

## 第3章 酸化エチレンおよびエチレングリコール

### 3-1 序 論

プラスチック原料以外のエチレン誘導品の1つとしてエチレンオキシドおよびエチレングリコールがある。エチレンオキシドはエチレンと空気または酸素を反応させて得られ、用途の大半はエチレングリコール用の原料である。エチレングリコールは、エチレンオキシドと水との水和反応で合成される。最大の用途はポリエステル繊維用の原料であり、その他自動車用不凍液、不飽和ポリエステル樹脂等に消費されている。タイは熱帯に属しており不凍液の需要はなく、ポリエステル繊維用以外の用途は無視できるので、ポリエステル繊維原料を対象として検討すればエチレングリコールおよびエチレンオキシドの需要を把握できる。

ポリエステル繊維は、ナイロン、アクリルと共に3大合繊の1つで、この中でもポリエステル繊維は幅広い用途に適した特性と、原料(テレフタル酸、エチレングリコール)の価格が相対的に安いことからシェアが拡大しつつある。現在タイでは、ポリエステルは短繊維(ステープルファイバー、SFと略称)および長繊維(フィラメントヤーン、FYと略称)の生産が行われており、且つ紡績、織布、編成および染色仕上の加工設備も増加している。ことに綿花主体の繊維需要構造のタイにとって、ポリエステル繊維はもっとも適した繊維である。本章ではエチレングリコールの市場に関連して、ポリエステル繊維の国内需要および輸出の現状と、将来の予測を行うことによりエチレングリコールの需要の予測を行う。

### 3-2 エチレングリコールの需要推移

#### 3-2-1 エチレングリコールの需要と供給メカニズム

現在タイにはエチレングリコールの生産プラントはなく、必要なエチレングリコールは全量輸入されている。タイの貿易統計により集計したエチレングリコールの輸入量を表II-47に示す。1978~1979年で約20~25千トンが輸入されている。輸入先は95%以上が日本であるが、これはタイのポリエステル繊維の主力メーカーが日本との合弁企業であり、且つ日本のエチレングリコールメーカーの輸出価格が国際価格にほぼ追随しているためと予想される。エチレングリコールのメーカーは比較的限られており、日本でも4社だけであり、タイへの輸入も大半は日本商社によって取扱われているのが現状である。

Table II-47 TREND OF THAILAND'S ETHYLENE GLYCOL IMPORTS

	Import	
	Kl	Ton
1974	9,228	10,300
1975	7,036	7,800
1976	14,293	15,900
1977	19,197	21,400
1978	22,005	24,500
1979	20,227	22,500

Source: Foreign Trade Statistics of Thailand.

### 3-2-2 ポリエステル繊維生産用のエチレングリコール需要

3-2-1 で述べたようにタイのエチレングリコールの需要はポリエステル繊維用の需要とみなしてよい。ポリエステル繊維の生産量およびそのために要するエチレングリコールの量を算出すると表Ⅱ-48のようになる。需給関係による在庫量の変化を考慮すれば、表Ⅱ-47の輸入量とほぼ同じ傾向を示しており、エチレングリコールの需要がポリエステル繊維の生産量に依存していることがわかる。

## 3-3 ポリエステル繊維の需要分析

### 3-3-1 分析および予測方法

ポリエステル繊維の需要を次のような方法で予測する。

- 1 全繊維消費量と消費の中に占めるポリエステル繊維についての現状を調査する。  
ポリエステル繊維の量は合繊化率（全繊維消費量の中に占める合繊の消費量の割合）と、合繊の中に占めるポリエステル繊維のシェアとして考える。
- 2 ポリエステル繊維の需要を、国内需要、加工製品の輸出（間接輸出と別称する）および原糸輸出（直接輸出と別称する）にわけ需要構造を明らかにする。
- 3 将来の繊維の国内需要を、一人当りの国民所得および人口の変化を考慮して予測する。
- 4 タイの国情、風土および内外の繊維の供給事情から、合繊化率および合繊の中に占めるポリエステル繊維のシェアを推定し、ポリエステル繊維の国内需要を予測する。
- 5 ポリエステル繊維および繊維製品の輸出量を推定し、ポリエステル繊維の全需要量を予測する。

### 3-3-2 材料別繊維需要の推移と現状

タイ国における繊維の供給／需要構造は図Ⅱ-21のように図式化される。タイ国内および国外で入手し得る統計から、繊維加工工場で消費された原料繊維の綿、再生繊維、合成繊維別の量は表Ⅱ-49と推定される。<sup>1)</sup>

タイの繊維加工産業の発展を示すように、加工工場で消費される繊維（ファイバーおよびヤーン）の量も増大している。図Ⅱ-21でわかるように、加工工場で消費される繊維は織、編物および衣料品に加工されるが、これらは国内消費ばかりでなく国外へも輸出される。タイの繊維製品、特に衣料縫製品はタイの工業製品輸出高の中で

1) 天然繊維には綿の他に毛、絹があるが、タイにおける毛、絹の消費量は綿に比べて非常に少いので、本調査では無視しても問題はない。

Table II-48 TREND OF POLYESTER FIBER PRODUCTION  
AND PRODUCTION CAPACITY IN THAILAND

(Unit: 1,000t)

	Production Capacity		Production			EG Requirement for Production <sup>1)</sup>
	SF	FY	SF	FY	Total	
1974	15.8	12.5	13.5	8.0	21.5	7.5
1975	22.5	15.3	18.3	11.3	29.6	10.4
1976	36.7	19.5	29.4	13.7	43.1	15.1
1977	49.2	29.2	37.3	19.8	57.1	20.0
1978	49.2	29.2	40.6	18.3	58.9	20.6
1979	49.2	29.2	47.8	17.1	64.9	22.7

Note: 1) EG Consumption/Polyester Fiber Production = 0.35.

Source: Thai Synthetic Fiber Manufacturers' Association.

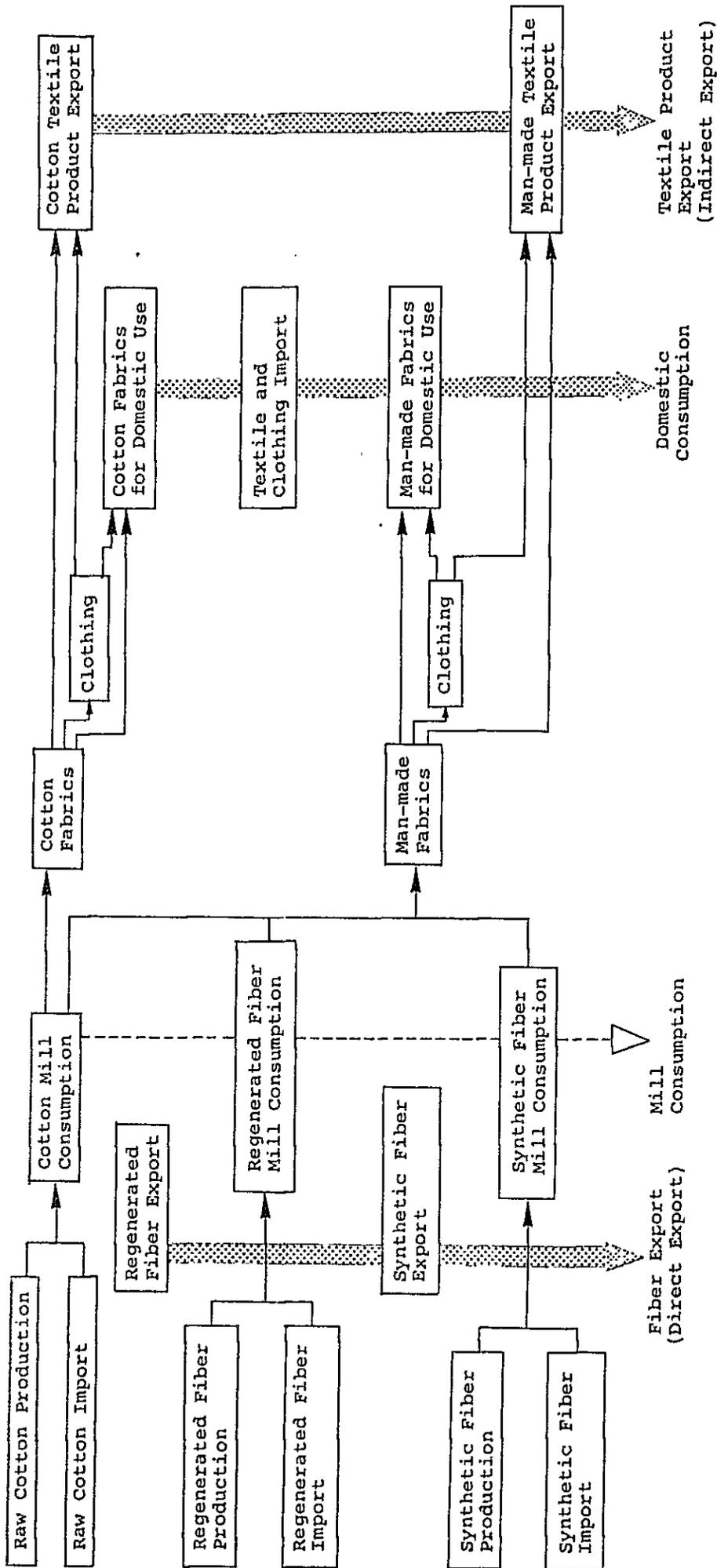


Fig. II-21 SUPPLY/DEMAND STRUCTURE OF TEXTILE PRODUCTS IN THAILAND

**Table II-49 TREND OF MATERIAL-WISE TEXTILE FIBER  
MILL CONSUMPTION IN THAILAND**

(Unit: 1,000 t)

	Cotton	Regenerated	Synthetic	Total
1974	72	5	45	122
1975	80	4	45	129
1976	108	9	59	176
1977	100	13	72	185
1978	111	16	66	193

Source: UNICO estimate from the data of "International Cotton Advisory Committee", "Textile Oraganon", "Thai Textile Manufacturers' Association", "Foreign Trade Statistics of Thailand".

第1位を占めており、米、ゴム等の一次産品輸出に次ぐ重要な輸出品に成長している。

タイ繊維製造業者協会（Thai Textile Manufacturers' Association 略称TTMA）の統計によるタイの布帛（Fabric）の生産、輸出、国内消費は表Ⅱ-50の通りである。綿布に比べ化合繊維<sup>1)</sup>の生産の伸びが大きいこと、化合繊維の輸出の伸びが大きいことがわかる。表Ⅱ-49の加工工場の繊維消費量から繊維加工品の国内需要量および輸出量（ファイバーベース<sup>2)</sup>）は表Ⅱ-51のように推定される。

これらのデータからタイの繊維消費の現状は大略次のように推定される。

- 1 年間国内全繊維需要は大略150,000t、1人当り消費量は33kg/人程度の水準である。
- 2 ファイバーベースの合繊化率はおよそ30~35%である。
- 3 タイの繊維消費は綿製品を中心とした短繊維品が主体であり、国内需要は、綿、化合繊の両者とも伸びている。
- 4 繊維製品の約30%は輸出されている（ファイバーおよびフィラメントの直接輸出は除く）。輸出に占める合繊ファイバーの比率はほぼ50%を占める。

### 3-3-3 ポリエステルファイバー需要の推移と現状

対象をポリエステル繊維にしぼって、供給および需要の構造を調査する。表Ⅱ-48に示すようにポリエステル繊維の生産能力は短繊維（ステープル）、長繊維（フィラメント）共に1976~1977年にかけて新メーカーの参入および既存メーカーの増設により大幅な能力増が行われた（ポリエステルステープルは既存1社に新規参入1社、ポリエステルフィラメントは既存2社に新規参入2社）。石油危機後の世界的不況、近隣諸国とのボーダービジネスの減少等による繊維不況の中であって、このような設備増設は国内需要に対して設備過剰を生ずるに至ったのである。表Ⅱ-48にみるように、生産量は増加しているのであるが、業界協調による輸出義務制度、生産調整等を余儀なくされ稼働率は低くなっているのである。

表Ⅱ-52は短繊維、長繊維別の生産量および加工工場の消費量（ファイバー輸出入を増減したみかけ消費量）である。この消費量は前述のように国内消費と製品輸出（Textile export）を含むものであり、ポリエステル繊維についての消費を国内消費と直接・間接の輸出に分けた推定量を表Ⅱ-53に示す。ファイバーベースの生産量と輸入量を加えた供給量をみてもわかるとおり、輸入代替が進むと共に製品輸出だ

1) man-made fabricsの中にはpure man-made fabricsと共にmixed man-made fabricsが含まれる。  
また布帛の単位面積あたりの原料繊維消費量には加工工程のロスが含まれる。  
2) ファイバーベースの消費量は織物の消費も全部原料繊維に換算した場合の消費量である。

Table II-50 TREND OF FABRIC PRODUCTION, EXPORT AND CONSUMPTION

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
(Unit: Million square yards (%))						
<b>Fabric Production</b>						
Cotton Fabrics	581	633	766	789	835	865
Man-Made Fabrics	429	517	649	705	885	938
Total Fabrics	1,011	1,150	1,415	1,494	1,721	1,803
<b>Export (include apparels)</b>						
Cotton Fabrics	40	57	142	148	164	
Man-Made Fabrics	90	124	198	207	383	
Total Fabrics	130	181	340	355	547	
<b>Domestic Consumption</b>						
Cotton Fabrics	583	608	647	666	700	
Man-Made Fabrics	401	453	494	545	579	
Total Fabrics	984	1,061	1,141	1,210	1,279	
<b>Export/Production (%)</b>						
Cotton Fabrics	6.9	9.0	18.5	18.8	19.6	
Man-Made Fabrics	21.0	24.0	30.5	29.4	43.3	
Total Fabrics	13.2	15.9	24.2	23.8	31.8	
<b>Consumption/Production (%)</b>						
Cotton Fabrics	100.0	96.1	84.5	84.4	83.8	
Man-Made Fabrics	93.5	87.6	76.1	77.3	65.4	
Total Fabrics	97.3	92.3	80.6	81.0	74.3	

Source: Thai Textile Manufacturer's Association.

Table II-51 TREND OF DOMESTIC TEXTILE CONSUMPTION  
AND TEXTILE EXPORT (FIBER BASE)

(Unit: 1,000 t)

	Textile Consumption			Textile Export		
	Total	Synthetic	$\frac{\text{Synthetic}}{\text{Total}}$ (%)	Total	Synthetic	$\frac{\text{Synthetic}}{\text{Total}}$ (%)
1974	119	42.2	36	16.1	9.5	59
1975	119	39.9	34	20.5	10.9	53
1976	142	45.1	32	42.6	18.1	42
1977	150	55.7	37	44.0	21.2	48
1978	143	43.0	30	61.4	28.4	46

Source: UNICO estimate.

Table II-52 TREND OF POLYESTER FIBER MILL CONSUMPTION IN THAILAND

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
	(Unit: 1,000 t)					
Polyester SF						
Production	13.5	18.3	29.4	37.3	40.6	47.8
Import	10.0	3.0	3.2	2.5	0.8	0.9
Export	-	-	-0.3	-1.5	-2.6	-1.2
Mill Consumption	23.5	21.3	32.3	38.3	38.8	47.5
Polyester FY						
Production	8.0	11.3	13.7	19.8	18.3	17.1
Import	1.4	0.2	0.2	0.0	0.2	0.3
Export	-0.8	-1.8	-4.6	-6.1	-8.6	-6.8
Mill Consumption	8.6	9.7	9.3	13.7	9.9	10.6
SF + FY Production	21.5	29.6	43.1	57.1	58.9	64.9
Mill Consumption	31.1	31.0	41.6	52.0	48.7	58.1

Sources: Thai Synthetic Fiber Manufacturer's Association; Foreign Trade Statistics of Thailand; etc.

Table II-53 TREND OF SUPPLY/CONSUMPTION OF POLYESTER FIBER

	1974	1975	1976	1977	1978	1979
(Unit: 1,000 t)						
<u>Polyester SF</u>						
Domestic Consumption	21.9	18.6	24.5	29.9	25.4	
Textile Products Export (Indirect Export)	4.9	5.1	10.0	11.1	16.7	
Fiber Export (Direct Export)	-	-	0.3	1.5	2.6	1.2
<u>Total Consumption</u>	<u>26.8</u>	<u>23.7</u>	<u>34.8</u>	<u>42.5</u>	<u>44.7</u>	
Production	13.5	18.3	29.4	37.3	40.6	47.8
Fiber Import	10.0	3.0	3.2	2.5	0.8	0.9
<u>Fiber Supply</u>	<u>23.5</u>	<u>21.3</u>	<u>32.6</u>	<u>39.8</u>	<u>41.4</u>	<u>48.7</u>
<u>Polyester FY</u>						
Domestic Consumption	8.0	8.5	7.0	10.7	6.4	
Textile Products Export (Indirect Export)	1.8	2.3	2.9	4.0	4.3	
Yarn Export (Direct Export)	0.8	1.8	4.6	6.1	8.6	6.8
<u>Total Consumption</u>	<u>10.6</u>	<u>12.6</u>	<u>14.5</u>	<u>20.8</u>	<u>19.3</u>	
Production	8.0	11.3	13.7	19.8	18.3	17.1
Yarn Import	1.4	0.2	0.2	0.0	0.2	0.3
<u>Yarn Supply</u>	<u>9.4</u>	<u>11.5</u>	<u>14.1</u>	<u>19.8</u>	<u>18.5</u>	<u>17.4</u>
<u>Polyester/Synthetic (Domestic Consumption) %</u>						
SF/Synthetic	52.0	47.0	55.0	53.0	59.0	
FY/Synthetic	19.0	21.0	16.0	19.0	15.0	
<u>Polyester/Synthetic</u>	<u>71.0</u>	<u>68.0</u>	<u>70.0</u>	<u>72.0</u>	<u>74.0</u>	

けでなく原糸原綿の輸出が増加していることがわかる。この背景には単純に輸出需要が増加したのではなく、前述のような過剰設備が要因となっている面がある。ことにフィラメントは国内需要に比べ設備過剰の度合いが大きく、採算の低い原糸の直接輸出により、稼働率を保っている傾向が強い。幸いに1978～1979年には世界需要の好転と、日本の円高、韓国、台湾の輸出余力の限界等の国際的環境の変化により輸出も好調に推移したが、タイの繊維輸出は限界供給者の立場にあり、環境条件の悪化による輸出減退の影響を受けやすい状況にある。従ってここ数年の輸出増大をもってタイの繊維産業が輸出産業としての地位を確立したとみるのは早計である。ことにファイバー段階での輸出は定着したものとは考えられず、ファイバー輸出の量が減るまで新たな設備増加は行われないとみられている。政府も繊維設備の増設には規制を加えているのが現状である。

ポリエステル繊維の急激な設備増加は、上述のような影響をおよぼしているものの、ポリエステル繊維、特にステープルは綿またはレーヨンとの混紡織物としてタイの風土に適した特性をもっているため、合繊消費の半分以上を占めるようになっている。これにフィラメントの消費を加えると合繊の70～75%がポリエステル製品である。タイの加工設備は綿紡および綿織機を中心とした短繊維加工設備が主体であるが、化合繊用の短繊維加工設備も増加しつつある。(現在の紡績設備総数は124万錠と推定されるが、その中ポリエステル綿混糸50万錠、ポリエステル/レーヨン混糸10万錠と推定されている。) フィラメント関係は世界的な薄地織物の流行がタイでも続いているが、織物輸入があり、織機の台数も少く、ファッションとしての需要はあろうが、現在の設備過剰は当分続くものとみられている。

### 3-4 ポリエステル繊維の需要予測

タイの全繊維需要およびその中におけるポリエステル繊維需要の現状についてこれまで述べてきた。これらのデータと現地調査により得た情報をベースに、ポリエステル繊維の将来の需要を予測する。予測の方法は次の3段階にわけて行うものとする。

- 1 全繊維国内需要量の予測
- 2 全繊維需要の中に占める合繊、合繊の中に占めるポリエステル需要量の予測
- 3 ポリエステル繊維の直接および間接輸出の予測

#### 3-4-1 全繊維国内需要

ある国の繊維の全需要量をマクロ的に予測する場合、国民1人当たりの繊維消費量と総人口の予測をベースとするのが一般的な方法である。国民1人当たりの繊維消費量を予

測するには1人当り国民所得との関係から推定するものとする。国民所得を表わす値としてはGDP(国内総生産)を用いるものとする。

(1) 1人当りGDPと1人当り繊維消費量の関係

この予測の基礎として用いる人口およびGDPは表Ⅱ-54に示すものを用いる。表Ⅱ-51で推定した全繊維需要量から、タイの場合次のような国民1人当りGDPと国民1人当り消費量の関係式が求められる。

$$Y = 0.3785 + 3.8447 \log X$$

ここに、

X: 1人当りGDP(1972年価格)(1,000 Baht/人)

Y: 1人当り繊維消費量(kg/人)

(2) 全繊維国内需要

この関係式から将来の繊維需要量を予測すると表Ⅱ-55のようになる。1978年に1人当り年間消費量33 kg/人が1990年には42 kg/人、2000年には50 kg/人と増加する。全繊維需要も1990年242,000 t、2000年には336,000 tと1978年の倍以上の需要となる。

3-4-2 ポリエステル繊維の需要

(1) 合繊化率

現在のタイの国内繊維消費における合繊化率(ファイバーベース)は3-3-2で述べたように30~35%である。将来の合繊化率を予測するには原料繊維毎の需要動向と共に供給要因も考慮しなければならない。

タイはASEAN各国の中では綿花の産出量が最も多い。綿花はタイの繊維需要の主体をなしており、綿花の栽培もふえてきている。しかし、国産綿花だけでは需要の20~30%を満たすだけで、毎年アメリカその他から相当量の綿花を輸入している。綿花の世界全体の生産量は全体として増加しているものの、その増加率は低い。綿花の生産は食糧作物との競合があり、価格が上がれば作付面積も増加するが、逆に合繊との競合上不利になる。結果として綿花の生産増加率はあまり高くない。タイの綿花の生産も繊維需要の増加に比べて低いであろうし、綿花の輸入を大幅にふやすことも難しい。

タイでは1976年よりレーヨンステプルの生産が開始され、輸入代替が進んでいる。世界全体ではレーヨンの生産は減少しており、タイのレーヨン生産開始の一つの要因も国内需要の確保ということもあったと想像される。

第2次石油危機後、若干レーヨンのみなおし観がでてきたが、コスト、性能の両

Table II-54 POPULATION AND GDP IN THAILAND

	Population <sup>1)</sup> (Million)	GDP 1972 Price (Billion Baht)
1974	40.8	190
1975	41.9	204
1976	43.0	223
1977	44.0	239
1978	45.1	267
Projected Population and GDP		
1980	47.2	303
1985	52.4	415
1990	57.5	569
1995	62.4	780
2000	67.1	1,068

Note: 1) Midyear Population.

Source: 1974-78: Statistics from the United Nations. Projected value: UNICO estimate.

Table II-55 FORECAST ON DOMESTIC TEXTILE FIBER DEMAND IN THAILAND

	Per capita textile Demand (Consumption) (kg/person)		Total textile Demand (Consumption) (1,000 t)		Per capita GDP (1,000 Baht/person)
	Actual	Calculated	Actual	Calculated	
1974	2.9	2.9	119	120	4.66
1975	2.9	3.0	119	127	4.86
1976	3.3	3.1	142	134	5.17
1977	3.4	3.2	150	141	5.43
1978	3.2	3.3	143	151	5.92
1980		3.5		165	6.43
1985		3.8		201	7.93
1990		4.2		242	9.89
1995		4.6		287	12.49
2000		5.0		336	15.92

Source: UNICO estimate.

面で有利な点がなく、生産は今後も横ばいまたは減少傾向と予想されている。

合繊は強い、しわにならない等の特性と、加工方法の開発が進むと共に、石油化学の進歩による原料供給の増大により急速に生産を増大し、1978年には全世界生産量の35%を占めるに至っている。石油価格の上昇により、合繊産業は急激な拡大から停滞を経て、ゆるやかな成長を示すようになっているが、競合する天然繊維、再生繊維の増産には上述のような制約があり、将来も合繊化率は上昇するものと予想されている。タイの場合にも綿花は熱帯性気候に適した原料として需要は高いが、供給(生産・輸入)の増加に制約があるので、合繊、特にポリエステルステープルは混紡織物の原料として需要の伸び、合繊化率は高まる。

これまで述べてきたような各原料繊維ごとの需要および供給要因を考え合わせて、タイの合繊化率、合繊需要を表Ⅱ-56のように予測する。1990年には合繊化率は50%を越え、2000年には60%を越えると推定され、合繊需要は1990年に124,000t、2000年には200,000tを越える。合繊の1978~2000年の平均伸び率は約6.5%である。

## (2) ポリエステル繊維の国内需要

ナイロン、ポリエステル、アクリルの3大合繊で合繊の99%を占めている。3大合繊の占める割合は地域、国により異なるが、衣料用で汎用性の広いポリエステル繊維の伸び率が高く、シェアも増加している。ことにタイのような熱帯性気候の国々では、アクリルの需要は少なく、アクリル繊維の工場を持つ国はほとんどない。ナイロンのフィラメントは衣料用の分野では多くの分野でポリエステルフィラメントに置き換えられ、タイヤコード、漁網、ロープ等の産業用分野やカーペット等の特定の用途むけの需要が主体になってきている。ポリエステルステープルは綿との混紡により綿織物の分野に広く使われると共に、レーヨンとの混紡による制服、ズボン等の用途もあり、綿製品の適した熱帯気候の国々で伸びている。今後もこの傾向は続くものと考えてよい。ポリエステルフィラメントはジャージ等のニットブームにより急激に需要が増加し、ニットブームが過ぎた後、ジョーゼットに代表される薄地織物のブームが続いた。このように流行の波により変動のある繊維で、どちらかといえば1人当り繊維消費量の高い国での需要が多い。

タイにおけるポリエステル繊維の合繊需要の中に占めるシェアは表Ⅱ-53に示したようにステープルで55~60%、フィラメントで15~20%を占めており、両者合わせて70~75%と推定される。上述のような状況を勘案して、今後のポリエステル繊維のステープル、フィラメント別の需要を表Ⅱ-57のように予測する。1978年のステープルの需要は約30,000tであるが、1990年には80,000t、

Table II-56 FORECAST OF DOMESTIC SYNTHETIC FIBER DEMAND IN THAILAND

Consumption	Synthetic Fiber Demand	
	Total Fiber Demand (%)	(Consumption) (1,000 t)
1974	36	42.2
1975	34	39.9
1976	32	45.1
1977	37	55.7
1978	30	43.0
Projected Demand		
1980	38	62
1985	44	89
1990	52	125
1995	57	164
2000	61	206

Source: Table II-51; UNICO estimate.

Table II-57 FORECAST OF DOMESTIC POLYESTER FIBER DEMAND IN THAILAND

	Polyester Fiber Demand Synthetic Fiber Demand (%)		Polyester Fiber Demand (Consumption) (1,000 t)		Growth Rate Per Annum (%)	
	SF	FY	SF	FY	SF	FY
1974	52	19	21.9	8.0		
1975	47	21	18.7	8.5		
1976	55	16	24.6	7.0		
1977	53	19	29.6	10.7		
1978	59	15	25.4	6.4		
1980	61	18	37.8	11.2		
1985	64	18	57.0	16.0	8.6	7.4
1990	67	18	83.8	22.5	7.7	7.1
1995	70	18	114.8	29.5	6.2	5.6
2000	72	18	148.3	37.1	5.3	4.7

Source: Table II-53; UNICO estimate.

2000年には150,000tとなる。フィラメントは1978年に約9,000tが、1990年には22,000t、2000年には37,000tとなる。この間の平均年間増加率は、ステープルで年平均7.4%、フィラメントで6.5%となる。

### (3) ポリエステル繊維の輸出

3-3-3で述べたように、ポリエステル繊維の輸出には原糸・原綿のまま輸出する直接輸出と、布帛や衣料品に加工して輸出する間接輸出とがある。中期的にはタイの繊維産業は国内需要と輸出をバランスさせながら発展するものとして次のように仮定する。

- 1 布帛生産量の一定割合を輸出する。輸出比率は30%と考える。
- 2 直接輸出は設備過剰のあるうちは稼働率を上げるために行われるが、稼働率の上昇とともに減少し0となる。

このような前提条件で輸出量を算出すると表Ⅱ-58のようになる。国内需要と輸出を合わせると、1990年のポリエステル繊維の総需要は150,000t、2000年には265,000tに達する。

## 3-5 エチレングリコールの需要予測

### 3-5-1 エチレングリコールの需要予測

3-4で予測したポリエステル需要を満たすためには、ポリエステル繊維の増産が必要であるだけでなく、加工設備の新增設が必要である。このためには、巨額の投資が必要であるが、需要の見通しがたてば、民間の投資も行われ、業界、政府の支援も行われるであろう。需要に見合ったポリエステル繊維の生産が行われるために必要なエチレングリコールの需要は表Ⅱ-59の通りである。

### 3-5-2 エチレングリコール用エチレンの需要予測

前述のエチレングリコールは輸入するか、または国内で生産することになる。エチレングリコールの需要がどのくらいになればエチレンを原料としてエチレンオキサイド、エチレングリコールのプラントを建設する可能性が考えられるであろうか。現在世界で建設中または計画中のエチレンオキサイドプラントには300,000t以上の大能力のものもあるが、50,000~150,000tのものが多い。1990年代前半にはエチレンオキサイドの需要は50,000tになるのでエチレンオキサイド、エチレングリコールのプラントが稼働するとすれば、エチレンの需要は約50,000tとなる。ポリエステルの需要増大と共にエチレングリコールの生産能力を増設することができれば、表Ⅱ-59に示したように2000年のエチレン換算需要量は70,000tになろう。た

Table II-58 FORECAST OF TOTAL POLYESTER FIBER DEMAND IN THAILAND

	1980	1985	1990	1995	2000
(Unit: 1,000 t)					
<u>Polyester SF</u>					
Domestic Demand	37.8	57.0	83.8	114.8	148.3
Textile Export	18.1	24.4	35.9	49.2	63.6
Fiber Export	—	—	—	—	—
Sub-Total	55.9	81.4	119.7	164.0	211.9
<u>Polyester FY</u>					
Domestic Demand	11.2	16.0	22.5	29.5	37.1
Textile Export	5.0	6.9	9.6	12.6	15.9
Fiber Export	4.2	3.4	—	—	—
Sub-Total	20.4	26.3	32.1	42.1	53.0
Total Demand (SF + FY)	76.3	107.7	151.8	206.1	264.9

Source: Table II-57; UNICO estimate.

Table II-59 PROJECTED DEMAND FOR ETHYLENE GLYCOL IN THAILAND

	Ethylene <sup>1)</sup> Glycol	Ethylene <sup>2)</sup> Oxide	Equivalent to Ethylene
1975	10.4		
1977	20.0		
1979	20.7		
1980	26.7		
1985	36.7		
1990	53.1	42.5	40.4
1995	72.1	57.7	54.8
2000	92.7	74.2	70.5

(Unit: 1,000 t)

- Notes: 1) EG = 0.35 x Polyester.  
 2) EO = 0.8 x EG.  
 3) Ethylene = 0.95 x EO.

Source: UNICO estimate based Table II-58. For 1975 ~ 1979 : Table II-48.

だし、エチレングリコールは用途の大半がポリエステル繊維であるから、その需要動向や、世界的なエチレングリコールの需要バランスによりプラント建設が支配されることに留意する必要がある。

## 第4章 VCMおよびエチレン

### 4-1 VCM

#### 4-1-1 需 要

##### (1) 輸入量の推移と供給先

Thai Plastic and Chemical Co. は1971年操業開始以来、主として日本から原料であるVCMを輸入し、その輸入量は1971年の3,000 t/yから1979年の20,000 t/yに順調に増加した。しかし、1978年以降、日本における国内市場の増大による供給不足と輸出価格の高騰により、一部をフランス、オランダからの輸入によって補うことになった。タイ国の貿易統計によれば、1978年にはフランスから2,000 t、1979年にはフランスから4,000 t、オランダから3,500 tの輸入が行なわれた(表Ⅱ-60)。1980年には、上記の西ヨーロッパ諸国の他に、アメリカから数千tの輸入がなされている模様である。

##### (2) 需要予測

PVCの需要は表Ⅱ-33に示す通りである。将来のPVCの輸出は輸入とバランスするものとし、PVCプラントは、需要がプラント生産能力を超えた場合100%稼働するものと仮定して、PVCの生産量を推定したのが表Ⅱ-61である。

VCMの需要量はPVCの生産量に原単位1035を乗じて求め、同じ表Ⅱ-61に記載した。

#### 4-1-2 価 格

##### (1) 輸入価格の推移

タイ国の輸入統計によると、VCMの輸入価格(CIF)は表Ⅱ-62の通りである。日本からのVCMの輸出価格(FOB)は1972年以前は一般に国内出荷価格より約20%低目に設定されていたが、1974年には折からの狂乱物価の影響を受け、VCMの輸出は、一時的に国内価格の2倍近くにはね上った。しかし、それ以後は日本の国内需要の低迷とVCMの過剰感から、輸出価格は鎮静化に向いほぼUS\$350(約7 Baht/kg)近辺に落ちついた。ところが1978年に入り、第2

Table II-60 VCM IMPORTS IN THAILAND BY EXPORTING COUNTRY

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Japan	2,988	6,057	10,782	8,159	9,799	15,701	17,124	9,371	12,937
France	-	-	-	-	1,659	-	-	2,000	4,008
Netherlands	-	-	-	-	-	-	-	2	3,524
U.S.A.	-	-	48	-	-	-	44	21	20
U.K.	10	-	6	20	-	10	-	-	-
W. Germany	-	1	-	3,999	-	-	-	-	-
Total	2,998	6,058	10,836	12,178	11,398	15,711	17,169	11,393	20,491

Source: Foreign Trade Statistics of Thailand.

Table II-61 DEMAND FORECAST FOR VCM

(Unit: 1,000 t/y)

	PVC		VCM
	Demand	Production	Demand
1985	56.1	56.1	58.1
1986	61.0	61.0	63.1
1987	66.4	66.4	68.7
1988	72.2	72.2	74.7
1989	78.6	77.3	80.0
1990	85.6	77.3	80.0
1991	92.0	77.3	80.0
1992	99.0	77.3	80.0
1993	106.5	77.3	80.0
1994	114.5	114.5	118.5
1995	123.2	123.2	127.5
1996	132.5	132.5	137.5
1997	142.6	142.6	147.6
1998	153.4	153.4	158.8
1999	164.9	154.0	159.4
2000	177.4	154.0	159.4

次の石油危機に見舞われた結果、タイ国のVCM輸入価格は再び上昇し1979年には、1974年と同じく最高価格レベルに逆戻りした。さらに1979年末から1980年初頭にかけて価格上昇が引き続き、VCM価格は一時US\$700(CIF)に達したが、その後需給バランスはゆるみ、年末にはUS\$540まで低下したという。<sup>1)</sup>

(2) VCM価格とPVC価格との関係

(a) タイ国

Thai Plastic and Chemical Co. (TPCと略称) 創業以来のVCM輸入価格とPVCレジン価格は表II-62および図II-22に示す通りである。タイ国におけるVCM価格とPVC価格との関係は、次のような回帰方程式であらわされる。

$$y_T = 5.31 + 1.0071 x_T \quad (1)$$

$$(R=0.84)$$

但し、 $x_T$  : VCM価格 (landed price ; Baht/kg)

表II-62および図II-22のVCM価格を11196倍(関税10%を含む)したもの

$y_T$  : PVC価格 (レジン価格 ; Baht/kg)

この回帰方程式を見ると、TPCのPVC価格はVCMの価格に対する依存性が非常に高く、VCM価格に約53 Baht/kg (US\$260)を加工費(重合費)として上乗せした価格に等しい。原料以外の原価要素のインフレーションによる値上りは、ほとんど加工費の内部で吸収されているようである。しかし詳細に検討すると図II-22からも分るように、1971年と1979年は同じVCM価格であるにもかかわらず、PVCの価格は1974年166 Baht/kg、1979年217 Baht/kgと大幅な差がある。これは同じVCM価格であっても時間の経過とともにVCM以外のコストが上昇することと、急激な値上げはユーザー側に容易に受入れられない事情があるためである。

そこで、次のように時間(年数)の要素を入れたモデルをあてはめると、

$$y_T = 4.81 + 0.713 t + 0.724 x_T \quad (2)$$

$$(R=0.84)$$

という回帰式が得られる(図II-23)。

ここに、 $t$  : 1970年を0とする年数

$x_T$  : VCM価格(上記と同様 ; Baht/kg)

$y_T$  : PVC価格 ( Baht/kg )

1) 1981年第1回半期分の契約価格はCIF US\$495という安値が出現し最近のVCMの市況軟化を示している。

Table II-62 TREND OF VCM AND PVC PRICES IN THAILAND

(Unit: Baht/kg)		
	VCM	PVC
1971	3.07	6.2
1972	3.03	6.1
1973	4.47	15.1
1974	12.59	16.6
1975	6.74	13.6
1976	7.39	15.5
1977	8.01	14.6
1978	10.30	15.2
1979	12.50	21.7

Sources: VCM; Foreign Trade Statistics of Thailand  
PVC; Thai Plastic and Chemical Co.

Table II-63 TREND OF VCM AND PVC PRICES IN JAPAN

(Unit: ¥/kg)		
	VCM	PVC
1970	54.6	86.5
1971	46.3	81.7
1972	44.5	78.1
1973	48.5	88.3
1974	81.1	126.1
1975	89.1	131.6
1976	100.0	154.6
1977	103.1	151.7
1978	96.9	142.7
1979	108.9	154.7

Source: Year Book of Chemical Industries Statistics of Japan.

