸入外貨の節約のため潤滑油基油プラントの企業化可能性調査を日本政府に要請し、日本政府はその要請をうけて国際協力事業団が調査を実施することになった。

第2章 調査の目的とその範囲

調査の目的はタイ国における潤滑油用基油プロジェクトについて技術的、経済的および財務的観点から検討を行い、フィジビリティスタディのレポートを作成することを目的とする。

調査の範囲、内容は下記の通り。

(1) プロジェクトの背景調査

- 1) タイ国経済
- 2) 工業開発の現状と予測
- 3) 石油産業の現状と予測
- 4) 関連法と規則

(2) 潤滑油市場調査

- 1) 世界的な需給の動向
- 2) タイ国の消費傾向
- 3) 輸入状況と価格
- 4) 分野別の需要（自動車、工業用等）
- 5) 基油および製品の流通機構
- 6) 需給の将来予測

(3) 原油調査（各社別処理原油—潤滑油用）

- 1) 使用原油のタイプ
- 2) 原油供給の動向（生産、性状、価格）
- 3) 供給の将来予測

(4) サイト調査

- 1) サイトおよび周辺地域の自然条件（気象、地質、地震等）
- 2) 用途およびインフラストラクチャー
- 3) 地域開発計画
- 4) サイトの比較
- 5) サイトの選定

TORC BSSO、パンチャック製油所に隣接する場合と分離する場合

(注) サイト候補地はNEAが提示する。

(5) 基本計画と概念設計

- 1) 最遠原料油の選定
- 2) 生産する基油の種類を選定と生産量の決定
- 3) プロセスの決定
- 4) プロセス代替案
- 5) 基本的諸元の決定
- 6) プロセス フローシート
- 7) 主要プラントおよび付属施設のレイアウト
- 8) プラント建設のための資機材輸送計画
- 9) 建設コスト
- 10) 建設計画
- 11) 建設と操業のための組織人員配置計画

(6) 環境対策

潤滑油製造プラントがサイトおよびその周辺に及ぼす影響

(7) 財務分析

- 1) 所要総資本
 - イ. 固定資本(用地費, 設備建設費, 操業前費用, 建設期間中金利等)
 - ロ. 初期運転資金
 - ハ. 資金運用計画
- 2) 資金調達計画
- 3) 生産コスト
- 4) 損益計算書
- 5) 貸借対照表
- 6) 財務諸表の作成
- 7) 内部収益率の算出

(8) 感度分析

- 1) 投資コスト
- 2) 重油価格

3) 金利

4) 販売価格

(9) 結論及び勧告

第3章 調査の実施要領と概要

タイ国国家エネルギー庁（NEA）と協力して上記調査目的および調査範囲に基づいて下記スケジュールで実施した。

- (1) 現地調査に先立って基油を輸入して添加剤を混合して潤滑油を生産販売しているブレンダー会社および潤滑油需要者（各産業の代表者）に対して、NEAを通じてアンケートを配布し、回答を調査団がタイ国滞在中に回収した。
- (2) 調査団の第一次は2月19日にタイ国を訪問しNEAとの間で調査の方法および工程について打合せを行った。
- (3) 第二次調査団も2月26日タイ国に到着して第一次調査団と合流し3月17日までタイ国に滞在して主として下記調査を行った。
 - 1) 先に配布したアンケート調査回答をNEAを通して回収した。（必要に応じて再度調査を依頼する等NEAの協力を得て予想以上の成果をあげることが出来た。）
 - 2) タイ国の経済成長および石油製品の需要予測についてNEAと調整を行った。
 - 3) 三製油所の現状および将来計画、サイトの状況等についてNEA所有の資料より情報を得るとともにPTTの外にパンチャックおよびTORC西製油所を訪問して打合せた。
 - 4) 市場予測のためマクロ予測の方法のベースとなる輸入統計の解析、ブレンダーの回答分析を行うとともに、ミクロ予測のベースとなる自動車等の台数予測式（エネルギーマスタープランのSub-System）各産業の現状と伸び、およびそれぞれの単位当たり潤滑油需要量等の資料を会社等を訪問することにより入手した。
 - 5) 財務・経済分析に必要な資料の収集を行うとともに、経済分析の方法について打合せを行った。
- (4) 上記調査結果についてはProgress Reportを作成しNEAに説明を行い、基油原料としての原油の種類の影響についての説明を含め若干の討論を行った。なおProgress Reportに関してはその後NEAの幹部来日時マイナーなコメントを入手した。
- (5) 調査団帰国後、現地調査の資料をもとに潤滑油のマクロおよびミクロからの需要予測を行うとともに潤滑油基油（各種）と基油プラントから醸生する石油製品の価格、および原料とし

ての Long Residue の価格についての分析と予測を行った。
一方、検討すべき基油プラントの代替案の設定を行い、それに基づいてプロセスの設定と設備の決定、物質収支の計算、建設費の算定等の作業を行いそれをベースとして経済分析および評価の作業を行った。

- (6) 7月5日より8月15日までNEAのトレーニーを受け入れ、プロジェクトの説明を行うとともに基油生産プラントの見学を含む訓練を行った。
同時にNEAのシニアスタッフも受け入れ報告書の内容について打合せを行った。

- (7) 9月17日より9月21の間タイ国において、NEAのみならずPTT、バンチャックに対してDraft Report内容を説明するとともに、東京にてNEAが要請した追加資料について説明を行った。これら説明においてNEAは、今回のReportがS/Wを満足していることを確認するとともに、基油生産プラントが建設された場合の製油所およびタイ国石油業界に与える影響調査を日本政府にあらたに要請したいとの希望が述べられた。

なお、各調査項目別の調査実施要領を第2章の調査範囲に記載した項目順に以下説明を行う。また、調査の結果についてはそれぞれの結果が記載してある章を明示した。

(II) プロジェクトの背景調査

1) タイ国経済

タイ国経済の予測と次項工業開発の方針は図1-1に示すように①エネルギーの需要予測②各製油所の拡張計画の裏付け③各エネルギー源別需給バランス(特に基油の原料となるLong Residueの入手可能性)の外に④潤滑油の需要予測にとって必要である。

タイ国経済の現状と将来の予測についてはタイ国経済企画庁(NESDB)の予測を採用した。それは最も信頼性のある予測であるとともに、タイ国エネルギー庁(NEA)で実施しているEnergy Master Plan(EMP)がNESDBの経済予測をベースとしていることからEMPエネルギー予測等との整合性を保つためである。(内容は第1編第4章に記載。)

調査団訪タイ国時にはNESDBの第5次5ヶ年期間中のGDP伸び率6.6パーセント予測に対しEMPでは6パーセントをとっていた。

なお、調査団帰国後NESDBは将来の経済成長率を6.6パーセントより5.5パーセントに低下させた。この点については潤滑油の需要に対するその影響を検討することとした。

2) タイ国工業開発の現状と方針

タイ国NESDBおよびBOIの資料をベースとして作成した。特に天然ガスをベースとして考えられている肥料・石油化学・ソーダ灰プロジェクトは現在それぞれプラントの入札中、コンサルタントの選定中、ASEAN各国承認済み等のStageにあり国際収支問題を含め若干の問題があり、実現におくれがあるにしても基油プラントが建設されて稼働を始めるまで(1991年を予想)には実現するものと想定した。(内容は第I編第4章に記載。)

3) 石油産業の現状と方針

石油産業は、①基油プラントの原料としてLong Residueの供給②基油生産に伴う副産物の利用③基油プラントの運営④基油の販売等、基油プロジェクト成立可能性については深いかわり合いがある。

上記観点から調査を行ったが①今後のタイ国の石油製品の需要予測についてはNEAのEMPの結果を利用し②現在および将来の製油所の改造および拡張計画は各種資料を参考にし、かつ石油製品の需要予測からその妥当性をチェックし③既存の製油所の設備や利用可能な土地、ユーティリティ等についてはパンチャックおよびTORCについては工場訪問およびP.T.Tとの面談を通して調査を行った。(ESSOの訪問は行われなかった。)(内容は第II編第5章に記載。)なお、EMPのエネルギーおよび石油製品需要予測は第5次5ヶ年計画のGNPR伸び率6.0パーセントとしている。

なお、パンチャック製油所については資金状況も入手出来たので基油プラントを同社の経営の中で運営する(基油プラントを別会社としてでなく)場合についての財務諸表の作成も努力してみたが、同製油所の将来計画の基礎資料が不十分で、潤滑油計画との財務予測との間に整合性が確認出来ず、止むを得ず、連結計算財務諸表の作製は断念せざるを得なくなった。

4) 関連法と規則

プラントの設計の条件となるCodeやRegulation、公害規制の調査を行うとともに、一方財務・経済分析を行うための諸税金、資金調達条件を含む投資の諸条件の調査を行った。(内容は、前者は第III編第5章に後者は第IV編第1章に記載。)

(2) 潤滑油市場調査

1) 世界的な需給の動向

潤滑油の世界的な需要と供給については現状と予測を特にアジア地区に重点を置いて行った。(内容は第II編第8章に記載。)

2) タイ国の消費傾向

タイ国の潤滑油(および基油)の消費傾向については下記3方法によりアプローチを行いそれぞれの結果をもとにして1983年予測を行った。

- a) タイ国の基油および潤滑油の輸入統計を解析した。
- b) ブレンダー会社の基油および潤滑油の輸入量と輸入基油をベースとした潤滑油の生産実績を把握した。
- c) 自動車等車輛関係および農林水産業、工業等各需要先別のアンケート調査とガソリンスタンドを含む潤滑油販売会社、潤滑油の需要者の訪問等により潤滑油需要の積み上げを行った。(内容は第II編第1章に記載。)

3) 輸入状況と価格

タイ国の基油および潤滑油の輸入状況については過去の輸入統計の解析とブレンダーからのアンケートに対する調査から解析を行った。

価格については、タイ国の輸入統計、シンガポールの輸出価格(Platt's Oilgram Price Report) ブレンダーからの回答書を比較検討し、現在の種類別基油価格の推定を行った。なお、基油価格とともに基油プラントから副生する石油製品の中現在市場にない石油製品の価格については、粘度・比重・オクタン価を利用して現在市場に出ている製品価格から推定を行った。

