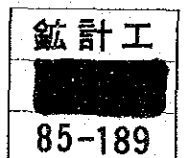
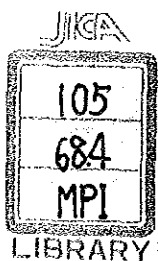


中華人民共和國  
工場(南京化学)近代化計画  
調査報告書  
(要約)

1985年10月

国際協力事業団





JICA LIBRARY



1034149131



中華人民共和國  
工場(南京化学)近代化計画  
調査報告書  
(要約)

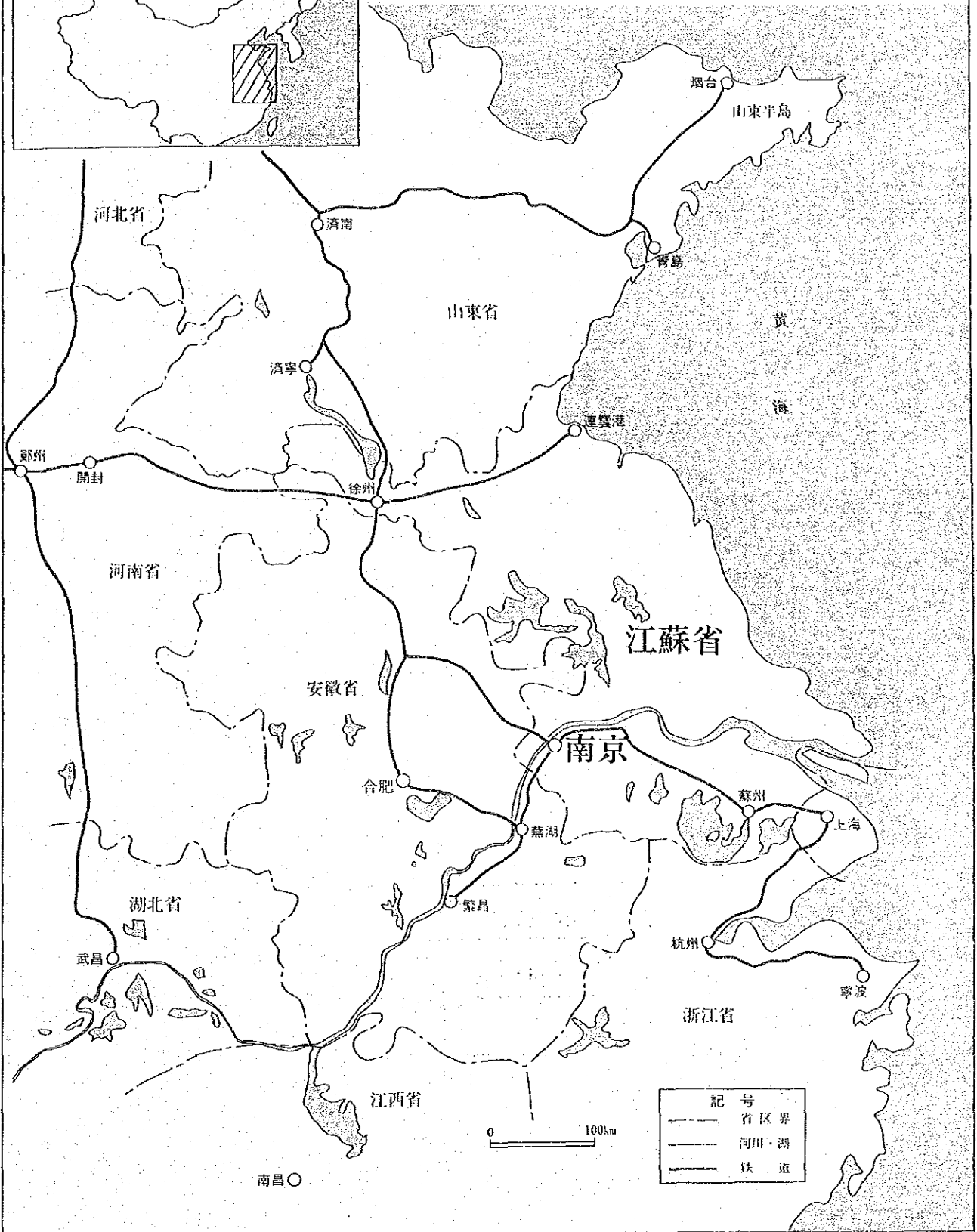
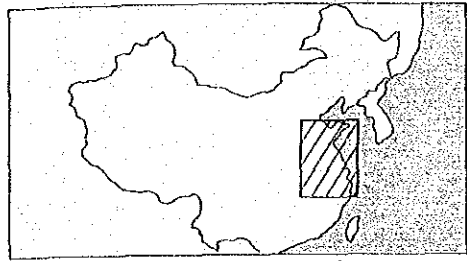
1985年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.11.18	105
登録No. 12100	684
	MPI

# 調查地区案内図

(江蘇省 南京)



記号	説明
—	省区界
—	河川・湖
—	鉄道





# 大 要



# 大 要

## 1. 本調査の概要

### (1) 調査の背景

本調査は、国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会が1984年11月9日付で署名した「中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則」に基づき実施した。

### (2) 対象工場および製品

対象工場：江蘇省南京市南京化工廠

対象製品：レゾルシン， $\beta$ -ナフトール，吐氏酸，J酸および周位酸

### (3) 現地調査

団長・団員7名により1985年2月26日(火)～3月16日(土)まで19日間現地調査を実施した。

### (4) 工場概況

年間総生産額：12,413万元(約114億円)

従業員総数：4,142人

## 2. 近代化計画

### 2.1 工場全般に関する近代化計画

#### (1) 環境対策

1) 産業公害対策全般として、現状では特に問題ないが、今後の生産拡大による環境問題の顕在化に備え、現在の環境状況の測定と記録、産業公害防止技術の検討を取り進める必要がある。

2) 水質汚濁防止対策として各生産設備における廃水の第1次処理設備の設置を検討する必要がある。

3) 産業廃棄物の処理・処分を総合的に検討し改善する必要がある。

4) 労働安全衛生対策に関して有害蒸気の排気対策、作業環境の改善を取り進める必要がある。

#### (2) 保安対策

保安対策として保安対策の設備設計への織り込み、定置式ガス検知器の設置、および安全帽・作業服の着用については改善を要する。

#### (3) 省エネルギー対策

省エネルギー対策としてスチームトラップの取り替え、加熱炉の熱効率向上について改善を要する。

## 2.2 生産管理に関する近代化計画

### (1) 工場管理

- 1) 工場の組織が機能的でないため、組織の改定を検討する必要がある。
- 2) 事務の合理化を取り進める必要がある。

### (2) 生産管理

- 1) 運転標準書の改定を取り進める必要がある。

### (3) 設備保全管理

- 1) 保全経費が高いため、一部保全業務を外部業者に発注することによる保全要員・保全設備の縮小または外部から保全業務を受注する等検討する必要がある。

## 2.3 生産工程に関する近代化計画

各対象設備の近代化項目の投資額を検討した結果は、次の通りである。

優先度 A	16項目		963,470千円
優先度 B	10項目	314,660	— 335,060千円
優先度 C	2項目		156,500千円
合計	28項目	1,434,630	— 1,455,030千円

なおレゾルシン製造設備については、生産能力の近代化も織り込んで上記投資額を算出した。

## 2.4 生産能力に関する近代化計画

レゾルシン製造設備の生産能力近代化計画につき小改造、中改造、大改造の3ケースを検討した結果は次のとおりである。

ケース	投資額(千円)	投下資本回収期間(年)
小改造(450トン/年→550トン/年)	174,690	2.5
中改造(450トン/年→1,000トン/年)	337,670-492,170	0.9-1.5
大改造(450トン/年→2,000トン/年)	2,135,000	—