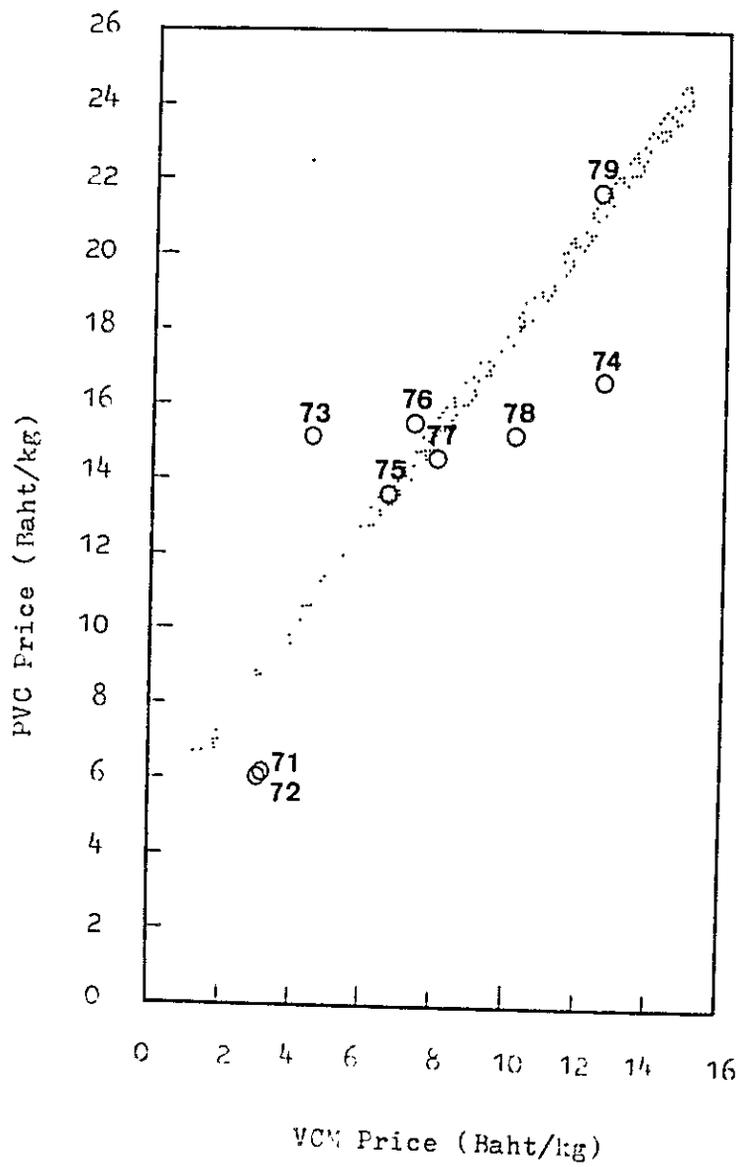


Fig. II-22 EFFECT OF VCM PRICE ON PVC PRICE IN THAILAND

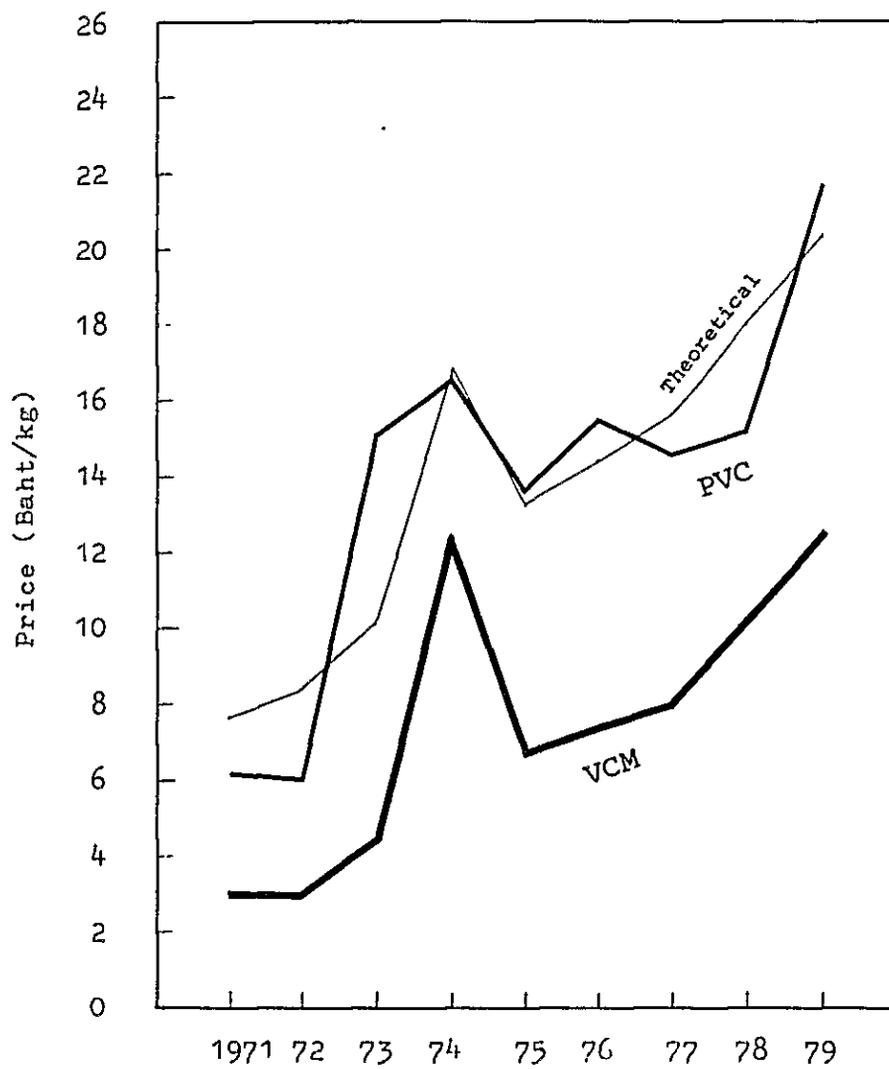


Fig. II-23 TREND OF VCM AND PVC PRICES IN THAILAND

(b) 日 本

日本におけるVCM価格とPVC価格との関係は表Ⅱ-63および図Ⅱ-24のようで、かなり高い相関関係を示し、次のような回帰方程式が得られる(図Ⅱ-24)。

$$y_J = 2403 + 1.2363 x_J \quad (3)$$

(R=0.99)

但し、 $x_J$  : VCM工場出荷価格(円/kg)

$y_J$  : PVC工場出荷価格(円/kg)

タイ国の場合と同様に時間(年数)を入れた回帰方程式を求めると次の式が得られる(図Ⅱ-25)。

$$y_J = 2516 + 0.3001t + 1.204 x_J \quad (4)$$

(R=0.99)

ここに  $t$  : 1970年を0とする年数

$x_J$  : VCM価格(¥/kg)

$y_J$  : PVC価格(¥/kg)

(c) タイ国と日本との比較

タイ国の1980年におけるPVC価格を、VCM価格US\$700(144Baht/kg)として推定すると、式(1)から19.8Baht/kg、式(2)から21.3Baht/kgが得られる。

一方日本における1980年の国内VCM価格はUS\$674<sup>1)</sup>(145円/kg)であるが、タイ国と同じ価格のVCM(US\$700)を使用した場合を考えると、式(3)から210円/kg(200Baht/kg)、式(4)から209円/kg(200Baht/kg)が得られ、タイ国と同等ないし、やや安くなる。図Ⅱ-26はVCM価格をUS\$600からUS\$900まで変えた場合のPVC価格を示したもので、タイ国と日本とで同一VCM価格に対して同一PVC価格になるものとした。

ここで注意しなければならぬことは、日本のVCMはその生産量の約1/2が自家消費されていることである。自家消費されているVCMの価格は、通常市販のVCMより5~10%安く評価されているものと考えられる。図Ⅱ-27から明らかに通り、1978年以降タイ国の物価上昇率は、これ以前の数年間と比較してかなり高くなって来ているので、今後のPVC生産コストには、VCMの値上り以外に、物価上昇による他の原価要素の値上りを考慮せざるを得ない。

Thai Plastic & Chemical Co.は1980年増設が完了したばかりであり、また数年後さらに増設を行なう必要があることを考慮すると、同一価格のVCMを使用しても、PVCの生産コストは日本よりも高くなると想定する方が妥当である。

(3) 将来のVCM価格

第2章、2-4-1節に述べたように、本調査のPVC需要量は1979年にお

1) 1-9月の平均、為替レート215円/US\$として計算

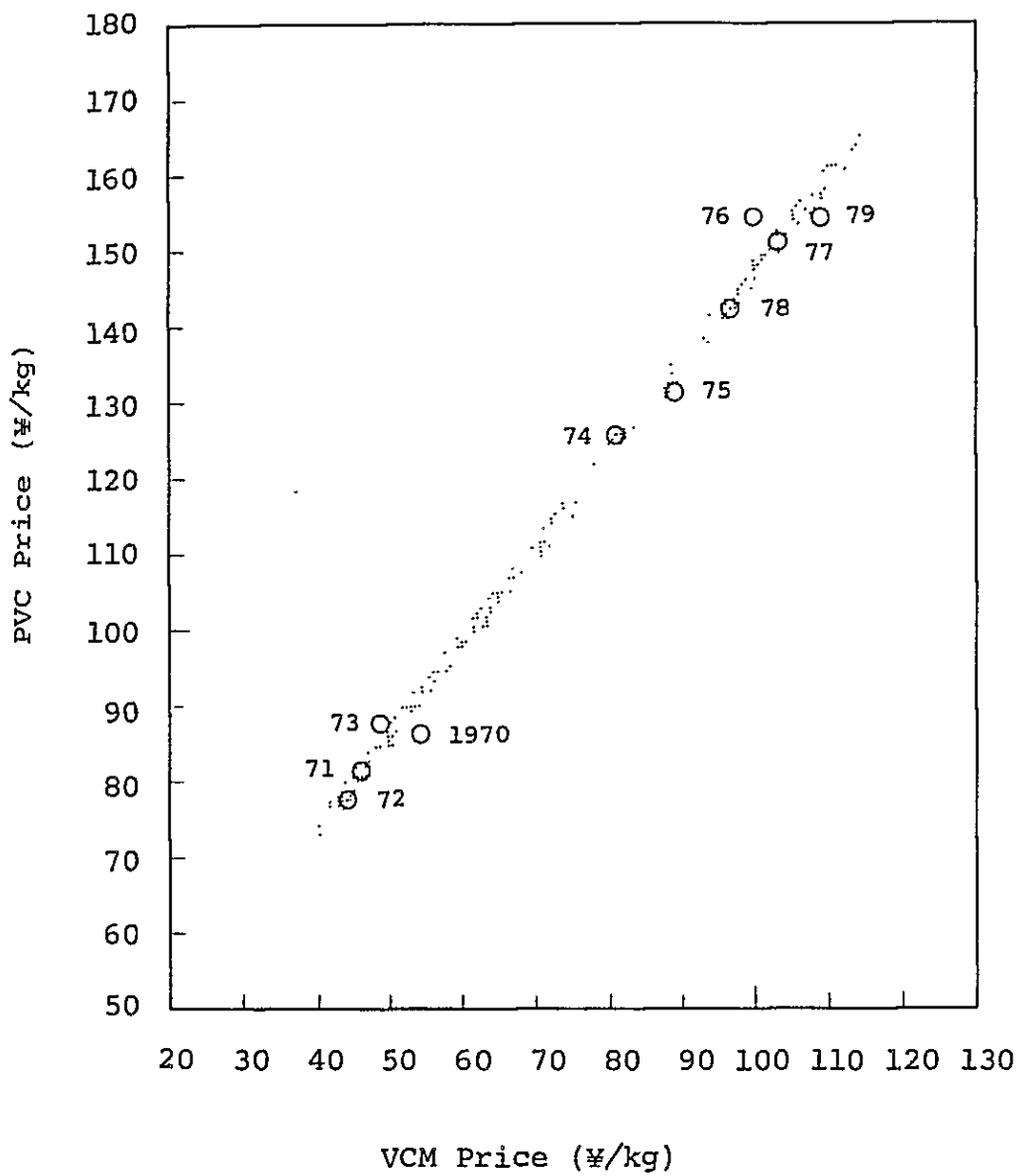


Fig. II-24 RELATIONSHIP BETWEEN VCM PRICE AND PVC PRICE IN JAPAN

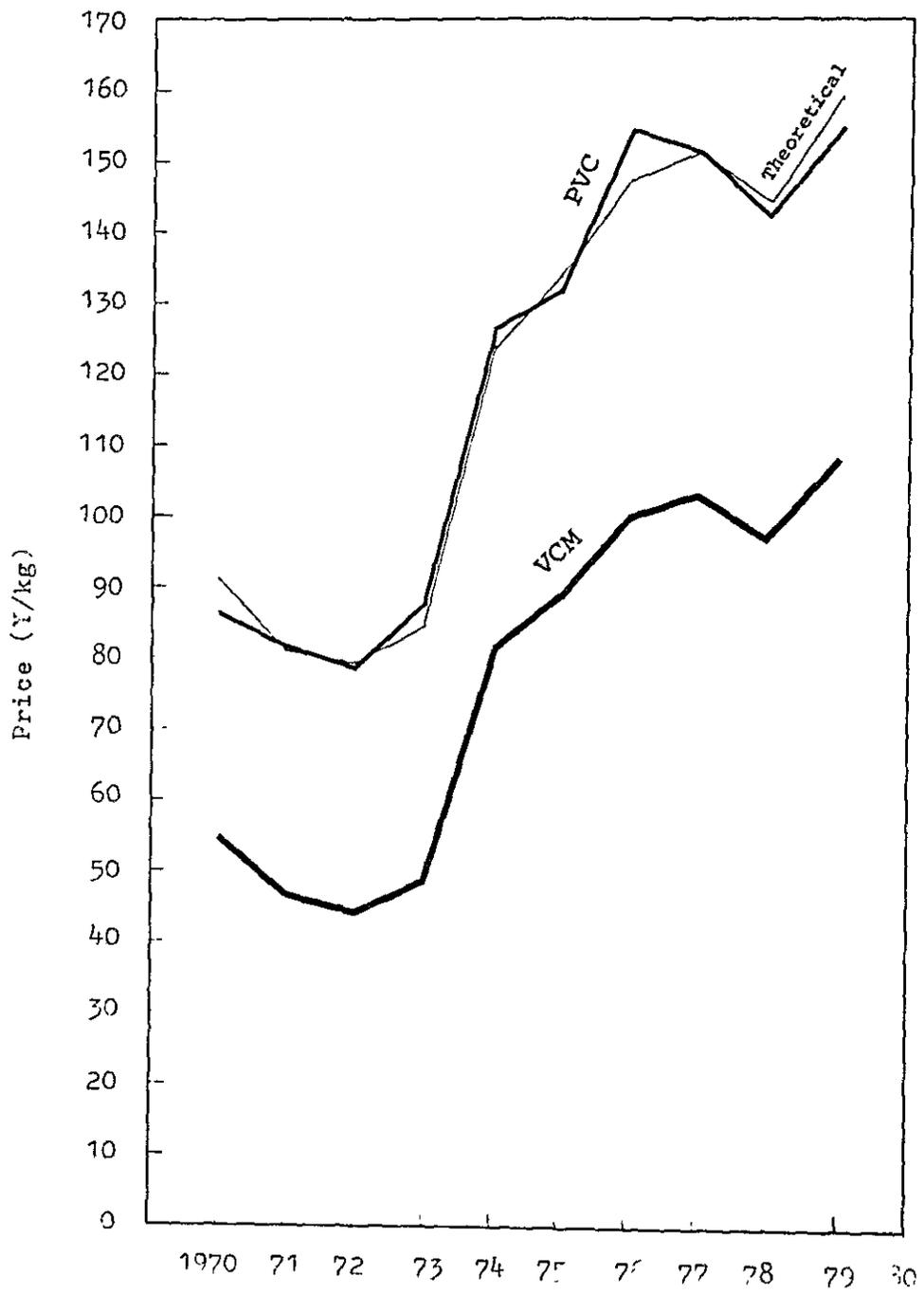


Fig. II-25 TREND OF VCM AND PVC PRICES IN JAPAN

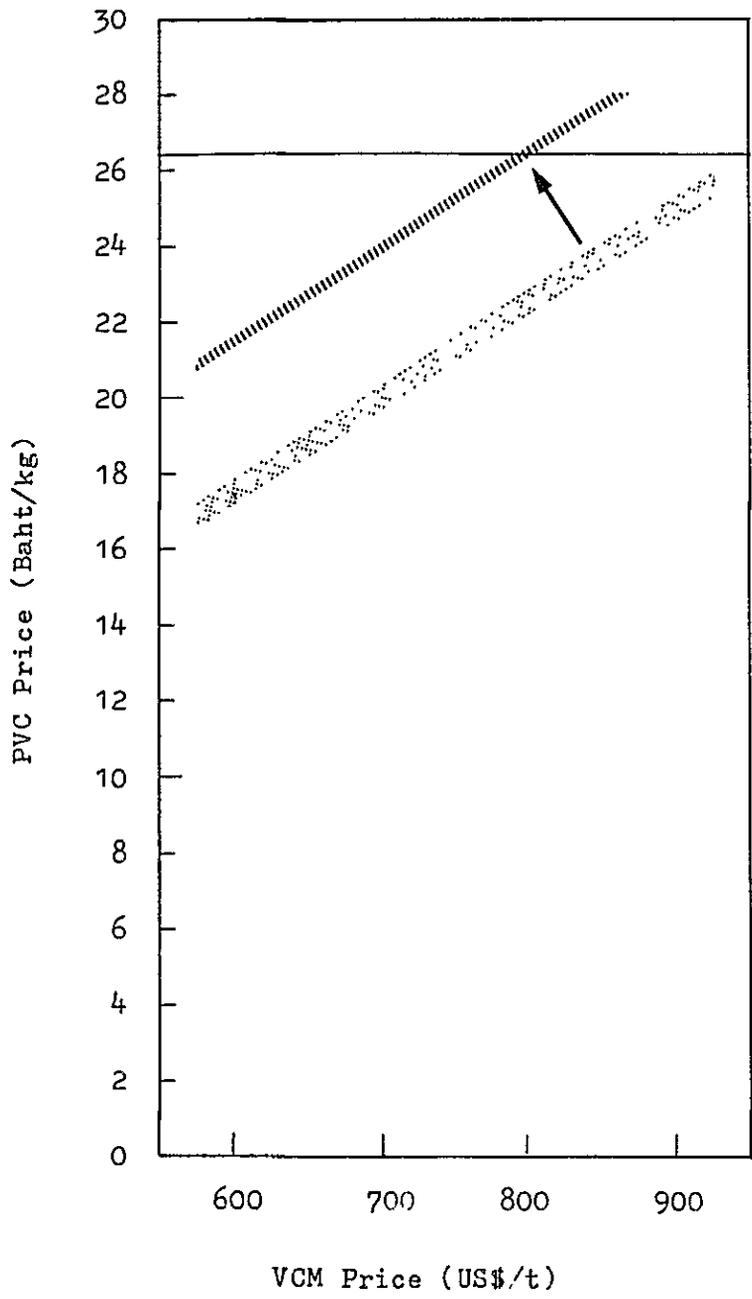


Fig. II-26 ESTIMATED PVC PRICE IN THAILAND AND JAPAN

るPVC価格(22 Baht/kgと想定した)が将来とも実質的に(インフレーション要素を除いて)一定に保たれることを前提にしている。

1979年の実質価格を1980年の価格に変換するには、1980年のGDPデフレーターの前年上昇率をかければよい。タイ国のGDPデフレーターは表Ⅱ-64および図Ⅱ-27に示すように、消費者物価指数に略々追随している。いま1980年の消費者物価指数の上昇率を20%<sup>1)</sup>と仮定すると、1980年価格のPVC価格は264 Baht/kgとなる。

前節の図によれば、タイ国においてVCM価格をUS\$800としても264 Baht/kgのPVCを生産するには支障がないと考えられる。

## 4-2 エチレン

### 4-2-1 需 要

2-4-5節にプラスチック材料(LDPE、HDPE、VCM)用のエチレンの需要について述べたが、本節ではエチレングリコール生産用のエチレンを含めた総需要について述べる。

3-5-2節に述べたように、タイ国におけるエチレングリコールの需要は、1980年の約28,000 t/yから、平均年率62%の割で増加し、これをエチレン需要に換算すると1980年21,000 t/yから2000年には70,000 t/yとなる。従ってエチレンの総潜在需要は次のように推定される。

(1,000 t/y)	
1985	165
1990	238
1995	329
2000	452

しかしながら、エチレンの実際の需要は、下流産業のプラントが建設され、稼働して始めて発生するものであるから上記の数字より少くなる。すなわち、

(1,000 t/y)	
1985	134
1990	189
1995	307
2000	428

となる。各年毎のエチレンの潜在需要と有効需要の予測値を表Ⅱ-65および図Ⅱ-28

1) Bangkok Post、10月21日、1980年

Table II-64 TREND OF PRICE INDEX IN THAILAND

	(1972 = 100)		
	Price Index (All Items) <sup>1)</sup>		GDP
	Whole Sales	Consumer	Deflator <sup>2)</sup>
1970	92.4	94.3	90.7
1971	—	—	92.1
1972	100.0	100.0	100.0
1973	122.8	111.7	120.2
1974	158.3	137.7	142.9
1975	164.1	143.4	146.8
1976	170.7	150.4	151.7
1977	179.8	163.1	164.6
1978	188.3	177.4	178.9
1979	212.6	195.6	198.2

Sources: 1) Calculated from U.N. Statistical Yearbook.

2) Table II-18.

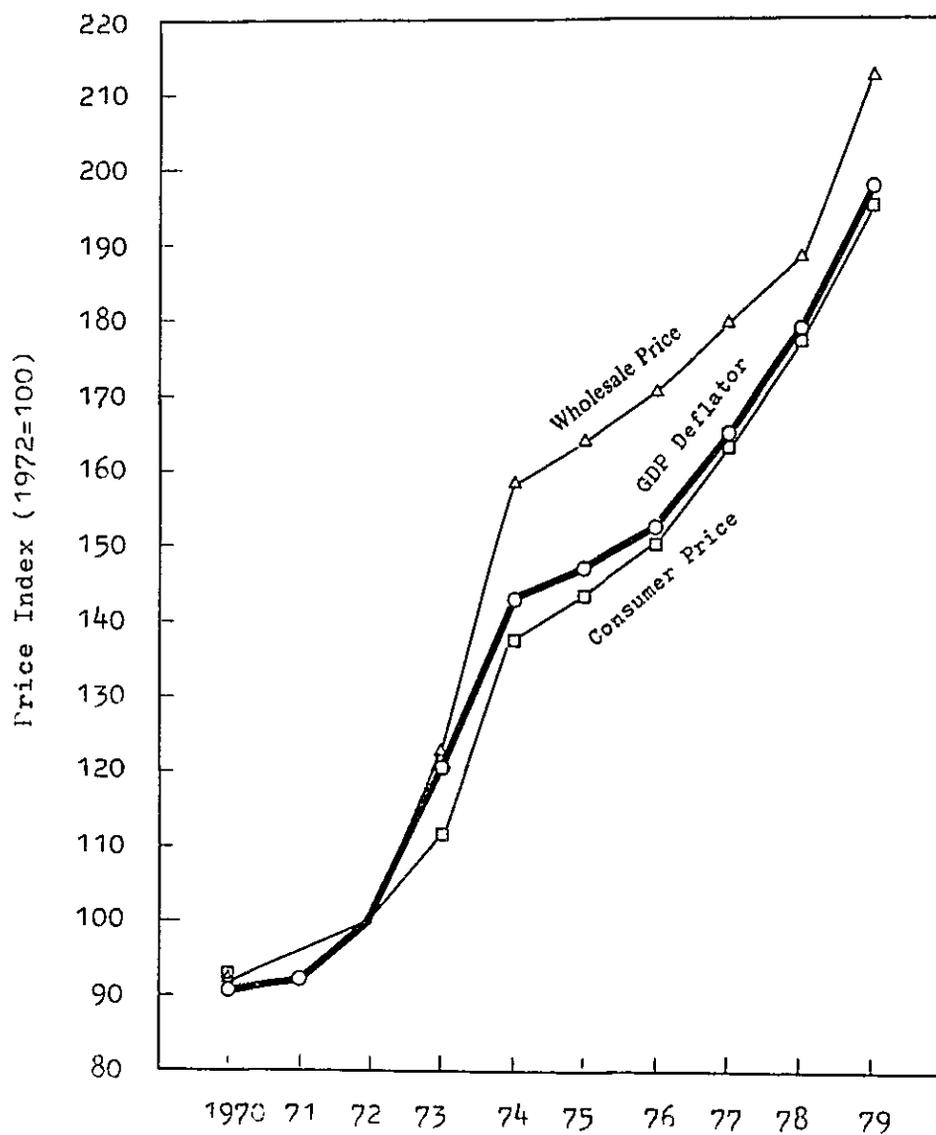


Fig. II-27 TREND OF PRICE INDEX IN THAILAND

Table II-65 TOTAL ETHYLENE DEMAND

(Unit: 1,000 t/y)

	Potential Demand for			Effective Demand <sup>1)</sup> for		
	Plastics	EO	Total	Plastics	EO <sup>2)</sup>	Total
1985	137.3	27.9	165.2	134.2	—	134.2
1986	147.5	30.0	177.5	142.7	—	142.7
1987	158.7	32.4	191.1	149.7	—	149.7
1988	170.6	34.8	205.4	170.6	—	170.6
1989	183.4	37.5	220.9	182.6	—	182.6
1990	197.2	40.4	237.6	189.4	—	189.4
1991	210.8	42.9	253.7	199.3	—	199.3
1992	225.2	45.6	270.8	206.6	—	206.6
1993	240.6	48.5	289.1	214.3	—	214.3
1994	256.9	51.6	308.5	240.7	51.6	292.3
1995	274.4	54.8	329.2	252.2	54.8	307.0
1996	293.2	57.6	350.8	287.2	57.0	344.2
1997	313.1	60.6	373.7	292.1	57.0	349.1
1998	334.6	63.7	398.3	334.6	57.0	391.6
1999	357.2	67.0	424.2	352.4	57.0	409.4
2000	381.6	70.5	452.1	370.6	57.0	427.6

Notes: 1) Supply to downstream plants.

2) EO plant of 60,000 t/y capacity is assumed to be started operation in 1994.

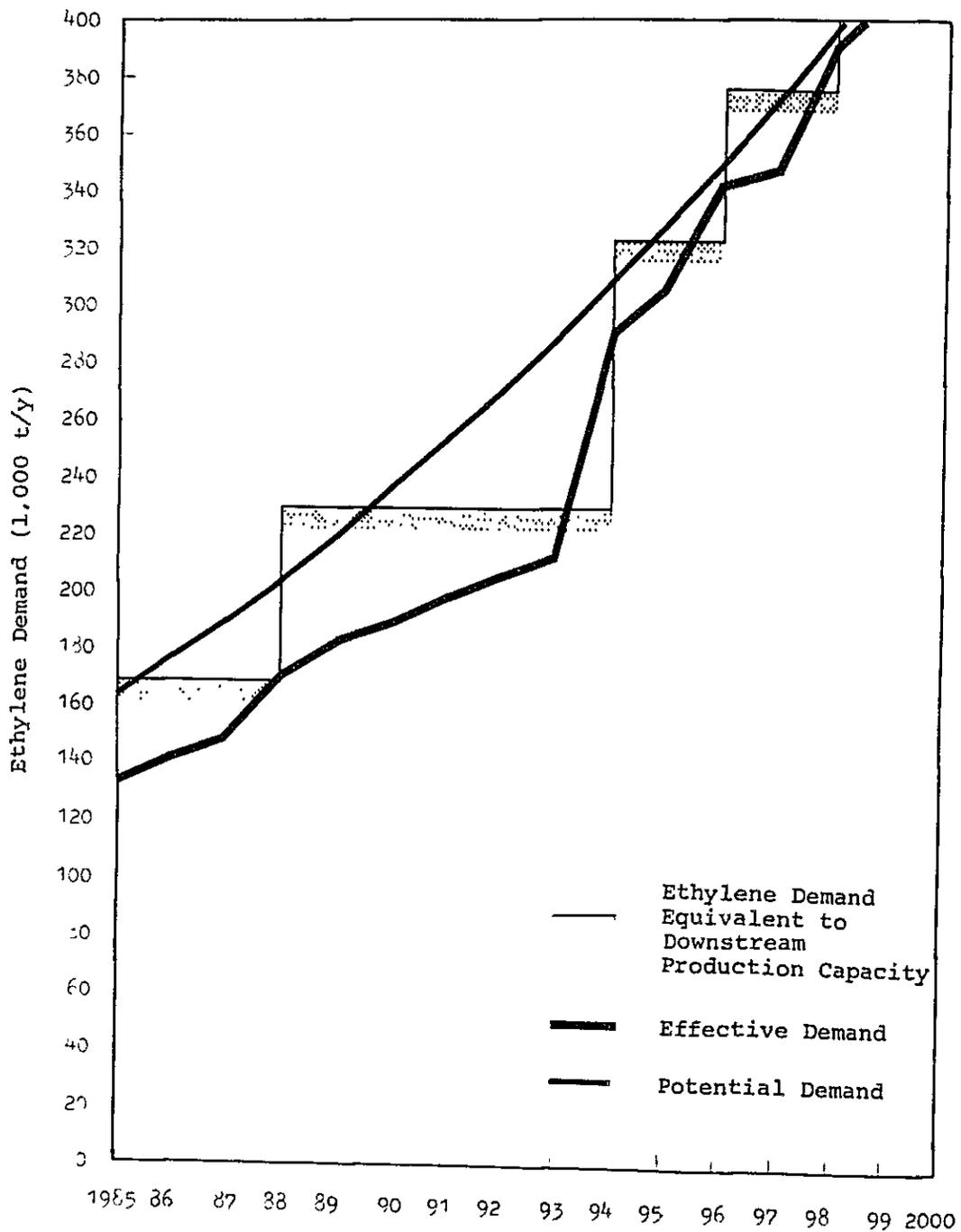


Fig. II-28 DEMAND FORECAST FOR ETHYLENE

に示した。

#### 4-2-2 価格

##### (1) エチレン価格とポリエチレン価格との関係

日本、アメリカ、ECなど先進工業国のポリエチレン価格は、エチレン価格の上昇とともに、急激に上昇し、各国とも1972年から1980年までに約3倍となり、その間エチレン価格は5.5~6倍になった。表II-66と図II-29およびII-30はその推移を示したものである。但し、ここでいうエチレン価格は市販された場合の価格である。日本では、ほとんど大部分のエチレンが自家消費されており、その評価価格は企業によってそれぞれ異なることを考慮しなければならない。

表II-66のエチレン価格とポリエチレン価格との関係は次のような関係があり、エチレン価格を日本、ヨーロッパのUS\$800/t(1980)とすると各国とも下に示すように略々同じポリエチレン価格(US\$1,200~1,300/t)が得られる(図II-31)。

LDPE:

$$\text{日本} \quad y = 1783 + 1.3187x$$

$$\text{アメリカ} \quad y = 2947 + 1.0948x$$

$$\text{EC} \quad y = 2183 + 1.3002x$$

HDPE:

$$\text{日本} \quad y = 255.2 + 1.1711x$$

$$\text{アメリカ} \quad y = 3045 + 1.0917x$$

$$\text{EC} \quad y = 229.4 + 1.1993x$$

ここに、 $x$ はエチレン価格(US\$/t)、 $y$ はポリエチレン価格(US\$/t)を示す。

$x = \text{US\$}800/\text{t}$  の場合

(US\$/t)

	日本	アメリカ	EC
LDPE	1,230	1,170	1,260
HDPE	1,190	1,180	1,120

※ VCM同様、エチレン価格と時間を変数としたポリエチレン価格の回帰方程式を作ると、日本の場合には

$$\text{LDPE} \quad y = 564 + 2.34t + 1.18x$$

$$\text{HDPE} \quad y = 944 + 1.78t + 0.85x \quad (\text{図II-29})$$

(但し、 $x$ はエチレン価格(円/kg)、 $y$ はポリエチレン価格(円/kg)をあらわす)が得られる。この方程式で、1980年、エチレン価格US\$800/t(172円/kg)のときのポリエチレン価格を求めるとLDPE 282円/kg(US\$1.310/t)、HDPE 258円/kg(US\$1.200/t)となり、本文と略々同じ結果が得られる。

Table II-66 TREND OF PRICES OF ETHYLENE AND POLYETHYLENE IN INDUSTRIALIZED COUNTRIES

	Japan (¥/kg)			U.S.A. (US\$/t)			E.C. (US\$/t)		
	Ethylene	LDPE	HDPE	Ethylene	LDPE	HDPE	Ethylene	LDPE	HDPE
1971	30	100	128	-	-	-	-	-	-
1972	30	92	119	88	286	297	-	-	-
1973	33	101	126	77	347	369	-	-	-
1974	73	146	157	-	-	-	-	-	-
1975	87	166	170	232	518	551	287	515	581
1976	98	192	198	261	650	623	322	630	656
1977	97	194	202	276	672	670	332	665	620
1978	82	173	180	285	694	700	362	766	658
1979	120	213	203	354	700	700	582	982	895
1980	190 <sup>1)</sup>	268 <sup>1)</sup>	260 <sup>1)</sup>	489	811	831	800 <sup>1)</sup>	1,178 <sup>1)</sup>	1,231 <sup>1)</sup>

Note: 1) February.

Sources: Yearbook of Chemical Industries Statistics of Japan; ECN.

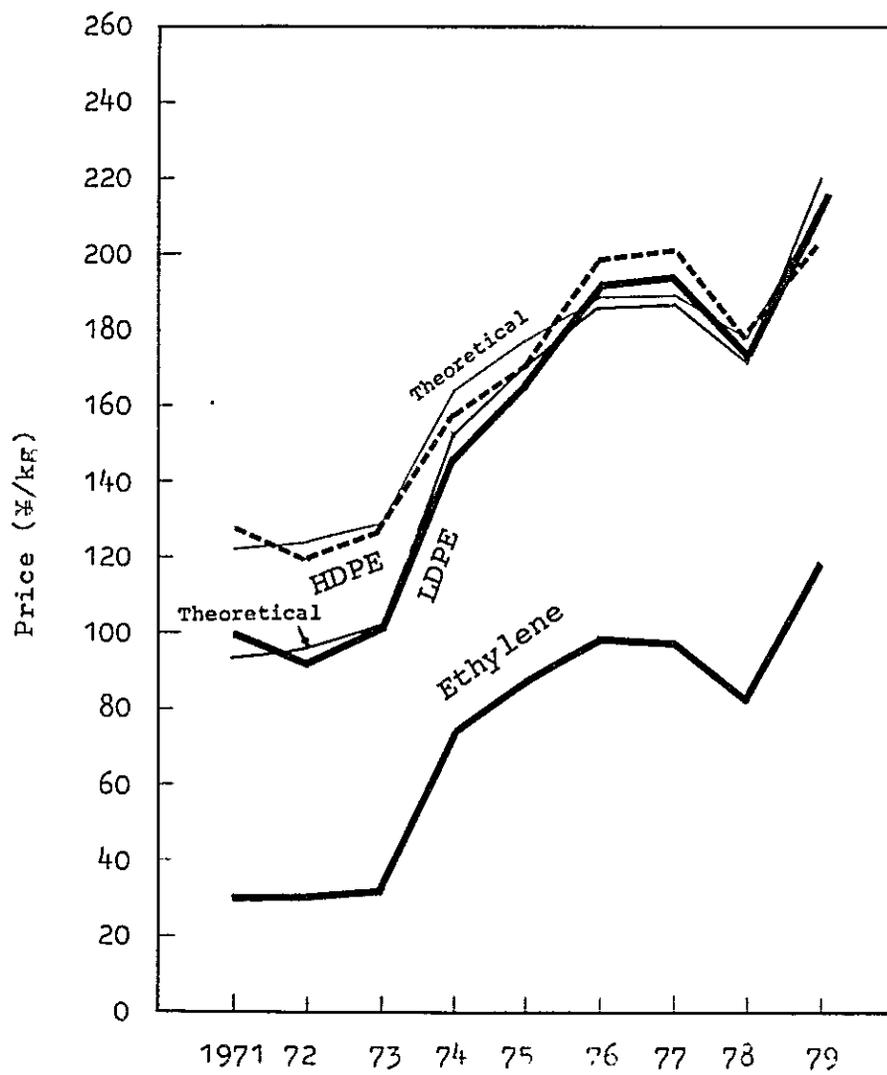


Fig. II-29 TREND OF PRICES OF ETHYLENE AND POLYETHYLENE IN JAPAN

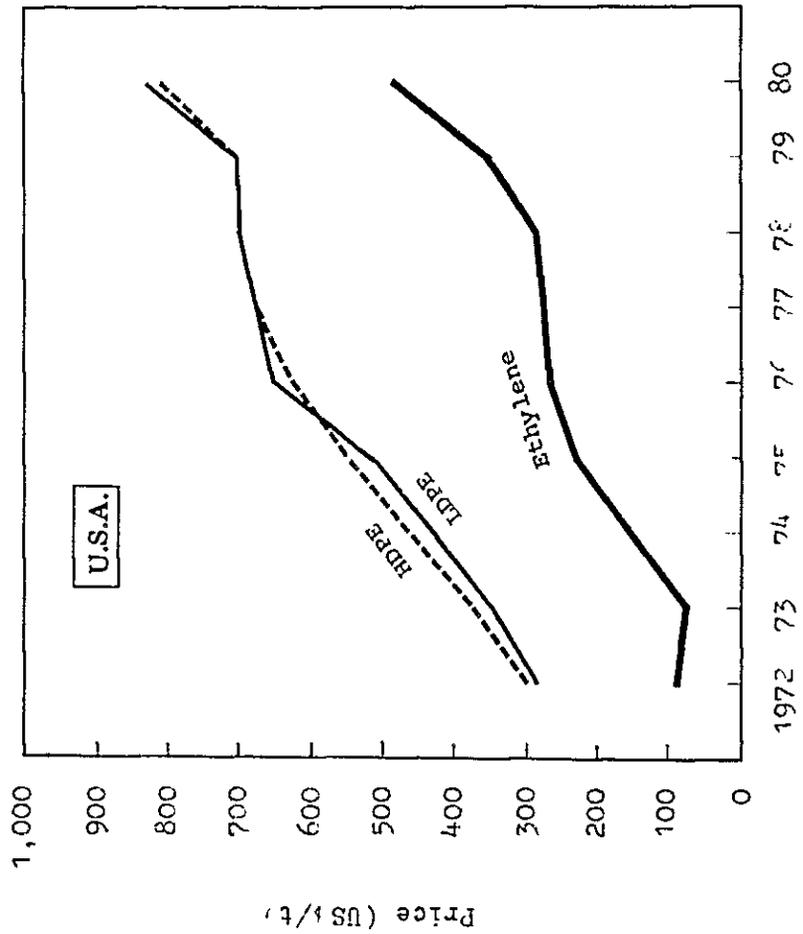
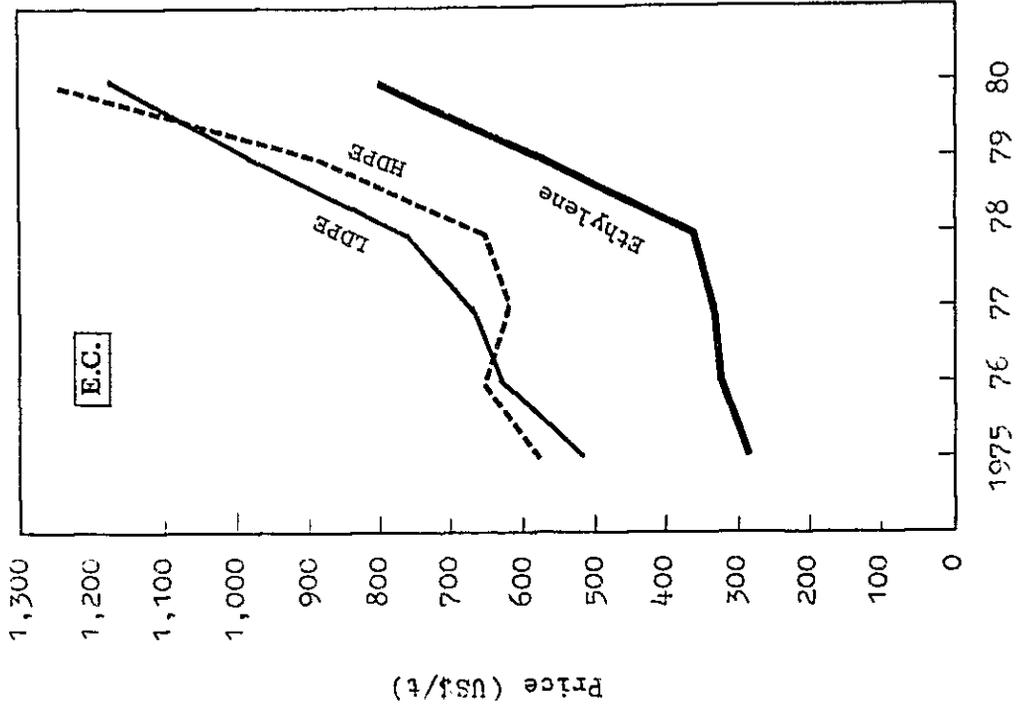