なお、将来の基油価格およびLong Residueと副生産石油製品の価格の予測については原油価格との過去の相対価格の関係をもとにして将来の原油価格をベースとして予測を行った。その際将来の原油価格はNBAがBMPで利用している価格予測を利用した。(内容は第II編第4章に記載。)

4) 潤滑油の分野別の需要

ブレンダーの潤滑油の輸入および輸入基油をベースとして生産した潤滑油の販売先(車輛用、産業用、その他)別販売量と一方、潤滑油の各需要先別の需要予測(アンケート調査を含む現地調査および日本での実施例により作成。)により、分野別の需要予測を作成した。(内容は第II編第1~2章に記載。)

5) 基油および製品の流通機構

調査団現地出発前に基油および製品の流通機構については把握していたが、現地調査においてブレンダー会社の調査(アンケート調査に対する回答書および一部Hearing)ガソリンスタンド等小売業者訪問等により確認を行うと同時に、現地訪問しブレンダー会社の受入れ設備状況把握を行った。(内容は第II編第7章に記載。)

6) タイ国の潤滑油需給の将来予測

(2-2)に述べたタイ国の潤滑油需要の現状からマクロおよびミクロの両方法によって将来の潤滑油の需要予測を行った。すなわちマクロ予測において自動車関係は、ガソリン、

ディーゼル油および輸送用LPGの消費量の伸び（EMPの計算結果）との関係で求め、産業についてはNESDBの経済成長予測の中産業附加価値上昇率との関係で求めた。

ミクロ予測では潤滑油の需要先別消費量に対し将来の需要先の伸び率を考慮して計算した。ただし、自動車関係については走行距離当り潤滑油の消費量が現在自動車の使用期間の関係で日本より大幅に大きいことから、将来はタイ国においても走行距離当り潤滑油の消費は改善されるものとして予測を行った。NESDBの経済予測が調査団帰国後低めに訂正されたことも考慮し、経済成長率が若干低下した場合の影響について潤滑油のGNPの弾性値を求めてその影響を見ることとした。（内容は第Ⅱ編第3章に記載。）

(3) 原油調査

1) 使用原油のタイプ（(II-3) 供給の将来予測含む。）

現在、タイ国の各製油所が輸入している原油の種類、今後の原油の入手可能性と将来のタイ国の石油製品の需要構造および各種原油間の価格差等を考慮して、将来タイ国が利用するであろう原油の種類の解析を行った。

基油の生産のためには潤滑油として望ましい成分を多く含む原油を使用することが設備費および運搬費の節約や副産物の生産を少なくする点から望ましい。（内容は第Ⅱ編第5章に記載。）

2) 原油価格の動向

原油価格はOPECの力が弱くなり、原油の需要と供給により決定されるようになって来た。

各専門機関の予測とNEAの予測が近いこと、およびNEAはその原油価格予測をBMPに利用していること等を考慮しNEAの予測を使用することとした。（内容は第Ⅱ編第4章に記載。）

4) サイト調査

1) サイトおよび周辺地域の自然条件

サイト候補地として挙げられる、パンチャック、シラチャの2か所を中心とし、気象、地形、地震等について調査した。（内容は第Ⅲ編第5章に記載。）

2) 用役およびインフラストラクチャー

基油生産に必要な用役確保の可能性、ならびにプラント建設あるいは操業に必要なインフラストラクチャーの整備状況に関し調査した。（内容は第Ⅲ編第5章に記載。）

3) 地域開発計画

既存の地域開発計画との関連および地域の特殊性を考慮し基油プラントの設備を計画

した。(内容は第III編第5章に記載。)

4) サイトの比較

上記(1)~(3)項の調査結果を踏まえ、各サイト候補地毎に以下の各項について評価を行った。

(i) 原料油の確保

(ii) 製品基油の出荷・輸送(ブレンド工場との距離)

(iii) 用役の確保

(iv) 工場用地の確保

(v) 環境規制

(vi) 就労、インフラストラクチャー

(vii) 既設製油所の出資形態

(viii) 地域開発、または工場設置に関する政策

(内容は第III編第5章に記載。)

5) サイトの選定

上記(4)の比較および経済性を踏まえ、サイトの選定に関し提言を行った。(内容は第III編第1章に記載。)

(5) 基本計画と概念設計

基油生産設備の建設費および運転費の試算、設備運用上の諸計画の策定、プロジェクト実施にあたっての主として技術上の問題点の提起およびその解決策の提言を行うことを目的として、基本計画と概念設計を実施した。

1) 最適原料油の選定

原油の潜在生産能力と供給の安定性および高級潤滑油基油製造用としての適否から検討した。

2) 生産する基油の種類を選定と生産量の決定

a) 基油の種類

タイ国ブレンダー各社が輸入した基油を品種別に分類し、その結果に基づき基油の種類を決定した。

b) 基油の生産能力

建設期間も考慮し1993年の基油需要予測をベースとして基油生産能力を決定した。

3) プロセスの決定

基油のプロセスは、基本的に分凝プロセスの組み合わせである従来型精製形態と水素化分解を含む水素化精製形態の二つに大別される。この2形態について検討を行った。

4) プロセス代替案

基油プラントの経済性を左右する要因の一つに副生品処理の問題がある。そこで、プロセス代替案として副生品処理プロセスを調査の対象とした。

5) 基本的諸元の決定

基油プラントの基本計画と概念設計に先立ち、検討ケースを以下の6ケースに設定した。(内容は第Ⅲ編第2章に記載。)

代 替 案	備 考
イ、パンチャック-A	新会社
ロ、パンチャック-B	増設
ハ、シラチャー-A	新会社
ニ、シラチャー-B	増設
ホ、パンチャック-AX	新会社、ワックス生産
ヘ、パンチャック-AY	新会社、アスファルト生産除外

基油プラントを円滑に運転するためには、信頼性のある安定した用役の供給が必要である。サイト調査で得られた既設製油所の用役供給システムの現状とその問題点を踏まえ、各ケース毎の用役設備を計画した。(内容は第Ⅲ編第5章に記載。)

既設製油所の現状、ブレンダー会社との地理的關係、および基油プラントの操業等の要因を踏まえ、原料入荷および製品出荷のための設備を計画した。また、安定操業および建設費の観点から適正在庫量を考慮し、原料、中間製品および製品の貯蔵設備を計画した。なお、基油タンクの容量はブレンダー会社が60日以上在庫能力を持つと想定して計画した。さらに、その他基油プラントに必要と思われるオフサイト設備を計画した。(内容は第Ⅲ編第5章および付録に記載。)

なお、プラントの設備は国際的に通用する規格および基準に従い計画した。(内容は第Ⅲ編第5章および付録に記載。)

6) プロセス・フロー・シート

選定したプロセスについて、生産量および製品性状はもちろん省エネルギー対策や環境対策に関しても考慮の上プロセス・フロー・シートを作成した。(ANNEXⅢ-1に記載。)

7) 主要プラントおよび付属施設のレイアウト

基油プラントの必要敷地面積推算の目的で以下の点に留意し、設備のレイアウトを行った。

- 保安, 設備保全, 運転
- 建設の容易性, 建設費の低減
- 増設, 拡張の可能性
- 環境保全

8) プラント建設のための資機材輸送計画

基油プラント建設のための機器および資材については可能な限りタイ国内で調達し、タイ国内で調達不可能なものについては日本および欧米市場で調達する。輸送計画構築のために、海外調達品については月別の輸送量を算出した。さらに、サイト内または近傍の港務設備、道路、鉄道、橋梁事情などの調査結果を踏まえ、サイト別の資機材の輸送計画を構築した。(内容は第Ⅲ編第5章に記載。)

9) 建設費

プラントの建設費は、コンサルタントの海外および日本での基油プラント建設の経験をもとに、タイ国内における建設労働者の賃金と賃、地元建設業者採用の可能性、タイ国内調達可能品等の調査の結果を踏まえ算出した。(内容は第Ⅳ編第1章に記載。)

10) 建設計画

建設計画は、コンサルタントの海外および日本での基油プラントと類似したプラントの建設経験をもとに作成した。計画作成にあたっては、基本設計は応札時までを終了していることを前提とした。(内容は第Ⅲ編第5章に記載。)

11) 建設と操業のための組織と人員計画

建設計画をもとに、建設のための組織および人員計画を行った。建設には、タイ国人の採用を最大にすることを考慮した。(内容は第Ⅳ編第3章に記載。)

また、操業のための組織および人員計画はコンサルタントの海外および日本での操業経験、あるいは世界の製油所操業の現状を考慮して作成した。(内容は第Ⅳ編第3章に記載。)

(6) 環境対策

基油プラント設備の計画にあたっては、タイ国の環境規制の調査を行い汚染源を明らかにし、その汚染源毎に対策を講じ必要な環境設備を考慮した。(内容は第Ⅲ編第5章に記載。)

(7) 財務, 経済分析

1) 所要総資本

本計画の所要総資本金は次の項目毎に見積を行った。

イ. 用地取得費用および造成費

- ロ、設備建設費
- ハ、操業前経費
- ニ、初期運転資金
- ホ、建設期間中金利

2) 資金調達計画

上記資金調達は、自己資金、借入資金比率 4：6 とし、長期借入金は商業クレジット条件とした。

3) 財務諸表作成

上記に加え、計画の実態予定表、操業計画、他の詳細な条件を設定（第IV編参照）し主要財務諸表を通貨ベースで作成した。

4) 財務分析

財務諸表をもとに諸比率分析、内部収益率（通貨規準、実質規準）算出、および諸主要コスト要因に関する感度分析を行った。

5) 経済分析

本計画の直接費用/便益につき経済的内部収益率および純現在価値を算出、さらに間接便益の主要なものにつき評価を行った。

以上詳細は第IV編および第V編を参照。

第4章 タイ王国の経済的環境

4-1 タイ国経済

National Economic and Social Development Board (NESDB)の高官は、タイ国の経済状況がよいことを Euromoney 誌(タイ国は世界85ヶ国の中 Best economic performance のCategoryに入る。)や The Asian Wall Street Journal 誌(London Interbank Rate に0.37パーセントという低い金利が得られる。)を引き合いに出して説明しており、過去20年の経済の健全性の理由として下記を挙げている。

