3. 2. 1 エチルアルコール混合灯油の基礎物性

(1) 基礎諸物性

a. エチルアルコールの沸点は78.3℃で灯油の沸点よりかなり低いため、混合灯油の液温上昇によってエチルアルコールが単独で蒸発する傾向がある。

b. 混合灯油の引火点はエチルアルコールの引火点13℃と同等であり、灯油よりも引火しやすい。

c. エチルアルコール混合灯油の発熱量は、エチルアルコールを10%増すごとに約3.5%ずつ低下する。

d. 酸化安定度、貯蔵安定性は灯油と比較して問題ない。

(2) 相分離と相溶剤

エチルアルコールの混合量が多くなるほど、相分離限界水分量は大きくなり、エチルアルコールの混合量が10、20、30 vol%の場合それぞれ相分離限界水分量は0.10、0.15、0.22 vol%である。

有効な相溶剤としては、高級アルコールがすぐれた効果を示している。

3. 2. 2 アルコールと軽油またはA重油との混合

軽油やA重油にアルコールを混合し、既存のディーゼル機関や小型ボイラー等で使用しようとする場合、均一相溶体として取扱うことが必要となってくる。

常温においてアルコールと軽油またはA重油とは、極めて相互溶解性が悪いため、混合利用するためには相溶剤により相溶化する方法、乳化剤を用いエマルジョン化する方法、機械的に強いせん断を与えて微粒化し、混合する方法等が考えられている。

日本においても上記方法により、一部実験・研究されているが、詳細となるので、本調査では省略する。

II. 販売政策

エチルアルコールの販売にあたって、各国は重要な財源である酒税を確保するため、専売制または税制を採用している。主要国の区分は次のとおりである。

- 専売制を採用している国

  デンマーク、フィンランド、スウェーデン、ノルウェー、スイス、オーストリア、ドイツ連邦共和国、フランス、日本等

- 税制を採用している国

  イギリス、イタリア、オランダ、ベルギー、カナダ、アメリカ、ブラジル等

燃料用については、各国で特に販売促進政策を採用しているので、これについて述べる。

燃料用エチルアルコールの販売に関し、ブラジル、アメリカ、フィリピン各国は、消費者に対して優遇策を採っている。

各国の優遇策の内容は次のとおりである。

1. ブラジル

1980年10月に日本からの調査団が聴取した販売に関する優遇策は次のとおりである。

(1) エチルアルコール販売への補助

a. スタンド販売者に対して一定のマージンを保障する。

b. エチルアルコール市販価格はガソリン価格の65－70%とする。

なおこの市販価格は1982年にガソリン価格の59%とさらに安く改定された。

(2) エチルアルコール車奨励策

a. ガソリン車の割賦販売期間は12カ月以下と定められているが、エチルアルコール車のそれは24カ月となっている。

b. ガソリン車の道路単一税は価格の7%であるのに対し、エチルアルコール車については3%となっている。

2. アメリカ

「連邦エネルギー法」により、連邦エネルギー税が¢4／ガロン免税されていたが、1983年4月から更に¢1／ガロンを加え、¢5／ガロンにすることが決定された。

さらに州により連邦ガソリン税の免除に上乗せして州税の免除を行っている。この州税の免除額は州により大幅に異なり、まったく免税を行っていない州からワシントン州の¢10.8／ガロンまで非常に差が大きい。

各州の免税額については、Appendix Table 7を参照願いたい。

3. フィリピン

フィリピンの販売政策について1983年1月PNACから聴取した結果は、次のとおりである。

- プレミアムガソリンとエチルアルコール混合ガソリン（アルコガス）の販売価格差を約¢5／ℓ（$1＝9.2 pesos）としアルコガスを安く販売している。
- 燃料用のエチルアルコールに対し、政府は約¢18／ℓの補助金を支出している。

III. 消費量

1. 消費量の推移

エチルアルコールの世界全体消費量に関する統計は、調査の結果適当なものは報告されていない。

一般に、生産量と消費量の差は在庫量の変化と考えられるが、エチルアルコールの場合、生産量に対し在庫量の変化は無視し得る量と考えられるので、世界全体消費量の推移は、B章「生産」で述べた生産量の推移とほぼ一致すると考えて良いと思われる。

1965年から1978年までの生産量の伸び率は、

- 工業用　　0.9%
- 燃料用（ブラジルのみ）　　16.5%

である。工業用の伸び率から判断して工業用の市場は成熟した市場であり、燃料用の市場はこの期間に石油価格が高騰したこともあり、かなりの伸び率を示していることから、これからの市場といえるが、石油価格の一時的値下げの影響もあり、さらに長期的観点から検討していく必要がある。

一方各国別の消費量の推移については、D章「国際貿易」で後述するが、エチルアルコールの国際貿易量合計は、世界生産合計に対し、わずかに平均4%を占めるのみであり、国際流通の行われにくい商品である（理由は後述する）。

したがって各国別の消費量推移は、各国別の生産量に近似していると考えても大きな差はないと考えられる。

2. 用途別消費量の推移

用途別分類については、各国で分類方法も異なることから、用途別消費量の推移について、各国共通の問題として論ずるのは難しい。

一例として日本における最近10年間の5大需要の推移をTable　C−4に示す。

表にみられるとおり食品防腐用の需要が著しく増大しているが、これは日本において近年化学系食品添加剤が、安全性の面から再検討され、安全性の確定しているエチルアルコールが、食品防腐用として多く使われるようになったためである。

その他の需要では、医薬品用、食酢用が10年間で約1.5倍（年率約5%）で増え、液体洗剤用、化粧品用は若干減少している。

参考としてアメリカ、ドイツ連邦共和国、フランス、における用途別の需要推移をAppendix Table　8に添付する。

Table C-4 Demand by Five Major End-uses over Recent Ten Years in Japan

(kl)

	1970 Production	1975 Production	Index (1970=100)	1980 Production	Index (1970=100)
Liquid Detergents	11,527	10,491	(91)	9,984	(87)
Cosmetics	20,986	23,158	(110)	16,657	(79)
Medicines	6,969	6,249	(90)	10,266	(147)
Vinegar	9,226	12,425	(135)	14,841	(161)
Food Preservatives	1,254	10,284	(820)	18,787	(1,498)

Source: Fermentation and Industry, Vol.39, p. 492

3. 消費に影響を与える要因

エチルアルコールの用途は次の三大用途に大別される。

工　業　用

化学工業用
飲食料品用
衛生薬品用
} ①エチルアルコールの持つ化学的・物理的性質を利用した用途

化学工業基礎原料用 } ②エチレン原料等としての用途

燃　料　用 } ③エネルギーとしての用途

上記各々の用途については、消費市場の性格も異なることから消費に影響を与える要因につき各々の用途別に述べる。

3. 1 工業用の中で化学工業用、飲食料品用、衛生・薬品用

本用途はエチルアルコールのもつ溶解性、反応性、殺菌性等の性質を利用した用途であり工業用としては一般的な用途である。

化学工業用として主に使用される溶剤用および飲食料品用と衛生・薬品用としての用途は、エチルアルコールが人体に対し毒性が低い特性を利用した独占的な用途であり代替品による代替は難しいと考えて良い。

化学工業用の用途の中で高級塗料や繊維加工用として用いられるアクリル酸エチルの分野とエステル類の分野がメチルアルコールまたはイソプロピルアルコールにより代替の可能性があるが、この分野が日本の消費市場で占める割合はわずかに約10%である。

したがって工業用の一般的な用途である化学工業用、飲食料品用、衛生・薬品用の用途は代替可能な分野が10%であることから、代替品による代替が行われにくい特殊な用途に

使用されていると考えて良い。

本用途における合成法と発酵法の使用区分については、前述のとおり合成法の用途に制限がある場合が一般的であり、発酵法の方がコスト的に有利な場合、合成法はしだいに発酵法に置き換えられていくと考えられる。

3．2　化学工業基礎原料用

本用途はエチルアルコールから合成法と逆の化学反応によりエチレン等の化学工業基礎原料を得る用途であり、現在はブラジル、インド等発酵法エチルアルコールの生産コストが安い国でのみ工業化されている。

現在世界で一般的に行われているエチレンの製造方法は、ナフサ、天然ガスを原料とし熱分解による石油化学法であるが、近年石油随伴ガスを原料とする石油化学法も産油国で計画されている。

エチレンは、エチルアルコールからの製法と石油化学法から得られる場合では、その品質の差がないので、基本的にはエチレンの生産コストが両法の優劣を決めると考えて良い。ただし石油化学法で特にナフサを原料とする場合には、エチレンのほかプロピレン、芳香族などの多量の副生品を生じ、これらの溜分の総合利用からいわゆる石油化学コンビナートを形成しており、将来エチルアルコールからの製法が有利となった場合でも、エチレンのみ製法転換するという事態は考えにくいことは留意しなければならない。

3．3　燃料用

一般的にガソリン販売価格はガソリンの生産コストにガソリン税が加えられており、ガソリン税は各国の貴重な財源となっている。

現状燃料用エチルアルコールを生産している国においては、エチルアルコール生産コストはガソリンの生産コストと販売価格の間にあると考えられ、燃料用としてエチルアルコールを使用した場合ガソリン税収入は減少する欠点はあるが、石油使用量減少による外貨収支の改善、余剰農産物の利用、雇用機会の増大等の利点を有する。

したがって消費に影響を与える要因としては、今後の原油価格の動向、エチルアルコールの生産コスト動向が大きなものである。

D. 国 際 貿 易

エチルアルコールの 1977－1979 年における工業用と燃料用を合計した貿易量を Table D－2 に示す。

国際貿易量に関する統計については、国際機関による報告がないため Table D－2 は日本の CMC 社（Chemical Marketing Center Co., Ltd.）の資料から引用した。

Table D－2 から輸入量と輸出量の合計を各年度の生産量（Table B－13）と対比すると Table D－1 のとおりとなる。

Table D-1 Share of International Trade in Ethyl Alcohol to Production

	Import			Export		
	1977	1978	1979	1977	1978	1979
Quantity (1,000 MT)	392	467	177	200	247	276
Percentage to Production (%)	5.1	5.6	2.1	2.6	2.9	3.3

Table D－1 から、国際貿易量の生産量に対する割合は平均約 4%と低く、エチルアルコールは活発に国際取引される商品ではないことがわかる。

国際取引量の少ない理由としては、

- エチルアルコールは酒税の確保の点から、専売制または税制が採用され、各国で何らかの規制が行われており、自由商品とはなりにくいこと、
- エチルアルコールは発酵法または合成法により多くの原料から製造が可能であり、世界各国で生産されていること、
- 発酵法の場合は農産物を原料として使用するため、農産物の用途拡大につながり農業政策上エチルアルコールの国産化が志向されること、
- エチルアルコール製造設備に必要な投資金額は標準的な 120 kl／日として約 10 百万－18 百万ドルであり巨額の投資は必要としないこと。

などである。

Table D-2 International Trade in Ethyl Alcohol

(1,000 MT)

	Import			Export		
	1977	1978	1979	1977	1978	1979
Austria	-	-	-	-	-	-
Belgium/Luxemburg	8.8	9.4	16.0	6.2	3.5	4.4
Bulgaria	13.3	13.2	12.7	-	-	-
Canada	0.1	-	-	---	---	---
Cyprus	0.1	0.1	---	-	-	-
Czechoslovakia	23.1	2.6	2.6	-	-	-
Denmark	16.4	16.1	---	1.5	0.8	---
Finland	6.3	12.3	2.3	0.9	0.6	0.7
France	1.4	0.9	27.6	55.0	79.6	96.2
Germany, Fed. Rep.	---	---	---	---	---	---
German Dem. Rep.	21.5	19.7	16.5	3.9	3.5	4.4
Greece	2.5	0.4	---	-	-	-
Hungary	-	-	-	-	-	-
Iceland	0.3	0.3	---	-	-	-
Ireland	1.7	2.8	---	-	0.2	-
Italy	9.7	12.7	30.3	26.0	16.9	4.2
Malta	---	---	---	---	---	---
Netherlands	5.7	---	---	5.6	---	---
Norway	1.4	0.7	0.4	9.6	8.0	8.5
Poland	---	---	---	---	---	---
Portugal	1.8	2.5	2.6	-	-	-
Romania	8.6	-	-	-	-	-
Spain	3.7	65.6	---	-	-	-
Sweden	19.0	17.0	19.3	2.0	11.0	-
Switzerland	14.2	21.5	8.0	-	-	-
Turkey	-	-	-	-	-	-
USSR	---	---	---	21.5	21.4	21.1
UK	11.2	11.9	25.5	47.9	79.6	75.2
USA	59.4	71.0	12.7	20.1	21.8	60.9
Yugoslavia	---	-	-	---	---	---
Japan	162.1	186.6	---	0.1	---	---
Total	392.3	467.3	176.5	200.3	246.9	275.6

Source: Chemical Marketing Center Co., Ltd., partly revised by the Study Team.

ただし今後は、

- 石油価格動向によっては合成法での生産コストが上がり、発酵法による生産コストとの差が広がることから、その場合に、ある程度の量が国際取引される可能性があること、
- 産油国で計画されている石油随伴ガスを原料とした合成法は、価格的にも安く市場として先進国を期待していること。

などから今後は国際貿易が活発となることが予想される。

E．需給見通し

Ⅰ．需給見通しに影響を与える要因

需給見通しに影響を与える要因として原料市場動向、生産技術動向、生産コスト動向、消費市場動向について将来の見通しを検討する。

1．原料市場動向

前述のごとく工業用エチルアルコールは発酵法、および合成法で製造されており、燃料用エチルアルコールは発酵法で製造されている。発酵法で使用される原料は工業用と燃料用で、共通であるのでまとめて述べ、合成法原料を次に述べる。

1．1　発酵法

1．1．1　原料の量的な見通し

発酵法の原料として一般的に使われている糖蜜、さとうきびおよび今後有望な原料として考えられているキャッサバについて述べる。

(1)　さとうきび・糖蜜

さとうきびは砂糖製造時の原料として使用され、また糖蜜は砂糖製造時の副生品であるため将来の量的な見通しとしては砂糖の需給に密接な関係がある。

砂糖の需給予測値は世銀推計 Table　E－1 によれば 1995 年まで年率 2.7%で伸びることとなっている。この世銀推計は予測モデルを供給サイド、需要サイドで別途に計算し、その需給ギャップを解消する価格を設定したものであり、この 2.7%は妥当な数値と考えられる。

一方、FAO の統計から砂糖の主原料であるさとうきびと甜菜の、過去 10 年間の耕地面積と単位面積当りの収量および生産量の伸びを Table　E－2、3 に示す。

さとうきびと甜菜の生産量年平均伸び率を計算すると各々2.9%、2.1%であり、砂糖需要に対して原料面からは供給可能といえよう。

さらに Table　E－2 からさとうきびの単位面積当りの収量でみると、アジア地域は、世界平均 52 t／ha と比較すると約 5 t／ha（約 10%）低く、気候、土壌条件を考慮しても、収量増大の可能性は残されており、さとうきびが砂糖以外のエチルアルコール原料として、使用される余地は残されていると考えられる。

糖蜜については砂糖製造時の副生品であるため、前述のとおり砂糖生産が年率 2.7%伸びるとするとその伸び率と同じ割合で伸びると予想される。

Table E-1 Sugar - Summary of World Production, Consumption and Trade by Economic Regions

	Actual						Estimated	Projected			Growth Rates				
	1960	1963	1970	1975	1977	1978	1979	1980	1985	1990	1960-77	1977-80	1980-85	1985-90	1977-90
	(1,000 MT)										(% per annum)				
Production															
Developed Countries	15,145	17,137	18,773	21,010	23,425	22,015	22,000	22,025	25,719	28,505	2.6	-2.0	3.2	2.1	1.5
Developing Countries	19,990	25,808	31,204	37,465	44,023	44,444	43,000	43,949	53,190	63,539	4.8	-0.1	3.9	3.6	2.9
Planned Economy Countries	16,957	22,101	22,927	23,070	24,377	25,849	25,000	25,265	26,799	29,964	2.2	1.2	1.2	2.3	1.6
World Total	52,092	65,046	72,904	81,545	91,825	92,308	90,000	91,239	105,708	122,008	3.4	-0.2	3.0	2.9	2.2
Consumption															
Developed Countries	21,513	24,089	27,908	25,308	27,101	26,804	28,500	30,309	31,042	33,000	1.4	3.8	0.5	1.2	1.5
Developing Countries	15,675	19,851	25,449	31,508	34,344	37,859	38,500	39,118	47,160	57,479	4.7	4.4	3.8	4.0	4.0
Planned Economy Countries	11,227	16,280	18,735	20,518	22,869	23,270	24,000	24,384	26,597	29,306	4.3	2.2	1.8	2.0	1.9
World Total	48,415	60,220	72,092	77,334	84,314	87,933	91,000	93,811	104,799	119,785	3.3	3.6	2.2	2.7	2.7
Exports															
Developed Countries	2,159	3,227	2,933	3,210	5,937	5,831	5,600	5,415	6,292	7,519	4.6	-3.0	3.1	3.6	1.8
Developing Countries	7,977	8,473	9,048	10,935	15,213	10,743	18,000	14,426	14,256	16,843	3.9	-1.8	-0.2	3.4	0.8
Planned Economy Countries	6,926	7,784	9,493	6,302	7,066	8,223	2,400	6,002	7,750	8,764	0.1	-5.3	5.2	2.5	1.7
World Total	17,062	19,484	21,474	20,447	28,216	24,797	26,000	25,843	28,298	33,126	2.8	-2.9	1.8	3.2	1.2
Imports															
Developed Countries	10,986	10,333	11,560	10,083	11,892	10,072	11,500	12,208	12,160	13,098	0.5	0.9	-0.1	1.5	0.8
Developing Countries	3,962	4,966	4,188	5,820	7,540	8,550	8,000	7,106	8,404	11,467	3.9	-2.0	3.4	6.4	3.3
Planned Economy Countries	2,557	3,460	5,461	4,759	7,807	6,346	6,500	6,526	7,734	8,561	6.8	-5.8	3.4	2.1	0.7
World Total	17,505	18,759	21,209	20,662	27,239	24,968	26,000	25,840	28,298	33,126	2.6	-1.7	1.8	3.2	1.5

Source: International Sugar Organization (actual); World Bank, Economic Analysis and Projections Department (projected).