## 2.5 近代化の工程

近代化計画完了 1987年12月  
増産設備稼働開始 1989年1月

### 3. 近代化計画実施上の留意点

- (1) 生産工程の近代化計画として、優先度 A の改善項目の投資額は 963,470 千円と見込まれ、多額であるので段階的な実施を検討する必要がある。
- (2) 生産能力の近代化計画として、レゾルシン製造設備を検討した結果、中改造ケース（450トン/年 → 1,000トン/年）が経済性が優れており、また南京化工廠の希望増産量とも合致しているので、このケースを実施すべきである。

尚レゾルシン製造設備について、新しいプロセスとして固相アルカリフュージョン法、硫酸蒸発回収法等があり、製品の収率向上、産業廃棄物の減少、省エネルギー等の可能性があるため南京化工廠でこれらの新しいプロセスを調査し、評価の上採否を決定することが望ましい。



# 要 約





# 目 次

## 第I編 序 論

1. 調査の背景 ..... S-1
2. 調査の目的 ..... S-1
3. 調査の対象工場および対象製品 ..... S-1
4. 調査の対象範囲 ..... S-1
5. 現地調査団の編成および日程 ..... S-2

## 第II編 工場概要

1. 工場の主要指標 ..... S-4
2. 工場敷地・建物 ..... S-4
3. 製品および生産 ..... S-4
4. 組織および人員 ..... S-4
5. 生産実績および生産計画 ..... S-11

## 第III編 近代化計画

1. 工場全般に関する近代化計画 ..... S-12
2. 生産管理に関する近代化計画 ..... S-19
3. 生産工程に関する近代化計画 ..... S-26
4. 近代化計画の体系と工程 ..... S-38
5. 近代化計画実施上の留意点 ..... S-43



# 第 I 編 序 論

## 1. 調査の背景

中華人民共和国政府は、西暦 2000 年までに農業・工業の生産を 1980 年の 4 倍に拡大する計画を発表し、計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため、中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており、本調査は、同要請にもとずき国際協力事業団が、中華人民共和国国家経済委員会と署名した、1984 年 11 月 9 日付の中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則により、実施したものである。

## 2. 調査の目的

調査の対象工場である南京化工廠に対して、生産管理面と生産工程面で工場診断を実施し、その結果にもとずき、既存設備の利用に重点を置いた生産管理面と生産工程面および工場が計画している生産能力増強計画に関する近代化計画を提案することが本調査の目的である。

## 3. 調査の対象工場および対象製品

本調査の対象とする工場および製品は次のとおりである。

- 対象工場：江蘇省南京市南京化工廠
- 対象製品：レゾルシン、 $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J 酸および周位酸

## 4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は次のとおりとする。

### (1) 工場概要

- 1) 江蘇省の概要
- 2) 南京市の概要
- 3) 工場配置（敷地、建物、生産工場）
- 4) 製品および生産（原料、品質、生産能力、稼働率）
- 5) 製造設備、その他設備
- 6) 組織および人員
- 7) 生産実績および生産計画
- 8) 販売実績および販売計画
- 9) 環境対策
- 10) 保安対策

11) 省エネルギー対策

(2) 生産管理

- 1) 工場管理
- 2) 生産管理(工程管理)
- 3) 在庫管理(製品, 原料を対象とする)
- 4) 技術管理
- 5) 品質管理
- 6) コスト管理
- 7) 教育・訓練
- 8) 設備保全管理
- 9) 調達管理

(3) 生産工程

- 1) レゾルシン製造設備
- 2)  $\beta$ -ナフトール製造設備
- 3) 吐氏酸製造設備
- 4) J酸製造設備
- 5) 周位酸製造設備

(4) 工場近代化計画

- 1) 工場全般に関する近代化計画
- 2) 生産管理に関する近代化計画
- 3) 生産工程に関する近代化計画
- 4) 近代化計画の体系と工程
- 5) 近代化計画の留意点

5. 現地調査団の編成および日程

本調査に関する現地調査団は、1985年2月26日(火)から同年3月16日(土)にかけて

19日間現地調査を実施した。

現地調査団の編成および調査日程は次のとおりである。

(1) 現地調査団の編成

- |    |       |                      |
|----|-------|----------------------|
| 団長 | 佐藤 晋  | (総括)                 |
| 団員 | 石坂 晃  | (省エネルギー技術, 環境, 保安担当) |
| "  | 鈴木 康夫 | (工場保全担当)             |
| "  | 西山 哲  | (工場管理担当)             |

団員 三谷 和光 (生産工程, 近代化計画担当)  
" 館 信光 (生産工程担当)  
" 高松 嘉弘 (分析技術担当)

(2) 現地調査の日程

1985年 2月26日(火)	東京から上海經由南京へ移動	
2月27日(水)	}	南京化工廠現地調査
3月12日(火)		
3月13日(水)	南京から北京へ移動	
3月14日(木)	}	国際協力事業団事務所, 国家経済委員会へ調査結果 報告
3月15日(金)		
3月16日(土)	北京から東京へ移動	

## 第Ⅱ編 工場概要

### 1. 工場の主要指標

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| (1) 年間総生産額(1984年) | 12,413万元(約114億円) |
| (2) 従業員総数         | 4,142人           |

図-1に工場所在地である南京市街図を示す。

### 2. 工場敷地・建物

工場敷地	536,000m <sup>2</sup>
建物総面積	161,000m <sup>2</sup>

図-2に南京化工廠の生産設備配置図を示す。本調査の対象生産設備であるレゾルシン、 $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸の各生産設備を番号①-⑤で示した。

### 3. 製品および生産

南京化工廠で生産される製品は、ベンゼン系化合物、ナフタリン系化合物および塩素・アルカリ製品に大別される。南京化工廠における製品授受フローを図-3に示す。

本調査の対象製品であるレゾルシンはベンゼン系化合物であり、その他の対象製品である $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸はナフタリン系化合物である。

