No. 47

中華人民共和国
産業廃水処理・再生利用計画調査
報 告 書

（太 原 編）

1991年3月

国際協力事業団

鉱計工
~~G-R(8)~~
91-34

中華人民共和国
産業廃水処理・再生利用計画調査
報 告 書

（太 原 編）

JICA LIBRARY
1090143(7)
22274

1991年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団
22274

序　文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国における産業廃水処理再生利用計画にかかる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1989年３月から1990年８月までの間３度にわたり三菱油化エンジニアリング株式会社佐藤晋氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、中華人民共和国政府関係者と協議を行うとともに、現地における調査及び関係資料の収集を行い、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

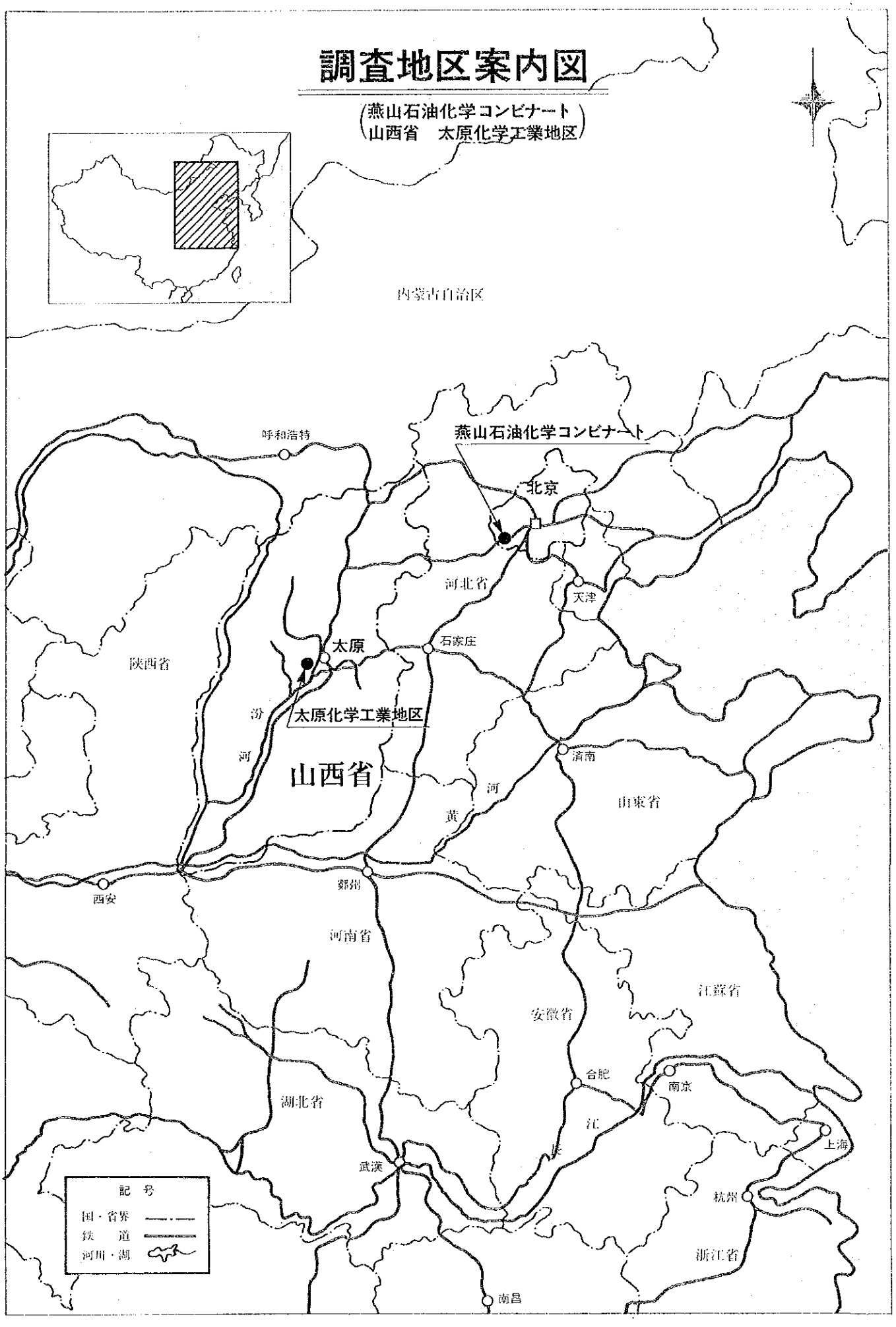
１９９１年３月

国　際　協　力　事　業　団
総　裁　　柳　谷　謙　介

柳谷謙介

調査地区案内図

（燕山石油化学コンビナート
山西省　太原化学工業地区）



大　　要

大　要

1.　廃水処理・再生利用計画の概要

1.1　燕山地区

(1)　全般

1)　ケースの設定

①　ケース1

・簡易処理・回収量；11,426㎥／日

・再生利用量　　；14,974㎥／日

②　ケース2

・簡易処理・回収量；0㎥／日

・再生利用量　　；26,400㎥／日

2)　総所要資金

①　ケース1；41,608万元（建設費　37,446万元）

②　ケース2；46,547万元（建設費　41,895万元）

3)　工程

建設期間として2年間を要する。

4)　本格稼働開始時期

1996年1月とした。

(2)　廃水処理・再生利用設備概要

1)　前処理設備（ケース1・ケース2同一）

①　対象廃水　　；7廃水

②　処理水量合計；3,576㎥／日

③　処理方式　　；ライン切替・油分離・湿式酸化

④　建設費　　；10,129万元

2)　排水処理場追加処理設備（ケース1・ケース2）

①　対象廃水　　；2廃水

②　処理水量合計；46,174～57,600㎥／日

③　処理方式　　；接触酸化・沈殿

④　建設費　　；8,876～10,791万元

3) 簡易処理・回収設備（ケース１）

① 対象廃水　　；８廃水

② 回収水量合計；11,426㎥／日

③ 処理方式　　；中和・砂ろ過・凝集加圧浮上・活性炭・油吸着

④ 建設費　　；5,375万元

4) 再生利用設備（ケース１・ケース２）

① 対象廃水　　；２廃水

② 回収水量合計；14,974～26,400㎥／日

③ 処理方式　　；凝集沈殿・砂ろ過・精密ろ過・逆浸透膜

④ 建設費　　；12,705～20,974万元

1.2 太原地区

(1) 全般

1) ケースの設定

① ケース１Ａ・１Ｂ