Table E-2 Sugar Cane Production by Regions

	Cultivated Area (1,000 ha)			Yield per Unit Area (kg/ha)			Production (1,000 MT)		
	1969/71	1979	1981	1969/71	1979	1981	1969/71	1979	1981
World	10,747	13,584	13,819	52,833	55,547	56,102	567,817	754,536	775,285
Africa	698	864	930	67,394	70,744	69,582	47,036	61,095	64,687
North/Central America	2,698	2,920	3,036	57,088	61,236	56,535	154,022	178,785	171,625
South America	2,477	3,530	3,831	51,735	58,028	57,230	128,123	204,853	219,249
(Brazil)	(1,708)	(2,537)	(2,803)	(45,926)	(54,750)	(54,888)	(78,460)	(138,899)	(153,858)
(Brazil's percentage share in world total)	(15.89)	(18.68)	(20.28)	(86.93)	(98.57)	(97.84)	(13.82)	(18.41)	(19.85)
Asia	4,599	5,935	5,633	47,389	47,886	51,548	217,931	284,207	290,357
Europe	7	6	6	72,132	63,910	64,000	486	374	384
Oceania	269	329	384	75,065	76,570	75,437	20,220	25,222	28,983

Source: FAO

Table E-3 Sugar Beet Production by Regions

	Cultivated Area (1,000 ha)			Yield per Unit Area (kg/ha)			Production (1,000 MT)		
	1969/71	1979	1981	1969/71	1979	1981	1969/71	1979	1981
World	7,621	8,847	9,345	29,304	29,794	30,120	223,322	263,618	281,485
Africa	42	69	71	31,546	33,924	34,952	1,324	2,324	2,464
North/Central America	610	477	527	41,825	43,627	49,274	25,528	20,809	25,951
South America	49	32	47	36,070	31,798	38,329	1,772	1,027	1,808
Asia	579	901	1,176	23,114	23,477	20,986	13,394	21,145	24,675
Planned Economy Countries	4,674	5,408	5,554	23,070	22,226	19,806	167,816	120,198	109,999
Europe	2,982	3,639	3,892	35,949	39,045	42,644	107,209	142,095	165,987

Source: FAO

Table　B－1から世界の糖蜜生産量は1979／1980年で30,803千tであるから毎年約830千tの糖蜜が増産されることとなる。また世銀レポートAlcohol Production from Biomass in the Developing Countries, Sept. 1980. によれば現在利用されていない糖蜜が世界で5,000千tと報告されており、増産量も考慮するとエチルアルコール原料として量的な面でかなり期待できる。

(2)　キャッサバ

キャッサバは南アメリカが原産地とされているが、現在は開発途上国を中心に世界各国で栽培され、食料用、飼料用として消費されている。

国際商品としてのキャッサバは、飼料用として主にECとタイの間で国際取引が行われ、その取引量は全貿易量の90%を占めている。FAOの統計によれば全貿易量は約1.5百万tであり、世界総生産量約127百万tのわずか1%強程度となっている。

このような自給自足型需給形態を持つキャッサバの消費と生産について検討し、エチルアルコール原料としての可能性を述べる。

キャッサバの消費に関してFAOのFood Balance Sheetsから推計すると1／3が飼料用、2／3が加工製品を含め食料用と推定される。食料としてのキャッサバの位置付けを見るためTable　E－4に世界平均の1日1人当りの食物摂取量（カロリー）の中でキャッサバが含まれる根菜類の占める割合を示す。

Table　E－4から世界平均の1日1人当りの食物摂取量は増加しているが、根菜類の寄与度は先進国、開発途上国ともに減少しており、これはキャッサバが食物として占める位置が低下してきている傾向であることがわかる。

一方生産に関してはTable　E－5にFAO統計によるキャッサバの過去10年間の生産量、単位面積当り収量、耕地面積の変化を示す。

Table E－5から10年間の生産量の年平均伸び率1.9%は耕地面積が毎年2.2%拡大してもたらされたといえる。単位面積当りの収量については現行のキャッサバ栽培は、余り肥沃でない土地に粗放な栽培形態で行われている例が多く、世銀によれば現在の9-12 t／haの収量は改良品種の栽培と栽培技術の向上および施肥改善等により20 t／haまで引上げることが可能とされている。

したがって以上をまとめるとキャッサバの消費として2／3を占める食物としての位置が今後低下することが予想され、一方生産の面では単位面積当りの収量増が栽培技術の向上等により期待できることから、今後キャッサバは、エチルアルコール原料として量的な面ではかなり期待できると考えられる。

Table E-4 Daily Food Intake per Capita and the Share of Root-crops in It

(cal/day)

		1961-65	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Food Intake		2,438	2,435	2,481	2,474	2,505	2,526	2,505	2,499	2,549	2,523	2,570	2,571
Share of Root-crops	World	191	180	187	182	176	171	168	169	169	162	164	161
	Developed countries	189	178	179	176	173	171	166	165	162	160	156	159
	Developing countries	192	181	191	184	177	170	169	171	172	163	167	162
	(Brazil)	(292)	(329)	(340)	(339)	(324)	(323)	(312)	(266)	(248)	(250)	(237)	(241)

Table E-5 Cassava

	Cultivated Area (1,000 ha)			Yield per Unit Area (kg/ha)			Production (1,000 MT)		
	1969/71	1978	1979	1969/71	1978	1979	1979/71	1978	1979
World	10,794	13,615	13,397	8,958	8,863	8,748	96,692	120,670	117,201

Source: FAO

1、1、2　原料価格の見通し

(1)　さとうきび

さとうきび価格の将来の価格見通しについては、国際機関による予測も行われていないため、さとうきびの主な用途である砂糖価格の見通しから原料であるさとうきびの価格の見通しを行う。

砂糖価格については世銀の Price Prospects for Major Primary Commodities では 1985－1995 年の平均価格を＄372／t としている。この世銀の予測は前述の通り予測モデルを用い、供給サイド、需要サイドを別途計算し、需給ギャップを解消する価格を求めたものであり、この＄372／t は妥当な価格と考えられる。

一方 Fig. E－1 に国際砂糖理事会による 1961－1982 年の砂糖価格の推移を示すが、1982 年においては約＄282／t である。世銀の予測を 1990 年に＄372／t として年平均価格上昇率を求めると約 3.3%となる。

以上から今後さとうきびの価格は年平均 3.3%で価格上昇するものとした。

(2)　糖蜜

世銀の Alcohol Production from Biomass in the Developing Countries によれば糖蜜の用途としては

- 生産国で飼料、エチルアルコール、発酵原料として利用　約 66%
- 飼料として国際取引　約 20%
- 未利用（廃棄）　約 14%

とされており、今後消費面では石油価格の一時的停滞、エチルアルコール市場の特殊性から糖蜜の需要が急に変化するとは考えられない。

一方、供給面では前述のごとく砂糖生産による副生で年率約 2.7%（約 830 千 t）ずつ増大すると予想される。

したがって将来の需給についても過去と状況があまり変らないと予想されるので、過去の価格上昇率から今後の糖蜜の価格の見通しを行う。

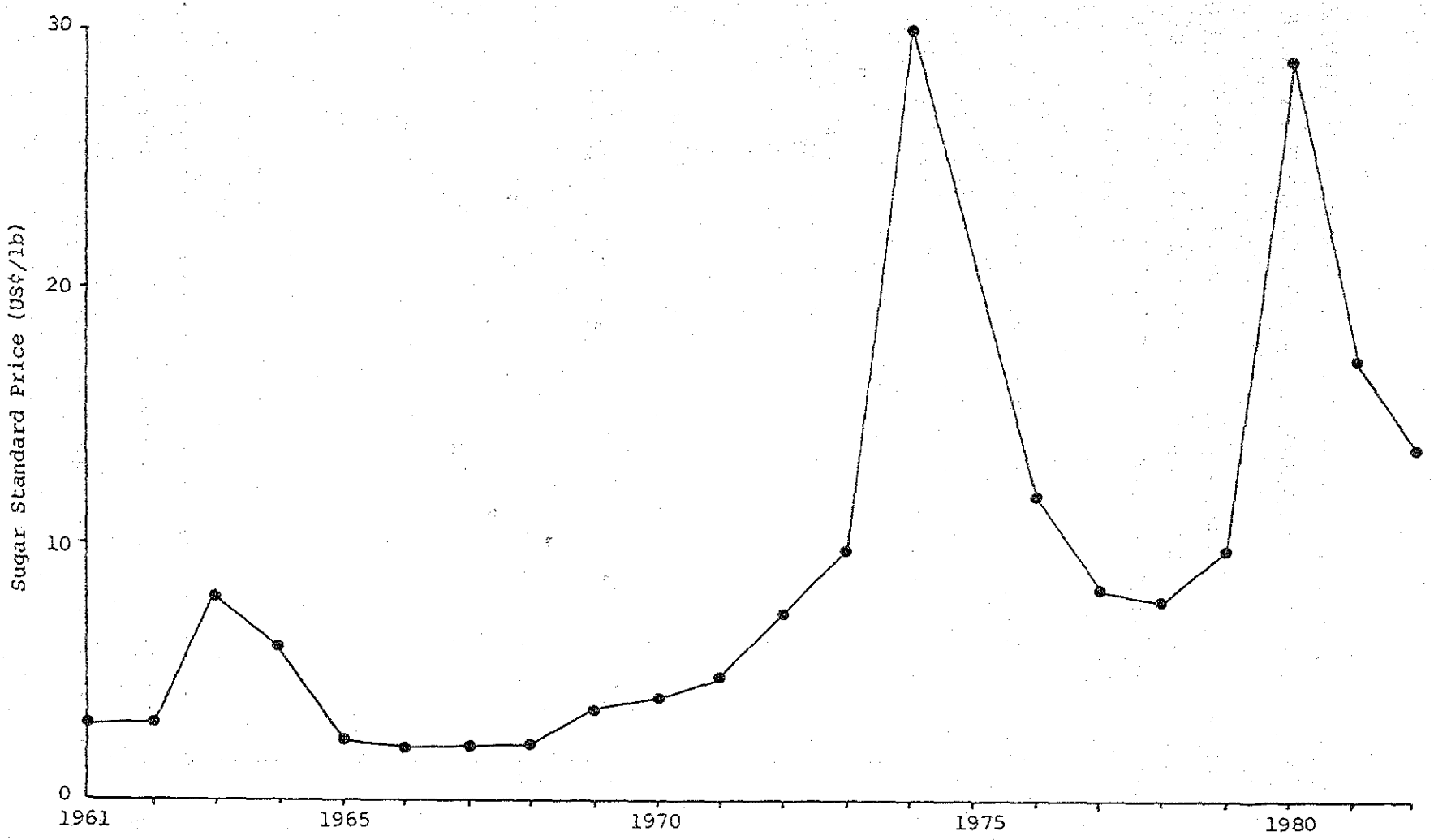
糖蜜の価格推移については、Fig. E－1 でみられるとおりであり、最小二乗法により年平均価格上昇率を求めると約 1.6%となるので、今後もこの価格上昇率が適用できるものとした。

(3)　キャッサバ

キャッサバは前述のとおり、国際取引量が生産量のわずか 1%強という事情もあり価格に関するデータは非常に限られている。

しかしキャッサバの特定輸出入構造、他の飼料作物との競合を考えた場合、需要が急激に増えるとは考えられない。このためキャッサバの価格は今後も急激に

Fig. E-1 World Market Price of Sugar

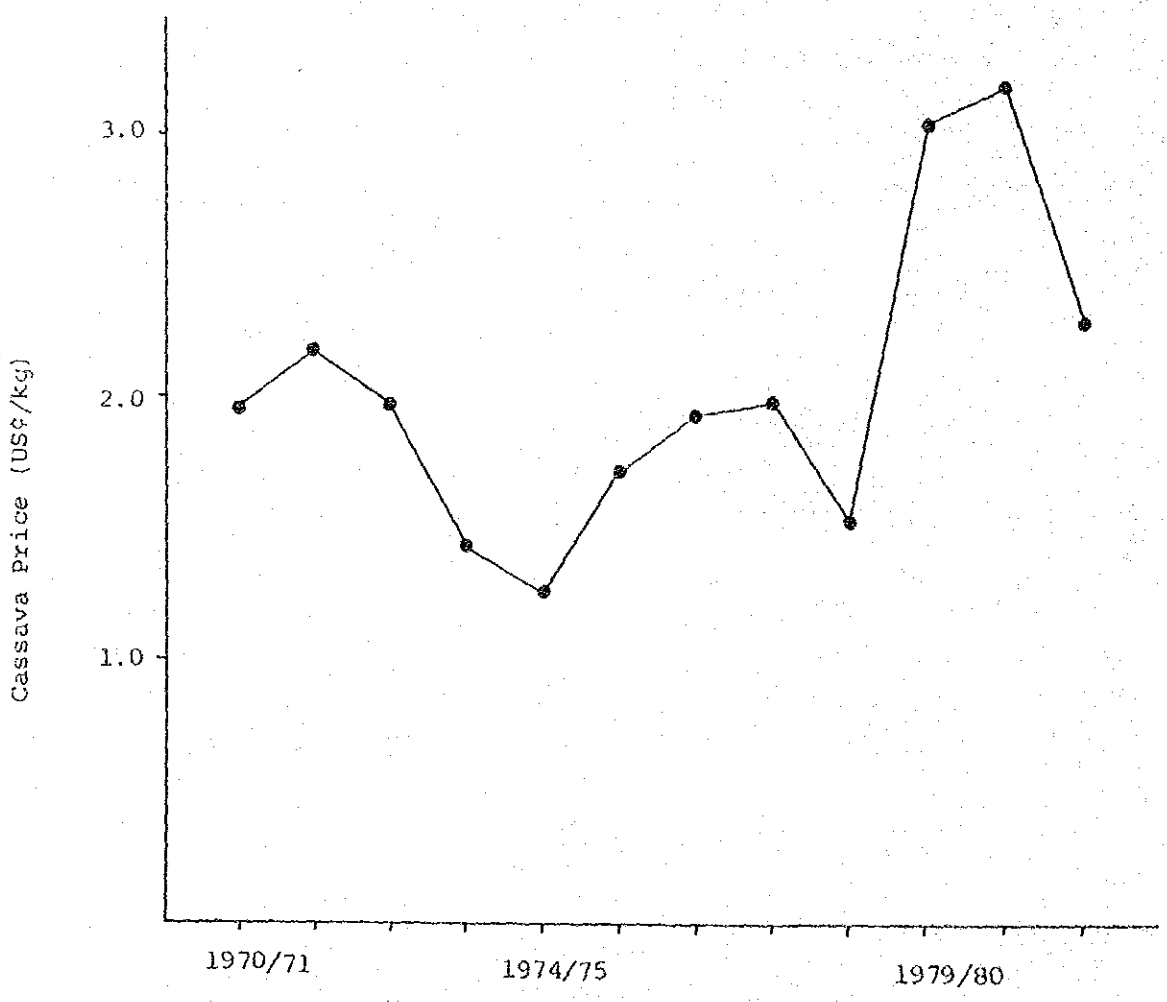


Source: International Sugar Council

上昇することは考えられないが、キャッサバに関する適当なデータがないため、タイにおけるキャッサバの農場出荷価格の過去12年間の価格推移をFig. E−2に示す。

Fig. E−2からこの価格伸び率を最小二乗法で求めると3.9%となり、また前述のとおり、キャッサバに関する今後の需給は急激な変化が考えられないため、今後のキャッサバの価格も年率3.9%上昇で推移するものとした。

Fig. E-2 Changes in Farm Shipping Price of Cassava in Thailand



Note: Applied conversion rate US¢1 = 4.17 Baht

1．2　合成法

1．2．1　原料の量的な見通し

合成法の原料であるエチレンの総生産量は生産の章でTable　B－7に示したとおり1980年の時点で約36百万t生産されている。

一方合成法によるエチルアルコール生産量はShellの調査した結果によれば、1980年で約1,600千kl生産されておりこのエチルアルコール用として用いられたエチレンは約0.6百万tとなる。

したがって合成エチルアルコール製造用として消費されるエチレン（0.6百万t）はエチレン総生産量（36百万t）に対しわずかに1.6％を占めるのみであり、さらに将来産油国で石油随伴ガスからのエチレン生産が、計画されていること、および現状のエチレンプラントの世界的な低稼動率を考慮すると、合成法の原料であるエチレンは、量的に供給余力は充分あるといえる。

1．2．2　原料価格の見通し

合成法の原料であるエチレンは、ナフサ、天然ガス、石油随伴ガスの熱分解により製造される。

エチレン価格の原価構成は近年の石油価格上昇により、エチレン原料費の占める割合がきわめて高く、業界では約80％といわれている。

したがってエチレン価格は、エチレン原料の価格上昇に80％織込むこととした。

ナフサの価格推移については、ナフサが石油の一溜分であることから、原油の価格上昇に連動すると考えて良い。原油の価格予測は各種国際機関により行われているが、世銀レポートEmerging Energy and Chemical Applications of Methanolで価格上昇率は毎年2.5％と予測しており、この予測はIEAの予測などを考慮すると妥当と考えられるので、本調査では今後ナフサを原料とするエチレンの価格は毎年2.0％ずつ上昇するとした。