### 4. 組織および人員

南京化工廠は中華人民共和国化学工業部直轄の工場であり、その組織は社長を責任者として5人の副社長が補佐している。

南京化工廠の組織と人員を図-4に示す。

# 图-1 南京市街图

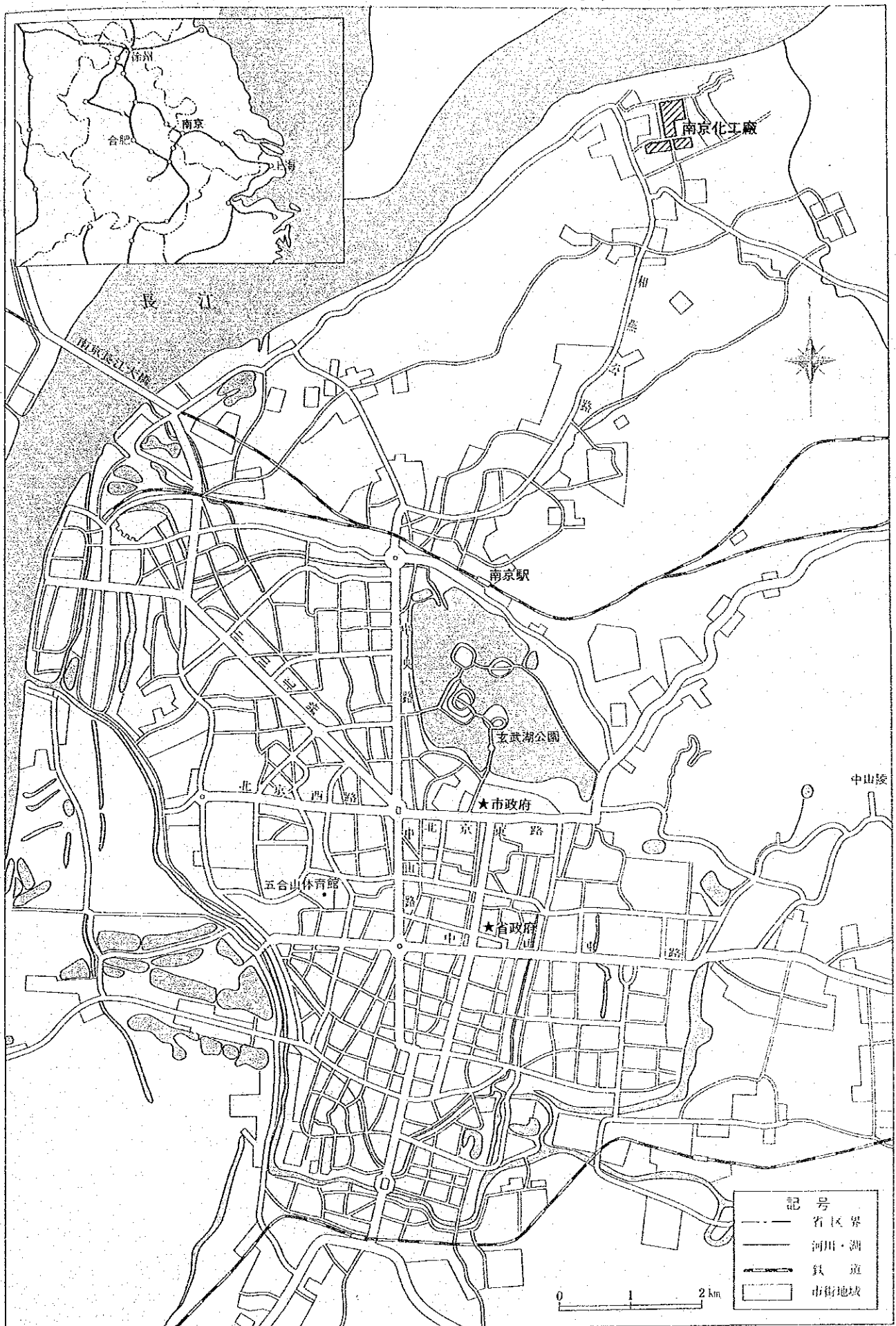






図-2 南京化工廠生産設備配置図

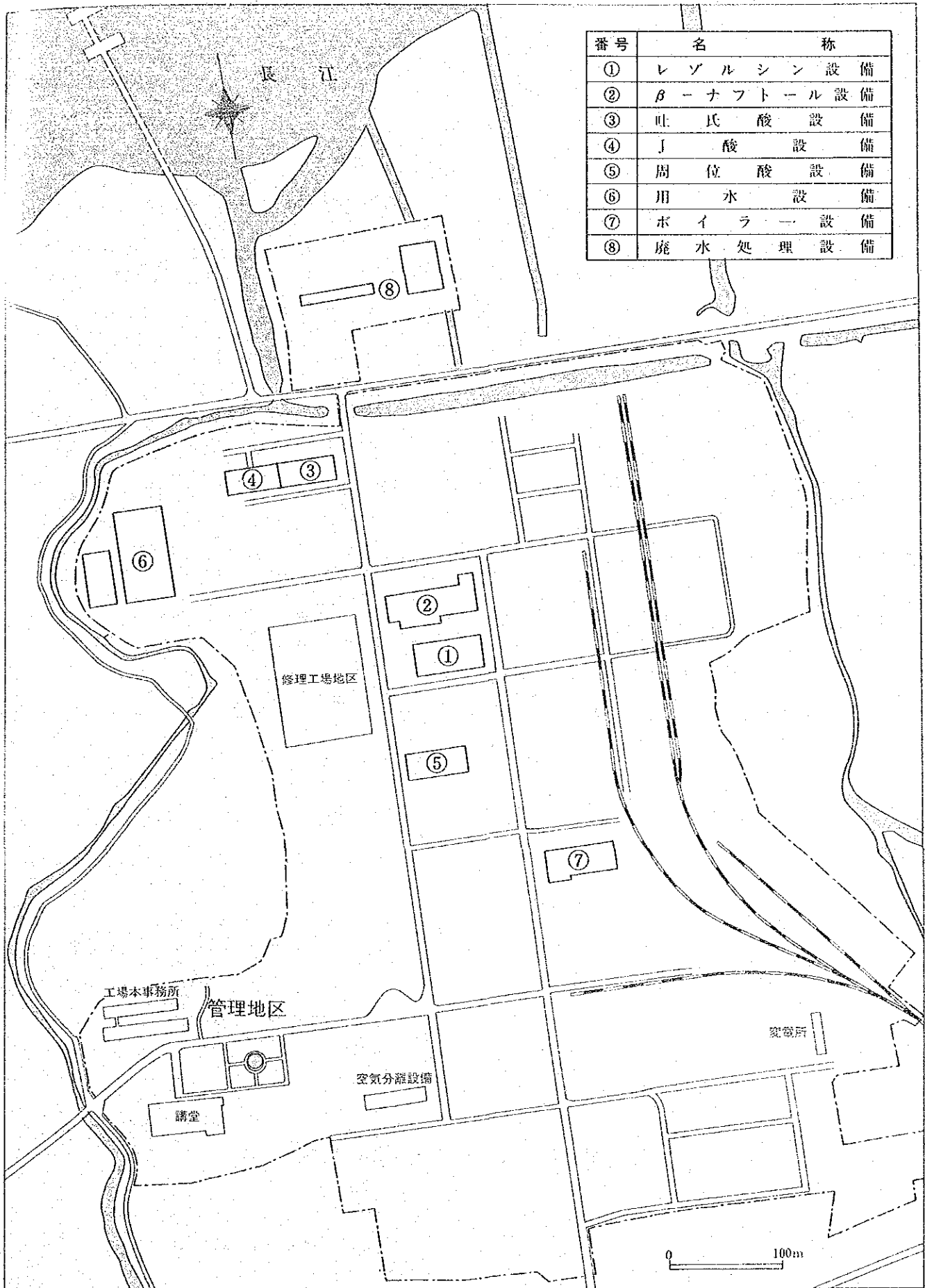
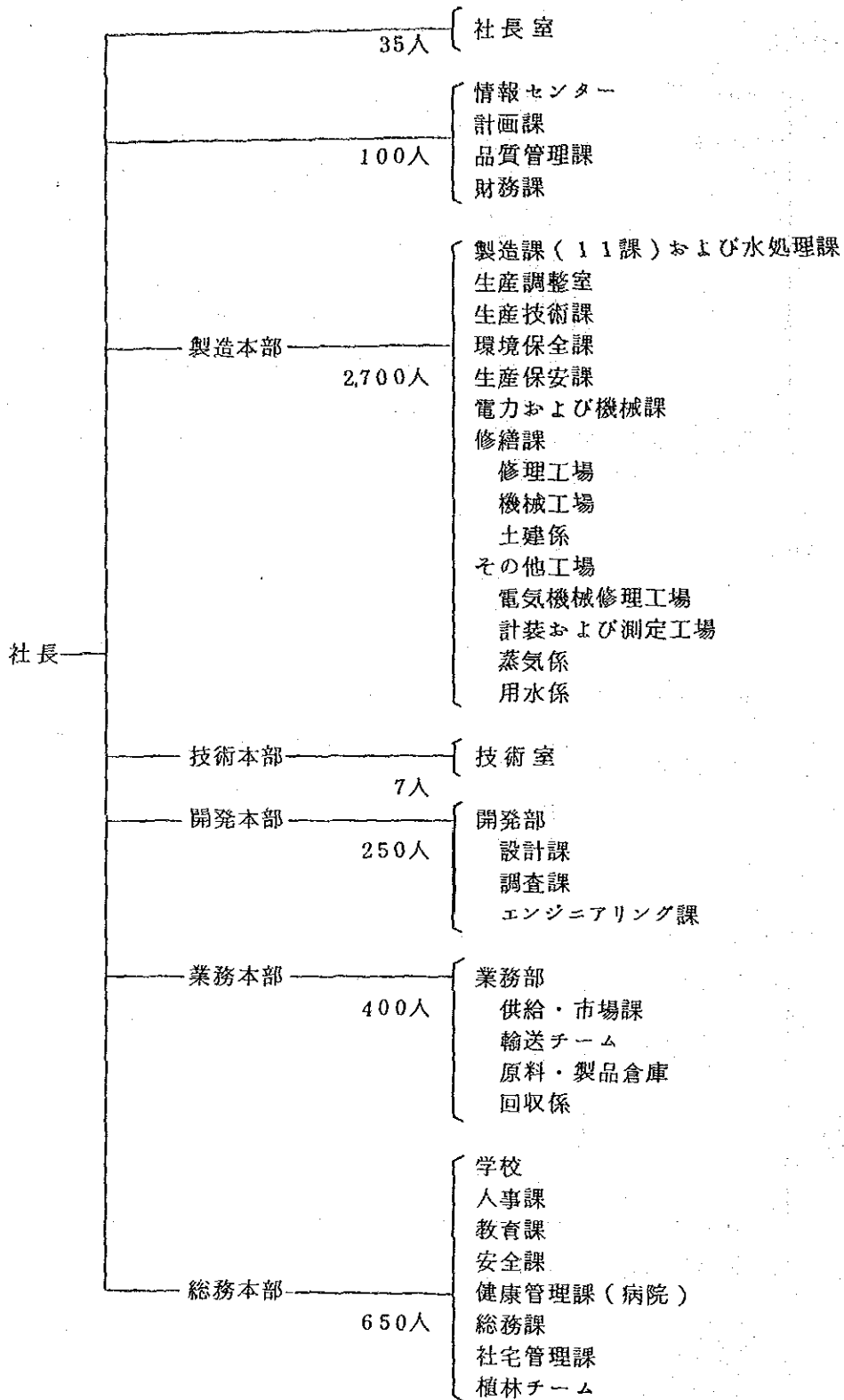