- 1) 十分な食糧生産がある。食糧純輸出国の上位5ヶ国に入る
- 2) 従来、固い財政・金融方針をとって来た
- 3) 経済の主力は政府の干渉を余りうけない民間企業である
- 4) 経済運営の方針が優秀な人材により運営されている

同氏は次の5年を従来の農業・地方ベースの工業から都市、近代工業への移行のための“Transformation stage”と位置付けている。そしてジャム湾の天然ガスと Lan Krabue の陸上の石油の発見と開発がタイ国の資源地図を大きく変化させたとして東部臨海工業地帯(Eastern Seaboard)の開発計画に期待を寄せている。もちろん今後の不確実要因として世界経済、原油価格およびタイ国の天然ガスおよび原油の生産動向を挙げている。そして同氏は NESDB-World Bank の共同による1987年までの中期計画では、タイ国経済の成長率を年6.5パーセントと予測していると述べている。(昭和59年2月7日現在)

なお、本年6月に入ってから NESDB は上記経済成長率を5.5パーセントに訂正している。

表1-1には過去の5ヶ年計画の各Sector別の成長率目標と実績を示しているが、各5ヶ年計画ともGDPの年間伸び率は比較的順調で、第二次石油危機を含む第4期5ヶ年計画(1976~1981年)においても実績として7.3パーセントの伸びを示している。

表1-2は今回のスタディに利用したエネルギー需要予測のための National Energy Administration (NEA) の Energy Master Plan (EMP) に投入した GDP の数値を示している。すでにこのケースでは1986年までのGDP年間伸び率を6.0パーセントとしてその後を6.5パーセントとしている。

経済成長予測は NESDB 高官も指摘しているように世界経済、原油価格およびタイ国の天然ガスと原油の生産の各動向によっても異なってくるし、またタイ国の経済運営のやり方によっても影響を受ける。しかし、過去の同国の経済成長の実績を見る限り6パーセント前後の経済成長は妥当と見られる。世銀の84年開発報告では発展途上国の1985年~95年の実質GDPの伸び

は4.7~5.5パーセントである。しかもNESDBの予測はマクロモデルによるもので、もしこの時期に円滑なるTake offが出来れば日本・韓国の例をみても10パーセント近く伸びることも期待される。問題はTake offが早すぎて失速しないことである。

特に大型プロジェクトの経済性(タイ国の天然ガスのコストが他国に比較し高い。)、大量の資金需要の調達方法、工場の建設から運転および企業の運営のための組織と大量の人材の必要性等多くの問題がある。特に従来民間主導型で進めて来たタイ国として、これらのプロジェクトは極めて大型であり、このTransformation stageをのりこえるためには政府の強力な支援を必要とするであろう。このことは、韓国・台湾等の実例が示している。

4-2 タイ国工業開発の現状と予測

タイ国は30年位前から投資における民間指導型の方針を貫いて来ており、それが前節に述べたような経済発展の基盤をなしている。国営企業の非能率性を排除したこの方針は正しいと考えられるが、前節でも述べたように今後の大型プロジェクトを進める上で資金調達、運営面でも多くの問題が出る事が予想される。

タイ国ではJoint Public-Private Sector Consultative Committee (Prime Ministerの司会)を設けて、官民がpartnerとして協力し合っていく体制をとっている。

Board of InvestmentのDeputy Secretary高官によれば、民間の工業投資促進のため次のことをすると説明している。

- 1) 投資の危険の減少
- 2) 初期投資の減少
- 3) 投資に対する利益率の向上

投資の危険を少なくするためには国有化や公共部門からの競争に対する保障を考えているし、多くの国と投資保護協定を締結している。

初期投資の減少や利益率の向上のためには課税および免税を含む恩恵を考えている。もし投資計画が国家の計画にあっていれば下記のようなIncentive packageを考えている。

- 1) 法人および配当税の3~8年の免税
- 2) 非課税所得の低減(輸出収入比率、工業団地内の輸送費ユーティリティのdoubled upの経費等)
- 3) 輸入税とBusiness Taxの免除(輸入機械、輸入および国産原料)
- 4) 輸出に対する税金とBusiness Taxの免除
- 5) 一時的な輸入関税(不公平な輸入品から守るため)

- 6) 土地の外人所得
- 7) 外国技術者、熟練労働者、家族の入国許可
- 8) 資本金および利益の本国送金

そしてこれら Incentive package の与えられる工業として、下記のことを挙げている。

- 1) 雇用が大幅にふえるもの
- 2) バンコック以外に位置するもの
- 3) 省エネルギーおよび輸入原油を代替するもの
- 4) 外貨獲得または支出減少に役立つもの
- 5) 基幹工業の発展に寄与するもの

なお、国内および外資の投資比率については国内市場向けはタイ国資本を過半とするが、輸出志向のものでは外資が半分以上で、時には100パーセントでもかまわないとしている。

NESDB はセメント、砂糖、糖蜜等各工業別に今後の発展の予測を行っており、今回のスタディにおいても潤滑油の需要量予測に利用している。

既存工業の拡大の他に今後のタイ国工業の一大発展をもたらすものは、東部臨海工業地帯の工業化計画である。この工業は天然ガスをベースとするもので肥料、石油化学、ソーダ灰等のプロジェクトが含まれており、将来は鉄鋼プラントも設立されるかも知れない。

現在予定されている天然ガスの生産とその利用計画は次の通りである。

(単位：100万cft/day)

	1983年	1985年	1990年
発 電 用	147	340	480
工業用燃料	—	40	40
L P G	—	70	70
工業用原料	—	—	110
合 計	147	450	700

タイ国の天然ガス埋蔵量についてはいまだ確認されていないが、Petroleum Authority of Thailand (PTT) の説明では現在計画されているプロジェクトに十分な量があると述べている。

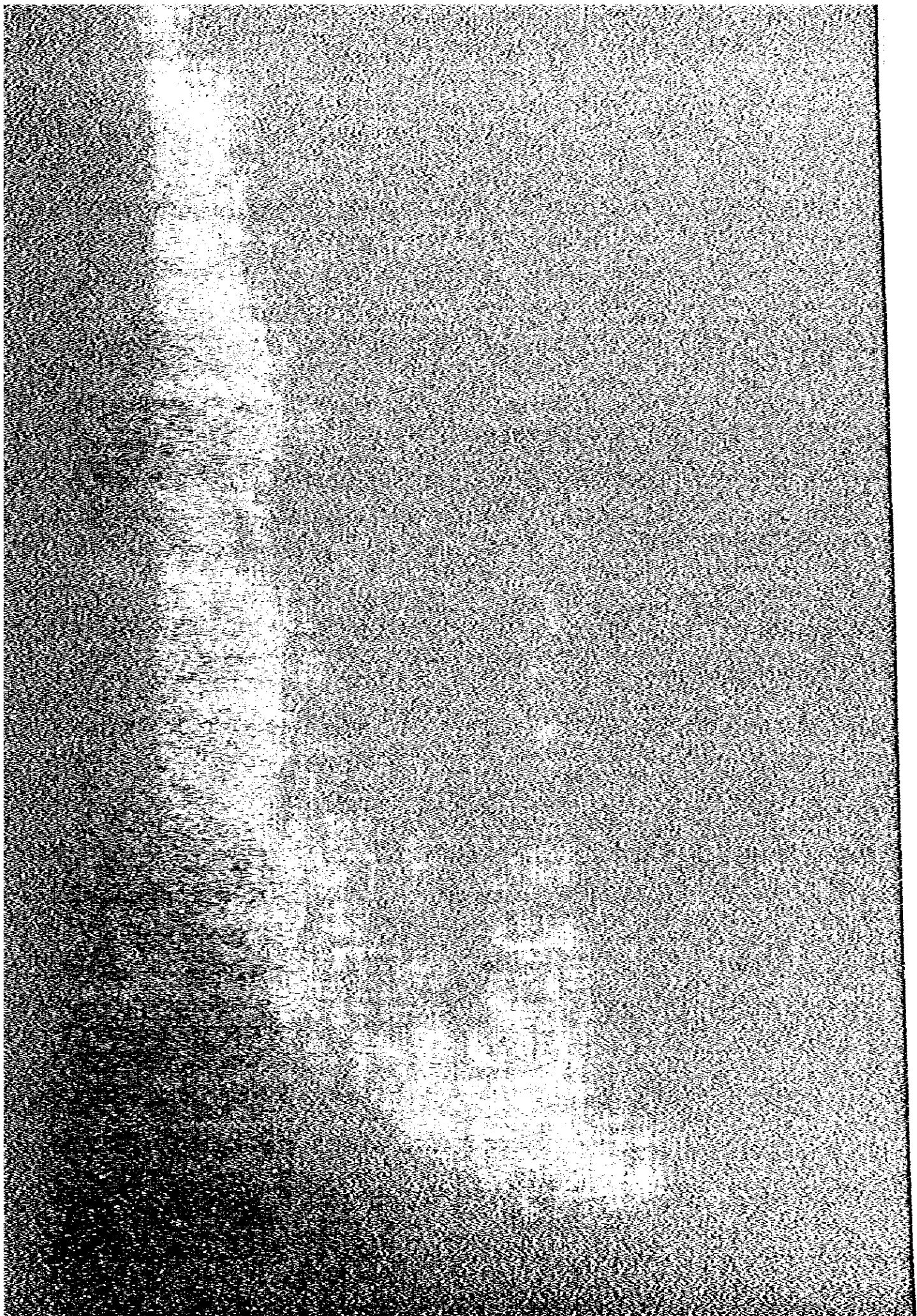
上記の表に示すように1983年は天然ガスはすべて発電用 (Bangkok South およびバンチャック発電所) に利用されているが、近く Siam Cement Company のセメント工場の燃料に利用される。また、現在ガス分離プラントが建設中で来年には稼動に入ることが予定されており、年間LPG 46万トン、エタン (石油化学用) 32万トン、天然ガソリン6.6万トン生産出来る。このエタンおよびプロパンを利用して石油化学製品としてエチレン30万トン、プロピレン7.3