Fig. II-30 TREND OF PRICES OF ETHYLENE AND POLYETHYLENE IN THE U.S.A. AND EC COUNTRIES

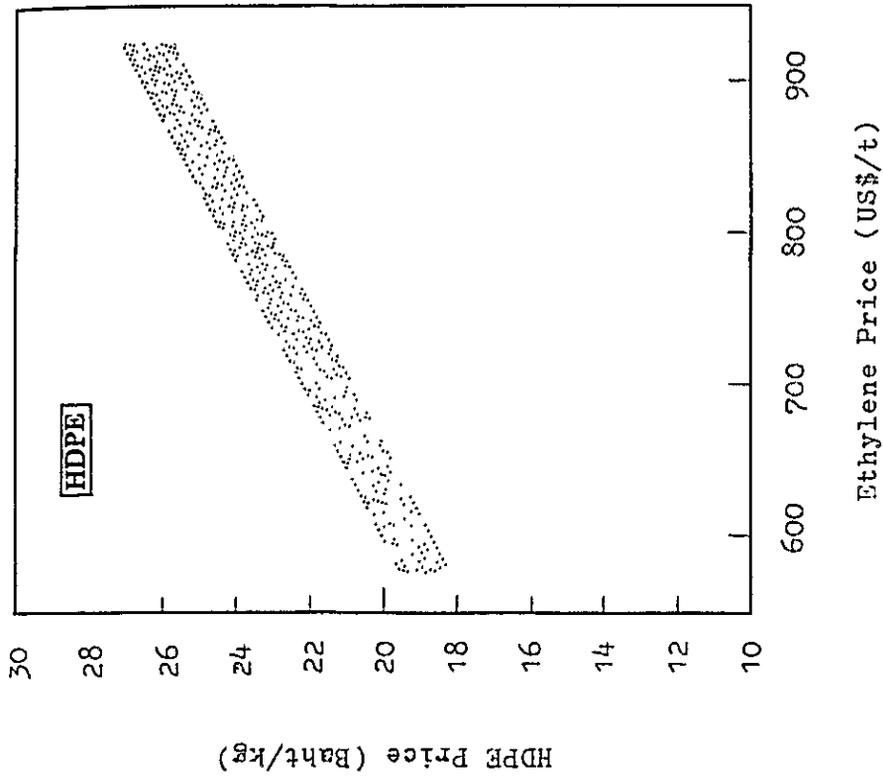
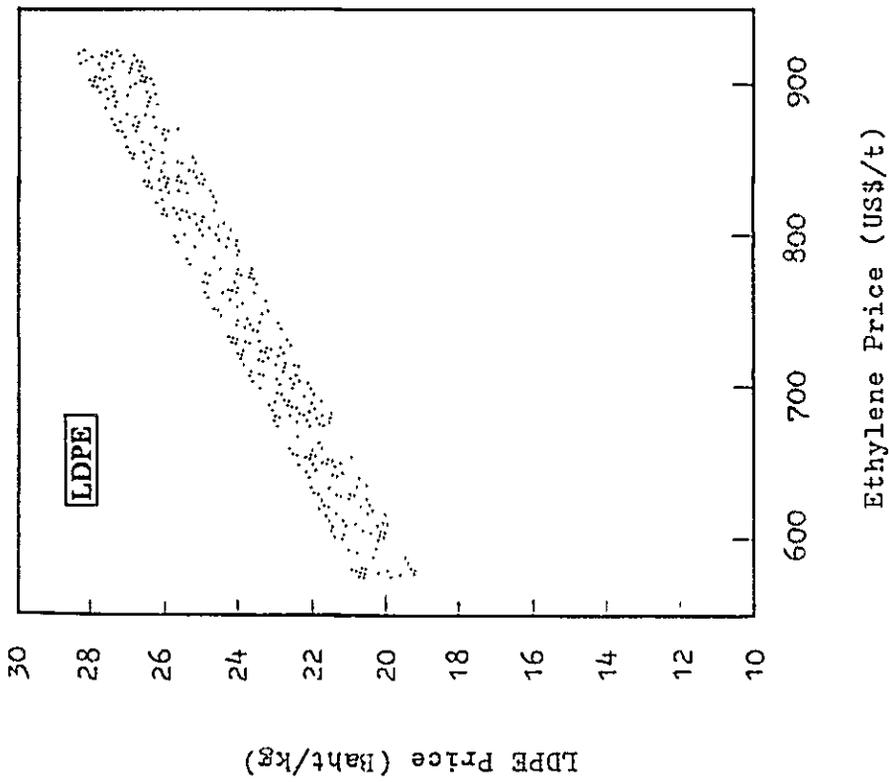


Fig. II-31 ESTIMATION OF POLYETHYLENE PRICE

以上を総合すると、エチレン価格US\$ 800/tのときの先進国のポリエチレン価格はUS\$ 1,200~1,300/tと見るのが妥当で、これは25~27 Baht/kgに相当する。

タイ国におけるLDPEおよびHDPEの生産は、グラスルーツでの新工場で行なわれるため、建設費の高騰、割高な用役費などによって、その製造コストは先進工業国よりも高くなることは間違いない。しかし、これを考慮しても、1980年価格で評価したタイ国のLDPE、HDPE価格は30 Baht/kgであるから、エチレン価格をUS\$ 800/tに設定しても、同国におけるポリエチレンの生産には支障を来たさないものと判断される。

## (2) エチレン価格とVCMとの関係

エチレン価格とVCM価格との関係については、後編のVCMプラントの経済評価の項で述べるので、本節では半定性的な検討のみに限定して記述する。

最近、日本においては、EDCの輸入量が急速に増加した。日本におけるEDCの輸入は、カセイソーダと塩素の需要の不均衡を是正するための手段として行なわれてきたものである。しかるに最近ではエネルギー価格の高騰に伴う塩素価格の上昇と、カセイソーダの需給面からの塩素の供給不足が直接の引金となり、これにエチレン価格の上昇が加わって、EDCの輸入は構造的に、恒常的に必要となった。

1979年の日本のEDCの輸入量は37万tに達し、全生産量の1/3となっている。

台湾においても、台湾プラスチックが、同国内におけるVCMの供給不足から、アメリカでEDCおよびVCMの生産を実施し、一部を台湾に輸入している。このように、最近のEDC、VCM生産は、安価なエチレンおよび塩素源を求めて主として天然ガス産出国へ移行しつつある。特にアメリカは上記の諸条件を備えているばかりでなく、一般投資環境が優れている所から、EDC、VCMに対する投資が今後とも盛んに行なわれるものと考えられる。

アメリカのエチレン価格は、日本、ヨーロッパなど、ナフサを原料としていると比較してかなり安いことは既に述べた通りである(表II-66、図II-30)。これはエチレンの原料であるナフサ、天然ガスが他の先進工業国よりも安く評価されているためである。

しかし、アメリカでは原油価格の統制撤廃により、1981年10月には原油価格がOPEC価格に近づくといわれている。また天然ガス価格は統制撤廃政策がすてに実施され、毎年インフレ率プラス3~5%の割合で徐々に値上げしてゆき、5,000フィート深層からの生産ガスは1985年に、5,000フィート浅層からの生産ガスは1987年に、それぞれ価格統制を完全に撤廃し自由価格に移行する。

アメリカにおけるエチレンの原料は、1980年現在、70%が天然ガス、30%がナフサ、ガスオイルであるが、1985年には、天然ガス55%、ナフサ、ガスオイルが45%に変化するものと見られる。従って、アメリカのエチレン価格は1981年以降徐々に上昇するものと推定される。図Ⅱ-32および図Ⅱ-33は中期的に見たアメリカのエチレンと、その誘導品の価格予測であり、図Ⅱ-34は長期的なエチレンの価格推移を予測したものである。図Ⅱ-33に示されるように、アメリカのエチレン価格は1980年のUS\$500/tから漸次上昇して、1985年にはUS\$1,100/t程度になると推定される。

アメリカの物価上昇率を今後5年間平均10%として、上記のUS\$1,100/tを、1980年価格に換算すると約US\$700/tとなる。すなわち、アメリカでは、1985年になっても、なお比較的安い天然ガスが原料として使用可能なため、日本やヨーロッパに比べ、やや安いエチレンが得られる訳である。しかし、この価格も、1985年以降、ナフサの使用比率が高まるにつれ上昇し、日本、ヨーロッパとの価格差が縮まるものと思われる。

前節に述べたように、ポリエチレン生産用のエチレン価格が比較的高いUS\$800/tに設定できるのは、製品であるポリエチレンに40%の輸入関税が課せられているためである。

これに対して、VCMの場合は、輸入関税が10%であるため、輸入品と価格的に対抗するためには、ポリエチレン用よりも安いエチレン価格を設定する必要がある。

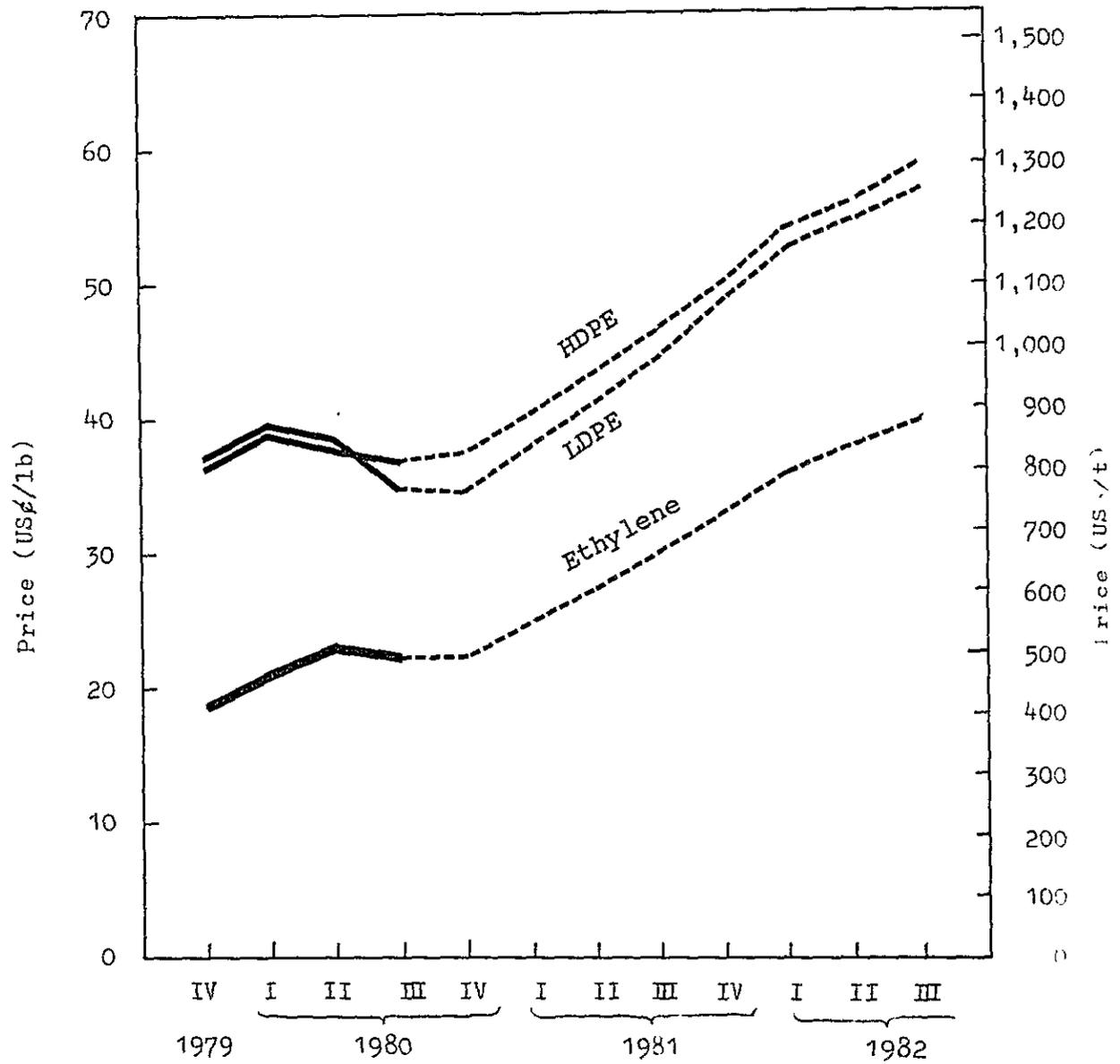


Fig. II-32 AMERICAN TREND AND FORECAST OF ETHYLENE AND POLYETHYLENE PRICES

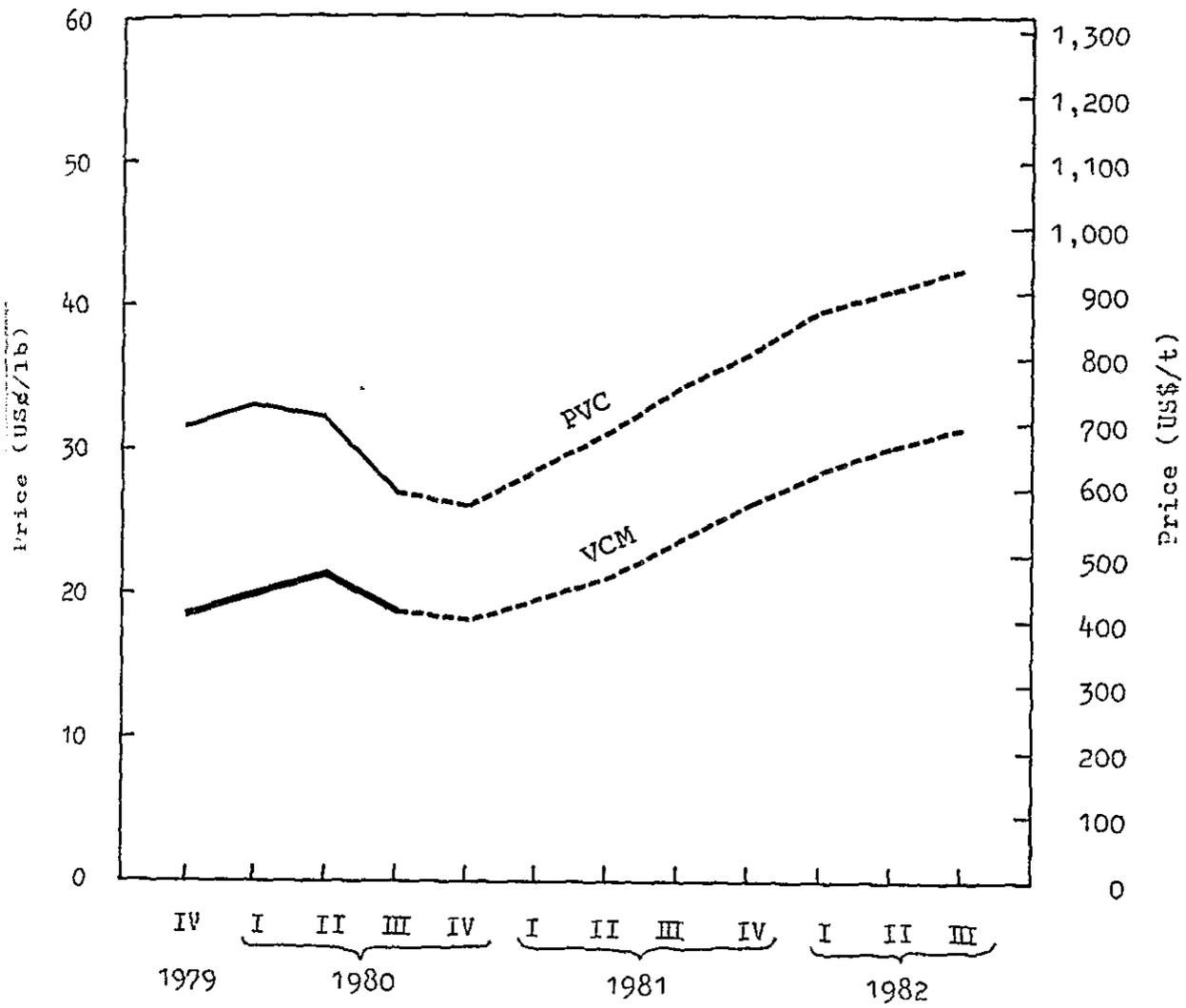


Fig. II-33 AMERICAN TREND AND FORECAST OF VCM AND PVC PRICES

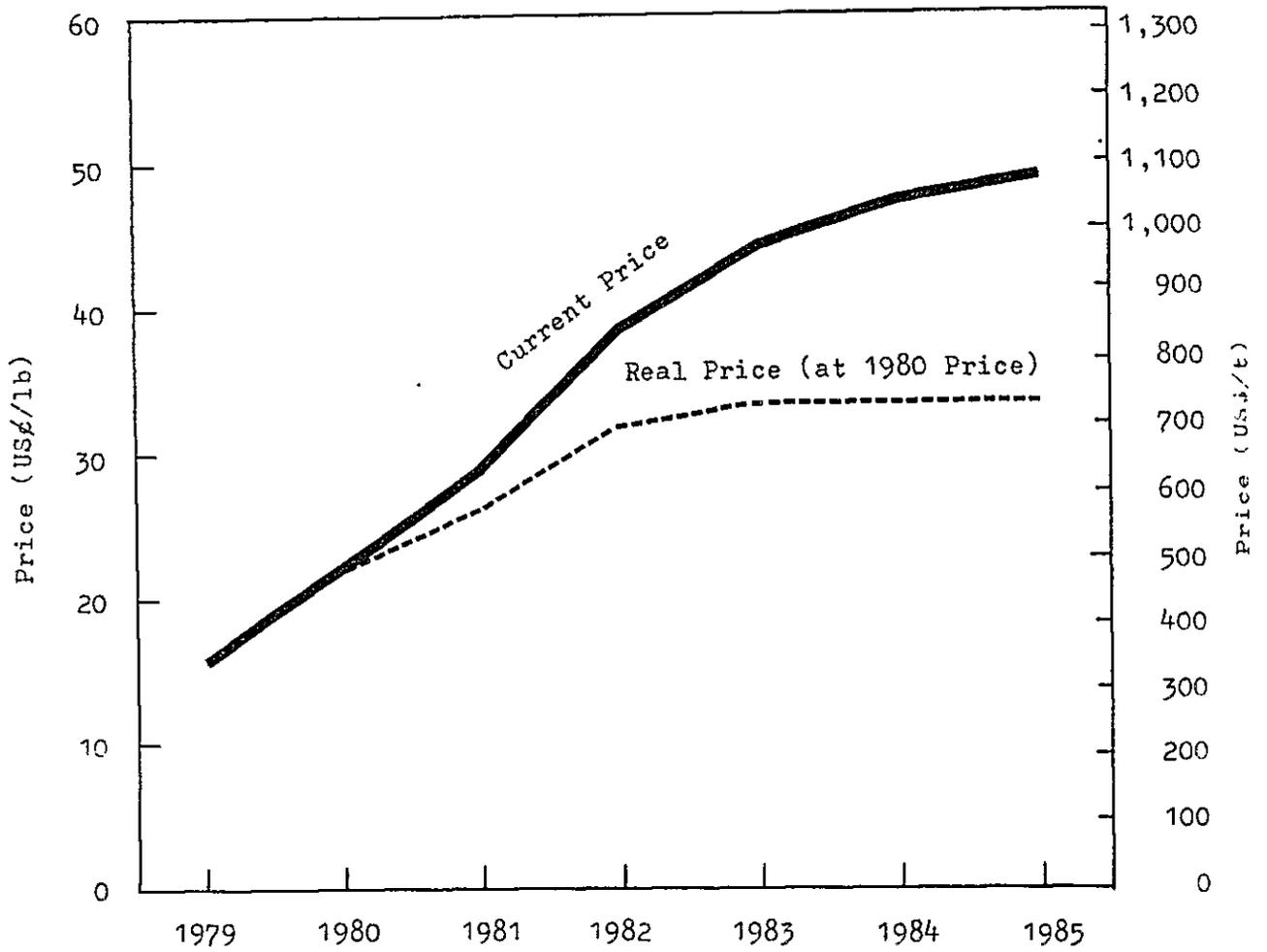


Fig. II-34 ESTIMATION OF FUTURE ETHYLENE PRICE IN THE U.S.A.

## 第5章 カセイソーダ

### 5-1 タイ国のカセイソーダ業界の現状

#### 5-1-1 供給

現在タイ国では表Ⅱ-67に示す6社(7工場)がカセイソーダを生産している。このうち5社は製品を自家消費(3社は余剰分を市販)しており、全量を市販しているのはThai Asahi Caustic Soda(THASCO)1社である。上記6社の生産能力は合計で74,400LMT/yであるが、THASCOは40,000LMT/yの増設枠の認可を受けているので、1981年末を目標として、60,000LMT/yに増設中である。また、味の素も自家用電解プラントの増設を計画している。

生産量の推移は表Ⅱ-68に示される通りで、1970年以降生産量は年間およそ9%の伸び率を示している。1979年における生産量の公式の統計はないが、THASCOによれば70,000LMT程度であろうという。

タイ国では塩素を大量に消費する工業、例えばEDCまたはVCM、パルプ工業などが未発達なため、塩素需要がカセイソーダ需要に比べて相対的に低い。カセイソーダの生産は塩素需要に合わせて行われるため供給不足となる。

表Ⅱ-69は1970年以降のカセイソーダの輸入推移を示したものである。主な輸入先は、日本、台湾、西ドイツ、ポーランド、ルーマニアおよびイギリスである。

#### 5-1-2 需要

タイ国における用途別需要構造は表Ⅱ-70に示すように、繊維用とグルタミンソーダ用が最も需要比率が高く、この2分野で全需要の55%を占めている。日本においては、表Ⅱ-71のように、この2分野の需要分野はそれぞれ全カセイソーダ需要の8%および3%を占めるに過ぎない。タイ国のカセイソーダ需要は、価格が高いことと、供給難のために未だ十分に成熟していない。将来、カセイソーダの生産が増加し、塩素需要の増大に伴って価格が低下するようになれば、需要分野は多様化すると思われる。特に、日本において、全体の54%を占める化学工業用途がタイ国においても開発されることが期待される(表Ⅱ-71)。

### 5-2 カセイソーダの需要予測

#### 5-2-1 需要予測

前節に述べたようにカセイソーダが安価で且つ安定的に供給されるようになれば、

Table II-67 PRODUCTION CAPACITY OF CAUSTIC SODA IN THAILAND

Name of Company	Production Capacity (LMT/y)	Note
Thai Asahi Caustic Soda	40,800	Sale
Ajinomoto	15,600	Own use
Thai Fermentation	8,400	Own use and sale
Thai Chemical	4,800	Own use and sale
Dhyon Chemical	3,600	Own use and sale
Bang Pa Paper	1,200	Own use
<b>Total</b>	<b>74,400</b>	

Source: THASCO.

Table II-68 PRODUCTION TREND OF CAUSTIC SODA IN THAILAND

	(Unit: LMT/y)
1970	32,745
1971	38,634
1972	38,936
1973	46,969
1974	53,427
1975	56,246
1976	59,712
1977	65,282
1978	62,097
Compounded Growth Rate (%/y)	9.0

Source: Industrial Statistics 1978, Ministry of Industry, Thailand.

Table II-69 CAUSTIC SODA IMPORTS IN THAILAND

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
	(Unit: 1,000 t/y)									
Japan	1,063	1,417	1,402	1,281	406	848	1,102	2	341	9,461
								(2)	(2,063)	(5,859)
Taiwan	1	221	5	30	600	130	1,845	4,147	719	100
								(3,591)	2,810	(8,223)
W. Germany	236	914	217	317	1,995	175	177	503	214	1,442
								(0)	(1)	(86)
Italy	251	-	5	250	1,050	340	1,414	2,707	302	100
								(287)	(0)	(284)
Netherlands	585	209	-	-	1,315	200	200	0	160	0
								(0)	(240)	(0)
Poland	-	-	-	-	200	299	299	398	960	3,470
								(0)	(100)	(250)
Romania	-	-	-	-	-	-	950	5,048	2,959	1,634
								(1,397)	(399)	(400)
UK	549	556	26	60	69	23	1,399	1,703	1,952	2,052
								(796)	521	(872)
U.S.A.	-	80	70	1,062	1,739	109	1	0	0	192
								(0)	(0)	(1)
Others	1,824 <sup>1)</sup>	181	2	27	172	166	901 <sup>2)</sup>	71	8	779 <sup>3)</sup>
								(1)	(1)	(0)
Total	4,509	3,578	1,727	3,027	7,546	2,290	8,288	14,579	7,615	19,230
								(6,074)	(6,135)	(15,975)

Notes: 1) Malaysia 1,331 t/y, France 360 t/y.

2) Spain 600 t/y, France 302 t/y.

3) Norway 700 t/y.

4) Upper column-solid, lower column-aqueous solution.

Source: Foreign Trade Statistics of Thailand.

Table II-70 DEMAND PATTERN OF CAUSTIC SODA  
BY APPLICATION IN THAILAND (1979)

Application	Demand		Major Consumer
	(1000LMT/Y)	(%)	
Textile	29.4	27.7	Thai Rayon and others
Mono-Sodium Glutamate	28.8	27.2	Ajinomoto
Detergent	16.8	15.8	Lever Brothers, Colgate, Lion, Kao
Pulp and Paper	6.0	5.7	Bang Pa In
Food Industry	4.8	4.5	
Petroleum	3.6	3.4	
Alumina	3.0	2.8	
Others	13.6	12.8	
Total	106.0	100.0	

Source: THASCO.

Table II-71 APPLICATION FIELD OF CAUSTIC SODA IN JAPAN (1979)

	Demand (1,000 LMT/y)	Ratio (%)	
Chemical Fiber	245	7.9	
Pulp and Paper	360	11.7	
Cellophane	45	1.5	
Alumina	194	6.3	
Dyeing	63	2.0	
	Detergent	65	2.1
	Dye and Intermediate	86	2.8
	Tar	6	0.2
	Inorganic Chemicals	434	14.1
Chemical Industry	Electrolysis	79	2.6
	Organic Chemicals	43	1.4
	Sodium Hypochlorite	151	4.9
	Petrochemicals	87	2.8
	Others	702	22.8
	Sub-total	1,653	53.7
	Mono-sodium Glutamate	87	2.8
	Oil Refining	35	1.1
	Other Usage	397	12.9
	Domestic Demand Total	3,078	100.0
	Exports	134	—
	Grand Total	3,213	—

Source: UNICO International Corp.

表Ⅱ-70に示した既存の用途分野以外の市場、特に有機・無機薬品など化学工業向けの新規需要が増大するものと考えられる。

表Ⅱ-72は既存市場の今後の伸びと将来の新規需要を想定して、用途別需要積上げ方式で予測したものである。カセイソーダの全需要は1980年以降平均10%/yで成長するものと考えられる。

#### 5-2-2 供給予測

タイ国のカセイソーダ業界は、生産量の45%が自家消費であり、残りが市販されているが、これもほとんど独占状態であるため、マクロ的にみた供給予測は不可能である。また既存各社の増設計画は企業機密に属するため、正確な情報は入手し難い。

そこで、カセイソーダの供給を予測するに当たり、次のような仮定を設けた。

- 1 自家消費用カセイソーダのメーカーは自社の消費増に見合った増設を随時実施するものとした。
- 2 上記の自家消費用プラントはフル生産を行なうものとした。
- 3 VCM生産用に新たに設置された電解プラントは、VCM用の塩素需要に応じて運転されるものとし<sup>1)</sup>、それに伴ってカセイソーダが副生されるものとした(表Ⅱ-73)。

上記の前提のもとで予測されたカセイソーダの生産量は表Ⅱ-74に示す通りである。

#### 5-2-3 需給バランスの予測

前節までに述べた需要と供給とを比較すると表Ⅱ-75のように、VCM用の電解プラントが稼動する1985年以前は、依然として、30,000~40,000 LMT/yの不足を生じ、引続き輸入を必要とするが、それ以後は生産過剰となる。

しかしながら、過剰カセイソーダの量は最高9,000 LMT/y程度であるため、既存プラント(新增設を含む)の生産調整と玉融通によって十分吸収し得る範囲の量と考えられる。

1) 1985年央から営業運転を開始するものと仮定した。

Table II-72 DEMAND FORECAST FOR CAUSTIC SODA IN THAILAND

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
	(Unit: 1,000 LMT/y)												
Textile	29.4	30.6	31.8	33.1	34.4	35.8	37.2	38.7	40.2	41.8	43.5	45.3	47.1
Mono-sodium Glutamate	28.8	30.0	33.6	36.3	39.2	42.3	45.7	48.4	51.3	54.4	57.7	61.2	64.8
Soap and Detergent	16.8	17.6	18.5	19.4	20.4	21.4	22.5	23.6	24.8	26.1	27.4	28.7	30.2
Pulp and Paper	6.0	6.3	6.6	6.9	7.3	7.7	8.0	8.6	9.2	9.8	10.5	11.2	12.0
Food Industry	4.8	5.5	6.3	7.3	8.4	9.7	11.1	12.8	14.7	16.9	19.4	22.3	25.7
Petroleum	3.6	3.8	4.0	4.3	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.1	6.4	6.8	7.2
Aluminum	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.3	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0
Chemical Industry	-	-	-	4.1	7.5	11.7	21.5	38.0	40.3	42.7	45.3	48.0	41.7
Other Usage	13.6	13.0	14.8	17.0	19.6	19.6	19.6	46.0	54.0	61.4	72.4	81.8	98.1
Total	106	110	119	132	148	157	175	226	245	266	288	311	342

Source: Estimated by the study team.

**Table II-73 PRODUCTION OF CAUSTIC SODA AND CHLORINE  
BY NEW ELECTROLYSIS PLANT**

(Unit: 1,000 t/y)

	Production of Chlorine Consuming Product		Production by Electrolysis Plant	
	PVC	VCM	Chlorine	Caustic Soda <sup>1)</sup>
1985	56.1	29.0	17.5	37.3
1986	61.0	63.1	37.9	81.1
1987	66.4	68.7	41.2	88.2
1988	72.2	74.5	44.8	95.9
1989	75.6	80.0	48.0	103.2
1990	77.7	80.0	48.0	103.2

Note: 1) As 50% aqueous solution.

Source: THASCO.

Table II-74 PRODUCTION FORECAST FOR CAUSTIC SODA IN THAILAND

(Unit: LMT/t)

	Production by		Total
	Existing Plants <sup>1)</sup>	New Electrolysis Plant	
1979	70	—	70
1980	72	—	72
1981	80	—	80
1982	109	—	109
1983	116	—	116
1984	122	—	122
1985	143	37	180
1986	153	81	234
1987	165	88	254
1988	177	96	273
1989	186	103	289
1990	(186)	(103)	(289)
1991	(186)	(103)	(289)

Note: 1) Including expansion.

Table II-75 SUPPLY/DEMAND BALANCE FOR CAUSTIC SODA IN THAILAND

(Unit: LMT/y)

	Demand	Production	Balance
1979	106	70	-36
1980	110	72	-38
1981	119	80	-39
1982	132	109	-23
1983	148	116	-32
1984	157	122	-35
1985	175	181	6
1986	226	234	8
1987	245	245	9
1988	266	273	9
1989	288	289	1
1990	311	(289)	(-22)
1991	342	(289)	(-53)

補 遺



## プラスチックの市場予測と弾力性分析

### 概 要

1. プラスチックの需要は従来時系列法かGNPとの相関分析法によって予測されているが、1974年のオイルショック後および最近のアジア諸国の需要の減退は価格の上昇によるものであり、計量モデルに価格の要素を取り入れることによって、よりよく説明できる。
2. 現在、発展途上国での石油化学計画には、市場の見直しが是非必要であり、そのための手法の開発が重要である。
3. 信頼しうる予測を行うには、まず現状分析を正確に行なわねばならない。
4. その一つの方法として、プラスチック需要のマクロモデルとして、価格とGNP(GDP)を説明変数とする対数2元1次回帰式を取上げ、これによって弾力性分析を行った。
5. 対象のプラスチックはPE, PP, PSおよびPVCの汎用樹脂とし、日本、韓国、フィリピンの3国について分析を行った。
6. 弾力性は、プラスチックの需要構造などによって変化するものであり、日本においても、1960年代前・後半、1970年代前半の3期を比較してもかなり変化していることが認められる。
7. 構造変化を伴う市場の予測には、マクロモデルによる予測と併行して、積上げの予測その他の手法による予測を実施しなければならない。

## 1. 価格要因の導入

筆者が、プラスチック材料の需要予測に、従来余り重要視されていなかった弾力性分析、特に価格弾力性の概念を取り入れたのは、1974年夏、タイ国のプラスチック市場の実態調査を実施した時からである。

当時のタイ国のプラスチック材料の需要は、前年の1973年の半分以下の量に落ち込んでいるのではないかと推定され、その需要の減退が、果して一時的なものか、あるいは長期的なものであるかを判断することが、この調査の最大の問題点であった。

タイ国のプラスチック製品の需要減退の主要な原因は

- ① インフレによる家計の圧迫に伴う購買意欲の減退
- ② プラスチック製品の値上りによる競合品への切換

であって、問題の焦点であるプラスチック材料の需要の減退の原因は

- ③ プラスチック製品の需要低下に伴う、原料の需要減少
- ④ 投機買いによる過剰在庫
- ⑤ 成形加工業者の原料買い控え
- ⑥ 市場価格より輸入価格の方が高いことによる輸入業者の輸入意欲の減退などである。<sup>1)</sup>

1974年のタイ国経済をみると、輸出用一次産品が値上りしたことで、その生産が一応順調であること、さらに、同国の経済における原油依存度が先進工業国に比べて低いことから、貿易バランスはむしろ改善される方向に向っていた。従って、農村の景気が回復すれば、それによってプラスチック製品の需要も増加するであろうことが予測された。以上のことから、上記の③から⑥までの需要減退要因は短期的なものと判断された。

やや、データが古いが参考のため、タイ国の年度別プラスチック材料輸入量の推移を図AⅡ-1に、輸入価格の推移を図AⅡ-2に示した。この2つの図から、需給バランスを概念的に推定したのが図AⅡ-3である。すなわち、

- a) 1972～1973年初めは需要が増大している時期である。
- b) 1973年半ばは供給不足で、従来の在庫の取り崩しと、90%を占める日本からの輸入品に代り、欧米からの輸入で不足分を補った。
- c) 1973年後半には、需要が低下しているにもかかわらず、投機買いが続き、市中在庫が増大した。
- d) 1974年の2月頃より輸入量が減少し始めたが、価格はこの時期をピークとしてほぼ一定となり、インフレを考慮すると、実質的には下ってゆくものと考えられる。これ以後、需要は漸次増加するが、輸入量は、市中在庫が平常になるまで

1) これは第2次オイル・ショックといわれる1980年にも当てはまる。

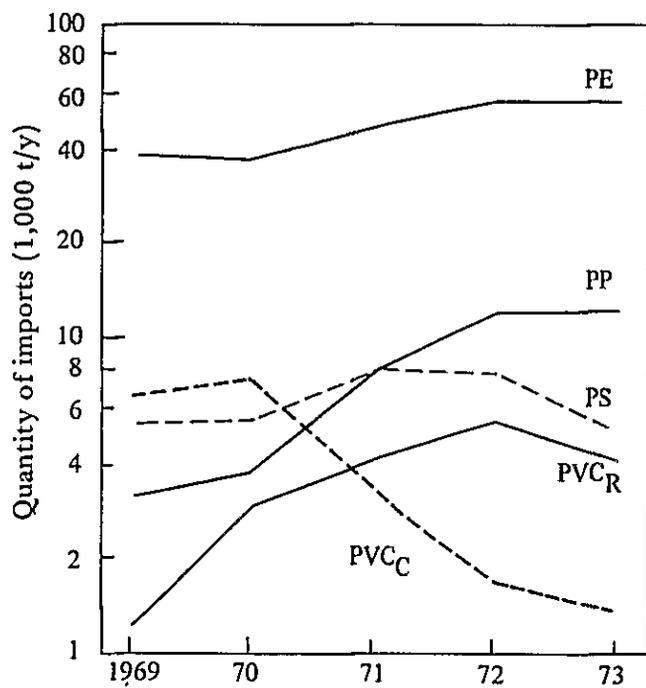


Fig. AII-1 QUANTITY OF THAILAND'S PLASTICS IMPORTS, 1969-1973

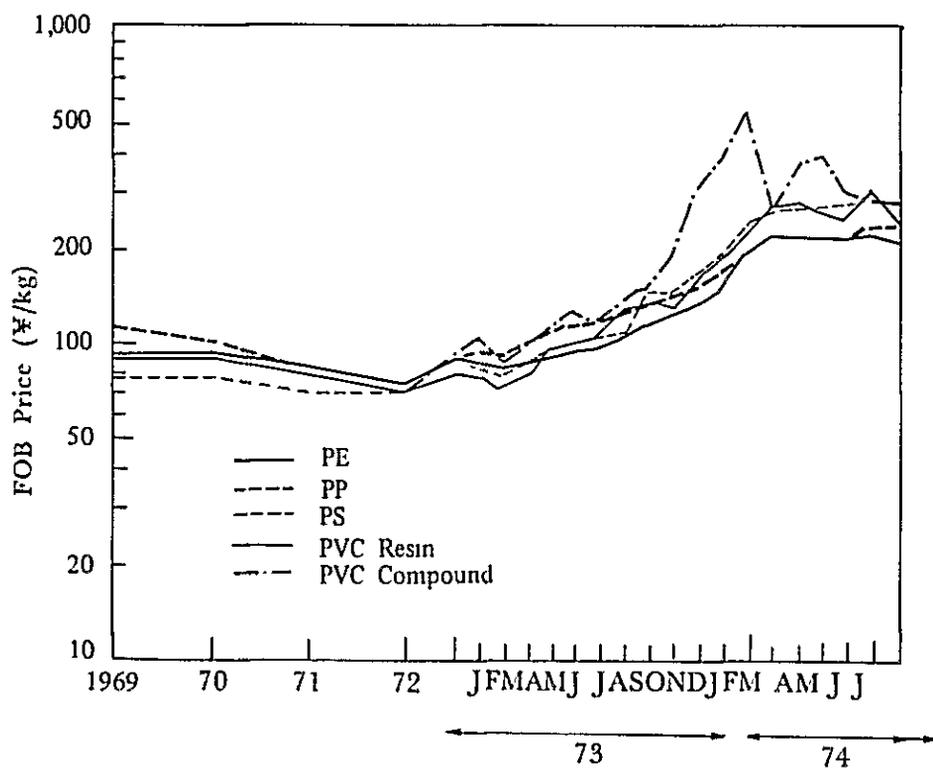


Fig. AII-2 THAILAND'S PLASTICS IMPORT PRICE (FOB JAPAN), 1969 - 1974

減り続けることになる。従って輸入量が再び増加し始めるのは1975年初めになると思われる。

それでは、図AⅡ-3に示した実需の減退は一体、何に起因するのであろうか。従来の需要予測の手法によれば、プラスチックの需要、若しくは、国民1人当りの需要量は、国民所得あるいは、国民1人当り国民所得と相関があり、国民所得が増加すれば、プラスチック需要量が増大するということになっている。しかるに、タイ国における1974年の国民所得は、1973年に比べて、少くとも減少はしていないのである。