天然ガスの価格はアメリカでは1985年まで、エネルギー価格統制により実勢よりも低く抑えられているが、1986年以降は低硫黄C重油と発熱量換算した価格まで上昇し、ナフサからのエチレン価格と同程度になるといわれている。したがって天然ガスを原料とするエチレンは、前述のとおり1980年の価格は＄490／tとナフサからのエチレン価格＄750－800／tに比べ安価であるが、1985年まで毎年2.0％上昇し1986年にナフサからのエチレンと同価格まで急上昇し、1986年以降は再び毎年2.0％ずつ上昇するものとした。

石油随伴ガスについてはShellがサウジアラビアで1986年稼動開始で350千kl／年の合成法エチルアルコールプラントを計画しており、エチレン原料として石油随伴ガスが使用される。石油随伴ガスのコストは＄0.5／MMBTUといわれており、この原料から製造されるエチレン価格は約＄400／tと推定されている。

またこの石油随伴ガスによるエチレン価格は政策的に長期間据置かれるといわれており、合成法の各原料のうち生産コスト上、もっとも有利と考えられている。

以上から石油随伴ガスからのエチレン価格は1986年以降＄400／tの価格で、価格上昇は織込まず、そのままの価格で推移すると予想した。

2. 生産技術動向

技術革新については生産の章で述べたが、本章では技術革新による生産コストへの影響について検討する。

生産技術の革新により生産コストに影響する主な要因としては

- 原料の単位面積当りの収穫量増大による生産コスト低減（発酵法のみ）
- 原料、用役量節減による生産コスト低減
- 建設費削減による生産コスト低減
- 生産規模拡大による生産コスト低減

が考えられるので、各要因について発酵法と合成法に分けて新設設備を前提とした場合に、生産の章で述べた近年の平均的な生産コストをベースとして、技術革新によりどの程度の生産コストが低減できるか可能性を述べる。

2. 1 発酵法

主な原料として糖蜜、さとうきび、キャッサバの各原料別に検討する。

なお生産の章の技術革新で述べた最新技術は、技術的完成度が比較的高いと思われる項目のみ、生産コスト低減に反映させることとした。

2. 1. 1 糖　蜜

(1) 原料の単位面積当りの収穫量増大による生産コスト低減

糖蜜は砂糖工場の副生品であり原料作物でないため本項目は該当しない。

(2) 原料、用役量節減による生産コスト低減

糖蜜が原料の場合の最新プロセスは比較的、技術的完成度が高いと考えられる最新技術を織込み、発酵工程には固定化酵母による連続発酵法を、蒸溜工程には加圧蒸溜法を前提とした。すなわち製造工程は

糖　蜜
↓
発　酵（固定化酵母による連続発酵法）
↓
蒸　溜（加圧法）

↓

エチルアルコール

とした。

原料の量節減による生産コスト低減は、発酵工程が固定化酵母法になっても変化しないものとした。

用役量の節減については、蒸溜工程に加圧法を採用することにより、生産コストの低減が可能となる。加圧法は蒸溜工程で使用する用役の約30%が節減可能といわれている。一般的に原料が糖蜜の場合、蒸溜工程の用役使用量は、全体の約85%を占めるといわれているので、加圧法採用により全体用役使用量の約26%が節減可能となる。

(3) 建設費低減による生産コスト低減

前項で述べた発酵工程で固定化酵母法を採用することにより、発酵工程での建設費削減が可能となる。固定化酵母法は発酵工程に係わる設備費の20－30%削減可能とされており、一方原料が糖蜜の場合、発酵工程に係わる設備費の全体設備に占める割合は約25%を占めるので、固定化酵母法採用により全体建設費は約5－7.5%削減できる。本調査では平均値として6%とした。

また蒸溜工程の加圧法採用による建設費への影響もあるが、蒸溜工程で加圧した場合、蒸溜塔は肉厚が厚くなるが塔径は小さくなり、一般的には若干安くなるといわれているが、全体設備費に与える影響は小さいので本調査では計上しないこととした。

(4) 生産規模拡大による生産コスト低減

原料が糖蜜の場合、砂糖の生産国においては通常糖蜜の集荷を考慮してエチルアルコール工場は砂糖工場の近くに建設される場合が多い。

したがってエチルアルコール工場の規模は、原料糖蜜の輸送コスト上経済的な制約があるので、生産規模の拡大は考慮しないこととした。

以上をまとめると原料が糖蜜の場合、技術革新により、

- 用役費が26%低減
- 建設費が6%低減

することとなる。

2. 1. 2 さとうきび

(1) 原料の単位面積当りの収穫量増大による生産コスト低減

さとうきびの単位面積当りの収穫量をFAO統計の1968－1978年の10年間の

伸び率でTable　E−6に示す。この10年間でブラジル、インド、キューバは各々18.8%、3.7%、12.1%の伸びを示している。今後の収穫量もほぼ過去と同程度は伸びると予想し、さとうきびの単位面積当りの収穫量は今後10%の伸びを期待できるものとした。この伸び率は過去10年間のブラジル、キューバの伸び率から見て達成不可能な伸び率ではない。

(2)　原料、用役量節減による生産コスト低減

さとうきびが原料の場合の最新プロセスは、糖蜜の場合と同じプロセスとし、

さとうきび
↓
発　　酵（固定化酵母による連続発酵法）
↓
蒸　　溜（加圧法）
↓
エチルアルコール

とした。

原料の量節減による生産コスト低減は、発酵工程が固定化酵母法となっても変化しないものとした。

用役量の節減については、蒸溜工程に加圧法を採用することにより、蒸溜工程の用役が約30%節減される。一般的に原料がさとうきびの場合、蒸溜工程で使用される用役使用量は全体の約70%を占めるといわれているので、全体用役使用量の約21%が節減可能となる。

(3)　建設費削減による生産コスト低減

発酵工程で固定化酵母法を採用したので発酵工程に係わる設備費の20−30%が削減可能となるが、原料がさとうきびの場合、発酵工程設備費の全体設備に占める割合は約15%であるので、全体建設費の3−4.5%が削減可能となる。本調査では平均的に固定化酵母法採用により、全体設備費の4%が削減できるとした。

(4) 生産規模拡大による生産コスト低減

原料がさとうきびの場合、原料の輸送コスト上、生産規模は制限される。生産の章で近年の平均的な能力として120 kl／日としたが、輸送コスト上この120 kl／日の生産規模が妥当と思われる。

以上をまとめると原料がさとうきびの場合、技術革新により

- 原料費が10%低減（収穫量増大）

Table E-6 Growth of Farm Products

	Production (1,000 MT)	Yield (kg/ha)	Cultivated Hectarage (1,000 ha)	Average Annual Growth Rate for the Last 10 Years (%)
(Rice)				
China	143,400	3,717	38,575	14.6
India	69,000	1,792	38,500	8.8
Indonesia	26,350	2,977	8,850	25.3
(Wheat)				
China	60,003	1,444	40,001	32.0
USA	58,289	2,301	25,333	7.2
India	34,982	1,574	22,220	24.6
(Cassava)				
Brazil	24,935	11,844	2,105	-28.6
Indonesia	13,100	9,371	1,398	24.1
Thailand	12,500	12,500	1,000	-25.5
(Sweet Potato)				
China	92,600	8,527	10,860	4.6
Viet Nam	2,400	6,316	380	26.0
Indonesia	2,350	7,605	309	23.0
(Sugar Cane)				
Brazil	138,325	54,906	2,519	18.8
India	156,450	50,160	3,119	3.7
Cuba	70,000	53,030	1,320	12.1
(Corn)				
USA	197,208	6,330	28,726	10.0
China	40,620	3,113	13,050	9.0
Brazil	16,309	1,442	11,314	11.0
(Potato)				
Poland	49,582	20,312	2,441	20.7
USA	15,769	30,456	518	17.2
China	14,040	9,154	1,543	15.5

Source: FAO

・ 用役費が18%低減

・ 建設費が4%低減

が期待できる。

2. 1. 3 キャッサバ

(1) 原料の単位面積当りの収穫量増大による生産コスト低減

キャッサバの単位面積当りの収穫量の伸びをFAO統計によりTable E−6に示す。Table E−6によると最近10年間の平均の伸び率はブラジル、タイで各々−28.6%、−25.5%となっているが、逆にインドネシアでは24.1%収量増加している。

しかしキャッサバがエチルアルコール原料作物として注目されたのは近年であり、世界各地で品種改良、栽培技術の改善、計画栽培による通年収穫等が研究されている。また世銀レポートによっても現行の9−12 t／haから20 t／haまで増収可能としていること、および世界平均収量程度と考えられるインドネシアが伸び率24%を達成していることから、今後のキャッサバの単位面積当りの収穫量は20%の伸びが期待できると見てよい。

(2) 原料、用役量節減による生産コスト低減

キャッサバが原料の場合の最新プロセスは、液化糖化工程は無蒸煮法とし、発酵工程・蒸溜工程は糖蜜、さとうきびと同様に各々固定化酵母による連続発酵法、加圧法とした。

キャッサバ
↓
液化・糖化（無蒸煮法）
↓
発　　酵（固定化酵母による連続発酵法）
↓
蒸　　溜（加圧法）
↓
エチルアルコール

原料の量節減による生産コスト低減は、発酵工程が固定化酵母法となっても変化しないものとした。

用役量の節減については、液化糖化工程では、無蒸煮法を採用することにより液化糖化工程で消費する用役の約60%が節減され、蒸溜工程では加圧法の採用により、蒸溜工程で消費する用役の約30%が節減される。

一般的にキャッサバが原料の場合、全体工程の用役使用量に対し、液化糖化工程は約30%、蒸溜工程は60%の用役が使用される。したがって新技術により液化糖化工程で18%、蒸溜工程で18%の合計約36%の用役量節減が期待できる。

(3) 建設費削減による生産コスト低減

固定化酵母法による発酵工程の建設費削減は、原料がキャッサバの場合、発酵工程に係わる設備費の全体設備費の割合は約20%といわれるので、これに固定化酵母法による設備費削減可能率20－30%を乗ずると、全体設備費の約4－6%が削減可能となる。したがって平均して全体設備費の5%が削減可能とした。

(4) 生産規模拡大による生産コスト低減

原料がキャッサバの場合も、さとうきびと同様、原料集荷上、生産規模は制限されるので、平均的なエチルアルコール製造能力として考えた120 kl／日が妥当と考えた。

以上をまとめると原料がキャッサバの場合、技術革新により

- 原料費が20%低減（収穫量増大）
- 用役費が36%低減
- 建設費が5%低減

が期待できる。

2．2 合成法

合成法による最新プロセスとして、蒸溜工程に加圧法を織込み次のとおりとした。

エチレン
↓
反応工程
↓
蒸溜工程（加圧法）
↓
エチルアルコール

2．2．1 原料、用役量節減による生産コスト低減

合成法の場合、原料費節減は反応工程における触媒の改良などにより可能となるが、技術革新で述べたとおり、最近は触媒の開発研究もあまり活発には行われていないと報告されているので、原料費は変化しないとした。

用役量の節減については蒸溜工程に加圧法を採用することにより、生産コストの低減が可能である。

合成法では蒸溜工程の用役使用量は約85%を占めるので、加圧法による節減率の30%を乗ずると、約26%の用役使用量が削減可能となる。

2. 2. 2 建設費削減による生産コスト低減

発酵法の糖蜜で述べたとおり、加圧法により若干安くなることが期待されるが、発酵法でも計上しないこととしたので同様とする。

2. 2. 3 生産規模拡大による生産コスト低減

Table E−7に世界の合成法による製造メーカーを示す。

Table E−7でエチレンの原料はサウジアラビアにおけるSABIC／Shellの計画のみ石油随伴ガスで、他はナフサまたは天然ガスである。

このTableから合成法において最近建設された設備または計画中の設備は、大型化を志向し、生産規模拡大を図っているのがわかる。

ナフサ、天然ガスおよび石油随伴ガスを原料とする場合の1970年以降に建設された設備および計画中の設備の平均生産能力は約170千kl／年（135千t／年）である。

生産の章において合成法の能力は約40千kl／年としたが、今後合成法の設備が新設される場合には、1970年以降と同様の大型化が志向されるので平均的な生産能力を170千kl／年とすると、生産規模拡大による生産コスト低減を経験則としての0.7乗則により試算する。170千kl／年の設備費は生産能力が4.25倍にもかかわらず約2.75倍である。

したがって将来合成法の生産能力が170千kl／年とすると設備費に対する固定費が約36%低減が期待できる。

以上をまとめると、合成法における技術革新により、

- 用役費は26%の低減
- 建設費は36%の低減（大型化）

が期待できる。

3. 生産コスト動向

現状における発酵法または合成法で製造される平均的な生産コストについては、新設設備を前提として、生産の章で試算を行ったが、

- 原料市場動向
- 生産技術動向

による生産コストへの影響を把握するため2000年を想定し、生産コスト試算を行った。この試算は種々原料を使用した場合の、発酵法と合成法の生産コストの相対的な関係を調べることを目的としたものであるため、設備費、人件費等の一般的な価格上昇は織込まないこととした。

Table E-7 Synthetic Ethyl Alcohol Manufacturers of the World

Country	Manufacture	Plant	Process	Start of Operation (Year)	Production Capacity (1,000 (MT/y)
USA	Union Carbide Corp.	Texas City, Texas	Direct method - Technology proprietary process	1969	370
	Shell Chemical Co.	Houston, Texas	" - Shell process	1948	120 (Stopped in 1979)
	Publicker Industries Inc.	Philadelphia, Pa.	" - VEBA process	1968	185
	US Industrial Chemicals Co. (National Distillers)	Tuscola, Ill.	" - Technology proprietary process	1972	200
	Texas Eastman	Longview, Texas	" - "	1956	77 [952-832]
UK	B.P. Chemicals	Cragenouth Scot.	Direct method - Shell process	1951/56	35
			" - VEBA process	Under Construction	(155)
		Baglan Bay S. Wales	" - "	1973	155
	British Celanese	Spondon		1930	40
			Schweitlsäure		[230-(350)]
Germany, Fed. Rep.	Eraölchemie GmbH	Köln-Worringen	Direct method - Shell process	1960/63	60
	Chemische Werke Hüls AG	Herne	" - VEBA process	1972	130 [190]
France	Soc d'Ethanol de Synthese (SODES)	Lillebonne	Schweitlsäure	1968	100
Canada	Chemical Alcohols	Yarennes Que.	Direct method - VEBA process	1971	60
Japan	Japan Synthesis Alcohol	Kawasaki	Direct method - Shell process	1965	40
	Japan Ethanol	Yokkaichi	" - "	1972	40 [80]
Korea, Rep. of	Chung Pu Fertilizer	Ulsan	Direct method - Shell process	1974	30 (Stopping)
China	CNTIC	Kirin	Direct method - VEBA process	1978	100
		Taching	" - "	1981	200 [300]
Saudi Arabia	SABIC/Shell Oil (SPPC)	Al Jubail	Direct method - Shell process	1984 Under Construction	280
Eastern Europe	Chemopetrol	Zaluzi (Czechoslovakia)	Direct method - Technology proprietary process	1963	60
	VEB Chem. Werke Buna	Schkopau (German Dem. Rep.)			25
	Rumania				40
	USSR				650 [775]

Source: Fermentation and Industry, Vol. 39, No. 8, 1981.

3．1　ケース設定

試算のケースとしては

A．発酵法で原料糖蜜を用いた場合の世界平均生産コスト

B．発酵法で原料さとうきびを用いた場合の世界平均生産コスト

C．発酵法で原料さとうきびを用いた場合のブラジルの生産コスト

D．発酵法で原料キャッサバを用いた場合の世界平均生産コスト

E．合成法でエチレン原料ナフサの場合のヨーロッパ・日本の平均生産コスト

F．合成法でエチレン原料天然ガスの場合のアメリカの生産コスト

G．合成法でエチレン原料石油随伴ガスの場合のサウジアラビアの生産コスト

とした。

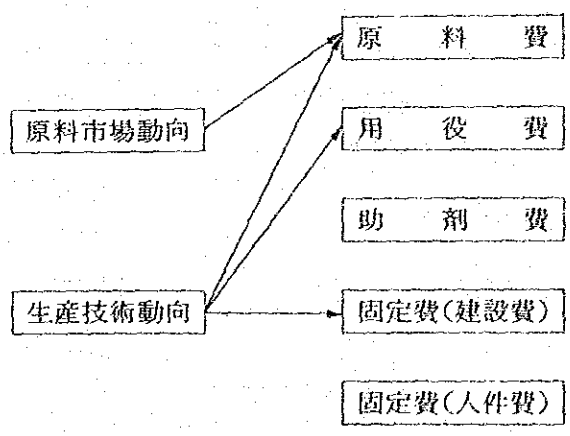
3．2　原料市場動向および生産技術動向のエチルアルコール生産コストへの反映

エチルアルコールの生産コスト要因は大別して

- 原料費
- 用役費
- 助剤費
- 建設費に関係する固定費（償却費等）
- 人件費に関係する固定費

に分けられるので、各々の生産コスト要因と原料市場動向および生産技術動向の関係は次のとおりとした。

生産コスト要因



すなわち厳密には生産技術動向による助剤費、固定費（人件費）への影響もあるが、影響が小さいため本調査では検討の範囲外とした。

3. 3　各ケース別2000年の生産コスト試算

現状における発酵法または合成法で製造される平均的なエチルアルコールのコストは、B章「生産」で検討しTable　B－11にまとめられているが、この現状コストに現在から2000年までのコスト変動要因として原料市場動向と生産技術動向を織込み、2000年の時点における各ケース別の生産コスト試算を行う。

3. 3. 1　ケースA（発酵法で原料に糖蜜を用いた場合の世界平均生産コスト）

現状コストを、Table　B－11の工業用エチルアルコールの生産コストの＄412／klと、燃料用エチルアルコールの生産コスト＄402／klの平均値を採り＄407／klとした。

原料価格は原料市場動向で述べたとおり、原料の糖蜜は毎年1.6%の値上りが見込まれるが、生産技術動向で考察したとおり今後の技術革新により2000年の時点で用役費が26%、建設費が6%の節減を期待できる。これを織込んで計算するとケースAの生産コストは現状の＄407／klが、2000年の時点では＄469／klになると予想される。この計算結果をTable　E－8にまとめる。

3. 3. 2　ケースB（発酵法で原料にさとうきびを用いた場合の世界平均生産コスト）

現状コストはTable　B－11から＄429／klである。原料価格は今後原料のさとうきびについて毎年3.3%の値上りが見込まれるが、今後の技術革新により2000年の時点で原料費が10%、用役費が18%、建設費が6%の節減を期待できる。これを織込んで計算するとケースBの生産コストは現状の＄429／klが2000年の時点では＄628／klになると予想される。この計算結果をTable　E－9にまとめる。

3. 3. 3　ケースC（発酵法で原料にさとうきびを用いた場合のブラジルの生産コスト）

現状コストはTable　B－11から＄279／klである。原料価格は今後原料のさとうきびについて毎年3.3%の値上りが見込まれるが、今後の技術革新により2000年の時点で原料費が10%、用役費が18%、建設費が6%の節減を期待できる。これを織込んで計算するとケースCの生産コストは現状の＄279／klが2000年の時点では＄386／klになると予想される。この計算結果をTable　E－10にまとめる。

3. 3. 4　ケースD（発酵法で原料にキャッサバを用いた場合の世界平均生産コスト）

現状コストはTable　B－11から＄427／klである。原料価格は今後原料のキャッサバについて毎年3.9%の値上りが見込まれるが、今後の技術革新により2000年の時点で原料費が20%、用役費が36%、建設費が5%の節減を期待できる。これを織込んで計算すると、ケースDの生産コストは現状の＄427／klが2000年の時点では＄502／klになると予想される。この計算結果をTable　E－11にまとめる。

Table E-8 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

A. Fermentation Process (World Average), Raw Material: Molasses

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological** Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	259	1.6%/year	→	344
	Utilities costs	74		-26%	55
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	66		-6%	62
	Labor cost	6		→	6
Total		407*			469

* Average production cost of industrial and fuel ethyl alcohol.
** → indicates no technological progress.