万トンが生産される計画である。すでに新会社が出来、現在F/Sの見直しを含め建設まで含めたコンサルタントの選定の段階にある。なおこのエチレン、プロピレンを利用してLDPE10万トン、HDPE11万トン、VCM8万トン、PP7万トンの生産が予定されている。

同石化と併行して肥料の生産のための新会社も設立されており、現在プラントの入札を行っている。この肥料工場の能力はアンモニア1日900トン、尿水1,000トン、硫酸2,110トン、磷酸720トン、化成肥料(MAP/DAP/NPK)2,800トンが予定されている。

この外にASEANプロジェクトとしてのソーダ灰工場も東部臨海工業地区立地が考えられている。

これらのプロジェクトはいずれも多額の資金を必要とすることから、最近計画について若干延期の検討がされているといわれる。しかし、原料もありかつ市場もあることから計画の一部変更や時期の延期等があっても、いずれはプロジェクトは成立するものと考えられ潤滑油の需要先として考慮した。



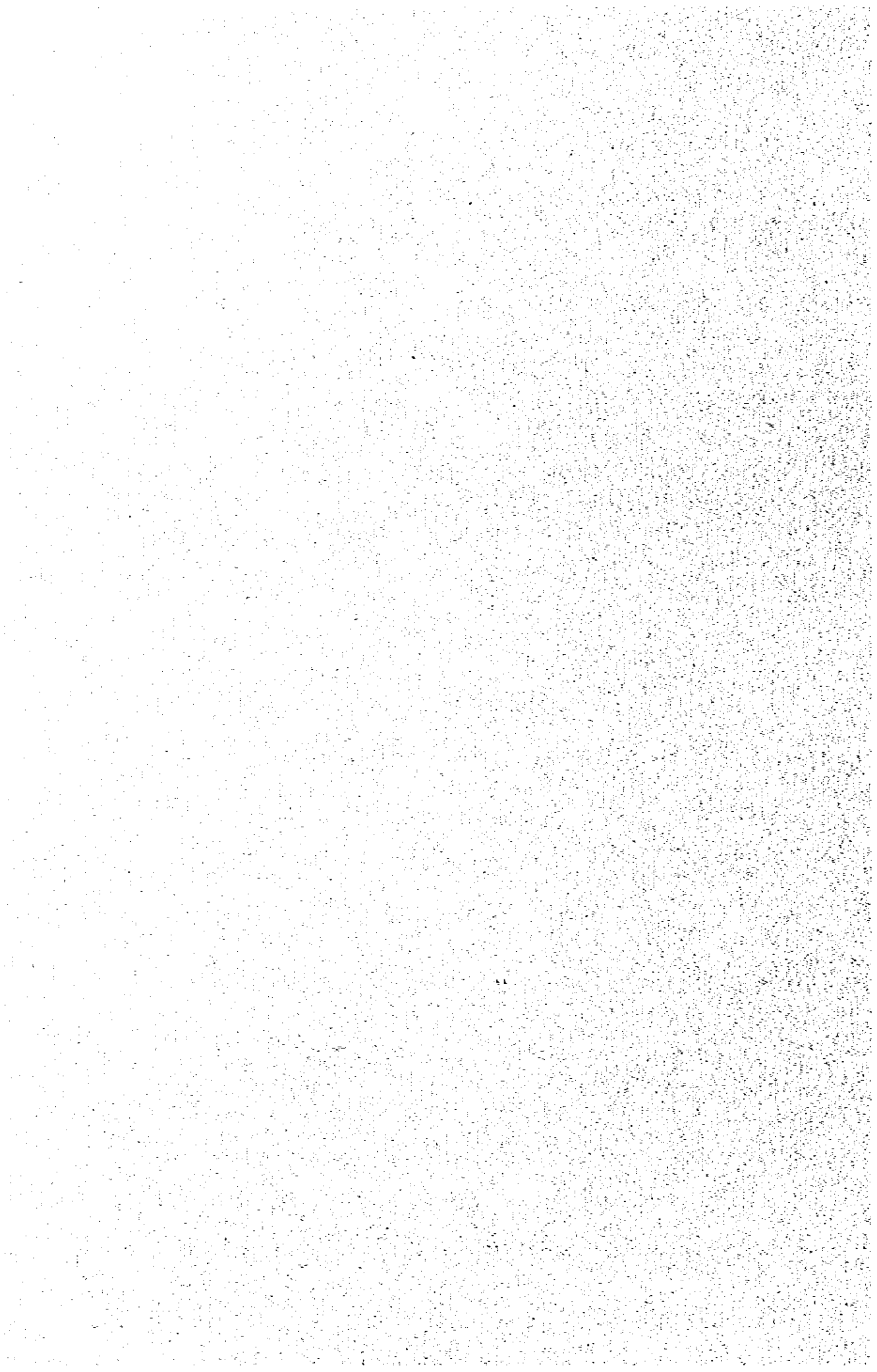


Table I-1 GDP GROWTH RATE - TARGET AND ACHIEVEMENT
(First - 4th Plan)

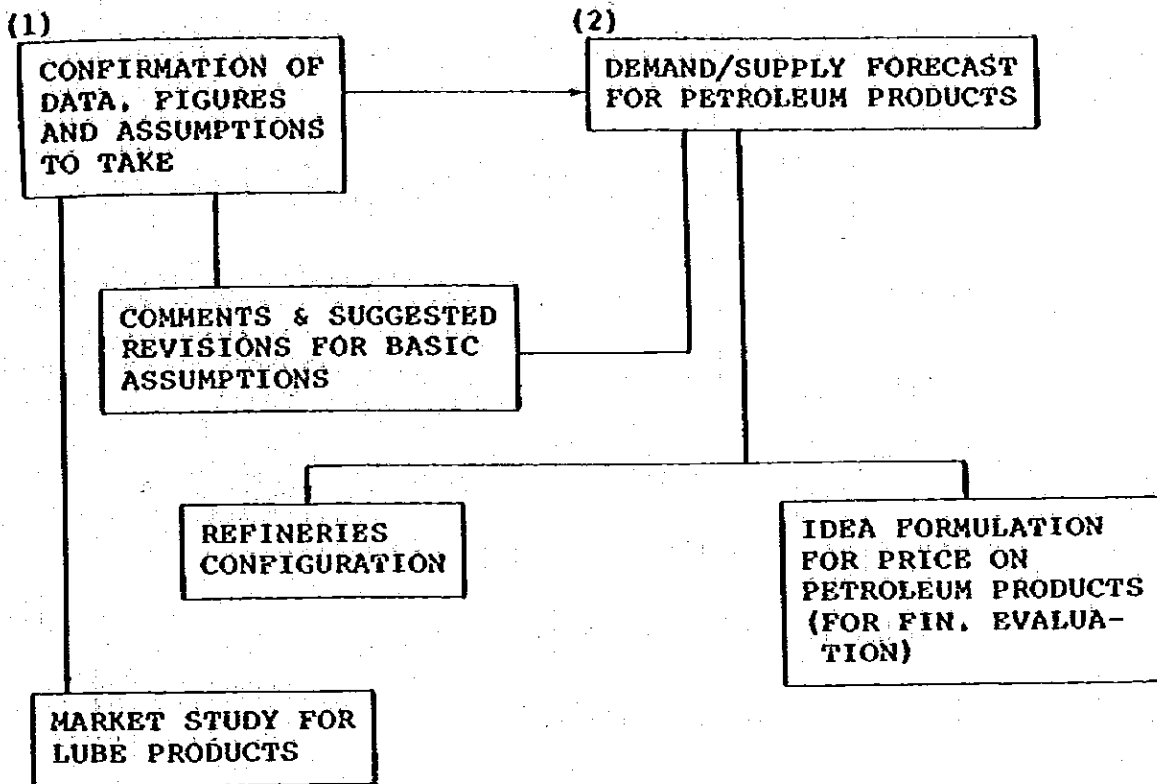
	(Unit: %)								
	1st Plan '61,1-'66,9	2nd Plan '66,10-'71,9	3rd Plan '71,10-'76,9	4th Plan '76,10-'81,9	Achievement	Target	Achievement	Target	Achievement
Agriculture	4.6	4.3	4.1	3.9	5.1	3.9	5.0	3.0	3.0
Mining & Quarrying	10.9	6.6	8.1	-0.5	6.0	-0.5	3.2	11.2	11.2
Industry	10.2	10.9	9.2	8.6	8.0	8.6	9.6	9.0	9.0
Construction	12.3	11.4	8.4	4.0	6.5	4.0	3.0	11.7	11.7
Electricity & Water Supply	18.2	18.0	20.7	14.4	15.0	14.4	11.3	10.9	10.9
Transport & Communication	9.0	11.0	7.5	8.1	6.0	8.1	7.4	8.7	8.7
Wholesale & Retail Trade	8.0	8.4	7.7	4.8	7.0	4.8	6.3	6.2	6.2
Banking Insurance & Real Estate	16.6	17.0	14.4	5.1	15.0	5.1	8.1	14.4	14.4
Ownership of Dwellings	3.7	5.0	4.1	3.6	2.5	3.6	4.4	5.0	5.0
Public Administration & Defence	7.2	12.0	10.0	6.0	6.0	6.0	6.5	9.0	9.0
Services	6.0	9.5	8.8	8.2	7.0	8.2	7.8	9.7	9.7
GDP	7.3	8.5	7.2	6.2	7.0	6.2	7.0	7.3	7.3

Table I-2 GDPR (Estimated by NESDB dated 2/March/1982)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
GDP (10 Bahts)	324,290	343,512	363,584	385,698	410,386	436,489	463,998	484,103	526,700	561,647
Growth Rate (%)	4,183	5,928	5,843	6,082	6,401	6,356	6,307	6,488	6,597	6,635
Each 5 Years Average— (by NEA)	6.0%					6.5%				

NEA extended 6.5% growth rate between 87 and 91 to between 91 and 2001.