図AⅡ-1と図AⅡ-2を見比べると、非常に顕著な現象は、1973年における価格の上昇であり、丁度、これと対象に需要が減少していることである。このことは、タイ国における、プラスチック需要減退の本質的な原因は価格の上昇であり、これが、同時に、需要不振の長期的要因になりうることを示している。

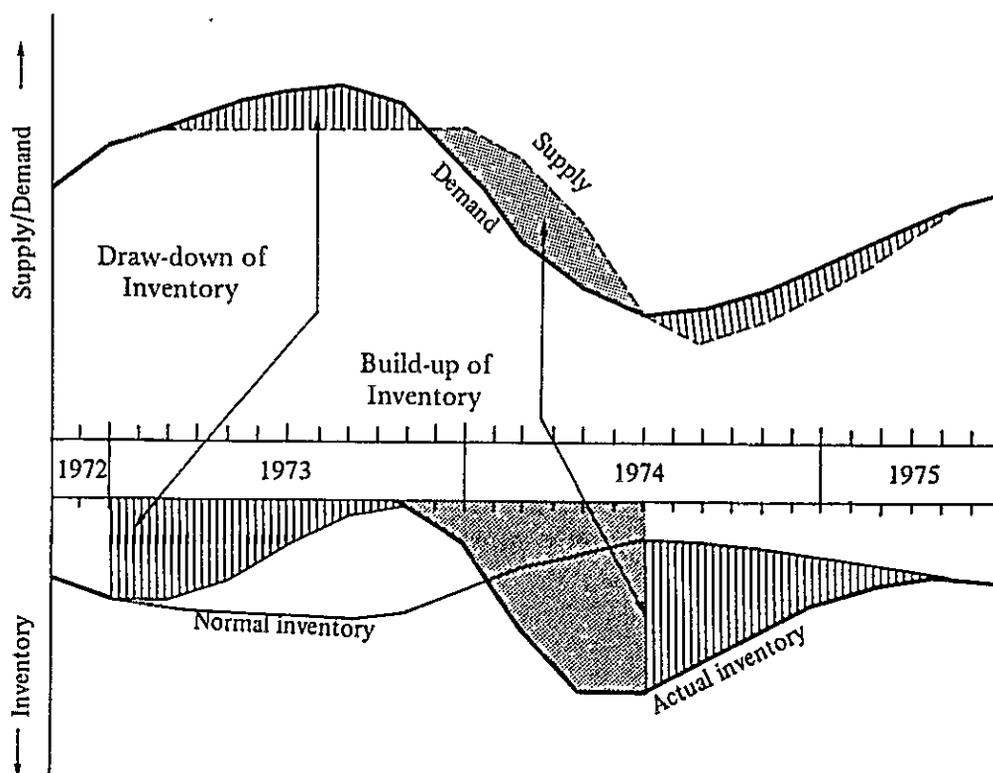


Fig. AII-3 SCHEMATIC ILLUSTRATION OF SUPPLY AND DEMAND BALANCE

## 2. 需要予測の必要性とその方法

ここ数年来、発展途上国において石油化学の工業化が相次いで計画されているが、その可能性の検討を行うためには、工業化の目的が、輸入代替の国内需要充足型のものであっても、輸出を主体とする輸出代替型のものであっても、まず、需要の予測を行った上で、工業化の規模を決定する必要がある。

しかし、需要予測は、かなり面倒なもので、片手間に出来るものではないために、とかく軽視され勝ちである。また一般に、需要予測は人によって色々な考え方がなされ、得られる結論もまちまちであって、どれを信用したらよいか判然としない場合が多い。

需要予測とは、筆者の経験によれば、当るか、当らないかという占いではなくて、所謂シミュレーションの一種である。従って、需要予測は結果のみが重要なのではなく、その結果を導き出す過程、すなわち、方法と前提条件が重要なのであって、前提条件を種々変えることによって異った結果が得られ、これから逆に、市場の問題点を指摘することができる。

### 2-1 需要予測方法の分類

一口に需要予測と言ってもその手法により、使用するデータにより、また目的により種々のものがある。今までに用いられている予測方法を手法によって分類すると次のようになる。

時系列の傾向の延長

計量モデル分析（相関分析）

類 推

購入意図の直接的調査

論理的推定

#### (1) 時系列の傾向の延長

過去の年代別データの傾向から将来を予測する方法である。需要の規定要因が不明である場合に用いられる。様々な原因が様々な結果を生むのであるが、その原因の変化にある種の時間的な規則性があるとき、結果にも時間的な規則性があると推定される。このような場合に、過去の傾向を将来に向かって延長するという方法が用いられる。

#### (2) 計量モデル分析

需要量とそれを決める要因との因果関係と数量的関係とを過去の実績にもとづいて法則化し、これを応用して将来の需要量を予測する方法である。

#### (3) 類 推

過去のデータが乏しく、需要に対する因果関係や数量的関係がつかめないときに、

この商品によく似た他の商品の需要から推定するというやり方で、個別的な現象の背後にある一般的な法則を推定し、その法則に予測しようとする商品も従うであろうという仮説に基づいて予測するものである。

#### (4) 購入意図の直接的調査

生産財の需要予測によく用いられる方法で、最も直接的な予測方法であるが、購入希望者が計画通り行動を実現するという前提に立っている点が問題である。

#### (5) 論理的推定

たとえば、ある中間原料の需要予測を行なうのに、最終製品の需要予測と、そのための中間原料の原単位の技術的な推定とを組合わせて予測するという方法である。補完関係からの予測もこれに似ている。

需要予測を行なう場合には、以上の手法の何れか一つだけを用いるのではなく、いくつかの方法を組合わせるのが普通である。

需要を生ずる原因には遠い原因と近い原因とがある。たとえば、ポリスチレンは、家庭日用品、玩具、自動車部品、電機部品などに用いられる。そこで、たとえば自動車部品の生産がいくらになり、その原単位から計算してポリスチレンの需要がいくらになるであろうと計算するのは、近い要因による予測である。

ところが、これらの製品の需要も結局は個人消費支出とか鉱工業生産指数などの国民経済指標から求めることができる。これが遠い要因による予測であり、マクロ・モデルによる予測である。この方法は、その商品の需要を大づかみに予測するには適しているが、その需要構造が変化すると使えないという欠点がある。反対に、近因による予測では、要因間の交互作用が出てこないため、一般には数字が大き目に出る可能性がある。

前者の近因による予測とよく似ている方法に積上げの予測という方法がある。積上げ的方法にもいろいろあり、これを分類すると次のようになる。

品目別

用途別

地域別

積上げには前述の遠い要因による予測も可能であるが、一般には近い要因による方法を使うことが多い。また、この段階における予測には、産業連関表などを用いると便利である。

需要量を規定する要因のなかには、統制不可能な外的条件と、政府または企業によって統制可能な内的条件との2つがある。また外的条件と内的条件の変化にも、数量的・連続的な変化と、質的・非連続的な変化とがある。

需要予測において、ただ単に外的条件の連続的な変化のみによって予測する方法を、予測的な予測という。

これに対して、市場調査を行ない、将来の消費者行動や消費構造の変化を予測し、また生産財の場合には技術がどのように変化するかを予測して需要量を推定するのが意欲的な予測である。企業の予測には大なり小なり、意欲的な予測の要素をもたねばならず、これによって販売戦略を樹てる必要がある。

### 2-2 需要要因の分析

需要予測を行なう手順を図A II-4に示した。

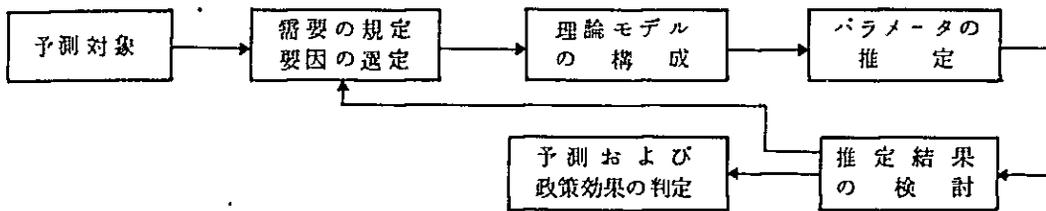
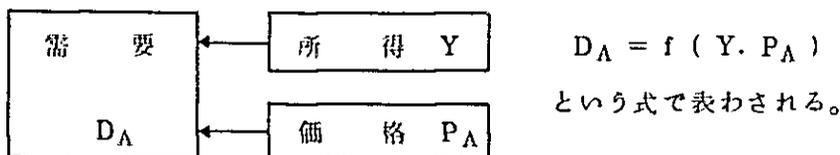


Fig. AII-4 PROCEDURE FOR PORJECTION DEMAND

まず、その需要を規定する要因を全部洗い出し、そのうち最も影響のありそうな因子を選定し、理論モデルを作成する。次に、過去の実績からパラメータを推定し、それによる計算値が実績とよく合っているならば、一応そのモデルは実績をよく説明していると言えるが、若しそうでないならば、これを需要の規定要因の選定のところへ戻すということを繰り返す。モデルが決定されたならば、それによって予測値を計算するのであるが、この際、外生変数に対して過去のトレンドをそのまま伸ばした数値を代入するとき得られる予測値を単純予測値という。たとえば、需要予測値の決定にあたって、販売政策に視点を合わせると、これは政策変更についてのシミュレーション分析とみることができる。そのためには、需要モデルには、外生変数のほかに、政策要因を含むことが望ましく、需要の規定要因の分析と選定が、需要予測の上に最も重要である。

### 2-3 需要の規定要因の選定と理論モデルの構成

一般に商品の需要は需要者の所得と、その商品の価格に影響される。その関係を図示すると下図のようになる。矢印は影響を及ぼすということを意味する。この関係は



$$D_A = f(Y, P_A)$$

という式で表わされる。

ここで、所得とは、その商品を購入する需要者の所得であるが、プラスチック原料の需要先という観点からみると、結局は、鉱工業生産指数とか、国民総生産とかいう経済指標であらわされることになるので、変数としてGNPまたはGDPを取り上げることとする。

価格としては、名目価格 (current price) でなく、実質価格 (real price) を用いることが重要である。実質価格は、名目価格を総合物価指数またはGNPデフレーターで割ったものである。実質価格を用いることにより、他の商品の価格動向をある程度消去することができる。すなわち、プラスチックの価格が上昇しても、他の、プラスチック以外の商品の価格が全体として、より上昇すれば、相対的にプラスチック価格は低下するからである。

プラスチックの需要方程式としては種々の形が考えられるが、次のような対数2元1次方程式を仮定すると便利であり、且つよく当てはまるようである。

$$\log Q = \beta - e_p \log P + e_\theta \log \theta$$

ここで、 $Q$ は需要量、 $p$ は実質価格、 $\theta$ は実質GDPまたはGNPをあらわす。 $\beta$ 、 $e_p$ 、 $e_\theta$ は定数である。

$e_p$ 、 $e_\theta$ は、この方程式の定数であるばかりでなく、価格弾力性およびGDPまたはGNP弾力性をあらわす係数である。

### 3. 弾力性分析の特徴

例えば、GNP弾力性についてみると、そのもともとの定義は、需要 $Q$ の変化 $\Delta Q$ に対して、GNP  $\theta$ の変化 $\Delta \theta$ が対応しているとき、その変化率の比

$$e_\theta = \frac{\Delta Q}{Q} / \frac{\Delta \theta}{\theta}$$

で示される値である。この $e_\theta$ は、厳密には、変化率を無限に小さくしたときの、

$$e_\theta = \lim_{\Delta \theta \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{Q} / \frac{\Delta \theta}{\theta} = \lim_{\Delta \theta \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta \theta} \cdot \frac{\theta}{Q} = \frac{dQ}{d\theta} \cdot \frac{\theta}{Q}$$

によって与えられる。これを積分すれば

$$\log Q = a + e_\theta \log \theta \quad \text{又は} \quad Q = A \theta^{e_\theta}$$

となり、前述の需要方程式を1元方程式にしたものと同じで、 $\log \theta$ の係数が、GNP弾力性と一致する訳である。

ところで、ある商品、例えばプラスチックが市場に導入された時期には、 $Q=0$ であっても、 $\theta$ は0ではない。強いていうならば需要方程式は

$$Q = A (\theta - \theta_0) \bar{e}_\theta$$

であらわされるべきであろう。この式の $\bar{e}_\theta$ と、前記の式の $e_\theta$ とを比較してみると

$$e_\theta = \left( \frac{\theta}{\theta - \theta_0} \right) \bar{e}_\theta$$

という関係が得られる。この式によると、市場導入期すなわち、 $\theta - \theta_0$ の値の小さい時期においては、 $e_\theta$ は極めて大きくなり、衰退期つまり $\theta - \theta_0$ がかなり大きい時期には $e_\theta$ の値は小さくなる。この関係は図A II - 5に示される。

価格弾力性についても同じことが証明される。価格に関する需要方程式は

$$Q = B (p_0 - p + p_{\min}) \bar{e}_p$$

であらわされるのが妥当であろう。

価格 $p$ は、市場導入時の価格 $p_0$ と、最低価格 $p_{\min}$ の間の価格をとり、いくら安くなっても価格が0になることはない。

上式の指数 $e_p$ はこの場合正の値をとる。

しかるに、一般の対数方程式

$$\log Q = b + e_p \log p$$

によって、価格弾力性 $e_p$ を求める

$$e_p = - \left( \frac{p}{p_0 + p_{\min} - p} \right) \bar{e}_p$$

となり、初期においては、 $p \rightarrow p_0$

$$e_p \rightarrow - \left( \frac{p_0}{p_{\min}} \right) \bar{e}_p$$

衰退期には

$$e_p \rightarrow - \left( \frac{p_{\min}}{p_0} \right) \bar{e}_p$$

となって、弾力性は初期から末期に行くに従い、次第に小さくなる。こ

れは一般に、商品の開発段階においては価格弾力値が高く、爛熟期を過ぎて衰退期には価格弾力値が低くなるという法則を証明するものであり、逆にいうと、この法則を適用することは、このような見掛け上の値を修正した後にするべきである。

そこで、前記の $e_\theta$ 、 $e_p$ を見掛け弾力性、 $\bar{e}_\theta$ 、 $\bar{e}_p$ を固有弾力性とよんで区別するこ

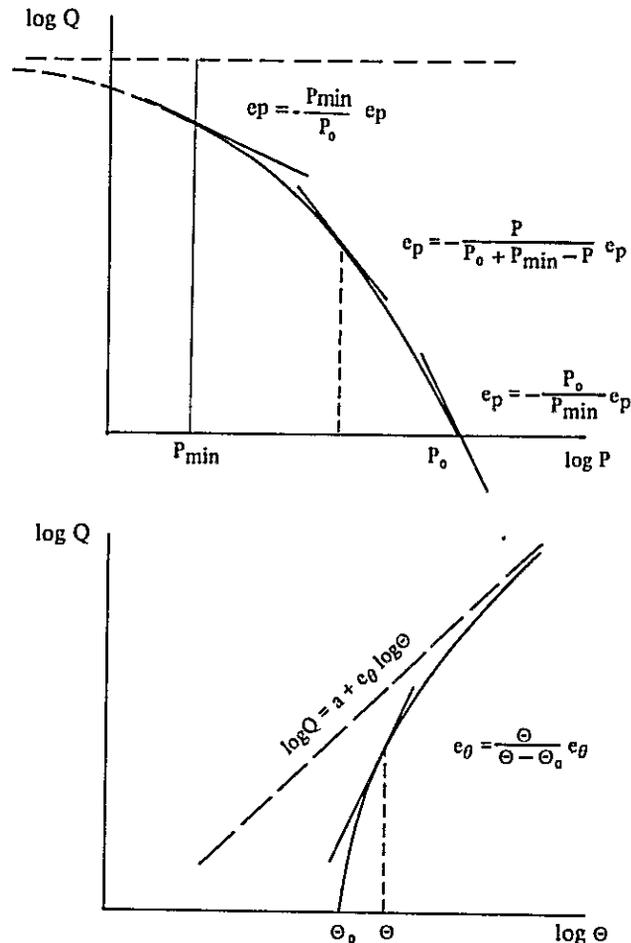


Figure AII-5 APPARENT ELASTICITY AND ABSOLUTE ELASTICITY

とにしたい。

固有弾力性は、商品によって略ぼ一定の値をもち、主としてその需要構造などによって定まると考えられる。しかしこの値は、市場導入期から一貫して同じであるとは限らない。市場構造が変われば、異った値をもつものと考えた方が妥当であるからである。

一方、所謂弾力性理論により、例えばGNPが1%増加したら需要が何%伸びるかという場合には、見掛け弾力性の方を使う必要があり、これはその都度固有弾力性から計算し直すことになり、こちらは年により、或いは予測する期間によって当然異った数値をもつことになる。

#### 4. プラスチック原料の弾力性分析結果

PE、PP、PS、PVCの汎用樹脂について、日本、韓国、フィリピンの3国の国内需要を計量モデル

$$\log Q = \beta - e_p \log p + e_\theta \log \theta$$

によって分析し、弾力性係数 $e_p$ 、 $e_\theta$ を求めた結果について説明する。ここで、 $Q$ は国内需要量、 $p$ は実質価格、 $\theta$ は、日本の場合実質GNP、他の国は実質GDPで、何れも歴年の合計値又は平均値を用いた。

##### 4-1 日本

日本の1960年から1974年までの国内需要量を、1960-1964、1965-1969、1970-1974の3期に分けて、<sup>1)</sup>それぞれ上記の弾力性分析を行った結果を表AII-1と図AII-6に示した。図には、実質価格と実質GNPを併記した。図中の実線は実績値、破線は計算値である。

国内需要量は、化学工業統計年報の出荷量と、貿易統計の輸出入量とから求め、価格は、平均出荷価格とFOB価格から求め、GNPデフレーターで割って実質価格にしたものである。

Table AII-1 PRICE AND GNP ELASTICITIES OF MAJOR PLASTICS IN JAPAN BY MULTIPLE CORRELATION METHOD

		1960s		1970s
		First	Last	First
PE	Price	0.76	1.42	0.50
	GNP	2.08	1.11	0.54
PP	Price	2.10	1.65	0.35
	GNP	4.55	1.75	0.50
PS	Price	1.86	1.48	1.20
	GNP	1.74	1.40	0.52
PVC	Price	0.74	1.65	0.76
	GNP	0.74	1.08	0.54

1) PPは1962-1965、1966-1969、1970-1974に分けた。

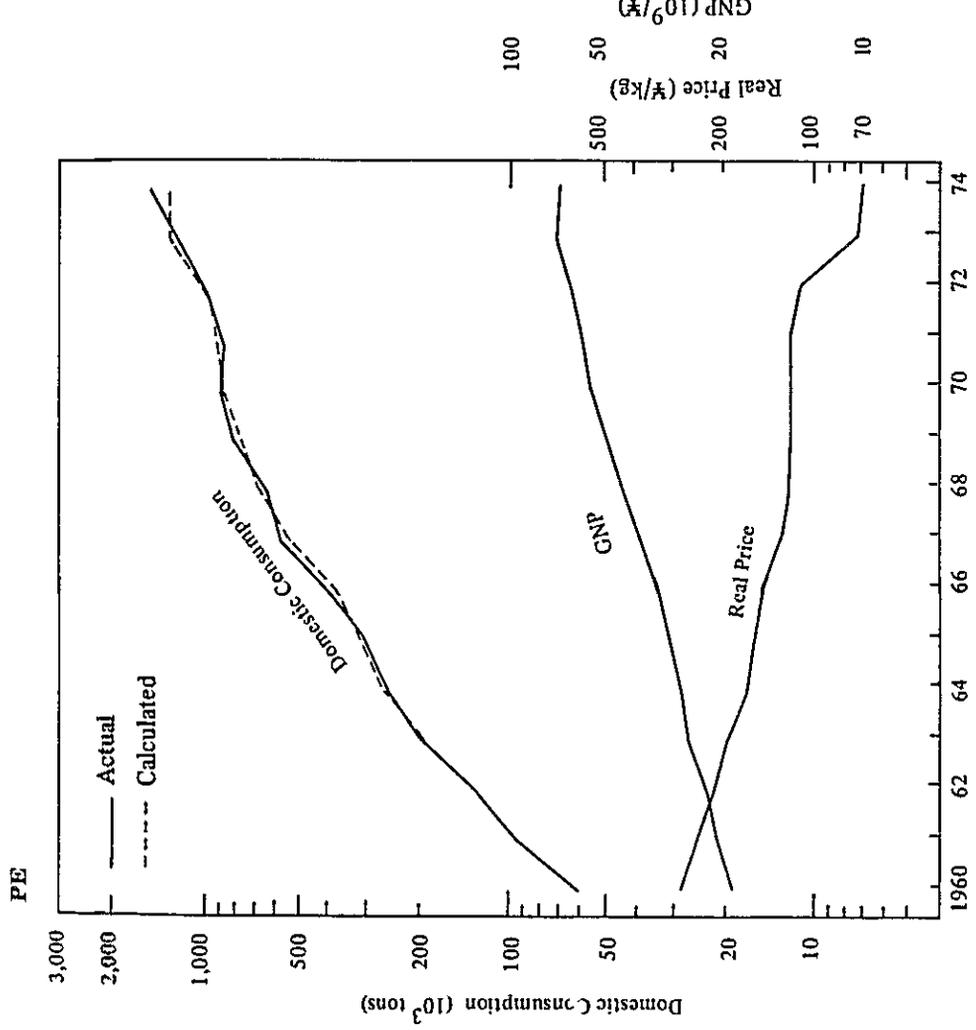
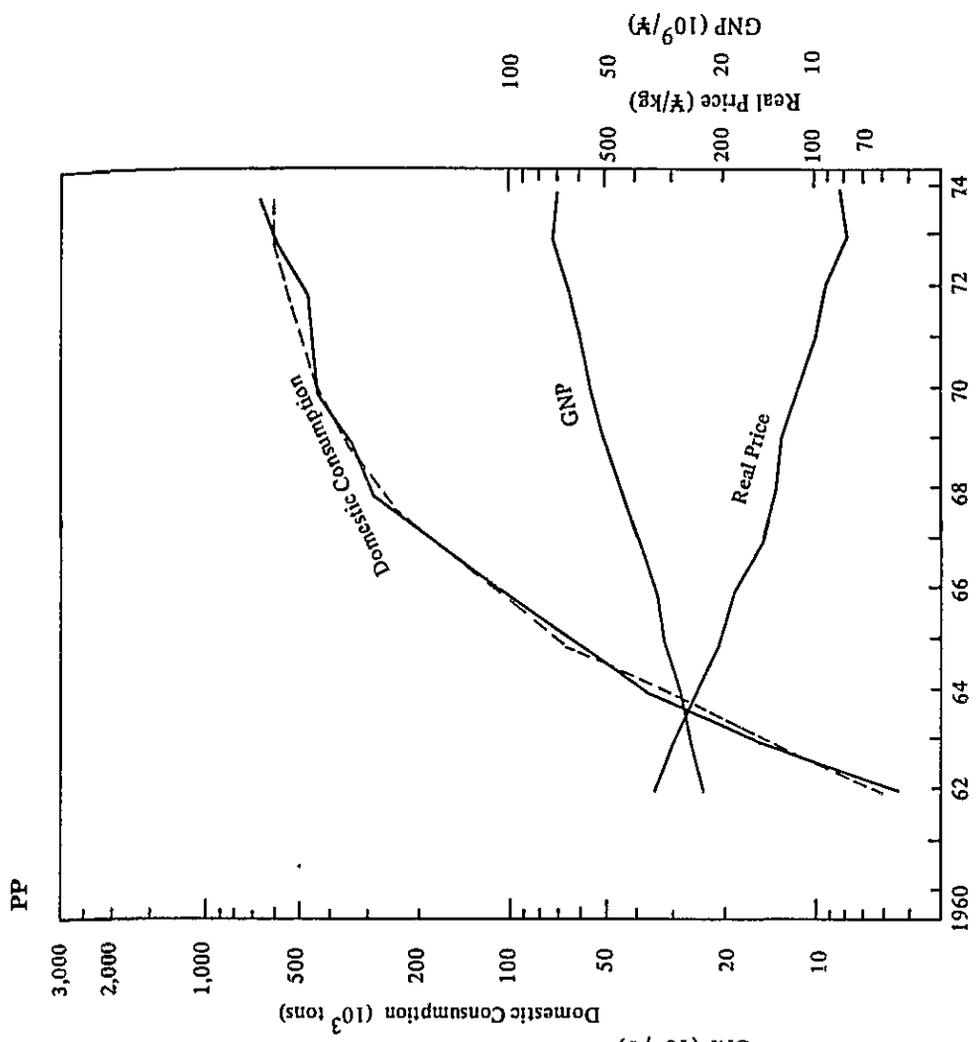


Fig. AII-6 RELATIONSHIP BETWEEN LEVEL OF DOMESTIC DEMAND AND REAL PRICE, AND BETWEEN REAL PRICE AND REAL GNP, FOR GENERAL-PURPOSE PLASTICS IN JAPAN

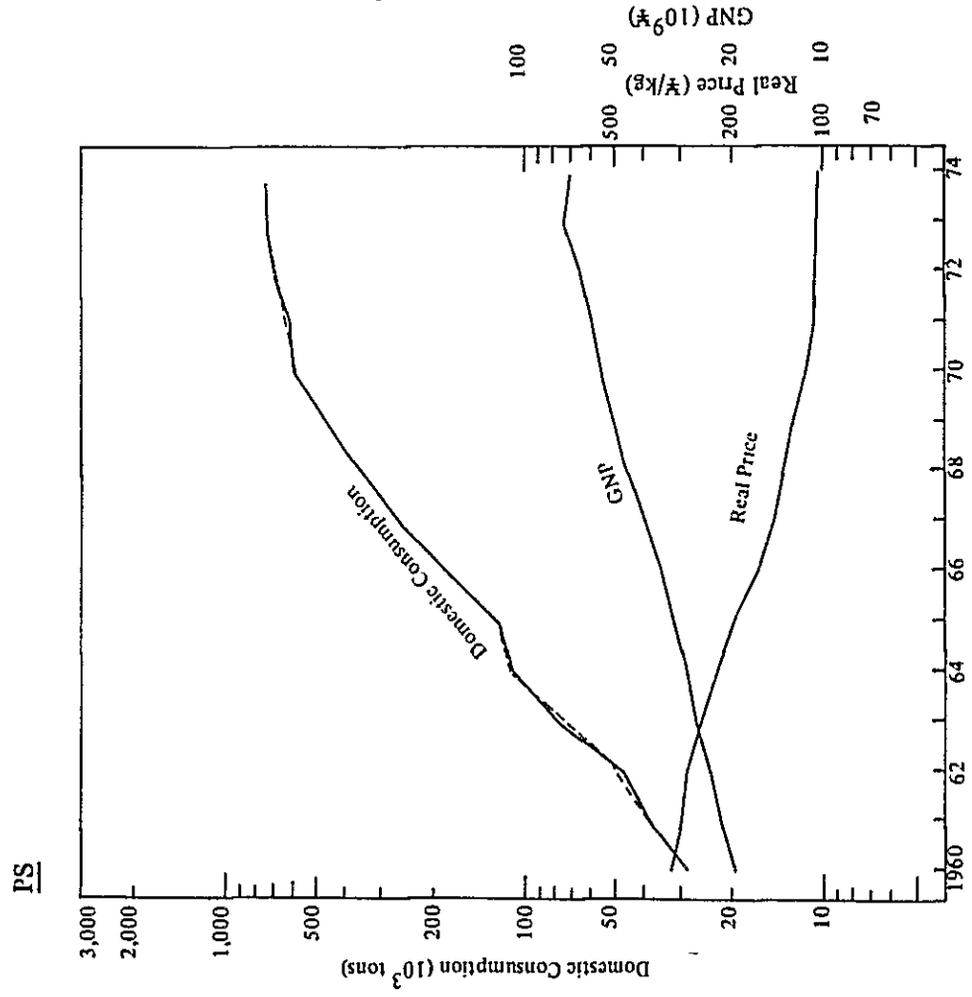
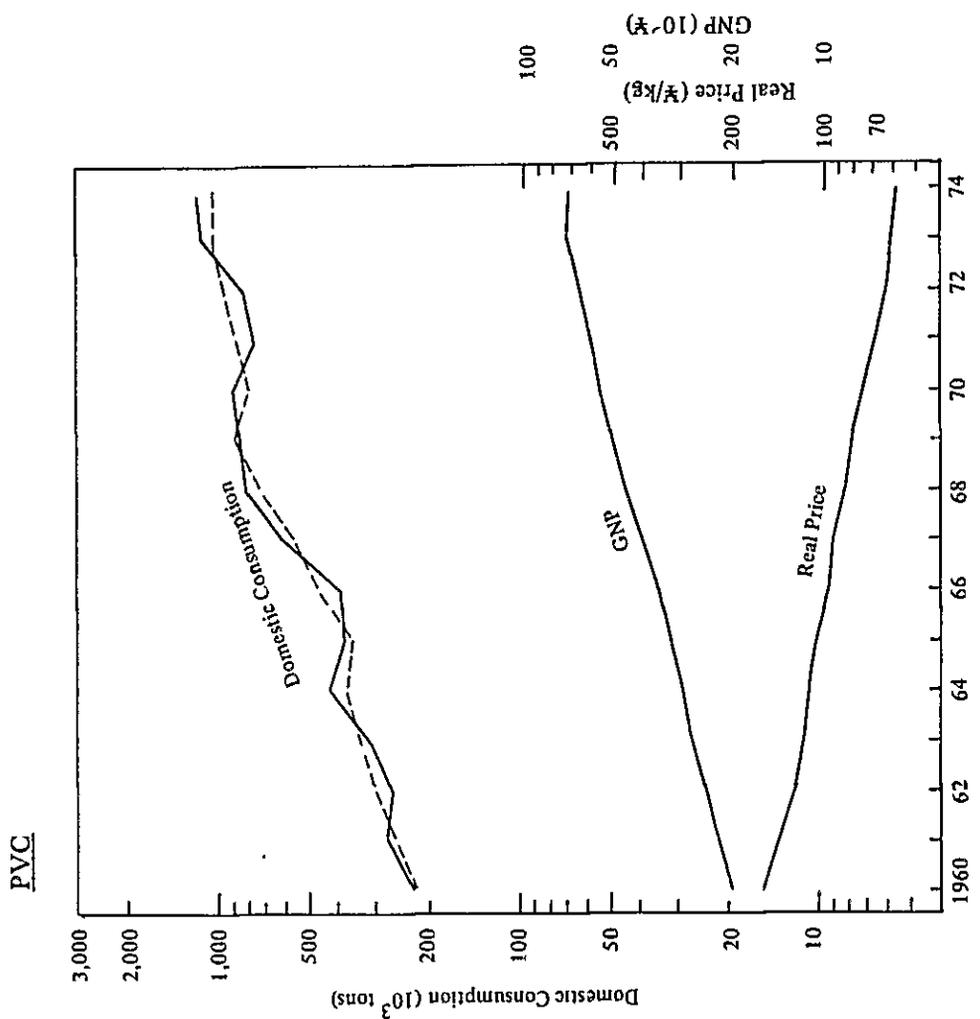


Fig. AII-6 (Cont'd)

上記の弾力性係数は何れも見掛け弾力性であるから、このまゝでGNP弾力性の年次による比較はできない。そこで、一例として、PEとPPについて、固有弾力性を求めると次のようになる。

固有GNP弾力性

	PE	PP
1960年代前半	0.54	1.01
後半	0.62	0.85
1970年代前半	0.39	0.33
平均	0.52	0.73

このような補正を行っても、1970年代の汎用樹脂のGNP弾性値の低下は著しいことが分る。1960年代前半のPPの弾力性が高いのは、他材料に対する代替が活発に行なわれた導入期にあった為と考えられるが、PE、PPとも弾性値が低くなったのは、明らかに、この両樹脂の需要構造が1960年代と比較して変化して来たことを意味する。その一つのあらわれとしては、廃棄物公害問題の発生と、1973年以降の玉不足、価格上昇の影響が挙げられる。

マクロモデルにすぎない弾力性分析では、これ以上のことは解明できず、従って、将来日本のプラスチック需要がどうなるかは、需要構造調査をもとにした積上げの予測によらざるを得ない。

価格弾力性についても、GNP弾力性と同様、固有弾性値による時系列的比較が必要であるが、これについては、導入初期の価格、最低価格の推定に問題が残されているため、本報告では触れずに置きたい。

#### 4-2 韓国およびフィリピン

既に述べた韓国、フィリピンの例について、弾力性分析を行ない、得られた計量モデルによって計算した値と実績値を比べるために図示したのが図AⅡ-7およびAⅡ-8である。

図AⅡ-8のフィリピンのPEおよびPPについて、1973年の需要量に計算値と実績値の間の大きな差が認められるが、これは、モデルに含まれない余剰在庫（仮需要）を示すものと思われる。

両国の汎用樹脂の見掛け弾性値の値を日本と比較したのが表AⅡ-2である。

そして、一般に各樹脂とも、韓国、フィリピンは日本よりGDP弾力性が大きく、価格弾力性が低いことが分る。このことは、前節に述べたように、同一樹脂、たとえばPEの各国における導入時期が異なるための見掛け上の問題として理解できる。たとえば、フィリピンの汎用樹脂について、固有GDP弾力性を推定すると次のようになる。

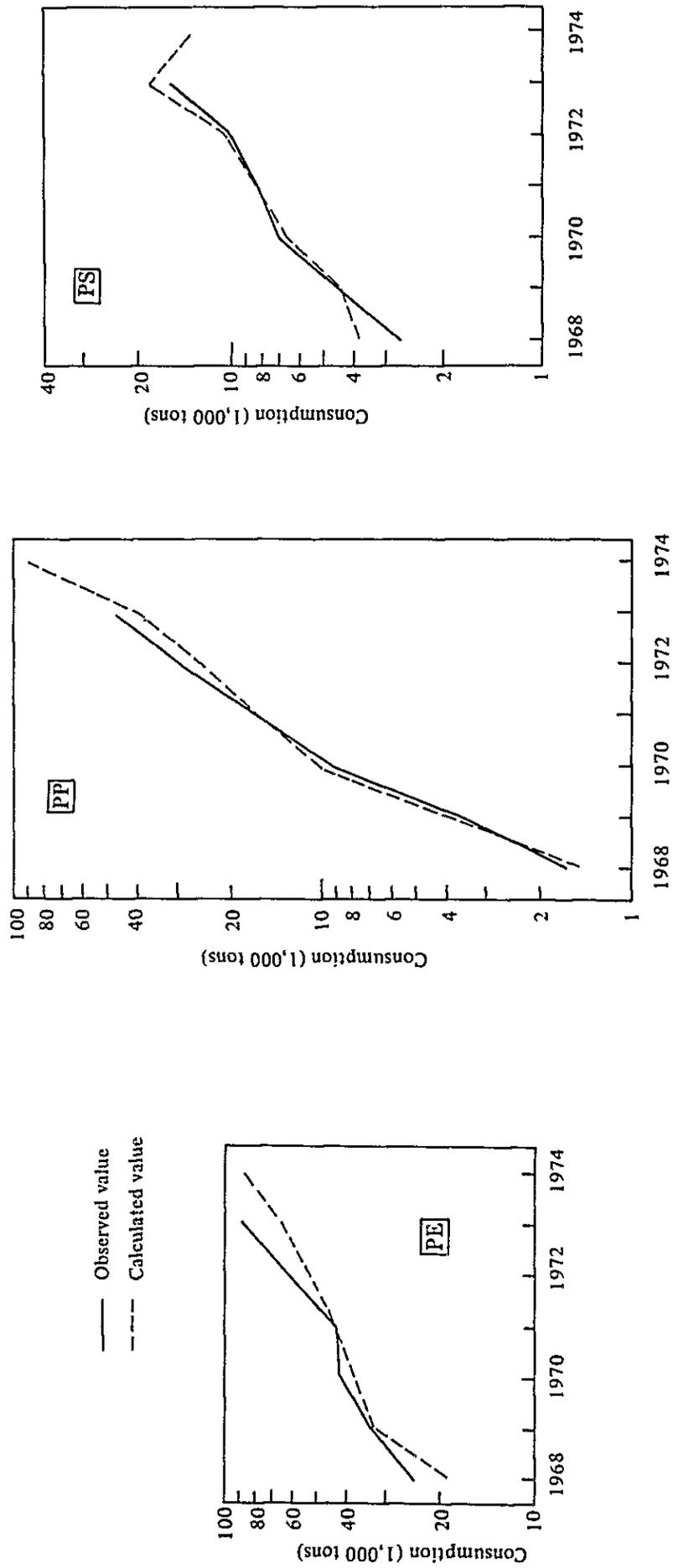


Fig. AII-7 COMPARISON OF OBSERVED VALUE AND CALCULATED VALUE OF PLASTIC CONSUMPTION IN KOREA

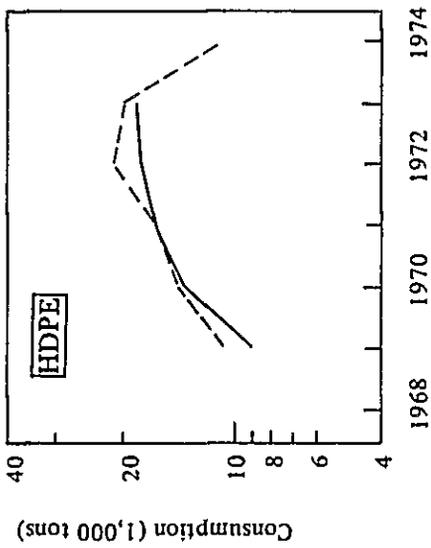
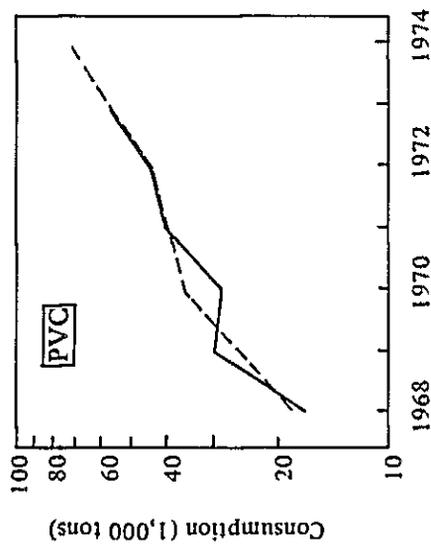