Table E-9 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

B. Fermentation Process (World Average), Raw Material: Sugar Cane

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	330	3.3%/year	-10%	533
	Utilities costs	2		-18%	2
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	89		-4%	85
	Labor cost	6		→	6
Total		429			628

Table E-10 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

C. Fermentation Process (Brazil), Raw Material: Sugar cane

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	180	3.3%/year	-10%	291
	Utilities costs	2		-18%	2
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	89		-4%	85
	Labor cost	6		→	6
Total		279			386

Table E-11 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

D. Fermentation Process (World Average), Raw Material: Cassava

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	208	3.9%/year	-20%	331
	Utilities costs	123		-36%	79
	Chemical cost	18		→	18
Fixed costs	Construction cost	72		-5%	68
	Labor cost	6		→	6
Total		427			502

3. 3. 5　ケースE（合成法でエチレン原料がナフサの場合のヨーロッパ、日本の平均生産コスト）

発酵法と異なりエチレンを原料としてエチルアルコールを製造する合成法の現状コストはTable　C−3で世界平均値を算出したが、この検討ではエチレンの価格がエチレンを製造する場合の原料であるナフサ、天然ガス、石油随伴ガスにより各々異なるため、ケースEはヨーロッパ、日本で主に使用されているナフサをエチレン原料とした場合の2000年における生産コストを試算する。

現状コストのうち原料費は、ヨーロッパ、日本におけるエチレン価格が＄775／tでありエチルアルコールを1kl製造するのに要するエチレンが0.48　tであるので＄775×0.48＝＄372／klとなる。またこの原料費はエチレンの原料であるナフサが原油価格と同じく毎年2.5%値上りするが、エチレン原価に原料ナフサの占める割合が80%であるので、2.5%×80%としエチレン価格は毎年2.0%の値上りとした。

一方、技術革新により2000年の時点で用役費が26%、建設費が設備大型化により36%節減を期待できる。これを織込んで計算するとケースEの生産コストは現状の＄564／klが2000年の時点では＄665／klになると予想される。この計算結果をTable　E−12にまとめる。

3. 3. 6　ケースF（合成法でエチレン原料が天然ガスの場合のアメリカのコスト）

現状コストのうち原料費は、アメリカにおけるエチレン価格が＄427／tでありエチルアルコールを1kl製造するのに要するエチレンが0.48　tであるから＄427×0.48＝＄237／klとなる。現在から1985年までアメリカでの天然ガスの価格はエネルギー価格統制により実勢よりも低く抑えられているが、1986年以降は天然ガスの価格が低硫黄C重油と発熱量換算した価格まで上昇し、エチレン価格は天然ガスを原料とした場合とナフサを原料とした場合に同程度になるだろうと業界では予測されている。したがって2000年における原料費はケースEと同じ＄531／klを採用した。

一方技術革新により2000年の時点で用役費が26%、建設費が36%の節減を期待できる。これを織込んで計算するとケースFの生産コストは現状の＄427／klが2000年の時点ではヨーロッパ、日本と同じ＄665／klになると予想される。この計算結果をTable　E−13にまとめる。

3. 3. 7　ケースG（合成法でエチレンの原料に石油随伴ガスを用いた場合のサウジアラビアの生産コスト）

現状コストのうち原料費は、サウジアラビアにおけるエチレン価格が＄400／tと業界で予想されており、またこの価格は政策的に据え置かれるといわれているので、2000年の時点まで原料費は＄400×0.48＝＄192／klとした。

Table E-12 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

E. Synthesis Process (Average of Europe and Japan), Raw Materials: Naphtha

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	372*	2.0%/year		531
	Utilities costs	83		-26%	61
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	101		-36%	65
	Labor cost	6		→	6
Total		564			665

* Average ethylene production cost of Europe and Japan: US$775/MT x 0.48.

Table E-13 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

F. Synthsis Process (USA), Raw Material: Natural gas

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	235*			531**
	Utilities costs	83		-26%	61
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	101		-36%	65
	Labor cost	6		→	6
Total		427			665

* Ethylene production cost in USA: US$490/MT x 0.48.
** Same as the average raw material cost of Europe and Japan shown in E.

Table E-14 Ethyl Alcohol Production Cost Estimate

G. Synthesis Process (Saudi Arabia), Raw Material: Associated gas

(US$/kℓ)

		Current Production	Factors Affecting Production Cost		Production Cost
		Cost	Raw Material Price	Technological Progress	in 2000
Variable costs	Raw Material cost	192	→		192
	Utilities costs	83		-26%	61
	Chemical cost	2		→	2
Fixed costs	Construction cost	101		→	101
	Labor cost	6		→	6
Total		384			362

一方技術革新により2000年の時点で用役費の26%節減が期待できる。建設費については現在計画されているサウジアラビアにおけるエチルアルコールプラントの能力が35万kl／年と大型であるため、これ以上の大型化による建設費低減は期待できないものとした。これを織込んで計算すると、ケースFの生産コストは1986年のサウジアラビアのエチルアルコールプラントがスタートする時点で＄384／klであるのが、2000年の時点では＄362／klになると予想される。この計算結果をTable　E－14にまとめる。

3. 4　試算結果

試算結果をTable　E－15にまとめる。

Table　E－15から傾向として次のことがいえよう。

- 合成法は石油随伴ガスを原料とする等安いエチレンが得られる場合を除き、競争力を失なっていくと考えられる。
- したがって将来は、発酵法で原料が安価な国（ブラジル等）と、合成法でエチレン原料に石油随伴ガスを用いる場合が、生産コスト上有利になると考えられる。

Table E-15　Ethyl Alcohol Production Cost Estimate for Year 2000

(US$/kl)

Process	Raw Material		Current Prod'n. Cost Est.	Year 2000 Prod'n. Cost Est.
A. Fermentation process	. molasses	. World average	407	409
B. "	. Sugar cane	. World average	429	628
C. "	. Sugar cane	. Brazil	279	386
D. "	. Cassava	. World average	427	502
E. Synthesis process	. Naphtha	. Europe, Japan	564	665
F. "	. Natural gas	. USA	427	665
G. "	. Associated gas	. Saudi Arabia	(384)	362

Figures in ( ) show estimated costs in 1986.

4. 消費市場動向

エチルアルコールの用途については、消費の章で述べたとおり次の3用途に大別される。

工　業　用	
化学工業用	①エチルアルコールの持つ科学的・物理的性質を利用した用途
飲食料品用	①エチルアルコールの持つ科学的・物理的性質を利用した用途
衛生薬品用	①エチルアルコールの持つ科学的・物理的性質を利用した用途
化学工業基礎原料用	②エチレン原料としての用途
燃　料　用	③エネルギーとしての用途

したがって3用途については、用途の相違により代替品も異なり、消費市場の性格も異なるので、用途別に消費市場の動向を検討する。

4. 1　工業用のうち化学工業用、飲食料品用、衛生薬品用としての用途

本用途はエチルアルコールの持つ特性を利用した用途であり、代替品であるメチルアルコール、イソプロピルアルコールが代替可能な分野は、日本の市場を例にすると約10%と非常に低いため、代替品による影響は少ないと考えてよい。

本用途の過去の消費量の伸び率は、毎年0.9%と低くこの市場が成熟した市場であることを示している

今後の市場の伸び率については、GNP弾性値で求める等の方法もあるが、過去の消費量とGNPの相関を分析した結果は、あまり良い相関関係を示していないため、本調査では市場構造の基本的な変化はないと予想されることもあり、過去の伸び率が将来とも継続することとした。

したがって今後毎年0.9%で伸びるとすると、消費量は世界合計で毎年約80千klずつ伸びると予想され、消費量合計は1980年の約8,350千klから2000年では9,980千klになると考えられる。

4. 2　工業用のうち化学工業基礎原料用としての用途

本用途はエチルアルコールから合成法と逆の化学反応によりエチレン等の化学工業基礎原料を得る用途であり、この市場は基本的に石油化学法からのエチレンとの生産コスト面の競争力で決まると考えて良い。

現状における生産コスト試算は前掲のTable　C−3で行ったが、Table　E−15の2000年におけるエチルアルコール生産コストを前提とし、2000年における両法のエチレン生産コスト比較をTable　E−16に試算する。ただし石油化学法は原料費が毎年2.5%上昇し、原料費の占める割合が80%なので、毎年2%の価格上昇とした。

Table E-16 Comparison of Ethylene Production Costs (1)

(US$/MT)

	Existing State	2000
Ethyl Alcohol Process		
World Average	1,023	1,280
Brazil	724	960
Petrochemical Process		
Average for Japan and Europe	775	1,100
USA	490	1,100
Saudi Arabia	--	400

Table E－16から傾向として次のことがいえる。

- エチルアルコールからエチレンを製造する製法は、世界平均では従来の石油化学法に生産コスト面でおよばないが、ブラジル等エチルアルコール生産コストの安い国では、石油化学法に対して現在よりもエチレン生産コスト面で、競争力を強める傾向にある。
- ただし、石油化学法ではサウジアラビア等、産油国での石油随伴ガスを原料とするエチレンが極めて生産コスト上、競争力が強く、現状でも見られるとおり石油化学法は傾向としてナフサ、天然ガスから産油国での石油随伴ガスに、原料転換する傾向が強まるであろう。

原油価格は過去の2回にわたる急激な価格上昇に見られるごとく、政策的に決定されるため極めて変動するので、仮に15年間で価格が倍となる価格上昇率を求めると、毎年5%となる。したがって毎年5.0%ずつ価格上昇するとした場合をTable E－17に示す。ただし石油化学法は原料費が毎年5.0%上昇し、原料費の占める割合が80%なので、毎年4%の価格上昇とする。

Table E－17から仮に原油価格が毎年5.0%ずつ価格上昇した場合には、エチルアルコールの世界平均生産コストから製造されるエチレンはナフサ、天然ガスを原料とするヨーロッパ、日本、アメリカより安価となり、エチルアルコールからエチレンを製造する方法が各国で盛んに行われると予想される。

Table E-17 Comparison of Ethylene Production Costs (2)

(US$/MT)

	Existing State	2000
Ethyl Alcohol Process		
World Average	1,023	1,280
Brazil	724	960
Petrochemical Process		
Average for Japan and Europe	775	1,570
USA	490	1,570
Saudi Arabia	---	400

4. 3 燃料用としての用途

燃料用としての消費市場は、エチルアルコールがガソリン代替品として使用される関係から、ガソリンの価格動向すなわち原油の価格動向が大きく影響する。

原油価格動向については、世銀の Emerging Energy and Chemical Applications of Methanol の中で、毎年 2.5%の価格上昇を見込んでいる。また IEA では 1990 年までは石油価格はあまり変化しないとし、1990－2000 年で年率 3%の価格上昇を予想しており、世銀の毎年 2.5%の価格上昇率の見通しは、IEA 等、他の国際機関の予測を考慮しても、妥当と考えられる。

また原油価格とガソリン生産コスト(工場渡し価格)の関係については、世銀の Alcohol Production from Biomass in the Developing Countries に報告されているので、これを用いて今後の原油価格とガソリン生産コストの関係を Table E－18 に示す。

Table E-18 Crude Oil Price and Gasoline Production Cost

	Existing State (1983)	1990	1995	2000
Crude Oil Price (US$/barrel)	29.0*	34.5	39.0	44.0
Gasoline Production Cost (UC¢/ℓ)	0.25	0.30	0.34	0.38

* Arabian Gulf posted price

Table B－18 と Table E－15 のエチルアルコールの生産コスト試算結果を、ガソリンとの発熱量換算した数値（ガソリン低位発熱量／アルコール低位発熱量＝7,700 kcal／ℓ／5,048 kcal／ℓ）で対比して、Table E－19 に示す。またこの表に参考値としてガソリン生産コストにガソリン税を加えたガソリン販売価格を加えた。

Table E-19 Gasoline and Ethyl Alcohol Production Costs (1)

(US¢/ℓ)

		Existing State	2000
Gasoline production cost		0.25	0.38
Gasoline market price		0.55 - 0.65	0.68 - 0.78
Ethyl Alcohol	World average molasses-based production cost	0.62	0.71
	World average sugar cane-based production cost	0.65	0.96
	Sugar cane-based production cost in Brazil	0.43	0.59
	World average cassava-based production cost	0.65	0.76

Note: The gasoline market prices represent the amount obtained by adding the gasoline tax of US¢0.30-0.40/ℓ to the gasoline production cost.

Table E－18 から原油の価格が毎年 2.5%ずつ価格上昇するケースでは、エチルアルコールの生産コストは、2000 年の時点でもガソリン生産コストより高く、エチルアルコールに対しては政府の優遇策が必要であると予想される。

原油価格を仮に毎年 5%ずつ価格上昇するとしたケースを Table E－20 に示す。Table E－20 から仮に原油の価格が毎年 5.0%ずつ価格上昇するケースでは、ブラジル等エチルアルコールの生産コストの安い国では、エチルアルコール生産コストとガソリン生産コストがほぼ等しくなり、経済ベースで対抗できることから、ガソリン代替が急激に行われると予想される。

Table E-20 Gasoline and Ethyl Alcohol Production Costs (2)

(US¢/ℓ)

		Existing State	2000
Gasoline production cost		0.25	0.57
Gasoline market price		0.55 - 0.87	0.87 - 0.76
Ethyl Alcohol	World average molasses-based production cost	0.62	0.71
	World average sugar cane-based production cost	0.65	0.96
	Sugar cane-based production cost in Brazil	0.43	0.59
	World average cassava-based production cost	0.65	0.76

II. 需給見通し

需給見通しについて短期的展望、長期的展望に分けて述べる。

1. 短期的展望

エチルアルコールの主な3用途に分けて、現在から、サウジアラビアの合成法が稼動する1986年頃までの需給見通しを述べる。

1. 1 工業用一般用途（化学工業用・飲食料品用・衛生薬品用）

本用途において、まず需要側の状況を分析し、次にこの需要に対する供給側の対応について述べる。

1. 1. 1 需 要

需要としてはまず本用途における需要の毎年の伸びが、前述のとおり約80千kl(0.9%)が期待できる。したがって現在（1983年）から1986年までには約240千kl程度の新規需要が予想される。

一方合成法でナフサ、天然ガスを原料とする生産コストは2000年で約＄665／klと予想され、ブラジルなど原料が安い国による発酵法の生産コスト＄386／kl、および石油随伴

ガスをエチレン原料とする産油国における合成法の生産コスト＄362／klに対し、極めてコスト高となり競争力を失うため、

- 発酵法に製法転換
- 発酵法のエチルアルコールを輸入
- 石油随伴ガスをエチレン原料とする生産コストの安い合成法のエチルアルコールを輸入

という動きが予想される。この製法転換または輸入に変わる量的な把握については、既存プラントを休止する場合の種々の政策的な問題、生産した場合の生産コストと輸入コストとの比較、自国農作物の保護政策等の問題があり、予想は困難であるが、現在の合成法による生産量から休止する割合を予想し、製法転換または輸入に変わる量を推定する。Shellの調査した結果によると1980年の合成法による生産量は約1,600千klとされており、今後仮に10－30％合成法が休止するとした場合、約160千－480千klが発酵法に製法転換されるか、輸入される可能性がある。

したがって1986年までの短期展望としては

需要増	240千kl
合成法からの転換又は輸入	160千－480千kl
合　　計	約400千－720千kl

の需要増加が考えられる。

1．1．2　供　給

需要増に対する供給としては、今までは貿易の章で前述したごとく、基本的に需要増が生じた当該国で供給されるいわゆる自給自足型であったが、今後は発酵法原料の農産物価格の差、合成法原料のエチレン価格の差が拡大するため、国際取引が活発化すると考えられる。