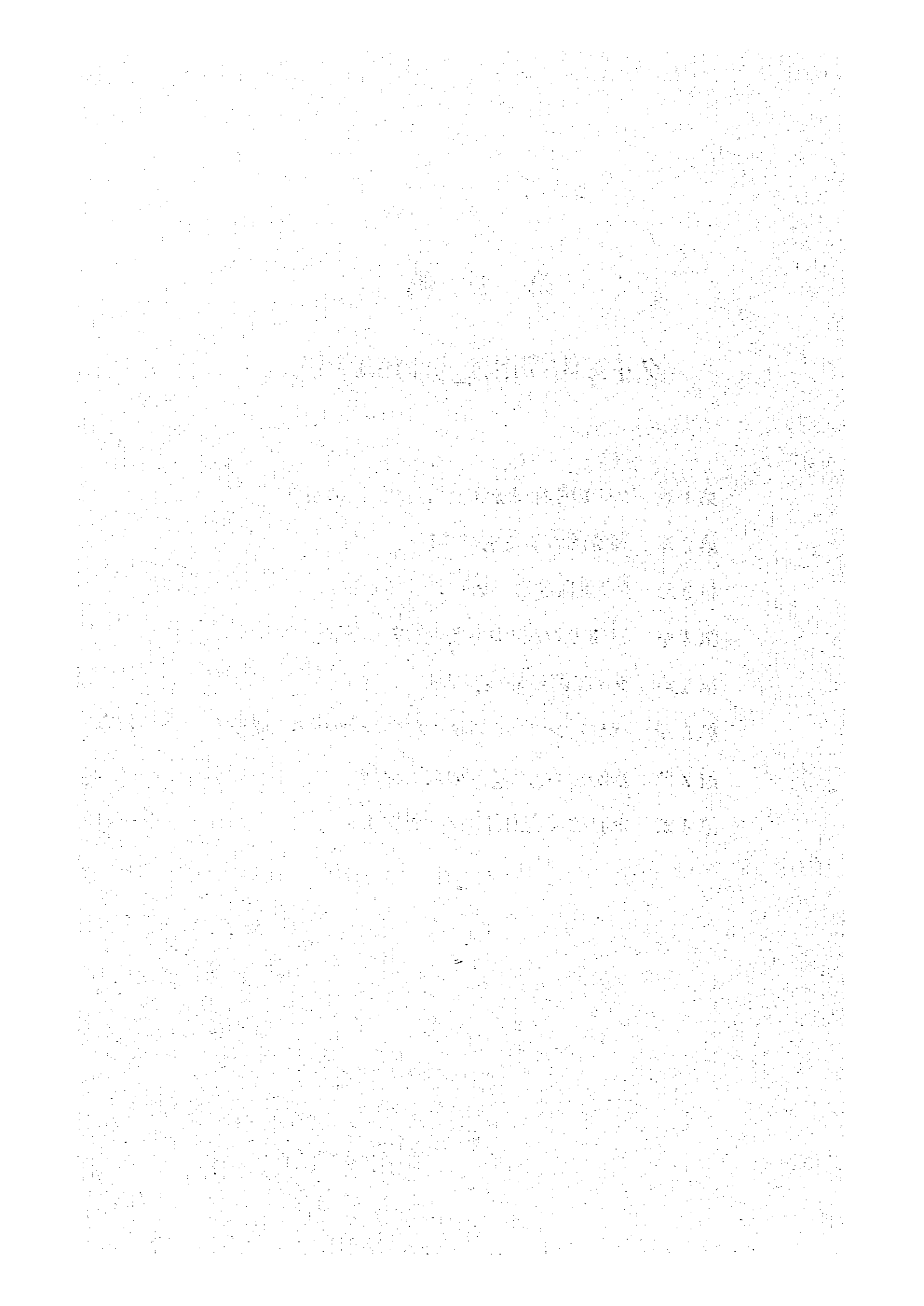
Figure I-1 MARKETING SCHEME OF LUBE OIL AND BASE OIL



第 II 編

タイ王国潤滑油基油市場調査

- 第 1 章 タイ王国内潤滑油の需要と供給の現状
- 第 2 章 潤滑油の品質別需要量
- 第 3 章 タイ王国潤滑油の将来需要予測
- 第 4 章 原油および潤滑油基油を含む石油製品価格
- 第 5 章 タイ王国石油精製工業
- 第 6 章 パラフィン・ワックスおよびアスファルトの需要予測
- 第 7 章 基油および潤滑油の流通機構
- 第 8 章 世界的な潤滑油需要・供給予測



第Ⅱ編 タイ王国潤滑油基油市場調査

第1章 タイ王国内潤滑油の需要と供給の現状

タイ国では現在潤滑油の基油生産は行われておらず国内潤滑油は次の3方法により供給されている。

- (1) ブレンダー会社が基油を輸入してそれに添加剤を混合し潤滑油を生産して販売する。
- (2) ブレンダー会社を主とする輸入業者が潤滑油の形で輸入して販売する。
- (3) 使用済みの潤滑油を回収し再生の上販売する。

基油および潤滑油のタイ国向け主要輸出国、タイ国内のブレンダー会社および潤滑油輸入業者名を入れた潤滑油の販売ルートを示したものが図Ⅱ-1である。

生産・輸入および再生された潤滑油はガソリン・ステーション、自動車の修理工場およびその他の潤滑油販売会社を通じて市販されるが国営企業には石油公団 (PTT) が入札調達した上供給するし、また自動車組立工場では新車用に潤滑油を購入する。

再生潤滑油は全潤滑油販売量の数パーセントになると見られるが基油生産するしないにかかわらず再生油は存在することから今回の基油生産のスタディからは除外することとする。

タイ国の潤滑油市場調査については輸入統計、ブレンダー会社の調査および潤滑油消費者の調査の3方法から行った。

1-1 タイ国潤滑油輸入統計からの調査

基油および潤滑油輸入実績表は表Ⅱ-1の通りであるが、それを基油換算ベースに直したものが表Ⅱ-2である。

各種製品から基油換算の実例を1983年について示すと下記の通りである。

		基 油 (単位:kℓ)
◦ Lubricating Oil	70,514kℓ×0.92 ¹⁾	64,873
◦ Other Non-Lube Oil	33,228kℓ×0.5	16,614
◦ Lubricating Grease	1,610t×0.7÷0.884	1,275
◦ Lube Oil Mixture	9,624×0.7÷0.884	762
◦ Imported Base Oil	90,996kℓ	90,996
Total		174,520

注： 1) 添加剤投入量は下記理由から8パーセントと推定した。

日本における添加剤使用量は、平均値で9パーセントまたはそれ以上と推定され、タイ国における添加剤需要量はコンサルタントの経験により下記の通り推定される。

添 加 剤 需 要 推 定

用 途	基 油		Vol. %	添 加 剤 (Vol. %)	
	数 量 (kℓ/y)	1983年			
自動車用	121,367	高級 (高V.I. 基油)	94,899	57.6	9-11
		低級 (低V.I. 基油)	26,468	16.1	
工業用	25,475	車輦用 (高V.I. 基油)	14,622	8.9	4-5
		工業用 (高V.I. 基油) (グリースを除く)	10,853		
		その他 (高V.I. 基油)	17,884	9-11	
合 計	164,726			荷重平均値	7.1-8.8%

表Ⅱ-2によるとタイ国は1977年より基油輸入が始まりそれに従い潤滑油としての輸入量が減少している。また年間の基油換算輸入量には相当の凹凸がある。これらの凹凸は一つには在庫問題(原油値上りによる輸入増)があるし今一つには統計上の問題がある。あるブレンダー会社が実際には基油で輸入しているものが潤滑油輸入として統計上処理されている例もある。輸入統計によると1982年は143,843kℓと前年より少ないがこれは前年度の輸入が多かったためと考えられ1983年の174,500kℓ(基油ベース換算)は過去の統計数字から見て年間輸入量としては妥当な量と考えられる。

1-2 ブレンダー会社の調査

全ブレンダー会社から予想以上に詳細な回答を得ることが出来た。これにより潤滑油の消費量（再生油は含まず）総量の外に品質別に基油輸入量とその価格、基油からの潤滑油生産量および潤滑油の輸入量等が把握出来た。

それによると1983年についてブレンダー6社（Shell, Caltex, Esso, Mobil, Thai Oil, Asia Oil）の合計は次の通りである。

			(単位：kL)
			基油換算
基油輸入量	132,338		132,338
製品生産	潤滑油	換算比	
自動車用	110,952	0.92 ¹⁾	102,076
産業用	13,413	0.92 ¹⁾	12,340
その他	50,376	0.92 ¹⁾	46,346
製品輸入			
自動車用	1,600	0.92 ¹⁾	1,472
産業用	2,637	0.92 ¹⁾	2,426
グリース	387	0.7 ²⁾ ÷ 0.884 ³⁾	304
合計			164,964

注： 1) 添加剤8パーセント想定 2) 基油含有量70パーセント想定
3) 比重0.884想定

上記を用途別に分類すると下記の通り。

			(単位：kL)
	基油換算		補正数値*
自動車用	103,548		135,765
産業用	15,070		18,311
その他	46,346		10,888
合計	164,964		164,964

注： * 上記用途別分類に関しては、あるブレンダーの用途別分類においてその他用が65パーセントを占めており、現地調査において同社が他社に販売した数量をその他に分類していることが判明した。その他の会社の用途別比に補正したものを右端に示した。

1-3 潤滑油消費者からの市場調査

潤滑油の最大の需要先は自動車、二輪車、三輪車の分野であり、その外にはその他の輸送機関（鉄道—ディーゼル車、河川および海上用船舶）農林水産業、建設業、発電設備工業が考えられる。

自動車、二輪車、三輪車については表Ⅱ-3（上段）および表Ⅱ-4にまとめてあるがHeavy truck, Small truck, Bus, Taxi, Passenger car, Motor cycle, Tri cycle についてそれぞれ一台当りの年間走行距離、潤滑油交換の期間、潤滑油パンの大きさから交換の必要な潤滑油量を一方補充用の期間と量から補充用潤滑油を求めることにより、一台当りの潤滑油必要量を求めそれに登録台数を乗ずることによって自動車用の全体量を求めた。交換期間については日本等に比較して短いことが調査の結果判明した。これは車の使用年数に影響されていると考えられる。

その他の潤滑油需要はそれぞれアンケート調査の結果（得られないものについては日本での実績を利用）をもとにして詳細に検討を行った。現在建設が計画されている工業については予想されている生産能力と日本での潤滑油使用実績から推定を行った。詳細はANNEX Ⅱ-1に記載しここでは集計した表Ⅱ-5を示した。

