

インドネシア共和国  
プラント(苛性ソーダ)リノベーション  
計画調査  
報告書

1984年11月

国際協力事業団

工計鉞

84-168



JICA LIBRARY



1034478063



インドネシア共和国  
プラント(苛性ソーダ)リノベーション  
計画調査  
報告書

1984年11月

国際協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84.12.18	108
登録No 10928	684
	MPI

## は し が き

日本国政府は、インドネシア共和国の要請に基づき、同国P.T. インダストリ ソーダ社のワル工場のプラントリノベーション計画調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、安達勝雄氏を団長とする調査団を昭和59年5月16日から6月5日まで現地に派遣し、プラントリノベーション計画調査に必要な工場診断および資料収集と、インドネシア国政府関係者との協議を行った。

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

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

最後に、今回の調査の実施に際し多大なご協力をいただいたインドネシア共和国政府関係者、在インドネシア日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対して厚くお礼を申し上げます。

昭和59年11月

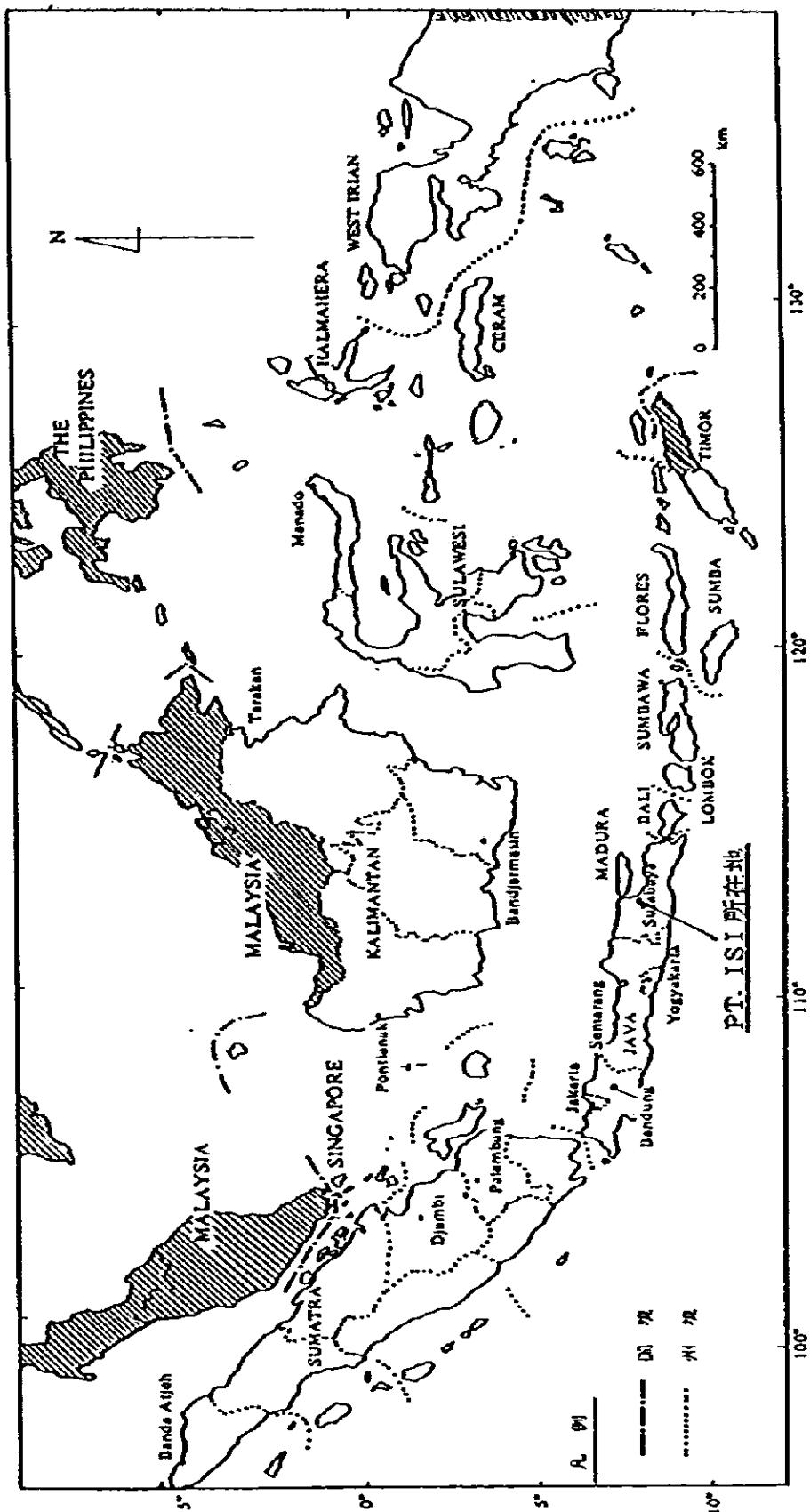
国際協力事業団

啓 裁 有 田 圭 特





インドネシア全図



(出所) : Atlas Indonesia, Yayasan Dwidjendra, 1976, Denpasar より作成



## ABBREVIATIONS AND SYMBOLS

### Unit and Conversion

mm	Millimeter
cm	Centimeter
m	Meter
km	Kilometer
in	Inch (1 in = 2.54 cm)
ft	Foot (pl. feet) (1 ft = 0.305 m)
cm <sup>2</sup>	Square centimeter
m <sup>2</sup>	Square meter
ha	Hectare (1 ha = 10,000 m <sup>2</sup> = 2.471 acres)
ft <sup>2</sup>	Square foot (1 ft <sup>2</sup> = 0.0929 m <sup>2</sup> )
Rai	(1 Rai = 1,600 m <sup>2</sup> )
m <sup>3</sup>	Cubic meter
Nm <sup>3</sup>	Normal cubic meter
MMm <sup>3</sup>	Million cubic meters
ft <sup>3</sup> , cu ft	Cubic foot (1 ft <sup>3</sup> = 0.0283 m <sup>3</sup> )
SCF	Standard cubic foot
MMSCF	Million standard cubic feet
l	Liter
gal	Gallon (1 British gallon = 4.546 liters, 1 U.S. gallon = 3.785 liters)
bb1	Barrel (1 barrel = 42 U.S. gallons)
g	Gram
kg	Kilogram
ton, t, T, Ton	Metric ton
lb(s)	Pound (1 lb = 0.454 kg)
sec	Second
min	Minute
hr, h, Hr	Hour
d, D	Day
m, M	Month

y, Y	Year
C	Degree centigrade
F	Degree fahrenheit
Cal	Calorie
Kcal, K cal	Kilo calorie
BTU, Btu	British thermal unit (1 BTU = 0.252 Kcal)
MMBTU, MMBtu	Million British thermal units
LHV	Low heating value
HHV	High heating value
A	Ampere
V	Volt
W	Watt
kW	Kilowatt
mW	Megawatt
kVA	Kilo-volt ampere
mVA	Mega-volt ampere
kWh, kWh	Kilowatt-hour
MWh, mWH	Megawatt-hour
HP	Horse power
%	Percent
ppm	Parts per million
ppb	Parts per billion
g/Nm <sup>3</sup>	Gram per normal cubic meter
pH, PH	Hydrogen ion concentration
kg/cm <sup>2</sup>	Kilogram per square centimeter
lb/in <sup>2</sup>	Pounds per square inch
mmAq	mm aqua (= water)
t/d, ton/day, T/D, tpd	Metric tons per day
t/y, ton/year, MTA, MT/Y, T/Y, tpa, tpy	Metric tons per year

## Technical Terms

<b>B/C</b>	<b>Calcium hypochlorite</b>
<b>BLN</b>	<b>Sodium hypochlorite</b>
<b>CL</b>	<b>Chlorine</b>
<b>HCL</b>	<b>Hydrochloric acid</b>
<b>HTH</b>	<b>High test hypochlorite</b>
<b>MSG</b>	<b>Mono sodium glutamate</b>
<b>VCM</b>	<b>Vinyl chloride monomer</b>
<b>EDC</b>	<b>Ethylene dichloride</b>
<b>NaOH</b>	<b>Caustic soda</b>
<b>PVC</b>	<b>Polyvinyl chloride</b>
<b>G-</b>	<b>Gaseous</b>
<b>L-</b>	<b>Liquefied</b>
<b>Aq-</b>	<b>Aqueous</b>
<b>S-</b>	<b>Solid</b>
<b>F-</b>	<b>Flake</b>
<b>D (process)</b>	<b>Diaphragm (process)</b>
<b>IM (process)</b>	<b>Ion exchange membrane (process)</b>
<b>M (process)</b>	<b>Mercury (process)</b>
<b>BOD</b>	<b>Biological oxygen demand</b>
<b>COD</b>	<b>Chemical oxygen demand</b>
<b>SCR</b>	<b>Silicon rectifier</b>
<b>MSL</b>	<b>Mean sea level</b>
<b>ISBL</b>	<b>Inside battery limit</b>
<b>OSBL</b>	<b>Outside battery limit</b>

## Financial and Economic Terms

<b>DCF</b>	<b>Discounted cash flow</b>
<b>IRR</b>	<b>Internal rate of return</b>
<b>ERR</b>	<b>Economic internal rate of return</b>
<b>FRR</b>	<b>Financial internal rate of return</b>
<b>ROI</b>	<b>Return on investment</b>

<b>GDP</b>	<b>Gross domestic product</b>
<b>GNP</b>	<b>Gross national product</b>
<b>C &amp; F</b>	<b>Cost and freight</b>
<b>CIF</b>	<b>Cost, insurance and freight</b>
<b>FOB</b>	<b>Free on board</b>
<b>NPV</b>	<b>Net present value</b>

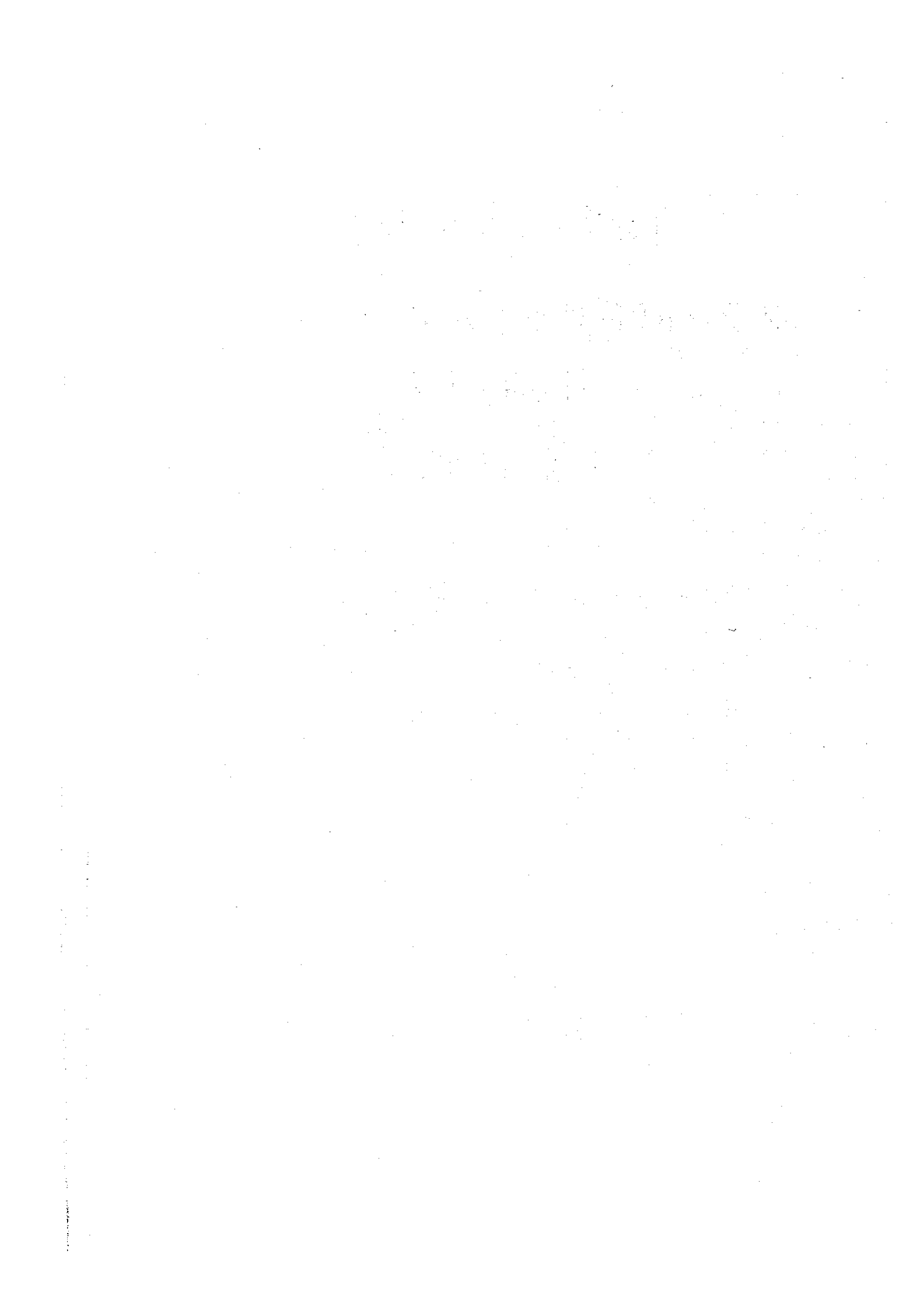
#### Currency and Exchange Rate

<b>Rp</b>	<b>Indonesian Rupiah (1 U.S. dollar = Rp 1,000., 1984)</b>
<b>US\$, \$</b>	<b>U.S. dollar</b>
<b>yen</b>	<b>Japanese yen (1 U.S. dollar = 230 yen, 1984)</b>

#### Organization and Company

<b>BAPINDO</b>	<b>Bank Pembangunan Indonesia (Indonesian Development bank)</b>
<b>BI</b>	<b>Bank Indonesia</b>
<b>BKPM</b>	<b>Badan Koordinasi Penanaman Modal (Investment Coordinating Board)</b>
<b>BPS</b>	<b>Biro Pusat Statistik (Central Bureau of Statistics)</b>
<b>DGBCI</b>	<b>Direcorate General of Basic Chemical Industry</b>
<b>GOI</b>	<b>The Government of the Republic of Indonesia</b>
<b>JETRO</b>	<b>Japan External Trade Organization .</b>
<b>JICA</b>	<b>Japan International Cooperation Agency</b>
<b>MOI</b>	<b>Ministry of Industry in Indonesia</b>
<b>PLN</b>	<b>Perusahaan Umum Listrik Negara</b>
<b>PT. ISI</b>	<b>P.T. Industri Soda Indonesia</b>
<b>PUG</b>	<b>Perusahaan Umum Garam</b>

インドネシア共和国  
プラント(苛性ソーダ)リノベーション  
計画調査  
報告書





# 目 次

ページ

## 第Ⅰ編 序 論

第1章 調査の目的および範囲 .....	1-1
1.1 調査の背景 .....	1-1
1.2 調査の目的 .....	1-3
1.3 調査の範囲 .....	1-4
第2章 調査の実施要領と概要 .....	1-6
2.1 調査方法およびスケジュール .....	1-6
2.2 調査の概要 .....	1-7
2.2.1 市場調査 .....	1-7
2.2.2 PT、ISI管理体制の調査 .....	1-8
2.2.3 PT、ISI技術的問題の調査 .....	1-9
2.2.4 リノベーション計画の検討 .....	1-10
2.2.5 本計画の総所要資金の算定および資金計画の策定 .....	1-10
2.2.6 財務評価、経済評価 .....	1-11

## 第Ⅱ編 市場調査

第1章 需給予測 .....	1-1
1.1 序 論 .....	1-1
1.2 需給関係の歴史的動向 .....	1-4
1.3 需給予測 .....	1-12
1.3.1 需要予測の基本的考え方 .....	1-12
1.3.2 関連工業の成長予測 .....	1-13
1.3.3 インドネシアのカ性ソーダ/塩素需要予測 .....	1-26
1.3.4 PT、ISIに対する有効需要 .....	1-27
1.4 供給予測 .....	1-39
1.4.1 予測の方法 .....	1-39
1.4.2 供給予測の結果 .....	1-41
1.5 需給バランスとPT、ISIの販売計画 .....	1-43
1.5.1 需給バランス .....	1-43
1.5.2 PT、ISIの生産販売計画 .....	1-45

	ページ
第2章 価格予測 .....	1-52
2.1 販売価格の歴史的動向 .....	1-52
2.1.1 ベアトン価格の動向 .....	1-52
2.1.2 カ性ソーダ価格(100%換算ベース)の動向 .....	1-53
2.1.3 塩素系製品の価格動向 .....	1-54
2.1.4 インドネシアの価格形成メカニズムの特徴 .....	1-55
2.2 販売価格の予測 .....	1-60
2.2.1 カ性ソーダ .....	1-60
2.2.2 塩素ガスおよび塩素系製品 .....	1-61
第3章 輸送の合理化対策 .....	1-68
3.1 インドネシアの運輸事情とPT. ISIの販売地域 .....	1-68
3.2 PT. ISIの製品輸送方式の現状 .....	1-69
3.3 輸送合理化対策に関する検討 .....	1-71
3.3.1 鉄道輸送の利用 .....	1-71
3.3.2 タンクコンテナ方式による海上輸送 .....	1-71
3.3.3 カ性ソーダに関するスワップ販売の検討 .....	1-71
第4章 販売促進計画に関する提言 .....	1-73

## 第Ⅱ編 技術的諸問題の検討

第1章 PT. ISIの現況 .....	1-1
1.1 設立の経緯 .....	1-1
1.2 設備の沿革 .....	1-2
1.3 現設工場の概要 .....	1-4
1.4 PT. ISIの管理体制と問題点 .....	1-14
1.4.1 管理組織および配員 .....	1-14
1.4.2 運転管理 .....	1-17
1.4.3 教育、訓練 .....	1-19
1.4.4 保守管理 .....	1-22
第2章 現設工場の技術的診断 .....	1-31
2.1 現設工場のプロセス説明 .....	1-31
2.1.1 概況 .....	1-31
2.1.2 塩水プロセス .....	1-31
2.1.3 電解プロセス .....	1-32

	ページ
2.1.4 塩素系製品プロセス .....	■-36
2.1.5 補助部門 .....	■-40
2.2 現設工場の現状と問題点 .....	■-52
2.2.1 塩水プロセス .....	■-52
2.2.2 電解プロセス .....	■-54
2.2.3 塩素系製品 .....	■-57
2.2.4 補助部門 .....	■-61
2.3 現設工場の設備診断結果 .....	■-63
2.3.1 概 要 .....	■-63
2.3.2 各設備の調査・診断結果 .....	■-63
第3章 関連事項の検討 .....	■-114
3.1 電解プロセスの選定 .....	■-114
3.1.1 電 解 法 .....	■-114
3.1.2 イオン交換膜法電解槽の形式（単極式と複極式） .....	■-115
3.2 原料塩の供給と原塩洗浄設備の検討 .....	■-124
3.2.1 原料塩の供給 .....	■-124
3.2.2 原料塩の品質 .....	■-125
3.2.3 原料塩の洗浄の検討 .....	■-126
3.3 電力の経済的利用の問題 .....	■-136
3.3.1 序 .....	■-136
3.3.2 インドネシアの電力料金体系とPT. ISI電力料金の関係 .....	■-136
3.3.3 評価のための基本条件 .....	■-137
3.3.4 受電圧の変更による経済効果 .....	■-138
3.3.5 力率改善による経済効果 .....	■-140
3.4 環境保全の問題 .....	■-147
3.4.1 環境問題 .....	■-147
3.4.2 大気汚染 .....	■-147
3.4.3 排 水 .....	■-148
3.4.4 水銀汚染 .....	■-149
3.4.5 結 論 .....	■-152
第4章 リノベーション計画案 .....	■-156
4.1 リノベーション計画策定のための前提条件 .....	■-156
4.2 リノベーション計画案の策定 .....	■-158

4.2.1	Case 1 の計画概要	159
4.2.2	Case 2 の計画概要	162
4.2.3	Case 3 の計画概要	165
4.3	現設設備の手直し	182
4.3.1	概要	182
4.3.2	各設備の手直し計画	182
4.4	操業上の留意点	192
4.4.1	フィード塩水の品質	192
4.4.2	塩素ガスと水素ガスの圧力	194
4.4.3	カ性ソーダの濃度	194
4.4.4	戻り塩水の濃度	195
第5章	リノベーション実施計画	196
5.1	リノベーションの概要と設計条件	196
5.1.1	リノベーション工事の範囲	196
5.1.2	設備能力比較	198
5.1.3	プロセスフロー、レイアウトおよび機器リスト	199
5.1.4	現設およびリノベーション後の原単位	202
5.1.5	設計条件	202
5.2	機器および資材の調達と契約方式	220
5.3	プロジェクトの実施体制	222
5.3.1	PT. ISIの業務	222
5.3.2	PT. ISIのプロジェクト実施体制	223
5.4	現地工事	226
5.5	トレーニング、運転アドバイザー	228
5.6	リノベーションスケジュール	229

## 第Ⅵ編 総所要資金と資金計画

第1章	総所要資金	N-1
第2章	資金計画	N-21

## 第V編 財務分析

第1章 現状分析 .....	V-1
1.1 損益 .....	V-1
1.1.1 生産状況 .....	V-1
1.1.2 販売価格と製造原価 .....	V-2
1.2 資産流動性と資金繰り .....	V-9
1.2.1 流動性 .....	V-9
1.2.2 資金繰り .....	V-9
第2章 財務分析の前提条件 .....	V-13
2.1 エスカレーションレート .....	V-14
2.1.1 外貨建輸入品価格のエスカレーション .....	V-14
2.1.2 現地通貨価格のエスカレーションと交換率 .....	V-15
2.2 生産および販売計画 .....	V-18
2.2.1 生産計画 .....	V-18
2.2.2 自家消費と製品在庫 .....	V-19
2.2.3 工事期間の生産停止 .....	V-19
2.2.4 販売価格 .....	V-19
2.3 原価要素 .....	V-21
2.3.1 変動費要素 .....	V-21
2.3.2 固定費要素 .....	V-22
2.4 流動資産と流動負債 .....	V-30
第3章 財務分析とケーススタディ .....	V-33
3.1 財務分析の手法 .....	V-33
3.1.1 各ケースの財務予測 .....	V-33
3.1.2 増分比較と投資効果の測定法 .....	V-34
3.2 各リノベーション案の財務分析と最適案の選択 .....	V-35
3.2.1 FRRとNPV .....	V-35
3.2.2 製造原価と損益 .....	V-37
3.2.3 財務比率と資金繰り .....	V-39
3.2.4 最適計画案の選択 .....	V-40
3.3 融資条件の検討と提言 .....	V-45
3.4 感度分析 .....	V-54

## 第Ⅱ編 経済評価

第1章 経済価格 .....	Ⅱ-1
第2章 経済評価 .....	Ⅱ-5
2.1 Economic Rate of Return(BRR) .....	Ⅱ-5
2.2 感度分析 .....	Ⅱ-6
2.3 本計画による外貨節約 .....	Ⅱ-8
2.4 その他の経済効果 .....	Ⅱ-11

## 付 録

### 第Ⅰ編の付録

付録 Ⅰ-1 MEMBERS LIST OF JAPANESE STUDY TEAM	
Ⅰ-2 LIST OF COUNTERPARTS IN INDONESIA	
Ⅰ-3 LIST OF ORGANIZATION VISITED AND PERSONS MET BY THE STUDY TEAM	
Ⅰ-4 LOCAL SURVEY SCHEDULE PERFORMED BY THE TEAM	
Ⅰ-5 LIST OF DOCUMENTS OBTAINED BY THE TEAM	

### 第Ⅱ編の付録

付録 Ⅱ-1 ソーダ工業の発展パターン	
Ⅱ-2 インドネシアにおける塩素系製品の新規生産の可能性	

### 第Ⅲ編の付録

付録 Ⅲ-1 水銀法、隔膜法、イオン交換膜法の原理とその概要	
--------------------------------	--

### 第Ⅳ編の付録

付録 Ⅳ-1 PT. ISIの財務諸表	
Ⅳ-2 財務分析コンピュータプリントアウト	
Ⅳ-3 経済分析コンピュータプリントアウト	

## LIST OF FIGURES

	Page
Figure II-1.1 DEMAND FORECAST OF NaOH & CL IN INDONESIA ...	II-32
Figure II-1.2 CL POTENTIAL MARKET FOR PT. ISI (OPTIMUM CASE) .....	II-33
Figure II-2.1 HISTORICAL PRICE TREND OF NaOH .....	II-57
Figure II-2.2 HISTORICAL PRICE TREND OF PAIR TON .....	II-58
Figure III-1.1 BLOCK DIAGRAM OF PT. ISI .....	III-3
Figure III-1.2 ORGANIZATION CHART OF PT. ISI AS OF 1984 ....	III-28
Figure III-1.3 SAMPLE OF FLOW CHART (NORMAL SHUT DOWN PROCEDURE OF BRINE SECTION) .....	III-29
Figure III-2.1 FLOW SHEET OF CAUSTIC SODA AND CHLORINE DERIVATIVES PRODUCTION AT PT. ISI .....	III-43
Figure III-2.2 CROSS SECTION OF MERCURY CELL (MODEL) .....	III-45
Figure III-2.3 VOLTAGE - CURRENT CURVE AT NO.2 SERIES ELECTROLYTIC CELLS .....	III-46
Figure III-2.4 VOLTAGE - CURRENT CURVE AT NO.1 SERIES ELECTROLYTIC CELLS .....	III-47
Figure III-2.5 LIQUEFIED CHLORINE PROCESS AND HYDROCHLORIC ACID SYNTHESIZER .....	III-48
Figure III-2.6 DISTRIBUTION DIAGRAM OF PROCESS WATER AND COOLING WATER AT PT. ISI .....	III-49
Figure III-2.7 POWER SOURCE AND CONSUMPTION AT PT. ISI .....	III-50
Figure III-2.8 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PLANT LAYOUT .....	III-112
Figure III-3.1 A SCHEMATIC STRUCTURE OF ELECTROLYZER .....	III-116
Figure III-3.2 PLAN FOR POWER SOURCE ALTERNATION .....	III-143
Figure III-3.3 PLAN FOR POWER SOURCE ALTERNATION .....	III-144

	Page
Figure III-3.4 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PLANT LAYOUT AFTER RENOVATION .....	III-153
Figure III-3.5 MEASUREMENT OF MERCURY (28 MAY 1984) .....	III-154
 (CASE 1)	
Figure III-4.1 OUTLINE OF RENOVATION PROGRAM .....	III-168
Figure III-4.2 G-CL DISTRIBUTION SYSTEM .....	III-169
Figure III-4.3 G-CL PROCESSING .....	III-170
Figure III-4.4 HYDROGEN GAS PROCESSING .....	III-171
Figure III-4.5 DRY AIR PROCESS .....	III-172
Figure III-4.6 BRINE MUD TREATMENT .....	III-173
 (CASE 2)	
Figure III-4.7 OUTLINE OF RENOVATION PROGRAM .....	III-174
Figure III-4.8 G-CL DISTRIBUTION SYSTEM .....	III-175
Figure III-4.9 G-CL PROCESSING .....	III-176
Figure III-4.10 HYDROGEN GAS PROCESSING .....	III-177
 (CASE 3)	
Figure III-4.11 OUTLINE OF RENOVATION PROGRAM .....	III-178
Figure III-4.12 G-CL DISTRIBUTION SYSTEM .....	III-179
Figure III-4.13 G-CL PROCESSING .....	III-180
Figure III-4.14 HYDROGEN GAS PROCESSING .....	III-181
Figure III-4.15 NEW REACTING TANK AND CONTROL SYSTEM FOR CHEMICAL FEED (BRINE PURIFICATION SECTION) ..	III-187
Figure III-4.16 BRINE DISTRIBUTION SYSTEM .....	III-188