Fig. AII-7 (Cont'd)

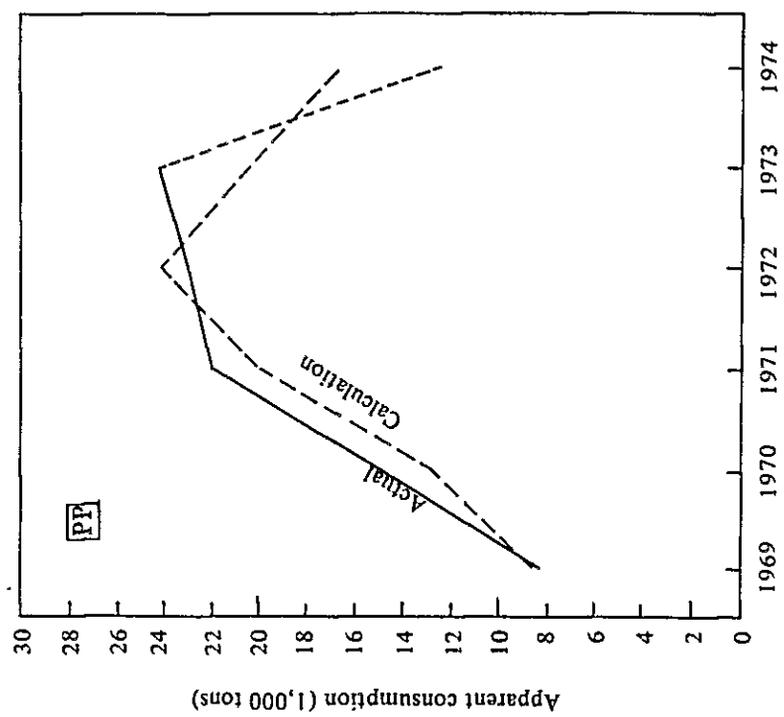
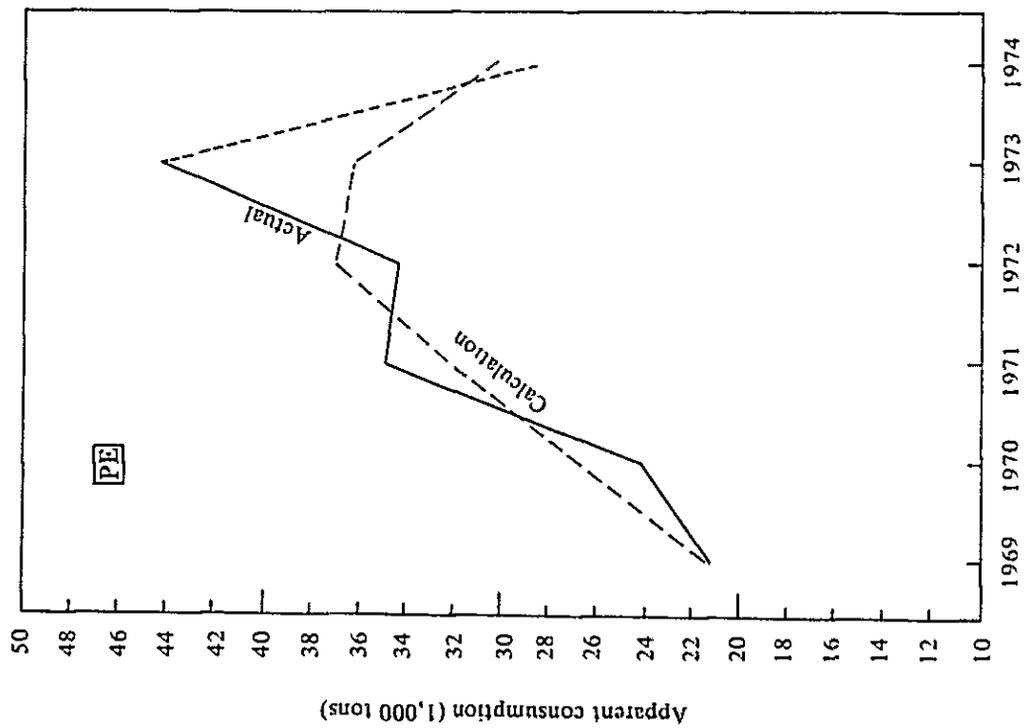


Fig. AII-8 TREND OF DEMAND QUANTITY OF GENERAL-PURPOSE RESINS IN THE PHILIPPINES

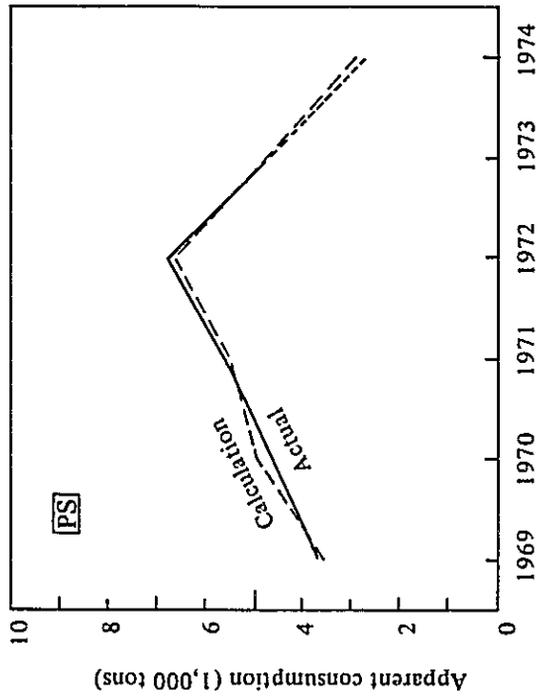
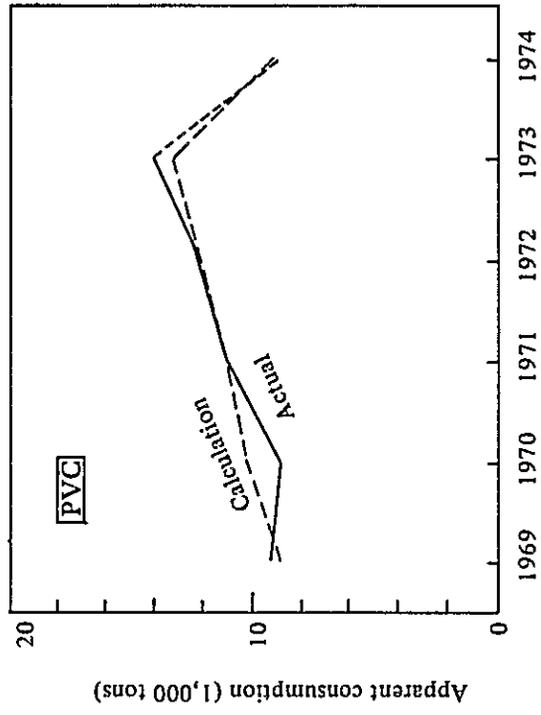


Fig. AII-8 (Cont'd)

固有GDP弾力性

PE	0.62
PP	0.97
PVC	0.90

Table AII-2 THREE-NATION COMPARISON OF ELASTICITIES OF PLASTICS

		弾力性	PE	PP	PS	PVC
日 本	価格		1.32	1.55	1.24	0.90
	GNP		1.02	1.74	1.48	0.64
韓 国	価格		1.01	2.48	0.93	0.63
	GNP		1.32	3.44	2.05	1.34
フィリピン	価格		0.68	1.16	1.15	0.60
	GNP		1.89	3.15	1.50	1.74

この値は、日本の1960年代の前半から後半にかけての、どちらかという、1960年代後半の固有弾力性に近い。すなわち、全体としてフィリピンのプラスチック需要は、日本の高度生長期のプラスチック需要とほぼ同じ構造をもっていることを示唆するものである。しかし、今後、日本の1970年代前半のように弾力性が低くなるか、或いは逆に大きくなるかということは、需要構造そのものを調査し、その将来の姿を推定し、予測に取り入れるという手続きを経ないと分らない。

このように、弾力性分析は、現在のマクロ需要構造を理解する上には極めて有用であり、これから需要に関する幾つかの問題点を指摘することが可能である。しかしながら、短期的予測は別としても、中長期の需要予測に役立てる為には、弾力性係数そのものの予測が必要になる。これは丁度産業連関モデルを使用して将来を予測するのに似ている。

すでに、弾力性を見掛けと固有の2者に分けることを提案したが、固有弾力係数そのものも、将来とも不変であるという保証はないので、国際的クロスセクション分析を含め、積上げの予測などの手法を援用して将来の弾力性を推定しなければならない。とくに、最近のように、単なるインフレという一種の派生要因ではなく、原油価格の大幅引上げといった外部要因又は政策要因によって価格が異常に上昇したプラスチックの場合尚更である。

第 III 編  
原料 調 査



## 第Ⅲ編 原料調査

### 第1章 エチレンプラント原料としてのエタン

#### 1-1 ガス処理プラント(LPGプラント)の概要

タイ国石油公社(P T T)はSiam 湾から産出する天然ガスを、海底パイプラインによりRayong 地区まで輸送し、この地区に天然ガス処理のためのプラントを建設する計画を推進している。この天然ガスはRayong の沖合い425km( Union Field )および595km(Texas Pacific Field)の地点にあるガス田について採取され、今後の供給計画は表Ⅲ-1に示されている。この天然ガスの有効利用のため各種のプロジェクトが調査検討中であるが、現在のところ発電用燃料として利用する計画と、ガス中に含まれるL P Gおよび天然ガソリンを分離し、これを内販燃料やガソリンのブレンド用に利用する計画が具体化している。

天然ガス輸送のためのオフショアおよびオンショアのパイプライン敷設工事は既に開始され、現在工事は順調に進行中である。また、天然ガス中に含まれる重質分を分離するDew Point Control Unit もこれと並行して、現在Rayong に建設中である。いずれも1981年7月末完成を目標に工事は進められている。

一方L P G分離のためのガス処理プラントも現在基本設計が進められており、1983年末までに完成する予定と伝えられている。このガス処理プラントではL P Gや天然ガソリンと同時にエタンを回収し、これをエチレンプラントの原料として利用すべく、基本設計が進められている。原料天然ガス組成の例は表Ⅲ-2に示されている。設計計画に従い必要とされる成分に分離するのがガス処理プラントの目的である。この概略は図Ⅲ-1のBlock Flow Diagram に示されている。

#### (1) Dew Point Control Unit

ガス田よりの天然ガスは海底パイプラインによって輸送される。従って、ガスの温度は大体海水温度に等しくなっており、重質の炭化水素留分<sup>1)</sup>については、この海水温度でほぼ飽和の状態になっていると考えられる。このガスが大気温度の変動によってさらに冷されると重質炭化水素留分の一部が凝縮し気液混相流を形成する恐れがある。この現象が陸上パイプライン中で生ずることを防ぐためには、あらかじめ天然ガスを適当な温度まで冷却して重質炭化水素留分を凝縮し分離してしまう必要がある。この目的で設置されるプラントがDew Point Control Unit であり、パイプラインに

1) この場合はC<sub>3</sub> heavier な炭化水素を指す。

Table III-1 NATURAL GAS SUPPLY SCHEDULE

(Unit: MMSCFD)

Fiscal Year (Oct-Sept)	UNION "A" 12	UNION "K" 10	UNION "B" 13	TEXAS "B" 15	Total — MMSCFD	Caloric Value BTU/SCF
1982	200				200	1,060
1983	250	75			325	1,067
1984	250	125	75	150	600	1,005
1985	250	125	125	200	700	998
1986	250	125	125	250	750	983
1987	250	125	125	250	750	983
1988	250	125	125	250	750	983
1989	250	125	125	250	750	983
1990	250	125	125	250	750	983
1991	250	125	125	250	750	983

Note: Natural Gas Production of UNION "K"  
10 may be at the level of 250 MMSCFD  
from 1986.

Table III-2 NATURAL GAS COMPOSITION

Component	UNION "A"		UNION "K"		UNION "B"	TEXAS PACIFIC "B"	
	Mole %	Wt %	Mole %	Wt %	Mole %	Mole %	Wt %
Nitrogen	0.90	1.00	1.55	1.77	0.907	0.78	0.82
Methane	63.34	40.17	68.46	44.96	66.648	61.00	36.52
Carbon dioxide	17.20	29.92	13.67	26.63	12.380	31.97	52.51
Ethane	10.61	12.61	6.98	8.60	9.928	3.71	4.16
Propane	5.17	9.01	5.47	9.86	5.693	1.15	1.89
Isobutane	1.07	2.46	1.39	3.31	1.410	0.32	0.69
n-Butane	0.89	2.04	1.36	3.23	1.339	0.27	0.59
Isopentane	0.28	0.80	0.44	1.29	0.432	0.14	0.38
n-Pentane	0.14	0.40	0.33	0.98	0.339	0.08	0.22
Hexane	0.12	0.41	0.18	0.63	0.265	0.14	0.45
Heptane	0.12	0.48	0.07	0.29	0.264	0.19	0.71
Octane	0.12	0.54	0.07	0.34	0.264	0.19	0.81
Nonane	0.03	0.15	0.02	0.10	0.066	0.05	0.24
Water	0.01	0.01	0.01	0.01	0.015	0.01	0.01
Total	100.00		100.00		100.00	100.00	
Gross Heating Value	1,060 BTU/SCF		1,091 BTU/SCF		1,145 BTU/SCF	771 BTU/SCF	
Specific Gravity	0.876		0.848		0.886		

Note: Texas Pacific Composition for Heptane, Octane and Nonane has been assumed based on a given Heptane plus fraction of 0.43 mole percent.

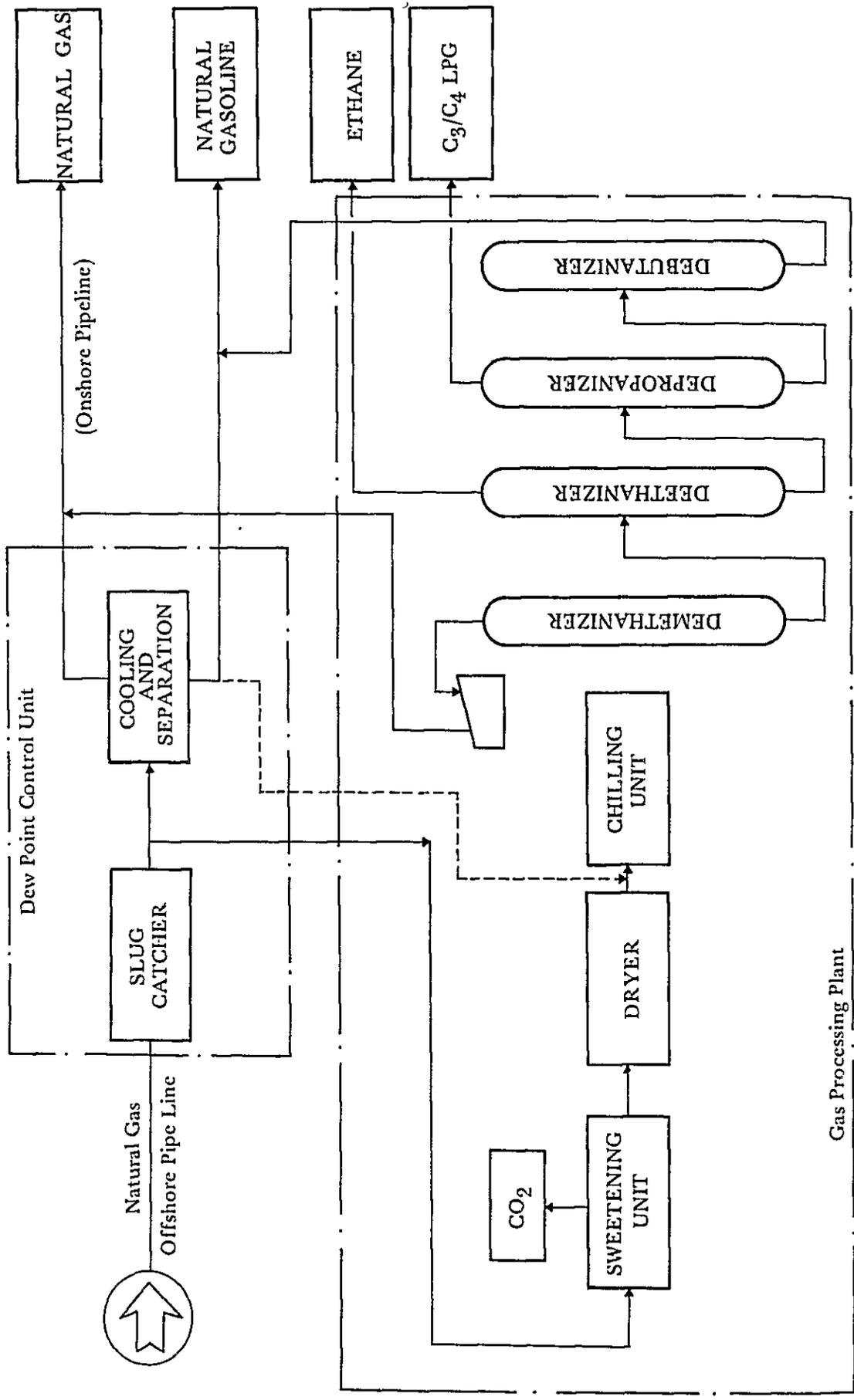


Fig. III-1 BLOCK FLOW DIAGRAM FOR GAS PROCESSING PLANT

よる陸上輸送を行う場合に必要な設備である。ただし表Ⅲ-2に示されるガス組成によれば、この天然ガスに含まれる重質炭化水素分は少量なため、この Dew Point Control Unit で分離される重質留分はたかだか 0.5 % 位であろう。

## (2) Gas Processing Plant

前述の Dew Point Control Unit ではガス中の重質留分の一部が分離されるだけであり、プロパン、ブタンなど利用度の高い炭化水素留分は、すべて燃料ガスとして消費されてしまう。従って、原料ガスの中に約 15 % 強含まれているエタン、プロパン、ブタン、天然ガソリンなどの重質留分を回収することによって、天然ガスに含まれる炭化水素留分をより有効に利用することを目的として、ガス処理プラントが計画されている。その中でもプロパン、ブタン、天然ガソリン (C<sub>3</sub> heavier) という C<sub>3</sub> よりも重質な留分は比較的容易に、天然ガスより分離され液体として、輸送、貯蔵できるのでガスよりはるかに扱いが容易となり、燃料市場で高い評価を受けることができる。

一方、このガス中に含まれるエタンを分離するためには、LPG分離と比べより低い温度まで原料ガスは冷却されねばならないが、これは、LPG分離プラントに脱エタン塔とその附属機器の追加のみで達成される。エタンはエチレンの製造のためには最適な原料であるため、天然ガスからエタンを分離し、それによってエチレン生産を実施中のプラントが世界各地に存在している。

P T Tによって実施されているガス処理プラントの基本設計もこのような意図のもとに現在進行中である。以下、図Ⅲ-1に示されている Block Flow Diagram に従ってプロセスの概略を説明する。

ガス処理プラントに供給される原料ガス中には炭酸ガスが多量に含まれているため、低温工程において、水分および炭酸ガスが原因で、凍結、固結等のトラブルが発生する恐れがある。このため原料ガスの前処理工程として脱炭酸および脱水が必要とされる。

脱炭酸および脱水されたガスは、深冷分離工程に送られそこでエタンを分離するために必要な温度レベルまで冷却される。このエタン分離に必要な低温レベルはプロパン冷凍および供給ガスの圧力を利用した turbo-expander による自己冷却熱によって達成されよう。冷却されたガス (気液混相流となっている) は、脱メタン塔に供給され、そこで、塔頂ガスとしてメタン留分が、塔底液としてエタンおよび、それより重質な留分が分離される。この脱メタン塔の塔底液は逐次、脱エタン塔、脱プロパン塔、脱ブタン塔に送られそれぞれエタン、プロパン、ブタン、天然ガソリンの各留分に分離される。脱メタン塔塔頂のメタンガスは Dew Point Control Unit 出口ガスに混

合できる圧力まで圧縮され、系外に送り出される。このメタンガスは脱炭酸されておりアンモニアおよびメタノール製造用として最適な原料である。

本フィージビリティスタディの前提条件としてP T Tより与えられたガス処理プラントの設計条件を以下に示す。

(a) プラント能力

第一段階 350 MMSCFD  
第二段階 350 MMSCFD

第二段階は1989年以降と予定されているがL P G需要次第ではもっと早まることも考えられよう。

(b) 設計運転時間

350日/年

(c) 平均的原料組成

	モル%
窒素	0.87
炭酸ガス	20.00
メタン	64.10
エタン	8.00
プロパン	4.50
i-ブタン	0.97
n-ブタン	0.83
i-ペンタン	0.26
n-ペンタン	0.14
n-ヘキサン	0.12
Heptane heavier	0.20
水分	0.01
合計	100.00

(d) エタン回収率

84.24%

(2593.26 lb-moles/hr)

(e) 製品構成

メタンガス  
エタン

## LPG (プロパンおよびブタン)

### 天然ガソリン

上記の条件に基づき、全体のバランスを推定した結果を、図Ⅲ-2に示す。

エチレンプラントが操業するまではエタンの用途はないので、エタンの分離はせずにメタンガスと一緒に燃料用ガスとして送り出されることになる。

また、将来ガス処理プラントがもう一列増設された場合は、Dew Point Control Unit は予備のプラントとして使用される可能性がある。

## 1-2 ガス処理プラントからのエタンの入手性および供給条件

### 1-2-1 エタンの供給条件

1-1節で述べたごとく、エチレンプラントの原料エタンはガス処理プラントの脱エタン塔より供給される。このエタン分離の技術は何ら特別なものではなくガス処理プラントが運転されてさえおれば、エチレンプラント用原料としてのエタンは自然に確保される。通常このエタンはガス状態としてエチレンプラントに直接供給されよう。ただし、エチレンプラントにもうけられる予定のエタン貯槽に貯蔵する場合には、少量ずつ液体エタンとして供給されることになる。このエタンの貯槽はガス処理プラントが何らかの原因で停止した場合、もしくは一時的にその操業度が低下したような場合にもエチレンプラントの操業に影響をおよぼさないために設置される必要がある。この目的のためには、エチレンプラントの4日分の操業に必要なエタンが液化エタンとして確保されていれば充分であろう。

エチレンプラントに供給されるエタンの組成と条件は以下に示される。<sup>1)</sup>

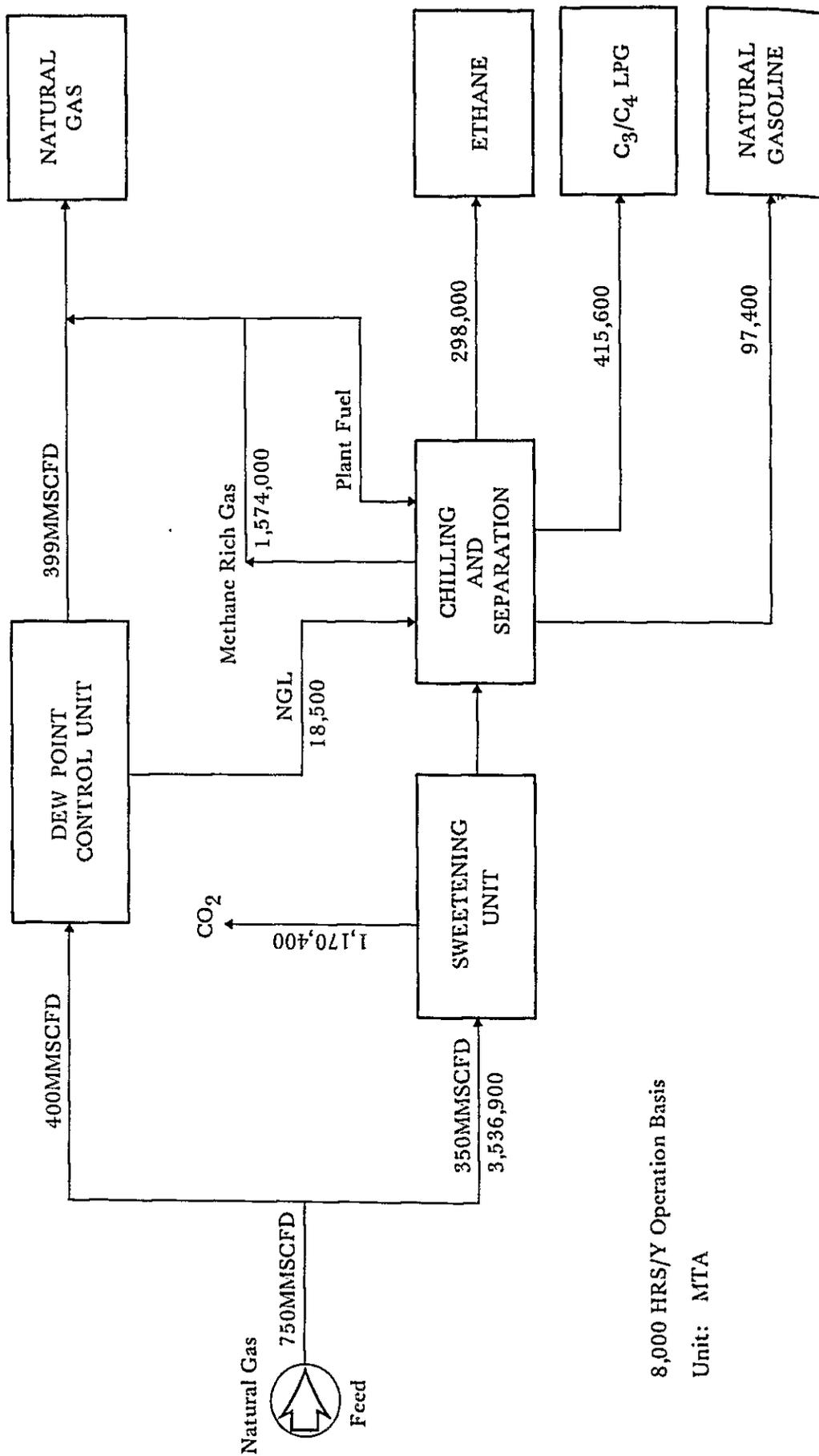
#### 原料エタン

メタン	2.0 mol % max
CO <sub>2</sub>	0.1 mol % max
プロパン	3.0 mol % max
エタン	Balance

	<u>Normal</u>	<u>Alternative</u>
Pressure	1 0kg/cm <sup>2</sup> G	2 0kg/cm <sup>2</sup> G
Temperature	Ambient	-7°C
Phase	Vapor	Liquid

ガス処理プラントとエチレンプラントは隣接して建設される予定であるので、エタン受渡しはパイプライン上の配管取合いとなる。

1) PTTによる。



8,000 HRS/Y Operation Basis  
 Unit: MTA

Fig. III-2 ESTIMATED OVERALL BALANCE

### 1-2-2 エタンの入手性

前記、エタンの供給条件および1-1節に示したガス処理プラントの設計条件から、ガス処理プラントにおけるエタンの生産量は298,000 t/y (8,000時間稼動<sup>1)</sup>)と算出される。エタンの回収率、84.24%という設計値は、通常のガス処理プラントに設けられる値としては最大の回収率に近いものと考えられる。従って、このエタンをもって、第1期のガス処理プラントからエチレンプラントへ供給し得るエタンの最大量であると思なすことができよう。

今、仮に230,000 t/y規模のエチレンプラントを建設するとすれば、その原料として277,500 t/yの純エタン(純度100%換算)が必要とされる。これを上記組成のエタンに換算すると287,000 t/yとなる。これはガス処理プラントから回収し得るエタン量より約1万トン少ない。従って現時点ではかなり不確定要素があるものの、少なくとも230,000 t/yのエチレン生産に必要な原料エタン量、すなわち287,000 t/yはガス処理プラントより供給され得るものと考え、本フィージビリティスタディを進める。

### 1-2-3 供給価格

原料エタンの供給価格は現在未定である。P T Tによれば原料エタンの最小機会コストとしては発熱量ベースで重油と等価になるような価格、最大価格としては、LPGと等価な評価という目安が与えられているにすぎない。本来与件として与えられるべき原料エタンの供給価格は、逆に本フィージビリティスタディの結果を考慮し決定されねばならないので、その議論は、次の第IV編、第VII編、第VIII編および第IX編にゆずる。

## 第2章 原塩の入手性

### 2-1 原料塩ソース

タイ国における工業塩電解プラント用の原料塩の供給源としては次の2つが考えられる。

#### (1) 海塩

海塩の大半は、Menam Chao Phraya (メナムチャオブラヤ)河口西側からMenam Mekong (メナムメコン)河口に到る海岸にある塩田から得られる。製塩は零細な製

1) ガス処理プラントは8,400時間/年の操業が可能であるが、エタンの入手性はエチレンプラントの年間操業時間8,000時間に合わせた。

塩業者により行われているため、品質は悪く、純分84～85%と低いし、またばらつきも大きい。

## (2) 岩 塩

タイ東北部には莫大な岩塩鉱床が存在するが、現在は市場には出されていない。ASEAN岩塩、およびソーダ灰プロジェクトでは、Bammet Narong (バメットナロン)地区より掘り出されたものが原料塩として使用される予定になっており、純度も良く将来本プロジェクトの有望な原料ソースと考えられる。

## 2-2 輸 送

### (1) 海 塩

塩田は国道沿いにあり、また塩田内には水路もあり、トラックまたは小さなバージが塩の輸送に使われている。トラック輸送の場合、サイトに依っては産地FOB塩価より輸送費用の方が高くなる。トラックより輸送ロットの大きいバージにより中継基地に運び、そこからトラックでプラントサイトに運ぶ事で、コストダウンも可能と考えられる。

### (2) 岩 塩

ソーダ灰プラントには、貨車でLaem Chabang (ラムチャバン)のプラントサイトまで岩塩は運ばれる予定である。Laem Chabangより本プラントサイトまでトラックで塩を運ぶ事で、輸送費を安く出来るものと考えられる。

## 2-3 当面の原料塩手当

ASEAN岩塩およびソーダ灰プロジェクトのタイミングが本計画と合えば問題ないが、まだ工程がはっきりしていない。従って本計画では、間違いなく調達出来ると考えられる海塩で計画する。

品質に関しては、タイ国政府の働きかけで、製塩業者が改善を実施すれば本計画に利益をもたらすだけでなく、塩の海外輸出も可能となろう。先々は、タイ国政府のソーダ灰プロジェクト用の安いと予想される岩塩を本プロジェクトにも使用すべきと考える。

1)  
原塩の供給価格は、450 Baht/t (1980年固定価格)と想定される。

1) 工業塩電解プラントをRayongに立地した場合の工場納入の価格。

## 第 IV 編

代替案の比較検討および  
プロジェクトの基本条件  
の決定



## 第Ⅳ編 代替案の比較検討およびプロジェクトの基本条件の決定

### 第1章 概 説

本編の目的は第Ⅱ編「市場調査」、第Ⅲ編「原料調査」ならびに、タイの現地調査の結果得られた知見に基づき、プロジェクトの基本条件について、いくつかの代替案の中から最適な条件を選び出すことにある。エチレンプラントの生産規模の決定は、この中でも最も重要な課題である。代替案の検討を進めるに当り、まず基本的な条件のうち、本フィージビリティスタディの条件としてあらかじめ決定されているものと、本フィージビリティスタディの中で検討し、決定されるべき基本条件を下記の通り整理する。

#### 1-1 エチレンプラント

生産規模： タイ国におけるエチレン需要見通し、原料事情を勘案し、経済的に最も合理的なエチレンプラントの生産規模を選定する。

立 地： エチレンプラントの立地はあらかじめRayongに決定されており、本調査はすべてこの基本前提に基づいて実施する。

原 料： P T Tのガス処理プラント<sup>1)</sup>(350MMSCFD)より回収されるエタン留分を前提とする。

プロジェクトオーナー： P T T

#### 1-2 VCMプラント

生産規模： タイ国におけるPVC需要見通しを勘案し合理的なVCMプラントの生産規模を選定する。

立 地： VCM生産に必要な塩素源とエチレンの供給体制、製品副製品の出荷と輸送、集中化生産によるプラントの効率などを考慮し、予想される代替立地の得失を比較し、適切な立地を選定する。

原 料： タイ国におけるカセイソーダ需要の見通しを検討し、塩素源の適切な供給方法を選定する。

プロジェクトオーナー： 未 定

本プロジェクトに関する以上の状況をふまえ、以下の章においては、

(1) エチレンプラントの生産規模に関する代替案の検討と最適生産規模の選定

1) LPGプラントとも称せられている。

(2) VCM生産にかかわる生産規模、原料条件、立地など基本条件の検討を実施しプロジェクトの基本的スキームを決定する。

本編以降の技術的、財務的、経済的諸検討はここで決定された基本的スキームに従って進める。

## 第2章 エチレンプラントの生産規模に関する代替案の検討および最適生産規模の選定

### 2-1 エチレンプラントの生産規模に関する代替案の予備選定とその根拠

市場調査および原料事情に関する検討結果に基づき、エチレンプラントの最適生産規模を決定するために、次の3つの代替案をあらかじめ選定した。

Base Case-1 : 170,000 t/y エチレンプラント

Base Case-2 : 200,000 t/y エチレンプラント

Base Case-3 : 230,000 t/y エチレンプラント

Base Case-1 は主として、市場側の制約から決められた代替案である。すなわち現在計画でないしは建設中のダウンストリームの諸プロジェクト、つまりLDPEプラント(73,000 t/y、エチレン換算80,000 t/y)<sup>1)</sup>、HDPEプラント(50,000 t/y、エチレン換算52,000 t/y)およびVCMプラント(80,000 t/y)<sup>2)</sup>、エチレン換算38,000 t/y)に必要とされるエチレン量を考慮して、予備選定されたプラントの規模である。この規模はタイ国における1980年代末のLDPE、HDPE、PVC需要に、おおむね合致したものである。一方Base Case-3 は主として原料エタンの入手可能性に従って選定された、エチレン規模の代替案である。第Ⅲ編「原料事情」で述べたごとく350MMSCFDのガス処理プラントより回収される最大エタン量は約298,000 t/yであり、これを全量エチレン原料として利用する場合、約238,000 t/yのエチレン生産が可能である。この場合には上に述べたような、市場規模上の制約、特に現在計画でないしは建設中のダウンストリーム諸プロジェクトのプラント規模上の制約は考慮されていない。換言すれば230,000 t/yのエチレンを消化するためには、さらにこれらダウンストリームプロジェクトにおけるプラント規模の将来の増設、あるいは新規のエチレン誘導体の企業化が必要とされる<sup>3)</sup>ことを強調したい。Base Case-2 はBase Case-1 と-3 の中間規模であり、比較のために追加した代替案である。

1) Thai Petrochemical Industry Co. による。通常のエチレン必要量に比べて少々多いが、エチレンプラントとは20 km離れた立地に建設されるため、リサイクルエチレンの回収精製が見込まれていないためと考えられる。

2) 次章参照。VCMプラントの規模は、第Ⅲ編のPVC需要予測結果に基づき、80,000 t/yと決定した。

3) 現在建設中ないしは計画中のダウンストリーム諸プロジェクト、すなわちLDPE: 73,000 t/y、HDPE: 50,000 t/y、VCM: 80,000 t/yがすべて実現し、それらがすべてその公称能力通り操業されたとしても、なおかつ、60,000 t/yのエチレン余剰能力が存在する。

## 2-2 経済優位性比較検討の方法論について

市場の大きさ、原料の入手性、その他の要素を考慮し、最適なプラントの生産規模を決定することは、フィージビリティスタディの中でも最も重要な課題の1つである。

石油化学産業、その中でもエチレンプラントは特に大規模な設備投資を必要とするいわゆる装置産業の代表的な例である。また、プラントの規模が大型化しても、そのプラントの建設費の増加はその生産規模の増大に比べて比較的ゆるやかである<sup>1)</sup>ので、プラントの生産規模が(商業的に実証された生産規模の範囲内では)大規模になるほど、エチレンの単位生産量当りの生産コストは低下する傾向にある。これがいわゆる規模の経済効果(Economy of scale)とよばれる現象である。従って、原料、その他の条件に制約がなく、かつ需要(少なくとも適性価格で販売可能な)が十分に存在するならば、規模の経済効果という観点に立ち、できるだけ大規模なエチレンプラントの建設を意図するのは、投資の意志決定をする者の立場としては、当然のことである。

しかしながら現実には、このように規模の効果という考え方を単純に適用して物事をきめられる例はごくまれであり、むしろ仮想的なケースであるといわねばならない。

市場の規模が比較的小さく、近い将来に急激な需要増加が望めない場合<sup>2)</sup>に、エチレンプラントの初期生産能力が需要量に比べて余りに過大に設定され、それが実際に建設されてしまえば、このプラントは操業開始後長年にわたって、低い操業率での稼働を余儀なくされよう。この場合には逆に投下資本および設備の非効率的利用が、過大な固定費の負担<sup>3)</sup>となってエチレンの生産コストを圧迫することになる。そのためこの規模のプラントと比較して小規模なプラント(需要に見合った)よりも高い生産コストのエチレンしか生産できないという事態を往々にしてまねき勝ちである。