図-4 南京化工廠の組織と人員



## 5. 生産実績および生産計画

### 5.1 生産実績

対象製品であるレゾルシン、 $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸の1980年から1984年まで5年間の生産実績を表-1に示す。

表-1 生産実績

(単位 トン/年)

	レゾルシン	$\beta$ -ナフトール	吐氏酸	J酸	周位酸
設備生産能力	(450)	(4300)	(1500)	(900)	(360)
1980	225	3628	862	514	362
1981	184	2920	1034	593	360
1982	264	3804	1050	604	302
1983	301	3877	1087	565	406
1984	444	4065	1275	644	434

表-1に示す通り、対象製品の5製品の生産量は年々増加しており、特にレゾルシン、 $\beta$ -ナフトールおよび周位酸については生産量が設備生産能力に近い値であるため、これ以上生産量の増加を望む場合には、設備を増強することが必要である。

### 5.2 生産計画

南京化工廠はレゾルシンについて現在の450トン/年の生産量を1990年の時点で約1,000トン/年-1,500トン/年まで増産する計画を有している。

その他の $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸については増産計画を有していない。

## 第Ⅲ編 近代化計画

本調査報告書においては、第Ⅲ編で生産管理面、第Ⅳ編で生産工程面の現状分析と問題点の摘出を行ない第Ⅴ編でその問題点に対する解決策を提案したが、本要約版では、第Ⅲ編の近代化計画の中に現状分析、問題点および解決策を一覧表としてまとめた。

### 1. 工場全般に関する近代化計画

工場全般に関する近代化計画として環境対策、保安対策および省エネルギー対策につき次葉以下にまとめたが、主要な点は次のとおりである。

#### 1.1 環境対策

##### 1.1.1 産業公害対策全般

###### (1) 産業公害対策全般

現状では産業公害対策全般として、特に問題点は起きていないが、今後の企業の生産量の拡大による汚染物質の排出量の増大を考慮すると、次の事項につき事前に検討を取進める必要がある。

- 現状の環境汚染状態の測定と記録
- 産業公害防止技術の検討

###### (2) 水質汚濁防止対策

南京化工廠では水質汚濁防止対策について次の事項について検討すべきである。

- 廃水の第1次処理設備の設置
- 活性汚泥設備の強化、増設

###### (3) 産業廃棄物の処理、処分

南京化工廠の産業廃棄物の処理、処分について、次の事項について検討すべきである。

- 焼却炉の順調な稼働
- 余剰活性汚泥の処理方法

##### 1.1.2 労働安全衛生対策

労働安全衛生対策として次の事項を検討すべきである。

###### (1) 有害蒸気の排気対策

大気中に放出されている一部のカ性ソーダミストと硫酸ミストの対策が必要である。

###### (2) 作業環境

一部の作業場で照度不足の作業場がある。騒音、照度等について各作業場を調査する必

要がある。

## 1.2 保安対策

保安対策として次の事項を検討すべきである。

- 設備設計への保安対策の織り込み
- 定置式ガス検知器
- 安全帽および作業服の着用

## 1.3 省エネルギー対策

省エネルギー対策として次の事項を検討すべきである。

- スチームトラップの取り替え
- 加熱炉の熱効率向上





項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
1. 環境対策 1.1 産業公害対策 1.1.1 産業公害全般 (1) 現状の環境汚染状態の測定と記録 (2) 産業公害防止技術の検討	現状では産業公害全般に関し、特に大きな問題点は生じていないため、環境汚染状態の測定と記録は行なわれていない。 産業公害防止技術についての検討が遅れている。	現状では大きな問題は生じていないが、今後各企業が生産拡大により、増設を凶った場合、問題が生じる可能性がある。 将来環境保全に対して、国および地方行政体の指導が厳しくなることが予想される。	将来問題が生じた場合、環境汚染が現在の状態からどのように変化したか知るためにも現在の環境汚染状態の測定と記録を実施すべきである。 国および地方行政体の環境保全に対する指導が厳しくなることを予想し、産業公害防止技術の検討を実施しておく必要がある。
1.1.2 水質汚濁防止対策 (1) 廃水の第1次処理設備の設置 (2) 活性汚泥設備の強化、増設	通常処理を要する第2次廃水は各生産現場で第1次処理を行なうが、南京化工廠では工場の全廃水処理設備があるのみで今回調査対象の生産現場では第1次処理は行なわれていない。 工場の全廃水処理設備として活性汚泥設備が設置されている。	生産現場の第1処理が行なわれていないため、全負荷が工場の全廃水処理設備にかかり効率的な処理が困難である。 活性汚泥設備で処理される廃水は、毎時3,560トンのうち200トンのみであり活性汚泥設備の増強を図る必要がある。	生産現場で第1次処理を実施すべきである。 活性汚泥設備の増強対策として、次の事項を検討する必要がある。 ○ 亜硫酸ソーダ、フェノール等活性汚泥阻害物質を含む廃水の別系統化。 ○ 活性汚泥前処理設備としての加圧浮上設備、エアレーション設備の設置検討。
1.1.3 産業廃棄物の処理処分 (1) 焼却炉の順調な稼働 (2) 余剰活性汚泥の処理方法	現在産業廃棄物を処理するために、焼却炉が設置されているが、順調に稼働していない。 余剰活性汚泥の処理方法が明確化していない。	産業廃棄物の中に窒素化合物があり、窒素化合物をそのまま焼却炉で燃焼させると爆発する危険性がある。 余剰活性汚泥の処理方法を明確化する必要がある。	産業廃棄物の分別収集を実施し、窒素化合物を除いて焼却炉で処理する。窒素化合物は別途の処理を検討すべきである。 余剰活性汚泥の処理方法としてフィルタープレス法または焼却処理を検討する必要がある。