消費者側から見た自動車用その他を含めた1983年潤滑油（基油ベース）需要量は下記の通りである。

	(単位:kℓ)	
	潤滑油	基油換算
自動車用潤滑油	128,286	
自動車用ギアオイル	3,635	
自動車合計	131,921	121,367
産業用	27,991	25,713
総合計	159,912	147,080

1-4 1983年タイ国潤滑油市場調査のまとめ

上記3方法による潤滑油（基油ベース）の1983年需要量予測は次の通りになる。

(単位：kl)

調査方法	基油換算潤滑油 需要量(1983年)
輸入統計	174,520
ブレンダー各社	164,964
消費者	147,080

輸入統計においては既述したように在庫や統計上の問題もあること、および消費者からの積み上げではその他が把握されないことから1983年の基油の総需要量としてはブレンダー各社の数量をとることとした。

なお、需要別については既述の通りブレンダー各社からの回答には問題があることから自動車用、産業用は消費者調査の数値を採用することとした。その結果は次のようになる。

(単位：kl/y)

	基油換算潤滑油 需要量(1983年)
自動車用	121,367
産業用	25,713
その他用 ^x	17,884
合計	164,964

注： x 軍用を含む

第2章 潤滑油の品質別需要量

ブレンダー各社が輸入した基油を品種別に分類したものが表Ⅱ-6の左側に示してある。この品質別に生産計画を立てると極めて不経済になることから600N, 650N, 700N については500Nと150BSを下記の比で混合して生産することとした。

	(容量%)	
	500N	150BS
600N	86.5	13.5
650N	80.0	20.0
700N	76.0	24.0

その結果表Ⅱ-6右側に示すような品質別生産数量とその生産比が得られる。

	60N	150N	300N	500N	150BS	Total
生産量 (kl)	12,637	6,980	7,960	73,324	31,437	132,338
容量 %	9.6	5.3	6.0	55.4	23.7	100

第3章 タイ王国潤滑油の将来需要予測

既述した1983年のタイ国の潤滑油需要をベースとして将来の需要予測を行った。基油生産プラント建設に必要な期間および操業条件（第Ⅳ編第1章参照）も考慮して1993年時点での需要量を示すこととする。

将来の需要予測を行うに当っては1983年の用途別の調査をもとにしたマクロの予測と消費者調査をもとにしたミクロの予測を行った。

3-1 マクロの予測

マクロの予測としては自動車に関してはNEAのEMP Model 計算によるガソリン、ディーゼル油および輸送用LPGの増加量（表Ⅱ-7）をベースとして1993年自動車用潤滑油量を求め、工業用についてはNESDBの行った工業部門の附加価値増加（表Ⅱ-8）を利用することにより、また、その他の需要量についてはNESDBによるGDPの成長予測（表Ⅱ-9）をベースにすることにより求めた。

	(単位：kℓ)		
	1983年	乗 数	1993年
自動車用	121,367	1.855	225,136
産業用	25,713	2.0284	52,156
その他	17,884	1.851	33,103
合 計	164,964		310,395

3-2 ミクロの予測

ミクロの予測としては各セクター別の1993年における数量をそれぞれの資料または伸び率より求め、それと原則として1983年の潤滑油消費原単位を乗することにより求めた。

自動車の場合は表Ⅱ-3（既述）の下段に示してあるが潤滑油の消費原単位は車が新しくなり、日本の条件に接近するものと考え潤滑油交換期間を長くした。潤滑油の補充についても日本の数値に近づくものと仮定した。なお、車種別台数の増加はNEAのもつEMPモデルに利用されてい

る方程式を利用して算出した。(ANNEX II-1参照)

既存の工業についてはそれぞれの分野の生産予測より求めたが現在天然ガスを利用する各種産業(肥料,石油化学,ソーダ灰等)においては予定されている能力に対して日本での原単位を乗ずることにより求めた。

その結果は表II-5(既述)の右に集約してある。詳細はANNEX II-1に記載してある。

自動車用および産業用(自動車用以外の輸送,農林水産等,建設業,工業)に対するマイクロ予測は次の通りである。

(単位:kL)	
基油ベース	
自動車用	168,618
産業用	44,219
その他	33,103
合計	245,940

3-3 1993年の潤滑油(基油ベース)の予測

(単位:kL)			
	マクロ予測	マクロ予測補正*	マイクロ予測
自動車用	225,136	160,811	168,618
産業用	52,156	52,156	44,219
その他	33,103	33,103	33,103
合計	310,395	246,070	245,940

注: * マクロ予測においては1993年の潤滑油消費量は310,395kLになるが自動車用について潤滑油交換期間の延長および補充用潤滑油の低下が考えられておらず,その改善分だけ需要量は低下すると考えられるのでその分補正すると246,070kLになる。

従って,1993年基油需要量はマクロおよびマイクロの予測から250,000kL/yとする。

低経済成長ケースの1993年における基油の需要予測は,最近のNESDBによる国内総生産伸び率予測の修正を考慮して下記の通りとした。ケース1は前述の予測に対応し,ケース2およびケース3はケース1に対し,それぞれ0.5パーセントおよび1パーセント国内総生産伸び率が下

った場合に対応する。ケース2およびケース3の需要予測は、ケース1によって与えられる国内
産生産伸び率の弾性指数を用いて行った。

	1983	1993		
		Case 1	Case 2	Case 3
GDP as of 1972 (million Bahts)	343,512			
Ratio (1993/1983)		1.8508 ¹⁾	1.7657 ²⁾	1.6841 ³⁾
Annual Average Growth Rate of GDP (1993/1983) (% p.a.)		6.35 ⁴⁾	5.85 ⁴⁾	5.35 ⁶⁾
Lube Base Oil Demand 1993 (kl)	164,964	250,000	242,822	235,128
Ratio (1993/1983)		1.51548	1.47197	1.42533
Annual Average Growth Rate of Lube Demand (1993/1983) (% p.a.)		4.24495 ⁸⁾	3.94179 ⁹⁾	3.60761 ¹⁰⁾

GDP as of 1972 Growth Rate (% p.a.)

	1982- 1986	1986- 1992	1992- 2001	Ratio 1993/1983	Annual Average Growth Rate (% p.a.) 1993/1983
Case 1	6.0	6.5	6.5	1.8508 ¹⁾	6.35 ⁴⁾
Case 2	5.5	6.0	6.0	1.7657 ²⁾	5.85 ⁵⁾
Case 3	5.0	5.5	5.5	1.6841 ³⁾	5.35 ⁶⁾

基油生産比率は1983年と同一と仮定し下記のように想定した。

					(単位：%)
60N	150N	300N	500N	150BS	
9.6	5.3	6.0	5.4	2.7	

現在自動車用潤滑油は軽い方に変化しつつあり、また産業用は自動車用より相対的に軽い。し
かし、基油生産においては軽い方の生産の方が容易であることから安全サイドとして1983年の
品種別生産比率をとることとした。

なお、ブレンダーからの情報によれば現在の低品位潤滑油全体の20パーセントと推定される。また、市場調査の結果からも旧型タクシーおよび三輪車に使用されている低級潤滑油は全体の20パーセントと推定される。しかし、旧型車より新型車への移行動向に対応して、次第に高級潤滑油に移行するものと推測され、その結果低級品に対する需要は、10年後には非常に低い比率になるものと予測される。

日本においては、統計上、低級潤滑油の比率が24パーセントとなっているが、低級品の内40パーセントはナフテン系基油と称する製品で、変圧器用、冷凍用等に用いられている。また、残り60パーセントのパラフィン系基油もまた、切削用、プロセス用等の特殊な目的に用いられており、これら用途を対象とした場合、タイ国におけるこれら低級品の需要は微々たるものである。

上記観点より、タイ国における潤滑油コンプレックスは、高級基油の生産を目的として計画されるべきであると考えられる。なお、商業省による品質規格は、SAE番号の商品規格しか定めていないため、製品の品質仕様を明示するための規格としては適切ではないと考えられる。

第4章 原油および潤滑油基油を含む石油製品価格

基油を含む石油製品価格は、過去においてその原料である原油価格の変化に応じて変化して来たとし、また原油価格との相対的価格比も変化して来た。

基油プラントの経済性を評価する場合、その原料となる常圧蒸留塔からの蒸留残滓の価格と基油プラントから生産される基油およびその他の製品（中間製品を含む）の価格の予測は重要である。以下原油価格の予測、石油製品価格の予測、基油価格の予測について順次述べることとする。

4-1 原油価格の予測

原油価格の過去の変化は図Ⅱ-2に示した通りである。将来の予測は極めて困難であるが、図Ⅱ-3にいくつかの機関の予測を示した。

これによると、1985年頃まで原油価格は実質価格において低下し、その後需給の改善で上昇すると考えられている。これら予測を参考として、コンサルタントは、1986年以降原油価格上昇率は実質価格で年2～3パーセントと想定した。

NBAもEnergy Master Planにおいて、原油価格は1986年まで実勢価格で変化せず（インフレ分だけ実質価格で低下）その後実質価格で2.5パーセント上昇することを想定している。

従って、今後のスタディにおいてはNBAの想定を使用することとする。

なお、インフレ率は1986年以降年間6パーセントとして計算することとする。

4-2 石油製品価格の予測

将来の石油製品価格を予測するベースとして、タイ国に対する主要輸出国でありかつ国際価格を示すシンガポールのFOBの実績値と、タイ国の輸入CIF価格実績値およびタイ国のEx-Refinery価格との比較検討を行った。いずれの価格も原油価格の変動に対し強い相関を示したが、1979年および1981年においてはタイのCIF価格がシンガポールFOB価格より安く、また1980年、1981年、1982年ではタイのEx-Refinery価格はタイのCIF価格およびシンガポールのFOB価格より低い等、説明困難の面があった。コンサルタントとしては、(1)タイの市場を反映してきめられていること(2)Fuel Oilについて5種類の価格が得られること、またDiesel OilもHigh speedとLow speedが、GasolineもRegularとPremiumの価格が得

られること③ CIF タイおよび FOB シンガポールは統計ベースであり、品質上の相違が不明でその影響が把握できないこと等から、タイ国の製油所の Ex-Refinery 価格を採用することとした。(ANNEX II-2 参照)