従って装置産業特有の規模の経済効果は全く発揮されないばかりか、逆に反作用として働く<sup>4)</sup>おそれのあることは、十分に強調されるべきである。生産規模の選定をエチレンプラントの規模の経済性<sup>5)</sup>という観点のみから行うのは、明らかに片手落ちであり、実際に投資の責任を負うものにとっては非常に危険なことでもある。

1) 生産規模 $C_1$ の場合の建設費を $I_1$ 、生産規模 $C_2$ の場合の建設費を $I_2$ とすれば、これらの間には次の関係が成り立つことが多い。

$$I_2 = I_1 (C_2 / C_1)^n$$

ここに $n$ はScale factorとよばれる。 $n$ の値はプラントの性格、その範囲などによって異なるが0.6~0.8で示されることが多い。

2) むしろ現実問題としてはこのような場合の方が一般的であろう。

3) 償却費、金利など。特に設備投資額に占める借入金の比率の高い場合にこの問題は深刻である。

4) スケールメリットがスケールデメリットに転ずる。このような決定によって、経営的に苦境に立った石油化学プロジェクトは日本にもかなりある。

5) 特に最近のように、原油、天然ガスなどの炭化水素価格の急上昇は、主原料代の割合を相対的に高め、逆に固定費の比率を低下せしめている。従って固定費の相対的な低下をねらった、エチレンプラントの大型化は、以前ほど効果的ではなくなっている。エチレンプラントの大型化によるコスト低下は、原料代のわずかな変動によって相殺されてしまう傾向にある。これは以下本編にのべる検討結果より明白となる。

エチレンプラントの生産規模の異なるいくつかの代替案の経済性優位の比較を、操業開始後のある基準年度<sup>1)</sup>におけるエチレンの生産コストの大小で行なうことは非合理的であり、誤った判断に導く。また操業開始後、例えば15年間というプロジェクトのEconomic Life Spanのすべてにわたって逐年のエチレン生産コストを比較したとしても、依然としてこの方法では不完全なままであることに変わりない<sup>2)</sup>。換言すれば製造コストという観点のみからはプラントの適性規模を決定することは不可能である。結局、いくつかの考えられる代替案の中から最適なものを選び出すためには、投下資本の機会コストの大小という尺度で比較し、どの代替案が最も高い資本の機会コストを提供することができるか検討する必要がある。このためには、市場側の条件を導入し、それぞれの代替案について全Project Life Spanにわたる損益収支、キャッシュフローバランスを求めるとともに、内部収益率(IRR)を算出し、これによって比較するのが最も合理的である。

以下このような考え方と方法論に従って、エチレンプラントの生産規模に関する代替案の比較優位性を検討する。

## 2-3 経済優位性比較検討のための基礎

エチレンプラントの生産規模に関する代替案の比較検討は次に示す諸データおよび前提条件に従って実施した。

### 2-3-1 エチレンの販売量(第Ⅱ編 市場調査結果に基づく)

エチレンの販売可能量は、すでに述べたLDPE、HDPE、VCM/PVCなど、エチレンのダウンストリーム諸プロジェクトの今後の稼働率の動向によって決定される。また、これらダウンストリームプラントの稼働率は結局、タイ国のLDPE、HDPE、PVCの需要によって決定されると考えるのが自然である。従って、これらのプラスチックの需要がそれぞれのダウンストリームプラントの生産能力を超えない範囲内では、LDPE、HDPE、PVCのタイ国内需要量をエチレンに換算した総量をもって、その時のエチレン販売量と考えることができる。さらに需要が増加し現在建設中ないしは、計画中のこれらダウンストリームプラントの生産規模を超える時点では、第Ⅱ編市場調査にて説明したごとく、適当な時点で増設が行なわれるものと仮定する必要がある。このような考え方にそって、エチレン販売見通しを2-1節にて設定したエチレンプラントの生産規模に関する3つの代替案について算出した。その結果を次に示す。

1) 例えばプラントがフル能力になった時点、あるいは償却や借入金の返済が50%終わった時点など。

2) 例えば図Ⅳ-2参照されたい。

Sales Forecast of Ethylene from Three Alternative Production Capacities of Ethylene Plant in Thailand

	Sales Volume of Ethylene (t/y)		
	Base Case - 1	Base Case - 2	Base Case - 3
	Ethylene Capacity 170,000 t/y	Ethylene Capacity 200,000 t/y	Ethylene Capacity 230,000 t/y
1985 (7/12)	67,000	67,000	67,000
1986	142,700	142,700	142,700
1987	149,700	149,700	149,700
1988	170,000	170,600	170,600
1989	170,000	182,600	182,600
1990	170,000	189,400	189,400
1991	170,000	199,300	199,300
1992	170,000	200,000	206,600
1993	170,000	200,000	214,300
1994	170,000	200,000	230,000
1995	170,000	200,000	230,000
1996	170,000	200,000	230,000
1997	170,000	200,000	230,000
1998	170,000	200,000	230,000
1999	170,000	200,000	230,000

2-3-2 投資額の見積

エチレンプラントの生産規模に関する3つの代替案について、プラントコストおよび総投資額を下記の通り見積った。

エチレンプラントの立地は、RayongのPTTのガス処理プラント用敷地内を前提とすることはすでにのべた。その他の見積条件、さらに詳細な項目別については、第VI編を参照されたい。

Investment Cost Estimates for Three Alternative Production Capacities of Ethylene Plant in Thailand

(US\$ Thousand in constant 1980 prices)

	Base Case - 1	Base Case - 2	Base Case - 3
	Ethylene Capacity 170,000 t/y	Ethylene Capacity 200,000 t/y	Ethylene Capacity 230,000 t/y
Land Acquisition <sup>1)</sup>	373	373	373
Plant Cost (as erected) <sup>2)</sup>	173,000	180,442	186,605
Pre-operation & Start-up Expenses <sup>3)</sup>	7,566	8,104	8,641
Interest During Construction <sup>4)</sup>	16,920	17,666	18,292
Total Fixed Capital	197,859	206,585	213,911
Initial Working Capital <sup>5)</sup>	5,845	5,875	5,900
Total Capital Investment	203,704	212,460	219,811

2-3-3 原料、用役および人員の必要量

原料エタンおよび燃料ガス、工業用水（その他必要な用役はエチレンプラントに付属して建設される共同用役センターで発生する）、ならびに操業に必要な人員は下記の通りである。用役バランスおよび人員構成の詳細は第V編を参照されたい。

	Base Case - 1	Base Case - 2	Base Case - 3
	Ethylene Capacity 170,000 t/y	Ethylene Capacity 200,000 t/y	Ethylene Capacity 230,000 t/y
原料エタン (t/y)	212,100	249,530	286,960
燃料ガス (MMBTU/Y) <sup>6)</sup>	1,494,463	1,758,191	2,021,920
工業用水 (t/y) <sup>6)</sup>	2,802,780	3,297,390	3,792,000
人 員 <sup>7)</sup>	344	344	344

- 1) エチレンプラント用 160,000 m<sup>2</sup>、社宅用 146,000 m<sup>2</sup>、計 306,000 m<sup>2</sup>、40,000 Baht/1,600 m<sup>2</sup>として計算。
- 2) エチレンプラント、タンクヤード、共同用役センター、オフサイト一切を含む。詳細は第VI編。
- 3) 創業前および試運転期間中の人件費、トレーニングフィー、開業費および試運転期間中の原料および原料のロスを含む。
- 4) 固定資本75%を長期借入金とし、金利8%と仮定した。
- 5) 原料エタン在庫 3,500 t、製品エチレン在庫 3,500 t、売掛金、買掛金の手形サイトは45日として計算。但しエチレン \$800/t、エタン \$350/tの場合。
- 6) 計算の便宜上エチレンプラントおよび共同用役センター、両方の必要量を含む。従って一部外販用 (VCM用 etc) に必要な用役発先に使われる燃料、および工業用水もこの中に含まれている。従って以下に計算される内部収益率 (IRR) は、最終的に第VII編財務分析、第IX編総合評価にて計算されるIRR値に比べて若干低い値を示す。本編の目的はプロジェクト代替案の相対的な比較優位を調査することにある。ゆえに最終的なIRR値は第VII編、第IX編を参照されたい。
- 7) エチレンプラント、タンクヤード、共同用役センター、オフサイトすべてを含む。詳細は第V編図V-25参照。



Table IV-1 COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY (IN TERMS OF IRR) FOR DIFFERENT PRODUCTION CAPACITY OF ETHYLENE PLANT BASED ON DOMESTIC DEMAND IN THAILAND

Selling Price of Ethylene (US\$/t) <sup>1)</sup>	Price of Feedstock Ethane (US\$/t) <sup>1)</sup>	IRR (%)		
		Internal Rate of Return (IRR) for Different Production Capacity of Ethylene Plant		
		Base Case - 1 170,000 t/y	Ethylene Capacity Base Case - 2 200,000 t/y	Base Case - 3 230,000 t/y
600	200	15.63	16.51	16.60
	250	10.63	11.62	11.80
	300	0	0.34	0.98
	350	0	0	0
	400	0	0	0
650	200	19.04	19.82	19.80
	250	14.62	15.53	15.65
	300	9.23	10.23	10.40
	350	0	0	0
	400	0	0	0
700	200	22.15	22.83	22.71
	250	18.13	18.93	18.94
	300	13.58	14.52	14.68
	350	7.29	8.51	8.64
	400	0	0	0
750	200	25.03	25.61	25.41
	250	21.31	22.01	21.92
	300	17.19	18.02	18.06
	350	12.49	13.46	13.63
	400	4.25	6.09	6.28
800	200	27.73	28.22	27.93
	250	24.25	24.85	24.67
	300	20.45	21.18	21.12
	350	16.23	17.09	17.11
	400	11.32	12.29	12.46

Notes 1) In constant 1980 prices

2) Comparison purpose only.

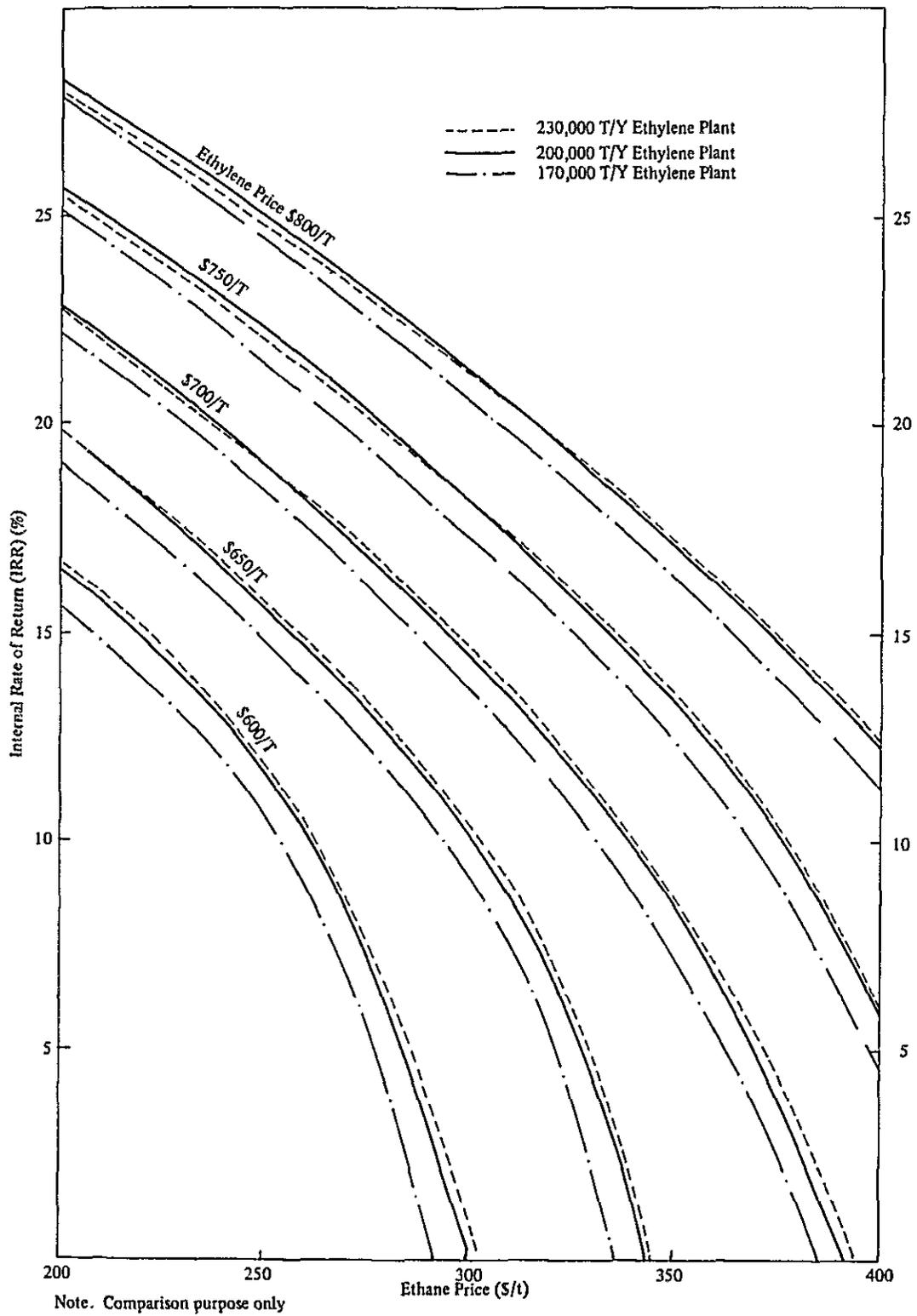


Fig. IV-1 COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR THREE PRE-SELECTED PRODUCTION CAPACITIES OF ETHYLENE PLANT AT DIFFERENT PRICES OF ETHANE AND ETHYLENE

1 である。以上の結果から次の結論を導びくことができる。

- (1) 生産規模の異なる3つの代替案、すなわちエチレンプラントの生産規模 170,000 t/y、200,000 t/y、230,000 t/yの間にはあまり大きなIRRの相違、いいかえれば、経済優位性に大きな差は認められない。170,000 t/yプラントは230,000 t/yプラントと比較して、IRRにして約1%前後(原料エタン価格と製品エチレン販売価格の組合せにより多少変化する)の低い値を示すにすぎない。
- (2) 図Ⅳ-1より、この程度の差<sup>1)</sup>は原料エタン価格にして約US\$10/t程度の差でうめ合わせ可能であることが明らかである。以上の結果から、エチレンプラントの規模の差よりも原料エタン価格差の方が、はるかに大きな影響力を持つことがわかる。
- (3) 強いて言えば170,000 t/yプラントより200,000 t/y、または230,000 t/yプラントの方が、エタンとエチレンのすべての価格条件の組合せについて高いIRR値を示しており、経済的に優位な代替案であるといえよう。
- (4) IRR値が約20%以下の領域においては230,000 t/yプラントが、また逆にIRR値が20%を超える領域では200,000 t/yプラントがそれぞれ相対的に高いIRR値を示しているが、この程度の差は有意な差であるとはいえない。従って200,000 t/yプラントと230,000 t/yプラントとの間には、経済優位性に差はない。換言すれば、この場合エチレンプラントの規模を200,000 t/yから230,000 t/yに拡大しても、もはや経済性の向上は認められない。
- (5) 表Ⅳ-2には1985年商業運転開始後、1999年までエチレンの製造コスト<sup>2)</sup>が毎年どのように推移するか、上記3つの代替案について比較対比されている。図Ⅳ-2はこの一部を図示したのである。これらの結果から操業開始後4年間は最も規模の小さい170,000 t/yプラントから生産されるエチレンが製造コストとして最も安いことがわかる。この期間230,000 t/yプラントでは、操業率が低く、そのためエチレン製造コストに占める固定費の負担が大きいいため3つの代替案の中では、エチレンの製造コストはもっとも高い。
- (6) その後需要の増大に伴って規模の効果が徐々に発揮され、操業開始後5年目から8年目までは200,000 t/yプラントがもっとも低いエチレン製造コストを達成できる。この段階では170,000 t/yプラントはすでにフル操業を行っているにもかかわらず、生産コストは3つの代替案の中でもっとも高く、75~80%稼働の230,000 t/yプラントにおよばない。さらに9年目以降になってはじめて、230,000 t/yのエチレンプラントの製造コストがもっとも低くなり、やっとこの時点になって規模の効果

1) 原料エタン供給価格をUS\$350/tと仮定すれば、その28%にすぎない。

2) 金利および本社一般管理費を含む総原価。

Table IV-2 COMPARATIVE PRODUCTION COSTS OF ETHYLENE FOR PRE-SELECTED PRODUCTION CAPACITIES OF ETHYLENE PLANT AT DIFFERENT PRICES OF FEEDSTOCK ETHANE

(Unit: US\$/t of Ethylene in constant 1980 prices)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
170,000	601.1	595.9	577.4	538.2	530.9	523.6	516.3	509.0	501.7	494.4	427.8	362.7	359.5	358.5	358.5
200	613.6	608.1	588.9	547.1	523.9	509.0	492.2	485.1	478.6	472.2	413.1	355.3	352.5	351.6	351.6
230,000	624.0	618.4	598.5	555.3	531.3	516.0	498.6	485.1	472.3	454.8	401.6	349.6	347.0	346.2	346.2
170,000	664.6	659.4	640.9	601.7	594.4	587.1	579.8	572.5	565.3	558.0	491.4	426.3	423.1	422.1	422.1
200	677.1	671.6	652.4	610.6	587.4	572.6	555.8	548.7	542.2	535.8	476.7	418.9	416.1	415.2	415.2
230,000	687.5	681.9	662.0	618.8	594.8	579.5	562.1	548.7	535.9	518.4	465.2	413.2	410.7	409.9	409.9
170,000	728.1	722.9	704.4	665.2	657.9	650.6	643.4	636.1	628.8	621.6	555.0	489.9	486.8	485.8	485.8
200	740.6	735.1	715.9	674.1	650.9	636.1	619.3	612.2	605.8	599.3	540.3	482.5	479.7	478.8	478.8
230,000	751.0	745.4	725.5	682.3	658.3	643.0	625.7	612.3	599.4	582.0	528.8	476.8	474.3	473.5	473.5
170,000	791.6	786.3	767.9	728.7	721.4	714.2	706.9	699.7	692.4	685.2	618.6	553.5	550.4	549.4	549.4
200	804.0	798.6	779.4	737.7	714.5	699.7	682.9	675.8	669.4	662.9	603.9	546.1	543.4	542.5	542.5
230,000	814.5	808.8	789.0	745.9	721.9	706.6	689.3	675.8	663.0	645.6	592.4	540.4	537.9	537.1	537.1
170,000	855.1	850.3	835.2	794.8	785.4	777.7	770.5	763.2	756.0	748.7	682.2	617.1	614.0	613.0	613.0
200	867.5	862.9	848.2	806.3	782.1	763.2	746.5	739.3	733.0	726.5	667.5	609.8	607.0	606.1	606.1
230,000	878.0	873.5	859.0	816.6	792.6	773.9	752.8	739.4	726.6	709.2	656.0	604.0	601.5	600.7	600.7

Notes: 1) Production cost including head office cost and interest charges.

2) Comparison purpose only

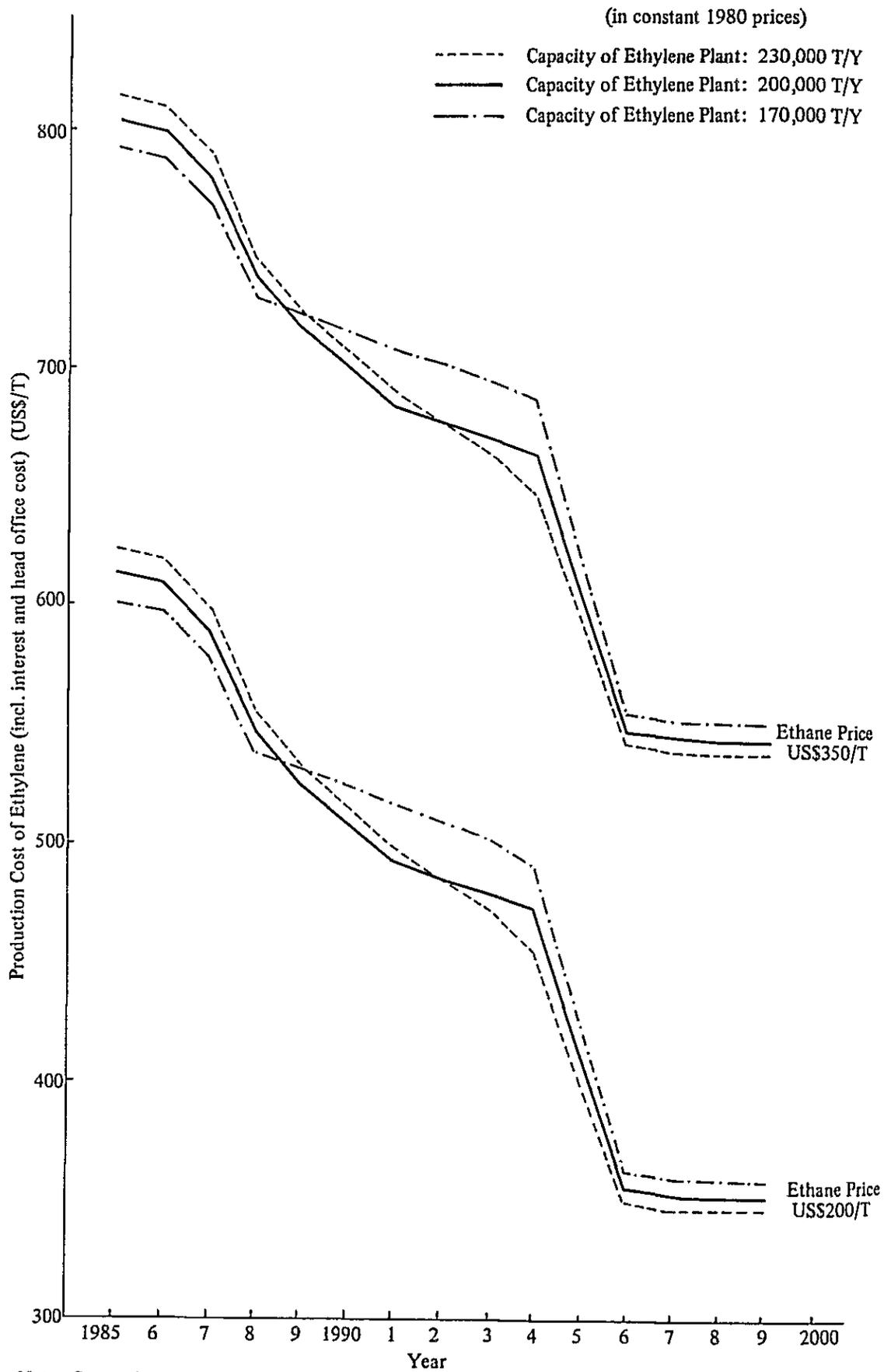


Fig. IV-2 COMPARATIVE PRODUCTION COST OF ETHYLENE FOR THREE DIFFERENT PRODUCTION CAPACITIES OF ETHYLENE PLANT

が発揮されることになる。

先に議論したIRRには、このようなエチレンプラントの規模の経済効果ならびにプラントの稼働率が経済性におよぼす影響がすべて集約されているので、投資の意志決定にかかわるいくつかの代替案を比較し、その中から最適なものを抽出する場合に合理的な指標であることが理解されよう。

以上の検討結果と議論により、今仮に230,000 t/y上回る規模のエチレンの生産に必要な原料エタンが入手可能であると仮定し、さらに大規模のエチレンプラントを建設したとしても、投資額が増加するだけで規模の効果を望むことがむずかしいことは明らかであろう。ましてこのような環境下では、エタン以上に高価でかつ、石油化学原料とする以外にそれ自体に魅力的な市場（設備投資を必要とせず、石油化学原料とするよりも高い価格で評価される可能性のあるもの）があるもの、例えばプロパン、ブタンなどLPGのfractionをエタンのsupplement<sup>1)</sup>として、これ以上のエチレンプラント規模の大型化をはかることは投資の効果を低減させるばかりでなく、資源の有効利用と付加価値の上昇という目標にも合致し難い。

参考までにエチレンの販売予想価格US\$800/t、エタン供給予想価格US\$350/tという条件下で算出された、IRRおよびエチレン製造コストおよびIRR計算結果を本編の付表<sup>2)</sup>として添付する。

## 2-5 エチレンプラントの最適生産規模の決定

市場調査の結果によれば、エチレンの販売価格はUS\$800/t<sup>3)</sup>前後と予想される。この場合IRR15%<sup>4)</sup>を達成できる原料エタンの供給価格は図IV-1より次の通り決定することができる。

Base Case - 1 (170,000 t/y エチレン) : \$364/t

Base Case - 2 (200,000 t/y エチレン) : \$373/t

Base Case - 3 (230,000 t/y エチレン) : \$374/t

1) エタンの場合は、LPGのfractionと異なりエチレン原料として利用される機会がなければ発電所、その他の燃料としてメタンと同様に使用されることになり、その機会コストは発熱皿ベースで重油と等価なものになってしまう。

2) 付表IV-1 Base Case - 1 (170,000 t/y エチレン)

付表IV-2 Base Case - 2 (200,000 t/y エチレン)

付表IV-3 Base Case - 3 (230,000 t/y エチレン)

3) タイ国がLDPE、HDPEなどのエチレン誘導体を国際市場より輸入した場合（輸入関税を含めて）と比較してCompetitiveな価格でタイ国がこれらLDPE、HDPEを自国で生産するためには、原料エチレン価格として、約\$800/t (at constant 1980 prices)が必要とされる。

4) IRRが何%あればフィージブル、それ以下であればアンフィージブルというように画一的に論じることは不可能である。IRR算出のための基礎データの精度、需要予測の確度、プロジェクトの性格などにもよるが、この場合、IRRが一応15%以上あればフィージブルであると判断できよう。

これにプロジェクト risk premiumを加味し、さらに控え目に原料エタン供給価格を見たとしても \$350/t<sup>1)</sup>以下の価格で原料エタンが供給されれば、このエチレンプロジェクトは、どのケースも十分にフィージブルとなる見通しである。また170,000 t/yプラントと200,000 t/y、または230,000 t/yプラントの間では結果に若干の差があるものの、どのケースが選定されたとしてもそれは決して非合理的な決定であるとは言い難い。

数値の上からは、170,000 t/yよりは200,000 t/yまたは230,000 t/yの方がほんのわずかに優位にあることは、すでに述べた通りである。しかしながらエチレンプラントの規模200,000 t/yと230,000 t/yの優劣は現在まで進めてきた検討からでは判断できない。PTTによればガス処理プラント(LPG Plant)に組込まれたエタンの回収条件<sup>2)</sup>はすでに決定され、それによってプラントが建設されようとしている。それによると、約290,000 t/yのエタンが回収可能である。従ってガス処理プラント側の立場から見れば、このプラントで回収可能なはずの290,000 t/y<sup>3)</sup>のエタンを通じて得られる収入の総額の大小が問題である。エチレン原料として利用されないエタンは、LPGや天然ガソリンとは異なり、発電用燃料その他工業用燃料として、メタンと同じ評価しか受けられない。従ってこの分のエタンはガス処理プラントで純エタンとして回収可能な環境下にあるとはいっても、結局発熱量ベースで重油と同じ機会コストすなわちUS\$4.218/MMBTU<sup>4)</sup>しか持ち得ない。その場合エタンの機会コストはUS\$190/t<sup>5)</sup>と一応考えることができる。表IV-3は、このような考え方に基づき、ガス処理プラントで回収可能なはずの290,000 t/yのエタンを通じて15年間のProject Lifeの間に得られる総収入をエチレンプラントの規模200,000 t/yの場合と230,000 t/yの場合について比較したものである。当然230,000 t/yエチレンプラントの場合の方が、同じ290,000 t/yのエタンの販売を通じて得られる収入が大きい<sup>6)</sup>。その差はUS\$40,000,000になる。

1) このエタン価格は予備的なものであり、一応の目安をつけるためのものである。第Ⅲ編、第Ⅴ編でさらに論じる。

2) ガス処理プラント入口ガス中のエタンの回収率は84%、350 MMSCFDの入口ガス量に対して、298,000 t/yのエタンが回収可能であるといわれる。但し、以下の計算ではアロワンスを考慮に入れ、290,000 t/yというベースで代替案の比較検討を行う。

3) エチレンプラント側でエタンの需要がなければガス処理プラント側としては設備的に290,000 t/yまでのエタン回収が可能であっても、余分な動力費をかけてエチレンプラントに必要とされる量以上のエタンを回収する必要はないのでエチレン側からのエタンのrequirementに合った運転がなされるものとする。

4) PTTによると、\$255/bbl (at constant 1980 prices)の重油に相当。

5) エタンの低発熱量は、11,349.6 Kcal/Kgであるから、US\$4.218/MMBTUのエタンは、  
 $(\$4.218 / \text{MMBTU}) (11,349.6 \text{ Kcal} / \text{Kg}) (10^{-3}) / (0.252) = \text{US\$}190 / \text{t}$  となる。

6) 比較を簡単にするため、230,000 t/yおよび200,000 t/y、エチレンの生産にそれぞれ必要とされるエタン量を回収する場合のガス処理プラントにおける動力費の差は無視した。

Table IV-3 COMPARISON OF VALUE ADDED TO ETHANE RECOVERED FROM GAS PROCESSING PLANT

(in constant 1980 prices)

			1985 7/12	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	Total			
Base Case-2 Ethylene 200,000 T/Y	Utilization of Ethane	As Feedstock to Ethylene Plant @\$350/T	Quantity (T/Y)	88,000	178,000	186,800	212,900	227,800	236,300	248,700	249,500	249,500	249,500	249,500	249,500	249,500	249,500	249,500	3,374,500		
			Sales Amount (US\$'000/Y)	30,787	62,317	65,374	74,501	79,741	82,711	87,034	87,340	87,340	87,340	87,340	87,340	87,340	87,340	87,340	37,340	1,181,185	
		As Fuel @\$190/T	Quantity (T/Y)	57,000	112,000	103,200	77,100	62,200	53,700	41,300	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	40,500	830,500	
			Sales Amount (US\$'000/Y)	10,830	21,280	19,608	14,649	11,818	10,203	7,847	7,695	7,695	7,695	7,695	7,695	7,695	7,695	7,695	7,695	157,795	
		Total	Quantity (T/Y)	145,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	4,205,000	av. selling price of ethane
			Sales Amount (US\$'000/Y)	41,617	83,597	84,982	89,150	91,559	92,914	94,881	95,035	95,035	95,035	95,035	95,035	95,035	95,035	95,035	95,035	<u>1,338,950</u>	<u>\$318.4/T</u>
Base Case-3 Ethylene 230,000 T/Y	Utilization of Ethane	As Feedstock to Ethylene Plant @\$350/T	Quantity (T/Y)	88,000	178,000	186,800	212,900	227,800	236,300	248,700	257,800	267,400	287,000	287,000	287,000	287,000	287,000	287,000	3,625,700		
			Sales Amount (US\$'000/Y)	30,787	62,317	65,374	74,501	79,741	82,711	87,034	90,222	93,585	100,441	100,441	100,441	100,441	100,441	100,441	100,441	1,268,918	
		As Fuel @\$190/T	Quantity (T/Y)	57,000	112,000	103,200	77,100	62,200	53,700	41,300	32,200	22,600	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	579,300	
			Sales Amount (US\$'000/Y)	10,830	21,280	19,608	14,649	11,818	10,203	7,847	6,118	4,294	570	570	570	570	570	570	570	110,067	
		Total	Quantity (T/Y)	145,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	290,000	4,205,000	av. selling price of ethane
			Sales Amount (US\$'000/Y)	41,617	83,597	84,982	89,150	91,559	92,914	94,881	96,340	97,879	101,011	101,011	101,011	101,011	101,011	101,011	101,011	<u>1,378,985</u>	<u>\$327.9/T</u>



またエチレン原料として使用されるエタン (at US\$350/t) と燃料用 (at US\$190/t) として利用されるエタンをプールしたエタンの平均販売価格は200,000 t/y エチレンプラントが建設された場合ではUS\$318/t、230,000 t/y エチレンプラントが実現した場合はUS\$328/tとなり、後者の方がエタンは高い平均価格で評価されることがわかる。それゆえ、エチレンプロジェクトの内部では、何ら経済的に有意な差が認められないものの、エチレンプロジェクトの外部すなわちガス処理プラントプロジェクト<sup>1)</sup>側の評価を含めれば230,000 t/y エチレンプラントが建設される方が総合的には望ましいといえよう。ゆえに本フィージビリティスタディーでは、天然ガス中のエタン留分に、より大きな付加価値を賦与するという観点に立ち、Base Case-3、エチレンプラント規模230,000 t/yを選定する。以下の技術的、財務的、経済的諸検討はこのエチレン生産規模について実施する。

1) 同じPTTの管轄下にある。

### 第3章 VCM生産に関する基本的条件の検討

#### 3-1 VCMプラントの生産能力

第Ⅱ編市場調査結果によれば、タイ国におけるPVCの需要見通しは次の通りである。

	<u>PVC需要 (t/y)</u>	<u>VCM換算 (t/y)</u>
1985	56,100	57,780
1986	61,000	62,830
1987	66,400	68,390
1988	72,200	74,370
1989	78,600	80,960
1990	85,600	88,160

新しく建設されるプラントの生産規模は、他に特別な制約がない限り、通常商業運転開始後5年目前後の需要に合わせて決定されることが多い。このようなプラントの生産規模の決定方法は簡単な方法であるにもかかわらず、もっとも経済的な規模か、少なくともそれにかなり近い規模を与えることが経験的に知られている。このことは前章にて展開したエチレンプラント規模の代替案に関する経済優位性の比較結果からも納得されるであろう。通常民間企業の立場からすれば借入金によって設備投資を行うに際し、あまり遠い将来の需要に合わせて、大規模のプラントを建設するという余裕は、この間の固定費負担の大きさを考えると、ないのが普通である。従って、ここではVCMプラントの生産能力は商業運転開始後、5年目のタイ国のPVC需要量をVCMに換算したもの、すなわち80,000t/yと決定した。

80,000t/yのVCMを生産するためには48,000t/yの塩素が必要である。従って、もし他にVCM生産用に適当な塩素源がないとすれば、VCM80,000t/yプラントとともに、塩素換算48,000t/y規模の工業塩電解プラントを新設しなければならない。この工業塩電解プラントからは塩素と同時に51,600t/y<sup>1)</sup>のカセイソーダが生産される。

ゆえにこのカセイソーダがタイ国の市場で吸収されるかどうか次節で述べるVCMの生産用塩素源の供給方法を決定するもっとも重要な要因となる。

#### 3-2 VCM生産のための塩素源とその問題点

VCM生産に必要な塩素源の供給方法としては次の可能性が考えられる。

---

1) 50%NaOH水溶液では103,200t/yとなる。電解プラントおよびVCMプラントで自家消費されるカセイソーダ分は差引いてある。従ってこの量は外販可能量である。

- (1) 新規に (Rayong のエチレンプラントの隣接地に) 電解プラントを設置し、VCM 生産に必要な塩素を供給する。
- (2) タイ国の既存の電解工場 (および各社の増設計画を含めて) からの余剰塩素を利用する。
- (3) 現在輸入されている VCM の代りに EDC を輸入し、この分解によって VCM を製造するとともに、この際副生する塩化水素と本プロジェクトで生産されるエチレンを反応させ、再び EDC を製造しこれを VCM とする。

第Ⅱ編市場調査にて述べたごとく、タイ国では従来石油化学やパルプなど、塩素を大量に消費する産業が未発達であったため、塩素の需要はカセイソーダの需要に比べて相対的に低く、そのため電解プラントの操業は塩素の需要にあわせ、不足するカセイソーダは輸入に依存するというパターンがとられてきた。従って塩素需要が新しくあれば、カセイソーダ需要に見合うように既存電解プラントの操業率の上昇や設備の増設を計ろうとする傾向がでるのは当然である。しかし工業塩電解工場の立地や能力<sup>1)</sup>の状況、あるいはまたタイ国におけるエチレンや特に塩素の長距離輸送が VCM やカセイソーダ、あるいは工業塩の輸送に比べて技術的にも設備的にも、また経済的にも問題点がありすぎることなどを勘案すると、上記(2)の方法は、現実性にとぼしい。

ゆえにタイ国において VCM の生産を行う場合に、考えられる塩素源の供給方法は、前記(1)工業塩電解プラントの新設か、EDC の輸入にならざるを得ない。

次にまず電解プラントを新設する場合を検討してみよう。今、VCM プラント規模 80,000 t/y に対応する規模の電解プラント (塩素 48,000 t/y、カセイソーダ 51,600 t/y) を新設し、そのプラントが 1985 年 7 月より商業運転 (VCM の稼働率に合わせて) に入った場合、タイ国におけるカセイソーダの需給バランス<sup>2)</sup> はおよそ次のようになるものと予想される。

#### タイ国におけるカセイソーダ需給見通し

(Unit: 1,000 t as 50% NaOH Solution)

年		1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
供給	既設電解プラントより	122	1432	1529	1653	1773	1859	(1859)	(1859)
	新設電解プラントより	-	373	811	882	959	1032	(1032)	(1032)
	合計	122	1805	2340	2535	2732	2891	(2891)	(2891)
需要		157	1750	2260	2450	2660	2880	3110	3420
バランス		△35	+55	+80	+85	+72	+11	△21.9	△52.9

注：1990 年以降の新增設は考慮していない。

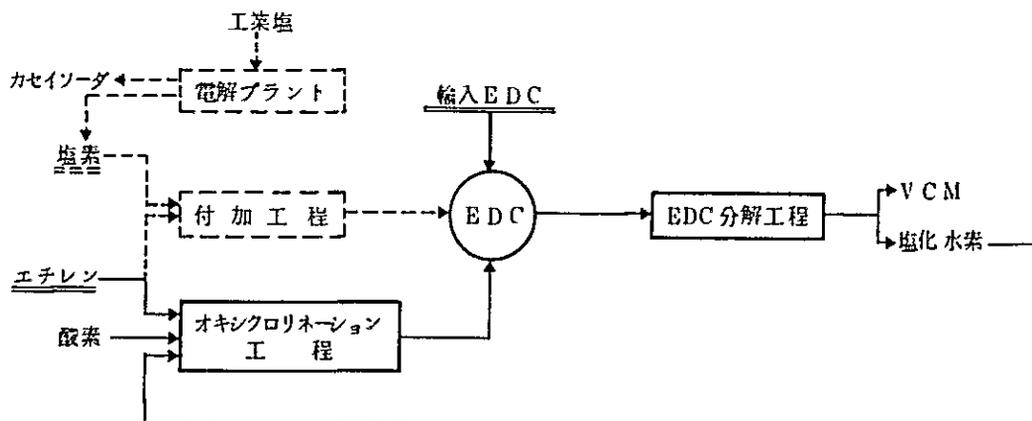
- 1) 現在のタイ国の電解工業およびその増設計画の中からは 48,000 t/y の塩素を新しく供給する余力は全くない。
- 2) 第Ⅱ編市場調査参照。