	Page
Figure III-4.17 PH CONTROL SYSTEM FOR RETURN BRINE .....	III-189
Figure III-4.18 RENOVATION OF NO.1 UNIT ROOM .....	III-190
Figure III-4.19 BOTTLING SYSTEM FOR HCL .....	III-191
Figure III-5.1 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PROCESS FLOW SHEET CASE 1 .....	III-205
Figure III-5.2 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PROCESS FLOW SHEET CASE 2 .....	III-207
Figure III-5.3 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PROCESS FLOW SHEET CASE 3 .....	III-209
Figure III-5.4 PT INDUSTRI SODA INDONESIA PLANT LAYOUT .....	III-211
Figure III-5.5 ORGANIZATION INCLUDING SUPERVISOR ASSIGNED FOR CONSTRUCTION .....	III-225
Figure III-5.6 PROVISIONAL PROJECT SCHEDULE .....	III-233
Figure V-3.1 SENSITIVITY ANALYSIS ON THE MAJOR FINANCIAL FACTORS (CASE 3) .....	V-56
Figure VI-2.1 SENSITIVITY ANALYSIS ON THE MAJOR ECONOMIC FACTORS (CASE 3) .....	VI-7
Figure AII-1.1 RELATION OF GNP VS. PRODUCTION OF CAUSTIC SODA IN ADVANCED COUNTRIES .....	AII-6
Figure AII-1.2 RELATION OF GNP VS. PRODUCTION OF CAUSTIC SODA IN JAPAN .....	AII-7
Figure AII-1.3 RELATED PRODUCT OF CAUSTIC SODA .....	AII-11
Figure AII-1.4 COMPOSITION OF CAUSTIC SODA CONSUMPTION IN JAPAN .....	AII-12
Figure AII-1.5 RELATED PRODUCTS OF CHLORINE .....	AII-22
Figure AII-1.6 COMPOSITION OF CHLORINE CONSUMPTION IN JAPAN .....	AII-23

Figure AII-1.7	GROWTH OF CL/NaOH IN JAPAN .....	AII-24
Figure AII-1.8	CO-RELATION OF CAUSTIC SODA PRODUCTION VS. ETHYLENE PRODUCTION .....	AII-30
Figure AII-2.1	FLOW OF HYPOCHLORITE, CHLORITE AND CHLORATE ..	AII-61
Figure AIII-1.1	PRINCIPLE OF MERCURY PROCESS .....	AIII-6
Figure AIII-1.2	PRINCIPLE OF DIAPHRAGM PROCESS .....	AIII-7
Figure AIII-1.3	PRINCIPLE OF MEMBRANE PROCESS .....	AIII-8

LIST OF TABLES

		Page
Table II-1.1	PRODUCTION CAPACITY OF ELECTROLYSIS INDUSTRY IN INDONESIA (1984) .....	II-6
Table II-1.2	HISTORICAL PRODUCTION BY INDUSTRY .....	II-7
Table II-1.3	UNIT CONSUMPTION OF NaOH & CL BY PRODUCT .....	II-9
Table II-1.4	HISTORICAL DEMAND OF NaOH (100%) & CL BY INDUSTRY (OPTIMUM CASE) .....	II-10
Table II-1.5	HISTORICAL TOTAL DEMAND & DOMESTIC PRODUCTION OF NaOH & CL .....	II-11
Table II-1.6	PRODUCTION FORECAST OF CHLOR/ALKALI INDUSTRIAL PRODUCTS (OPTIMUM CASE) .....	II-34
Table II-1.7	DEMAND FORECAST OF NaOH & CL BY INDUSTRY (OPTIMUM CASE) .....	II-36
Table II-1.8	DEMAND FORECAST OF NaOH & CL BY CASE .....	II-37
Table II-1.9	CL POTENTIAL MARKET FOR PT. ISI (OPTIMUM CASE) .....	II-38
Table II-1.10	NaOH/CL SUPPLY CAPACITY AND DEMAND BALANCE FORECAST IN INDONESIA .....	II-42
Table II-1.11	PRODUCTION AND SALES PLAN (EXISTING, CASE 1, CASE 2 & CASE 3) .....	II-50
Table II-2.1	HISTORICAL EX-FACTORY PRICE (INCL. TAX) OF PT. ISI .....	II-59
Table II-2.2	ESTIMATED PRODUCTION COST OF STANDARD ELECTROLYSIS PLANT IN INDONESIA (1988) .....	II-66
Table II-2.3	EX-FACTORY PRICE FORECAST OF PT. ISI (INCL. TAX) .....	II-67
Table II-3.1	COMPARISON OF DELIVERY MODE AND COST .....	II-70

	Page
Table III-1.1 ANNUAL PRODUCTION OF EACH PRODUCT .....	III-10
Table III-1.2 ANNUAL OPERATING HOURS OF SHUTDOWN .....	III-11
Table III-1.3 UNIT MATERIAL CONSUMPTION .....	III-12
Table III-1.4 QUALITY OF PRODUCTS .....	III-13
Table III-1.5 PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULE SILICON RECTIFIER .....	III-30
Table III-2.1 QUALITY OF PURIFIED BRINE IN 1982 - 1983 AT PT. ISI .....	III-51
Table III-2.2 RESULT OF DIAGNOSIS .....	III-68
Table III-2.3 RESULT OF DIAGNOSIS FOR NO. 1 UNIT .....	III-73
Table III-2.4 RESULT OF DIAGNOSIS FOR NO. 2 UNIT .....	III-77
Table III-2.5 RESULT OF DIAGNOSIS FOR 1ST-HCL .....	III-82
Table III-2.6 RESULT OF DIAGNOSIS FOR 2ND-HCL .....	III-86
Table III-2.7 RESULT OF DIAGNOSIS FOR 3RD-HCL .....	III-90
Table III-2.8 RESULT OF DIAGNOSIS (LIQUID CHLORINE PROCESS) .	III-95
Table III-2.9 RESULT OF DIAGNOSIS (Ca-HYPO PROCESS) .....	III-101
Table III-2.10 RESULT OF DIAGNOSIS (Na-HYPO PROCESS) .....	III-105
Table III-2.11 RESULT OF DIAGNOSIS (WATER TREATMENT PROCESS) .	III-108
Table III-3.1 COMPARISON AMONG MERCURY, DIAPHRAGM, AND MEMBRANE PROCESS .....	III-117
Table III-3.2 COMPARISON OF CHARACTERISTICS BETWEEN MONOPOLAR AND BIPOLAR MEMBRANE ELECTROLYSER ..	III-122
Table III-3.3 ANNUAL PRODUCTION AND CONSUMPTION OF SALT IN INDONESIA .....	III-131
Table III-3.4 SALT FIELDS IN INDONESIA AND SALT FARM AREA ..	III-132
Table III-3.5 QUALITY OF RAW SALT .....	III-133

	Page
Table III-3.6	IMPORTED AMOUNT AND QUALITY OF RAW SALT FOR INDUSTRIAL USE IN JAPAN DURING 1983 ..... III-134
Table III-3.7	QUALITY OF PURIFIED BRINE IN 1982 - 1983 AT PT. ISI ..... III-135
Table III-3.8	TARIFF SYSTEM OF ELECTRICITY ..... III-145
Table III-3.9	POWER FACTOR ..... III-146
Table III-3.10	STANDARD OF WATER QUALITY PREPARED BY EAST JAVA LOCAL AUTHORITY ..... III-155
Table III-5.1	EQUIPMENT LIST FOR NEWLY INSTALLED FACILITIES . III-213
Table III-5.2	MATERIAL AND POWER CONSUMPTION FOR NaOH (100%). III-218
Table III-5.3	MATERIAL AND POWER CONSUMPTION ..... III-219
Table IV-1.1	ESTIMATED PROJECT COST - CASE 1 (46 t/d) ..... IV-12
Table IV-1.2	ESTIMATED PROJECT COST - CASE 2 (47 t/d) ..... IV-13
Table IV-1.3	ESTIMATED PROJECT COST - CASE 3 (63 t/d) ..... IV-14
Table IV-1.4	CONTINGENCY SCHEDULE BY COST GROUP (CASE 1) .. IV-15
Table IV-1.5	CONTINGENCY SCHEDULE BY COST GROUP (CASE 2) .. IV-16
Table IV-1.6	CONTINGENCY SCHEDULE BY COST GROUP (CASE 3) .. IV-17
Table IV-1.7	ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE (CASE 1) ..... IV-18
Table IV-1.8	ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE (CASE 2) ..... IV-19
Table IV-1.9	ESCALATED CAPITAL COST ESTIMATE (CASE 3) ..... IV-20
Table V-1.1	HISTORICAL CAPACITY UTILIZATION, 1975 - 1983 . v-5
Table V-1.2	HISTORICAL PRODUCTION AND SALES, 1975 - 1983 . v-6
Table V-1.3	HISTORICAL PRODUCTION COST, 1975 - 1983 ..... v-7

	Page
Table V-1.4	HISTORICAL PROFIT AND LOSS, 1975 - 1983 ..... V-8
Table V-1.5	HISTORICAL BALANCE SHEET, 1975 - 1983 ..... V-11
Table V-1.6	PRICE & COST INCREASE FOR PT. ISI DURING 1979 - 1983 ..... V-12
Table V-2.1	PRICE INDEX IN INDONESIA ..... V-17
Table V-2.2	PROJECTED MATERIAL CONSUMPTION ..... V-25
Table V-2.3	PROJECTED UNIT MATERIAL COST ..... V-26
Table V-2.4	PROJECTED DIRECT FIXED COST (WITH/WITHOUT RENOVATION) ..... V-27
Table V-2.5	PROJECTED DEPRECIATION COST (WITH/WITHOUT RENOVATION) ..... V-28
Table V-2.6	INTEREST AND REPAYMENT SCHEDULE OF EXISTING LOAN ..... V-29
Table V-2.7	ASSUMPTION FOR CALCULATION OF CURRENT ASSETS AND LIABILITIES ..... V-32
Table V-3.1	FRR AND NPV FOR INCREMENTAL ..... V-41
Table V-3.2	PRODUCTION COST AND SALES PRICE ..... V-42
Table V-3.3	COMPOSITION OF PRODUCTION COST FOR CASE 3 .... V-43
Table V-3.4	SUMMARY OF FINANCIAL RATIO ..... V-44
Table V-3.5	FUNDS FLOW STATEMENTS (EXAMPLE 1) ..... V-48
Table V-3.6	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS (EXAMPLE 1) ..... V-50
Table V-3.7	FUNDS FLOW STATEMENTS (EXAMPLE 2) ..... V-51
Table V-3.8	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS (EXAMPLE 2) ..... V-53
Table VI-2.1	FOREIGN CURRENCY SAVINGS FOR CASE 3 ..... VI-10

	Page
Table AII-1.1 SUPPLY/DEMAND FOR NaOH AND CHLORINE IN JAPAN .	AII-4
Table AII-1.2 CONSUMPTION OF CAUSITC SODA IN JAPAN .....	AII-13
Table AII-1.3 PRODUCTION OF CAUSTIC SODA AND CHLORINE CONSUMPTION IN JAPAN .....	AII-14
Table AII-1.4 PRODUCTION OF FIBER IN JAPAN .....	AII-15
Table AII-1.5 PRODUCTION OF TYPICAL INORGANIC CHEMICALS AND ITS CONSUMPTION OF CAUSTIC SODA AND SODA ASH IN JAPAN .....	AII-16
Table AII-1.6 CHLORINE CONSUMPTION AND CHLORINE RELATED PRODUCTS IN JAPAN .....	AII-25
Table AII-1.7 CHLORINE CONSUMPTION FOR CHLORINE RELATED PRODUCTS IN JAPAN .....	AII-26
Table AII-1.8 CONSUMPTION OF HYDROCHLORIC ACID IN JAPAN ....	AII-31
Table AII-1.9 DEMAND OF BLEACHING CHEMICALS IN JAPAN .....	AII-32
Table AII-1.10 DEMAND OF LIQUID CHLORINE IN JAPAN .....	AII-33
Table AII-1.11 DEMAND STRUCTURE OF CHLORINE FOR TYPICAL ORGANIC CHEMICALS IN JAPAN .....	AII-34
Table AII-1.12 PRODUCTION OF CAUSTIC SODA (ELECTROLYSIS) AND ETHYLENE IN JAPAN .....	AII-35
Table AII-1.13 CHLORINE CONSUMPTION IN JAPAN .....	AII-36
Table AII-2.1 IMPORT OF CHLORINATED COMPOUND IN INDONESIA ..	AII-62
Table AII-2.2 PAST AND FUTURE CONSUMPTION OF AMMONIUM CHLORIDE .....	AII-63
Table AII-2.3 FORECAST FOR PRODUCTION OF NH <sub>4</sub> CL AND CONSUMPTION OF HCL & CL .....	AII-64
Table AII-2.4 DEMAND FORECAST OF ZINC CHLORIDE .....	AII-65
Table AII-2.5 FORECAST OF POSSIBLE MARKET OF ZINC CHLORIDE FOR PT. ISI .....	AII-66
Table AII-2.6 FORECAST FOR PRODUCTION OF CALCIUM CHLORIDE FOR PT. ISI .....	AII-67

	Page
Table AII-2.7	UNIT PRICE OF BLEACHING CHEMICALS IN JAPAN ... AII-68
Table AII-2.8	CONSUMPTION PATTERN OF BLEACHING CHEMICALS IN JAPAN ..... AII-69
Table AV-1.1	UNIT PRICE OF MATERIALS AND UTILITIES ..... AV-1
Table AV-1.2	VARIABLE COST PER PRODUCT ..... AV-2
Table AV-1.3	SALARIES AND WAGES AND SOCIAL WELFARE ..... AV-3
Table AV-1.4	ALLOCATION OF PERSONNEL ..... AV-4
Table AV-1.5	MAINTENANCE AND REPAIRING COST ..... AV-5
Table AV-1.6	FIXED ASSETS AND DEPRECIATION ..... AV-6
Table AV-1.7	ADMINISTRATIVE COST ..... AV-7
Table AV-1.8	CURRENT ASSETS ..... AV-8
Table AV-1.9	CURRENT LIABILITIES AND NET WORKING CAPITAL .. AV-9
Table AV-1.10	DIRECT PRODUCTION COST ALLOCATION TO EACH PRODUCT ..... AV-10
 (WITHOUT CASE)	
Table AV-2.1	PRODUCTION AND SALES PLAN ..... AV-11
Table AV-2.2	PRODUCTION COST STATEMENTS ..... AV-13
Table AV-2.3	WORKING CAPITAL STATEMENTS ..... AV-15
Table AV-2.4	INCOME STATEMENTS ..... AV-17
Table AV-2.5	FUNDS FLOW STATEMENTS ..... AV-19
Table AV-2.6	BALANCE SHEET ..... AV-21
Table AV-2.7	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS ..... AV-23
Table AV-2.8	FINANCIAL CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) ..... AV-24
Table AV-2.9	FINANCIAL CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) ..... AV-25



## (CASE 1)

Table AV-2.10	PRODUCTION AND SALES PLAN .....	AV-26
Table AV-2.11	PRODUCTION COST STATEMENTS .....	AV-28
Table AV-2.12	WORKING CAPITAL STATEMENTS .....	AV-30
Table AV-2.13	INCOME STATEMENTS .....	AV-32
Table AV-2.14	FUNDS FLOW STATEMENTS .....	AV-34
Table AV-2.15	BALANCE SHEET .....	AV-36
Table AV-2.16	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS .....	AV-38
Table AV-2.17	FINANCIAL CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-39
Table AV-2.18	FINANCIAL CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-40

## (CASE 2)

Table AV-2.19	PRODUCTION AND SALES PLAN .....	AV-41
Table AV-2.20	PRODUCTION COST STATEMENTS .....	AV-43
Table AV-2.21	WORKING CAPITAL STATEMENTS .....	AV-45
Table AV-2.22	INCOME STATEMENTS .....	AV-47
Table AV-2.23	FUNDS FLOW STATEMENTS .....	AV-49
Table AV-2.24	BALANCE SHEET .....	AV-51
Table AV-2.25	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS .....	AV-53
Table AV-2.26	FINANCIAL CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-54
Table AV-2.27	FINANCIAL CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-55

## (CASE 3)

Table AV-2.28	PRODUCTION AND SALES PLAN .....	AV-56
Table AV-2.29	PRODUCTION COST STATEMENTS .....	AV-58
Table AV-2.30	WORKING CAPITAL STATEMENTS .....	AV-60
Table AV-2.31	INCOME STATEMENTS .....	AV-62
Table AV-2.32	FUNDS FLOW STATEMENTS .....	AV-64
Table AV-2.33	BALANCE SHEET .....	AV-66
Table AV-2.34	PROFITABILITY AND FINANCIAL INDICATORS .....	AV-68
Table AV-2.35	FINANCIAL CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-69
Table AV-2.36	FINANCIAL CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-70

## (INCREMENTAL FOR CASE 1)

Table AV-2.37	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) .	AV-71
Table AV-2.38	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) .	AV-72
Table AV-2.39	FINANCIAL NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-73

## (INCREMENTAL FOR CASE 2)

Table AV-2.40	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ..	AV-74
Table AV-2.41	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) .	AV-75
Table AV-2.42	FINANCIAL NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-76

## (INCREMENTAL FOR CASE 3)

Table AV-2.43	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ..	AV-77
Table AV-2.44	FINANCIAL RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) .	AV-78
Table AV-2.45	FINANCIAL NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-79

## (WITHOUT CASE)

Table AV-3.1	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ...	AV-80
Table AV-3.2	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) ..	AV-81

## (CASE 1)

Table AV-3.3	ECONOMIC CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-82
Table AV-3.4	ECONOMIC CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-83

## (CASE 2)

Table AV-3.5	ECONOMIC CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-84
Table AV-3.6	ECONOMIC CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-85

## (CASE 3)

Table AV-3.7	ECONOMIC CASH FLOW (IN CURRENT PRICE) .....	AV-86
Table AV-3.8	ECONOMIC CASH FLOW (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-87

## (INCREMENTAL FOR CASE 1)

Table AV-3.9	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ...	AV-88
Table AV-3.10	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) ..	AV-89
Table AV-3.11	ECONOMIC NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-90

**(INCREMENTAL FOR CASE 2)**

Table AV-3.12	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ...	AV-91
Table AV-3.13	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) ..	AV-92
Table AV-3.14	ECONOMIC NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-93

**(INCREMENTAL FOR CASE 3)**

Table AV-3.15	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CURRENT PRICE) ...	AV-94
Table AV-3.16	ECONOMIC RATE OF RETURN (IN CONSTANT PRICE) ..	AV-95
Table AV-3.17	ECONOMIC NET PRESENT VALUE (IN CONSTANT PRICE) .....	AV-96

# 第 I 編 序 論



# 第 I 編 序論

## 第 1 章 調査の目的および範囲

### 1.1 調査の背景

アセアン諸国を中心として、わが国の経済協力等により多くのプラントが建設されてきたが、設備の老朽化あるいは不十分な管理などにより、運転効率が低下し、生産コストの上昇を招いているものが多くなってきている。かかる状況下においてこれらプラント等の改修、再活性化リノベーションのための協力をわが国に要望する声が強くなり、昭和58年4月末中曽根首相がアセアン歴訪の際、これら要望に応える旨の意図を表明した。これをうけ日本国政府は58年11月アセアン諸国に予備調査団を派遣、プロジェクトの選定確認をした後、インドネシア政府の要請を受け昭和59年2月に事前調査団を派遣し本格調査を実施するための合意書 (Scope of Work) に署名した。本調査はこの合意書に基づき実施するものである。

インドネシア政府の要請により今回リノベーション調査の対象となる工場は、スラバヤ中心部より約8kmの Waru に立地する、PT. ISI の Waru 工場である。当工場はインドネシア国営の最初のクロールアルカリ工場として1953-1956年にかけて日本国の旭硝子(株)により建設され、水銀法プロセスによりカ性ソーダ10 t/d、塩酸10 t/d、サラン粉10 t/d を主体としたものである。その後設備の保全、運転管理が不十分であったために生産能力は30%程度まで低下したので、1967-1969年に円借款を要請して、再び旭硝子(株)により改修工事を行った。1977-1978年には台湾のエンジニアリング会社 Wah Chang International Corp. の手により水銀法カ性ソーダ20 t/d の第2系列増設を行い、更に1983年、第2系列の電解槽の電極をチタン電極に交換し、能力を30 t/d に増強した。しかしながら1969年改修を行った第1系列は再び老朽化し、カ性ソーダの能力が6 t/d まで低下し、同時に合成塩酸、液化塩素設備および第1系、第2系共通設備等の効率も低下した。

一方1965年頃より当工場でも使用されている水銀法電解プロセスの水銀の毒性が世

界的に問題となり水銀の系外への洩出防止の技術が開発され、更に水銀を使用しない能率の良いイオン交換膜法カ性ソーダプロセスも開発され実用段階になってきた。PT、ISI は単に能率の低下した第1系列の改修計画のみならず、新製法への転換、環境汚染防止等総合的検討が必要となり、今回の調査が行なわれることとなったものである。



## 1.2 調査の目的

当該調査はPT. ISI Waru 工場を診断し、リノベーションの可能性について製品の市場性、原料塩の品質面、技術的、財務的および経済的な観点から総合的に調査検討し、生産力の増大、生産効率の向上、製品品質の向上を目標にリノベーションプログラムを作成することを目的とする。又調査は設備面に限らず、運転管理、教育訓練、環境安全管理、保守管理面について現状診断を行い、改善案を提言する。

### 1.3 調査の範囲

本調査の範囲は次の通りである。

#### (1) インドネシアにおけるソーダ工業の調査

- (i) ソーダ工業の現状とインドネシア政府の政策
- (ii) PT. ISI の工場再配置および将来計画

#### (2) 工場の経営、管理面の診断

- (i) 操業および品質管理の状況調査
- (ii) 生産設備および付帯設備の保守状況の調査
- (iii) 原価管理の方式調査
- (iv) 経営組織の調査
- (v) 教育、訓練の実施状況の調査

#### (3) 工場の機械、設備の技術的診断

- (i) 生産面での問題点の調査
- (ii) 品質面での問題点の調査
- (iii) 原単位面での問題点の調査
- (iv) 個別機器、装置の老朽化度の調査
- (v) 受電設備については、力率の向上および受電圧の変更についても調査をおこなう。

#### (4) 原料塩の調査

#### (5) 国内市場調査

#### (6) 環境調査

#### (7) リノベーションプログラムの作成

- (i) リノベーション計画の策定
- (ii) 将来計画と工場再配置の検討

- (iii) 所要資金の積算
- (iv) 教育訓練計画の策定
- (v) リノベーション実施計画の策定

- (8) 本計画の財務分析、評価
- (9) 本計画の経済評価
- (10) 結論と勧告

## 第2章 調査の実施要領と概要

### 2.1 調査方法およびスケジュール

本調査の実施に当っては、安達勝雄を団長とする専門家6名(注1)からなる調査団が1984年5月16日より6月5日までの21日間インドネシア共和国にて現地調査を行い、現地調査の結果を基礎にして帰国後詳細な検討策定を行った。

現地調査に際しては、本計画の実施機関である工業省基礎化学産業局、PT. ISIの関係スタッフによるカウンターパート・チームが編成された(注2)。調査団は、現地調査(注3)の期間中インドネシア側カウンターパート・チームとの共同作業ならびに詳細な討議により、必要資料の収集と解析を行うとともに、問題点の抽出、改修を要する機器の選定を行った。さらに市場調査班はスラバヤ地区のみならず、ジャワ島内のクロールアルカリ工場およびカ性ソーダ、塩素系製品の需要家を訪問し、問題点を把握するとともに必要データの集収を行った。(注4)

(注1) 現地調査団の編成メンバーは巻末付録1-1に示す。

(注2) インドネシア側カウンターパート・チームの編成メンバーは巻末付録1-2に示す。

(注3) 現地調査期間中の訪問先リストを巻末付録1-3に、現地調査日程を同1-4に示す。

(注4) 現地調査を通じて入手したデータおよび資料のリストを巻末付録1-5に示す。

## 2.2 調査の概要

当プロジェクトの調査範囲より、本調査の主要分野は下記のように大別できる。

- (1) 市場調査
- (2) PT. ISI の管理体制の調査
- (3) PT. ISI の技術的問題の調査
  - (i) 現設工場の状況調査
  - (ii) 原塩問題の調査
  - (iii) 電力の経済的利用の調査
  - (iv) 環境問題調査
- (4) PT. ISI リノベーション計画の検討
- (5) 本計画の総所要資金の算定および資金計画の策定
- (6) 本計画の財務分析および経済評価
- (7) 本計画の総合評価

### 2.2.1 市場調査

インドネシアではカ性ソーダ需要の75%が輸入でまかなわれ、また輸送の面より塩素系製品の輸出入は困難との見地より、市場調査は国内需要についてのみ行った。またインドネシアでは塩化ビニールモノマー等を主体として石油化学計画があり、これにより塩素の大口需要が予測されるが、この場合には塩化ビニールモノマー設備に附属してカ性ソーダ電解工場が新設されると考えられるのでPT. ISI の有効需要とは見做しえないが、インドネシア全体の需給に与える影響を別途考察した。

#### (1) 需給予測

大口需要者の増強計画、国内電解工場の設備増強および廃棄計画、輸入塩素系製品の国産品への切換の可能性につき大口需要者を訪問調査した。また需給予測は、a) 最も確率の高い予測、b) 楽観的に見た予測、c) 悲観的に見た予測の3段階

に分けて予測した。また、インドネシア全体の需給と PT. ISI の販売範囲の需給につき予測した。

## (2) 製品価格の調査

インドネシアのカ性ソーダの価格は輸入 CIF 価格により左右されることから、CIF 価格と国内価格の相関性を調べ、かつ国内市場の特殊性を勘案し価格予測を行った。塩素系製品の価格については、その構成要素を調査し将来価格を予測した。また販売、流通システムの改善のため二、三の提言を行った。

これらの調査結果は、本報告書の第Ⅲ編に詳述する。

### 2.2.2 PT. ISI 管理体制の調査

調査団は PT. ISI の工場現場において

- (i) 運転条件、稼働率、運転停止の頻度およびその原因
- (ii) 運転マニュアル、保守マニュアル等の確立およびその遵守状況
- (iii) 運転管理、品質管理の状況
- (iv) 教育、訓練の状況
- (v) 保守体制および予備品管理の状況

を調査し、これらの調査結果ならびに調査団の提言を本報告書第Ⅲ編第 1 章に集録した。

## 2.2.3 PT. ISI 技術的問題の調査

### (1) 現設工場の状況調査

- (i) 調査団は運転記録の調査および運転員のヒヤリングより操業上の問題点を調査した。
- (ii) 調査団はチェックシートを作成し、これに基づき現設工場の機器を一品毎にその老朽化度を調査し、今後の耐用年数を推定した。その状況により、a) 交換を要するもの、b) 補修が好ましいもの、c) 補修を要しないものに区分し要補修機器の選別を行った。

### (2) 原料塩問題の調査

調査団は PUO を訪問し原塩品質を調査するとともに、過去 PT. ISI が購入した原塩品質より将来購入すべき原塩品質を定めた。純度向上のための原塩洗浄設備を設計し、原塩洗浄を行った場合の原塩損失と原塩洗浄を行わぬ場合の不純分除去用の化学薬品の増加分を比較し、原塩洗浄の要否を検討した。

### (3) 電力の経済的利用の調査

調査団はインドネシア電力料金システムを調査し、受電圧が 20kV より 70kV に変わった場合ならびに PT. ISI の力率が 0.1 向上した場合の支払電力料金を算出した。またそのための設備費を求め、受電圧の変更ならびに力率向上のための投資の可否を検討した。

### (4) 環境調査

調査団は、現設工場よりの塩素および水銀の漏洩状況、ならびに排水を調査し、その実体を明らかにするとともに環境改善のための提言を行った。これらの調査結果は本報告書第 III 編第 2 章に集録した。

## 2.2.4 リノベーション計画の検討

上記調査結果に基づき次の検討を行った。

- (1) 本プロジェクトの中心となる電解槽の更新に関し、隔膜法、水銀法、イオン交換膜法の3案につき比較検討した。
- (2) リノベーション計画概念設計にあたり、次の3案について設計する事とした。
  - (i) 第1系列の水銀法電解槽をイオン交換膜法に転換し、その能力は第1系列の整流器の能力に見合うものとする。
  - (ii) 第2系列の水銀法電解槽を交換膜法に転換し、この能力は第2系列の整流器の能力に見合うものとする。第1系列は運転を休止する。
  - (iii) 第1系列、第2系列の水銀法電解槽をイオン交換膜法に転換し、その能力は第1系列および第2系列の整流器の能力に見合うものとする。
- (3) 電解槽以外の設備の設備改善計画、環境改善計画の策定ならびに概念設計を行った。
- (4) リノベーション計画の範囲（設備とサービス）を定め建設方式および建設スケジュールを策定したその結果を第Ⅲ編第4章に収録する。