項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
1.2 労働安全衛生対策 (1) 有害蒸気の排気対策 (2) 作業環境	スクラバーから苛性ソーダミストまたは硫酸ミストが大気に排出されている。 作業環境の調査が、統合的に実施されていない。	苛性ソーダミスト、硫酸ミストは労働安全衛生上問題がある。 一部作業場では照度が不足している。	スクラバーを増強し、苛性ソーダミスト、硫酸ミストを大気に排出しない対策を講ずる。 騒音、照度等作業環境の調査を行ない改善すべきである。
2. 保安対策 (1) 設備設計への保安対策織り込み (2) 定置式ガス検知器 (3) 安全帽および作業服の着用	南京化工廠の保安状況は千人負傷率で見ると日本の化学工業平均値と略同一水準にある。 南京化工廠に定置式ガス検知器は設置されていない。 安全帽と作業服の着用が義務付けられていない。	現状以上に保安状況の改善を図るためには設備設計段階から保安対策を織り込む必要がある。 南京化工廠では過去に生産設備の火災事故の経験があるが、保安設備として定置式ガス検知器は有効であるので設置を検討する必要がある。 安全帽と作業服の着用は安全に対する再認識を促し、必理的な効果が大きい。	設備設計段階で保安対策を織り込む手法として日本の例を示した。 定置式ガス検知器設置の参考資料として代表的なガス検知器のカタログを参考として示した。 安全帽と作業服の着用義務付けを検討すべきである。
3. 省エネルギー対策 (1) スチームトラップの取替え (2) 加熱炉の熱効率向上	対象設備で使用されているスチームトラップ総数39台のうち20台が故障している。 対象設備の加熱炉11基の熱効率は約30-40%である。	故障しているスチームトラップをそのまま使用すると蒸気が大気へ逃げエネルギー損失が大きい。 通常加熱炉の熱効率は60%以上であり、南京化工廠の加熱炉の熱効率はこれと比較すると低く省エネルギー上問題がある。	故障しているスチームトラップを早急に取替る必要がある。 加熱炉の熱効率向上対策として、次の事項を検討する必要がある。 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 熱料と空気の比制御</li> <li>○ 排気ガスの熱エネルギー利用</li> <li>○ バーナーのターンダウン特性</li> <li>○ エアレジスター</li> </ul>



## 2. 生産管理に関する近代化計画

工場の生産管理面での近代化計画として次葉以下にまとめたが主要な点は次のとおりである。

### 2.1 工場管理

#### (1) 工場組織の改定

南京化工廠の現在の組織は、工場の管理・技術に関する機能が弱く、製造本部の機能が強すぎるため、各本部の機能を整理し、新組織の提案を行なった。

#### (2) 職務分掌、権限規定

南京化工廠の各組織の役割を明記した職務分掌および各職階の権限を明記した権限規定は、詳細に規定されているが、組織の変更等に応じた改定が必ずしも早急に実施されていないので、改善案の提案を行なった。

#### (3) 事務の合理化

複写機の導入等事務の合理化を提案した。

### 2.2 生産管理

#### (1) 運転標準書

運転標準書として詳細な資料があるが、制定以来改定がなされていないので、改定すべきことを提案した。

### 2.3 品質管理

#### (1) 分析標準書

運転標準書の中に分析標準書があり、その内容の中で異常分析値が出た場合の取扱い方法が明記されていない事、保護具の着用基準が明記されていない事等の不備な点に対し改善案を提案した。

#### (2) 分析記録およびその管理

分析記録の管理に関して改善案を提案した。

### 2.4 設備保安全管理

#### (1) 保全体制・保全設備

南京化工廠の保全要員は約700人であり、日本の同一規模の化学工場の場合の50-100人と比較すると非常に多い。また保全設備の種類・量も多く、日本の場合より保全経費がかなり高いと予想される。この保全経費の低減策として次の2案の提案を行なった。

- 外部業者へ一部保全業務を委託することによる保全体制、保全設備の縮小
- 外部からの受注

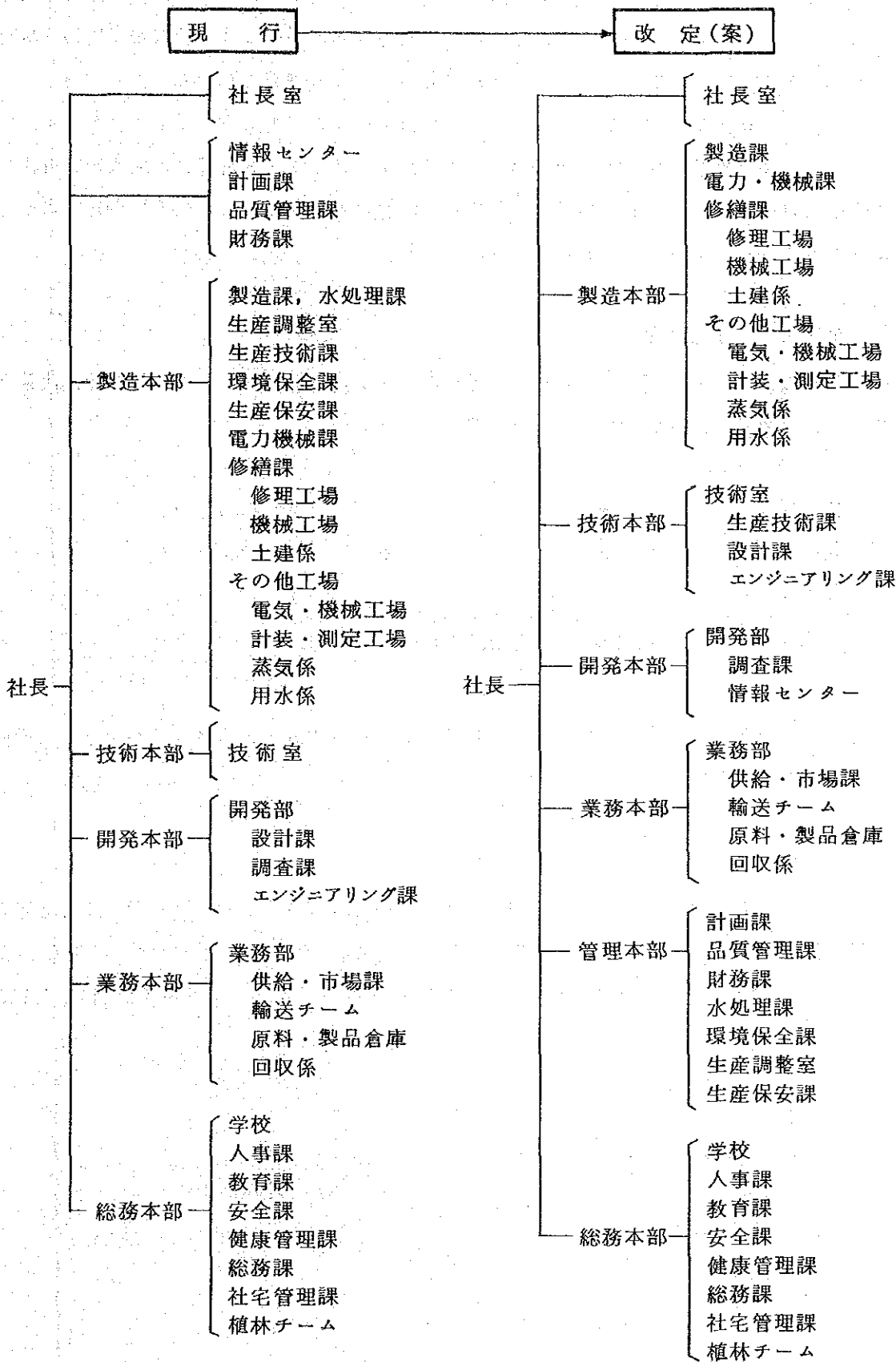
項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
1. 工場管理 1.1. 工場組織の改定	現在の工場組織図，人員数を入手した。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 工場の管理機能が分散している。</li> <li>○ 各本部の所属人員があまりに差がありすぎる。</li> </ul>	図-5の通り組織の改定を提案した。主な改善点は次のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 管理本部に工場の生産管理，環境保全，財務の機能を付与し新設した。</li> <li>○ 技術本部に設計，エンジニアリング機能を付与し強化した。</li> <li>○ 製造本部の機能から工場の生産管理，環境保全に関する機能を除き製造に関する機能のみとした。</li> </ul>
1.2 職務分掌，権限規定	南京化工廠の職務分掌，権限規定を入手した。	職務分掌，権限規定は詳細に規定されているが，組織が変更になった場合等に，その変更に応じた改定が速やかに実施されていない。	職務分掌，権限規定は組織を動かす基本事項であることから，担当課を明確に定め改定を速やかに実施すべきであることを提案した。
1.3 事務の合理化	複写機等があまり使用されず，大部分の資料が手書きである。	今後工場の生産拡大等による事務量の増大を考慮すると現状は事務の合理化が遅れている。	複写機の導入等事務の合理化を提案した。
2. 生産管理 2.1 運転標準書	対象設備であるレゾルシン，β-ナフトール，吐氏酸，J酸および周位酸製造設備の運転標準書を入手した。	運転標準書が制定されて以来改定がなされていない。	運転標準書は生産現場にとって重要な標準書であるので，各現場で責任を持って改定すべきことを提案した。
3. 品質管理 3.1 分析標準書	対象設備の分析標準書を入手した。	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 異常分析値が出た場合の取扱い方法が明記されていない。</li> <li>○ 分析業務で取扱い試薬によっては保護具を着用する必要があるが，分析標準書に明記されていない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 異常分析値が出た場合の取扱い方法を明記すべきである旨提案した。</li> <li>○ 保護具の着用を明記すべきである旨提案した。</li> </ul>