カセイソーダの需給に極端なアンバランス（カセイソーダの大量余剰）を来し、それを解決する具体的方策がないならば、工業塩の電解プラントの新設による塩素供給とそれによるVCM生産は、簡単には正当化することはできない。しかしこの結果をみる限りタイ国におけるカセイソーダの需給バランスは、この程度の規模であれば、極端な過剰を来たすことはない。

むしろ現在不足し輸入されているカセイソーダの輸入代替とともにカセイソーダ供給価格の相対的低下という期待もあり、VCM生産用の塩素源として電解プラントを新設することは、タイ国のカセイソーダ関連業界の市場からも望ましい。従って、本フィジビリティースタディーにおけるVCM生産の検討は、その塩素供給源の供給方法として電解プラントをVCMプラントに併設するという基本的考え方に立って進めることとする。

さて、電解プラントの新設という塩素源の供給方法の他にEDCを輸入するという方法も考えられることについてはすでにふれた。EDCはエチレンと塩素よりVCMを製造する場合に得られる化学的に安定な中間体であり、その沸点は83.4℃、常温で液体である。それに対しVCMは沸点-13.9℃、常温ではガス体となる。従ってVCMの輸送にはLPG輸送と同様な圧力容器や特殊タンカーが必要であるが、EDCの場合は通常のケミカルタンカーで容易に輸送可能であり、その扱いが簡単でコスト的にはるかに安く輸送できる。そのためEDCとしての輸出入は世界的に増加しつつある。

エチレンと塩素からVCMを製造するプロセスは通常付加工程、EDC分解工程およびオキシクロリネーション工程という3つの主要工程より成り立っている。この方法は次の図に示すようにEDCの分解工程より副生する塩化水素をエチレンと反応させ、総合利用しようとするものである。



塩素源として輸入EDCを用いる場合はVCM生産のためには、図の実線で示した部分のみで充分である。この方法によれば塩素が不要であり、ひいては電解プラントを設置する必要がないため、タイ国における今後のカセイソーダ市場動向に何ら配慮する必要はない。従ってこの問題とは独立にVCMの計画を進めることができるという大きな利点と自由度がある。また電解プラントを建設する必要がない上に、VCMプラント自体も付加工程は必要なく、EDC分解工程とオキシクロリネーション工程のみから成り立つ。

そのため全体として設備投資額が大幅に縮小されるので、資金手当に制限があり、1度に大規模な投資を避けたいという場合には、この輸入EDCによるVCMの企業化という方法には捨てがたいものがある。

しかしながら、逆にこの方法ではエチレンと塩素からVCMを製造する場合に比べて、エチレンは半量しか必要とされないためタイ国におけるエチレンの需要増、ひいては建設されるべきエチレンプラントの規模の拡大、ないしは操業度の上昇にあまり寄与できないという難点がある。またEDCはVCMより安価ではあるといっても、VCMを100%タイ国内原料で生産できるという環境の下で、外貨流出を伴うEDCの輸入を行なうということは、それが長期にわたる場合はタイ国経済にとっての本計画の経済的貢献度を著しく縮小してしまうことも予想される。ゆえにこのような方法は、タイ国にとって石油化学工業が無理なく成長していくための過渡期における1つの現実的な方法としてとらえることができよう。このような方策をとることによって、電解プラントの建設を検討するに際し、カセイソーダ市場問題、塩素とカセイソーダのバランス動向など重要な問題の検討に十分な時間的余裕をもって当ることができる。またひとたび電解プラントの建設によって塩素の供給体制がととのえば、VCMプラントの付加工程のみ設置することによって設備投資上、何ら重複や無駄もなく、いつでもEDCの輸入を打ち切ることが可能である。この場合EDC分解工程、オキシクロリネーション工程はそのまま引き続き利用することができる。

既に述べたごとく、電解プラントを新設してもカセイソーダ需給バランス上、大きな問題がないことが予想されるので、本フェージビリティースタディ－は最初から電解プラントの新設を前提に進めるが、EDC輸入によるVCM生産はさらに詳細に検討される必要があろう。

### 3-3 VCMプラントの立地

VCMプラントの立地としては、次の3つの代替案が考えられる。電解プラントはいずれの場合もVCMプラントと同一敷地内に設置されるものとする。

Case - 1 : Rayong のエチレンプラント隣接地。

Case - 2 : Rayong 市東側に Thai Petrochemical Industry Co. が現在建設中の LDPE プラント隣接地。

Case - 3 : Bangkok <sup>1)</sup>

次の表は上記 3 つの代替立地 <sup>2)</sup> を比較したものである。

### VCM プラント立地の比較

	Case - 1	Case - 2	Case - 3
原料エチレンの入手	容易・問題なし	27 Km の配管要。 LDPE プラント向けエチレン配管で受入可能。	最も critical な問題。 Rayong より Bangkok までのエチレンのタンカー輸送またはパイプライン輸送を行うために必要な facilities および技術的、経済的問題の解決を要す。
VCM の user およびカセイソーダ市場への proximity	カセイソーダは Bangkok 周辺の user までタンクローリー輸送。VCM は LDPE プラントの jetty を利用するタンカー輸送またはタンクローリーによって Bangkok の TAPLACO 工場まで輸送。	同 左	TAPLACO の隣接地に設置できれば、カセイソーダのみ Bangkok 周辺の user へタンクローリー輸送。TAPLACO の隣接地が available でない場合は VCM については TAPLACO までの輸送が必要。
建設費	用役設備排水処理施設などエチレンプラントとの integration が可能となり建設費の節減が期待される。	個別に小規模の用役、発生設備を持たねばならないので割高となる。	同 左
環境および安全問題	問題なし	同 左	Case-1 以上の環境対策、防災対策費が必要とされよう。
用役の入手性と価格	容易・安価な燃料価格	エチレン配管と平行して燃料ガスの配管を必要とする。	E DC 分解用燃料には重油の使用は好ましくない。 Case-1 の場合より燃料価格は割高となる。
タイ国の工業立地政策	特に問題なし。 Rayong に天然ガスベースの工業を集中することはタイの工業化政策と一致するものと考えられる。	左と大差なし	不明
Complex の integrate 効果	集中化の効果あり	なし	なし
インフラストラクチャー状況	Sattahip Port LDPE プラントの jetty 高速道路による Bangkok への direct access あり。 通信施設その他の不備	同 左	Menam 河流域の海上交通利用。その他 Case-1 に比べ一般に良好。
その他、土地、塩、社宅等	土地の入手容易、安価。従業員用社宅の建設費。塩の輸送コスト増、しかし将来 Laem Chabang に建設される予定の岩塩の stockpile からの供給による合理化が期待される。	同 左	土地入手、Case-1 および 2 より困難、高価。 従業員用社宅建設の軽減。

1) 但し具体的なサイトは現時点では不明である。Bangkok の TAPLACO または THASCO の工場敷地内が比較の対照としては適当であるが、両工場とも新規にエチレンの受入およびエチレンタンク、VCM 工場、電解工場その他一切の付帯設備を建設するだけの敷地の余力はないようである。

2) 立地選定の一般的な criteria については第 V 編第 2 章を参照されたい。

結局、エチレンや塩素の輸送にかかわる技術的、経済的問題あるいは万が一の事故の可能性を勘案すると、VCMの製造は工業塩の電解と一緒にエチレンプラントの隣接地で行なわれるものがきわめて常識的で自然な決定である。世界中の大部分のVCMプラントは、このような常識的判断に基づき建設されており、エチレンおよび塩素供給源のどちらか一方からでも孤立した立地に建設されるVCMプラントはきわめて、まれな例<sup>1)</sup>であるといわねばならない。

本フェージビリティスタディでは、このような世界的通例に従い、かつエチレンプラントの立地が既にRayongに決定されていること、また集中化による用役設備、オフサイト設備、インフラストラクチャー関連施設の重複がさけられることなど、いわゆる Integrated Petrochemical Complex の持つ利点<sup>2)</sup>を重視するとともに、タイ国における石油化学工業育成の長期的ビジョンに立って、VCMプラントおよび工業塩電解プラントの立地としてRayongのエチレンプラント隣接地を選定し、以下のスタディの前提とした。

---

1) エチレンとEDCを原料とするVCM生産プラント、およびアセチレンを原料とするVCMプラントを除く。

2) また将来とも引き続き、PVCをBangkokで製造しなければならないという理由はない。既成事実をどこまで重視するか、その程度にもよるがPVCは原則的にはVCMプラントの立地で生産されるのが望ましい。

## 第4章 プロジェクトの基本条件

前章までの検討結果に基づき、本フェージビリティスタディで取扱われるべきプロジェクトの基本条件を下記の通り整理する。

### (1) プラントの規模

エチレンプラント	:	230,000 t/y
VCMプラント	:	80,000 t/y
電解プラント	:	48,000 t/y (as 塩素)
		51,600 t/y (as 100% カセイソーダ)

### (2) 立地

Rayong に集中

### (3) 原料

エチレンプラント	:	エタン
VCMプラント	:	エチレンおよび塩素
電解プラント	:	工業塩

### (4) プロジェクトのオーナー

エチレンプラント	:	P T T
VCMおよび電解プラント	:	未定 <sup>1)</sup>

---

1) タイ国ではエチレン以外の石油化学ダウンストリーム製品の生産はタイ国の民間資本と外国資本の合弁事業として進められる見通しである。

·

付 表 Ⅳ - 1

付 表 Ⅳ - 2

付 表 Ⅳ - 3

·



ATTACHMENT IV-1

COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR BUTADIENE PROJECT -  
 PRODUCTION COST STATEMENTS  
 (CASE-1 ETHYLENE 170000 T/Y)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PRODUCTION COST STATEMENTS	170500.	162700.	149700.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.	170000.
ETHYLENE	30787.	62317.	65374.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.	74239.
CATALYSTS & CHEMICALS	559.	1066.	1066.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.	1190.
RAW MATERIAL COST	31281.	63316.	66422.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.	75829.
FUEL COST (T/Y)	4009.	5480.	5478.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.	6279.
UTILITIES COST	2211.	268.	5708.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.	6542.
LABOR COST	34002.	68824.	72200.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.	81991.
DEPRECIATION (PROCESS PLANT)	8050.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.	17300.
DEPRECIATION (PRE-INVEST)	378.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.	757.
DEPRECIATION (INTEREST DUA.)	846.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.	1692.
DEPRECIATION	9874.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.
AMORTIZATION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIATION & AMORTIZATION	9874.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.	19749.
LABOR COST	409.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.
INTEREST	929.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.
EXHAUST COST	409.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.	8116.
DEPRECIATION COST	2595.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.	5190.
INTEREST COST	1658.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.	3316.
OTHER COST	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL COST	4821.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.	9643.
EX-FACTORY PRODUCTION COST	46658.	92716.	101592.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.	111383.
UNIT DIRECT PENALTY COST	0.6404	0.6404	0.6404	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552	0.6552
NET OFFICE EXP.	974.	1964.	2034.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.	2228.
INTEREST ON LOAN TGT	870.	1657.	1657.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.	1713.
INTEREST ON LOAN NO.2	2078.	4051.	4051.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.	4205.
INTEREST ON LOAN NO.3	2078.	4155.	4155.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.	4309.
INTEREST ON LOAN NO.4	890.	1781.	1781.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.	1836.
INTEREST ON LOAN NO.5	234.	468.	468.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.	483.
INT. COST ON LOAN-TERM DEBT	6170.	12340.	12340.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.	12713.
INTEREST ON SHORT-TERM DEBT	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL PRODUCTION COST	58842.	112282.	123949.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.	132715.
UNIT PRODUCTION COST	0.7921	0.7868	0.7291	0.7219	0.7146	0.7101	0.7052	0.7001	0.6952	0.6901	0.6856	0.6811	0.6768	0.6725	0.6681

ATTACHMENT IV-1 (cont'd)

- COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR PTT ETHYLENE PROJECT -  
 IRR CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT  
 ( CASE-1 ETHYLENE 17000 T/Y )

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	INTEREST ON DEBT	RETURN BEFORE TAX	(BEFORE TAX)			(AFTER TAX)				
						INVEST.	PRESENT VALUE	DISCOUNT FACTOR	INCOME TAX	RETURN AFTER TAX	DISCOUNT FACTOR	INVEST.	PRESENT VALUE
1982	27080.	0.	0.	0.	0.	27080.	0.	1.0000	0.	0.	1.0000	27080.	0.
1983	61507.	0.	0.	0.	0.	52764.	0.	0.8607	0.	0.	0.8607	52764.	0.
1984	62820.	0.	0.	0.	0.	46532.	0.	0.7407	0.	0.	0.7407	46532.	0.
1985	55580.	170.	9874.	6170.	16220.	22682.	10340.	0.6375	0.	16220.	0.6375	22682.	10340.
1986	0.	1873.	19749.	12102.	53728.	0.	18506.	0.5487	0.	33728.	0.5487	0.	18506.
1987	0.	4732.	19749.	11404.	35885.	0.	16945.	0.4722	0.	35885.	0.4722	0.	16945.
1988	0.	12051.	19749.	10339.	42138.	0.	17125.	0.4064	0.	42138.	0.4064	0.	17125.
1989	0.	13285.	19749.	9105.	42138.	0.	14739.	0.3498	0.	42138.	0.3498	0.	14739.
1990	0.	14518.	19749.	7871.	42138.	0.	12665.	0.3010	0.	42138.	0.3010	0.	12685.
1991	0.	15752.	19749.	6637.	42138.	0.	10917.	0.2591	0.	42138.	0.2591	0.	10917.
1992	0.	16986.	19749.	5403.	42138.	0.	9396.	0.2230	0.	42138.	0.2230	0.	9396.
1993	0.	18220.	19749.	4169.	42138.	0.	8007.	0.1919	0.	42138.	0.1919	0.	8087.
1994	0.	19454.	19749.	2936.	42138.	0.	6900.	0.1652	0.	42138.	0.1652	0.	6960.
1995	0.	30760.	9874.	1702.	42356.	0.	6018.	0.1422	0.	42336.	0.1422	0.	6018.
1996	0.	41828.	0.	705.	42533.	0.	5204.	0.1223	0.	42533.	0.1223	0.	5204.
1997	0.	42365.	0.	169.	42533.	0.	4478.	0.1053	0.	42533.	0.1053	0.	4478.
1998	0.	42533.	0.	0.	42533.	0.	3894.	0.0906	0.	42533.	0.0906	0.	3854.
1999	-6220.	42533.	0.	0.	42533.	-485.	3317.	0.0780	0.	42533.	0.0780	-485.	3317.
TOTAL	140566.				595271.	148572.	148572.			595271.		148572.	148572.

\*\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 16.19 PER CENT (BEFORE TAX) 16.19 PER CENT (AFTER TAX)

\*\*\*\*\* PAY-OFF PERIOD \*\*\*\*\* 5.80 YEAR (BEFORE TAX) 5.80 YEAR (AFTER TAX)  
 (THE YEAR WHEN THE TOTAL CAPITAL COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION)

CAPITAL REQUIREMENTS SOURCE OF FUNDS

LAND COST	373.	OWN CAPITAL	49465.
PLANT COST	173000.	LONG TERM DEBT	154241.
PRE-CPG.	7506.	SHORT TERM DEBT	0.
INTEREST	16920.	FINANCIAL RESOURCES	203706.
TOTAL FIXED CAPITAL	197059.		
INITIAL WORKING CAPITAL	5847.		
TOTAL CAPITAL COST	203706.		

ATTACHMENT IV-2

COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR FERTILIZER PROJECT -  
 PRODUCTION COST STATEMENTS  
 CASE-C (FERTILIZER) 200000 T/Y 1

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
200000	142700	149700	170600	182600	189400	189400	199300	200000	200000	200000	200000	200000	200000	200000
UNIT COST	62377	65374	76501	79741	82711	87034	87340	87340	87340	87340	87340	87340	87340	87340
UNIT COST	499	499	1048	1194	1276	1395	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
UNIT COST	31261	32116	36222	38025	39337	40429	40740	40740	40740	40740	40740	40740	40740	40740
UNIT COST	6086	5804	5534	5312	5088	4874	4660	4660	4660	4660	4660	4660	4660	4660
UNIT COST	113	128	149	174	192	213	229	229	229	229	229	229	229	229
UNIT COST	1715	1506	1724	1892	1931	1893	1720	1720	1720	1720	1720	1720	1720	1720
UNIT COST	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425	38425
UNIT COST	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311	10311
UNIT COST	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925	925
UNIT COST	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473	473
UNIT COST	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333	1333
UNIT COST	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376	9376
UNIT COST	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402	89402
UNIT COST	1988	1770	1534	1362	1192	1024	856	712	584	472	376	296	224	160
UNIT COST	4169	4336	4230	3796	3362	2928	2514	2112	1720	1336	952	576	216	0
UNIT COST	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436	436
UNIT COST	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235
UNIT COST	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433	1433
UNIT COST	50724	114025	125914	130531	132590	136174	138231	139943	142058	142058	142058	142058	142058	142058
UNIT COST	38045	0.7951	0.7181	0.7181	0.7001	0.6833	0.6672	0.6517	0.6363	0.6209	0.6055	0.5901	0.5747	0.5593

ATTACHMENT IV-2 (cont'd)

- COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR PTT ETHYLENE PROJECT -  
 IRR CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT  
 ( CASE-2 ETHYLENE 200000 T/Y )

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	INTEREST ON DEBT	RETURN BEFORE TAX	(BEFORE TAX)		DISCOUNT FACTOR	RETURN AFTER TAX	(LESS) INCOME TAX	DISCOUNT FACTOR	(AFTER TAX)	
						INVEST.	PRESENT VALUE					INVEST.	PRESENT VALUE
1982	28250.	0.	0.	0.	0.	28250.	0.	1.0000	0.	0.	1.0000	28250.	0.
1983	63905.	0.	0.	0.	0.	54645.	0.	0.8543	0.	0.	0.8543	54645.	0.
1984	65985.	0.	0.	0.	0.	47865.	0.	0.7298	0.	0.	0.7298	47865.	0.
1985	30975.	-673.	10311.	2433.	16070.	23065.	10019.	0.6235	0.	0.	0.6235	23065.	10019.
1986	0.	131.	20621.	12617.	33369.	0.	17773.	0.5326	0.	0.	0.5326	0.	17773.
1987	0.	3015.	20621.	11809.	35526.	0.	16165.	0.4550	0.	0.	0.4550	0.	16165.
1988	0.	10500.	20621.	10777.	41964.	0.	16312.	0.3887	0.	0.	0.3887	0.	16312.
1989	0.	15545.	20621.	9451.	45661.	0.	15163.	0.3321	0.	0.	0.3321	0.	15163.
1990	0.	18930.	20621.	8204.	47756.	0.	13548.	0.2837	0.	0.	0.2837	0.	13548.
1991	0.	23200.	20621.	6916.	50805.	0.	12313.	0.2424	0.	0.	0.2424	0.	12313.
1992	0.	24769.	20621.	5631.	51021.	0.	10563.	0.2070	0.	0.	0.2070	0.	10563.
1993	0.	26035.	20621.	4345.	51021.	0.	9024.	0.1769	0.	0.	0.1769	0.	9024.
1994	0.	27342.	20621.	3058.	51021.	0.	7709.	0.1511	0.	0.	0.1511	0.	7709.
1995	0.	35145.	10311.	1772.	51227.	0.	6613.	0.1291	0.	0.	0.1291	0.	6613.
1996	0.	50700.	0.	735.	51433.	0.	5672.	0.1103	0.	0.	0.1103	0.	5672.
1997	0.	51299.	0.	175.	51433.	0.	4845.	0.0942	0.	0.	0.0942	0.	4845.
1998	0.	51433.	0.	0.	51433.	0.	4139.	0.0805	0.	0.	0.0805	0.	4139.
1999	-6250.	51433.	0.	0.	51433.	-430.	3536.	0.0688	0.	0.	0.0688	-430.	3536.
TOTAL	108240.				681175.	153396.	153395.		681175.			153395.	153395.

\*\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 17.00 PER CENT (BEFORE TAX) 17.00 PER CENT (AFTER TAX)

\*\*\*\*\* PAY-OUT PERIOD \*\*\*\*\* 5.83 YEAR (BEFORE TAX) 5.83 YEAR (AFTER TAX)  
 (THE YEAR WHEN THE TOTAL CAPITAL COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION)

CAPITAL REQUIREMENTS

SOURCE OF FUNDS

LAND COST	373.	OWN CAPITAL	51646.
PLANT COST	160442.	LONG TERM DEBT	160810.
PRE-OPERATION AND START-UP	8104.	SHORT TERM DEBT	0.
INTEREST DURING CONSTRUCTION	17662.	FINANCIAL RESOURCES	212462.
TOTAL FIXED CAPITAL	206985.		
INITIAL WORKING CAPITAL	5877.		
TOTAL CAPITAL COST	212462.		

ATTACHMENT IV-3

COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR PTT ETHYLENE PROJECT -  
PRODUCTION COST STATEMENTS  
CASE-3 ETHYLENE 230000 T/Y

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
PRODUCTION	70500.	142700.	149700.	170600.	182800.	189400.	199300.	206600.	214300.	230000.	230000.	230000.	230000.	230000.	230000.
ETHANE	20787.	62317.	65374.	74501.	79741.	82711.	87044.	90222.	93585.	100441.	100441.	100441.	100441.	100441.	100441.
CATALYSIS & CHEMICALS	494.	1068.	1196.	1276.	1329.	1329.	1395.	1466.	1500.	1610.	1610.	1610.	1610.	1610.	1610.
RAW MATERIAL COST	3281.	6316.	6622.	75695.	81020.	84037.	88429.	91668.	95085.	102051.	102051.	102051.	102051.	102051.	102051.
FUEL OIL (T/G)	2608.	5200.	5534.	6312.	6756.	7008.	7329.	7644.	7929.	8510.	8510.	8510.	8510.	8510.	8510.
RAW WATER	113.	228.	240.	273.	292.	289.	289.	331.	343.	368.	368.	368.	368.	368.	368.
UTILITIES COST	2721.	5508.	5776.	6545.	7048.	7311.	7693.	7975.	8272.	8878.	8878.	8878.	8878.	8878.	8878.
VARIABLE COST	34002.	68824.	72200.	82280.	88068.	91348.	96122.	99643.	103357.	110929.	110929.	110929.	110929.	110929.	110929.
DEPRECIATION (PROCESS PLANT)	9330.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.	18660.
DEPRECIATION (P&E-INVEST)	454.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.	864.
DEPRECIATION (INTEREST DLR-1)	915.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.	1829.
DEPRECIATION	10677.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.
AMORTIZATION	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIATION & AMORTIZATION	10677.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.	21354.
LABOR COST	465.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.
OVERHEAD	465.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.	929.
EMPLOYMENT COST	930.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.	1858.
MAINTENANCE COST	2795.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.	5598.
TAX & INSURANCE	1400.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.	2799.
OTHER FIXED COST	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
DIRECT FIXED COST	5126.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.	10255.
EX-FACTORY PRODUCTION COST	49807.	100433.	103809.	113809.	119677.	122957.	127731.	131252.	134966.	142538.	131861.	121184.	121184.	121184.	121184.
UNIT DIRECT OPERATING COST	0.7065	0.7038	0.6934	0.6676	0.6554	0.6442	0.6409	0.6253	0.6298	0.6197	0.5733	0.5249	0.5269	0.5269	0.5269
HEAD OFFICE EXP.	996.	2009.	2076.	2278.	2394.	2459.	2555.	2625.	2699.	2851.	2637.	2424.	2424.	2424.	2424.
INTEREST ON LOAN NO.1	463.	1781.	1586.	1396.	1203.	1011.	818.	626.	433.	241.	48.	0.	0.	0.	0.
INTEREST ON LOAN NO.2	2246.	4360.	3931.	3481.	3042.	2583.	2134.	1685.	1235.	786.	337.	0.	0.	0.	0.
INTEREST ON LOAN NO.3	2246.	4360.	3931.	3481.	3042.	2583.	2134.	1685.	1235.	786.	337.	0.	0.	0.	0.
INTEREST ON LOAN NO.4	603.	1925.	1925.	1877.	1685.	1492.	1300.	1107.	914.	722.	529.	337.	144.	0.	0.
INTEREST ON LOAN NO.5	236.	472.	472.	460.	413.	366.	319.	271.	224.	177.	130.	83.	35.	0.	0.
INTEREST ON LONG-TERM DEBT	653.	13050.	12296.	11145.	9815.	8488.	7153.	5822.	4422.	3161.	1830.	750.	180.	0.	0.
INTEREST ON SHORT-TERM DEBT	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
TOTAL PRODUCTION COST	57456.	115492.	110182.	127312.	131885.	133900.	137439.	139700.	142197.	148550.	136329.	124364.	123788.	123608.	123608.
UNIT PRODUCTION COST	0.9150	0.8093	0.7495	0.7463	0.7423	0.7070	0.6896	0.6762	0.6634	0.6459	0.5927	0.5407	0.5384	0.5374	0.5374

ATTACHMENT IV-3 (cont'd)

COMPARATIVE PRODUCTION ECONOMY FOR PTT ETHYLENE PROJECT -  
 IAK CALCULATION ON TOTAL INVESTMENT  
 ( CASE - ETHYLENE 23000 T/Y )

YEAR	TOTAL INVESTMENT	PROFIT BEFORE TAX	DEPRECIATION	INTEREST ON DEBT	(BEFORE TAX)			(AFTER TAX)			
					RETURN BEFORE TAX	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE	RETURN AFTER TAX	DISCOUNT FACTOR	PRESENT VALUE	
1962	29228.	0.	0.	0.	1.0000	29228.	0.	0.	1.0000	29228.	0.
1983	60176.	0.	0.	0.	0.8538	50498.	0.	0.	0.8538	56498.	0.
1984	67904.	0.	0.	0.	0.7289	49456.	0.	0.	0.7289	49496.	0.
1985	36215.	-1384.	10677.	653.	0.6223	23700.	9924.	15947.	0.6223	23780.	9924.
1986	0.	-1332.	21354.	13050.	0.5313	0.	17571.	33072.	0.5313	0.	17571.
1987	0.	1578.	21354.	12296.	0.4536	0.	15980.	35228.	0.4536	0.	15980.
1988	0.	9168.	21354.	1145.	0.3873	0.	16136.	41667.	0.3873	0.	16136.
1989	0.	14195.	21354.	5815.	0.3306	0.	14999.	45363.	0.3306	0.	14999.
1990	0.	17620.	21354.	8484.	0.2823	0.	13350.	47458.	0.2823	0.	13356.
1991	0.	22001.	21354.	7153.	0.2410	0.	12172.	50208.	0.2410	0.	12172.
1992	0.	25580.	21354.	5822.	0.2058	0.	10059.	52757.	0.2058	0.	10855.
1993	0.	25283.	21354.	4492.	0.1757	0.	8684.	55129.	0.1757	0.	9684.
1994	0.	35450.	21354.	3161.	0.1500	0.	6953.	59565.	0.1500	0.	8993.
1995	0.	47671.	10677.	1830.	0.1280	0.	7705.	60179.	0.1280	0.	7705.
1996	0.	56030.	0.	750.	0.1093	0.	6602.	60392.	0.1093	0.	6602.
1997	0.	60212.	0.	130.	0.0933	0.	5636.	60392.	0.0933	0.	5636.
1998	0.	60352.	0.	0.	0.0797	0.	4812.	60392.	0.0797	0.	4812.
1999	-6275.	60392.	0.	0.	0.0680	-427.	4108.	60392.	0.0680	-427.	4108.
TOTAL	155240.			738840.		158575.	158575.	738840.		158575.	158575.

\*\*\*\*\* INTERNAL RATE OF RETURN \*\*\*\*\* 17.13 PER CENT (BEFORE TAX) 17.13 PER CENT (AFTER TAX)

\*\*\*\*\* PAY-OUT PERIOD \*\*\*\*\* 6.02 YEAR (BEFORE TAX) 6.02 YEAR (AFTER TAX)  
 (THE YEAR WHEN THE TOTAL CAPITAL COST WILL BE PAID OUT BY ACCUMULATED TOTAL RETURN, FROM THE BEG. OF OPERATION)

CAPITAL REQUIREMENTS

SOURCE OF FUNDS

LAND COST	373.	OWN CAPITAL	53470.
PLANT COST	186605.	LONG TERM DEBT	106335.
PRE-INVEST AND START-UP EXP.	8641.	SHORT TERM DEBT	0.
INTEREST DURING CONSTRUCTION	16292.	FINANCIAL RESOURCES	215813.
TOTAL FIXED CAPITAL	213911.		
INITIAL WORKING CAPITAL	5902.		
TOTAL CAPITAL COST	219813.		

第 V 編  
技術的檢討



## 第V編 技術的検討

### 第1章 プロジェクトスキーム

第IV編で実施した代替案に関する検討およびプロジェクトの基本条件の決定の結果に従い、本編ではまず本計画に含まれる石油化学コンプレックスのプロジェクト・スキームを設定する。これは第4章で実施する概念設計の基本となるものである。

#### 1-1 エチレンプラント

現在PTTによって基本設計が進められているガス処理プラントから回収を予定されるエタンを原料としたエチレンプラントを建設する。その生産規模は第IV編の検討結果に基づき230,000 t/yとする。この生産規模は1985年の生産開始時期におけるエチレンの想定需要、134,000 t/yに対して過大であり、操業上、経済上問題があるため、次の対策を講じることが望ましい。

- (a) 分解炉は100%稼働時6炉必要となるが、その内2炉の建設は将来に延ばし、操業開始当初は4炉で運転する<sup>1)</sup>。
- (b) エチレンプラントの必要動力の大部分を消費する3台の圧縮機(チャージガス、プロパンおよびエチレン冷凍)には、75%能力の初期ローターを装備し、低負荷運転時の効率の低下を防ぐ。75%以上の運転負荷になった時点で、正規の100%ローターにとりかえる。

#### 1-2 製品エチレンの供給先

エチレンプラントで生産された製品エチレンは、次のダウンストリームプラントに供給される。

##### (a) LDPEプラント

Rayong市の東方4 Kmの位置に、Thai Petrochemical Industry Co.により現在建設中のLDPEプラントに供給する。LDPEの生産量73,000 t/yに対応するエチレンの供給量は80,000 t/yである。

エチレンプラントからパイプラインにより、常温のガス状エチレンを加圧下で供給する。

---

1) エチレン生産量170,000 t/yに至るまで。

(b) HDPEプラント

Thai United Polymers Co.により計画されているHDPEプラントに供給する。このプラントはエチレンプラントに近接して立地される<sup>1)</sup>ことを前提とする。プラントの生産能力は50,000 t/yであり、これに対応するエチレンの供給量は52,000 t/yである。

(c) VCMプラント

本計画の一部として、VCMプラントを設置する。プラントの生産能力は第Ⅳ編の検討結果に基づき80,000 t/yとする。これに対応するエチレンの供給量は38,000 t/yである。第Ⅳ編の検討結果と議論に従い、VCMプラントはエチレンプラントに隣接して立地される。

(d) 将来のプラント

上記3プラントで消費し得るエチレンは170,000 t/yであり、第Ⅱ編市場調査ならびに第Ⅳ編代替案に関する検討結果から、それは1988年頃に達成されるものと想定される。170,000 MTAまでのエチレン生産量は、4基の分解炉と初期ローターで達成できる。従って分解炉の増設と最終ローターの装備は1988年以降となる。エチレンの最終生産量は230,000 MTAであるから、60,000 MTAのエチレンが余剰となる。この余剰エチレンは、1988年以降LDPE、HDPE、VCMなどのプラントの増設、ないしはEO/EGなどエチレンの新規誘導体の企業化により消費されるものとする。

### 1-3 電解プラント

第Ⅳ編の検討結果に基づき、VCM生産用の塩素源の供給方法としては、VCMプラントに隣接して電解プラントを設置し、そこで生産される塩素を配管により直接供給する。VCMの最終生産量80,000 t/yに見合う塩素の供給量は、48,000 t/yであり、これを電解プラントの能力<sup>2)</sup>とする。この場合副生するカセイソーダの量は51,600 t/y<sup>3)</sup>となる。原料となる工業塩および副産物のカセイソーダはトラックやタンクローリーにより陸上輸送する。

以上のプロジェクトの基本的スキームを図V-1に示す。

1) Thai United Polymers Co.による。

2) 塩素の必要量に合わせて電解プラントを新設しても、カセイソーダの大幅な過剰を招来しないことは第Ⅱ編で述べた。

3) 50%カセイソーダ水溶液として103,200 t/y。但し、自家消費されるカセイソーダは除く。

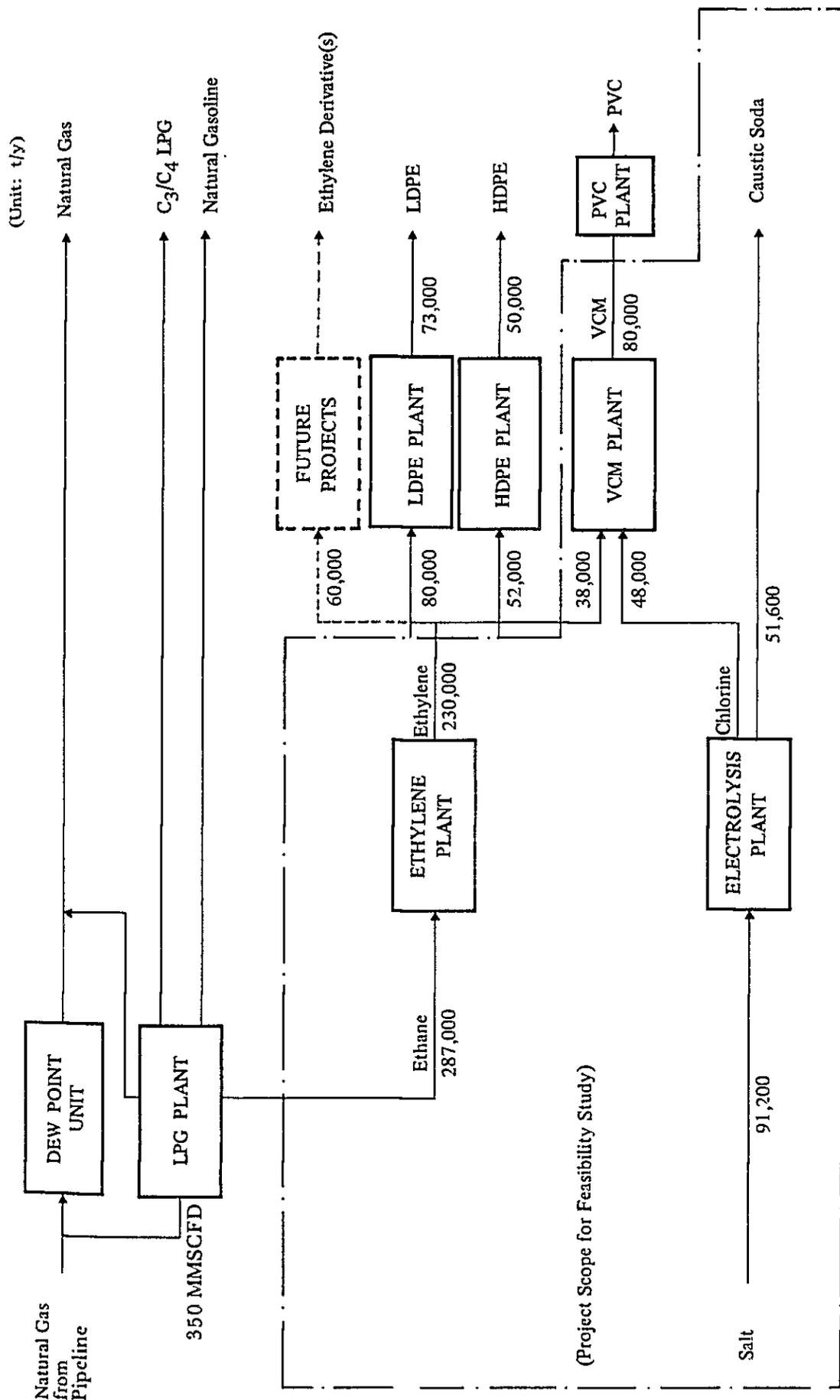


Fig. V-1 BLOCK FLOW DIAGRAM FOR PETROCHEMICAL COMPLEX IN THAILAND

#### 1-4 共同用役センター

エチレンプラントの安定連続運転は、本計画をフィージブルならしめるための必要不可欠な条件である。このような考え方にに基づき、プラント操業の信頼性を高めるため、エチレンプラントに付属して用役センターを設置し、ここから電力、蒸気、水など必要な用役の全てをエチレンプラントに安定供給する。また本石油化学コンプレックス全体としての経済性をより高めるため、この用役センターから ダウンストリームのVCM、電解およびHDPEの各プラントにも、必要な用役を供給することとする。但しこれらダウンストリームプロジェクトの電力供給は、EGAT/PEAによって行なわれるものとする<sup>1)</sup>。

## 第2章 立地および立地条件

### 2-1 立地選定の考え方

エチレンプラントは Rayong 地区に設置することが、既に前提条件として与えられており、VCMプラントも工業塩電解プラントとともに、エチレンプラントの隣接地に立地されることが望ましいことは第IV編で論じた。ここでは本コンプレックスに要求される一般的立地条件について若干の考察を加えたい。

#### (1) 原料が容易に得られる立地であること。

原料エタンを容易に受け入れるためには、ガス処理プラントに隣接してエチレンプラントを設置するのが最も好ましい。電解プラントの主原料である工業塩としては、海塩と岩塩の両方が考えられるが、いずれもタイ国内より供給できる。現時点では岩塩の開発計画がまだ確立されていないので、とりあえず本フィージビリティスタディでは海塩を前提とする。その場合バンコク周辺からトラックにより輸送することになる<sup>2)</sup>。

#### (2) 製品が安価に消費地に輸送できる立地であること。

製品エチレンは、ダウンストリームであるVCM、HDPEプラントを隣接して立地することにより、直接接続配管で供給できる。LDPEプラントは27 Km離れているので、地下埋設のバイプラインで供給する。製品VCMはバンコクにあるPVCプラントに供給しなければならない。VCMはタンクローリーにより輸送するよりは、できるならばタンカーによる輸送が望ましい。本計画では、LDPEプラントとともに建設されている輸入エチレンを受け入れるための栈橋を利用して近海用小型タンカーにより