## 2.2.5 本計画の総所要資金の算定および資金計画の策定

上記2.2.4に基づく、本計画の総所要資金の算定および資金計画の策定を行った。総建設費は1984年中期の実勢コストにより積算し、フィジカルコンテンツ率とエレベーション率を定め建設スケジュールに従ったプライスコンテンツ率を折込んだ。また建設費は外貨必要資金と現地貨必要資金に区分した。その結果を第Ⅳ編に収録する。



## 2.2.6 財務評価，経済評価

上記必要建設費をベースとし，更に製造原価算出のための所要数値，また製品の販売価格を検討して，製造原価計算および財務諸表の作成を行った。これらを基として財務比率，内部収益率を求め財務評価を行った。リノベーションの投資効果を見るために，投資を行った場合と投資を行わず現状のまままで運転した場合の2つのケースにつき便益と費用を求め，その差額をリノベーションの投資効果として内部収益率を求めた。その結果を第Ⅴ編に収録する。また経済的内部収益率，外貨収支効果，経済的現在価値，その他波及効果について経済評価を行った。その結果を第Ⅵ編に収録した。



## 第Ⅱ編 市場調査



## 第Ⅱ編 市場調査

### 第1章 需給予測

#### 1.1 序論

電解カ性ソーダ工業は、塩(NaCl)を原料として電気分解により、カ性ソーダ(NaOH)および塩素(Cl<sub>2</sub>)を生産するとともに副産物として水素(H<sub>2</sub>)が得られ、その生産比率は下記のように一定である。

カ性ソーダ	:	1 ton (100% NaOHとして)
塩素	:	0.88 ton
水素	:	280 m <sup>3</sup>

従って、国内におけるカ性ソーダおよび塩素(一次塩素誘導体を含む、以下同じ)に対する需要がこの生産比率に合致しない場合は、通常遠距離輸送が難しく輸入が困難で、かつ、中和廃棄するにはコスト高になる塩素の国内需要に合わせてプラントの運転を行い、併産されるカ性ソーダの国内需給バランスの調整は輸入または輸出により行われている。

一般に先進国においては塩化ビニル樹脂(PVC)、および塩素系溶剤等の有機塩素化合物の需要が旺盛であるため、電解カ性ソーダは塩素需要先導型であり、併産物であるカ性ソーダを如何に有効に利用するかが本工業発展のポイントとなっている。逆にインドネシアなど石油化学プラントを持たない発展途上国においては、化学工業のみならず、各工業の基礎物質であるカ性ソーダの需要はある程度存在しても、併産する塩素の需要が相対的に少ないので、塩素の需要に見合ったカ性ソーダの生産を行い、その結果不足するカ性ソーダは輸入しているのが現状である。後で詳述するがインドネシアにおける1984年度の需給バランスは次表のように推定される。

インドネシアにおけるカ性ソーダおよび塩素の需給バランス(1984年)

(単位: ton)

摘 要	カ性ソーダ	塩 素
設備能力	37,500 ( 32%)	33,000 (135%)
生産量	27,700 ( 23%)	24,400 (100%)
輸入量	90,900 ( 77%)	—
総需要量	118,600 (100%)	24,400 (100%)

NaOHの年産量の計算は次の通りである。

$$125 \text{ t/d} \times 300 \text{ d/y} = 37,500 \text{ t/y}$$

表にみられるように、インドネシアにおいてはカ性ソーダに対して、塩素の需要量が大幅に不足して、カ性ソーダ工業の発展の制約要因となっていることがわかる。

以上の考察から、本プロジェクトの市場調査は国内マーケット、それも塩素需要に特に重点をおいて検討を進めることにする。理由をまとめれば次の通りである。

- (a) カ性ソーダの需要は、PT. ISIのリノベーションを行い、生産能力が増大しても、十分吸収可能な規模にある。
- (b) 塩素の余剰生産能力を有する先進工業国であっても大型電解工場は塩素需要に合わせて運転され、輸出のための余剰塩素を生産しない。
- (c) たとえ輸出のために余剰塩素を生産したとしても、併産カ性ソーダも余剰になり結果としてコスト高になる。
- (d) 塩素を輸入する場合は液化塩素で輸送せざるを得ないが高压容器による輸送費が高すぎる。
- (e) 一般に石油化学等に附属する大型電解工場には、液化設備および出荷設備がない。

先進国における塩素の大口用途としては、塩化ビニルモノマー (VCM)、塩素系溶剤および紙・パルプの漂白などがあるが、インドネシアにおいては塩化ビニル樹脂 (P

VCM)の需要が1984年度で約100,000 t/y (所要塩素量62,000 ton)に達しているにもかかわらず、いまだにVCMの国産化が行われていないので、国産化が実現すれば大幅な塩素需要の増加が期待できる。しかし、VCMに消費される塩素は多量であるために、VCM国産化の際はVCMに隣接して大型の電解プラントが新設されるものと思われ、PT. ISIを含む既存のカ性ソーダメーカー(すべて小規模)にとっては将来VCM用塩素の需要を期待することができないのみでなく、大電解メーカーの出現は、VCM工場の余剰カ性ソーダの市場への流出により販売競争上の脅威となる可能性さえ考えられる。なお100,000 t/y規模のVCM工場からの余剰カ性ソーダは約70,000 t/yで1984年の輸入量90,000 t/yより下まわり、数量からだけみれば、PT. ISIがカ性ソーダの市場を失うことにはならない。

従って、今回の需要予測は原則として既存の需要分野に限定することとして、VCMプラントが将来新設されても、塩素は全量付設電解プラントより全量供給されるものと仮定して、VCM向け塩素の需要予測は行わないこととした。

## 1.2 需給関係の歴史的動向

### (1) 現有生産能力

電解ソーダメーカーの1984年度における設備能力は表Ⅱ-1.1に示す通りであり、国際的水準に比較するといずれも小規模である。電解ソーダ工業の特性として生産設備のスケールメリットが一般化学工業のように大きくなく、特に塩素の遠距離輸送が困難なのでインドネシアにおいては製紙用パルプおよびグルタミン酸ソーダ等の需要工業プラントに付設されている電解プラントが多く、全製品を外販するメーカーはPT. ISIとPT. Soda Sumatraの2社のみである。以下に生産能力の概要を示した。

	メーカー数	生産能力(t/d) (NaOH, 100%)
独立企業	2	56
製紙工業付属	7	51
グルタミン酸工業付属	2	18
(計)	11	125

### (2) 需要実績

カ性ソーダまたは塩素を消費する主要製品(または産業分野、以下同じ)の1973-1983年間における生産量は、一部推定をまじえているが、表Ⅱ-1.2の通りであり、これらの生産量に、表Ⅱ-1.3に示すカ性ソーダおよび塩素の原単位をかけることにより得た産業別のカ性ソーダと、塩素の消費量は表Ⅱ-1.4に示した。以下に1983年度の推計値を示す。



カ性ソーダおよび塩素の製品別需要量（1983年）

（単位：1000 ton）

	カ性ソーダ	塩素
石 け ん	43.6	
合 成 洗 剤	1.8	
紙 用 パ ル プ	9.9	8.3
グ ル タ ミ ン 酸 ソー ダ	9.8	5.2
染 色 整 理 ( 織 布 )	8.0	1.3
レ ー ヨ ン	21.6	
水 処 理	6.5	2.2
そ の 他	8.1	5.2
( 計 )	109.3	22.2

これら主要製品についての生産量の推定は、主としてインドネシアにおける以下の参考資料記載の数値を各メーカーへのインタビューの結果およびPT. ISIより提供を受けた資料にもとづき必要に応じて修正することにより行った。

（参考資料）

- Industri Selay Pandang (1982 edition)
- Pengembangan Kapasitas Nasional Sector Industri (1983 edition)

但し、紙用パルプについては日本で発行されている“Pulp & Paper International, World Review Number”記載の数値を使用した。

(3) 需給バランスの実績

表Ⅱ-1.5は、1976-1983年におけるカ性ソーダおよび塩素の需給推定値を示したものである。生産能力125 t/dに300日を乗じて年産能力に換算すれば、カ性ソーダ37,500 t/y、塩素33,000 t/yであり、1983年度は約67%の操業率で運転されたことになる。この低操業率は塩素の需要に合わせてプラントが操業された結果と考えられる。不足するカ性ソーダ84,100 t/yは、輸入でまかなわれたことになる。

Table II-1.1 PRODUCTION CAPACITY OF ELECTROLYSIS INDUSTRY IN INDONESIA (1984)

(Unit: t/d as 100% NaOH)

Company	Capacity	Process
A. Commercial Plant		
(1) PT. Industri Soda Indonesia	36	Mercury
(2) PT. Soda Sumatra	20	"
B. Integrated with Pulp & Paper Plant		
(3) Pt. Civi Kimia	9	Diaphragm
(4) PT. Kertas Blabak	3	"
(5) Perum Kertas Gowa	5	Mercury
(6) Lembaga Penelitian Selulosa	5	"
(7) PN. Kertas Letjes	19	7t/d Diaphragm 12t/d Mercury
(8) Perum Kertas Basuki Rachmat	8	Mercury
(9) PN. Kertas Padalarang	2	Diaphragm
C. Integrated with MSG Plant		
(10) PT. Miwon	6	"
(11) PT. Sasa	12	Mercury
Total	125	

(Notes) 1. PT. Uci Jaya (8t/d) has stopped operation of the plant since 1979 due to the waste water pollution struggles with the farmers.

2. PT. Civi Kimia has additional capacity of 27t/d which is not formally approved by the government for operation.

3. PT. Miwon has sold its caustic soda produced by diaphragm process and purchased its all requirement by PT. ISI.

Table 11-1.2 HISTORICAL PRODUCTION BY INDUSTRY

No.	Item	Unit	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
[Major Assumption]													
1	Population	M	126.3	129.2	132.2	135.2	138.3	141.6	144.9	148.3	151.9	154.5	158.1
2	Real GDP Index		0.83	0.89	0.94	1.00	1.09	1.17	1.25	1.37	1.47	1.58	1.70
3	Real GDP per capita (1975)	US\$	209	218	225	234	248	263	272	293	307	326	342
4	Index of Real GDP per Capita		0.89	0.93	0.96	1.00	1.06	1.12	1.16	1.25	1.31	1.39	1.46
[Industry]													
1	Soap												
	Production	10 <sup>3</sup> t	131.3	148.9	164.6	175.5	194.9	218.5	202.9	213.0	207.8	279.8	290.8
	Consumption per capita	kg	1.04	1.15	1.25	1.30	1.41	1.54	1.40	1.44	1.37	1.81	1.84
2	Detergent												
	Production	10 <sup>3</sup> t	6.6	7.0	34.9	33.4	38.5	44.2	46.5	54.4	63.9	66.8	70.1
	Production (Soap + Detergent)	"	137.9	155.9	199.5	208.7	233.4	262.7	247.4	267.4	217.7	346.6	360.9
	Consumption (Soap + Detergent) per capita	kg	1.09	1.21	1.51	1.55	1.68	1.86	1.72	1.81	1.79	2.24	2.28
	Consumption (Detergent) per capita	"	0.05	0.05	0.26	0.25	0.27	0.31	0.32	0.37	0.42	0.43	0.44
3	Pulp & Paper												
	Demand (Paper)	10 <sup>3</sup> t	267	230	300	321	359	392	464	513	546	603	661
	Local Production (Paper)	"	40	43	51	62	82	155	214	232	256	297	342
	Local Production Radio (Paper)	%	15.0	18.7	17.0	19.3	22.8	39.5	46.1	43.2	46.9	49.3	51.8
	Consumption (Paper) per capita	kg	2.11	1.78	2.27	2.37	2.60	2.77	3.20	3.46	3.59	3.90	4.18
	Demand (Pulp)	10 <sup>3</sup> t	40	60	63	64	94	148	167	188	205	238	274
	Local Production (Pulp)	"	37	44	41	44	50	48	71	81	115	139	165
	Local Production Radio (Pulp)	%	92.5	73.3	65.1	68.8	53.2	32.4	42.5	43.1	56.1	58.2	60.4
4	MSC												
	Production	10 <sup>3</sup> t			8.1	8.1	10.0	21.6	20.0	21.8	33.5	30.2	32.7
	Consumption per capita	kg			60	60	72	153	136	147	221	195	207

Table II-1.2 (CONTINUED)

No.	Item	Unit	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
5	Textile Production	Mmm	927	974	1,017	1,247	1,333	1,576	1,910	2,027	2,094	1,709	2,500
	Consumption per capita	m	7.5	7.5	7.7	9.2	9.6	11.1	13.2	13.7	13.8	11.1	15.8
6	Rayon Demand	10 <sup>3</sup> t											35.7
	Production	"											28.8
7	Major Industry Requiring for Water Treatment												
	(a) Fertilizer Urea Production	10 <sup>3</sup> t	116	209	387	406	990	1,437	1,827	1,985	2,007	1,944	1,971
	(b) Iron & Steel Production (Ingot)	10 <sup>3</sup> t										693.5	762
	(c) Petroleum Refinery Crude Throughput	10 <sup>6</sup> bbl/y	118.7	119.3	112.8	113.7	152.4	161.4	186.0	192.8	212.1	233.3	256.7
	Local Throughput	"	115.1	91.6	81.7	63.1	112.2	105.2	120.3	129.3	162.5	181.8	224.5
	(d) Crude Oil Production	10 <sup>3</sup> bbl/d	1,268	1,447	1,231	1,504	1,686	1,635	1,595	1,576	1,067	1,325	1,325

Table II-1.3 UNIT CONSUMPTION OF NaOH & CL BY PRODUCT

Product	Unit	NaOH	CL
1. Soap	kg/t	150	-
2. Detergent	kg/t	26	50 - 28
3. Pulp for Paper	kg/t	60 - 36	
4. MSG (Fermentation Process)			
1976 - 1982	kg/t	400	160
1983	kg/t	300	"
1984 - 2000	kg/t	250	"
5. Textile	kg/MM m	3,200	500
6. Rayon	kg/t	750	-
7. Aluminium	-	-	-
8. Iron & Steel	kg/t	0.4	-
9. Fertilizer			
Urea	kg/t	1.50	0.3
TSP	kg/t	0.0045	-
ZA	kg/t	0.03	-
10. Crude Oil	kg/106bbl	-	1.3
11. Petroleum Refinery	kg/106bbl	14.4	0.6

(Note) 1. NaOH unit consumption for MSG is estimated as 500 kg/t if soda ash (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) is not used. Since NaOH is gradually substituted by soda ash of cheaper price since 1980 in Indonesia, it is roughly assumed that NaOH unit consumption is 400 kg/t in 1976-1982, 300 kg/t in 1983, 250 kg/t in 1984-2000 based on the interview for the MSG manufacturer in Indonesia.

2. NaOH/CL unit consumptions for Pulp & Paper are estimated to be proportionately decreased in the period of 1984-2000.

Table II-1.4 HISTORICAL DEMAND OF NaOH (100%) & CL BY INDUSTRY  
(OPTIMUM CASE)

		(Unit: 1,000 t)							
Industry		1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1.	NaOH								
(1)	Soap	26.3	29.2	32.8	30.4	32.0	31.2	42.0	43.6
(2)	Detergent	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	1.7	1.7	1.8
(3)	Pulp & Paper	2.6	3.0	2.9	4.3	4.9	6.9	8.3	9.9
(4)	MSG	3.2	4.0	8.6	8.0	8.7	13.4	12.1	9.8
(5)	Textile	4.0	4.3	5.0	6.1	6.5	6.7	5.5	8.0
(6)	Rayon							-	21.6
(7)	Water Treatment Fertilizer Iron & Steel Petroleum Refinery	0.6	1.5	2.2	2.7	3.0	3.0	2.9	3.0
(8)	Others Food Industry Miscellaneous	1.1 1.1	1.5 1.2	2.5 1.6	3.1 1.6	3.9 1.8	4.1 2.0	4.4 2.8	4.6 3.5
Total		41.0	47.3	58.2	59.1	64.1	71.3	82.6	109.3
2.	CL								
(1)	Pulp & Paper	2.2	2.5	2.4	3.6	4.1	5.8	7.0	8.3
(2)	MSC	1.3	1.6	3.5	3.2	3.5	5.4	4.8	5.2
(3)	Textile	0.6	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0	0.9	1.3
(4)	Water Treatment Fertilizer Petroleum Refinery	0.1 0.1	0.3 0.1	0.4 0.1	0.5 0.1	0.6 0.1	0.6 0.1	0.6 0.1	0.6 0.1
(5)	Crude Oil City Water Others Metal Industry Miscellaneous	0.7 0.6 2.2 0.9	0.8 0.7 2.4 1.0	0.8 0.7 2.5 1.0	0.8 0.7 2.7 1.1	0.7 0.8 2.9 1.2	0.8 0.8 3.2 1.3	0.9 0.9 3.4 1.4	0.9 0.9 3.7 1.5
Total		8.7	10.1	12.2	13.7	14.9	18.7	19.7	22.2

Table II-1.5 HISTORICAL TOTAL DEMAND & DOMESTIC PRODUCTION OF NaOH & CL

Product	(Unit: 1,000 t)							
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1. NaOH (100%)								
Total Demand	41.0	47.3	58.2	59.1	64.1	71.3	82.6	109.3
Domestic Production	8.8	9.4	8.5	17.6	18.7	22.6	22.4	25.2
Balance	32.2	37.8	49.7	41.5	45.4	48.7	60.2	84.1
2. CL								
Total Demand	8.7	10.1	12.2	13.7	14.9	18.7	19.7	22.2
Domestic Production	7.7	8.4	7.4	15.5	16.5	19.9	19.7	22.2
Balance	1.0	1.7	4.8	-1.8	-1.6	-1.2	0	0

(Note) 1. Domestic production of NaOH in 1976-1981 is estimated with reference to "Industri Selayang Pandang (1982)" and the projection of PT. ISI.

2. Domestic production of NaOH in 1982-1983 is estimated by domestic production of CL/0.88 and domestic production of CL in 1982-1983 is assumed as equivalent to total demand of CL.

### 1.3 需要予測

#### 1.3.1 需要予測の基本的考え方

カ性ソーダおよび塩素（塩素化合物を含む）を使用する主要製品のインドネシアにおける生産量を算定し、この生産量に各製品を製造するために必要なカ性ソーダまたは塩素の消費原単位をかけることによりカ性ソーダおよび塩素の需要量を算出した。これら各製品の生産量の予測に際し、必要に応じて以下の手法を使用した。

- (a) 実質 GDP または 1 人当り実質 GDP を変数とする回帰分析
- (b) 実質 GDP または 1 人当り実質 GDP に対する弾力性分析
- (c) 国民 1 人当り消費量と国民 1 人当り GDP を国際的に比較するクロスセクション分析（以下、クロスセクション分析と称する）

これらの予測に必要となるインドネシアにおける人口、実質 GDP についてはインドネシア政府発行の統計資料および世界銀行の予測等にもとづき、下記のように推定した。1984 年以降の実質 GDP 成長率を 7.5 % と仮定し、人口は 5 年毎の予測値をもとに各年の数値を補間した。（毎年の諸元は表Ⅱ-1.6 参照）

	1984	1990	1995	2000
人 口（百万人）	161.4	180.0	198.1	216.7
実質 GDP 指数（1976=1.00）	1.83	2.82	4.06	5.82

インドネシアにおけるカ性ソーダまたは塩素を消費する主要製品（または産業分野、以下同じ）並びに消費原単位は、表Ⅱ-1.3 の通りに計測される。原単位はできる限りインドネシアにおける実地調査により取得した数値を使用した。現地で取得できなかった数値については日本における原単位を代用した。

なおカ性ソーダおよび塩素の需要予測は 2000 年までを予測するものとし、主要製品の生産量の推定を次の 3 ケースについて行った。



- (i) 最も確率の高いと思われる予測 (Optimum Case)
- (ii) 楽観的 (最大) 予測 (Maximum Case)
- (iii) 悲観的 (最小) 予測 (Minimum Case)

### 1.3.2 関連工業の成長予測

カ性ソーダ/塩素の主な需要先は、下記のような製品製造工業である。

- (a) Soap (固形石けん)
- (b) Detergent (合成石けん)
- (c) Pulp for Paper (紙用パルプ)
- (d) MSG (グルタミン酸ソーダ)
- (e) Textile (織布)
- (f) Rayon (レーヨン)
- (g) Aluminum (アルミニウム)
- (h) 各工業の水処理, その他

これら諸工業の成長に伴って、カ性ソーダ/塩素の需要は増加するわけであるから下記に先ず諸工業の成長予測を行う。

#### (a) Soap (固形石けん)

世界各国における Soap, Detergent (合成洗剤) または Soap と Detergent の合計量の 1 人当りの消費量は生活様式による差が大きく、クロスセクション分析による需要予測は適当ではない。従って、Soap の消費量の予測はその国独自の消費パターンを分析して予測する以外にはよい方法がないと思われる。インドネシアにおける Soap (入浴, 洗濯用固形石けん) の 1 人当り消費量 (輸出入量が少ないので生産量を人口で除した) は 1983 年で約 1.8kg で、ほぼ先進国における消費水準に達しており、今後の需要の大幅な伸びはあまり期待できない状況にある。

1978-1983 年の過去 5 年における 1 人当り消費量の平均年間増加率は 3.62

多であるので1人当り実質 GDP の増加率 (5.45%) に対する弾性値は 0.66 と  
なり、近い将来 Detergent の需要増加の影響を受けて1人当り Soap 需要量の頭  
打ちが想定される。従って、Soap メーカーとのインタビューなどの実地調査の  
結果をふまえて1985年以降の1人当り消費量を次のように設定した。

	1985	1987	1988	1990	1995	2000
Optimum Case	1.91	1.98	(200)	1.98	1.93	1.88
Maximum Case	1.91	1.99	2.03	(210)	2.00	1.90
Minimum Case	1.91	(1.95)	1.94	1.92	1.87	1.82

(注) : ( ) 内の数字は各ケースにおける1人当り最大消費量を示す。

上記の1人当り消費量に総人口をかけて総消費量を算出した。また、Soap の  
輸出入量の少ないインドネシアにおいては生産量は総消費量に等しいと見なした。  
1人当りの消費量が将来減少するとしたのは Detergent の普及による固形石けん  
の消費減である。

(参考) 1980年における1人当り Soap 消費量

日 本	1.72	ノルウェー	2.35
英 国	1.79	フィリピン	1.86
フランス	1.82	タ イ	0.48

#### (b) Detergent (合成洗剤)

Detergent も Soap と同様にクロスセクション分析による需要の予測は適当で  
ないので、インドネシアの消費パターンを分析することにより予測する。インド  
ネシアにおける Detergent の1人当りの消費量 (輸出入量が少ないので生産量を  
人口で除した) は1983年で約 0.44 kg であり先進国の消費水準に比較して極め  
て少なくない。今後は電気洗濯機の普及とともに需要も着実に増加していくもの  
と思われる。過去5年間における1人当り消費量の平均年間増加率は次の通りで  
ある。

	1人当り消費量増加率	1人当り実質ODP増加率に対する弾性率
Detergent	7.26 (%)	1.33
Soap	3.62	0.66
Detergent と Soap 合計量	4.16	0.76

1984年以降のDetergentとSoap合計量の1人当り消費量の平均年間増加率を以下のように設定して、Soapの増消費量を差引くことにより、Detergentの消費量を算出した。Detergentの輸出入量のすくないインドネシアにおいては生産量は消費量に等しいと見なした。

	1人当り実質ODP 増加率 (%)	弾性率	Detergent と Soap 合計量 の1人当り消費量増加率 (%)
Optimum Case	5.55	0.85	4.72
Maximum Case	5.55	0.95	5.27
Minimum Case	5.55	0.75	4.16

なお、インドネシアにおいては、現在ハードタイプ(ABS)のDetergentが生産されており、ソフトタイプ(LAS)への転換に関する業界における具体的な設備計画は発表されていない。従ってLASの生産は早くても1995年以降になるものと想定される。LASのプロセスには塩素化法と脱水素化法とがあるが将来インドネシアにおいてどのプロセスが採用されるかは現時点では不明であるので、LASの生産に伴う塩素の需要については今回の予測に含めないことにした。

1人当りDetergent消費量予測値(Optimum Case)(単位: kg)

1985年	0.59	1995年	2.04
1990年	1.17	2000年	3.14

(参考) 1980年における1人当りのDetergent消費量(単位: kg)

日本	7.55	フランス	18.24
英国	15.36	ノルウェー	12.54

(c) Pulp for Paper (紙用パルプ)

インドネシアにおける1人当りの紙の消費量は1983年で約4.3kgで欧米先進国または他のAsean諸国と比較しても極めてすくないので、今後、紙の需要は着実に伸びていくものと思われる。1978-1983年の過去5年間における1人当り消費量の平均年間増加率は9.0%で1人当り実質GDPの増加率に対する弾性率は1.65と極めて高い。また、次に示すように設備能力の増強も積極的に推進されているので今後の紙、パルプの需要の増加に対し国内生産能力は十分対応できるものと思われる。

(単位: ton)

	1983年	増設計画	(計)
パルプ	227,600	382,500	610,100
紙	621,200	1,166,900	1,788,100

- (注) 1. インドネシアの紙・パルプ協会の資料による  
2. 増設計画はすべて政府認可取得済みである。

製紙業界においてカ性ソーダおよび塩素は主としてpulpの漂白に使用されるので、インドネシアにおける紙用パルプのOptimum Caseにおける生産量の予測を次の手順により行った。

- ① 1人当り紙需要量予測 : クロスセクション分析および回帰分析による
- ② 紙国内生産量予測 : 国産化比率の設定による
- ③ パルプ需要量予測 : 紙の国内生産量に対するパルプおよび古紙の原単位の設定による
- ④ パルプ国内生産量予測 : 国産化比率の設定による

(i) 紙需要量の予測

1984年以降の1人当り消費量をクロスセクション分析により予測するため "Pulp & Paper International, 1983 World Review Number" より世界66ヶ国の1人当り紙の消費量を得、"Statistic Yearbook, United Nation" より1人当り実質GDPを得て相関を求めると次の式が得られる。

$$\log Y = -1.7872 + 1.0044 \log X$$

但し、 Y : 1人当り紙消費量 (kg/ person)

X : 1人当り実質GDP (1975年US\$換算)

相関係数 : 0.85

また、1973-1982年間の1人当り紙消費量と1人当り実質GDPとの回帰分析により次の式が得られる。

$$\log Y = 0.9034 + 1.3799 \log X$$

但し、 Y : 1人当り紙消費量 (kg/ person)

X : 1人当り実質GDP指数 (1976年を1.00とする)

相関係数 : 0.71

両方式による予測結果は下表の通りであり、1995年以降はほぼ近い数値を示しているが、今回の予測では過去との連続性のよい回帰分析による数値を採用した。

1人当り紙需要量予測値比較 (単位: kg/ person)

	1985	1990	1995	2000
クロスセクション分析	6.32	8.34	10.90	14.30
回帰分析	4.76	6.96	10.07	14.59

従って、紙の総需要量は1人当り需要量に人口をかけることにより得られる。

(参考) 1人当り紙使用量 (1982年) (単位: kg)

米 国	250	タイ	11.5
日 本	146	フィリピン	7
マレーシア	27	パキスタン	2

## (ii) 紙国内生産量予測

インドネシアは大量の紙の輸入国であり、1981年における総需要量

546,000 tonのうち53%に相当する290,000 tonを輸入しているが、国内生産量も最近急速に増加している。紙の国産化比率は1973年の15.0%より1981年の46.9%へ急速に向上し、1976-1981年5年間の国産化向上率は年率19.4%である。業界の動向より判断して、インドネシアにおける最大の国産化率と想定される95%の国産化が1995年に達成されるものと仮定し、国産化向上率を1981年以降、年率5.17%と設定した。従って、国産化率および紙の国内生産量は次のように計算される。

	国産化率(%)	紙国内生産量(1000t)
1985年	57.3	449
1990年	73.7	923
1995年	95.0	1,895
2000年	95.0	3,004

#### (四) パルプ国内生産量予測

インドネシアはまた大量の紙用パルプの輸入国であり、1981年には総需要量205,000 tonのうち44%に相当する90,000 tonのパルプを輸入しているが、国内生産量も最近急速に増加している。パルプの最大の国産化率と想定される95%の国産化が紙と同様に1995年に達成されるものと仮定し、国産化向上率を1981年以降、年率5.65%と設定した。従って、国産化率およびパルプの国内生産量は次のようになる。