需要増が生じた当該国で、生産が行われるか輸入するかの判断は、政策的な面のほか、コストの面では当該国の生産コストと輸入コストの比較になる。輸入した場合のコスト増加要因としては

フレート	約＄60－80／kl
精製費（規格の差がある場合）	約＄50／kl
関　税	α

があり、したがってエチルアルコールの輸出可能性は対象国より約＄110－130／klに関税分を加えた価格だけ安く輸出可能か否かとなる。

前述のとおりこの可能性のある国としては

- 発酵法の原料が安価な国（ブラジル等）
- 合成法で石油随伴ガスをエチレン原料とするサウジアラビア（1986年稼動）

などが考えられ、この両者のコスト競争となろう。

1．2　化学工業基礎原料用

本用途は原油の価格上昇が極めて大きく影響する用途のため、前述の消費市場動向では原油の価格上昇率を毎年2.5%と5.0%の2ケースについて検討したが、国際機関の見通しでは、1986年頃までは原油価格は安定するだろうとの見方が一般的であるため、短期的展望では原油の価格上昇を年率2.5%とする。

原油の価格上昇を年率2.5%とした場合は、Table　E－16に既に示したとおり現状および2000年の時点で、エチルアルコールからエチレンを生産する世界平均生産コストは、石油化学法におよばない。

ただしブラジルなどエチルアルコール生産コストの安い国では現状から、1986年にかけてヨーロッパ、日本の石油化学法に対してエチレン生産コスト面で競争力があるので、ブラジル等を中心にエチルアルコールをエチレン等、化学工業の基礎原料として使用する傾向が強まることが予想される。

1．3　燃料用

短期的展望に当っては化学工業基礎原料用と同様に、原油の価格上昇を年率2.5%とする。

Table　E－19でみたとおり原油の価格上昇が年率2.5%では、エチルアルコール生産コストの安いブラジルの場合でも、熱量換算したエチルアルコール生産コストはガソリンの生産コストと販売価格の間にあり、これはガソリン税のある部分は減収となり、政府の優遇策が必要なことを示している。

したがって燃料用としての用途は、各国の優遇策によるガソリン税の減収と、他の政策要因すなわち外貨収支、農産物育成策等との兼合いで決定されることが予想される。したがって短期的には現状の延長線上にあり、外貨収支、農産物生産育成等の政策を有する国が燃料用エチルアルコールの生産を継続すると考えられる。

2．長期的展望

2000年頃までの長期的展望を用途別に述べる。

2．1　工業用一般用途

2．1．1　需　要

需要増として前述のとおり毎年年率0.9%で伸びるとすると、1980年の世界の工業用エチルアルコール総需要量が約8,350千klから、2000年には9,980千klに伸びると予想され、需要増は約1,630千klとなる。

合成法からの製法転換または輸入への変化を量的に把握するのは困難であるが、1980年における合成法の生産量約1,600千klの仮に30－50%に相当する設備が休止するとした

場合、約480千－800千klが発酵法へ転換または輸入される可能性がある。

したがって2000年における長期展望としては、

需要増	1,630千kl
合成法から転換または輸入	480千－800千kl
合　　計	約2,110千－2,430千kl

の需要増加が考えられる。

2．1．2　供　給

基本的には短期的展望で述べたとおり需要増の生じた当該国で、発酵法による生産または輸入が志向され、この輸入に対して輸出競争力を持っている国としては

- 発酵法の原料が安価な国（ブラジル等）
- 合成法で石油随伴ガスをエチレン原料として使用できる産油国

が考えられる。

2．2　化学工業基礎原料用

原油の価格上昇率が毎年2.5%の場合は傾向として

- エチルアルコールからエチレンを生産する世界平均生産コストは、石油化学法におよばない。
- ただしブラジル等エチルアルコール生産コストの安い国では、現在よりも石油化学法に対し競争力を強めるため、エチルアルコールを化学工業の基礎原料として使用する動きが強まることが予想される。

原油の価格上昇率が毎年5%の場合には、エチルアルコールからエチレンを生産する世界平均生産コストは、ナフサ、天然ガスを原料とするヨーロッパ、日本、アメリカの石油化学法のエチレン生産コストより安価となり、エチルアルコール生産コストの安いブラジル等の国では、エチルアルコールを化学工業基礎原料用として使用する動きが、ますます強まることが予想される。ただし輸出の可能性については、ヨーロッパ、日本、アメリカ等はエチレン原料を産油国に求める動きがあり、産油国のエチレン生産コスト約＄400／tと、ブラジルにおけるエチルアルコールからのエチレン生産コスト約＄960／tを比較すると、輸出市場を期待するのは難しいと考えられる。

2．3　燃料用

原油の価格上昇率が毎年2.5%の場合には、2000年においても熱量換算したエチルアルコール生産コストは、ガソリン生産コストと販売価格の間にあり、政府の優遇策が必要である。

したがって長期的にも燃料としての用途は、各国の優遇策によるガソリン税の減収と他

の政策要因、すなわち外貨収支、農産物育成政策等との兼合いで決定され、現状から余り変化はないと予想される。

原油の価格上昇率が仮に5%となった場合には、エチルアルコール生産コストの安いブラジル等においては、熱量換算したエチルアルコール生産コストは、ガソリン生産コストとほぼ等しくなり、経済ベースでガソリンに対し競争力を持つこととなり、エチルアルコールを安価に生産できる各国で、エチルアルコールによるガソリン代替が急激に進むことが予想される。

ただし輸出の可能性については、フレート等のコスト増を考慮すると、輸入を考慮する当該国にとってエチルアルコール輸入価格の方が、ガソリン生産コストより高くなり、さらに輸入国の石油業界、自動車業界等の対応の問題もあるため、輸出市場を期待するのは難しいと考えられる。

III. ブラジル産品の輸出可能性の検討

需給見通しの結果からブラジル産品の輸出可能性は次のとおりである。

1. 一般工業用

今後の世界の需要量の伸びは毎年約80千kl(0.9%)と見込まれ、需要量は1980年の約8,350千klから2000年では約9,980千klと、1,630千klの需要増が予想される。またナフサ、天然ガスをエチレン原料とする合成法はコスト競争力を失うと考えられ、仮に2000年の時点で現状の合成法の30－50%が休止し発酵法または輸入に切り替わるとすれば約480千－800千klとなる。したがって需要増は2000年の時点で需要増分約1,630千klと合成法の休止分約480千－800千klを合わせ合計約2,110千－2,430千klと予想される。

一方供給は、コスト競争力から農産物の安い国における発酵法と石油随伴ガスによる合成法でなされる見込みである。

2. 化学工業基礎原料用

エチレンを製造する方法としてエチルアルコールから製造する方法が、ナフサまたは天然ガスから製造する方法と比較して現在よりもコスト上有利になると考えられる。したがって、ブラジル、インドのようにその国で生産される農産物からエチルアルコールを生産できる国においては、かなりの量のエチルアルコールが化学工業基礎原料用として使用されると考えられる。

一方産油国における石油随伴ガスを原料とするエチレンは生産コストが非常に安いため、ヨーロッパ、日本、アメリカ等の国のエチレン原料を産油国に求める動きが強まると予想される。しかし工業国におけるナフサを原料とする石油化学法は、プロピレン芳香族

化合物のように副製品を多量に製出し、エチレンと同様これらの副製品も有効に利用されているため、ナフサからの石油化学法も将来継続して生産が行われると予想される。

3. 燃料用

原油の価格上昇率を仮に5%としても、ブラジル等農産物の安い国で製造されるエチルアルコール生産コストが、ガソリン生産コストとほぼ等しくなり、エチルアルコールの生産コストの安い国では燃料用のエチルアルコール生産が盛んになるであろう。但し輸出を考慮する場合は、フレート等のコスト増加要因および相手国の石油精製業界、自動車業界の対応等を充分考慮する必要がある。

以上をまとめるとブラジルがエチルアルコールを輸出できる可能性は次のとおりと考えられる。

まず一般工業用用途としては2000年における世界全体の需要増加量は約2,000千kl と予想される（このエチルアルコールの需要増加を原料として全て砂糖きびを用いると仮定すると砂糖きびを約30百万t要し、砂糖きびの栽培用地として新規に600千ha要する)。この需要増加に対してブラジルは輸出できる可能性の高い国であり、競争力としてはサウジアラビア等の産油国が考えられる。

第2および第3の用途の化学工業基礎原料用および燃料用としては、ブラジルのように農産物価格が安く発酵法によってエチルアルコールが安く製造できる国では、急速にエチルアルコールが両用途に消費されると考えられる。

さらに、もし再び原油の供給面での不安や価格高騰が将来起きた場合、非産油国はナショナルセキュリティーの見地から石油の代替品について検討することが予想され、この場合には相当量のエチルアルコールの輸出が期待できると考えられる。

Appendix Table 1 エチルアルコールの物性

1. 物理的性質

外　　観	無色透明の液体
臭　　い	特有の芳香
味	やけるような味
比　　重	(d_4^{15}) 0.79360 (d_4^{20}) 0.78934
沸　　点	78.325℃ (760 mm Hg)
融　　点	−114.15℃
屈 折 率	(n_D^{20}) 1.3614 (n_D^{25}) 1.35941
臨界温度	243.1℃
臨界圧力	62.96 atm
引 火 点	12.8℃
発 火 点	392℃
爆発限界	(空気中) 下限 3.3 vol%、上限 19 vol%
蒸 気 圧	40 mmHg (19℃)
燃 焼 熱	326.66 kcal／mol
蒸 発 熱	10.337 kcal／mol (20℃)
	9.304 kcal／mol (BP)
溶 解 熱	−2.67 kcal／mol (水 200 mol 18℃)

2. 化学的性質

エチルアルコールは、水酸基1つを持つ飽和1価アルコールである。

水、アルコール類、エーテル、その他の有機溶剤にきわめてよく混和する。多くの金属塩、水酸化アルカリ、炭化水素、脂肪酸、その他の有機化合物を溶解し、また種々の気体を溶解させることが水よりも大である。

ナトリウム、カリウムはエトキシドを生成してエチルアルコールに溶解する。

硫酸の作用により酸性硫酸エチルを生じ、加熱すれば条件によりエチレンまたはジエチルエーテルを生ずる。また無水硫酸の作用により硫酸カルビルを生ずる。

三ハロゲン化りん PX_3 の作用によってハロゲン化エチル C_2H_5X を生ずる。

クロム酸、過マンガン酸カリウムの硫酸溶液による酸化、あるいは白金黒の接触酸化によって、アセトアルデヒドおよび酢酸を生成する。

塩素および臭素によって酸化されてアルデヒドになり、過剰のエチルアルコールの存在によってアセタールとなる。さらに塩素化がすすめばモノおよびジクロルアセタールになり、最後にクロルアルコラート $CCl_3CH(OC_2H_5)_2$ となる。

亜硫酸を含まない硝酸により硫酸エチルになる。水銀と過剰の硝酸を作用させると、雷酸水銀$(CNO)_2Hg$を生ずる。800℃で熱分解するとエチレンと水またはアセトアルデヒドと水素になる。

3. 薬理的性質

エチルアルコールは精神鎮静剤で、一般に信じられているような興奮剤ではない。

適量を希釈して飲用した場合には、食欲を刺激し胃液の分泌を促進して食物の吸収を助けるが、強度のエチルアルコールを繰り返し飲用すると胃の粘膜を刺激する。

過度に用いた場合には呼吸中枢をまひし、特に神経に有害になり、精神病の原因となる。血中濃度と中毒症状との関係についていえば0.05%で抑制中枢をまひさせ、判断力をそこない、0.1%で運動神経と知覚神経をまひさせ、0.2%で全運動神経をかく乱し0.4%－0.5%で昏睡状態となり、0.6－0.7%で死亡する。

工業的には比較的無害の溶剤と見なされる。エチルアルコールの蒸気は吸入した場合麻酔剤として働く。エチルアルコールの蒸気に繰返しさらされた場合、粘膜への刺激、頭痛、身ぶるい、睡気、はき気、食欲不振等を起す。

生産現場において1日8時間さらされる場合の許容濃度は1,000 ppmである。5,000 ppmでは強烈なにおいがあり、数時間後に睡気、知覚まひをおこす。5,000－10,000 ppmでは同様の症状が1時間内におこる。

エチルアルコールは体内で完全に燃焼して、炭酸ガスと水になり、累積毒にはならないとされているが、一時に大量のエチルアルコールで受けた身体組織の障害は治ゆすることなく、そのまま累積される場合があるから、かかる高濃度に連続的にさらされることは注意を要する。

エチルアルコールが皮膚に繰返し、または長く接触すると、皮膚から吸収されて中毒の原因となる。

Appendix Table 2 Ethyl Alcohol Standards of Various Countires

Japan Monopoly Ethyl Alcohol Standards

Test Items	Indicated Unit	Types of Monopoly Alcohol				
		Anhydrate 1st Class	Anhydrate Compounded Class	Hydrate Special Class	Hydrate 1st Class	Hydrate Compounded Class
Properties		Colorless, transparent, free of floating matters and noxious odor	Colorless, transparent and contains no floating matters	Colorless, transparent, free of floating matters and noxious odor	Colorless, transparent, free of floating matters and noxious odor	Colorless, transparent, containing no floating matters
Ethyl Alcohol Content	vol. %	99.5% or more	99.5% or more	95.0% or more	95.0% or more	95.0% or more
Residue on Evaporation	mg/100ml	2.5 or less	2.5 or less	2.0 or less	2.5 or less	2.5 or less
Free Acid	wt.% as acetic acid	0.002 or less	0.005 or less	0.002 or less	0.002 or less	0.005 or less
Aldehyde	mg/100ml as acetaldehyde	0.5 or less	1 or less	Trace or less	0.5 or less	1 or less
Methyl Alcohol Content	mg/ml	1 or less	1.5 or less	Not detected	1 or less	1.5 or less
Diacetyl	Detected or not	Not detected	--	Not detected	Not detected	--
Fusel Oil	wt.%	0.004 or less	--	Not detected	0.004 or less	--
Organic Impurities		No fading from standard color within 4 min.	No fading from standard color within 4 min.	No fading from standard color within 9 min.	No fading from standard color within 4 min.	No fading from standard color within 4 min.
Substances Colored by Sulfuric Acid	Detected or not	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Heavy Metals	Detected or not	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Chlorides	Detected or not	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Sulfates	Detected or not	Not detected	--	Not detected	Not detected	--
Substances Colored by Sodium Hydroxide	Detected or not	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected	Not detected
Benzine	--	Less than standard solution color	Less than standard solution color	--	--	--
Trialcohols of Keton-isopropyl Alcohol Derivative	--	--	Less than standard solution color	--	--	Less than standard solution color
Ether	--	--	No ether odor	--	--	--

Note: For method of analysis, refer to Monopoly Alcohol Anlysis Methods.

Appendix Table 2 (cont'd.)

Monopoly Alcohol Standards of Federal Republic of Germany

Class	Denatured Ethyl Alcohol for Special Use	Denatured Anhydrous Ethyl Alcohol for Special Use
No.	450	520
Appearance	Colorless and transparent	Colorless and transparent
Aroma and taste	No noxious odor	No noxious odor
Ethyl alcohol content (wt. %)	94.4	99.6
Potassium permanganate test	8 min. or more	8 min. or more
Aldehyde content (mg/100 mℓ) as acetaldehyde Fusel oil content (mg/100 mℓ)	6.0 or less	6.0 or less
Acid content (mg/100 mℓ) (as acetic acid)	1.0 or less	1.0 or less
Methyl alcohol content (mg/100 mℓ)	250 or less	10 or less
Volatile base content (mg/100 mℓ)	0.2 or less	0.2 or less
Evaporation residue (mg/100 mℓ)	2.0 or less	2.0 or less
Benzen content (mg/100 mℓ)	Not detected	0.2 or less

Source: Die Brammtweinwirtschaft, 110, 406 (1970)

Appendix Table 2 (cont'd.)

Federal Specifications (USA)

	Federal Spec. OE-760b Apr. 16, 1957			
	Grade 1		Grade 2	
	Class A	Class B	Class A	Class B
Specific gravity 15.56°C/15.56°C	0.7962 or less	0.8158 or less	0.7967 or less	0.8162 or less
Acidity (as Acetic Acid)	0.003% or less	0.003% or less	0.003% or less	0.003% or less
Evaporation residue (100 mℓ)	0.001 g or less	0.001 g or less	0.003 g or less	0.003 g oe less
Water soluble	Passing	Passing	Passing	Passing
Methyl alcohol 0.1% or less	"	"	"	"
Fusel oil	"	"	"	"
Potassium permanganate reduced substance	5 min. or more	5 min. or more	5 min. or more	5 min. or more
Trialcohols of keton-isopropyl tertiary butyl alcohols	Passing	Passing	Passing	Passing

Note: 1) Grade is equivalent to the reagent class of ACS (American Chemical Society Specification), Class A represents 99.5%, while Class B represents 95%.

2) Grade 2 Class A is equivalent to NF (The National Formulary) anhydrate alcohol and represents 99.4%.

3) Grade 2 Class B is equivalent to USP (The United States Pharmacopia) alcohol and represents 94.9%.

4) Grade 3 is denatured alcohol using alcohol compatible with Grade 2 as raw material.

5) Grade 4 is specially authorized standard solvent using Grade 3, No. 1 special denatured alcohol as raw material.

Appendix Table 2 (cont'd.)