1) PTTの示唆による。特に電解プラントにおける電力消費が大きく、このような多量の電力を別の企業体である用役センターより購入するという事はタイ国における電力供給事業上の問題がありそうに思われる

2) Laem Chabangに岩塩のStockpileが将来建設される予定と伝えられているが、この場合には、工業塩の入荷はもっと容易になろう。

バンコクへ輸送することとした。VCMプラントからこの棧橋までは、LDPEプラントへ供給するエチレンパイプラインと平行に、地下埋設されるVCMパイプラインで輸送し、棧橋近傍にVCMの出荷ターミナルを設置することとした。

電解工場はVCMプラントに隣接して立地し、塩素ガスは直接配管により供給することによって、きわめて毒性の高い塩素の輸送上の問題は避けることができる。副生するカセイソーダは、主としてバンコク周辺にある消費者までタンクローリーで直接出荷することを前提とした。

- (3) 原料製品受払用棧橋がプラント近傍に設けられることが望ましい。

一般的に、石油化学コンプレックスでは、大容量の原料や製品を受払するため、トラックやタンクローリーによる輸送方法の他に、鉄道そして海路タンカーによる輸送方法を確保しておくことが望ましい。バンコク地区に予定されているプラントサイトは、海岸から5 Km内陸に入った地点に位置しており、しかもこの海岸は遠浅であり、近海用タンカーが接岸出来る棧橋であっても、海外より約2 Km沖合いに設置しなければならない。またその建設費は、プラントの建設費に大きな割合を占めることになり、本計画全体の収益を圧迫することになる。

現地調査の過程でP T Tのエチレンプラント建設予定地より20 Km東方に建設中のLDPEプラントに付帯して棧橋が建設されることが判明した<sup>1)</sup>。この棧橋は外国からエチレンを受け入れる目的で設けられるものであり、この地点は、この付近の海岸の中では最も水深があり、海岸から1 Km沖に出ることで、6～8 mの水深を得ることができるので、数千トンのタンカーを受け入れることが可能である。

本計画では、この棧橋の利用が可能<sup>2)</sup>と仮定し、VCMの出荷はここから行なうこととした。

- (4) プラントサイトの地質条件は、大型プラントの建設に支障を来さないものであることが望ましい。

Rayong 地区の候補地は、標高30 mから40 mのゆるやかな丘陵地帯であり、一部分を除けば、十分な地耐力を有する。

- (5) 人口密集地、観光地、軍事基地などから離れていること。

石油化学コンプレックスは、最近では技術革新により無公害となっているが、人口密集地に立地する場合は、騒音対策や緑地化計画など特別の考慮を必要とする。また万一火災や爆発事故を起こした場合、周辺への波及災害を引き起こすような立地は好ましくない。この点Rayongの候補地の周辺は、人口密度は稀薄であり、保安距離も十分に確保できるので問題はない。

1) その後の情報では、現在この棧橋は建設中であると聞く。

2) Thai Petrochemical Industry Co. への非公式打診の結果。

- (6) 電力、用水等用役の供給が可能なこと。

電力については、プラントサイトから3 Km離れた所にEGATにより、大容量変電所が建設される計画となっており、必要電力の供給はここから受けることが可能である。用水は20 Km内陸にあるDok Krai Reservoirから供給される。

- (7) 道路、鉄道、港湾、通信などインフラストラクチャーが整備されていること。

道路については、きわめて整備されており、バンコクとプラントサイト間の210 Kmも高速道路により、約3時間で移動可能である。

鉄道は未発達であり、1983年にSattahip(プラントサイトより37 Km西)まで敷設される予定であるが、Rayong地区への鉄道計画は具体化していない。

港湾設備については、Sattahipにdeep sea portがあり、プラントの建設機材の岸上げは、この港で行なうのが望ましい。製品の出荷設備もここに立地するとよいが、軍港であるため、その永久的な使用に対しては政府の許可が簡単におりないものと考えられる。従って、前述のLDPEプラントの棧橋の利用が、より現実的であると判断される。

通信設備は電話が主体となるが、Rayong地区での回線は著しく不足しており、バンコクとの連絡は不便である。

ガス処理プラントで建設を予定されている無線設備の利用が適当であろう。

## 2-2 立地条件

### 2-2-1 一般

現在PTTで計画されているガス処理プラントおよびエチレンプラント用工業団地はタイ国中央部に属し、Siam湾からの天然ガスパイプラインの上陸地点にある。この工業団地はSattahip港の東方約37 Km、Rayong県Rayong市の西方約20 Kmの国道3号線沿いの南側(海岸より)に位置している。海岸線からの距離は約5 Kmあり周囲は畑、山林などから成っている。工業団地からの最寄りの都市はRayong市であり、Rayong市はRayong県の県庁所在地として、農業は勿論のこと、漁業も盛んでありエビ養殖を実施している場所でもある。

### 2-2-2 位置・面積

この工業団地の住所は、Amphoe Muang Changwat Rayongである。PTTが工業団地として手当している敷地面積は800 rai (1.280,000 m<sup>2</sup>)である。

### 2-2-3 Rayong市の概況

Rayong市は農業、漁業が主要産業であり、工業は今のところ何もない。漁業は盛んであり、タイ国エビ養殖開発地の1つでもある。

Rayong市の人口は約33万人。銀行、ホテル、病院などの施設もある。

### 2-2-4 サイトの地質概況(図V-2(A,B,C,D)参照)

現在サイトではP T Tの従業員用社宅を含むオフサイト施設の工事を実施中であるが、このあたりはなだらかな勾配をなした地帯から成る。高い所で $MLS+3.9m$ 、低いところで $MSL+2.5m$ 程度になっている。P T Tが実施したボーリングテストによると地層は低地は一般に悪く、高所は良好な結果を示している。Boring No. PS1およびNo. PS2の結果によると地表面から $-3.0m$ ～ $-4.0m$ あたりまでが非常にlooseである。この付近は地耐力が劣る。No. PS3は地表面から $-2.0m$ までがlooseであるが、 $2\sim 3 t/m^2$ の地耐力は期待できそうである。No. PS4,5,6,7はhardな層より形成されており、地耐力 $15 t/m^2$ 以上期待できるという結果が得られている。

以上の結果から判断すると、No. PS1,2,3の地帯はくい打ち基礎が必要と考えられる。しかし本格的な建設工事を実施するためには、これらのデータのみでは不十分であるので、本フェジビリティスタディーに引続きプラントの実施段階に入れば、なるべく早い時期に詳細な地質調査を実施することが必要であろう。

### 2-2-5 気象概況

#### (1) 雨 量

表V-1はSattahipにおける記録である。タイ国の雨期は5月～10月、それ以外は乾期と分けられる。雨期には毎日1～2時間程度の雷を伴ったスコールがある。雨量は年間 $1,300mm$ であり、瞬間最大降雨量は $50mm$ /分程度と考えられる。

#### (2) 温度、湿度

平均年間気温  $28^{\circ}C$

平均年間湿度  $76\%$

記録に見られるように、雨期と乾期に大きな差はない。

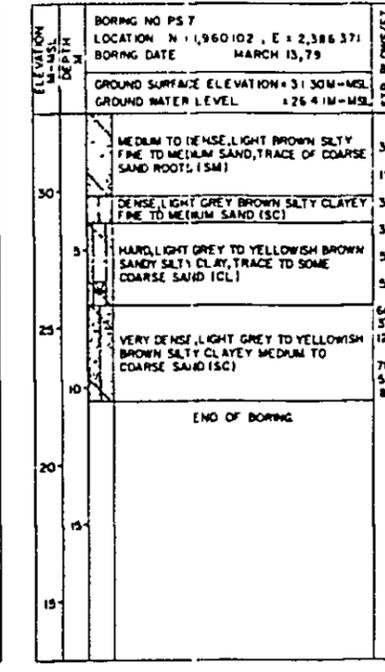
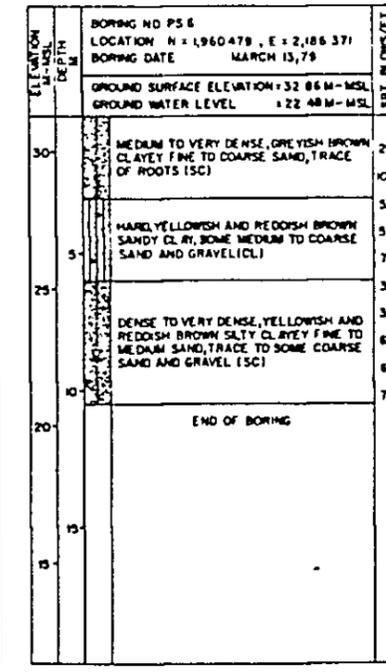
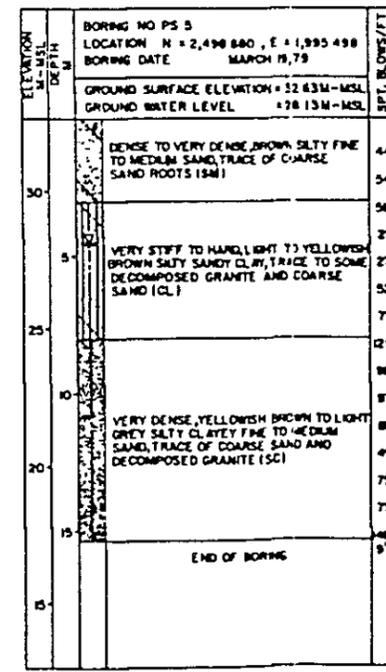
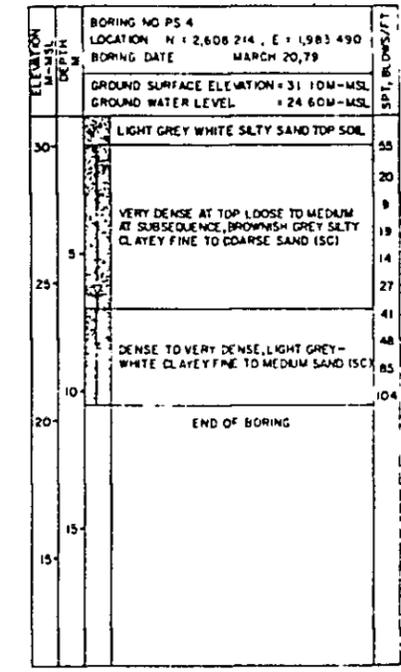
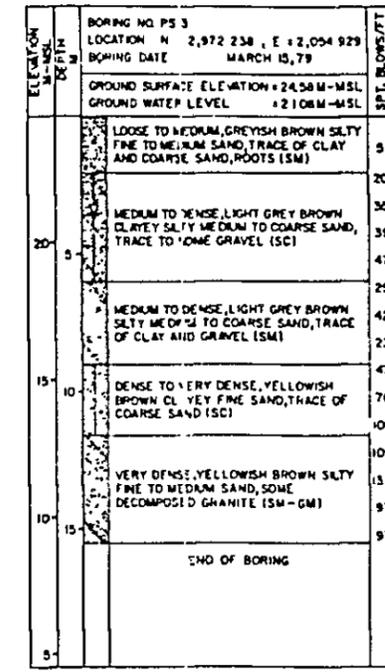
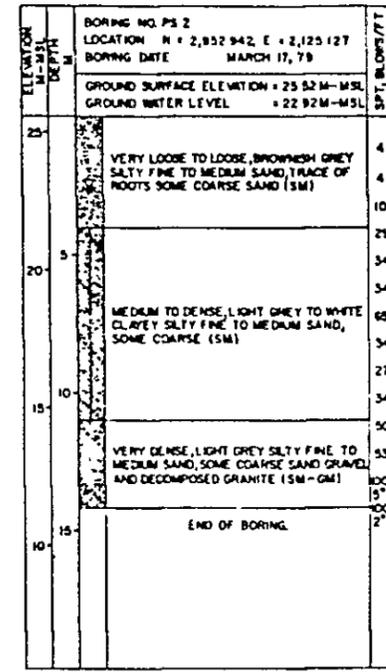
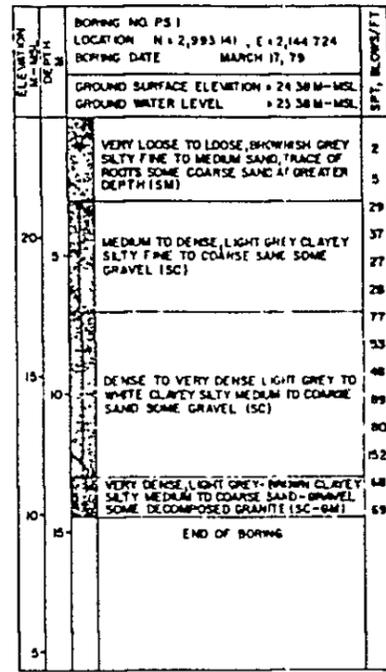
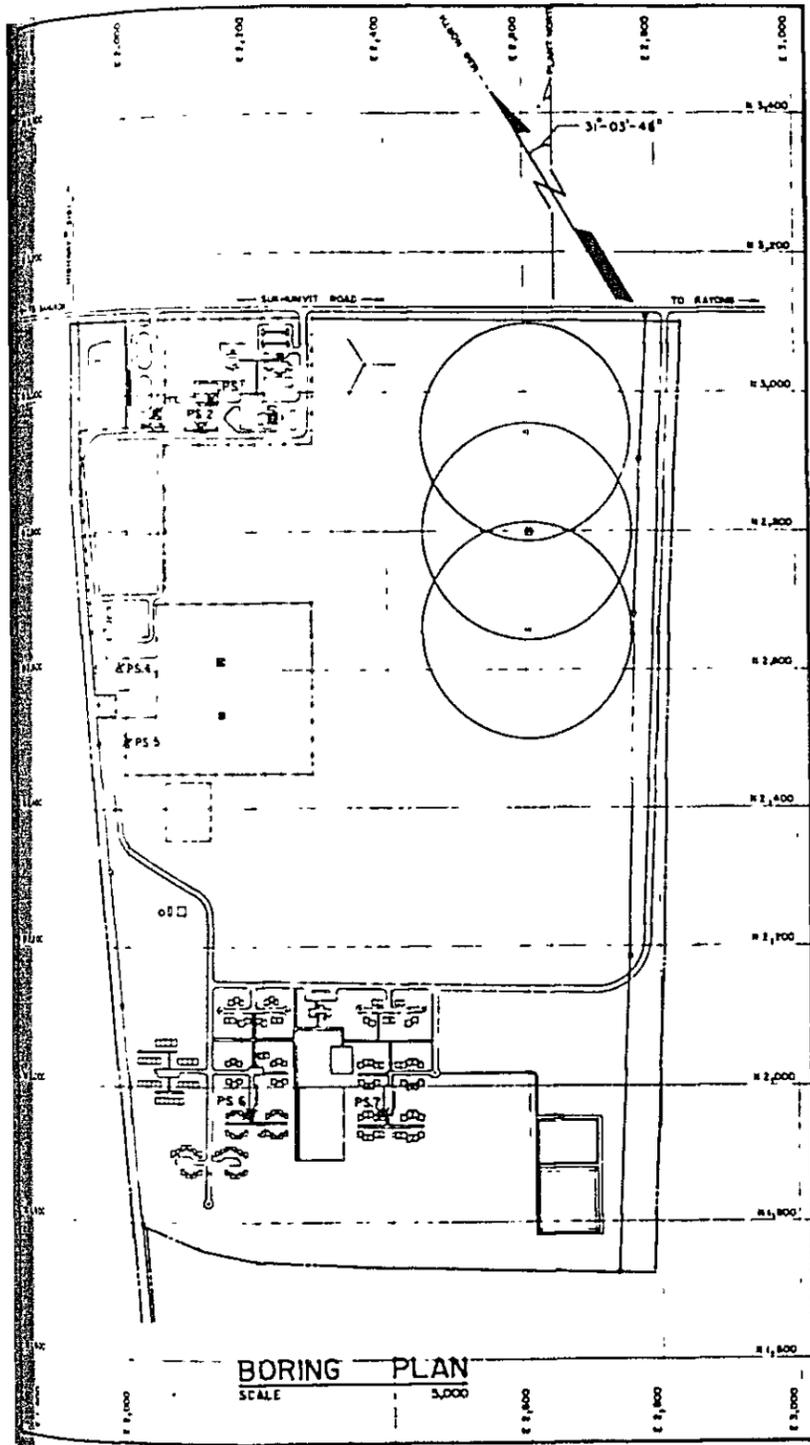
#### (3) 風

風は一般的に $5m/sec$ の微風であるが、台風による最大瞬間風速 $38m/sec$ という記録もある。風向は雨期が南風で乾期が北風である。

#### (4) 地 震

タイ国では過去地震の記録はなく、地震帯も走っていないので、地震の影響は考えられない。

Fig. V-2(A) SUBSOIL PROFILE AT TERMINAL SITE



**LEGENDS**

- VERY SOFT TO MEDIUM CLAY
- SILTY
- DECAYED WOOD OR PEAT
- STIFF TO VERY STIFF CLAY
- FINE TO COARSE SAND
- ROOT
- HARD CLAY
- GRAVEL
- SHELL BIT
- BORING LOCATION

**NOTES**

- BORINGS WERE MADE BY USING STANDARD PROCEDURES WITH 2 IN O.D. SPLIT SPOON
- ALL GROUND WATER LEVELS ARE SHOWN ON EACH BORING LOG

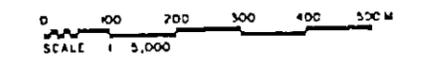
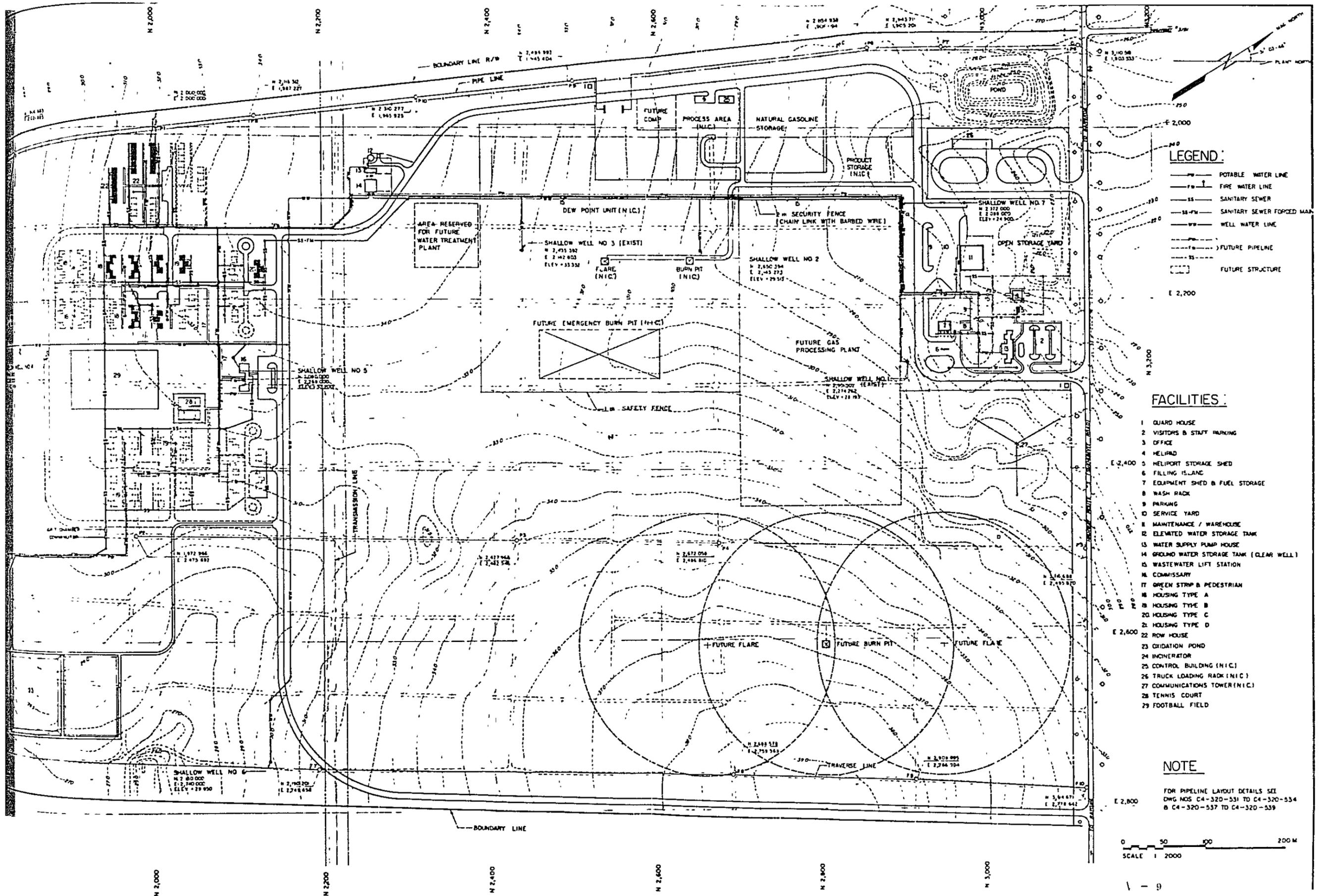


Fig. V-2(B) SITE ELEVATION MAP - 1



- LEGEND:**
- POTABLE WATER LINE
  - FIRE WATER LINE
  - SANITARY SEWER
  - SANITARY SEWER FORCED MAIN
  - WELL WATER LINE
  - - - FUTURE PIPELINE
  - FUTURE STRUCTURE

- FACILITIES:**
- 1 GUARD HOUSE
  - 2 VISITORS & STAFF PARKING
  - 3 OFFICE
  - 4 HELIPAD
  - 5 HELIPORT STORAGE SHED
  - 6 FILLING ISLAND
  - 7 EQUIPMENT SHED & FUEL STORAGE
  - 8 WASH RACK
  - 9 PARKING
  - 10 SERVICE YARD
  - 11 MAINTENANCE / WAREHOUSE
  - 12 ELEVATED WATER STORAGE TANK
  - 13 WATER SUPPLY PUMP HOUSE
  - 14 GROUND WATER STORAGE TANK (CLEAR WELL)
  - 15 WASTEWATER LIFT STATION
  - 16 COMMISSARY
  - 17 GREEN STRIP & PEDESTRIAN
  - 18 HOUSING TYPE A
  - 19 HOUSING TYPE B
  - 20 HOUSING TYPE C
  - 21 HOUSING TYPE D
  - 22 ROW HOUSE
  - 23 OXIDATION POND
  - 24 INCINERATOR
  - 25 CONTROL BUILDING (N.I.C.)
  - 26 TRUCK LOADING RACK (N.I.C.)
  - 27 COMMUNICATIONS TOWER (N.I.C.)
  - 28 TENNIS COURT
  - 29 FOOTBALL FIELD

**NOTE**

FOR PIPELINE LAYOUT DETAILS SEE  
 DWG NOS C4-320-531 TO C4-320-534  
 & C4-320-537 TO C4-320-539

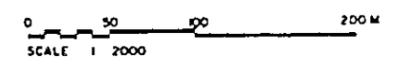
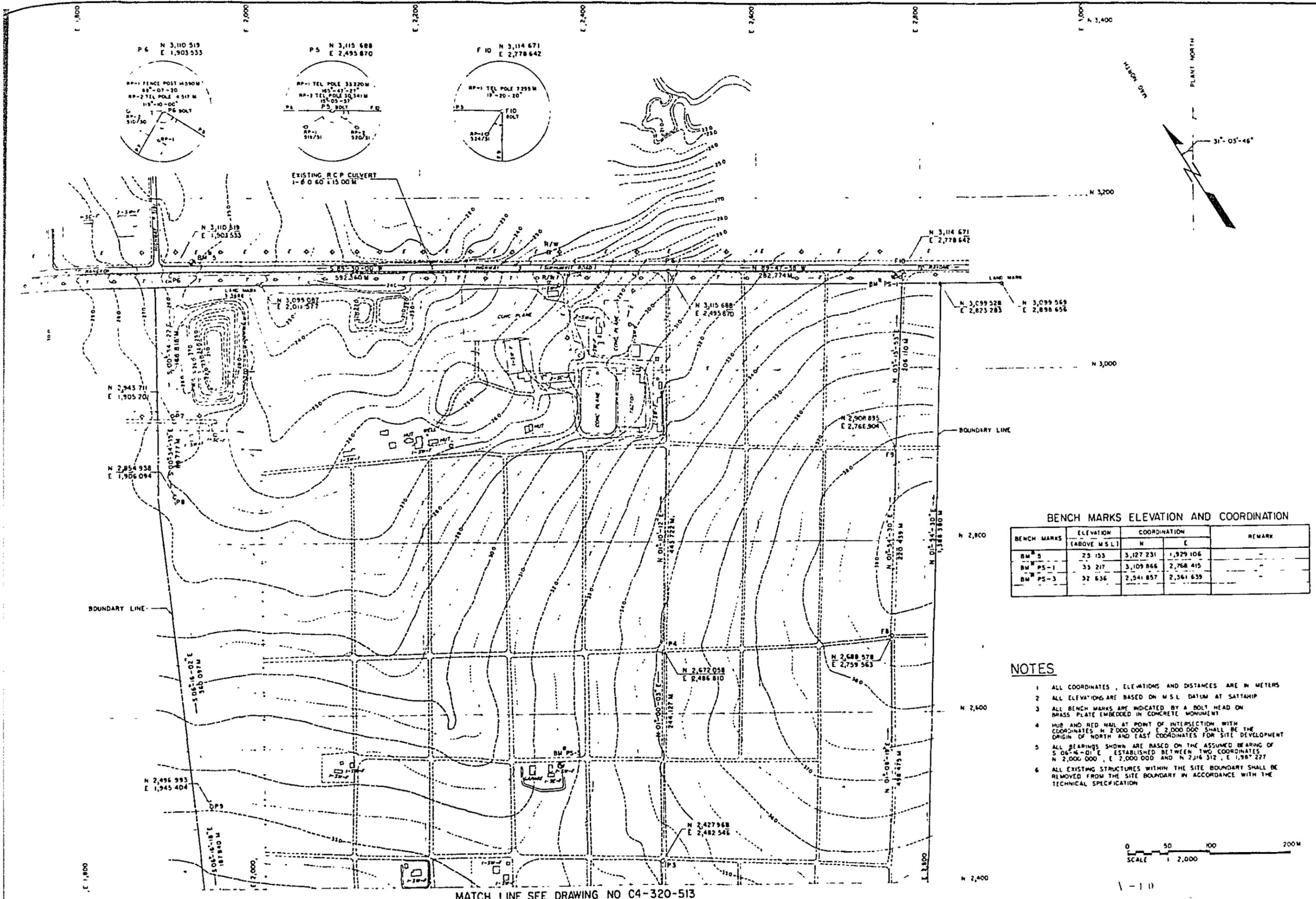


Fig. V-2(C) SITE ELEVATION MAP - 2

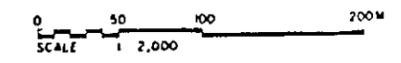


BENCH MARKS ELEVATION AND COORDINATION

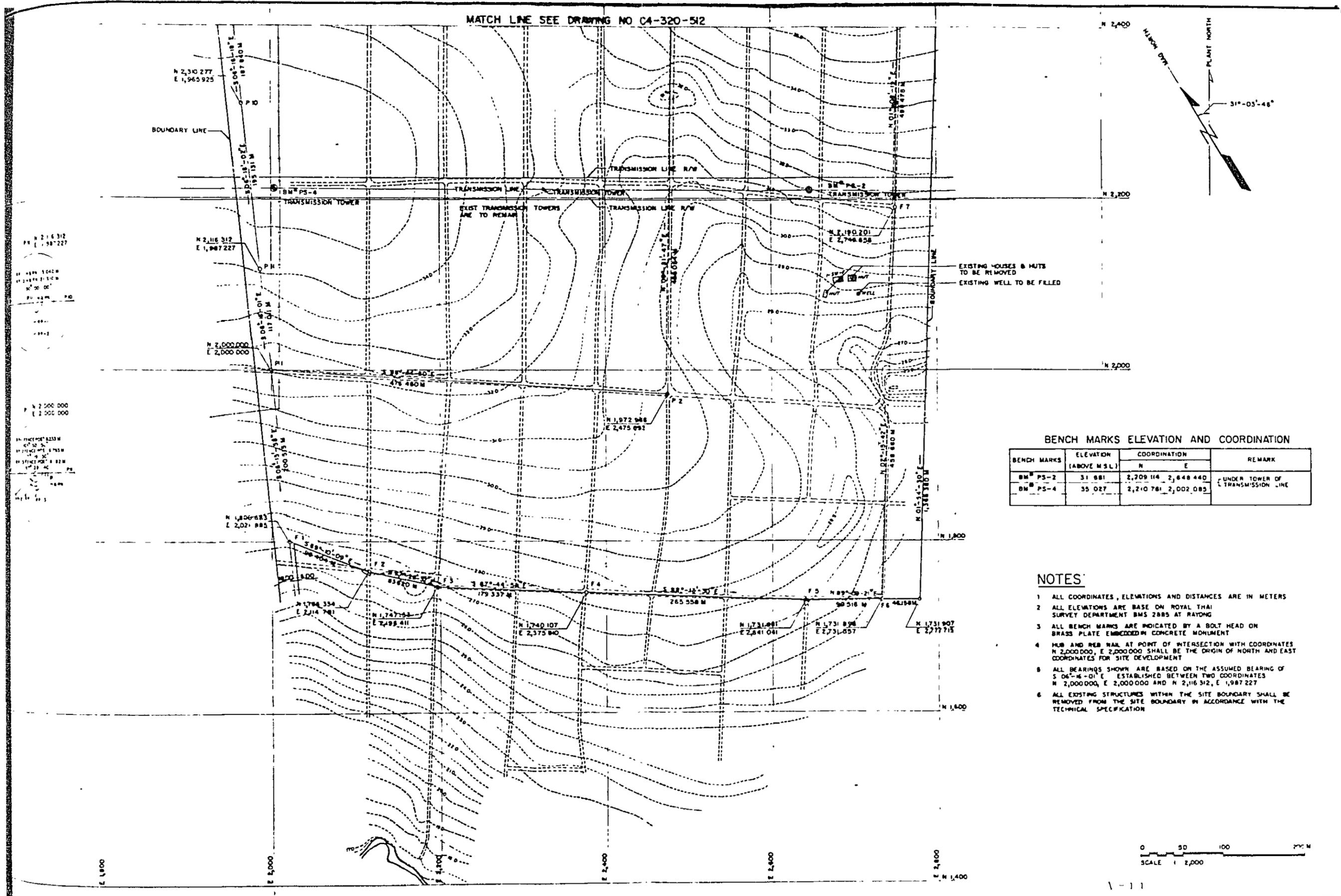
BENCH MARKS	ELEVATION (ABOVE M.S.L.)	COORDINATION		REMARK
		N	E	
BM 5	23 153	3,127 231	1,929 106	-
BM PS-1	33 217	3,109 866	2,768 415	-
BM PS-3	32 636	2,541 857	2,361 639	-

NOTES

- 1 ALL COORDINATES, ELEVATIONS AND DISTANCES ARE IN METERS
- 2 ALL ELEVATIONS ARE BASED ON M.S.L. DATUM AT SATTAP
- 3 ALL BENCH MARKS ARE INDICATED BY A BOLT HEAD ON BRASS PLATE EMBEDDED IN CONCRETE MONUMENT
- 4 HUB AND RED NAIL AT POINT OF INTERSECTION WITH COORDINATES N 2,000 000, E 2,000 000 SHALL BE THE ORIGIN OF NORTH AND EAST COORDINATES FOR SITE DEVELOPMENT
- 5 ALL BEARINGS SHOWN ARE BASED ON THE ASSUMED BEARING OF S 06°-46'-01" E ESTABLISHED BETWEEN TWO COORDINATES N 2,000 000, E 2,000 000 AND N 2,114 312, E 1,987 227
- 6 ALL EXISTING STRUCTURES WITHIN THE SITE BOUNDARY SHALL BE REMOVED FROM THE SITE BOUNDARY IN ACCORDANCE WITH THE TECHNICAL SPECIFICATION



MATCH LINE SEE DRAWING NO C4-320-513



BENCH MARKS ELEVATION AND COORDINATION

BENCH MARKS	ELEVATION (ABOVE M.S.L.)	COORDINATION		REMARK
		N	E	
BM PS-2	31.881	2,209.114	2,848.440	UNDER TOWER OF TRANSMISSION LINE
BM PS-4	35.027	2,210.781	2,002.085	

NOTES

- 1 ALL COORDINATES, ELEVATIONS AND DISTANCES ARE IN METERS
- 2 ALL ELEVATIONS ARE BASE ON ROYAL THAI SURVEY DEPARTMENT BMS 2885 AT RAYONG
- 3 ALL BENCH MARKS ARE INDICATED BY A BOLT HEAD ON BRASS PLATE EMBEDDED IN CONCRETE MONUMENT
- 4 HUB AND REB NAIL AT POINT OF INTERSECTION WITH COORDINATES N 2,000,000, E 2,000,000 SHALL BE THE ORIGIN OF NORTH AND EAST COORDINATES FOR SITE DEVELOPMENT
- 5 ALL BEARINGS SHOWN ARE BASED ON THE ASSUMED BEARING OF 5°04'-41" E ESTABLISHED BETWEEN TWO COORDINATES N 2,000,000, E 2,000,000 AND N 2,116,312, E 1,987,227
- 6 ALL EXISTING STRUCTURES WITHIN THE SITE BOUNDARY SHALL BE REMOVED FROM THE SITE BOUNDARY IN ACCORDANCE WITH THE TECHNICAL SPECIFICATION

Table V-1 CLIMATOLOGICAL DATA FOR THE PERIOD 1951 - 1975

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
<u>Pressure (+1,000 or 900 mhs.)</u>													
Mean	12.81	11.76	10.98	09.59	07.99	07.66	07.74	07.80	08.48	10.20	11.56	12.59	09.93
Ext. Max.	21.37	20.27	18.04	17.97	14.62	13.84	13.64	13.77	14.63	16.84	18.62	20.27	21.37
Ext. Min.	06.17	05.47	04.68	02.02	01.54	00.27	00.93	00.76	00.67	09.64	06.52	05.66	06.52
Mean daily range	3.74	3.83	3.93	3.95	3.66	3.08	2.99	3.22	3.84	3.90	3.74	3.71	3.63
<u>Temperature (°C)</u>													
Mean	26.7	27.9	28.9	29.7	29.2	28.9	28.4	28.4	27.9	27.1	26.5	26.1	27.9
Mean Max.	33.2	33.6	34.1	34.6	33.3	32.7	32.4	32.5	32.2	31.9	32.2	32.4	32.9
Mean Min.	22.1	24.2	25.6	26.5	26.2	26.4	25.7	25.6	25.0	24.0	22.6	21.6	24.6
Ext. Max.	39.0	39.4	39.5	40.5	40.5	37.2	37.8	37.2	37.4	36.2	37.4	38.3	40.5
Ext. Min.	12.3	16.8	18.7	21.0	21.5	20.9	19.0	21.5	19.0	19.5	15.0	12.8	12.3
<u>Relative Humidity (%)</u>													
Mean	70.0	75.0	76.0	77.0	79.0	76.0	77.0	77.0	81.0	83.0	76.0	70.0	76.0
Mean Max.	84.2	88.2	87.6	87.3	88.8	86.0	87.4	87.6	90.7	93.3	89.0	84.7	87.9
Mean Min.	51.2	57.0	59.9	61.1	66.6	65.5	64.2	65.9	68.3	69.1	60.7	53.0	61.9
Ext. Min.	25.0	17.0	29.0	33.0	43.0	43.0	47.0	48.0	45.0	38.0	28.0	21.0	17.0
<u>Dew Point (°C)</u>													
Mean	20.2	22.7	24.0	24.9	24.9	24.3	24.0	23.9	24.2	23.8	21.9	20.0	23.2
<u>Evaporation (mm.)</u>													
Mean - Piche	98.0	75.9	84.2	83.6	73.1	79.4	77.7	76.6	59.9	47.2	73.9	97.1	926.6
- Pan	No Observation												
<u>Cloudiness (0 - 8)</u>													
Mean	3.9	4.1	4.3	4.9	6.4	6.5	6.8	6.9	6.9	6.0	4.8	3.7	5.4
<u>Visibility (Km.)</u>													
0700 L.S.T.	7.8	7.8	8.1	9.6	10.6	11.2	10.9	10.8	10.6	9.8	9.8	9.3	9.7
Mean	8.6	8.3	8.6	10.0	11.0	11.4	11.1	11.3	11.0	10.4	10.4	9.9	10.2
<u>Wind (Knots)</u>													
Prevailing Wind	N	S	S	S	S, SW	SW	SW	WSW	WSW	N	N	N	-
Mean Wind Speed	6.0	6.8	7.4	7.2	7.2	9.8	9.4	9.1	7.4	5.8	6.8	7.1	-
Max. Wind Speed	35N	36NE	48SE	46E,SE	57NW	58WSW	52W	52W	49WNW	59W	73NNW	40N	-
<u>Rainfall (mm.)</u>													
Mean	28.4	56.8	66.2	90.9	205.5	76.4	95.8	99.7	226.1	288.4	99.7	17.1	1,351.0
Mean rainy days	2.7	4.7	5.0	7.8	13.8	10.9	13.8	13.5	16.6	17.5	8.8	2.0	117.1
Greatest in 24 hr.	53.2	117.6	116.1	108.7	170.0	62.8	155.0	89.7	107.7	302.7	319.6	87.0	319.6
Day/Year	26/73	27/68	22/70	28/71	4/71	17/72	22/51	25/65	23/63	22/52	30/70	1/70	30/70
<u>Number of days with</u>													
Haze	20.6	15.6	16.1	8.6	0.9	1.0	1.8	2.2	1.1	4.3	8.8	16.1	97.1
Fog	5.8	4.9	3.4	2.0	0.5	0.8	0.7	0.6	0.7	1.3	1.9	3.4	26.0
Hail	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Thunderstorm	0.7	1.4	3.5	7.7	10.3	3.8	3.9	3.7	8.3	10.2	4.8	1.0	59.3
Squall	0.0	0.1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	2.3
Remark: Station Sattahip Index Station 48 477 Latitude 12°41'N. Longitude 100°59'E. Elevation of station above MSL. 16.00 meters Height of barometer above MSL. 18.00 meters Height of thermometer above ground 1.35 meters Height of wind vane above ground 12.00 meters Height of raingauge 0.73 meters													