	国産化比率(%)	パルプ国内生産量(1000t)
1985年	65.1	234
1990年	78.6	580
1995年	95.0	1,440
2000年	95.0	2,283

但し、インドネシアにおける紙生産に対する原単位はパルプ0.8、古紙0.2と仮定した。なお、パルプ生産量に関する3ケースの予測は以下のように設定した。

Optimum Case : 上記の予測  
 Maximum Case : Optimum Case × 1.1  
 Minimum Case : Optimum Case × 0.9

(d) MSO (グルタミン酸ソーダ)

インドネシアにおける1人当り消費量(中間製品の輸入量がすくないので生産量を人口で除した)は1983年において約210gであり、日本の1982年における1人当りの消費量610gと比較した場合、1人当りの所得格差を考慮すると今後の大幅な需要の増加はあまり期待できないものと思われる。インドネシアにおける主要MSOメーカーは今後の総需要の増加率を約5%と予想しているので、1984年以降の総需要増加率を以下のように設定した。

Optimum Case	5.0 (%)
Maximum Case	5.5
Minimum Case	4.5

今後、MSOの輸出入量はすくないものとみなして、総需要量を生産量と等しいものとみなした。

1人当りMSO消費量子測値 (単位: g)

1985年	218	1995年	296
1990年	256	2000年	346

(e) Textile (織布)

インドネシアにおける1人当りのTextileの需要量は1983年において約15.8m/人(Textileでの輸出入量はすくないので生産量を人口で除した)であり、日本の1982年における58m/人と比較しても需要が増加する余地は十分あるものと思われる。繊維の1人当り需要量を算出するのにクロスセクション分析による予測を行うことは一般的には可能とされているが、この方法は先進国の需要分析には比較的よく適合するが、発展途上国等の低所得国、特にインドネシアのような熱帯地域にある低所得国の需要分析にはうまく適合しない。

従って、過去10年間のインドネシアにおける1人当りのTextile需要量と1人当り実質GDPとの相関を求めた次の式により需要予測を行った。

$$Y = 9.0856 + 18.7628 \log X$$

但し、 Y : 1人当りTextile消費量 (m/person)

X : 1人当り実質GDP指数 (1976年を1.00とする)

相関係数 : 0.96

1人当りTextile消費量子測値 (単位 : m/person)

1985年	18.0	1995年	28.2
1990年	23.2	2000年	33.3

なお、3Caseにおける需要量は次のように設定した。

Optimum Case : 上記の子測値

Maximum Case : Optimum Case × 1.1

Minimum Case : Optimum Case × 0.9

#### (f) Rayon (レーヨン)

インドネシアにおいては合成繊維が先行して生産を開始し、最近になり次の2社が輸入バルブによりRayonの製造を開始した。

	Start-up	Current Capacity(t/y)
Indo-Bharat Rayon	June, 1982	18,000
South Pacific Viscase	Dec., 1982	18,000

世界における合成繊維の生産量に対するRayon(アセテートを含む)の生産比率は約30%であるので、生産能力的にはRayonの現行設備は以下に示すようにバランスがとれていると考えられる。



(単位: ton)

	Production Capacity	Production
合成繊維	148,300	116,100 (1982年実績)
Rayon	36,000	28,800 (1983年推定)
比率	24%	25%

インドネシアにおいては、生産を開始したばかりのRayonの需要予測に関する統計資料が少ないので、1984年以降のOptimum Caseの需要の増加率はTextileのOptimum Caseにおける需要の増加率と同じと仮定して生産量(需要量と同じとみなす)を算定した。なお、1986/1987年頃に設備の倍増計画が発表されており、設備能力的には需要の増加に十分対応できるものと考えられる。3 Case に対する需要予測は次のように設定した。

- Optimum Case : 上記の予測値
- Maximum Case : Optimum Case  $\times$  1.1
- Minimum Case : Optimum Case  $\times$  0.9

(g) Aluminium (アルミニウム)

アサハン(Asahan)の設備能力225,000 t/yのプラントが1982年末に操業を開始した。当初原料となるアルミナ(ボーキサイトよりアルミナを製造するのにカ性ソーダを使用する)は全量国産が予定されていたが、その後国産品の品質および価格面で全量輸入に転換したのでAluminium製造に伴うカ性ソーダの需要はなくなった。アサハンプラントは輸出指向で設立されたプラントで、品質、価格面での国際競争力が絶対に必要であり、またインドネシアのAluminiumに対する国内需要が1983年で約20,000 ton と少ないので、今後ともアルミナは全量輸入されるものと想定してカ性ソーダに対する需要はないものと仮定した。

(参考)

1. アルミナ原単位 : ボーキサイト2.0, カ性ソーダ0.08
2. アルミニウム原単位: アルミナ1.94  
従ってカ性ソーダ原単位:  $1.94 \times 0.08 = 0.155$

(h) 水処理用にカ性ソーダ/塩素を使用する産業

以下に主としてプラントに使用する工程水の水処理用に比較的大量にカ性ソーダまたは塩素を使用する産業についての検討を行った。

(i) Fertilizer (肥料)

インドネシアにおいてはUrea(尿素)肥料が主流であり、TSP(Triple Super Phosphate)およびZA(Ammonium Sulphate)の需要は相対的に少ない。尿素の生産量予測についてはUNICO International Corporationによる予測値を採用した。TSPおよびZAについては製造プラントの水処理用カ性ソーダおよび塩素の原単位が小さいので検討を省略した。1984年以降の尿素生産量は以下のように仮定し、設備能力については需要量(生産量にほぼ同じ)に十分対応できるものとみなし得る。

Optimum Case	:	UNICOの予測値
Maximum Case	:	UNICOの予測値×1.2
Minimum Case	:	UNICOの予測値×0.8

(ii) Iron & Steel (鉄鋼)

クラカタウ(Krakatau)の設備能力1,100,000 t/yのプラントが1979年に操業を開始した。1983年におけるIngot需要は、約950,000 tonと推定されており、その後も需要は漸増するものと思われる。しかし倍増計画については現状からみて、2000年までは実施されないものと仮定し、1987年頃と想定されるフル操業以降は生産量を1,100,000 t/yと仮定した。3ケースの予測については区分を設定しないこととした。

(iii) Petroleum Refinery (石油精製)

インドネシアにおいては国内精油所の精製能力が不足して国内需要を完全には充足できず、シンガポールにおいて平均約150,000 bbl/d程度の委託精製を行ってきた。委託精製分を含む過去5年間の原油処理量の年間平均増

加率は9.72%で、実質GDPに対する弾性率は1.25である。各国におけるエネルギー消費量は実質GDPと強い相関があることが知られており、最近の弾性率は先進国では1.0以下となっている。しかし、インドネシアにおいてはエネルギー多消費型産業の重点的育成政策もあって将来も弾性率は1.0を超えるものと思われるが、省エネルギー対策等の進展に伴い漸次弾性率は1.0に近づいていくものと想定される。従って、1984年以降の原油処理量の実質GDP弾性率をエネルギー消費量の弾性率と同等とみなし、次のように設定して原油処理量を算定した。

	1984-1990	1990-1995	1995-2000
Optimum Case	1.25	1.20	1.15
Maximum Case	1.30	1.25	1.20
Minimum Case	1.20	1.15	1.10

また、インドネシア国内の石油精製能力は1983年における次の2つの精油所の能力増強工事の完了に伴い、1984年には871,000 bbl/dとなっている。

	Expansion (bbl/d)	Start-up
Cilacap	200,000	Aug. 1983
Balikpapan	200,000	Oct. 1983

今後2000年までの石油精製処理量は設備能力増強に伴う膨大な所要資金調達との関連性、政府の基本方針の動向、委託精製受入側の設備能力等により大きく影響されるので予測は困難であるが、予測量の誤差がインドネシアにおけるカ性ソーダおよび塩素の総需要量の算定に及ぼす影響が相対的に小さいので、複雑な推定方式を避けて従来の実績、シンガポール等の近隣諸国の委託精製受入側の設備能力等を勘案して総原油処理量の90%と仮定した。但し、1988年までは上限値は現行処理能力( $317.9 \times 10^6$  bbl/y)とした。

#### (V) Crude Oil (原油生産)

インドネシアにおける確認埋蔵量(Proven Crude Oil Reserves)は、現行の生産量を継続すれば約20年といわれており、今後大油田の新発見がな

い限り、生産量を大幅に増加できる可能性は少ない。インドネシアの最近における原油生産能力は  $1,600 \times 10^3$  bbl/d といわれておりこれに対し、1982年3月に設定されたOPECによる生産枠は  $1,300 \times 10^3$  bbl/d であった。当該生産枠の設定に伴いインドネシアは1982年、1983年度はほぼその設定枠での生産を行ったと考えられる。

1984年以降の生産量は世界景気およびOPECの動向に大きく左右されるものと考えられるが、世界銀行は1980年代における原油の需要増は年率2.0%と予測しているので、生産能力の限界  $1,600 \times 10^3$  bbl/d に達するまでは1984年以降の生産量の増加率を以下のように設定した。

Optimum Case	2.0 (%)
Maximum Case	2.5
Minimum Case	1.5

#### (V) City Water (水道)

インドネシア政府は現在、PVCパイプを大量に使用しての上水道の改修、拡張計画を全国的に推進しているので、水道用液状塩素の需要量は今後着実に増加していくものと思われる。例えば、ジャカルタ水道局によればジャカルタ市における水道水の供給増加率を年率平均約7%必要であるとして現行の供給能力6 l/sを1987年には10 l/sに増強することを計画している。従って、インドネシア全体の供給の増加率を次のように設定した。

Optimum Case	:	ジャカルタ増加率	7% × 80% = 5.6%
Maximum Case	:	"	× 100% = 7.0%
Minimum Case	:	"	× 60% = 4.2%

なお、1983年における水道用液状塩素の全需要量はPT. ISIは約900 tonと計測している。1983年以前の数値はPT. ISIの資料により推定した。

なお、1983年における水道用液状塩素の全需要量はPT. ISIは約900 tonと計測している。1983年以前の数値はPT. ISIの資料により推定した。

(VI) Others (その他)

◦ Food Industry (食品加工業)

Statistik Industri (1982)によれば、1980年におけるカ性ソーダの需要量は次の通りである。

Cooking Oil	1,058 (ton)
Sugar	808
Seasoning	1,902
Malt Liquor	18
Soft Drink	149
(計)	3,935

1979年以前のカ性ソーダの需要量についてはPT. ISIの資料により推定し、1981年以降については次のように設定した。

- Optimum Case : 実質1人当りGDP増加率と同じ
- Maximum Case : Optimum × 1.2
- Minimum Case : Optimum × 0.8

◦ Metal Industry

Pipe, Galvanized Plate, Wire, Zinc Chloride等の製造に使用される塩酸(33%)の消費量は1983年まではPT. ISIの資料により推定し、1984年以降については次のように設定した。

Optimum Case : 実質GDP増加率(7.5%)と同じ  
 Maximum Case : 年間増加率 10%  
 Minimum Case : / 6%

○ Miscellaneous

その他の産業分野におけるカ性ソーダ(100%)および塩酸(33%)の消費量は1983年まではPT. ISI の資料により推定し、1984年以降については次のように設定した。

Optimum Case : 実質GDP増加率(7.5%)と同じ  
 Maximum Case : 年間増加率 10%  
 Minimum Case : / 6%

1.3.3 インドネシアのカ性ソーダ/塩素需要予測

表Ⅱ-1.6に上記の方法で予測したカ性ソーダ/塩素の需要家である諸工業の生産の伸びを各製品の重量等で示した。表Ⅱ-1.7は、各製品の重量に表Ⅱ-1.3の原単位を乗じてカ性ソーダと塩素に引き直したものであり、Optimum Case : の全インドネシアの需要量を示している。また表Ⅱ-1.8は各ケース別の需要予測である。傾向をみるため図Ⅱ-1.1にグラフ化した。

需要の概要は次の通りである。

インドネシアの総需要量

(単位: 1,000 t)

	1985	1990	1995	2000
カ性ソーダ(100%NaOH)	128.6	180.9	254.0	323.1
塩素(100%Cl <sub>2</sub> )	27.2	45.1	78.1	102.0

また詳細は付録Ⅱ-2に記述しているが、インドネシアで輸入している塩素系無機製品のうち、比較的容易に国内生産に切り換えられる塩化カルシウム、塩化亜鉛、塩

化アンモニアの塩素需要を表Ⅱ-1.7の末尾に記載している。本計画の顕在需要とはみなさないが今後の塩素需要開拓のための一つの指針となるはずである。

下表は1984年と2000年の各工業別の需要の変化を伸び率、構成比率で示したものである。

(単位:%)

Industry	1984 Composition (%)		2000 Composition (%)		Growth Rate (%)	
	(NaOH)	(Cl)	(NaOH)	(Cl)	(NaOH)	(Cl)
Soap	38.2	—	18.9	—	1.9	—
Detergent	1.9	—	5.5	—	13.9	—
Pulp	9.7	38.9	25.4	62.6	13.1	13.1
MSO	7.3	22.5	5.8	11.8	5.0	5.0
Textile	7.4	5.7	7.1	3.5	6.2	6.2
Rayon	22.4	—	23.9	—	6.9	—
Water treatment	5.9	9.8	6.1	4.8	6.6	4.6
Others	7.2	23.1	7.3	17.3	6.5	7.4
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	6.5	9.4

この表よりみると、紙の需要が増加すると共にパルプの国産化が進み、カ性ソーダ、塩素ともに需要が伸びるものと見られる。反面、固形石けん (Soap) の需要が頭打ちとなり、(伸び率1.9%)合成洗剤(同13.9%)に代替されることになり。他の用途は、GDPの伸び率をやや下回る成長率であると予測されている。またカ性ソーダの需要伸び率より塩素のそれが高いと予測されているし、前述の無機化学品の新規生産を行えばより塩素需要は増加するはずである。

#### 1.3.4 PT. ISI に対する有効需要

前節では全インドネシアの需要量を予測したが、その全ての需要増加分がPT. ISIのシェアに帰すると考えるのは楽観的にすぎるであろう。需要の増加により新規参入や既設の電解工場の生産能力の増強が図られる可能性が強いためである。そこで本項では、最も可能性の高いと思われるOptimum Caseにおける塩素需要のうちPT. ISI

の有効需要を次の方法で予測する。

(1) カ性ソーダ

カ性ソーダについてはインドネシア全体の需要が大きく、あとで述べるが術給ギ  
ャップも Renavation 後であっても PT. ISI の有効需要を検討する必要もない  
程大きいので、詳細検討は省略する。

(2) 塩素

PT. ISI は次の製品をインドネシア国内で販売している。

カ性ソーダ	(40~50%)
液状塩素	(99%)
塩酸	(33%)
次亜塩素酸ナトリウム	(12% CI)
サラン液	(8% CI)

PT. ISI は上記各製品に関し、1984年および1987年における販売可能  
数量 (Potential Market) について産業別および顧客別に詳細な予測を行っている  
調査団はこれらの予測値を顧客の面接調査、過去の実績値、顧客側の生産設備増強  
の面から総合的に検討した結果妥当な予測であると判断し、そのまま採用すること  
にした。1987年の予測値には顧客の設備能力増強に伴う需要量の増加分も含まれ  
ている。

1988-2000年間の製品販売可能量の予測については、1987年における  
PT. ISI の予測値をベースにして以下に述べる前提により予測を行った。

(a) 液化塩素

PT. ISI の主要販売先である水道局および肥料会社に関する1984年お  
よび1987年における市場占有率は以下に示すように極めて高く、ほとんどが独  
占的であり、国家直営の公社あるいは国営企業は、同じく国営企業である PT.



ISI から優先的に供給を受けるという現政府方針が継続されるものとしてこの立場は今後も続くものと思われる。

PT. ISI の市場占有率予測 (単位：%)

	1984年	1987年
水道局	93	91
肥料会社	94	89

(i) Fertilizer (肥料)

PT. ISI の顧客である5大肥料会社 (Petrokimia Gresik, Kujang-Pusri, Kaltim, AAF) は国営企業である。液状塩素のほとんどは水処理用に使用されており、1988年以降の販売量は Fertilizer の生産量に比例して増加するものとした。

(ii) City Water (水道)

1988年以降の販売量は全水道局による液化塩素の需要量に比例して増加するものとした。

(iii) Others

その他の産業分野に対する1988年以降の販売量は、その産業分野における液化塩素を使用する主要製品の生産量増加に比例するものとした。

(b) 塩酸 (HCl)

インドネシアにおける工業化の進展とともに今後着実に需要が拡大していくものと思われる。1988年以降の販売量は各産業分野における塩酸を使用する主要製品の生産量増加に比例するものとした。

(c) 次亜塩素酸ナトリウム (BLN)

PT. ISIによるBLNの販売先は、中部ジャワにおけるTextileメーカーの5社である。従って、1988年以降の販売量はTextileの生産量増加に比例するものとした。

(d) サラン液 (BLC)

PT. ISIによるBLCの販売先はPulp & Paperのメーカー、その他各種の産業である。従って、BLCの販売量は実質ODP増加率と同じ年率7.5%で増加するものとした。

上記の製品販売可能量の予測方法により算定した塩素系製品の販売量予測および塩素換算量を表Ⅱ-1.9および図Ⅱ-1.2に示した。次の表はその概要である。

PT. ISIによる塩素系製品販売可能量予測		(Unit: ton)			
Item	1985	1990	1995	2000	
1. Potential market					
L-CL	1,820	2,540	3,190	3,850	
33% HCL	24,690	33,400	42,630	54,660	
12% BLN	650	910	1,210	1,570	
8% BLC	2,630	3,850	5,530	7,940	
2 CL-Equivalent of product	9,940	13,650	17,420	22,170	

(3) 塩素需要のPT. ISI対全インドネシア比

インドネシアの全塩素需要量に対するPT. ISIの潜在的マーケットは次のようになる。

(単位：1,000t)

	1985	1990	1995	2000
インドネシア	27.2	45.1	78.1	102.0
PT. ISI	9.9	13.7	17.4	22.2
比率 (%)	36.4	30.4	22.3	21.7

1985年の値はほぼ現状と同じであり、36.4%のシェアをしめている。以後は従来の顧客を中心に需要が伸びたとして、全体に対するシェア率は徐々に2000年の21.7%まで低下していくことになる。逆に言えば、上で行ったPT. ISIに対する潜在的な需要(販売可能量)の予測は決して楽観的なものではなく、むしろ安全確実な見方である。

Figure II-1.1 DEMAND FORECAST OF NaOH & CL IN INDONESIA

Note: (1) Optimum Demand Forecast of NaOH (100%)  
 (2) Maximum Demand Forecast of NaOH (100%)  
 (3) Minimum Demand Forecast of NaOH (100%)  
 (4) Optimum Demand Forecast of CL  
 (5) Maximum Demand Forecast of CL  
 (6) Minimum Demand Forecast of CL

(1,000t)

300

200

100

Actual Demand → Forecast

(5)  
(4)  
(6)

(2)

(1)

(3)

76 77 78 79 1980 81 82 83 84 1985 86 87 88 89 1990 91 92 93 94 1995 96 97 98 99 2000

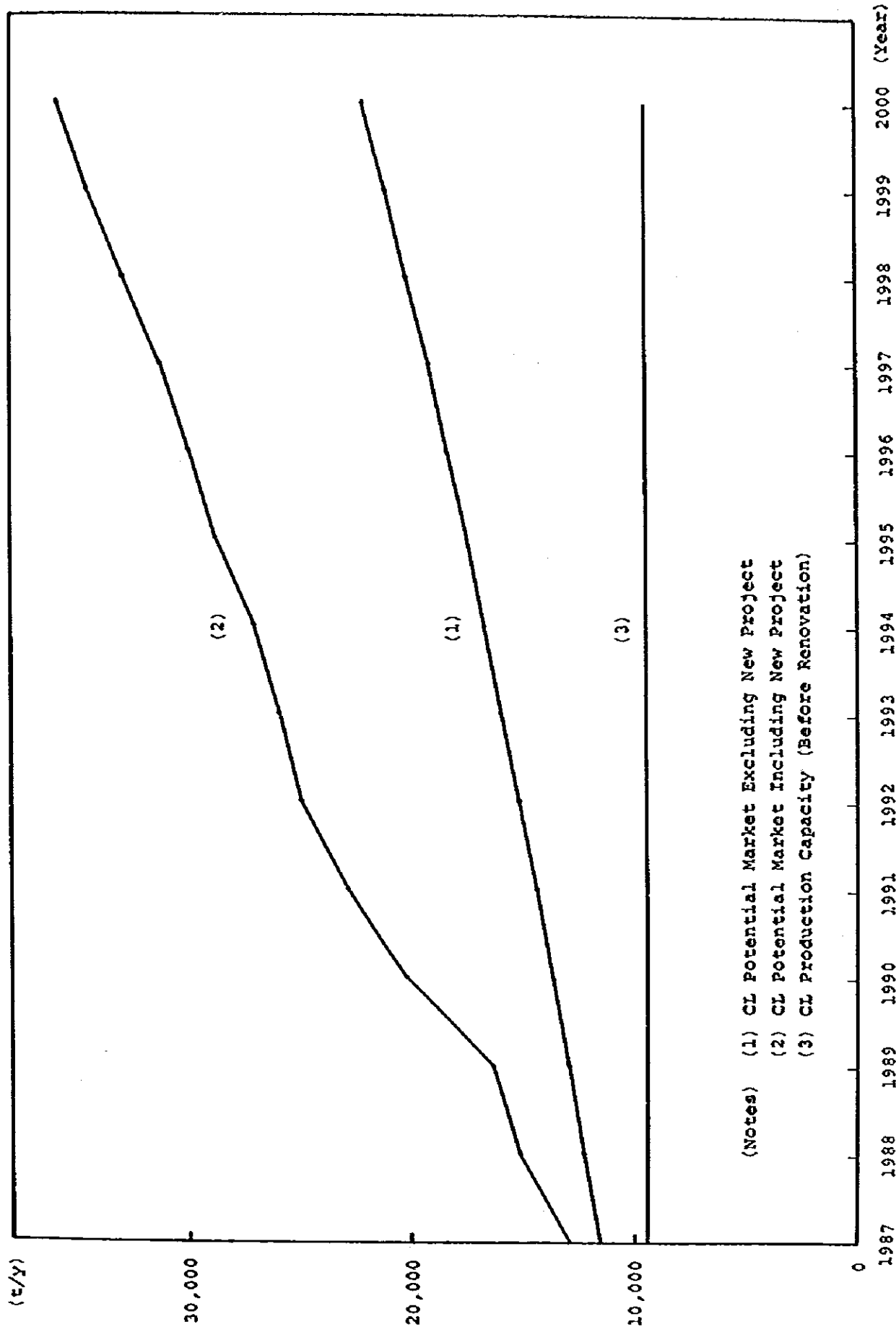


Figure II-1.2 CL POTENTIAL MARKET FOR PT. ISI (OPTIMUM CASE)

Table II-1.6 PRODUCTION FORECAST OF CHLOR/ALKALI INDUSTRIAL PRODUCTS  
(OPTIMUM CASE)

Unit	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000	
[Major Assumption]										
1. Population	MM	161.4	164.8	168.1	171.5	174.8	178.2	180.0	198.1	216.7
2. Real GDP Index		1.83	1.97	2.12	2.27	2.44	2.63	2.82	4.06	5.82
3. Real GDP per Capita (1975)	US\$	359	377	398	420	443	466	497	649	851
4. Index of Real GDP per Capita (Industry)		1.53	1.61	1.70	1.79	1.89	1.99	2.12	2.77	3.63
1. Soap										
Production	103t	301.8	314.8	327.8	339.6	349.6	354.6	356.4	382.3	447.4
Consumption per Capita	kg	1.87	1.91	1.95	1.90	2.00	1.99	1.90	1.93	1.88
2. Detergent										
Production	103t	83.9	97.2	112.6	130.3	152.1	181.8	210.6	404.2	680.4
Production (Soap+Detergent)	103t	385.7	412.0	440.4	469.9	501.7	536.4	567.0	786.5	1,087.8
Consumption (Soap+Detergent) per Capita	kg	2.39	2.50	2.62	2.74	2.87	3.01	3.15	3.97	5.02
Consumption (Detergent) per Capita	kg	0.52	0.59	0.67	0.76	0.87	1.02	1.17	2.04	3.14
3. Pulp & Paper										
Demand (Paper)	103t	717	784	867	948	1,037	1,133	1,253	1,995	3,162
Local Production (Paper)	103t	391	449	523	601	692	794	923	1,895	3,004
Local Production Ratio (Paper)	%	54.5	57.3	60.3	63.4	66.7	70.1	73.7	95.0	95.0
Consumption (Paper) per Capita	kg	4.44	4.76	5.16	5.53	5.93	6.36	6.96	10.07	14.59
Demand (Pulp)	103t	313	359	418	481	554	635	738	1,516	2,403
Local Production (Pulp)	103t	196	234	283	338	404	481	580	1,440	2,283
Local Production Ratio (Pulp)	%	62.7	65.1	67.6	70.2	72.9	75.7	78.6	95.0	95.0

Table II-1.6 (CONTINUED)

Unit	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
4. MSC									
Production	103t	34.3	36.0	37.8	39.7	41.7	43.8	46.0	58.7
Consumption per Capita	g	213	218	225	231	239	256	296	346
5. Textile									
Production	MMm	2,760	2,966	3,194	3,430	3,671	3,920	4,176	5,586
Consumption per Capita	m	17.1	18.0	19.0	20.0	21.0	22.0	23.2	28.2
6. Rayon									
Demand	103t	39.4	42.4	45.6	49.0	52.4	56.0	59.6	79.8
Production	103t	35.5	40.3	45.6	49.0	52.4	56.0	59.6	79.8
7. Major Industry Requiring for Water Treatment									
(a) Fertilizer									
Urea Production	103t	2,056	2,146	2,260	2,356	2,461	2,558	2,655	2,962
(b) Iron & Steel									
Production	103t	800	1,000	1,100	2,356	2,461	2,558	2,655	2,962
(c) Petroleum Refinery									
Crude Throughput	106 bbl/y	280.8	307.1	335.9	367.4	401.9	439.6	480.8	739.8
Local Throughput	106 bbl/y	252.7	276.4	302.3	317.9	317.9	395.6	432.7	665.8
(d) Crude Oil									
Production	103 bbl/d	1,352	1,379	1,407	1,435	1,464	1,493	1,523	1,007.1

Table II-1.7 DEMAND FORECAST OF NaOH & CL BY INDUSTRY (OPTIMUM CASE)

(Unit: 1,000 t as 100% NaOH & CL)

Item	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1995	2000
<b>1. NaOH</b>									
(1) Soap	45.3	47.2	49.2	50.9	52.4	53.2	53.5	57.3	61.1
(2) Detergent	2.2	2.5	2.9	3.4	4.0	4.7	5.5	10.5	17.7
(3) Pulp for Paper	11.5	13.4	15.8	18.4	21.4	24.8	29.1	62.2	82.2
(4) MSG	8.6	9.0	9.5	9.9	10.4	11.0	11.5	14.7	18.7
(5) Textile	8.8	9.5	10.2	11.0	11.7	12.5	13.4	17.9	23.1
(6) Rayon	26.6	30.2	34.2	36.8	39.3	42.0	44.7	59.9	77.3
(7) Water Treatment									
Fertilizer	3.1	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.4	4.7
Iron & Steel	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Petroleum Refinery	3.6	4.0	4.4	4.6	4.6	5.7	6.2	9.6	14.5
(8) Others									
Food Industry	4.8	5.1	5.4	5.6	6.0	6.3	6.7	8.7	11.4
Miscellaneous	3.8	4.1	4.4	4.7	5.1	5.5	5.9	7.8	12.0
<b>Total</b>	<b>118.6</b>	<b>128.6</b>	<b>139.8</b>	<b>149.2</b>	<b>159.0</b>	<b>169.9</b>	<b>180.9</b>	<b>254.0</b>	<b>323.1</b>
<b>2. CL</b>									
(1) Pulp for Paper	9.5	11.2	13.0	15.1	17.6	20.3	23.7	49.5	63.9
(2) MSG	5.5	5.8	6.0	6.4	6.7	7.0	7.4	9.4	12.0
(3) Textile	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.8	3.6
(4) Water Treatment									
Fertilizer	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9
Petroleum Refinery	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6
Crude Oil	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8
City Water	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.6
(5) Others									
Metal Industry	4.0	4.3	4.6	4.9	5.3	5.7	6.1	8.8	12.7
Miscellaneous	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.2	2.4	3.2	4.9
<b>Total</b>	<b>24.4</b>	<b>27.2</b>	<b>29.8</b>	<b>32.9</b>	<b>36.4</b>	<b>40.4</b>	<b>45.1</b>	<b>78.1</b>	<b>102.0</b>
<b>3. New Products (CL-Equivalent)</b>									
(1) CaCl <sub>2</sub>				0.3	0.5	1.1	1.6	2.6	2.6
(2) ZnCl <sub>2</sub>				0.3	0.6	0.8	1.2	2.4	3.5
(3) NH <sub>4</sub> Cl				0.9	1.7	2.7	3.8	6.4	7.7
<b>Total</b>				<b>1.5</b>	<b>2.8</b>	<b>4.6</b>	<b>6.6</b>	<b>11.4</b>	<b>13.8</b>



TABLE II-1.8 DEMAND FORECAST OF NaOH & CL BY CASE

(Unit: 1,000 t)

Year	NaOH (100%)			CL		
	OPT	MAX	MIN	OPT	MAX	MIN
1984	118.6	125.1	112.3	24.4	26.0	23.1
1985	128.6	135.7	121.6	27.2	29.0	25.2
1986	139.8	147.9	131.5	29.8	32.4	27.7
1987	149.2	158.4	139.9	32.9	35.9	30.4
1988	159.0	169.5	148.1	36.4	40.1	33.4
1989	169.6	182.9	157.8	40.4	44.8	36.9
1990	180.9	195.8	167.7	45.1	50.3	40.8
1991	193.4	209.6	178.5	50.0	56.1	45.1
1992	206.6	224.1	190.3	56.0	62.9	50.1
1993	221.1	240.1	203.3	62.5	70.7	55.8
1994	236.8	257.3	217.5	69.7	79.2	62.0
1995	254.0	276.1	233.0	78.1	89.1	69.6
1996	266.3	289.9	244.1	82.3	94.3	72.9
1997	278.8	303.7	255.3	86.8	100.1	76.7
1998	274.1	320.9	268.9	92.3	107.1	81.4
1999	308.7	337.2	281.9	97.3	113.8	85.5
2000	323.1	353.5	294.9	102.0	120.5	89.4

Table II-1.9 CL POTENTIAL MARKET FOR FT. ISI  
(OPTIMUM CASE)

Item	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
1. Potential Market for FT. ISI																		
(1) L-CL	1,780	1,820	1,890	1,950	2,270	2,410	2,540	2,670	2,800	2,930	3,060	3,170	3,320	3,450	3,580	3,710	3,850	
(2) 33% HCL	23,000	24,690	26,680	28,730	30,240	31,790	33,400	35,140	36,930	38,710	40,630	42,630	44,770	47,000	47,420	51,930	54,660	
(3) 12% BLN	600	650	750	750	800	850	910	970	1,030	1,090	1,150	1,210	1,280	1,340	1,420	1,490	1,570	
(4) 8% BLC	2,500	2,630	2,890	3,100	3,330	3,580	3,850	4,140	4,450	4,790	5,150	5,530	5,950	6,390	6,870	7,390	7,740	
2. CL Equivalent of Product																		
(1) L-CL	1,780	1,810	1,890	1,950	2,270	2,410	2,540	2,670	2,800	2,930	3,060	3,190	3,320	3,450	3,580	3,710	3,850	
(2) HCL	7,360	7,840	8,540	9,190	9,680	10,170	10,690	11,250	11,820	12,390	13,000	13,640	14,330	15,040	15,810	16,620	17,490	
(3) BLN	70	80	80	90	100	100	110	120	120	130	140	150	150	160	170	180	190	
(4) BLC	200	210	230	250	270	290	310	330	360	380	410	440	480	510	550	590	640	
Total	9,410	9,940	10,740	11,480	12,320	12,970	13,650	14,370	15,100	15,830	16,610	17,420	18,280	19,160	20,110	21,100	22,170	

(Notes) CL production capacity (as CL ton) excluding plant losses.