Special Grade Ethyl Alcohol Standards of French Alcohol Monopoly

Alcohol percentage (15°C):	96°GL (96 vol. % or more)
Free acid (as acetic acid):	1.8 g or less in anhydrate 100 ℓ
Aldehyde (acetaldehyde):	1 g or less in anhydrate 100 ℓ
Esters (as ethyl acetate):	6 g or less in anhydrate 100 ℓ
Impurities (excluding methyl alcohol):	9 g or less in anhydrate 100 ℓ
Methyl alcohol:	Not detected
Higher alcohol (fusel oil):	"
Furfural:	"
Sulfides:	"
Other properties:	Colorless and transparent, and the transparency remains even when diluted with distilled water.

Note: The tests have been made under the analytical methods prescribed by the French Alcohol Bureau as official methods.

Source: Data arising from the Alcohol Specialists' Conference sponsored by OECD Development Center in 1977.

Appendix Table 2 (cont'd.)

Industrial Ethyl Alcohol Standards of India

Requirements for Absolute Alcohol

SL No.	Characteristic	IS:321-1964 Requirement for		
		Speical Grade	Grade 1	Grade 2
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
i)	Specific gravity at 15.6°/15.6°C, Max	0.796 1	0.796 1	0.796 1
ii)	Ethanol content, percent by volume at 15.6°C, Min	99.50	99.50	99.50
iii)	Miscibility with water	Miscible	Miscible	Miscible
iv)	Alkalinity	Nil	Nil	Nil
v)	Acidity (as acetic acid), percent by weight, Max	0.006	0.006	0.006
vi)	Residue on evaporation, percent by weight, Max	0.005	0.005	0.005
vii)	Aldehyde content (as CH_3CHO), g/100 mℓ, Max	0.10	0.006	0.10
viii)	Ester content (as $CH_3COOC_2H_5$), g/100 mℓ, Max	0.02	--	--
ix)	Copper (as Cu), g/100 mℓ, Max	--	0.000 4	--
x)	Lead (as Pb), g/100 mℓ, Max	--	0.000 1	--
xi)	Methyl alcohol content	--	To satisfy the requirement of the test	--
xii)	Fusel oil content	--	To satisfy the requirement of the test	--
xiii)	Ketones, isopropyl alcohol and tertiary butyl alcohol	--	do	--
xiv)	Total sulphur and compounds of sulphur (as S), percent by weight, Max	0.001	--	--
xv)	Sulphur dioxide (as SO_2), percent by weight, Max	0.000 05	--	--

Appendix Table 3-1 Details of Results of Cost Calculation by Raw Material

Ethyl Alcohol Production Cost

Plant capacity:	120 kℓ/day
Purity:	99.5 vol %
No. of operation days:	300 days/year
Raw Material:	Molasses
Use:	Fuel

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/kℓ
Variable Costs	Raw Material Cost	$74/MT	3.5 MT/kℓ	259
	Utilities Costs			
	Power	¢8.5/kWh	64 kWh/kℓ	5
	Fuel	¢28/10^4 kcal	240 x 10^4 kcal/kℓ	67
	Water	¢20/MT	8 MT/kℓ	2
	Chemical Cost			2
	Subtotal			335
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 60 men = $120,000/y		
	Maintenance Cost	9.8 x $$10^6$ x 0.03 = $294,000/y		
	Tax and Insurance	9.8 x $$10^6$ x 0.02 = $196,000/y		
	Depreciation Cost	9.8 x $$10^6$ x 0.9 x 1/12 = $735,000/y		
	Profit	9.8 x $$10^6$ x 0.1 = $980,000/y		
	Management Cost	Labor cost x 80% = $96,000/y		
	Subtotal			67
	Total			402

Appendix Table 3-2

Ethyl Alcohol Production Cost

Plant capacity:	120 kℓ/day
Purity:	99.5 vol %
No. of operation days:	300 days/year
Raw Material:	Molasses
Use:	Industrial

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/kℓ
Variable Costs	Raw Material Cost	$74/MT	3.5 MT/kℓ	259
	Utilities Costs			
	Power	¢8.5/kWh	64 kWh/kℓ	5
	Fuel	¢28/10^4 kcal	240 x 10^4 kcal/kℓ	67
	Water	¢20/MT	8 MT/kℓ	2
	Chemical Cost			2
	Subtotal			335
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 80 men =	$160,000/y	
	Maintenance Cost	11.0 x $$10^6$ x 0.03 =	$330,000/y	
	Tax and Insurance	11.0 x $$10^6$ x 0.02 =	$220,000/y	
	Depreciation Cost	11.0 x $$10^6$ x 0.9 x 1/12 =	$825,000/y	
	Profit	11.0 x $$10^6$ x 0.1 =	$1,100,000/y	
	Management Cost	Labor cost x 80% =	$128,000/y	
	Subtotal			77
	Total			412

Appendix Table 3-3

Ethyl Alcohol Production Cost

Plant capacity:	120 kℓ/day
Purity:	99.5 vol %
No. of operation days:	300 days/year
Raw Material:	Sugar cane
Use:	Fuel

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/kℓ
Variable Costs	Raw Material Cost	$22/MT	15 MT/kℓ	330
	Utilities Costs			
	Power	--	--	0
	Fuel	--	--	0
	Water	¢20/MT	10 MT/kℓ	2
	Chemical Cost			2
	Subtotal			334
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 60 men =		$120,000/y
	Maintenance Cost	14.3 x 10^6 x 0.03 =		$429,000/y
	Tax and Insurance	14.3 x 10^6 x 0.02 =		$286,000/y
	Depreciation Cost	14.3 x 10^6 x 0.9 x 1/12 =		$1,073,000/y
	Profit	14.3 x 10^6 x 0.1 =		$1,430,000/y
	Management Cost	Labor cost x 80% =		$96,000/y
	Subtotal			95
	Total			429

Appendix Table 3-4

Ethyl Alcohol Production Cost

Plant capacity:	120 kℓ/day
Purity:	99.5 vol %
No. of operation days:	300 days/year
Raw Material:	Cassava
Use:	Fuel

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/kℓ
Variable Costs	Raw Material Cost	$32/MT	6.5 MT/kℓ	208
	Utilities Costs			
	Power	¢8.5/kWh	107 kWh/kℓ	9
	Fuel	¢28/10^4 kcal	400 x 10^4 kcal/kℓ	112
	Water	¢20/MT	10 MT/kℓ	2
	Chemical Cost			18
	Subtotal			349
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 60 men =		$120,000/y
	Maintenance Cost	11.5 x $$10^6$ x 0.03 =		$345,000/y
	Tax and Insurance	11.5 x $$10^6$ x 0.02 =		$230,000/y
	Depreciation Cost	11.5 x $$10^6$ x 0.9 x 1/12 =		$863,000/y
	Profit	11.5 x $$10^6$ x 0.1 =		$1,150,000/y
	Mangement Cost	Labor cost x 80% =		$96,000/y
	Subtotal			78
	Total			427

Appendix Table 3-5

Ehtyl Alcohol Production Cost

Plant capacity:	120 kℓ/day
Purity:	99.5 vol %
No. of operation days:	330 days/year
Raw Material:	Ethylene
Use:	Industrial

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/kℓ
Variable Costs	Raw Material Cost	$680/MT	0.48 MT/kℓ	326
	Utilities Costs			
	Power	¢85/kWh	82 kWh/kℓ	7
	Fuel	¢28/10^4 kcal	75 x 10^4 kcal/kℓ	21
	Water	¢20/MT	85 MT/kℓ	17
	Chemical Cost (incl. steam)			40
	Subtotal			411
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 60 men =		$120,000/y
	Maintenance Cost	17.8 x $$10^6$ x 0.03 =		$534,000/y
	Tax and Insurance	17.8 x $$10^6$ x 0.02 =		$356,000/y
	Depreciation Cost	17.8 x $$10^6$ x 0.9 x 1/12 =		$1,335,000/y
	Profit	17.8 x $$10^6$ x 0.1 =		$1,780,000/y
	Management Cost	Labor cost x 80% =		$96,000/y
	Subtotal			107
	Total			518

Appendix Table 4 Present Situation of Ethyl Alcohol Chemical Industry in Brazil

Product	Plant				Remarks
	Company	Capacity MT/y	Process	Use	
Ethylene	UNION CARBIDE DO BRAZIL S.A.	23,000	U.C.C.	LDPE	Operation 1958-69
	INDUSTRIAS QUIMICAS ELETRO CLORO S.A.	10,000	SCIENTIFIC DESIGN	HDPE	Operation started 1962
	COMPANHIA BRAZILEIRA DE ESTIRENO S.A.	4,000	KOPPERS	Ethyl benzene (styrene)	Operation 1959-70, closed 1978
	SALGEME INDUSTRIAS QUIMICAS S.A.	60,000	PETROBRÁS CENPES	Ethylene dichloride	Onstream scheduled for 1981
	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE BORRACHA SINTETICACOPERBO	30,000	COPERBO	Vinyl acetate	Modification of existing butadiene plant, onstream scheduled for 1982
Acetaldehyde	PHODIA INDUSTRIAS QUIMICAS E TEXTEIS S.A.	40,000	PHONE POULENC	Acetic acid, solvents	In operation
	HOECHST DO BRAZIL QUIMICAS E FARMAC S.A.	4,200	HOECHST	Acetic acid, solvents	In operation
	USINA VICTOR SENCE S.A.	360	MELLE	Acetic acid, solvents	In operation
	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE BORRACHA SINTETICACOPERBO	50,000	U.C.C.	Acetic acid, vinyl, acetate	Operation 1965-1971, now resumed
Octyl alcohol	EREKETROZ DO NE IND. QUIMICA S.A.	3,300	MELLE	Plasticizer	Now in operation, being expanded to 16,500 MT/y
	EREKETROZ DO NE IND. QUIMICA S.A.	150	MELLE	Solvents, plasticizer	By-product of octanol production, being expanded to 750 MT/y
Butyl alcohol	RHODIA INDUSTRIAS QUIMICAS E FARMAC S.A.	4,800	MELLE	Solvents	In operation
	HOECHST DO BRAZIL QUIMICA E FARMAC S.A.	1,530	HOECHST	Solvents	In operation
Butadiene	COMPANHIA PERNAMBUCANA DE BORRACHA SINTETICA-COPERBO	33,000	U.C.C.	Polybutadiene	Operation 1965-1971, There is plan to expand plant for ethylene production
Ethyl ether	RHODIA INDUSTRIAS QUÍMICAS E TEXTEIS S.A.	1,400	PHONE POULENC	Chemicals, medicines	In operation, There is plan for expansion and renovation of equipment
	IBMEL-IND. DE MATERIAL BÉLICA DO EXERCITO	480		Explosives	In operation

Appendix Table 4 (cont'd.)

Product	Plant				Remarks
	Company	Capacity MT/y	Process	Use	
Ethylene glycol, Monoethyl ether	OXITENO S.A. INDUSTRIA E COMÉRCIO	1,300	HALCON	Acetate solvents	Operation started 1973
Diethylene glycol, Monoethyl ether	OXITENO S.A. INDUSTRIA E COMÉRCIO	1,900	HALCON	Acetate solvents	Operation started 1973
Ethyl chloride	COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTIRENO S.A.	60	CRE	Catalyst for production of ethyl benzene	In operation (pilot plant)

Source: UNIDO sponsored "Joint Study Meeting on Use of Fermentation Alcohol as Fuel and Basic Raw Material in Chemical Industry in Developing Countries," Material Vol. II, Alcohol Council

Appendix Table 5 Present Situation of Ethyl Alcohol Chemical Industry in India

Ethyl Alcohol Base Chemical Products

Product	No. of Plant	Installed Capacity (MT)	Production in 1976 (MT)	Rate of Operation (%)
Acetic Acid	9	29,220	24,984	85.5
Acetic Anhydride	5	11,770	5,700	48.4
Butyl Acetate	4	8,730	3,781	43.3
Ethyl Acetate	8	6,390	4,915	76.9
Monochloroacetic Acid	4	6,900	3,652	52.9
Pentaerythritol	2	1,800	298	16.5
DDT	2	4,200	4,527	107.8
Styrene	3	33,000	21,061	63.8
Polyethylene	1	13,000	13,000	100.0
Acetone	1	1,500	30	2.0
Butyl Alcohol	3	8,250	3,522	42.6
Butadiene	1	25,200	10,462	41.5

Source: UNIDO sponsored "Joint Study of Alcohol", Material Vol. I, Alcohol Council

Appendix Table 6 Ethylene Production Cost

Plant capacity: 60,000 MT/year
Product purity: 99.95% in polymer grade

	Cost Item	Unit Price	Volume	US$/t
Variable Costs	Raw Material Cost	$520/MT* ($349/MT)**	1.75 MT/MT	910 (611)
	Utilities Costs			
	Power	¢8.5/kWh	235 kWh/MT	20
	Fuel	¢28/10^4 kcal	36 x 10^4 kcal/MT	10
	Water	¢20/MT	180 MT/MT	36
	Steam	$12/MT	1.08 MT/MT	13
	Catalyst and Chemicals			2
	Subtotal			991
Fixed Costs	Labor Cost	$2,000/y/man x 40 men = $80,000/y		
	Maintenance Cost	8.0 x $$10^6$ x 0.03 = $240,000/y		
	Tax and Insurance	8.0 x $$10^6$ x 0.02 = $160,000/y		
	Depreciation Cost	8.0 x $$10^6$ x 0.9 x 1/12 = $600,000/y		
	Profit	8.0 x $$10^6$ x 0.1 = $800,000/y		
	Management Cost	Labor cost x 80% = $64,000/y		
	Subtotal			32
	Total			1,023 (724)

* Material cost was obtained from average cost of fermentation ethyl alcohol, as follows:
$416/kℓ ÷ 0.8 = $520/MT

** In case of Brazil, material cost $279/kℓ ÷ 0.8 = $349/MT was used, and results of calculation were indicated with figures in parentheses. Except for material cost, all costs were assumed the same.

Appendix Table 7 State Gasoline and Gasohol Tax Rates*

(¢/gallon)

State	Gasoline Tax	Gasohol Tax with Exemption	Remarks
Alabama	11.0	8.0	Alcohol must be produced in Alabama from locally grown agricultural commodities.
Alaska	8.0	0.0	
Arkansas	9.5	0.0	Alcohol must be produced in Arkansas from locally grown agricultural commodities.
California	7.0	3.0	Exemption to be reduced to ¢3 per gallon in 1983 and eliminated on January 1, 1984.
Colorado	9.0	4.0	Alcohol must be produced in Colorado.
Connecticut	11.0	10.0	
Florida	8.0	3.0	Gasohol exemption is to be reduced to ¢4 per gallon in 1983, ¢2 per gallon in 1985 and eliminated in 1987.
Idaho	11.5	7.5	Alcohol must be produced in Idaho.
Iowa	13.0	6.0	Gasohol tax was raised to ¢8 per gallon on May 1, 1982 and will be raised to ¢10 per gallon on July 1, 1983; thereafter it will be raised by ¢1 per gallon annually until the tax is equalized with gasoline.
Kansas	8.0	5.0	Gasohol exemption is scheduled to decrease by ¢1 per gallon until it is phased out in 1985.
Louisiana	8.0	0.0	Alcohol must be produced in Louisiana.
Michigan	11.0	6.0	Gasohol tax will be raised to ¢8 per gallon in 1983, ¢9 per gallon in 1984 and phased out in 1985.

Appendix Table 7 (cont'd.)

(¢/gallon)

State	Gasoline Tax	Gasohol Tax with Exemption	Remarks
Minnesota	13.0	9.0	
Montana	9.0	2.0	Gasohol exemption to be reduced by ¢2 per gallon in 1985 and 1987, and phased out in 1989. Alcohol must be produced in Montana.
Nebraska	13.9	8.9	Alcohol must be produced in Nebraska.
Nevada	10.5	9.5	
New Hampshire	14.0	9.0	Alcohol must be produced in New Hampshire from locally grown agricultural commodities.
New Mexico	9.0	0.0	Alcohol must be produced in New Mexico.
North Carolina	12.0	9.0	Gasohol exemption will be reduced by ¢1 per gallon each year until it is phased out in 1985.
North Dakota	8.0	4.0	
Oklahoma	6.5	0.0	¢0.08 per gallon is collected on both fuels for inspection fees.
South Carolina	13.0	6.0	Gasohol tax will be raised to ¢7 per gallon in 1986 and again in 1987 to equal gasoline tax.
South Dakota	13.0	9.0	
Texas	5.0	0.0	Beginning in 1987, gasohol tax will be raised by ¢1 per gallon annually until it is equal to the gasoline tax.
Utah	11.0	6.0	
Virginia	11.0	3.0	Alcohol must be produced in Virginia from local raw materials; gasohol tax exemption will be phased out in 1990.
Washington	13.5	10.8	
Wyoming	8.0	4.0	

Appendix Table 7 (cont'd.)

* Does not include incentives not related to gasoline tax offered by the following states:

Hawaii - gasohol exempt from 4% state excite tax imposed on gross proceeds of retail sales.

Illinois - gasohol exempt from 80% of the states 5% sales tax; this exemption will be lowered to 60% on July 1, 1982 followed by additional 20% annual reductions until it is phased out in 1985.

Indiana - gasohol exempt from 4% sales tax.

Ohio - dealers are refunded ¢35 per gallon of qualified fuel (ethanol or methanol) that is reported as having been blended with unleaded gasoline.

Source: (A) Highway Taxes and Fees, 1982, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.

(B) Alcohol and Biomass Fuels Project Directory, Pasha Publications, Arlington, Virginia, 1982, pp. 7-35.