・簡易処理・回収量；41,085㎥／日

・再生利用量　　；8,915㎥／日

・農業用水利用量　；24,118～34,118㎥／日

② ケース２Ａ・２Ｂ

・簡易処理・回収量；０㎥／日

・再生利用量　　；50,000㎥／日

・農業用水利用量　；24,118～34,118㎥／日

2) 総所要資金

① ケース１Ａ；74,829万元（建設費　66,950万元）

② ケース１Ｂ；80,849万元（建設費　72,370万元）

③ ケース２Ａ；87,510万元（建設費　78,355万元）

④ ケース２Ｂ；94,387万元（建設費　84,540万元）

3) 工程

建設期間として２年間を要する。

4) 本格稼働開始時期

1996年１月とした。

(2) 廃水処理・再生利用設備概要

1) 前処理設備（ケース１Ａ・１Ｂ・２Ａ・２Ｂ同一）

① 対象廃水　　；21廃水

② 処理水量合計；15,629㎥／日＋47,458～59,564㎥／日

（南堰排水処理場入口中和）

③ 処理方式　　；中和・凝集沈殿・深層曝気・油分離・凝集加圧浮上

・湿式酸化・廃液燃焼・アンモニアストリッピング

④ 建設費　　；27,387万元

2) 羅城排水処理場設備（ケース１Ａ・１Ｂ・２Ａ・２Ｂ）

① 対象廃水；１廃水

② 処理水量；39,450～64,500㎥／日

③ 処理方式；中和・凝集沈殿

④ 建設費　；3,307～ 4,507万元

3) 簡易処理・回収設備（ケース１Ａ・１Ｂ同一）

① 対象廃水　　；16廃水

② 回収水量合計；41,085㎥／日

③ 処理方式　　；砂ろ過・凝集沈殿・油吸着・活性炭

④ 建設費　　；11,869万元

4) 再生利用設備（ケース１Ａ・１Ｂ・２Ａ・２Ｂ）

① 対象廃水　　；２廃水

② 回収水量合計；8,915～50,000㎥／日

③ 処理方式　　；凝集沈殿・砂ろ過・精密ろ過・逆浸透膜

④ 建設費　　；6,767～36,620万元

5) 農業用水向け処理設備(1)（ケース１Ａ・１Ｂ・２Ａ・２Ｂ）

① 対象廃水　　；２廃水

② 農業用水利用量合計；12,690～34,118㎥／日

③ 処理方式　　；凝集沈殿・砂ろ過・精密ろ過・逆浸透膜

④ 建設費　　；7,868～19,987万元

6) 農業用水向け処理設備(2)（ケース２Ａ・２Ｂ同一）

① 対象廃水　　；３廃水

② 農業用水利用量；11,428㎥／日

③ 処理方式　　；砂ろ過

④ 建設費　　；433万元

7) 汚泥処理設備（ケース１Ａ・１Ｂ・２Ａ・２Ｂ同一）

① 対象汚泥　；有機物含有汚泥

② 汚泥処理量；100ﾄﾝ／日

③ 処理方式　；流動焼却

④ 建設費　　；2,816万元

2. 財務評価

2.1 燕山地区

増産利益の根源である新規生産設備の建設費を含まない、財務的内部収益率は以下のとおりであり、その時の新規生産設備の許容投資額を（　）内に示す。

ケース１；56.4%　（約７億元）

ケース２；44.2%　（約６億元）

これに対し、廃水処理・再生利用設備建設費用が約４億元であることより同設備費の削減が必要と考える。

2.2 太原地区

増産利益の根源である新規生産設備の建設費を含まない、財務的内部収益率は以下のとおり極端に悪い。

新規生産設備の建設費余裕を産み出すために、同収益率を40%に向上させるための建設費・変動費の削減率を（　）内に示す。