Existing capacity: 8,468 ton/y

After Renovation:

Case 1 12,690 ton/y

Case 2 12,967 ton/y

Case 3 17,380 ton/y

## 1.4 供給予測

### 1.4.1 予測の方法

カ性ソーダ/塩素の供給量の予測とは、現設電解工場の供給能力のほか、新增設による供給能力が将来どのように増加していくかを予見することにほかならない。しかしながら将来の新增設の計画がいつ、どの位の規模で確実に実現するかを知ることとはできない。そこで、本調査では次の基本的考え方の上になつて、供給量の予測を行うことにした。

- (a) 電解工場には、PT. ISI, PT. Soda Sumatra のように独立した専業電解メーカーと本社工場の付属工場として建設されるものがある。
- (b) 付属工場は、本社工場の生産の増大につれて順次新增設されるものと考えうる。但し、一部は、従来のように独立専業メーカーからカ性ソーダ/塩素の供給を受けるであろう。
- (c) また付属工場は、輸送困難または輸送費用の高な塩素の（本社工場の）需要量に合わせて生産能力が決められるであろう。
- (d) 付属電解工場を持ち大量に塩素を消費する本社工場とはパルプとMSO工場である。Pulp & Paper 業界における大手メーカーは需要の増大に伴う積極的な設備拡張計画に対応して付属電解プラントの設備能力も合わせて増強したい旨言明しているが、付属電解プラントを持たない中小メーカーも多い。また、MSO業界においては大手4社のうち2社が電解プラントを所有しているが、MSO需要の伸びなやみに加えて安価な輸入ソーダ灰によるカ性ソーダの代替も進行しているので付属電解プラントの増設には積極的ではないものと想定される。
- (e) 上記の状況をふまえて、パルプおよびMSO工場の塩素の将来の自給率を過去数年間の実績をベースにして次のように設定した。

	<u>自給率</u>
Pulp & Paper	80%
MSO	50%

今後もこの自給率を保つように、付属電解工場が新增設されるものと考え、これに現設独立工場の生産能力を加え塩素供給量の予測値とする。

(i) カ性ソーダの供給能力は、塩素の供給能力の $1/0.88$ ということになる。

(注1) 独立専業電解メーカーの新增設計画は、供給予測に含めていない。なぜなら需給予測の目的が、独立メーカーが新增設をしなかった場合の需給ギャップを知ることにあるからである。

(注2) 付属工場の生産能力の増強は、小幅な規模で毎年実施されるわけではない。しかし一方、何年おきにどの程度の規模で増設されるか仮定しても、繁雑なばかりで予測数値の確実性が増すわけでもない。そこで毎年の生産の増加量をとることにした。

#### 1.4.2 供給予測の結果

表Ⅱ-1.10の中に供給能力の予測の結果を示した。概要は下記の通りである。

#### 供給量予測

(単位：1,000t)

塩素(100%)	1985	1990	1995	2000
付属工場(現設+増設)				
パルプ工場	8.9	19.0	39.6	51.1
MSG工場	2.9	3.7	4.7	6.0
独立工場(現設のみ)				
PT. ISI	9.5	9.5	9.5	9.5
PT. Soda Sumatra	5.3	5.3	5.3	5.3
塩素合計	26.6	37.5	59.1	71.9
カ性ソーダ(100%)合計	30.2	42.6	67.2	81.7
塩素×(1/0.88)				

Table II-1.10 NaOH/CL SUPPLY CAPACITY AND DEMAND BALANCE FORECAST IN INDONESIA

(Unit: t 1000 t)

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
<b>1. NaOH (100%)</b>																		
Total Demand	A	Table II-1.7	118.6	128.6	139.8	149.2	159.0	169.9	180.9	193.4	206.6	221.1	236.8	254.0	266.3	278.8	294.1	308.7
Total Supply	B	C + F	29.6	30.2	32.0	34.2	36.7	39.2	42.6	46.1	50.8	55.3	60.7	67.2	69.8	72.4	76.0	79.0
(Integrated)	C	D + E	11.8	13.4	15.2	17.4	19.9	22.4	25.8	29.3	33.6	38.3	43.9	50.3	53.0	55.6	59.2	62.2
Pulp & Paper	D	M/O.88	8.6	10.1	11.8	13.7	16.0	18.4	21.6	24.9	29.0	33.6	38.7	45.0	47.3	49.7	53.0	55.7
HSC	E	N/O.88	3.2	3.3	3.4	3.6	3.9	4.0	4.2	4.4	4.7	4.9	5.1	5.3	5.7	5.9	6.2	6.5
(Non-Integrated)	F	G + H	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8	16.8
PT. ISI	G	36 t/d x 300 d/y	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
PT. Soda Sumatra	H	Q/O.88	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Demand/Supply Balance	I	A-B	90.0	98.4	107.8	115.0	122.3	130.7	138.3	147.3	155.8	165.8	176.1	186.8	196.5	206.4	216.1	229.7
<b>2. CL</b>																		
Total Demand	J	Table II-1.7	24.4	27.0	29.8	32.9	36.4	40.0	45.1	50.0	56.0	62.5	69.7	78.1	82.3	86.8	92.3	97.3
Total Supply	K	L + O	23.2	26.6	28.2	30.1	32.3	34.5	37.5	40.6	44.4	48.7	53.4	57.1	61.4	63.7	66.9	69.5
(Integrated)	L	M + N	10.4	11.8	13.4	15.3	17.5	19.7	22.7	25.8	29.6	33.9	38.6	44.3	46.6	48.9	52.1	54.7
Pulp & Paper	M	Demand x 0.8	7.6	8.9	10.4	12.1	14.1	16.2	19.0	21.9	25.5	29.6	34.1	39.6	41.6	43.7	46.6	49.0
HSC	N	Demand x 0.5	2.8	2.9	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.1	4.3	4.5	4.7	5.0	5.2	5.5	5.7
(Non-Integrated)	O	P + Q	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8
PT. ISI	P	1/	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
PT. Soda Sumatra	Q	2/	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
Demand/Supply Balance	R	J-K	-0.8	0.4	1.6	2.8	4.1	5.9	7.6	9.4	11.6	13.8	16.3	19.0	20.9	23.1	25.4	27.8
Potential Market for PT. ISI	S	Table II-1.9	9.4	9.9	10.7	11.5	12.3	13.0	13.7	14.4	15.1	15.8	16.6	17.4	18.3	19.2	20.1	21.1
Additional Demand for PT. ISI	T	S-P	0	0.4	1.2	2.0	2.8	3.5	4.2	4.9	5.6	6.3	7.1	7.9	8.8	9.7	10.6	11.6

Note: 1/ P (9.5) = 36 t/d x 0.88 x 300 d = 9.5 x 10<sup>3</sup>t (PT. ISI)

2/ Q (5.3) = 20 t/d x 0.88 x 300 d = 5.3 x 10<sup>3</sup>t (PT. Soda Sumatra)

## 1.5 需給バランスとPT. ISIの販売計画

### 1.5.1 需給バランス

今まで需要と供給のそれぞれにつき考察を加えてきたが本項では両者のバランス、即ち需給バランスを予測し、かつPT. ISIの生産、販売可能量を調べる。表Ⅱ-1.7、表Ⅱ-1.9および表Ⅱ-1.10などから需給の概要を集計すると下記のようになる。

#### (ii) 塩素の需給バランス

	(単位：塩素 1,000 t)			
	1985	1990	1995	2000年
需 要				
インドネシア <sup>1/</sup>	27.2	45.1	78.1	102.0
PT. ISI <sup>2/</sup>	9.9	13.7	17.4	22.2
供給能力				
インドネシア	26.6	37.5	59.1	71.9
PT. ISI <sup>3/</sup>	9.5	9.5	9.5	9.5
バランス (供給不足量)				
インドネシア	0.6	7.6	19.0	30.1
PT. ISI <sup>4/</sup>	0.4	4.2	7.9	12.7

(注) <sup>1/</sup> 「インドネシア」は「PT. ISI」の数値を含む。

<sup>2/</sup> PT. ISI固有の総潜在需要

<sup>3/</sup> PT. ISIの現有生産能力

<sup>4/</sup> PT. ISIの現有生産能力の他に、追加して見込まれる。PT. ISIの固有の潜在需要

1984年には、塩素の供給能力が約800 t/y余剰であった(表Ⅱ-1.10参照)が、1985年には独立工場がフル操業をして、ほぼ需要に見合うか、わずかに供給能力不足になると予測される。長期的には現在の生産能力では需要を満たすことはできない。

たしかに過去においては、塩素の需要不足で特に独立専業メーカーは、工場の操業を抑えなければならなかったし、その結果として経営状態も良くなかったといえる。しかし、中長期的にみれば、需要は伸びていくし、現状のままの設備能力ではインドネシアの需要を満たすことは不可能になる。

(2) カ性ソーダの需給バランス

カ性ソーダは下にみる通り、絶対的な供給能力不足が予測される。供給能力は塩素の1/0.88である。

インドネシアのカ性ソーダの需給

	(単位: 1000t as 100%NaOH)			
	1985	1990	1995	2000
需 要	1286	1809	2540	3231
供給能力	30.2	42.6	67.2	81.7
(内PT. ISI)	(10.8)	(10.8)	(10.8)	(10.8)
バランス(供給不足量)	98.4	138.3	186.8	241.4

ただし、ここで一つ検討しておかなければならないことは、VCMプラントが電解プラントを併設する形で建設された場合にカ性ソーダの殆んどが余剰となるから供給過剰に転じ、先進工業国と同じようなカ性ソーダの供給過剰型市場になり、PT. ISI等の独立専業電解メーカーが現在とは逆にカ性ソーダ需要に合わせて操業の短縮を行わなければならないのではないかという点である。

最も早くVCMプラントが操業開始したとして1988年であろう。その生産規模は高々15万トンであると予想される。その際のカ性ソーダの生産量即ち余剰は約106,000 t/yである。一方、表1-19より1988年のカ性ソーダ不足量は122,300 t/yと予想されており差額16,300 t/y(日産換算54.3 t/d)となる。PT. ISIとしては現設の能力(36 t/d)のほかこれだけの市場の余裕があることになる。従って、依然として塩素の需要量の方がPT. ISIのリノベーション計画の生産能力を限定する要因となる。



## 1.5.2 PT. ISIの生産販売計画

### (1) 生産能力

第Ⅱ編で述べるように、リノベーション計画は三つのケースが考えられておりそれぞれの生産能力は次の通りである。現設工場はリノベーションを行わなければ300日操業が最大とみなされる。リノベーション後は330日の操業が可能となる。塩素系製品の生産能力が発生塩素ガスの約1.4倍になっているが需要の動向に合わせてフレキシブルな生産を行うため、電解工場ではこのような余力能力を持つのが通常である。

#### PRODUCTION CAPACITY OF PT. ISI

(ton as 100% NaOH & CL)

	Existing	Case 1	Case 2	Case 3
a. NaOH	10,800 <sup>1/</sup>	15,180 <sup>2/</sup>	15,510 <sup>3/</sup>	20,790 <sup>4/</sup>
b. CL gas <sup>5/</sup>	9,500	13,358	13,649	18,296
b-1) L-CL	1,800	4,950	4,950	4,950
b-2) HCL	24,900	41,250	42,900	66,000
b-3) BLN	1,200	1,650	1,650	1,650
b-4) BLC	7,500	9,900	9,900	9,900

Notes: <sup>1/</sup>36 t/d x 300 d/y

<sup>2/</sup>46 t/d x 330 d/y

<sup>3/</sup>47 t/d x 330 d/y

<sup>4/</sup>63 t/d x 330 d/y

<sup>5/</sup>(a) x 0.88

### (2) 各ケースの生産計画

次の考え方で各製品の生産計画を作成した。

- (a) PT. ISIに対する塩素の需要量に合わせて、全工場を操業するものとする。その際塩素系製品に有効に転換される率をリノベーションをしない場合には90%、リノベーションを行うCase 1, 2, 3では95%とする。
- (b) 工場の安定、安全操業のため(液化あるいは未反応塩素ガスの吸収)BLN、BLCは全塩素ガス発生量の5%を限度とし市場規模に合わせ優先的に生産する。

- (c) ついで、PT. ISIの独占的市場である液化塩素を優先的に生産する。
- (d) 残余の塩素ガスをHCLの生産へまわす。但し塩水処理用に自社工場で消費する分は差し引いてネット生産量とする。
- (e) いずれにおいても各製品毎のPT. ISIの市場と生産設備能力を越えないように調整を行う。
- (f) ついで塩素ガス発生量に見合う量(1/0.88)をNaOHの生産量とし、塩水処理用、BLNへのフィード量の自家消費分を差し引き、ネット生産量とする。

以上の方法で作成した生産計画をケース毎に表II-1.11に示している。各ケースの電解槽の操業率は下記の通りである。

(Unit: %)

	現 設	Case 1	Case 2	Case 3
1984	90	—	—	—
1985	90	—	—	—
1986	90	—	—	—
1987	90	—	—	—
1988	90	90	90	73
1989	90	100	100	76
1990	90	100	100	80
1991	90	100	100	84
1992	90	100	100	88
1993	90	100	100	93
1994	90	100	100	97
1995	90	100	100	100
2000	90	100	100	100

(注) Case 1およびCase 2における1988年度の操業率を90%としたのは、操業開始第1年度における運転技術上の不慣れを見込んだものである。

### (3) 予測数値の変動による影響

今までの検討はすべて最もありそうなOptimum Caseで行ってきたが以下に予測の不確実性を考慮し、どれだけの幅で、需要量の変動があり得るか、またそれが

本計画の存立性にどの程度のリスクとなるのかを以下に考察する。

(a) カ性ソーダ

最小の需要量の場合 (minimum Case) のインドネシア全体の需給は次のようになる。(表Ⅱ-1.8 参照)

MINIMUM DEMAND OF NaOH IN INDONESIA

(Unit: 1,000t)

	1985	1990	1995	2000
Demand	121.6	167.7	233.0	294.9
Supply <sup>1/</sup>	19.4	31.8	56.3	70.9
Balance	101.6	135.9	176.6	224.0

Note: <sup>1/</sup> Excluding supply from PT. ISI.

一方、リノベーション後のPT. ISIのカ性ソーダ最大供給量は以下の通りとなる。

$$\text{Case 1} \quad 46 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} = 15,180 \text{ t/y}$$

$$\text{Case 2} \quad 47 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} = 15,510 \text{ t/y}$$

$$\text{Case 3} \quad 63 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} = 20,790 \text{ t/y}$$

よって需要量が最小で推移したにしても、PT. ISIの供給量は十分市場で吸収できる。例えば、最大生産量Case 3の場合であっても1990年にはシェア率は124%でよく、10万トンレベルの余剰が新設のVCMプラントから市場へ流入しても量的にはPT. ISIのカ性ソーダは販売可能である。

(b) 塩素

PT. ISIの潜在マーケットのOptimum Case に対するmin, maxの需要量も全インドネシアのそれ(表Ⅱ-1.8 参照)と同じ比率を示すものと仮定する。

CL POTENTIAL MARKET FOR PT. ISI

(1,000 t as Cl<sub>2</sub>)

	1988	1989	1990	1995	2000
Maximum	136	144	157	199	262
Minimum	113	118	123	153	194
Optimum	123	130	137	174	222

一方、各リノベーション後の塩素の生産量は次の通りである。但し、工場内ロスおよび塩酸としての自家消費分として7%を差し引いて、販売可能量の塩素をケース毎に下に示す。

$$\text{Case 1 } 46 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} \times 0.88 \times 0.93 = 12,420 \text{ t/y}$$

$$\text{Case 2 } 47 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} \times 0.88 \times 0.93 = 12,690 \text{ t/y}$$

$$\text{Case 3 } 63 \text{ t/d} \times 330 \text{ d/y} \times 0.88 \times 0.93 = 17,010$$

Case 1, Case 2 は操業開始年の1988年はならし運転のため操業率を90%翌1989年から100%操業に入ることと仮定している。その観点からみれば、たとえminimumの需要予測の数字をみてもCase 1, 2は上記仮定の操業率を大幅に下げる必要はなく、1989年を5%下げ95%操業とし、1990年からはほぼ100%操業へ移行できる。

(注) 多少の生産過剰分は在庫増として貯蔵され、販売量として市場へは出ない。

Case 3の場合はOptimum Caseであっても、1995年に100%操業になるからmin, max両方の需要量についてその操業に及ぼす影響を調べなければならぬ。下記に需要毎の操業率を計算した。

CAPACITY UTILIZATION FOR CASE 3

(Unit: %)

	Optimum	Maximum	Minimum
1988	73	80	67
1989	76	85	70
1990	80	93	73
1991	84	95	77
1992	88	100	80
1993	93	100	83
1994	97	100	87
1995	100	100	90
1996	100	100	96
1997~	100	100	100

上の表からみるとPT、ISIの潜在マーケット量が最大に見積もられた場合は、Optimum Caseより3年早い1992年にフル操業に移れるが、最小の需要となった場合は2年おくれの1997年からフル操業となる。確率的にはmaximumの需要量の可能性の方が高い。なぜならPT、ISIの潜在需要は従来の顧客を中心とした需要の伸びしか勘案しておらず、新規顧客を開拓し無機塩化物等の生産を開始すれば更に塩素需要は増すことになるからである。

Table II-1.11 PRODUCTION AND SALES PLAN  
(EXISTING, CASE 1, CASE 2 & CASE 3)

Item	(Date: year)																
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>1. EXISTING PLANT</b>																	
(1) NaOH (100%) Gross Production	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692	10,692
Own Use	527	541	541	556	570	570	516	473	445	428	428	428	428	428	428	428	428
Production for Sale	10,165	10,151	10,151	10,136	10,122	10,122	10,176	10,219	10,247	10,264	10,264	10,264	10,264	10,264	10,264	10,264	10,264
(2) L-CL	1,780	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
(3) HCL (33%) Gross Production	19,448	19,297	19,267	19,176	19,083	19,024	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018	19,018
Own Use	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481	481
Production for Sale	18,967	18,816	18,786	18,695	18,604	18,543	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537	18,537
(4) BLN (12%)	583	667	667	750	833	833	517	267	100	0	0	0	0	0	0	0	0
(5) BLC (8%)	2,500	2,750	2,875	3,125	3,375	3,625	4,125	4,500	4,750	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900	4,900
<b>2. CASE 1 RENOVATION</b>																	
(1) NaOH (100%) Gross Production	15,662	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180	15,180
Own Use	587	637	651	665	679	693	693	693	693	693	693	708	708	672	615	573	495
Production for Sale	13,075	14,543	14,529	14,515	14,501	14,487	14,487	14,487	14,487	14,487	14,487	14,472	14,472	14,508	14,565	14,607	14,685
(2) L-CL	2,270	2,410	2,540	2,670	2,800	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930
(3) HCL (33%) Gross Production	26,612	29,970	29,485	29,000	28,485	28,000	28,485	28,000	27,515	27,000	26,485	26,000	25,485	25,000	24,485	23,964	23,444
Own Use	664	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738	738
Production for Sale	25,948	29,232	28,747	28,262	27,747	27,262	27,747	27,262	26,777	26,262	25,747	25,262	24,747	24,262	23,747	23,232	22,712
(4) BLN (12%)	833	833	917	1,000	1,083	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,167	1,250	1,250	1,042	708	458	0
(5) BLC (8%)	3,375	3,625	3,875	4,125	4,500	4,750	5,125	5,500	6,000	6,375	6,750	7,125	7,500	7,875	8,250	8,625	9,000

Note: Due to the plant shutdown for RENOVATION PROJECT, NaOH gross production (10,692 t/y) of existing plant in 1987 will be reduced by 1,375 t/y in CASE 1 RENOVATION or 1,713 t/y in CASE 2 and CASE 3 RENOVATION. The production of other products will be reduced in due proportion.

Table II-1.11 (CONTINUED)

(Base: 000)

Item	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>3. CASE 2 RENOVATION</b>																	
(1) NaOH (100%) Gross Production	13,959	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510	15,510
Own Use	597	648	662	676	676	676	676	676	676	690	704	719	719	702	645	588	517
Production for Sale	13,362	14,862	14,848	14,834	14,834	14,834	14,834	14,834	14,834	14,820	14,806	14,791	14,791	14,808	14,865	14,922	14,993
(2) L-CL	2,270	2,410	2,540	2,670	2,800	2,930	2,930	2,930	2,930	2,930	3,060	3,190	3,320	3,450	3,580	3,710	3,850
(3) HLC (33%) Gross Production	27,355	30,809	30,324	29,839	29,355	28,870	28,385	27,899	27,414	26,928	26,442	25,956	25,470	24,984	24,498	24,012	23,526
Own Use	678	734	794	754	754	754	754	754	754	754	754	754	754	754	754	754	754
Production for Sale	26,677	30,055	29,570	29,085	28,601	28,116	27,631	27,146	26,661	26,176	25,691	25,206	24,721	24,236	23,751	23,266	22,781
(4) HLN (12%)	833	833	917	1,000	1,000	1,083	1,167	1,250	1,333	1,417	1,500	1,583	1,667	1,750	1,833	1,917	2,000
(5) HLC (8%)	3,375	3,625	3,875	4,125	4,500	4,750	5,125	5,500	6,000	6,375	6,750	7,125	7,500	7,875	8,250	8,625	9,000
<b>4. CASE 3 RENOVATION</b>																	
(1) NaOH (100%) Gross Production	15,177	15,800	16,432	17,464	18,295	19,335	20,166	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790	20,790
Own Use	637	657	698	739	766	814	855	891	891	891	891	891	891	891	891	891	891
Production for Sale	14,540	15,143	15,734	16,725	17,529	18,521	19,311	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899	19,899
(2) L-CL	2,270	2,410	2,540	2,670	2,800	2,930	3,060	3,190	3,320	3,450	3,580	3,710	3,850	3,980	4,110	4,240	4,370
(3) HCL (33%) Gross Production	30,448	31,542	33,104	34,788	36,409	38,558	40,148	41,212	40,697	40,182	39,666	39,151	38,636	38,121	37,606	37,091	36,576
Own Use	738	768	808	849	889	940	980	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010	1,010
Production for Sale	29,710	30,774	32,296	33,939	35,520	37,618	39,168	40,202	39,687	39,172	38,656	38,141	37,626	37,111	36,596	36,081	35,566
(4) HLN (12%)	833	833	917	1,000	1,000	1,083	1,167	1,250	1,333	1,417	1,500	1,583	1,667	1,750	1,833	1,917	2,000
(5) HLC (8%)	3,375	3,625	3,875	4,125	4,500	4,750	5,125	5,500	6,000	6,375	6,750	7,125	7,500	7,875	8,250	8,625	9,000

## 第2章 価格予測

### 2.1 販売価格の歴史的動向

第1章需給予測で述べたようにインドネシアの電解ソーダ産業は塩素の国内需要に合わせて生産設備の拡張および運転が行われており不足するカ性ソーダは輸入されている。1984年度においては、カ性ソーダの生産量約28,000 tonに対し輸入量は国内生産量の3倍以上である約90,000 tonに達するものと推定される。従って、インドネシアにおけるPT. ISIによるカ性ソーダ販売価格は図Ⅱ-21に示すように大量のカ性ソーダ輸入価格とほぼ連動して動いている。

第2次石油ショック以後、米国における塩素需要の減少がカ性ソーダの供給タイト化をもたらし、米国における両製品の価格関係を極端に変動させ、液状塩素の実勢価格は建値US\$170/tに対し一時は半値のUS\$85/t近くまで落ち込んだ。これに対しカ性ソーダ価格(100%NaOHとして)はUS\$300/tと2倍に急騰している。しかし1983年以降経済の回復基調に伴い低落した塩素価格の修正とカ性ソーダ価格低落の動きが出はじめている。以上の状況を反映して第2次石油ショック以後国際貿易におけるカ性ソーダの輸出価格が高騰し、インドネシアの輸入価格も急騰した。これに伴いインドネシアにおけるPT. ISIのサラシ液を除く全製品の販売価格が急騰したが、1980-1981年をピークとして以後は値下りに転じている。表Ⅱ-21はPT. ISIによる1976-1983年間の販売価格(税込工場出荷価格)の実績を示したものであり、以下にPT. ISIの製品に関する販売価格の分析を行う。