項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
3.2 分析記録およびその管理	分析記録を入手し、その管理方法を調査した。	異常分析値が出た場合その分析値が異常値であるのか、偶発的な値であるのかを判断する管理手法がない。	日本で実施されている管理手法を提案した。
4. 設備保全管理 4.1 保全体制, 保全設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 南京化工廠の保全業務を携わる従業員は約700人で、日本の場合の50-150人と比較すると非常に多い。</li> <li>◦ 保全設備も日本の化学工場と比較すると種類、量共多い。</li> </ul>	保全従業員が多く、また保全設備も種類、量が多いことから保全経費がかなり高いと予想される。	現状の保全従業員、保全設備の稼働率を調査し、この稼働率が低い場合には次の事項を検討すべきことを提案した。 <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 外部業者へ一部保全業務を委託することによる保全体制、保全設備の縮少</li> <li>◦ 外部からの受注</li> </ul>





図-5 南京化工廠の組織改定(案)



### 3. 生産工程に関する近代化計画

南京化工廠の生産工程近代化計画に関しては、1984年11月5日付の確認書で近代化項目が相互に確認されている。またレゾルシン製造設備については、特に生産能力を現行の450トン/年から1,000-1,500トン/年に増産する計画を有している。

従って、生産工程近代化計画として、対象設備であるレゾルシン、 $\beta$ -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸製造設備の工程近代化計画とレゾルシン製造設備の生産能力近代化計画とを分けて次葉以下にまとめたが、主要な点は次のとおりである。尚設備費算出の前提は1985年5月の時点における日本ベースとした。

#### 3.1 生産工程近代化計画

各対象設備の生産工程近代化項目を検討した結果を表-2に示す。この近代化解決策として優先度を考慮し、優先度順にA, B, Cで示した。

優先度 A	16項目		963,470千円
優先度 B	10項目	314,660	- 335,060千円
優先度 C	2項目		156,500千円
合計	28項目	1,434,630	- 1,455,030千円

なおレゾルシン製造設備については、後述する生産能力の拡大も織り込んで上記設備費を算出した。

#### 3.2 生産能力近代化計画

レゾルシン製造設備に関して生産能力の拡大を検討した結果を表-3に示す。生産能力の拡大に関して小改造、中改造、大改造の3ケースを検討した結果、中改造ケースは設備費337,670-492,170千円で、投下資本回収期間が0.9-1.5年であり最も経済性が良好である。

表-2 生産工程近代化計画調査  
対象項目と費用  
(1/2) (単位;千円)

調査対象項目	優先度 A		優先度 B		優先度 C		備考
	小項目	金額	小項目	金額	小項目	金額	
1. レゾルシン製造設備							※印;重複項目
(1) スルホン化装置の合理化	① スルホン化装置の更新	9,360					
(2) アルカリフュージョン装置の合理化	① アルカリフュージョン装置の更新	44,900					
(3) 蒸留装置の合理化	① 製品蒸留・固形化装置の更新	67,490					
(4) レゾルシン総合収率の向上	① 芒硝分離装置の更新 ② 亜硫酸分離装置の更新 ③ 中和装置の更新 ④ アルカリフュージョン装置の更新 ⑤ 抽出装置の更新 ⑥ 製品蒸留・固形化装置の更新	49,500 59,500 57,480 ※ 38,640 ※					
(5) 製品品質の安定化	① 製品蒸留・固形化装置の更新	※	② 窒素シールによるクロースド化 ③ 分析装置の導入	102,000 6,200-12,000			
(6) 排出物処理の合理化	① 芒硝分離装置の更新 ② 亜硫酸分離装置の更新 ③ 抽出装置の更新	※ ※ ※	④ 廃気ガススクラバーの改善	52,500			
(7) 生産能力の拡大 1) 小改造(450→550トン/年) 2) 中改造(450→1,000トン/年) 3) 大改造(450→2,000トン/年)	別途	表V-14にまとめて示す (※)⊕ (10,800)⊕					⊕ ○小改造費用は全部重複項目 ⊕ ○中改造費用は一次酸化装置の更新(10,800)を除き重複項目
2. β-ナフトール製造設備							
(1) 設備の腐食防止	① 加水分解装置の改造 ② アルカリフュージョン装置の更新 ③ β-ナフトール回収濾過装置の更新	21,000 89,800 135,900	④ ナフタリンスルホン酸ソーダ分離装置の更新	106,000			

表-2 生産工程近代化計画調査  
対象項目と費用  
(2/2) (単位;千円)

調査対象項目	優先度 A		優先度 B		優先度 C		備考
	小項目	金額	小項目	金額	小項目	金額	
(2) 排出物処理の合理化	① β-ナフトール回収戸過装置の更新	※	② ナフタリンスルホン酸ソーダ分離装置の更新	※	④ ナフタリン回収廃水中のナフタリン回収戸過	67,500	※印;重複項目
			③ 腐気ガススクラバーの改善	27,000	⑤ 廃水中の重硫酸分離	89,000	
3. 吐氏酸製造設備							
(1) 戸過・乾燥装置の合理化	① 製品遠心分離装置の更新	130,400	② 気流乾燥器の改善	360			
(2) 設備の腐食防止	① 製品遠心分離装置の更新	※	② 蒸留装置の改善	1,700-4,600			
			③ 蒸留凝縮器の更新	12,000-18,600			
4. J酸製造設備							
(1) 酸性廃水中の硫酸回収 (検討結果経済性なし)							① 硫酸回収装置 125,340
(2) 品質管理方法の改善			① 分析装置の導入	※			
(3) 製品戸過・乾燥装置の合理化	① 加水分解物戸過装置の更新	84,300					
	② 製品ペースト吸引戸過装置, 製品戸過装置の更新	82,200					
	③ 製品乾燥装置の更新	80,600					
5. 周位酸製造設備							
(1) 品質管理方法の改善	① オンラインPH計の導入	1,600	② 分析装置の導入	3,700-8,000			
合計	16項目	963,470	10項目	314,660 -335,060	2項目	156,500	
累計	16項目	963,470	26項目	1,278,130 -1,298,530	28項目	1,434,630 -1,455,030	