Appendix Table 8 Demand for Alcohol by End-use

The United States

(kℓ)

End-use \ Year		1973 Q'ty	1973 over previous year (%)	1974 Q'ty	1974 over previous year (%)	1975 Q'ty	1975 over previous year (%)	1976 Q'ty	1976 over previous year (%)
Solvents	Paint, ink, etc.	28,365	165	12,053	42	11,613	96	3,412	29
	Special solvents, etc.	114,590	105	132,257	115	91,356	69	91,326	100
	Cosmetics	178,437	100	167,083	94	119,424	71	134,113	112
	Medicines for external use	24,317	98	22,544	93	23,114	103	23,860	103
	Processing of food and medicines	46,276	107	57,723	125	48,553	84	47,962	99
	Detergents, fungicides, etc.	98,371	112	105,251	107	84,648	80	67,025	79
	Subtotal	490,356	106	496,911	101	378,708	76	367,698	97
Raw material for chemical industry	Acetaldehyde	78,967	63	99,564	126	87,149	88	49,226	56
	Other raw material for chemical industry	298,190	97	309,571	104	278,898	90	354,139	127
	Subtotal	377,157	87	409,135	108	366,047	89	403,365	110
Others	Fuel	4,004	99	3,177	79	3,381	106	4,070	83
	Test and research	12,983	384	8,266	64	6,223	75	7,556	121
	Others	3,179	112	2,719	86	1,413	52	8,943	633
	Subtotal	20,166	196	14,162	70	11,017	78	20,569	188
Total		887,679	98	920,208	104	755,772	82	791,632	105
Total (when acetaldehyde is excluded)		808,712	104	820,644	101	668,623	81	742,406	111

Appendix Table 8 (cont'd.)

Federal Republic of Germany

(kℓ)

Classification \ Year	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77	1977/78
Beverages, perfumery	60,907	66,712	63,205	41,945	42,199	41,529
Medicines	4,276	4,524	4,712	4,481	4,476	4,630
Cosmetics, external use medicines	9,553	9,235	9,418	9,933	10,146	9,681
Vinegar	11,013	11,663	11,159	9,439	10,752	9,772
Raw material for chemical industry	130,170	143,547	115,958	129,153	130,602	55,776
Fuel	9,078	9,282	9,305	10,102	10,272	10,160
Exports	367	199	60	89	0	0
Others	868	0	0	0	0	0
Total	226,232	245,162	213,817	205,142	208,447	131,548
Delivery to Berlin Monopoly Bureau	11,707	14,089	13,677	11,688	10,799	12,158
Total	237,939	259,251	227,494	216,830	219,246	143,706

Appendix Table 8 (cont'd.)

France

(kℓ)

Classification \ Year	1972/73	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77
Beverage (for processsing)	75,080	85,227	72,428	80,059	76,668
Beverage (for addition)			8,682	7,444	7,578
Strengthening of wine	22,998	27,686	17,503	19,534	23,737
Perfumery, cosmetics	27,163	27,755	25,151	27,420	27,797
Medicines	10,357	10,879	11,042	12,104	12,782
Vinegar	6,526	7,638	6,659	7,764	7,116
Production of export items	30,237	25,853	23,492	27,533	30,879
Chemical reaction	84,856	87,719	66,042	65,763	77,998
Solvents	44,609	52,444	42,052	42,507	43,568
Household use	22,944	23,686	22,344	22,782	21,639
Exports	73,435	33,844	16,573	25,071	57,651
Others	538	538	506	9,583	17,765
Total	398,743	383,269	512,474	347,564	405,178

Source: Ministry of International Trade and Industry, the Government of Japan

〔4〕工芸作物

〔4〕工 芸 作 物

目　　次

〔4－1〕天　然　ゴ　ム

A．概　　要

天然ゴムでもっともポピュラーなものは、ブラジルのアマゾン河流域にその起源を発する、ヘベアブラジリエンシス（Hevea brasiliensis）である。ヘベアブラジリエンシスの種子は、19世紀の後半に、東南アジアに移植され、高温多湿の気候と土質に恵まれ、その生産量は飛躍的に拡大された。

現在、天然ゴムの主産地は、マレーシア、インドネシア、タイの3カ国で、その生産量は、全世界生産量の80％を占めている。

その他に、天然ゴムは、インド、スリランカ、ベトナム等のアジア地区およびアフリカで生産されている。

天然ゴムの栽培の地理的限界は、南・北緯それぞれ15度とされているが、栽培技術の改良等により、中国の海南島でも栽培が行われている。

Ⅰ．天然ゴムのタイプと等級

天然ゴムは大別して、2つのタイプ、すなわちコンベンショナルグレードと、技術的格付グレードに分けられる。コンベンショナルグレードはさらに、シート類（Ribbed Smoked Sheets；RSS と Air Dry Sheets；ADS で、主体は RSS）とクレープ類（Crepes）に分けられる。

これ等の分類は、格付方法のちがい、製造方法のちがい、さらには原料のちがいによって行われているが、概要は下記のとおりである。

	格付方法	加　工	乾　燥	原　料	製　品
コンベンショナルグレード	視覚検査（Visual Inspection）				
RSS		シーティング	スモーキング	フィールドラテックス	RSS1～5
ADS		〃	自然乾燥	〃	ADS
CRE－PES		ミリング	〃	フィールドラテックス カップランプ他	White Crepes Pale Crepes Brown Crepes 他
他技術的格付グレード	科学検査（Technical Inspection）	クラッキング	熱風乾燥	フィールドラテックス カップランプ他	CV、L、LV、5、10、20、50

RSSには、RSS－1からRSS－5までの5グレードがあり、クレープ類には約30のグレードがある。

技術的格付グレードは、技術的格付ゴム（Technically Specified Rubber；TSR）と呼ばれ、各国レベルで等級付けが行われているが、先鞭をつけたのは、1965年にマレーシアによって市場に出されたSMR（Standard Malaysian Rubber）である。

TSRは当初の5L、5CV、5、10、20、50のグレードから、ユーザーの製品物性、加工条件の改良の要求および生産国側の研究により、新グレードの開発が継続して進められている。

なお、RSS、クレープ類、TSRの各グレードの格付は、主に下記を基準にして行われる。

1. RSS　：　異物、色
2. クレープ類：　原料、異物、色
3. TSR　：　異物、粘度、加硫特性、色

天然ゴムの格付の国際基準は、国際ゴム品質包装会議（International Rubber Quality and Packing Conferences）で作成された「天然ゴムグレードの品質・包装国際基準」（International Standard of Quality and Packing for Natural Rubber Grades）－通称グリーンブック（Green Book）により規定され、35標準等級に分類されている。ただし、この対象は、コンベンショナルグレードに対してのみであり、TSRについては、前述のごとく、各生産国の基準に基づいている。

II．天然ゴムの製法

天然ゴムは上記のごとく、RSS、クレープ類、TSRの3つに大別されるが、それぞれのスタートとなるのは、ゴム樹から採取される樹液（フィールドラテックス）である。ゴム樹からのラテックスの採取は植樹後6～7年目から可能となり、平均して25～30年採液が可能である。

フィールドラテックスの純ゴム分（Dry Rubber Content；DRC）は約30～40%である。

ラテックスの採取は、タッピング(Tapping、ゴム樹の表面を薄く切取り樹液を析出させる作業)により行われ、析出したラテックスは、ゴム樹に取付けられたカップに集められ、さらにそれは大きな容器に集められて集荷場に運ばれ次の工程に移される。

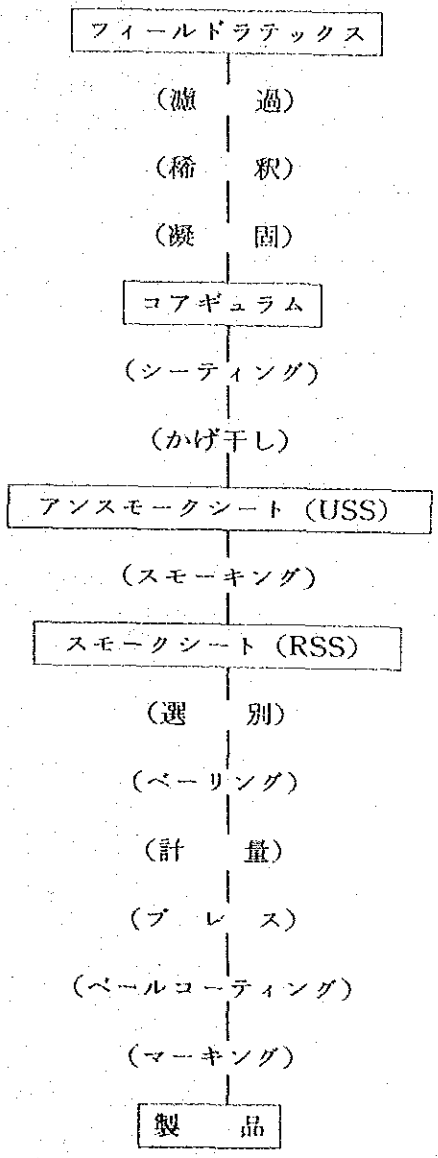
この液状のラテックスの他に、原料として使用されるものにいわゆるスクラップと称されるカップランプ（Cuplump）とトリーレース（Tree lace）がある。

カップランプとは、カップの底に残ったラテックスまたは集められずに放置されたラテックスが凝固したもので、トリーレースとは、タッピングによる切り口に残ったラテックスが凝固したものである。

これらの原料を使用した、それぞれの天然ゴムの製法は次のとおりである。

1. RSS

RSSはラテックスから作られるが、工程を大別すると凝固、シーティング、スモーキングの3工程になる。



金網（60メッシュ程度）で濾過し、木くず、土等を除く

水で約2倍に稀釈

酸（蟻酸または酢酸が良い）
凝固時間　10～20時間

ロール（リブのついたロール）の間を通し、シート状にする。

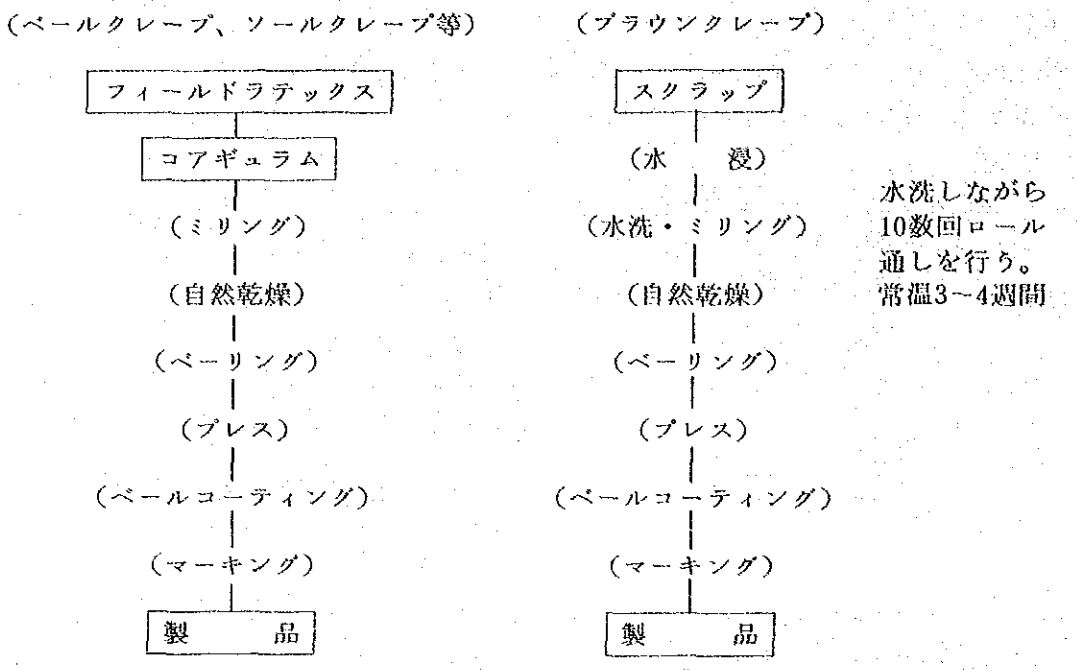
70℃程度で3～7日間(厚手のシートの場合にはさらに日数が必要)

視覚検査

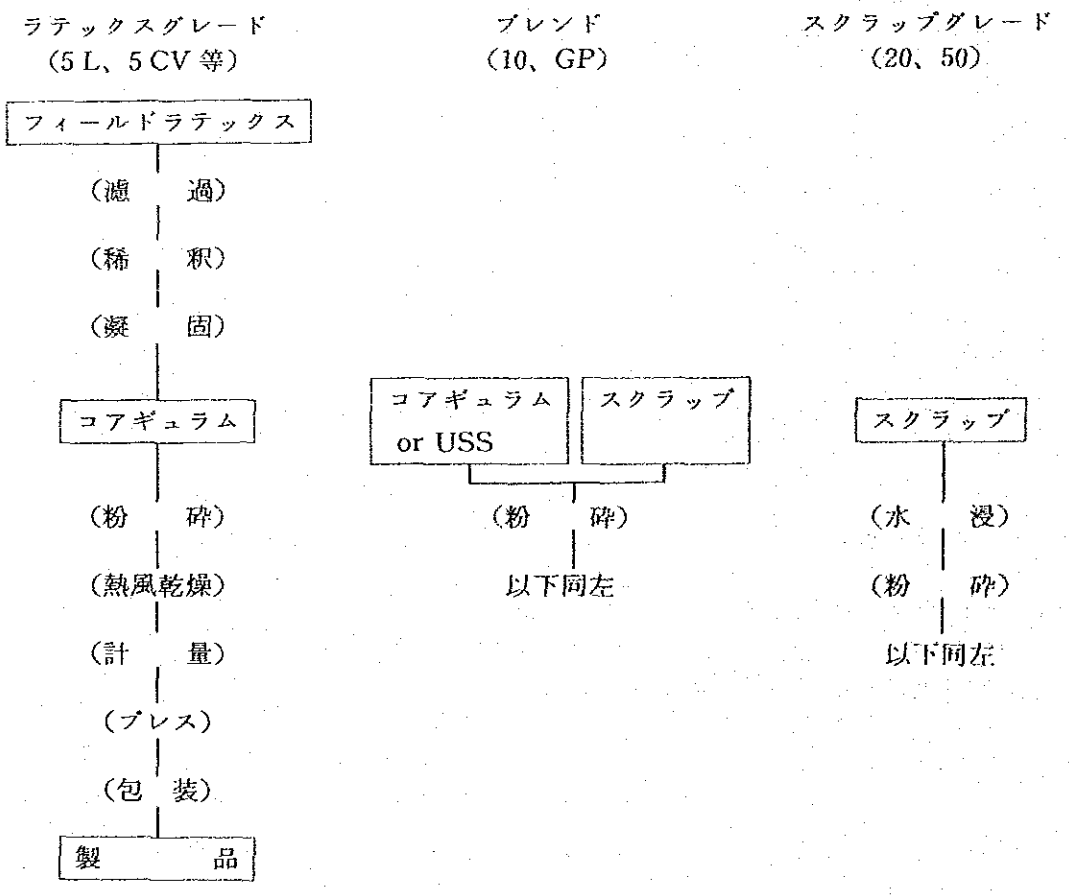
ベールどうしの密着防止、およびマーキングのため（炭カル・タルク使用）

注：エステート（後述）の場合には上記一貫プロセスとなるが、スモールホルダー（後述）の場合は、USSまでをスモールホルダーが行い、それ以降をバッカーが行う。また、その場合は、スモーキングの前に水洗の工程が必要となる。

2. クレープ


（ペールクレープ、ソールクレープ等）
フィールドラテックス
コアギュラム
（ミリング）
（自然乾燥）
（ベーリング）
（プレス）
（ペールコーティング）
（マーキング）
製　品
（ブラウンクレープ）
スクラップ
（水　浸）
（水洗・ミリング）
（自然乾燥）
（ベーリング）
（プレス）
（ペールコーティング）
（マーキング）
製　品
水洗しながら
10数回ロール
通しを行う。
常温3～4週間

3. TSR


ラテックスグレード
（5 L、5 CV 等）
フィールドラテックス
（濾　過）
（稀　釈）
（凝　固）
コアギュラム
（粉　砕）
（熱風乾燥）
（計　量）
（プレス）
（包　装）
製　品
ブレンド
（10、GP）
コアギュラム
or USS
スクラップ
（粉　砕）
以下同左
スクラップグレード
（20、50）
スクラップ
（水　浸）
（粉　砕）
以下同左

III. 産業構造

天然ゴムの生産者は、エステート（Estate）と、スモールホルダー（Smallholder）に分類される。

一般に、エステートとは、100 エーカー（約 40 ha）以上の農園を保有し、栽培を行うものをいい、100 エーカー以下の土地で栽培を行っているものを、スモールホルダーという（ただし、実際にはスモールホルダーの標準的な保有面積は、4 ha 以下である）。