#### 2.1.1 ベアトン価格の動向

カ性ソーダと塩素は併産品であるためベアトン価格(カ性ソーダ1 ton当り価格+ガス状塩素1 ton当り価格 $\times$ 0.88)の動向を示したものが図Ⅱ-21である。

(但しガス状塩素の価格は、経験値として一般に使用されている液化塩素価格の1/1.2を採用した。)図からわかるようにPT. ISIによるベアトン販売価格は、1976-1983年間に於いて平均して日本の工場出荷価格および米国リスト価格におけるベアトン価格の2倍以上となっているが1982年以降値下りの傾向にある。尚、



1976-1983年間のベアトン価格の変動が大きいので、参考用として図Ⅱ-2.2に最小自乗法による平均価格線を記入したが、この線による1984年度ベアトン価格はUS\$942/1となる。以下に1983年度におけるベアトン価格の国別の比較を示した。

ベアトン価格の比較(1983年)

	(単位: US\$/1)		
	PT. ISI	米 国	日 本
カ性ソーダ(100%)	293	330	270
ガス状塩素	514	133	210
ベアトン価格	745	447	455

- (注) 1. PT. ISIは税込工場出荷価格  
 2. 米国はリスト価格(CMR)  
 3. 日本は工場出荷価格(化学工業統計年報)

## 2.1.2 カ性ソーダ価格(100%換算ベース)の動向

図Ⅱ-2.1にみられるように、1976-1983年におけるPT. ISIのカ性ソーダ販売価格(税込工場出荷価格)は1981年のUS\$490/1をピークにしてインドネシアにおけるCIF価格と相関して変動している。インドネシアにおけるカ性ソーダ価格は、大量の輸入カ性ソーダとの価格競争により形成されているとみなすことができる。1978年におけるPT. ISIの販売価格がドル表示で下落しているのは為替レートの切下げによるものでありルピア表示では若干の値上りを示している。図からみられるようにPT. ISIのカ性ソーダ販売価格は、一般に米国における工場出荷価格よりも高いといわれている日本の工場出荷価格よりも高く、1976-1983年間で平均して約1.4倍である。1983年における日本のFOB価格は、図Ⅱ-2.1にみられるようにUS\$127/1であり、これに輸送/保険費の平均値US\$20/1を加算すると、CIFインドネシア価格は約US\$150/1となる。日本におけるインドネシアに対するカ性ソーダの主要輸出業者も1983年におけるCIF価格はUS\$140~150であったといっている。これに関税、流通経費およびAgentのマーヅンを加算すれば需要家渡し価格が得られる。

以下に1981-1983年間に於けるカ性ソーダ価格の国別の比較を示した。

(単位: US\$/t)

	1981	1982	1983
PT. ISI	490	395	293
米 国	250	330	330
日 本	262	262	270

- (注) 1. PT. ISIは税込工場出荷価格  
 2. 米国はリスト価格  
 3. 日本は工場出荷価格(化学工業統計年報)

### 2.1.3 塩素系製品の価格動向

1983年度におけるPT. ISI, 米国および日本における塩素系製品の価格は次表の通りである。

塩素系製品の価格比較(1983年)

(単位: US\$/t)

	PT. ISI	米 国	日 本
液化塩素(L-CL)	617	160	252
合成塩素(HCL)	108	75	72
次亜塩素酸ナトリウム(BLN)	95	n.a	89
サラシ液(BLC)	14	n.a	56

- (注) 1. PT. ISIは税込工場出荷価格  
 2. 米国はリスト価格(CMR)  
 3. 日本は工場出荷価格(化学工業統計年報)

PT. ISIの価格はサラシ液を除く全製品において米国, 日本の価格を上回っているが, 特に液化塩素において米国の3.5倍, 日本の2.5倍と極めて高価格であり第2次石油ショック後の米国における塩素価格の低落との関係はみられずカ性ソーダの急

上昇とともに上昇している。1976-1983年間のPT. ISIによる液化塩素の販売価格は、日本の工場出荷価格に対し平均2.8倍であり、これが1976-1983年におけるPT. ISIのペアトン 価格を国際水準に比較して2倍以上に保持している主要因となっている。

サラン液の販売価格が異常に安価であるのは、PT. ISIはカ性ソーダの需要に合わせて工場を運転した場合、余剰塩素が発生することがあり余剰塩素の処分のためサラン液を製造し、一部は川に廃棄され一部は捨て値で販売されており正当な価格づけがされていないという理由による。

尚、インドネシア輸入統計によると1981年および1982年における塩素系製品の輸入量および輸入価格は次表の通りであり、国内需要に対し相対的に少量を高価格で輸入しているが、PT. ISIの販売価格に対しては輸入量から判断してほとんど影響は与えていないものとみなし得る。

#### インドネシアの塩素系製品の輸入状況

(Unit: ton, US\$/t)

輸 入 品 目	1981		1982	
	量	単 価	量	単 価
液化塩素	194	1,241	108	1,144
合成塩酸(35%)	952	486	383	692
次亜塩素酸ナトリウム(12%)	127	789	285	1,054
サラン液(8%)	355	970	259	1,187

(注) 輸入単価がインドネシアの国内価格よりも高いのは輸送費が高いことのほか容器価格が含まれているためと考えられる。

#### 2.1.4 インドネシアの価格形成メカニズムの特徴

下に各製品間の価格構成をカ性ソーダを1.0として国別に示す。

各製品トン当り価格比率

	PT. ISI <sup>1/</sup>	米 国 <sup>2/</sup>	日 本 <sup>2/</sup>
カ性ソーダ(100%換算)	1.00	1.00	1.00
液化塩素	2.03	0.48	0.93
合成塩酸	0.34	0.22	0.26
次亜塩素酸ナトリウム(12%)	0.42	n.a	0.33
サラン液(8%)	0.12	n.a	0.21

(注) 1/ 1976-1983平均 2/ 1983価格による。

同表からわかる通りインドネシアの液化塩素の高価格が極めて特徴的である。その原因は、輸入塩素が輸送困難のため必然的に高く(PT. ISI販売価格の約1.7倍、1982年)国内市場がほぼ、PT. ISIの独占状態にあり、売手市場を形成していること、およびカ性ソーダの価格が輸入品との価格競争により抑えられており、工場経営上、液化塩素による収益にたよらざるを得ないという事情によるものであろう。

他の塩素系製品もサラン液を除いて多少割高ではあるが妥当な範囲に止まっていると見なしうる。従って過去の電解製品の価格動向を総括すると、液化塩素は他の製品との関連をもたず全く独自に価格決定がなされ高価格を形成してきたと分析できる。

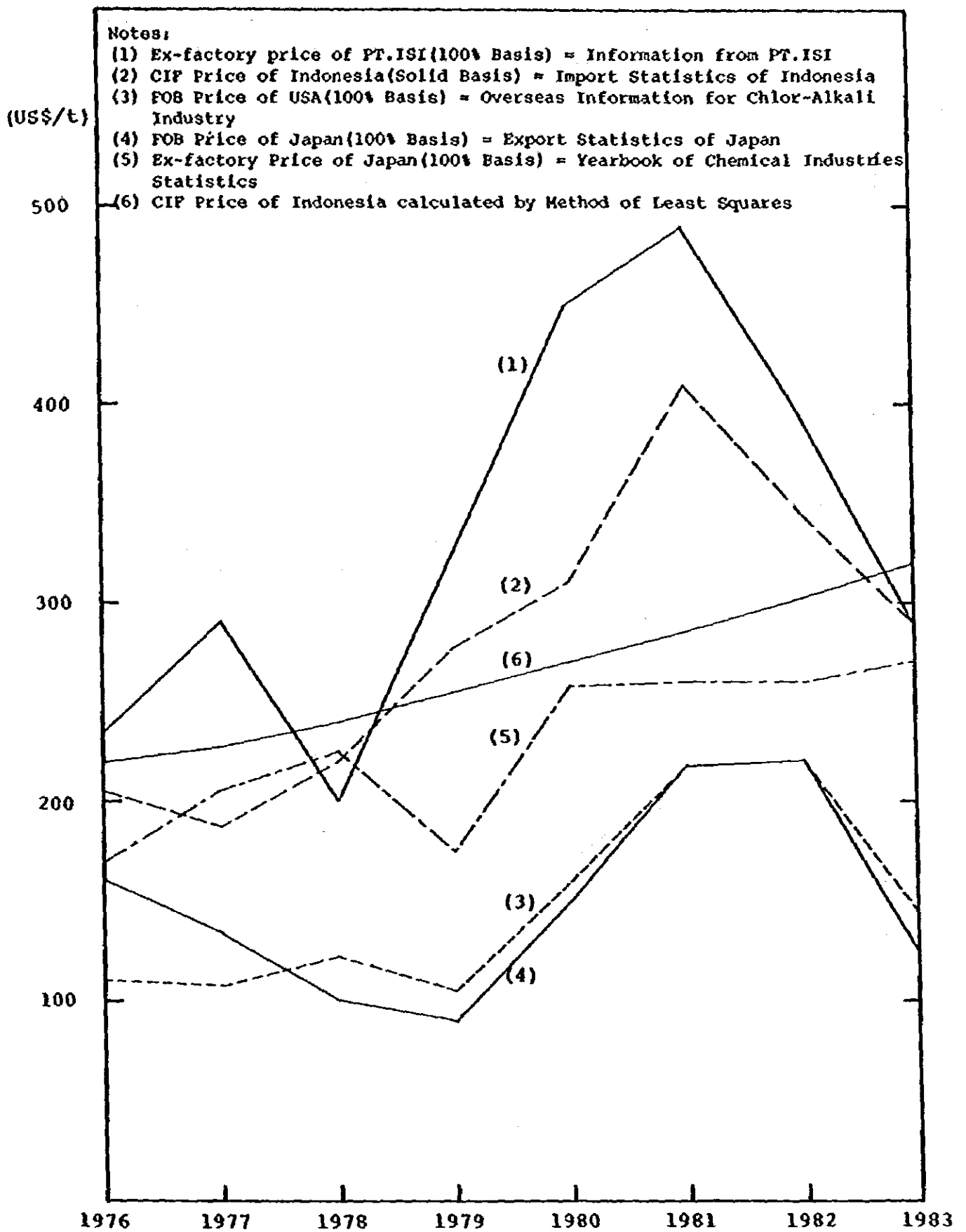


Figure II-2.1 HISTORICAL PRICE TREND OF NaOH

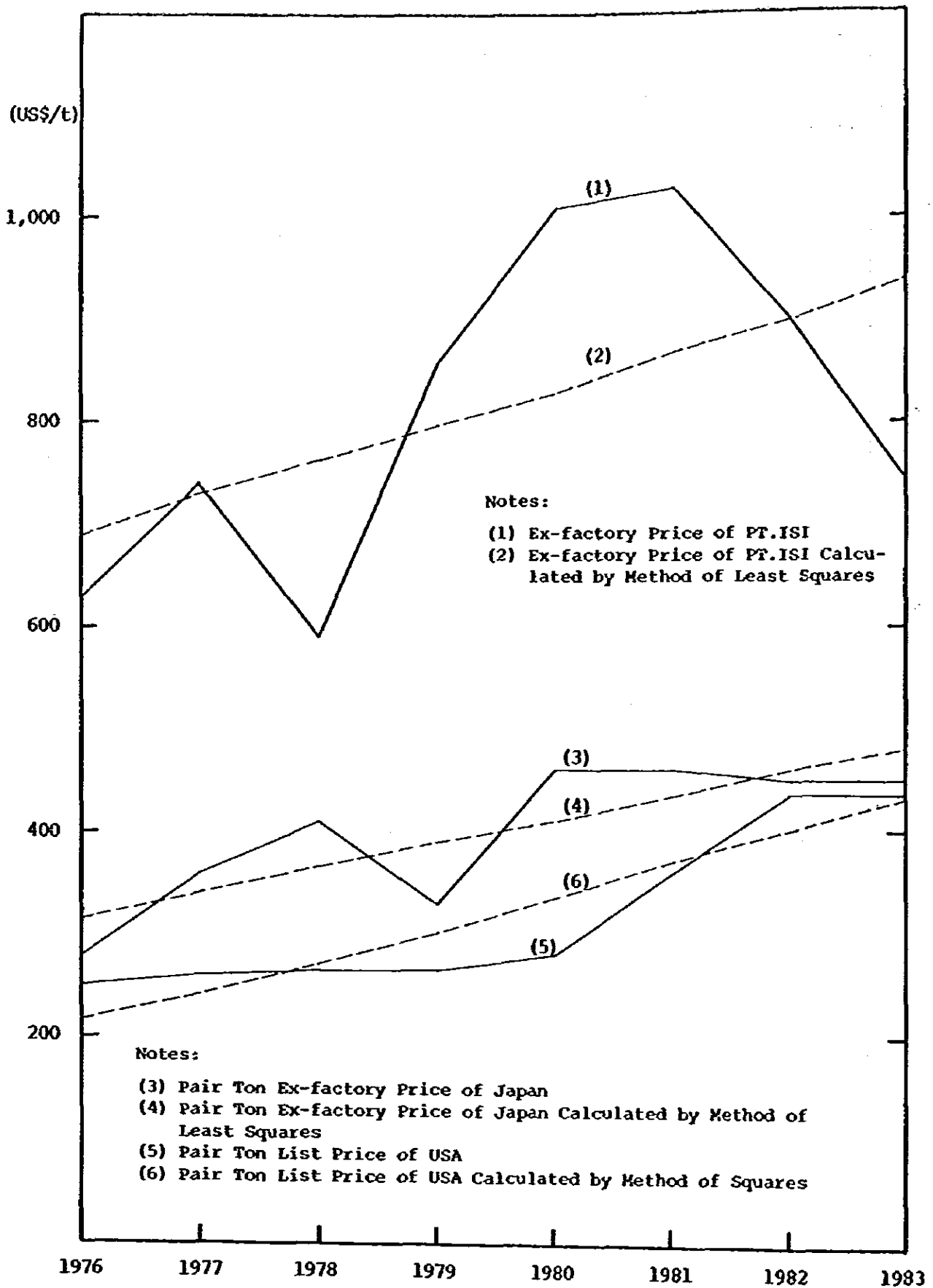


Figure II-2.2 HISTORICAL PRICE TREND OF PAIR TON

Table II-2.1 HISTORICAL EX-FACTORY PRICE (INCL. TAX) OF PT. ISI

(Unit: US\$/t)

	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
1. NaOH (100%)	235	290	200	328	450	490	395	293
2. L-CL (99%)	548	619	535	736	775	735	690	617
3. HCL (33%)	97	173	72	89	143	96	86	108
4. BLN (12%)	156	173	115	123	146	157	137	95
5. BLC (8%)	70	75	44	42	40	22	19	14
6. PAIR TON	637	744	592	868	1,018	1,029	901	745
(NaOH Price for Reference)								
1. CIF Indonesia (incl Tax)	207	187	221	279	310	410	344	290
2. Ex-Factory Japan	168	207	224	174	257	262	262	270
3. FOB Japan	162	134	100	90	152	218	218	128
4. FOB USA	110	109	118	104	160	217	220	147

(Notes) 1. CIF Indonesia: Solid NaOH

2. Ex-Factory Japan, FOB Japan, FOB USA: Converted to 100% NaOH

## 2.2 販売価格の予測

### 2.2.1 カ性ソーダ

前節でみて来たように、インドネシアにおけるカ性ソーダの価格を決定するプライスリーダーの1つは、輸入品（今までは固形カ性ソーダ主体）であり、国内価格（液状カ性ソーダ）はこの輸入価格に対応して推移してきたことは前述の通りである。

他の1つは、近い将来建設されるであろうVCMプラントからの余剰カ性ソーダの価格である。インドネシアのVCMの需要は年間10万トンから15万トンといわれ、その塩素需要量を満たすためにはカ性ソーダで10万トンクラスの電解設備が必要となり、副生カ性ソーダはほぼ全量余剰として市場に出まわり量的にも市場の大半をしめることになる。ちなみに10万トンのカ性ソーダは1990年で全インドネシア需要量の55%、不足供給量の72%と計算される。（表Ⅱ-1.10参照）このような状況が起きた場合カ性ソーダの価格を決定するのはこの余剰カ性ソーダであることは明らかであろう。

1つの参考値としてVCMプラントに付帯される年産10万トン（カ性ソーダ100%換算以下同じ）の生産原価を表Ⅱ-2.2に推算した。主要な原価要素である原料塩と電力の価格は、PT. ISIと同じと仮定する。実際問題としては、原塩の消費が量的に大きくなる（年間17万トン）ので安価で良質の輸入塩の利用も許可される可能性もあるがその際はPT. ISIも同じ条件が与えられなければ公平な競争となり得ないので、国内塩の価格を便宜的に適用したものである。また妥当な利益として、プロジェクトコストの20%ROIを想定した。またプラント操業開始を1988年とし操業率は90%とした。

ROIを含む製造原価は1988年価格で年間US\$58,302,000でありべアトン当りでUS\$647.8となる。比較検討のため、第V編で述べるインフレ率で1984年価格まで引き直すとUS\$540.7となる。更に1.88で除されればカ性ソーダの1トン当りの価格が計算されUS\$288となる。これに物品税（Sales tax 4%）を加えればUS\$299となりVCMプラント用電解工場が建設された場合のプライスリーダーの計算販売価格となる。下に各種データソースからのカ性ソーダ販売価格を



示す。

	US\$/t as 100%NaOH
PT. ISI (1983年)	293
PT. ISI (1984年前半)	260
輸入液体カ性ソーダ (1983年)	285
計算プライスリーダー価格 (1984年)	299

1984年前半のUS\$260/tは一時的な低価格であり、1984年の後半には価格を回復するというのが一般的観測である。以上のデータおよび観測を総合的に判断し、本計画の目的である長期予測に対しては、1984年価格をUS\$300/tと設定する。以後はインフレ率に従って価格が上昇するものとする。なお、工場出荷価格は物品税4%を減じたUS\$288/tを1984年価格とする。

将来、輸入カ性ソーダ価格が上記予測値よりも大幅に下落し、インドネシアのソーダ工業を破壊するような事態が生じた場合、国産品カ性ソーダの保護の必要性がインドネシア政府によって、長期工業開発計画に照らし、検討される可能性もあろう。

## 2.2.2 塩素ガスおよび塩素系製品

### (1) 基本的考え方

食塩水を電気分解するとカ性ソーダ、塩素ガス、水素ガスが発生し塩素ガスは、冷却液化され液化塩素となり、発生した水素ガスとの反応により合成塩酸、カ性ソーダとの反応で次亜塩素酸ナトリウム、外部から購入する消石灰との反応でサラシ液となる。塩素ガスはそのまま製品としてPT. ISIのような独立電解工場の場合は外販されるが、バルブ工場等に附属して設備された電解工場の場合は、パイプ輸送により直接使用に供される。

カ性ソーダと塩素ガスは同じ電解槽から同時に発生するものであるから、製造原価を厳密に両者に按分するのが困難である。通常製造原価の按分は、トン当り両者とも同じとみなす場合が多い。

液化塩素、塩酸、次亜塩素酸ナトリウム、サラン液の販売価格は、市場が安定した国では短期的変動はあるものの長期的にみれば塩素ガスに対して一定の比率に落ちついており、その比率はほぼ製造原価見合いとなっている。

インドネシアでは、液体塩素が市場の特殊性によって、上のような製造原価比率とはかけ離れた高価格水準になっていて、サラン液が逆に低水準になっているのは前に述べた通りである。

以上の観点から本報告書では、次の手法により各塩素系製品の価格予測を行う。

- (a) PT. ISIの製造原価分析を行い塩素ガスに対する各製品毎の原価比率を求める。
- (b) 塩素ガスのトン当り価格は前に設定したカ性ソーダと同価格と仮定する。
- (c) インドネシアの市場の特殊性を加味して、あるべき価格体系に必要な修正を加える。

(注) PT. ISIの製造原価を基準としたのはインドネシア国内における一般市場において同社の市場占有率が高く、価格形成について主導的立場を取り得るものと判断したからである。

## (2) 製造原価比率と計算価格

付録Vの表AV-1.10の1983年の製造原価より一般費用(General)とNaOHの製造原価の年間合計を電気分解部分の総費用とし、これから、カ性ソーダ1.0に対し塩素ガス0.88の割合で生産される所から1.88で割り1.0部分をカ性ソーダ、0.88部分を塩素ガスコストとする。これを生産量で除し、トン当りに換算すると両者ともトン当りコストは同じとなる。表AV-1.10の塩素系各製品のコストには、塩素とカ性ソーダの使用量による原価配分は行われていないので、原単価に従って配分する。その結果は下記の通りである。

PT. ISIの1983年度製品別生産コスト

Cost Element	(単位: US\$/t)				
	NaOH	HCl	L-Cl	BJN	BLC
(1) Variable Cost	270.3	114.1	374.4	100.6	47.9
(2) Salaries & Wages	43.1	1.4	7.5	6.6	3.1
(3) Social Welfare	26.7	0.7	3.6	2.5	1.3
(4) Maintenance Cost	24.9	2.6	18.5	13.1	1.2
(5) Depreciation	73.4	3.7	45.9	2.7	1.8
(6) Cost Allocation	160.6	-	-	-	-
Unit Cost	318.6 <sup>1/</sup>	122.5	449.9	125.5	55.3
Price Ratio	1.00	0.38	1.41	0.39	0.17

(Note) 1/ Cost elements for NaOH show the cost of PAIR TON. Therefore, total cost of NaOH is calculated as PAIR TON cost (US\$599.0)/1.88, which is equivalent to the unit cost of Cl.

あるべき計算販売価格と実勢価格は次のようになる(物品税を含む)。

	1984計算価格	原価比率 (対塩素ガス)	1983実勢価格
カ性ソーダ (=塩素ガス)	US\$300/t	1.0 (基準)	US\$293/t
塩酸	US\$114/t	0.38	US\$108/t
液化塩素	US\$423/t <sup>1/</sup>	1.414 <sup>1/</sup>	US\$617/t
次亜塩素酸ナトリウム	US\$117/t	0.39	US\$95/t
さらし液	US\$51/t	0.17	US\$14/t

(注) 1/ 通常妥当といわれている対塩素ガスの比率1.2を適用するとUS\$360/tとなる。

(3) 各塩素系製品の価格設定

(a) 塩酸、次亜塩素酸ナトリウム

上の二つの製品の計算価格は、実勢価格との比較において妥当な値となっているので計算価格を1984年の販売価格と設定する。

(b) 液化塩素

実勢価格は計算価格より46%高く、比率1.2を適用した価格より71%高い。実勢価格は前に述べたようにインドネシアの需給関係を反映したものであり急速に計算価格へ近づく要因は、今の所見当らないから計算価格をそのまま適用するのは妥当ではない。

インドネシア国では将来ともに塩素の自給を行うために何らかの形で塩素の供給設備の増強が図られるものと想定するのは妥当であろう。供給能力の増強方法は、独立の電解工場が新設されるか、VCMその他の付属電解工場の能力に余裕を持たせて建設することによって達成されるであろう。

そうすれば塩素販売のための価格競争も行われるようになるだろう。そして窮極的には、計算価格に近づくものと仮定する。すなわち1984年は、過去の経緯を反映して塩素ガス(=カ性ソーダ)価格の2.0倍とし、2000年には、原価比率の1.4倍まで毎年同額ずつ定差で実質的な値下りが続くものと仮定する。

(c) サラン液

サラン液は現在は余剰塩素のディスポーサル用設備とみなされており、正当な価値が価格に反映されていない。塩素需要も増進してくれば1970年代のように次第に本来の価値で販売されるはずである。そこで1984年のサラン液販売価格をUS\$18/ℓとして、1990年までに塩素ガス(=カ性ソーダ)の0.17倍になるまで定差で上昇するものとした。

(d) 販売価格の集計

以上の結果をインフレ率を加味した各年の販売価格を集計すると表 I - 2.3 のようになる。これから4%の物品税を引いたものをPT, ISIの工場出し値と設定する。販売価格の概要は下表の通りである。

製品別販売価格予測(4%の物品税を含む)

(単位: US\$/t)

	1984	1988	1990	1995	2000
1. カ性ソーダ(100%)	300	359	403	540	722
2. 液状塩素	600	703	754	883	1011
3. 塩 酸(33%)	114	136	153	205	274
4. 次亜塩素酸ナトリウム	117	140	157	211	282
5. サラシ液(8%)	18	44	69	92	123
6. ベアトン	740	875	956	1,188	1,463

Table II-2.2 ESTIMATED PRODUCTION COST OF STANDARD ELECTROLYSIS PLANT IN INDONESIA (1988)

(Unit: 1000US\$, US\$/t)

Cost Item	Calculation	Annual Cost	Unit Cost per Pair Ton
<b>1. Variable Cost</b>			
Salt	US\$40.2/t x 1.7 x 90,000	6,151	68.3
Electricity	US\$0.0605/kwh x 2,300 kwh/t x 90,000	12,524	139.2
Chemicals	US\$21.5/t x 90,000	1,935	21.5
Fuel Oil	US\$12.0/t x 90,000	1,080	12.0
Hydrogen	US\$12.8/t x 90,000	-1,152	-12.8
Others	US\$24.3/t x 90,000	2,187	24.3
(Sub-Total)		22,725	252.5
<b>2. Fixed Cost</b>			
Direct labour Cost	US\$2,908/person x 143	416	4.6
Depreciation	US\$55,800 x 103 x 1/10 + US\$18,250 x 103 x 1/30	6,188	68.8
Maintenance	US\$74,050 x 103 x 0.05	3,703	41.1
Tax & Insurance	US\$74,050 x 103 x 0.005	370	4.1
(Sub-Total)		10,677	118.6
3. Interest on Loan	US\$102,423 x 103 x 0.7 x 0.1 x 1/2	3,585	39.8
4. Administration	Direct Labour Cost x 0.6	250	2.8
5. Sales Expense	Sales Revenue x 0.01	580	6.4
(Total)		37,817	420.2
6. ROI	US\$102,423 x 103 x 0.2	20,485	227.6
(Grand Total)		58,302	647.8

(Notes) 1. Annual production: 100,000 t/y x 90% = 90,000 t/y as 100% NaOH

2. Unit prices of the materials are assumed as same as those for PT. ISI.

Table II-2.3 EX-FACTORY PRICE FORECAST OF PT. ISI (INCL. TAX)

Product	(Unit: US\$/t)																
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
(Escalation Index)	0.8347	0.8639	0.8985	0.9434	1.0000	1.0600	1.1236	1.1910	1.2623	1.3362	1.4165	1.5036	1.5938	1.6895	1.7908	1.8982	2.0122
1. NaOH (100%)	300	310	323	339	359	381	403	428	453	480	509	540	572	607	643	681	722
2. HCL (33%)	114	118	123	129	136	145	153	163	172	182	193	205	217	231	244	259	274
3. BLN (12%)	117	121	126	132	140	149	157	167	177	187	199	211	223	237	251	266	282
4. BLC (8%)	18	22	28	35	44	55	69	73	77	82	87	92	97	103	109	116	123
5. LCL	600	626	651	677	703	728	754	780	806	831	857	883	908	934	960	985	1,011
6. PAK TON	740	769	800	835	875	915	956	1,000	1,044	1,089	1,137	1,188	1,238	1,292	1,347	1,403	1,463

(Note) Fair Ton price is calculated as NaOH + LCL/1.2 x 0.80

### 第3章 輸送の合理化対策

#### 3.1 インドネシアの運輸事情とPT. ISIの販売地域

インドネシアは大小合わせて13,700の島々からなり、その面積は約192万km<sup>2</sup>であり、輸送手段は島の多いこともあって著しく未発達である。1981年における道路総延長は154,000 kmであるが、そのうち約40%が舗装されているにすぎない。平方km当りの道路はジャワ島で316m、スマトラ103m、カリマンタンで21kmで国全体では80mにすぎず日本における3,114mの2.5%程度である。一方、鉄道はジャワ島に4,142 km、スマトラ島に1,339 km、合計5,481 kmがあるのみで設備も老朽化している。以上の理由から輸送は海上輸送が中心となり、現在貨物輸送の比率はトラック26.5%、鉄道3%、船舶70.5%となっている。インドネシアにおける工業分布は、ジャワ島、スマトラ島が主体を占め、次いでカリマンタン地区の順となっており、今後の開発計画においてもこの状況に大きな変化はないと思われる。従って、各工業の基礎的原料であるカ性ソーダおよび塩酸等はこれらの3地区が今後も主要な需要地域であると考えられる。スマトラ島には現在PT. Soda Sumatraが生産を行っており、地域上の視点から、PT. ISIの主要販売地域を、PT. Soda Sumatraで製造していない液化塩素を除きジャワおよびカリマンタン地区に重点指向するのがよいと思われる。



### 3.2 PT, ISIの製品輸送方式の現状

表Ⅱ-3.1はPT, ISIによる製品輸送方法を日本において現在一般的に行われている方法と比較したものである。配送コストについてはPT, ISIの荷動きの多いスラバヤ・ジャカルタ間の800kmを基準にして比較した。この表にみられるようにPT, ISIの輸送方法の特徴として専用船(Tank Ferry)または鉄道貨車(Tank Wagon)の利用が少なく、ローリー車(Tank Lorry)またはポリエチレン缶(Jerry Can)のトラックまたは混載船による小口輸送が中心になっていることである。インドネシアにおける輸送事情および製品の流通絶対量が日本と比較して極めて少ないことを考えると、PT, ISIで現在中心となっている輸送方式はインドネシアにおける領有の状況を反映して比較的現状に合致しているように考えられる。同一輸送手段についての輸送コストにおいても表Ⅱ-3.1にみられるように日本における平均的輸送コストの塩素ポンペを除き、半額以下となっている。しかし、回収して再使用がほとんどなされていないJerry Canによる小口販売はJerry CanおよびJerry Canを格納する木製クレートの価格が内容物であるカ性ソーダ(40%)および塩酸(33%)の価格に対し、次表に示すように各58%および75%と極めて高価格になっている。従って、小口販売に関する配送システムの改善対策についての検討が必要と思われる。

製品1 ton当りの容器価格(1984年)

(単位: US\$/t of content)

	カ性ソーダ(40%)	塩酸(33%)
Jerry Can	48.7	57.8
クレート	17.1	20.3
運搬諸掛り	2.5	2.5
計(A)	68.3	80.6
内容物(B)	117.0	108.0
比率(A/B)	58%	75%

(註) Jerry Can(25L) 1個当り価格(1984年):

インドネシア1.85\$, 日本26\$(230円/\$で換算)

Table II-3.1 COMPARISON OF DELIVERY MODE AND COST

Product	Delivery Mode	Net Content	Utilization		Delivery Cost (US\$/t)	
			Pt. ISI	Japan	Pt. ISI	Japan
1. NaOH (40 ~ 50%)	Tank Ferry	100 ~ 2,500t	X	O	-	12
	Tank Wagon	15t, 35t	X	O	-	45
	Tank Lorry	5 ~ 12t	O	O	40	100
	Drum	280 ~ 300 kg	X	O	-	NA
	Jerry Can	25 ~ 30 kg	O	X	80	200
2. L-CL	Tank Wagon	15t, 25t	X	O	-	60
	Tank Lorry	5 ~ 10t	X	O	-	110
	Cylinder	50 kg, 1t	O	O	325	150
3. HCL (33 ~ 35%)	Tank Ferry	50 ~ 100t	X	O	-	18
	Tank Wagon	15t, 35t	X	O	-	45
	Tank Lorry	5 ~ 12t	O	O	40	100
	Bulk Container	1t	O	X	NA	NA
	Jerry Can	25 ~ 30 kg	O	O	80	200
4. BLN (12%)	Tank Lorry	5 ~ 12t	X	O	-	85
	Bulk Container	500 kg	O	X	40	NA
	Jerry Can	25 ~ 30 kg	O	O	80	200
5. BLC (8%)	Tank Ferry	50t	X	O	-	18
	Tank Wagon	30t	X	O	-	45
	Tank Lorry	5 ~ 10t	O	O	40	85
	Drum	300 kg	X	O	-	NA
Glass Pot	30 kg	X	O	-	200	

(Notes) 1. Delivery cost is estimated for 800 km which is almost equivalent to the distance between Surabaya and Jakarta.