項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
1. 生産工程近代化計画 1.1 生産工程 1.1.1 レゾルシン製造設備 (1) スルホン化装置の合理化  (2) アルカリフュージョン装置の合理化  (3) 蒸留装置の合理化  (4) レゾルシン総合収率の向上  (5) 製品品質の安定化  (6) 排出物処理の合理化	(優先度Aのものについてのみ記述する)  <ul style="list-style-type: none"> <li>• スルホン化の副反応が発生し収率に影響している。</li> <li>• 製品レゾルシンの中間体としてのベンゼンジスルホン酸生成のためのスルホン化剤は65%発煙硫酸を使用している。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• アルカリフュージョン反応でカ性ソーダを使用しているが、理論値の2倍強のカ性ソーダを使用している。</li> <li>• 副反応により重質分が生成し収率に影響している。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 蒸留装置の中に空気が混入している。</li> <li>• 製品を抽出するブタノールの回収、分離が不完全である。</li> <li>• 製品蒸留装置と製品固型化装置の間で製品を貯蔵している。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 南京化工廠のレゾルシン総合収率は58.0%である。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 蒸留装置の中に空気が混入している。</li> <li>• 製品蒸留装置と製品固型化装置の間で製品を貯蔵している。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 製品を抽出するブタノールの回収、分離が不完全である。</li> <li>• 芒硝分離装置と亜硫酸分離装置の分離性能が劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 約10.1%の収率ロスが発生している。</li> <li>• 反応機構上過剰の発煙硫酸を必要とするため、大量の硫酸が反応生成物中に残留するため次の工程で大量のカ性ソーダを必要とする。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• カ性ソーダの使用量を低減できれば、次の酸工程に使用する塩酸の使用量も低減できるのでカ性ソーダの使用量を低減することが必要である。</li> <li>• 重質分の反応抑制が必要である。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 蒸留装置の中に空気が混入しているため製品品質が劣化する。</li> <li>• 抽出剤のブタノールが廃水中に溶けてロスしている。</li> <li>• 製品蒸留装置と製品固型化装置の間で製品を貯蔵しているため、製品品質が劣化している。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• レゾルシン総合収率の58.0%は日本の実績値72.1%と比較して劣っている。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>} 前述</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>} 前述</li> <li>} 分離性能が劣るため製品総合収率にも影響している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• スルホン化装置への芒硝添加量を増加させ副反応を抑制する。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• カ性ソーダをカ性ソーダ/カ性カリ=4の混合液に変更する。</li> <li>• 加熱炉のバーナーを改造し、アルカリフュージョン釜の局所加熱を防ぐことにより重質分の反応抑制を図る。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 蒸留装置を窒素シールする。</li> <li>• 抽出剤をブタノールから酢酸ブチルに変更する。</li> <li>• 製品蒸留装置と製品固型化装置を直結する。</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 芒硝分離装置と亜硫酸分離装置を変更しロスの低減を図る。</li> <li>• 各反応で副反応を抑制する。 (前述の通り)</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>} 前述</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>} 前述</li> <li>} 前述</li> </ul>

項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
(7) 生産能力の拡大	表-3で後述する。		
1.1.2 β-ナフトール製造設備			
(1) 設備の腐食防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>加水分解装置の内張材料はセラミックタイルである。</li> <li>アルカリフュージョン装置の腐食が激しい。</li> <li>β-ナフトール回収ろ過装置の腐食が激しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内張材料が剥離しやすい。</li> <li>アルカリフュージョン装置の腐食を防止する必要がある。</li> <li>β-ナフトール回収ろ過装置の腐食を防止する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内張材料をセラミックタイルから耐酸・耐熱レンガに変更する。</li> <li>アルカリフュージョン釜および加熱炉を改善する。</li> <li>回収ろ過装置を耐食性の材料に変更する。</li> </ul>
(2) 排水, 排気ガス処理方法の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>β-ナフトール回収ろ過装置の腐食が激しい。</li> </ul>	前述	前述
1.1.3 吐氏酸製造設備			
(1) ろ過・乾燥装置の合理化	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠心分離機は撮取手動方式である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠心分離機の型式が古いので、ケーキ中の水分が多い、手動方式のため操作が複雑である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動遠心分離機に変更する。</li> </ul>
(2) 設備の腐食防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠心分離機の腐食が激しい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遠心分離機の腐食を防止する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動遠心分離機の材質を耐食性の材料に変更する。</li> </ul>
1.1.4 J酸製造設備			
(1) 酸性廃水中の硫酸回収	<ul style="list-style-type: none"> <li>加水分解物ろ過装置の母液の3分の1は酸化装置に戻して再使用されるが、3分の2は公共用水域に放流されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>この廃水中には約50%の硫酸が含まれており強酸性である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>硫酸を回収する方法は経済性検討の結果、経済性がないので、この廃水は他の製造設備の酸化剤等で有効利用を検討すべきである。</li> </ul>
(2) 品質管理方法の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>J酸製造設備の原料として、吐氏酸を使っているが、この吐氏酸中に異性体が含まれている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>この異性体を定量することにより、品質管理方法を改善したい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状では異性体の定量は難しい。</li> </ul>
(3) 製品ろ過・乾燥装置の合理化	<ul style="list-style-type: none"> <li>加水分解物ろ過装置は手動方式で又大気開放型である。</li> <li>製品ペースト吸引ろ過装置は手動方式・大気開放型である。</li> <li>製品乾燥装置の性能が劣る。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運転が複雑で且つ作業環境上問題がある。</li> <li>運転が複雑で且つ作業環境上問題がある。</li> <li>性能を改善する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>フィルタープレス方式に変更する。</li> <li>フィルタープレス方式に変更する。</li> <li>現状のバドルド라이어方式をスプレード라이어方式に変更する。</li> </ul>

項 目	現 状 分 析	問 題 点	解 決 策
1.1.5 周位酸製造設備 (1) 品質管理方法の改善	<ul style="list-style-type: none"> <li>スルホン化、ニトロ化反応で多くの異性体が生成する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>この異性体を定量することにより、品質管理方法を改善したい。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現状では異性体の定量は難しい。</li> </ul>





表-3 レゾルシン製造設備生産能力拡大の費用

(単位;千円)

改造区分	小項目	金額	備考
1. 小改造 (450→550トン/年) (投下資本回収期間 2.5年)	① 芒硝分離装置の更新	49,500	
	② 亜硫酸分離装置の更新	59,500	
	③ 製品蒸留・固形化装置の更新	67,490	
	合計	176,490	
2. 中改造 (450→1,000 トン/年) (投下資本回収期間 0.9-1.5年)	① スルホン化装置の更新	9,360	
	② 中和装置の更新	57,480	
	③ 芒硝分離装置の更新	49,500	小改造と同一
	④ アルカリフュージョン装置の更新	44,900	
	⑤ 一次酸化装置の更新	10,800	
	⑥ 亜硫酸分離装置の更新	59,500	小改造と同一
	⑦ 抽出装置の更新	38,640	
	⑧ 製品蒸留・固形化装置の更新	67,490	小改造と同一
	⑨ 窒素ソールによるクローズド化	102,000	優先度 B
	⑩ 廃気ガススクラバーの改善	52,500	優先度 B
	合計	337,670	○優先度 A のみ
		-492,170	○優先度 B 含む
3. 大改造 (450→2,000 トン/年)	① 連続操作式のスルホン化法レゾルシン製造設備の新設一式	2,137,460	参考値
	上表より中改造の実施を提案する		