表 II-10 に 1975 年から 1983 年までの Arabian Light (FOB at Ras Tannurah) 価格とタイ国の各石油製品の Ex-Refinery 価格を示した。両者の一次式での相関係数は Bitumen の 0.984 を除くとすべて 0.994 以上であり極めて高いことから、同一次式によって 2010 年までの予測したものが表 II-11 である。参考のために原油に対する価格比を表 II-12 に示した。

図 II-4 および図 II-5 にパンチャックと TORC の製油所に基油プラントを設置した場合の石油製品の物質収支を示した。この図に示されるように下記製品について価格を予測する必要がある。(第 II 編第 4 章参照)

	パンチャック	TORC	比 重	粘 度 cSt@50°C	粘度係数 (VF)
Long Residue	○	○	0.956	275	36.06
H/F Gas Oil	○	○	0.859		
LVGO	○	○	0.902	7.5	21.87
V/B Naphtba	○		0.740	—	
FCC Feedstock		○	0.896	40	30.03
T/C Feedstock		○	1.019	30,000	44.89
Fuel Oil A	○		0.969	230	35.59
Fuel Oil B		○	0.994	230	35.59
Asphalt	○	○	1.041	—	
Sulphur	○	○			
Wax	○	○	0.855	360	

- 1) Long Residue 価格は、タイ国各種重油の価格から粘度係数を利用して算出する。一例として 1983 年 4 月時点の計算を示す。

$$3,691.6 \text{ Baht/kℓ} = 5,822.1 \text{ Baht/kℓ} - 61.8 \text{ Baht/kℓ} \cdot \text{VF} \times 36.06 \text{ (VF)} \times 0.956 \text{ (S.G.)}$$

相関式算出の前提

油種	比重	粘度 cSt@50°C	Ex-Refinery 価格(1983年4月11日) (Baht/kℓ)
FO600*	0.941	80	3,930.4
FO1200*	0.955	155	3,795.5
FO1500*	0.958	180	3,751.8
FO2000*	0.962	230	3,707.1
FO2500*	0.966	280	3,660.6

2) H/F Gas Oil 価格はLVGOと同一とする。

これはLVGOと共に処理されることと量的に少ないためである。

(H/F: Hydrofinishing)

3) LVGOの価格はHSDとLSDの平均値とした。すなわち1983年価格では

$(5,228.8 \text{ Baht/kℓ} + 5,111.3 \text{ Baht/kℓ}) \div 2 = 5,170 \text{ Baht/kℓ}$ となる。

(LVGO: Light Vacuum Gas Oil)

4) V/B Naphthaの価格は、PremiumおよびRegular Gasolineのオクタン価から次のような計算式により推定した。

(V/B: Vis Breaking)

	オクタン価	Ex-Refinery 価格(1983年4月11日) (Baht/kℓ)
Premium Gasoline	94.6	5,322
Regular Gasoline	82.6	4,859
Difference	12.0	463
V/B Naphtha	68.0	4,295.7 [*]

注: * $4,859 - 463 \times \frac{(82.6 - 68)}{12} = 4,295.7$

5) FCC Feedstock

Gas OilとLong Residueそれぞれの価格から粘度係数により求めた。

	比重	cSt@50°C	粘度係数 (VF)	Ex-Refinery 価格 (Baht/kℓ)
Gas Oil	0.860	395	17.12	5,228.8
Long Residue (A.L.)	0.956	275.0	36.06	3,691.5

$4,289.3 \text{ Baht/kl} = 6,412.3 \text{ Baht/kl} - 78.9 \text{ Baht/kl} \cdot \text{VF} \times 30.03 \text{ (VF)} \times 0.896 \text{ (S.O.)}$

6) T/C Feedstock

Long Residue と同様に重油の価格から下記のように推定される。

$2,995.2 \text{ Baht/kl} = 5,822.1 \text{ Baht/kl} - 61.8 \text{ Baht/kl} \cdot \text{VF} \times 44.89 \text{ (VF)} \times 1.019 \text{ (S.O.)}$

7) Fuel Oil A (パンチャック) 価格は、Long Residue と同じく、各種重油の粘度と価格から下記の通り計算される。ただし、Fuel Oil A の比重は 0.969、粘度係数 35.59 である。

$3,690.8 \text{ Baht/kl} = 5,822.1 \text{ Baht/kl} - 61.8 \text{ Baht/kl} \cdot \text{VF} \times 35.59 \text{ (VF)} \times 0.969 \text{ (S.O.)}$

8) Fuel Oil B (シラチャ) 価格も、上記 Fuel Oil A 価格と同様に求めた。

$3,635.8 \text{ Baht/kl} = 5,822.1 \text{ Baht/kl} - 61.8 \text{ Baht/kl} \cdot \text{VF} \times 35.59 \text{ (VF)} \times 0.991 \text{ (S.O.)}$

9) Asphalt は Ex-Refinery 価格 (Bitumen) 3,508.5 Baht/kl をとる。

10) Sulphur はコンサルタントが現地で聴取した CIF タイ価格 150 US\$/t をとる。

11) Paraffin Wax は、1984年 CIF バンコック価格 580 US\$/t とした。

4-3 潤滑油基油価格の予測

潤滑油および基油の価格については、タイ国の輸入統計から CIF バンコック価格を、シンガポールの輸出統計から FOB シンガポール価格を、また Platt's Oilgram Price Report からシンガポールの基油価格 (FOB) を、そしてブレンダーの回答から CIF バンコック価格を得ることができた。それぞれの価格は、原油価格の変化に従って変化している。(ANNEX III-2 参照)

前二者は貿易統計のための品質別価格が把握出来ないこと、および品質の変化による価格の変化についても読みとることが出来ないことから、1つのチェック用としての役割しかなく、またブレンダーの回答も1983年の一時点のものであるため、これも Platt's Oilgram Price Report による価格のチェックおよび補充用として利用することとした。

なお、Platt's Oilgram Price Report には 150N、500N および 150BS の FOB 価格しかないので、60N はブレンダーからの回答から 60N と 150N の価格比を求めて計算した。また 300N は 150N と 500N から粘度係数を用いて計算することとした。

表 III-13 は Platt's Oilgram Price Report と Arabian Light Crude の過去の価格表である。

ブレンダー会社から入手した輸入価格は次の通りである。

表 III-14 は、基油の FOB シンガポール価格に海上運賃を加えた CIF 価格である。

ブレンダーより入手した1983年の基油輸入価格は以下の通りであるが、Platt's Oilgram Price Reportに基づき計算した上記価格よりわずかに高い。

150N		500N		150BS		60N	
Baht/kl	US\$/kl	Baht/kl	US\$/kl	Baht/kl	US\$/kl	Baht/kl	US\$/kl
8.136	35.30	8.730	37.87*	10.857	47.10	7.940	34.45
8.394	36.42	9.170	39.78*	10.932	47.43	8.120	35.23
平均値	35.86		38.83		47.27		34.84

注： * 37.87US\$/klはLVIのもので39.78US\$/klはHVI650のものである。

表B-14は300Nを150Nと500Nから推定したものを含め2010年までの価格を予測したものである。

第5章 タイ王国石油精製工業

5-1 タイ国石油製品の需要と供給

タイ国の石油製品の生産、輸入、消費に関する1979年から1982年までの実績は表Ⅱ-15の通りである。

タイ国は製油能力の不足から Low Speed Diesel を除き全石油製品を輸入している。1982年天然ガスが4,446 MMSCF 供給されたため重油の消費量は大幅に減少したがなお重油を630,000 kL 輸入している。

全面的製品輸入にもかかわらず石油製品の生産量は1980年に減少したまま1979年生産量に復帰していない。この主なる理由はパンチャック製油所の能力の低下に起因する。

タイ国の石油製品の需要予測についてはNEAがEnergy Master Plan (EMP) Modelを利用していくつかのケースについて予測を行っている。表Ⅱ-16にその1つを示す。このケースの前提条件は次の通りである。

- 1) GDP成長率 1982-86年 6.0%, 1987-2001年 6.5%
- 2) 原油実質価格上昇率 1982-86年 -5%, 1987-2001年 2.5%
(実勢価格で変化しない。)
- 3) 天然ガス生産量 1986年 410 MMSCFD, 1991年 650 MMSCFD
(単結核 $48,738 \times 10^{12}$ Cal を 252 Kcal/SCF
 365 d/y で計算すると 530 MMSCFD になる。)

1991年以降の天然ガス生産をFreeとしたため1996年天然ガス生産が $91,386 \times 10^{12}$ Cal ($1,000 \text{ MMSCFD}$) と計算されている。表Ⅱ-17はCal表示をliter (BPCD) に直したものである。天然ガスの生産予測は現在未確認要素が多く現状では1991年の生産量が、そのまま続くと考えることが妥当と思われる。表Ⅱ-17< >内で数値を示したのが1991年の天然ガス生産が1996年および2001年でも続くものと仮定した場合の数値である。

現在タイの製油所公式能力はIH TORC 65,000 バレル, パンチャック 65,000 バレル, ESSO 45,000 バレル, FANG 1,000 バレルで合計176,000 バレルである。ただし前述のようにパンチャックの製油所の能力は低下しており50,000 バレル位であり合計161,000 バレル位と見られる。

製油所の能力不足は今後とも増大することおよびタイ国は中間原料油の需要が相対的に高いこと、天然ガス産出に伴う重油消費の減少から石油製品パターン変更の必要もあり ESSO の Debottlenecking が行われつつあり、また TORC の第1期 (Hydrocracking の設置) および第

2期増設計画が認可されている。またバンチャックについても既存設備の合理化の外に拡張計画も考えられている。

ESSOのDebottleneckingは現在進行中であるがTORCの第1期工事は融資条件等のために延期されている。しかし、タイ国の石油製品の需要増および構成変化からいずれは実施されるものと思われるし、第2期の常圧蒸溜塔の増設も1990年までに実施されると考えられる。(なお第2期が建設されない場合についても検討している。)