2. Delivery cost in Japan shows the average cost.

### 3.3 輸送合理化対策に関する検討

#### 3.3.1 鉄道輸送の利用

PT. ISI の工場は鉄道線路のすぐ脇に立地しているため、鉄道による輸送の可能性を検討することが望ましい。工場内の側線を設置するにしても本線からの距離がほとんどないので設置費用もあまりかからないものと思われる。タンク車 (Tank Wagon) としては容量  $25\text{m}^3$ 、荷重  $35\text{t}$  までが運行可能と思われるので、ジャカルタ駅その他主要駅周辺に貯蔵タンクを設置するか、ジャカルタ港その他主要港にある既設タンクの共同使用を申し入れる必要がある。もしタンク車の購入および貯蔵タンクの建設が困難であるならばタンクコンテナ (Tank Container) 方式により PT. ISI の工場から直接に貨車を利用して需要家に納入する方法を検討することが望ましい。タンクコンテナの容量については、需要家の消費量および到着駅よりのトラック輸送等を考慮して  $5\sim 10\text{m}^3$  程度のものが考えられる。尚、鉄鋼製タンクコンテナの内部ライニングについては、プラスチック、合成ゴム等の選定を適切に行い、PT. ISI の全製品について、法的規制がなければ同一のタンクコンテナが利用できるように設計することが望ましい。

#### 3.3.2 タンクコンテナ方式による海上輸送

Jerry Can での混載船による小口輸送の合理化対策として、積出し港および積降し港において貯蔵タンクを必要としないタンクコンテナ方式による配送システムを検討することが望ましい。

#### 3.3.3 カ性ソーダに関するスワップ販売の検討

第1章需給予測にみられるようにインドネシアにおける1984年度のカ性ソーダ需要は  $119,000\text{ ton}$  に達し、内  $28,000\text{ ton}$  は国内生産により  $91,000\text{ ton}$  は輸入により供給されるものと想定される。インドネシアにおいては従来、固型品による輸入が主体であったが最近では液体品による輸入が主流となりつつあり、1984年の輸入構

成は液体品70,000 ton, 固型品20,000 tonと予測されている。このため、ジャカルタ港, スラバヤ港をはじめとするインドネシアの主要輸入港においては次表のように液体品の受入れタンクの設置が推進されている。

輸入液体カ性ソーダの受入タンク設置状況

	タンク基数	タンク容量(ton)	備 考
輸入タンク：ジャカルタ	9	25,000	
メ ラ ク	1	3,000	
スラバヤ	1	4,000	
パレンバン	(1)	3,000	1984年9月完工予定
メ ダ ン	(1)	3,000	1984年12月完工予定

また、輸入カ性ソーダ(液体品)の大手輸入業者としては、PT. CAHAYA ANEKA KIMIA PERKASA があり、販売業者である ANEKA KIMIA ROYA および SINAR DUNIA THIRTA KIMIA 等を通してジャワおよびスマトラ島を中心にして広く販売を行っている。従って、インドネシアにおいてカ性ソーダの流通経費の合理化をはかるためには、上述の輸入カ性ソーダの流通機構と国内最大手メーカーである PT. ISI の流通機構の相互乗入れを図り、スワップ等の方策による流通経費の合理化を図ることを検討すべきであると思われる。

## 第4章 販売促進計画に関する提言

PT. ISIにおける販売促進業務に関するコメントは次の通りである。

### (II) 新規需要家の開拓

PT. ISIの組織において、営業部の人員は全社員282名、事務系社員106名中6名である。営業部は更に配送(Distribution)担当と市場開発(Market Development)担当に区分されているが、現在の配属は2名の管理職と4名の配送担当者であり、市場開発担当者は欠員となっている。スラバヤおよびジャカルタ地区における会社を歴訪した印象では、PT. ISIに<sup>(注)</sup>より新規の顧客を開拓できる余地はまだかなりあると思われる。2.1.3節記載のインドネシアにおける塩素系製品輸入状況の表にみられる輸入品については、輸入先を訪問し、PT. ISIの製品で代替すべく交渉すべきである。また“Directory 1981”(Basic Chemical Industries of Indonesia)掲載の会社において、原材料にカ性ソーダおよび塩素系製品を使用している会社も多くみられるので、たとえ中小規模の会社であっても丹念に訪問し売り込みをはかる拡張努力が必要と思われる。そのためには、市場開発(Market Development)部門に十分な商品知識を有する管理職クラスのベテランを2~3名配属する必要がある。特に、需要家が密集し、PT. Soda Sumatraとの販売競合地区となっているジャカルタには営業所を設置して専任の市場開発担当者をおき、需要家における設備拡張計画および新規製品計画等の動向をいち早くとらえて拡張に努力すべきであると思われる。

(注) 1. PT. GS. Battery Inc. は輸入品のフレークカ性ソーダ3 ton/月程度をRp430/kgで購入し工場廃水の処理に使用している。今後、鉛の回収を強化するために使用量が増加するので、液状のカ性ソーダが入手できるならば工場でフレークカ性ソーダを溶かして使用する手間がなくなるので液状品に切り替えたいとのことであった。

(注) 2. PT. Southern Cross Textile Industryは輸入品の50%液状カ性ソーダ5 ton/月程度をRp180/kgで購入している。また、地下水の脱鉄のために高度サラン粉1 ton/月程度をRp4,500/lgで購入して

いる。但し、液化塩素が入手できるならば使用に便利であるから安定供給が可能であれば切り換えたいとのことである。

(2) 新製品開発に関する検討

塩素系製品に関する新製品開発に関する展望は付録に示した通りである。特に輸入量が、1982年度で約8,500 tonにも達している産業用（肥料用ではない）塩化アンモニウム（ $\text{NH}_4\text{Cl}$ ）の企業化については積極的、かつ慎重に検討する必要があると思われる。

(3) 輸送の合理化対策

「第3章 輸送の合理化対策」において指摘した次の点に関して、重点的に検討する必要がある。

(a) 輸送方法の合理化

Jerry Canをトラックに積載して小口需要家に配送する方式をできるだけ排除してタンクコンテナ方式に改善し、輸送コストの合理化をはかる。

(b) カ性ソーダに関するスワップ販売の検討

カ性ソーダの輸入Agentが主要荷揚港で所有する輸入タンクを有効に利用し、相互の輸送コストを削減するためにスワップ販売を検討する。

## 第Ⅲ編 技術的諸問題の検討





## 第III編 技術的諸問題の検討

### 第1章 PT. ISIの現況

#### 1.1 設立の経緯

PT. ISIは国営の最初のクロール、アルカリ工場として、マドラ地区にて生産される天日法食塩の利用を目的に、1953-1956年に建設された。工場はスラバヤより8 Kmのワルに位置し、旭硝子㈱により建設された。

プラントの総ての機器は日本より輸入され、電解は水銀法である。商業生産は1956年6月17日より開始された。

当初の設備内容は次の通りである。

カ性ソーダ	10 t/d (100%固形換算)
塩酸	10 t/d (33%換算)
晒粉	10 t/d (32%)
BHCY-異性体	700kg/m (100%)

## 1.2 設備の沿革

生産開始後、当初は塩酸需要が少なく、このために生産は制限された。1961年に入りカ性ソーダおよび塩素系製品の需要は増加したが、設備が不調で生産は低調であった。

この頃の稼働率は設計値の30%以下であった。そこで1969-1971年に設備改修を行い、電解槽(水銀法)、塩酸合成設備、整流設備、ディーゼル発電設備、および、脱塩水設備が新型のものに更新され、これが現在の旧設備(第一系列)を構成している。塩水精製設備は既設の貯槽を利用して改善された。これらの改良工事は旭硝子㈱により行われ、この時期にトーメン㈱により新たに塩素液化設備、およびさらし液設備が建設された。

1972年以降カ性ソーダ、および、塩素系製品の需要が急増し、能力不足となって来たので、増設計画が進められ、1977-1978年に新設備(第2系列)が、第一系列同様カーボン電極を用いた水銀法により建設された。設計能力はカ性ソーダ20 t/d (100%固形ソーダ換算)でWAH CHANG INTERNATIONAL CORPORATION, Taiwanにより建設された。

電解槽はPESTALOZZA (Italy)、整流器は東芝、塩素液化設備は田尻機械、塩酸設備は協和カーボンによる。

第2系列完成後は、精製ラインは第2系列より第1系列に供給されるようになった。

1983年第2系列に改良工事を行い、電解槽のカーボン電極を金属チタン電極に交換、電極自動制御装置、および安全装置を追加した。電極はSIORI OMBH (西独)、電解槽の改造工事はUHDE (西独)、自動制御、および、安全装置はSIEMENS-AG (西独)による。

第2系列の電解槽は改良工事により電解電流の増大が可能となり、能力は20 t/d より30 t/dに増加した。これに伴い東芝整流器は容量増強工事が行われた。

現在PT. ISIの設備概要、および、設計設備能力は図Ⅲ-1.1の通りである。第1系列の旭硝子電解槽は運転しているが、老朽化と予備品の不足により適切な保守が不可能で稼働率が低下して居り、生産能力は設計値の60%程度で、設計能力を回復するには改修が必要である。

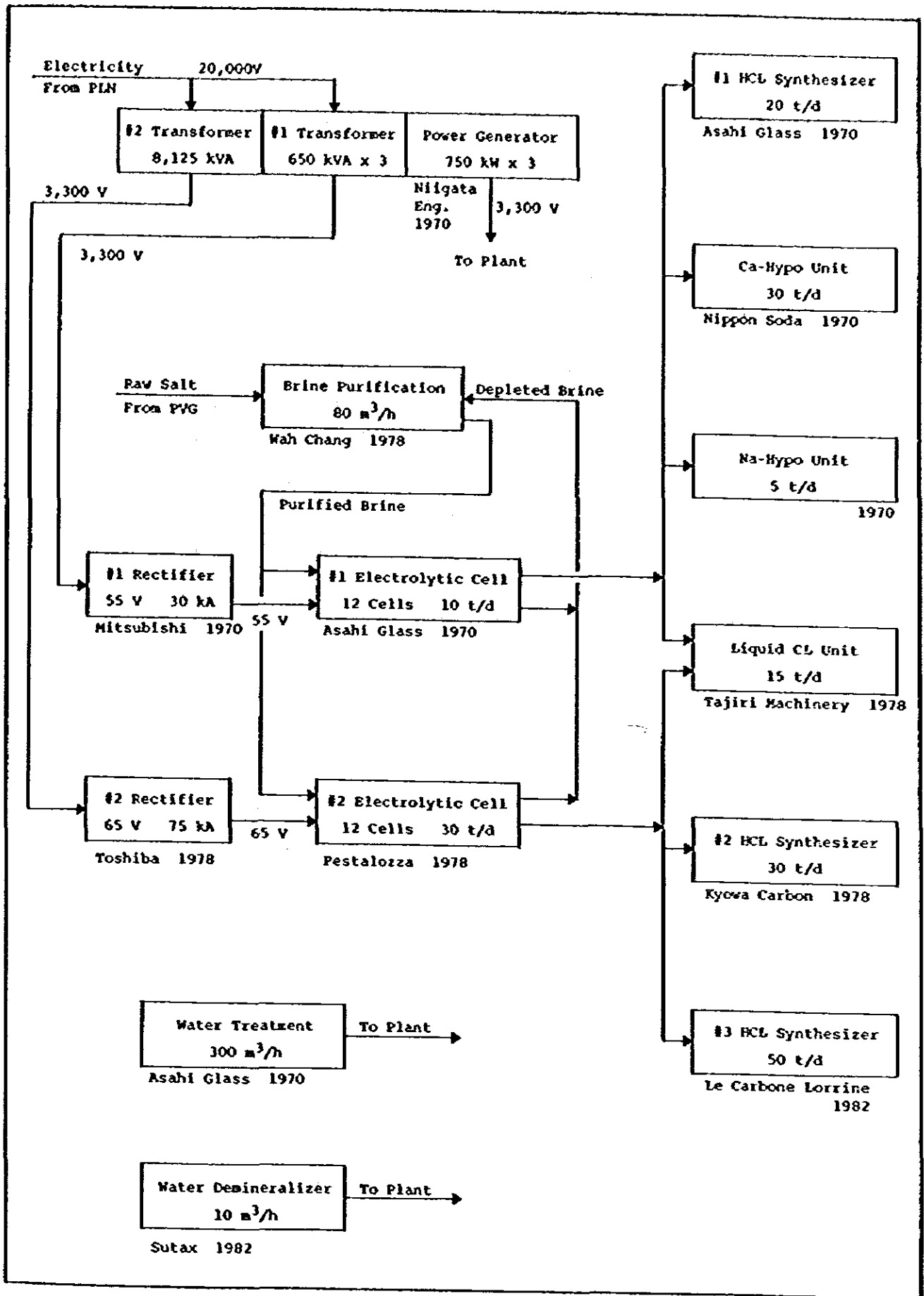


Figure III-1.1 BLOCK DIAGRAM OF PT. ISI

### 1.3 現設工場の概要

#### (1) 概 要

PT. ISIの現況は次の通りである。(1983)

資本金 : 払込み3,200百万Rp, 授權10,000百万Rp

株 主 : 100% インドネシア政府

生産, 販売量 (t/y) :	生 産	販 売
カ性ソーダ (as 100% NaOH)	6,595	5,608
塩酸 (as 33% HCl)	11,043	9,937
液体塩素 (as 99%)	1,065	1,078
次亜塩素酸ソーダ (as 12% Cl)	588	556
サラン液 (as 8% Cl)	2,520	2,494

利 益 : -328百万Rp

従業員 : 256名

#### (2) 設備の概要

1984年調査時点のPT. ISIの設備の概要は次の通りである。

##### (a) 塩水精製設備

80m<sup>3</sup>/hr, 第1, 2系列共用, 1978年WAH CHANG

現在能力 80m<sup>3</sup>/hr, 精製塩水の純度不良

##### (b) 電解槽

第1系列 1970年旭硝子 水銀法カーボン

電極, 10 t/d 12槽 55V 30kA

現在, 6 t/d ~ 8 t/d 8槽運転

第2系列 1978年 WAI CHANG 水銀法金属チタン電極, 30 t/d  
12槽 65V 75kA 現在 25 t/d カ性ソーダ 濃度  
が47%以上にならぬのが問題

(c) 合成塩酸設備

第1系列 1970年 旭硝子 20 t/d  
現在 16 t/d 自動制御装置老朽化

第2系列 1978年 協和カーボン 30 t/d  
現在 12 t/d 反応塔1本損傷

第3系列 1982年 Le Carbone Lorraine 50 t/d  
現在 50 t/d プロワー能力不足

(d) 液化塩素設備

1978年 WAM CHANG 15 t/d  
現在 6 t/d 自動制御装置老朽化

(e) サラシ液設備

1970年 日本曹達 30 t/d  
現在 25 t/d サラシ液の製造設備と同時に塩素ガス除去設備  
の役目を果たしている。

(f) 次亜塩素酸ソーダ設備

5 t/d 現在4 t/d 冷却能力不足

(g) 用役設備

水処理設備 1970年 旭硝子 300 m<sup>3</sup>/h  
現在250 m<sup>3</sup>/h 能力は原水質により変化する。

## 電源設備

PLNより20kVにて受電契約 容量6,010kVA

新潟鉄工ジーゼル発電機 700kW×3

第1系列変圧器 20kV/3,300V 650kVA×3

第2系列変圧器 20kV/3,300V 8.125kVA

## 整流器

第1系列整流器 三菱シリコン整流器 旭硝子

1970年 30kA, 55V

現在 自動装置故障 能力23kV以下

第2系列整流器 東芝シリコン整流器 WAH CHANG 1978年

75kV, 65V

1983年に能力50kAより75kAに増強

## 空気圧縮機

420L/m×3 7kg/cm<sup>2</sup>O

400L/m×1 7kg/cm<sup>2</sup>O

現在計装空気に乾燥器が無く、計器故障の1因となっている。

(h) 水銀蒸留設備 150kg/d

上記の如く塩水精製設備、第1系列電解設備、第1系列合成塩酸設備、液化塩素設備、第1系列シリコン整流器、計装空気設備に老朽化が見られ、改修を必要としている。

## (3) 生産の概況

第V編の表V-1.1に歴年生産量を示す。1979年に第2系列を増設し、工場の設計能力は年産9,000tとなったが、カ性ソーダの生産量は低操業率で横ばいの状況である。これは第1系列の老朽化が進み生産量が低下したためである。1983年に年産量が低下したのは第2系列電解槽の改良工事を行い、2カ月間生産を停止したためである。第2系列の能力増強効果は今後待たねばならない。

表Ⅲ-1.1に各製品の生産量を示した。年毎の各製品の目標値に対する達成率(%)は次の通りである。

RATIO OF ACTUAL TO TARGETTED PRODUCTION

	1981	1982	1983
NaOH	84%	82%	87%
HCL	73	68	80
LC	87	122	66
BLN	51	22	98

塩素系の製品の達成率が低く、また液化塩素と次亜塩素酸ソーダの達成率のばらつきは、製品需要が安定していないためと考えられる。次に発生した塩素量と製品化された塩素量を比較すると、次の通りである。(t/y)

(第V編 表V-1.1参照)

UTILIZATION OF CHLORINE IN THE PT. ISI FACTORY

	1981	1982	1983
Generated Chlorine(ton)	5,508	5,804	5,804
Consumption(ton)			
HCL(0.35 t/t)	3,396	3,942	3,865
LC (1.10 t/t)	977	1,140	1,172
BLN(0.145 t/t)	220	52	85
BLC(0.10 t/t)	122	154	252
Chlorine in Products	4,715	5,288	5,374
Unutilized Chlorine	793	516	430

〔塩素ガス発生量はカ性ソーダ生産量に0.88を乗じて求めた。各塩素系製品は生産量にそれぞれの塩素原単位を乗じて塩素換算を行った。〕上表の如く毎年7~15%の塩素が製品化される事なく排出されている。この塩素はBLCとして排水中に排出され、サラン液設備がカ性ソーダおよび塩素系製品の生産バランス調整の役目を果している。PT. ISIの生産量は現在塩素系製品の販売量により支配されている。また、生産バランスのため廃棄されるBLC量はカ性ソーダの販売量を考慮して定めるべきである。

表Ⅱ-1.2は年間運転時間および運転停止の原因を示している。実運転時間が目標値を上回るのは、このプラントでは定期修理を定めずに運転し必要時の都度運転休止を行うためである。電解槽は多数あり不良電解槽のみを止めて修理するので全面休止に至らない。また塩酸設備も3系統あるので同様に稼働率が高くなっている。運転時間は目標値を上回るにもかかわらず生産量が目標を下回るのは、各設備の能率が悪く設計生産量を下回っているため、設備の改善および運転方式の改善を必要とする。運転停止は需給関係により生産制限による場合が最も多い。機械的理由の中には計画的修理が含まれている。停電による停止は10~15%を占め時間は短いとその頻度は次の通りである。

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1983	3	1	2	1	5	4	-	-	-	2	1	3
1984	2	1	1	2	na							

1983年は年間22回、80時間で、1984年は4月までに6回、24時間と頻度が多い。これは現在、PT. ISIが受電している20,000Vの回路に多数の工場と民生需要が依存しているために、これらの工場の電気事故の余波により停電回数が多いものと考えられる。この事故は受電を70,000V回路への変更により回避可能なので、経済面のみならず運転安定の面より受電圧の変更を検討せねばならない。

表Ⅱ-1.3にPT. ISIの原単位を示す。カ性ソーダの原単位目標値に対し、NaOHおよびHClの使用量が大幅に多いのは、原料塩中のMgが多い事と、計装設備が破損して、NaOHを過剰に使用しているためと考えられる。電解電力原単位は1槽当りの生産量により変るので、一概に評価出来ぬが、おおむね妥当な値である。第2系列の電解槽は、1983年にグラファイト電極からチタン電極への交換を含む改良工事により、電力原単位を改善しかつ生産量を増強した。1983年度にBaCl<sub>2</sub>の使用料が激減している。BaCl<sub>2</sub>は、塩水中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>除去を目的としている。チタン電極はSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>に強いので、塩水中のSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>除去を緩和したと考えられるが、第1系列電解槽はカーボン電極を使用しているので、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>による電極の損耗が大となり、電力原単位が悪化するので好ましくない。

塩酸合成における塩素ガスの原単位が良くないが、バランス上塩素ガス余剰の傾向にあるので特に問題にならない。液化塩素ガスの塩素ガス原単位は不合理である



が、計器が破損していることと、未凝縮ガスをサラン液に送っているので計量の不正確によるものと思われる。水銀原単位は目標値を下回っているが、環境問題を考慮すれば更に低下せしむる必要がある。

表Ⅱ-1.4に製品品質を示す。カ性ソーダについて見ると、濃度が40~42%と低い但不純分についてはインドネシア規格および日本化学繊維用規格(JIS 水銀法)に合格している。

	インドネシア規格	JIS繊維用	日本水銀法実例
NaCl max %	0.07	0.07	0.002%
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> "	0.035	0.3	0.027
Fl <sub>2</sub> O <sub>2</sub> "	0.003	0.003	0.00006
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> "	0.020		0.001
SiO <sub>2</sub> "	0.0075	0.03	0.0017
CaO "	0.005	0.005	0.0003
MgO "	0.0030		0.0003
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> "		0.02	0.0002

塩酸品質も良好で、塩化塩素、サラン液および次亜塩素ソーダの品質も良好である。

Table III-1.1 ANNUAL PRODUCTION OF EACH PRODUCT

Item	1981		1982		1983	
	Target	Actual	Target	Actual	Target	Actual
NaOH 100%	7,450	6,259	8,032	6,596	7,570	6,595
HCL 33%	13,216	9,704	16,491	11,264	13,807	11,043
LC 99%	1,000	888	852	1,036	1,620	1,065
BLN 12% CL	3,000	1,520	1,644	361	600	588
BLC 8% CL	-	1,215	-	1,537	-	2,520

Table III-1.2 ANNUAL OPERATING HOURS OF SHUTDOWN

	Operation (hr)		Shutdown (hr)
	Target	Actual	
(1981)			
#1 Electrolizer	7,200	8,022	737
#2 Electrolizer	7,200	7,796	964
HCL Unit	7,200	7,707	963
(1982)			
#1 Electrolizer	7,488	8,220	640
#2 Electrolizer	6,816	7,655	1,105
HCL Unit	7,488	7,682	1,178
(1983)			
#1 Electrolizer	7,200	7,325	1,434
#2 Electrolizer	6,120	6,566	2,194
HCL Unit	7,488	7,682	1,178

Reason of Plant Shudown (%)

	1981	1982	1983
Marketing	60	55	40
Power Failure	15	10	15
Technical	25	35	45

Table III-1.3 UNIT MATERIAL CONSUMPTION

NaOH 100%	Unit	1981	1982	1983	Standard
Electricity AC	kWh/t				
No. 1		3,090	3,130	3,200	3,200
No. 2		3,565	3,800	3,240	3,300
NaOH 100%	kg/t	46.6	37.0	60	30
HCL 33%	kg/t	47	41	65	30
Na2CO3	kg/t	10	2.5	15	12
BaCl2	kg/t	11.4	6.1	1.04	7
Stanh	kg/t	2.3	1.14	1.48	2
Kunifloc	kg/t			0.01	0.002
Carbon	kg/t	2.4	2.54	2.52	2.5
Graphite Media	kg/t	-	-	-	-
Electricity for Motor of Lighting	kWh/t	36	36	50	-
Compressed Air	m3/t	1.92	1.95	1.97	1.85
Deminerlized Water	m3/t				
Average Current	kA	23	23	20	
No. 1		45	45	65	
Mercury	kg/t		0.17-0.18		0.2
HCL 33%					
Cl2 Gas	kg/t	360	368	350	350
Deminerlized Water	m3/t	0.68	0.67	0.66	0.65
NaClO 12%					
NaOH 100%	kg/t	170	172	170	175
Cl2 Gas	kg/t	166	158	162	145
Freon-22	kg/t	0.17	-	-	-
Process Water	m3/t	-	-	-	-
Liquid Cl2					
Cl2 Gas	kg/t	1,100	980	860	1,100
H2SO4	kg/t	70	79	90	81
Freon-22	kg/t	0.92	0.62	0.75	0.60
Ca Hypo 8%					
Cl2 Gas	kg/t	100	100	100	100
Lime	kg/t	200	206	200	200
Process Water	m3/t	1.12	1.12	1.12	0.96