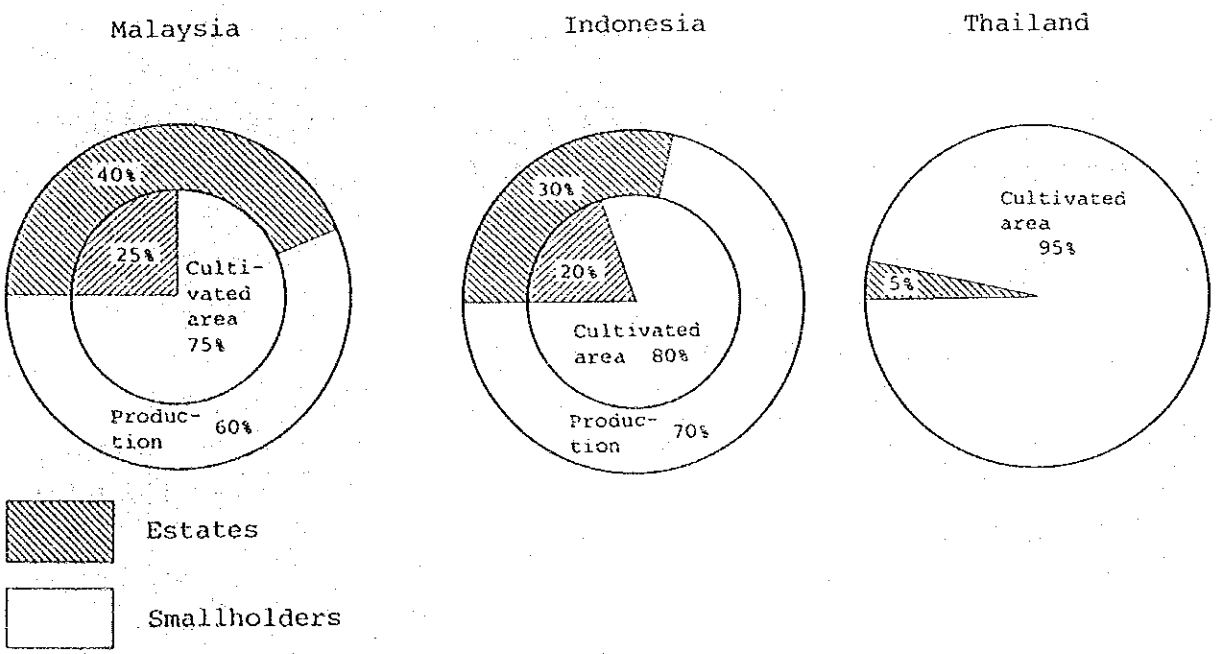
マレーシアにおいては、たとえば、1980 年のゴム栽培面積は約 2 百万 ha であったが、そのうち、エステートが約 25%、スモールホルダーが約 75%となっている。

生産量比を見ると、エステートが約 40%、スモールホルダーが約 60%となっている。

インドネシアにおいては、1979 年には栽培面積では国営・民営のエステートが約 20%、スモールホルダーが 80%であり、生産量では、エステートが 30%、スモールホルダーが 70%である。

タイにおいては、栽培面積の 95%がスモールホルダーで占められ、エステートはわずか 5%となっている。

このように、東南アジアの主要生産国においては、生産の主体はスモールホルダーになっており、政府の天然ゴム政策もスモールホルダー主体となる。



エステートとスモールホルダーの比較を行う上で、もっとも顕著なものは、その土地生産性（yield）である。

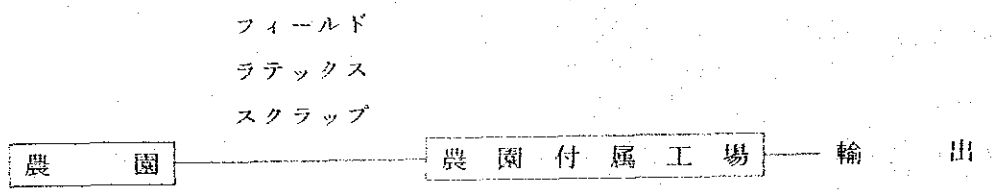
たとえば、マレーシアにおいては、エステートの平均生産量は1 ha当り年間約1,200 kgであるのに対し、スモールホルダーのそれは、1 ha当り年間約700～750 kgとなっている。また、タイにおいては、スモールホルダーの平均生産量はマレーシアの約半分になっている（なお、ここで述べるha当りの生産量は、全栽培面積を対象としており、したがって、新植樹、改植後、まだゴムを産出しない地域（immature area）を含む）。

生産量の差は、樹齢、クローン、タッピングの頻度、巧拙、スティミュラントの使用等の要因による。

したがって生産国における天然ゴムの増産計画のポイントは、豊産樹（High yielding tree）の開発と改植（Replanting）――特にスモールホルダーに対し――が中心となっている。

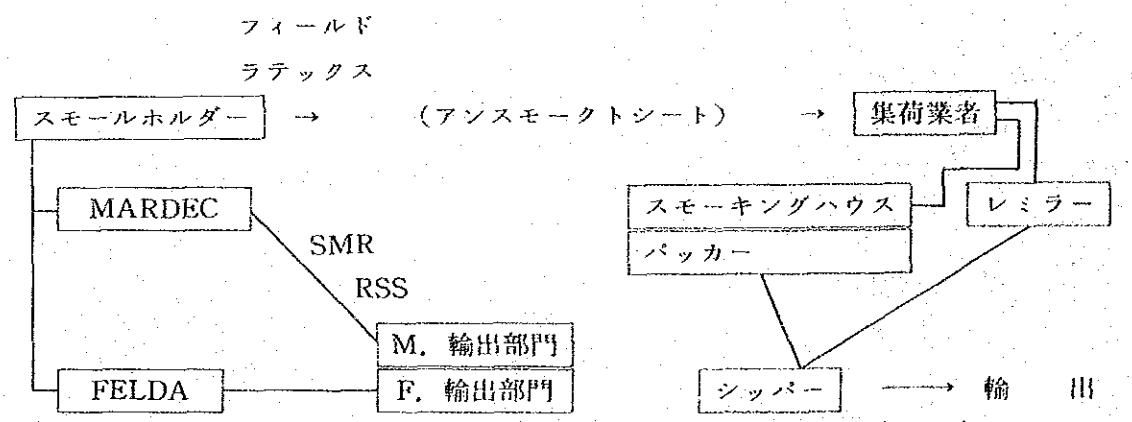
また、エステート、スモールホルダーをベースとした天然ゴム生産業界の構造は次のとおりである。

1. エステート

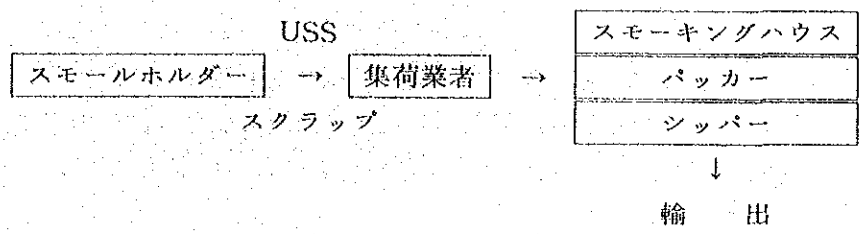


2. スモールホルダー

2. 1 マレーシア



2, 2 タイ



IV. 天然ゴムと合成ゴムの関係

合成ゴムが開発されるまで、天然ゴムが唯一の産業用のエラストマーであった。合成ゴムの開発は、1930年代から行われていたが、促進されたのは、第2次大戦中である。

現在、生産・使用されている合成ゴムには、下記のようなものがある。

SBR	(Styrene Butadiene Rubber)
BR	(Polybutadiene Rubber)
IR	(Polyisoprene Rubber)
EPDM	(Etylene Propylene Diene Terpolymer)
IIR	(Isobutylene Isoprene Rubber)
NBR	(Acrylonitrile Butadiene Rubber)
CR	(Chloroprene Rubber)

世界的に見て合成ゴムの総使用ゴム量に占めるシェアは、1940年代後半は、25%以下であったが、1965年には約60%、そして1970年代には70%を超え、ほぼこの水準で推移している。これは、全体の比率であるが、用途別に見た場合、タイヤ部門においての合成ゴム使用比率は、非タイヤ部門における合成ゴム使用比率よりも小さく、タイヤ部門では、より多くの天然ゴムが使用されている。

たとえばアメリカでは、全体の合成ゴム比率は77%であるが、タイヤ部門は70%、非タイヤ部門は88%となっている（主要消費国の使用比率はAppendix Table 8に示す)。

天然ゴムと合成ゴムは、コスト面および性能面で競合関係にあるが、同時に、双方の特長を生かし合って所期の製品性能を創りだすという補完関係にもある。

価格面での競合関係については、単なる購入価格の比較のみでなく、保管、荷扱い、プロセス費用も含めて考えられねばならない。

合成ゴムは、消費国で生産されており、調達期間が短く需要の変動に対する調整が直ちに行えるため、在庫保有は少量ですむ。

また、荷扱いについても、合成ゴムはパレタイズされており、ハンドリングが容易である(ただし、TSRの出現により、この分野での天然ゴムの改善は進んで来ている)。さらに、プロセスの分野では、天然ゴムは、才断(特にコンベンショナルグレード)、保温、素練り

というプロセスが必要であり、用途によっては、ストレーナーによる異物除去も必要となる。

また、天然ゴムと合成ゴムの価格の関係でもっとも重要な点は、天然ゴムは、オープンマーケットで取引され、価格は、短期的な需給関係と、投機の要因で変動し、不安定であるということに対し、合成ゴムの価格は、生産者と消費者の合意によって形成されるため、より安定的であるということである。

性能面での競合については、製品物性と作業性の点から競合があるが、汎用合成ゴム（SBR、BR、IR）の分野においてより相互に代替可能性がある。

合成ゴムは、大別して、汎用タイプ(SBR、BR、IR)と特殊タイプ(EPDM、IIR、CR、NBR等)に分けられるが、特殊タイプは、それぞれ他にない特長（例えば、耐熱性、耐油性、耐空気透過性等）を持っており、製品の要求性能に合わせ、確立された用途分野を有している。

以上のように、技術面からは、

a．　天然ゴムが技術的優位性を有し、合成ゴムとの競合がほとんどない分野

b．　合成ゴムが技術的優位性を有し、天然ゴムとの競合がほとんどない分野

c．　相互に代替が可能で競合がある分野

に分けることが出来る。

そしてこのc．項の分野が、コスト面、供給安定面等の要因で動くことになる。

天然ゴムは合成ゴムに対して、製品物性面で、耐疲労性、引張り強度、引裂き強度、耐亀裂成長性等で優れているとされている。前に述べたように、天然ゴムはその多くがタイヤ部門に使用されており、タイヤ部門における天然ゴム比率は、非タイヤ部門における天然ゴム比率より高いが、タイヤ部門においては、その要求特性から天然ゴムを必要とする部分が多いということである。

たとえば、トラック・バスタイヤのトレッドには、発熱が小さいという理由から天然ゴムが使われ、また、スチールラジアルタイヤのベルト、プライには、スチールとの接着性が良いという理由から天然ゴムが使用されている。

天然ゴムと合成ゴムのおもなタイヤ種別の使用比率は、C章III節1項に示す。

B. 生　　産

I. 天然ゴムの国別生産量

1. 世界の天然ゴム生産

世界の天然ゴムの生産は、1965年には2,353千tであったが、ピークの1979年には3,860千tと20年間で1.6倍になった。

その後1980年、1981年と生産は下降しており、1981年は3,665千tと1979年に比べ約5%のダウンとなっているが、これは、アメリカの自動車生産のダウンに伴うタイヤ需要ダウンをはじめとした、世界的なゴム需要の減退を反映したものである。

ちなみに、1981年の合成ゴムの総生産量は8,490千tで、天然ゴム、合成ゴムを含めた総新ゴム供給量に占める天然ゴムの比率は約30%である。

天然ゴムの生産は、東南アジアに集中しており、その他インド、スリランカ、ベトナム等のアジア諸国およびアフリカ、南アメリカ等において生産が行われている。

東南アジアの中でも、マレーシア(生産シェア42%)、インドネシア(同24%)、タイ(同14%)が3大生産国であり、この3カ国で、世界の総生産量の80%を占めている。主要生産国および世界の生産量の推移はTable B−1のとおりである。

1965年から1981年までの天然ゴムの国別生産量はAppendix Table 2、3に示す。

Table B-1 Production of Natural Rubber

(1,000 MT, %)

Year	Malaysia		Indonesia		Thailand		World Total	
	Production	Share	Production	Share	Production	Share	Production	Index*
1965	917	39.0	716	30.5	216	9.2	2,354	100
1970	1,269	40.9	815	26.3	287	9.3	3,103	132
1975	1,459	44.0	823	24.8	355	10.7	3,315	141
1979	1,570	40.7	905	23.4	531	13.8	3,860	164
1980	1,530	39.9	1,020	26.6	501	13.1	3,830	163
1981	1,529	41.7	868	23.7	504	13.8	3,665	156

* Index based on 1965 = 100.

Source: IRSG, Rubber Statistical Bulletin

2. 主要生産国（マレーシア・インドネシア・タイ）の生産動向

主要生産国における天然ゴムの位置付けは、主要外貨獲得品目であり、たとえば、1976年度においては、マレーシアでは総輸出額の23%、インドネシアでは20%、タイにおいては9%を占めている。したがって、これらの諸国にとって、天然ゴムが経済に占める立場は重要であり、各国とも、その生産の維持・拡大に力をそそいでいる。

各国における、生産計画は下記のとおりである。

2. 1 マレーシア

世界第1位の生産国として、世界の天然ゴムの需給バランス維持に資するため、"Dynamic Production Policy"と名付けた増産計画を推進中である。"Dynamic Production Policy"は、下記の戦略を中心としたものである。

a. 新植と改植の促進

b. 土地開発と労働問題への取組み

c. 財政上の奨励金の設定

d. 研究開発活動の推進

1981～1985年の5カ年の具体的計画は次のとおりである。

- スモールホルダーの製品は、知識不足や、管理不足等のために、一般的に低品質（RSS No.3以下が主体）であるため、政府は、スモールホルダーの生産する製品のグレードを向上させ、高品質（すなわち高価格）または高付加価値製品を生産させるような施策を行っている。
  マレーシアにおいては、このために、RISDA（Rubber Industry Smallholders Development Authority）およびMARDEC（Malaysian Rubber Development Corporation）という組織を設けている。
- RISDA
  1973年に一次産業省（Ministry of Primary Industries）の下に設立された政府機関であり、スモールホルダーの社会的・経済的地位の向上のための施策を進めるためのものである。
  具体的には、スモールホルダーのための新植、改植の指導を行い、また、20～30のスモールホルダーで構成するグループプロセシングセンター（GPC）を設立し、スモールホルダーからの原料をそこに集荷し、管理された状態の下でRSSの生産を行う。
- MARDEC
  1969年に設立された政府出資による加工・販売会社であり、各地にセントラルプロセシングファクトリー（CPF）を設置し、スモールホルダーからの原料を扱い、

おもにSMRの生産を行う。

- マレーシアにおけるもう1つのスモールホルダー対策の機構は、FELDA（Federal Land Development Authority）である。

  FELDAは、1965年に土地開発省（Ministry of Land and Regional Development）の下に設立された政府機関であり、パーム、ゴム、ココア等農産物の生産のための土地開発を行う。

  おもな業務は、未墾地を開墾し、植樹を行い、農民を入植させ、さらに、集中処理工場を設立して、製品を製造し、販売することである。

2．1．1　5カ年の総新植計画（天然ゴム、パーム他）

544,000 ha
- 36%：FELDA／FELCRA／RISDA
- 40%：State
- 24%：政府・民間ジョイント・ベンチャー

天然ゴム（NR）は毎年120,000エーカー（約48,500 ha）新植する。

2．1．2　5カ年の総改植計画

150,000 ha

141,500ha	RISDA
4,000	FELDA
4,500	Sarawak 他

天然ゴムは毎年60,000～80,000エーカー（24,000 ha～32,000 ha）改植する。

なお、1962～1982年の間の生産の伸び率は天然ゴムは9.6%。

長期生産計画は、次のとおりである。

	IRSG報告ベース（楽観）	MRRDBベース
1985年	1,850千t	1,600千～1,650千t
2000年	2,500 〃	2,200〃～2,300 〃

2．2　インドネシア

インドネシアにおける天然ゴムの生産は、800千～900千tのレベルで推移しているが、1980年には、過去最高の1,020千tを記録した。この間インドネシアの生産シェアは23～26%を占めている。1979年のインドネシア経済におけるゴムの位置は、輸出総額の20%、GDPの7%を占め、約10百万人がゴム産業に関係している。

インドネシアにおける天然ゴムは、スマトラ、ジャワ、カリマンタンでそれぞれ生産されるが、生産量はスマトラ地区がもっとも多く、75%を占め、ジャワ、カリマンタンはそれぞれ8%、17%となっている。

生産者の形態は、国営農園であるPNP／PTP（PNP；Perusahaan Negara Perkebunan、PTP；Perseroan Terbatas Perkebunan)、民営エステートおよびスモールホルダーに区分され、生産量の比率は、PNP 17%、民営エステートが13%、スモールホルダー70%となっている。また栽培面積は1979年でPNP 8%（187千ha)、民営エステート11%（271千ha)、スモールホルダー81%（1,926千ha）となっている。

インドネシアにおける生産の特徴は、TSR（SIR；Standard Indonesian Rubber）の比率が高いということである。SIRの輸出量は、1969年の8,400t（全生産量の0.1%）から1977年には490千t（全輸出量の57%）と飛躍的な拡大をとげている。

生産計画については豊産樹の普及による単収の増大、スモールホルダーに対するNucleus Estates政策、Production Management Units System、技術開発、労働、資本、土地の有効活用等の施策により、下記の生産を見込んでいる。

	1980年計画	修正計画
1983年	921千t	1,071千t
1988年	1,313	1,515
1990年	1,700	1,912

なお、インドネシアにおける単収は、国営農園約1,000 kg／ha／年、民営エステート約450～500 kg／ha／年、スモールホルダー300～350 kg／ha／年であり、平均約400 kg／ha／年となっている。

2、3 タイ

タイにおける天然ゴムの生産は、着実な伸びを示しており、1979年には500千tの大台を超え、世界の生産量に占めるシェアは約14%となっている。

耕地面積は1979年で約1.5百万haであるが、90%が南部タイであり、東南部が約10%となっている。

生産者の形態は、耕地面積比でスモールホルダーが95%を占め、エステートは5%に留る。

生産の主体はRSSであり、生産量の75%強を占め、TSR(TTR；Thai Tested Rubber)が約20%、残りがブラウンクレープ他になっている。

タイ政府は天然ゴムの増産に力を入れており、改植（Replanting）の促進、スモールホルダーの単収の改善、未栽培地域での新植の促進等の基本政策により、下記の生産計画を策定している。