バンチャックについて世界銀行が改善案を提案しており新会社の設立も具体化されつつある。しかし設備の具体案が出されていないことから将来の計画に考慮していない。

表II-18は、各製油所の常圧蒸溜塔能力を示している。具体的なconfigurationについては基油プラントのスキームとも関係するので基油プラント設計条件の方で記述することとする。

表II-19にそれぞれの製油所の各種製品別生産可能量を示した。

表II-20にはタイ国の将来の石油製品の需要と供給予測を示しておりそれを図示したものが図II-6である。

この表は1991年以降の天然ガス生産予測をFreeとしたため、1996年 $91,886 \times 10^{12}$ Cal (約1,000MMSCFD)、2001年 $66,043 \times 10^{12}$ Cal (約718MMSCFD)になっている。

表II-20において<>内にTORCの第2期増設(常圧蒸溜設備)が行われなかった場合のバランスを示してある。

TORCの第2期計画も含めた場合1991年の石油製品の需要は殆ど満たされるが1996年には再び重油を除いて不足することになる。

重油の需給はLong Residueが基油プラントの原料であることから基油プラントの経済性に重要な影響をもつ。需給バランスを考える場合下記3点が大きな影響をもっている。

1) 天然ガスの供給能力がその一つである。それは天然ガスの利用の殆どが重油の代替燃料として利用されるからである。1996年および2001年における天然ガス生産量が1991年のままであるとすると1996年および2001年における重油の需要量はそれぞれ75,660BPCD、30,350BPCD増加する。

2) 今一つは重油分解設備の動向である。タイ国は天然ガスが生産され、従って重油消費が減少し過剰となることからそれを分解して中間溜分を生産することが考えられる。

TORCの第1期計画はまさにそのものであり、第1期計画のみであればTORCは表II-19に示すように原油77,650BPCDの外に21,400BPCDのLong Residueを原料として必要とすることになっている。(第2期では常圧蒸溜塔増設でその不足は解消される。)

3) 重油の需要予測は勿論需給バランスを見る上で最も重要である。

もし重油の需要予測が正しいとした場合はTORCが第1期としてのHydrocracking plantが

建設されないとすれば1991年で重油は2,400BPCDさらに余剰となるし、もしその他石油製品不足を補うため、例えばTORC第2期のような常圧蒸留塔が増設されるとさらに重油の余剰が生じる。

このことは重油を輸出するかまたは重油分解設備を設置するかの必要を示すもので、その意味では重油の価格はシンガポールのFOB価格に匹敵する必要があることを示している。

5-2 タイ国原油輸入の現状と将来予測

表Ⅱ-21は1982年タイの各製油所が輸入した原油別の量である。全輸入量 $8,542.7 \times 10^3$ klの中マレーシアからの $1,411.7 \times 10^3$ klブルネイからの 44.7×10^3 kl中国からの 115.5×10^3 klの合計 $1,972 \times 10^3$ klを除く $6,568.5 \times 10^3$ kl(77パーセント)は中近東から輸入されており、特にサウジからの輸入量 $5,609.4 \times 10^3$ klは全輸入量の66パーセントを占めかつArabian Light Crude Oilは $3,972 \times 10^3$ klで46パーセントになっている。

このArabian Lightは主としてパンチャックがサウジとの間の長期契約(本年末まで)に基づいて65,000バレル/日を輸入していることによる。パンチャックは輸入したArabian Lightの中15,000~20,000バレル/日をTORCに廻している。

今後の輸入原油の種類については原油の入手可能性、タイ国の石油製品の需要構造および原油の油種別価格さらに安定供給のための輸入先の分散化等が影響してくる。

従来のタイ国の原油実績が示すようにタイ国は中近東およびアジア諸国からの原油の輸入に依存しているがタイ国の地理的条件からこの状況は変化しないと考えられる。地域分散の意味からはアジア地区の比重を高めることが考えられるが表Ⅱ-22に示すようにアジア地区の原油生産量は250万バレル以下で全自由圏の生産の4~5パーセントにすぎず今後の輸入先としてはやはり中近東に大半を依存せざるを得ない。

タイ国の石油製品の需要は表Ⅱ-17に示してあるがFuel OilとBitumenの全製品に対する需要比は1982年28パーセント、1986年22.5パーセント、1991年21.9パーセント、1996年15パーセントと極めて低い。一方、Diesel Oilの需要比率が高いのがタイ国の石油製品の需要構造である。

従って、タイ国としては重油生産比率の低い原油(すなわち軽い原油)を輸入する方が適している。

問題は軽い原油とそれより重い原油の価格差も考慮した上で検討される必要がある。原則的にいって価格差は世界的規模で需要にあった石油製品を生産するためのコスト差と考えられるが処理設備が充分でない場合は軽質原油の価格はコスト差より開くことになる。

こと1～2年は軽質原油の価格が重質原油に比較して高かったが最近重油処理設備の完成とともにその差は減少傾向をたどりつつあり、公示価格でバーレル3 \$差のあるものが一時SPOT価格で1 \$位に低下している。

Official 価格についてはOPEC各国のかけひきもあり差はいまだに大きい、いずれはSPOT価格をfollowすることになるであろう。(もしそうでないと軽質原油の販売がむずかしくなる。)

重質油を軽質化するためのコストは既存設備を多くもちかつ設備費の相対的に低い先進国に有利であり、先進国のコスト差は新規にかつ建設費の高い国でのコスト差より少ない。

これらのことを考慮するとタイ国としては将来の軽質原油と重質原油の価格差からみて軽質原油を購入することが有利となろう。

以上のことから今後ともタイ国はArabian Lightの輸入の比率が高いものと想定される。

第6章 パラフィン・ワックスおよびアスファルトの需要予測

6-1 パラフィン・ワックスの需要予測

現在タイ国ではパラフィン・ワックスの生産は行われておらず、その需要はすべて輸入によって充足されている。輸出量は後々たるものなので省略する。

表Ⅱ-23に1975年から1982年までのパラフィン・ワックスの輸入実績を示しており、その変化をグラフにしたものが図Ⅱ-7である。同図より1983年のワックス需要量は10,000 T/Yと予測した。(Regression formulaによる予測では9,000 t/yであるが相関係数は0.058と低い。)

パラフィン・ワックスの主な用途は下記の通りである。

- (1) ろう摺 パラフィン・ワックスに数パーセントのステアリン酸を加える。
用途：照明
- (2) パラフィン・プロセッシング・ペーパー
用途：防湿、防水、錆止め、果物の害虫防護、苗木と苗の育成のための保温、その他
- (3) 防水ダンボール
用途：冷凍肉、冷凍魚、野菜、果実、機械工具の包装材料、その他
- (4) 混合ワックス パラフィン・ワックスに、マイクロ・ワックス、エチレン、ビニール、アセテート共重合体、オレフィン等を混入したもの
用途：パラフィン・ペーパー、防水ダンボール、紙コップ、冷凍食品用カートン、バター用カートン、その他
- (5) 電気絶縁材料
用途：電線、ケーブルの表面被覆
- (6) ゴム用 ゴムの老化防止、ゴムを混和するときの内部潤滑剤
- (7) 塩素化パラフィン

用途： 極圧添加剤，カッティングボール（金属加工），ビニールクロライドのブラン
 ティサイザー，合成樹脂とゴムの混合材，ソフトデタージェント

(8) その他

用途： マッチ，クレヨン原料，インキ，繊維工業，皮革ツヤ出し，自動車用ワックス，
 食品模型，製陶，化粧品，その他

タイ国では非精製の用途は，主としてろう燭であり，精製パラフィンはパラフィン・プロセシ
 ング・ペーパーに使用されている。

6-2 アスファルトの需要予測

現在TORCおよびESSOはアスファルトを生産しており一方輸出も行っている。

(単位：kL)

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982年
生産				151,689	122,507	114,655	135,680	123,685
輸入	1,241	1,317	1,283	2,028	2,498	1,826	718	375
輸出	1,712	1,105	3,490	3,288	1,178	1,061	438	1,170

NEAのBMPICによるアスファルトの需要予測（表Ⅱ-17）は1991年 174×10^3 kL，
 1996年 191×10^3 kLとなっており，この数値から1993年の需要量は180,971kL（3,118
 BPCD）と推定した。

一方，将来の生産予定は表Ⅱ-19に示すように1987年2,660BPCD（154,356kL/y），
 1991年以降2,700BPCD（156,677kL/y）（TORC 800BPCD，ESSO 1,900BPCD）
 であり，従って1993年における不足量は420BPCDとなる。

アスファルト：

アスファルトには天然アスファルトと石油アスファルトとある。

石油アスファルトは，用途により次の通り4種類ある。

- ストレート アスファルト（セミ ブローン アスファルト）
- ブローン アスファルト
- カット バック アスファルト

○乳剤アスファルト

ストレート アスファルト (セミ ブローン アスファルトを含む)

用途 : 舗装 (アスファルトの最大の用途) , 高速道路, 飛行機の滑走路に使用される。
(補修が容易のため) , ルーフィング, 錆止め塗料, 電気絶縁材, レンズ研磨材

ブローン アスファルト

用途 : 防水, 防湿, 保温, 保冷, 電気絶縁, 錆止め, ゴム, 混和, アスファルト ワニス, アスファルト タイルに使用される。

1. 屋根材, 壁芯材, ルーフィングなどの建築材料
2. トンネル (地下鉄を含む) , building 屋上, 地下室の防水
3. ゴムを混入し, ケーブ状あるいはシート状にして防水, 防湿工事に使用する。
4. プレハブコンクリートビルディングの隙間のシーリング材
5. 原子力発電所より出る放射性廃棄物を封じ込めて, 深海に投棄する。

カットバック アスファルト (灯油などでカットバックしたもの)

用途 : 散布して, 補修または簡易舗装に使用する。

エマルジョン アスファルト

用途 : 砂, 器材を混合して常温で舗装できる。主として補修または簡易舗装に使用される。

タイ国では主としてストレート アスファルトが使用されているが, 気温が高いので, 針入度の小さいアスファルトを製造しアスファルト舗装を多くすべきである。その理由はアスファルト舗装用は費用が安く, 過剰のショート レジデュアを少なくすることが出来るからである。日本では針入度 60-80, 80-100 が多く使用されているが, 大型を含む自動車交通量が増加したので針入度 40-60ブローンアスファルトが使用されつつある。