#### 4. 近代化計画の体系と工程

近代化計画の体系と工程は次のとおりである。

##### (1) 体系

今迄述べた工場全般近代化計画，生産管理近代化計画，生産工程近代化計画およびレゾルシン製造設備の生産能力近代化計画を系統図として図-6にまとめる。

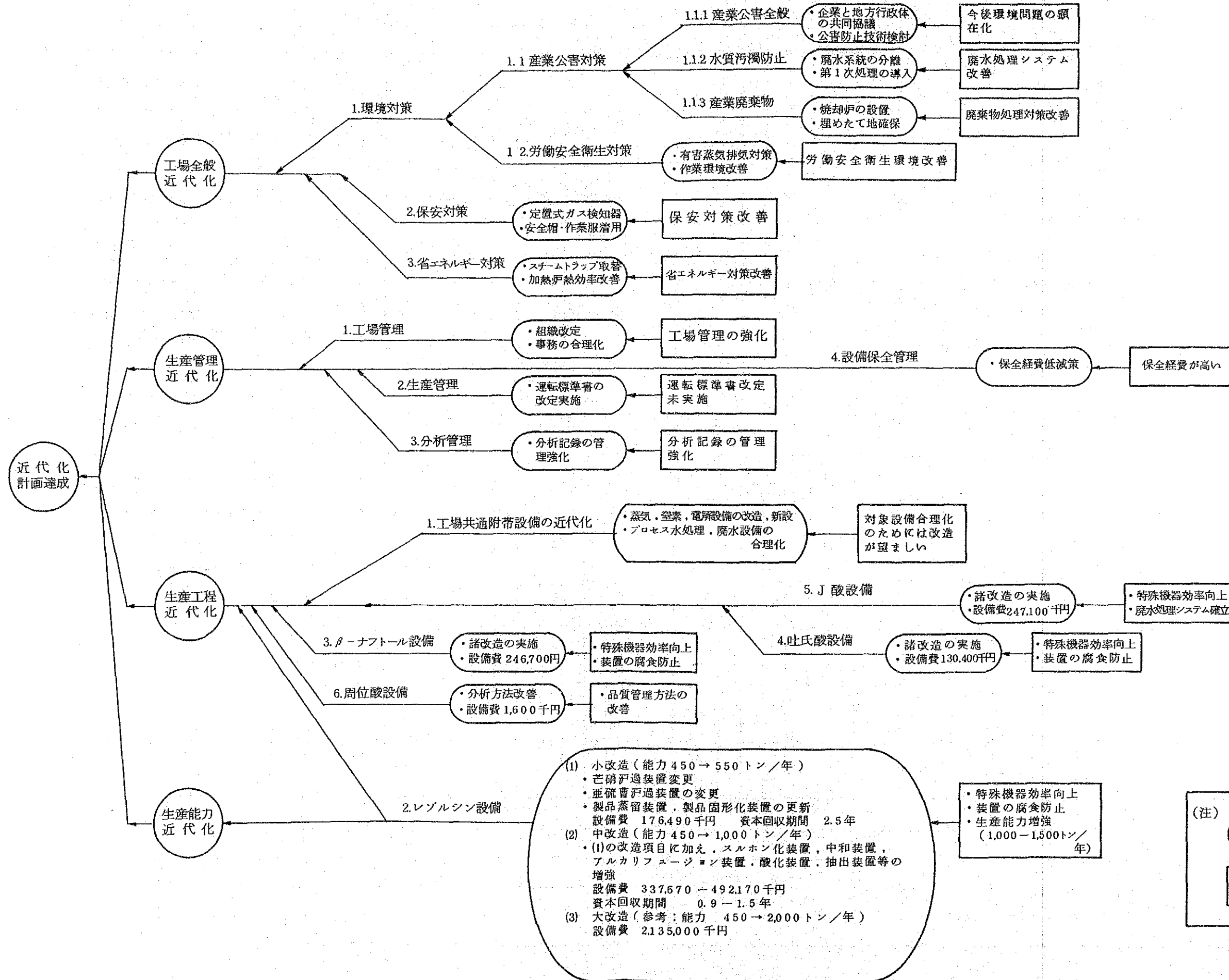
##### (2) 工程

近代化計画の工程を策定するにあたり，前提として南京化工廠が計画している近代化計画は1987年以降実施するとの基本方針を織り込んだ。

近代化計画工程を図-7に示す。また工程の概要は次のとおりである。

- 本近代化計画内容検討 1986年1月 - 12月
  - 工場全般近代化計画実施 1987年1月 - 12月
  - 生産管理近代化計画実施 1987年1月 - 12月
  - 生産工程・生産能力近代化計画実施
- |             |               |
|-------------|---------------|
| 設計          | 1988年1月 - 6月  |
| 設備調達，据付     | 1988年7月 - 12月 |
| 試運転         | 1989年1月       |
| 増産開始（レゾルシン） | 1989年3月       |

図-6  
南京化工廠における近代化計画達成の系統図



(注)

解決策

問題点

図-7 近代化計画工程表

項 目	1986年					1987年					1988年					1989年					1990年					備 考								
	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1	3	5	7	9	11	1		3	5	7	9	11			
本近代化計画内容検討	←————→																																	
工場全般近代化計画実施							←————→																											
生産管理近代化計画実施							←————→																											
生産工程・生産能力近代化計画実施																																		
基本設計・詳細設計													←————→																					
設備調達・据付																		←————→																
試 運 転																																		
増産開始(レゾルツン)																								▨————→										



## 5. 近代化計画実施上の留意点

本編の第1章から第3章まで南京化工廠の近代化計画に関して種々の提案を行なったが、本章では近代化計画を実施する上での留意点について述べる。

- (1) 工場全般の近代化計画として、今後特に環境対策、省エネルギー対策を推進する必要がある。現在世界の趨勢として生産拡大に伴う環境対策の遅れ、および石油価格高騰に伴う省エネルギー技術の採用が注目されているが、南京化工廠もこの点に着目し、最近の環境技術、省エネルギー技術情報を集め近代化を図る必要がある。
- (2) 生産管理の近代化計画としては特に組織の改定を提案したい。現状の組織は、自力更生を主眼とした製造重視の組織であるが、今後の近代化計画の実施を考慮した場合工場の各組織の機能を強化し、海外最新技術情報の入手、環境・省エネルギー対策の総合的検討等に対応する組織とすべきである。
- (3) 生産工程の近代化計画として、対象設備に関して検討した結果優先度Aの改善項目の設備費は、963,470千円と見込まれ多額であるので、段階的な実施を検討する必要がある。
- (4) レゾルシン製造設備の生産能力近代化計画を策定した結果、生産能力を450トン/年から550トン/年迄上げる小改造計画では設備費176,490千円資本回収期間2.5年であるが、450トン/年から1,000トン/年迄上げる中改造計画では、設備費337,670 - 492,170千円、資本回収期間は0.9 - 1.5年である。南京化工廠の希望はレゾルシンの生産量を1,000 - 1,500トン/年に増産したいとの事であるので、増産量が目標値に達し、また経済性も秀れている中改造を実施すべきである。

尚、レゾルシン製造設備について、新しいプロセスとして固相アルカリフュージョン法、硫酸蒸発回収法等があり、製品の収率向上、産業廃棄物の減少、省エネルギー等の可能性があるので、南京化工廠でこれらの新しいプロセスを調査し、評価の上採否を決定することが望ましい。







JICA