Table III-1.4 QUALITY OF PRODUCTS

Item	Unit	Standard	1983	1984
NaOH	%	40-50	40.19	42.47
NaCL	max %	0.07	0.0214	0.0129
Na2CO3	max %	0.035	0.0226	0.0143
Fe2O3	max %	0.003	0.00039	0.00054
SO4=	max %	0.02	0.0025	0.0063
SiO2	max %	0.0075	0.0084	0.0097
CaO	max %	0.005	0.0055	0.0039
MgO	max %	0.03	0.0022	0.0024
<hr/>				
HCL				
HCL	%	33-35	33.41	33.18
Fe	max %	0.004	0.00024	0.00034
SO4=	max %	0.012	0.0049	0.0053
Heavy Metal (as Pb)	max %	0.0005	0.0004	0.00029
Igniton Residue (as SO4=)	max %	0.1	0.0414	0.0347
<hr/>				
CL				
CL2	min %	99	99.65	99.55
<hr/>				
BLN				
Air CL2	%	12	13.62	13.26
Excess NaOH	g/l	5-10	7.50	5.18
<hr/>				
BLC				
Av. CL2	%	8	7.1	7.38

#### 1.4 PT. ISIの管理体制と問題点

PT. ISIは国営会社で工業省の管轄下であり、カ性ソーダ、および塩素の安定供給を通じて市場の安定化と社会開発を職務としている。この目標達成のため次の如く人材養成に努めている。

- 知的能力の開発
- 技術力、管理能力の開発
- 従業員の福祉の増進
- 訓練と能力向上

##### 1.4.1 管理組織および配員

PT. ISIの人員は社長以下283名である。図Ⅲ-1.2にPT. ISIの現状の管理組織を示す。

社 長 （社長以下283名）		人事部	17名
		財務部	15名
財務担当役員	総務部	26名	工場 176名
	技術担当役員	調整部	
	開発研究部	5名	
	警 備	16名	
		購買部	16名
		営業部	6名

PT. ISIでは本社工場職制が取られ、財務および技術担当の役員が社長を補佐している。総務部、調整部、開発研究部、警備は社長直轄のスタッフ部門となっている。第一製造部は電解部門を担当し、第二製造部は塩素系の部品部門を担当している。ジーゼル発電、シリコン整流器の保守管理は技術部に属し、計装保守も技術部に属している。日常の保守管理業務は製造部および技術部に属し、工務部は機械、電気、土建

の重要問題解析，PM(Preventive Maintenance)，装置の入替え，外部業者への依頼を担当している。

以上述べた如くPT. ISIは国営会社としてよく整備された管理組織を有している。しかしながら業績を向上させるためにはこの組織が有機的に運営されなければならない。現在，PT. ISIは業績不振の状況にあり，これを改善するためには定期的全体会議により各部共通の問題意識をもち，部毎に目標をたてて業績の改善を計らねばならない。最近のプラント停止の原因(表Ⅲ-1.2)は需要の不振が50%を占めている。販売量の増加はPT. ISIの重要問題と考えられる。現在営業部の中に市場開発課が設けられているが，配員はなく市場開発は行われていない。最近まで，PT. ISIの販売は全量代理店にゆだねられていたが，現在では直接販売を開始した。販売量増加のためにはPT. ISI自らの営業努力が必要で，市場開発課の充実と販売促進を期待する。

工場職制では技術者は製造各課，技術部各課に配属され，技術的問題は担当課にて解決する体制となっている。運転担当課は運転に専念し，技術者の一部を技術部に抽出し，技術的問題に当るのがより効率的と考えられる。

調整部は各部門の調整，外部発注等を調整している。人事部，財務部，購売部は工場業務を兼務し，倉庫は購売部に所属して製品，原料，予備品の在庫管理を行っている。営業部には販売と市場開発の2課が設けられているが，市場開発課は前述のように職制のみで現在配員されていない。

事務部門の総員は工場主脳を含め106名で，役員3名，部長および副部長10名，管理職26名で構成されている。工場職制は下記の通りで工場長は技術担当役員が兼務し，副工場長が補佐している。環境保安並びに分析は各部より独立し工場長に直属している。

工場長(総員 176名) 副工場長(1)	第1製造部(41)	部長 1	第1電解 21名	
		副部長 1	課長2 スタッフ6	
	第2製造部(41)	部長 1	第2電解 17名	
		副部長 1	課長1 スタッフ3	
	環境保安 5名	技術部(32)	部長 1	塩酸, 液化塩素 17名
			副部長 2	課長1 スタッフ3
	分析 6名	工務部(50)	部長 1	用水処理 21名
			副部長 1	課長2 スタッフ3
	部長, 副部長 9名	電気	部長 1	発電所 15名
			副部長 1	課長2 スタッフ3
課長, 副課長 15名	整流器	部長 1	整流器 10名	
		副部長 1	課長1 スタッフ2	
スタッフ 29名	計装	部長 1	計装 4名	
		副部長 1	課長2 スタッフ2	
	機械, 土建	部長 1	機械, 土建 28名	
		副部長 1	課長2 スタッフ1	
	合計	部長 1	電気 17名	
		副部長 1	課長2 スタッフ1	
		スタッフ 3		

下は日本の某工場 26,400 t/y NaOH 規模 (PT. ISI の約 2.5 倍) の工場人員数の一例である。

	職員 (人)		
	工員(人)	(事務系)	(技術系)
カ性ソーダ	22	0	0
塩酸	4	0	2
さらし液	4	0	1
液体塩素	10	0	1
その他塩化物	8	0	1
共通部門	19	3	9
業務	5	16	0
合計	72	19	14

総数105名であり、PT. ISIの176名は過大人員である。販賣促進は国営企業の一つの役割でもあろうし、日本の場合と国性の違いもあり、単純に比較できない



面もある。しかしながら、第V編でもみるように、人件費の増大が収益性を悪化させつつあることも考慮し、リノベーション計画が実施されても安易に人員増を図ることは避けなければならない。現状人員数でリノベーション後も十分工場運転可能である。

#### 1.4.2 運転管理

調査団はPT. ISIの運転管理状況を調査し、その所見は次の通りである。

##### (1) マニュアル、フローシート

PT. ISIでは旭硝子とWAH CHANG作成のマニュアルおよびフローシートを使用している。このマニュアルは英文で技術者向けとして十分なものであるが、運転現場において運転員が常時使用するには、そのままでは利用しづらい。調査団はコントラクターが提供したマニュアルを基準として、今日までのPT. ISIの運転結果を加味したインドネシア語で書かれたマニュアルを作成し、各計器室にマニュアルとして配備する事を提言する。マニュアル類として次のものが整えられる必要がある。

- (I) Process Flow Sheet 計装システム、プロセス条件、流量を記入する。
- (II) Machine and Equipment List 簡単に機械仕様を記入
- (III) Process Description
- (IV) Operation Procedure

Start-up Procedure

Normal Operation Condition

Shutdown Procedure

Emergency Shutdown Procedure 停電、断水、計装空気故障等原因別に作成する。

Unit Operation Procedure 主な単位機器について操作手順を記す。略図をつけると便利である。

Operation Procedureは記述式でなくFlow Chart方式で作成する。

Process 毎に Flow Chart にしておくと、その Procedure の Check Sheet として利用可能で Procedure 終了後の確認が容易である。Flow Chart の一例を図 III-1.3 に示す。

#### (V) Trouble Shooting

予想される Trouble につき対策を記述する。

#### (2) 運転記録

各プラント毎に記録用紙が準備され、2時間または4時間毎のパトロールの時に運転記録が取られている。また、直と直との引継ぎも良く行われている。分析記録には認承欄が設けられ課長による認承がされているが、運転記録には認承欄がない。認承欄を設け、必ず課長が認承すべきである。また、記録用紙と測定項目の欄に標準運転条件を記入しておけば、新入運転員にも異常の発見が容易になる。運転記録はこれにより異常を発見し処置を取る事が目的なので、点検、処置が重要である。

#### (3) 品質管理

品質管理は分析値をベースとして行われている。日常の運転管理用の分析は各製造課にて実施され、製品分析はプラント分析室にて行われている。分析室と製造課間の連絡は良く取られており、製品品質は表 III-1.4 に示される如く優良である。品質管理のための提言であるが、毎日の製品分析値をグラフに明示し、そのバラツキを管理すると品質向上の一助となる。

#### (4) 夜間の運転管理

PT. ISI では夜間の責任者を定め、プラントの運転停止の権限を与えている。これは良い制度で高く評価される。緊急運転停止は安全上必要な手段で夜間責任者の適切な判断が望まれる。

#### (5) 調査団の提言

工場の業績を向上せしめるためには、従業員の意欲の向上が必要である。このために以下の方式を提言する。

- (I) 社長または工場長による定期的現場巡視。巡視結果に基づく評価。
- (II) 従業員全員に月毎のプラント別業績、工場業績を知らせるための課ごとの会合をもつ。従業員にコスト意識をもたせる事は業績向上の第一歩である。

#### 1.4.3 教育、訓練

教育、訓練による人材養成はPT、ISIの社是である。

##### (1) PT、ISI教育、訓練の現状

製造部門では安定運転、従業員の安全、環境保持のために次の教育、訓練を行っている。

##### (a) 新入社員教育

プロセス説明、運転指針、安全（特に液化塩素）について、配属課の課長、スタッフが教育する。

##### (b) 年次教育

プロセス、電気、化学の教育を行う。

##### (c) 安全教育

塩素ガス、水銀の性質、公害問題につき教育する。

(d) Customer 教育

液化塩素販売先の従業員に対し、塩素ガスの毒性を教育し、液化塩素充填場にて、ボンベ取扱いの実施訓練を行う。

(2) 調査団の提言

クロール、アルカリ工場では僅かな誤操作より人身災害、設備災害、公害問題を引き起し、また、僅かな運転条件の変化により製品品質の低下を招き、経済的損害をこうむる場合が多い。これらの諸問題は教育による従業員一人一人の能力向上により解決されねばならない。PT. ISI では毎年計画をたて、教育訓練を行い効果をあげているが、次の点を考慮すれば更に効果的と考えられる。

(a) PT. ISI の新入社員は Secondary School 卒であること、また従業員中には Primary School 卒も多い事より、教育は座学のみならず実地訓練を加味する事。

(b) 安全教育

工場では塩素ガス、カ性ソーダ、水銀等劇毒物を取扱っているため、これらの性質を熟知せしめる必要があるが更に、これら劇毒物を被毒した場合の実地救急訓練が必要である。救急訓練は定期的に実施を要する。

(c) 新入社員教育

新入社員は座学による教育終了後、1 カ月程度の実地訓練期間を設け Senior Operator 指導の下にパトロール、バルブ操作、回転機器の始動、停止等 O J T 訓練を行うべきである。

(d) 事故報告書

誤操作、機械故障等により、運転停止、設備破損、人身災害、公害問題等が起った場合、原因を明らかにし、その時の処置、将来の対策を報告書にまとめる。

この報告書を製造部各課に配布し、報告書を資料とし教育を行い、同種事故の再発を防止する。報告書は事故例として一括すれば最良の教育資料となる。

### (c) 教育資料の整備

上記教育を実施するためには、教育資料の整備が重要で、これらの資料はPT、ISI管理職およびスタッフの手で作成されねばならない。また、これらの資料は計器室に常備し、運転員がいつでも見られるようにしておくべきである。

### (f) 緊急訓練

下記の如き緊急時を想定して、定期的に緊急訓練を行うべきである。

- (I) 液化塩素ガス漏洩
- (II) カ性ソーダタンク溢流、塩酸タンク溢流
- (III) 火災
- (IV) 断水、停電
- (V) 計装用コンプレッサー停止

### (3) QC活動

PT、ISIでは1984年3月よりQCサークル活動が発足した。そのテーマは次の通りである。

- (a) 塩水精製系における原塩ロスの減少
- (b) モーターメンテナンスコストの低減
- (c) ベヤリングライフの延長
- (d) 報告作成のスピードアップ(経理グループ)

QC活動は従業員の自己啓発の手段として最も有効な手段であり、また工場側にも利益は多大である。しかしながらこの活動が定着するには数年を要し、この間工場幹部は絶えず注意を払い育成しなければならない。

- (a) 従業者は問題の解決に不馴れであるから、管理者またはスタッフが一踏に考え、解決の方法を教育する。
- (b) 初期は容易なテーマを選び、従業員のみで解決せしめ、そのよろこびを知らせる。
- (c) 管理者は常にテーマを持ち、テーマを与えてゆく。
- (d) 定期的に発表会を持ち、工場幹部が聴講する。
- (e) テーマが終了すれば、評価し良いものは直ちに実行に移す。これによる利益を評価し公表する。

日本では1960年頃よりQC活動が始まり、1970年頃より活動は定着し、これにより企業は大きな利益をあげると共に従業員のレベルアップに大きく貢献している。PT・ISIでもこの活動を大事に育て従業員のレベルアップを計る事が肝要である。

#### 1.4.4 保守管理

PT・ISIでは運転担当の製造部、技術部が所属プラントの日常保守管理を担当し、工務部は運転部門よりの依頼に基づき問題点の原因解析、外部業者への工事発注等を行い、また、独自の立場より定期点検によるPM(Preventive Maintenance)を実施している。

##### (1) 保守管理の現状

###### (a) 故障時の保守

製造部門で異常、故障を発見し、部内で処理不能の場合には、製造部より副工場長を経由して技術部または工務部に保守依頼が行われる。緊急時には製造部より直接依頼する。

(b) 予防保守 (PM)

工務部では主要機器についてPM計画を作成し、点検、オーバーホールを実施している。表Ⅲ-1.5はその実例である。

(c) 機器台帳

プラント内全機器の1基毎の台帳を作成し、上記PM結果、修理記録を記入し、各機器の履歴を明らかにしている。

(d) 予備品の管理

予備品は購売部倉庫課により管理される。最低在庫数は製造部、工務部の打合せにより定められている。各部は毎日検査員1名を倉庫に派遣し、在庫数を調べ、不足分は課長に報告される。不足分については工務部より購買部に購入依頼がなされ、購買部より購入伝票が発行される。財務部の承認、調整部の調整後、社長または副社長により購入が決定される。輸入品については1年前に発注されるが、会社の経事情形により購入されぬ場合がある。予備品不足は工場保守管理上の問題となっている。

(e) 保守作業基準

現在は機器納入メーカーの取扱説明書をそのまま使用しているが、PT. ISIの経験を折込んでPT. ISI独自の作業基準の作成準備中である。

(f) 定期修理

法的に制約がないので、現在年1回運転停止しての定期修理は行っていない。停止の必要に応じて打合せを行い停止を決定している。

(2) 調査団の提言

PT. ISIの保守機構は良く整備され、保守のため努力しているが、現実の問題として大規模の改修工事を必要とする状況となっているので、この点を考慮して保

守機構を考えねばならない。

(a) 製造部の役割

製造設備の現状を一番良く認識しているのは、毎日それを運転している製造部であり、また設備の故障により一番被害を被るのも製造部であるから、製造部は設備保守の第一責任者でなければならない。技術部および工務部は専門家集団として、特定問題の解明、外注工事関係、予備品管理、修善予算管理、大規模工事管理として機能するのが適当である。

製造部は次の日常保守管理を行うべきである。

- (i) プラント内の整理整頓、機器の清掃
- (ii) 回転機器、計器設備の異常発見
- (iii) 各装置の腐食（外部）状況の把握
- (iv) 回転機械への給油
- (v) 設備よりのガス、液漏洩の発見
- (vi) 予備回転機器の作動試験
- (vii) バルブハンドルの固着防止
- (viii) 工務部にて保守工事を行う場合の安全確保

工事前の設備洗浄、残ガス、液の濃度点検、動力遮断の確認、工事中の安全確保、工事後の確認運転。

(b) PM作業

現在定期的なPM作業により重要機器の点検が行われているが、その点検結果が生かされていない。例として整流器の冷却器の冷却水出入口温度が点検されその温度差が非常に小さい値を示している。これは冷却器の冷却水側が汚れ伝熱が悪くなっていることを示しているが放置されている。このまま放置すると整流器の能力低下、冷却器の腐食の原因となってくる。また、整流器の運転記録より効率、効率を計算すると100%を超える値が得られる。これは明らかに電流計、電力計が狂っている事を示している。日常の記録取り、またPMによる検査は不良箇所を早期に発見し、処置する事が目的で、検査結果を検討し処置を取らねば



PM作業の意味がない。

また、PM作業に下記項目を追加すべきと考える。

- (I) 自動計器の作動検査
- (II) 測定計器（圧力計，温度計，電気関係モーター類）の検査，校正
- (III) 熱交換器の汚れ検査（総括伝熱係数の測定）
- (IV) 安全弁の作動検査，救急設備の検査

PM点検結果は製造部に連絡し，その結果を検査しなければならない。

(c) 保守作業基準

機器製造メーカーより提出される取扱説明書は，技術者を対象に作成され，工場のスペシャリストを対象としたものではない。現在，PT. ISIではこれまでの経験を加えて新たに作業基準の作成を計画しているが非常に良い事である。作成に当り，熟練スペシャリストに作成せしめれば，彼等の能力向上となる。また，工務部のQCテーマとしても良いと考えられる。

(d) 定期修理

現在までPT. ISIは定期修理を実施していないが，定期修理は最良のPM作業であり，また年間を通じ生産，販売計画をたてるためにも好適である。定期修理時の主な作業項目は

- (i) 予備検のない回転機器，電気設備のオーバーホール
- (II) 熱交換器の清掃
- (III) 塔槽類の内部点検，補修
- (IV) 計画された不良箇所の補修
- (V) 用役設備の内部点検，補修
- (VI) 製造部では全員が日勤となるので，この時を利用して，教育訓練，プラント内清掃等を実施する。

(e) 機械的問題点の解明

機械的問題点の解明は工務部の仕事となっている。機械的トラブルはその原因を追究し、対策をたて二度と同種事故が起らぬ様せねばならない。同種事故を繰返す事はその機器の寿命を短縮する。また、機械的トラブルは製造部の取扱い方とも密接に関連するので、良く連絡をとり原因を明らかにし事故の再発を防がねばならない。

(f) 予備品

予備品の不足は主として輸入予備品が多い。全工場的に重要輸入予備品の確保に努めねばならぬ。しかしながら、インドネシアの機械工業レベルは他の発展途上国に比し高いレベルであり、またそのレベルも日々向上しつつある。PT. ISIは国営工場としてインドネシア工業技術の一翼をになつたものである。輸入予備品に依存するのみでなく、広く国内市場を調査し国内品の開発に目を向けべきであり、品質が不良であれば共同研究によりその品質の向上に努めるべきである。

最後に調査団は工場管理に関し工場内の整理整頓を提言したい。工場内が乱雑になっていると従業員はそれに馴れて、機械の清掃がおろそかになる。またプロセスよりの漏洩があっても気にしなくなる。これらは機器寿命の短縮、原単位の低下となる。

(i) 不要機器の撤去

各所に不要機器が残っているので、プラントの整理整頓が不能になっている。

(ii) 機器、架構、配管の定期塗装

クロールアルカリ工場の特徴として微量の塩素、塩酸ガスの漏洩はまめかれぬ。このために工場内の上記設備の腐食が進行している。塩酸プラントでは積揚子、手摺が腐食して危険な状況にある。また、No.1塩酸合成塔は架構

が腐食し、合成塔本体はカーボート(carbate)製なので使用可能であるにも拘らず全体の交換が必要になっている。今回改修工事を行っても塗装をおろそかにすると再び改修工事が必要な状況となる。

(iii) 塩素ガスの漏洩防止

塩素ガス、塩酸ガスが漏洩する場合には直ちに漏洩を止める事、上記腐食の問題のみならず、計装設備、電気設備の損耗を招く。

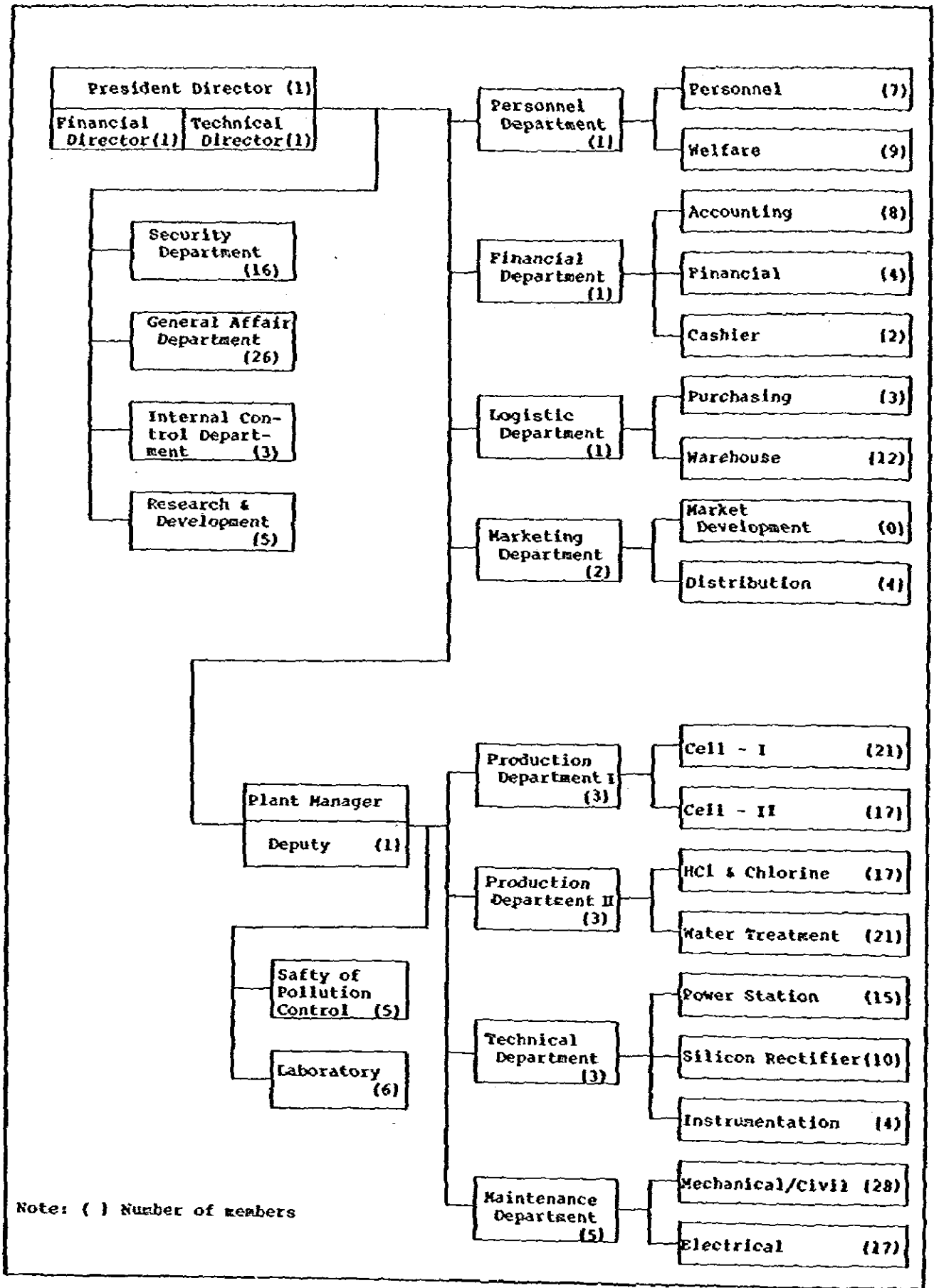


Figure III-1.2 ORGANIZATION CHART OF PT. ISI AS OF 1984

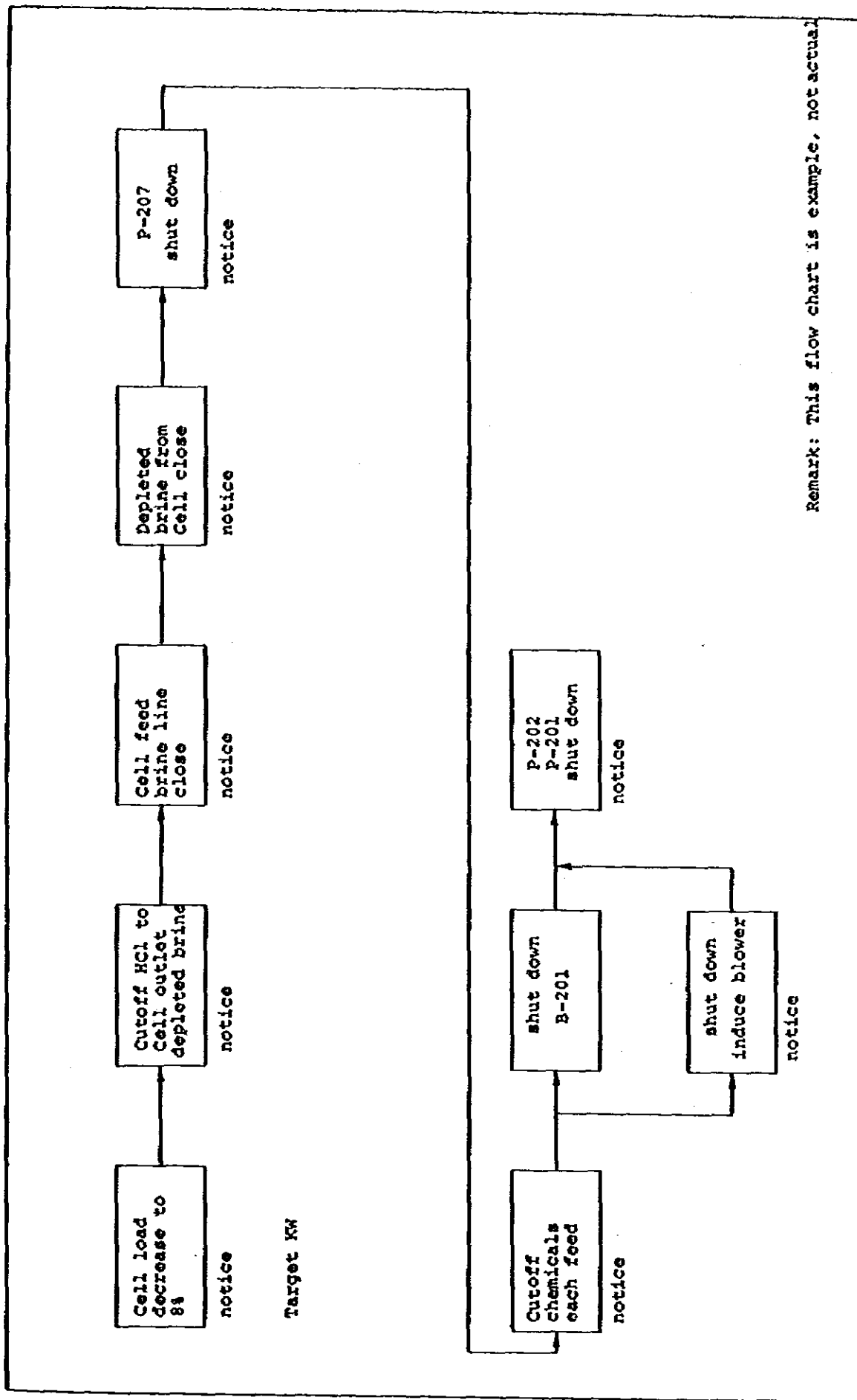


Figure III-1.3 SAMPLE OF FLOW CHART (NORMAL SHUT DOWN PROCEDURE OF BRINE SECTION)

Table III-1.5 PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULE SILICON RECTIFIER

No.	NAME OF JOB	M O N T H												R E M A R K		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1.	Check for dirt and abnormal noise	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Daily checking (three times a day)
2.	Input voltage, Current, Electric power, WH, Power factor, Output voltage, Output current	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
3.	Temperature of Silicon rect, on load tap changer, Transformer	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
4.	Check temperature oil cooler	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Once a week and also every up and down load
5.	Check temperature interphase reactor	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
6.	Check temperature bus bar	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
7.	Check neutral point of cells	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
8.	Check current balance silicon rect.	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Once of month
9.	Check voltage of Si thyristor with oscilloscope	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
10.	Check voltage drop "DC"	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
11.	Service air cooler and oil cooler	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
12.	Voltage with stand test of oil (OCB)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
13.	Voltage with stand test of oil (Rectifier)	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Every six month
14.	Current drop test of cells electrolysis	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
15.	Whole overhaul	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Every year
16.	Painting	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
17.	Check condition of silicone	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	Every month