ケース１Ａ；－ 2.0%　(56%)

ケース１Ｂ；　 1.6%　(53%)

ケース２Ａ；－10.5%　(63%)

ケース２Ｂ；－ 6.2%　(60%)

従って、太原地区に於いて経済性が成立するためには、費用の50%以上の大幅削減が必要である。

3. 経済評価

経済評価内部収益率は両地区とも、財務的内部収益率と近似した値となった。

また、本計画の間接的便益は以下のとおりである。

(1) 雇傭機会の増大

(2) 資源の活用及び環境の改善

(3) 地域経済の発展への寄与

4. 総合評価及び結論

(1) 汚濁物質の低減

汚濁濃度が極めて高い廃水があり、廃水処理が高額となるとともに、有用物質を浪費していることとなる。

発生源対策を実施し汚濁物質の低減を図る必要がある。

(2) 回収水水質基準の適正化

設備費及び運転費用削減のために回収水の用途面の検討を行ない、適正な水質基準の再検討を実施する必要がある。

(3) 用水量の削減

ボイラー水・プロセス水・冷却水の回収率の向上により、用水量を削減すれば排水量が減少するとともに、将来の用水量不足を小さくすることになるので積極的に検討する必要がある。

(4) 簡易処理・回収水量の増加

簡易処理・回収設備は逆浸透膜を使用する再生利用設備に比較して、建設費・運転費用とも割安である。

再利用水質基準の適正化、比較的良質な廃水の探索等により簡易処理・回収水量の増加と再生利用水量の極小化を検討する必要がある。

(5) 中国製機器の活用

特殊機器を除き極力中国製機器を採用し建設費の削減を図るとともに、工事費も含め建設費の積算を中国の実情に合せて実施する必要がある。

中華人民共和国
産業廃水処理・再生利用計画調査
報 告 書

（太 原 編）

目　次

頁

第Ⅰ編　序　論

1. はじめに …… Ⅰ－1
2. 調査の背景 …… Ⅰ－1
3. 調査の目的 …… Ⅰ－2
4. 調査の対象地域 …… Ⅰ－2
4.1 北京燕山石油化学コンビナート …… Ⅰ－3
4.2 山西省太原化学工業地区 …… Ⅰ－3

5. 調査の対象範囲 …… Ⅰ－4
5.1 対象地域の現状及び将来計画調査 …… Ⅰ－4
5.2 廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討 …… Ⅰ－5
5.3 廃水処理システムおよび再生利用システム導入の為の実施計画 …… Ⅰ－6
5.4 廃水処理システムおよび再生利用システムに関する財務・経済分析および総合評価 …… Ⅰ－6
5.5 結論・勧告 …… Ⅰ－6

6. 調査の実施方法 …… Ⅰ－6
6.1 調査のスケジュール …… Ⅰ－6
6.2 調査業務フローチャート …… Ⅰ－6
6.3 各段階に於ける実施内容 …… Ⅰ－9

第Ⅱ編　対象地域の現状及び将来計画

1. 調査対象地域の諸条件 …… Ⅱ－1
1.1 自然条件 …… Ⅱ－1
1.2 社会条件 …… Ⅱ－4
1.3 経済条件 …… Ⅱ－10

2. 調査対象工場の概要 …… Ⅱ－30
3. 用水の現状と将来の水需給予測 …… Ⅱ－33
3.1 各水源の水量及び水質 …… Ⅱ－33
3.2 用途別用水の水量及び水質 …… Ⅱ－36
3.3 調査対象工場の用水の状況 …… Ⅱ－38
3.4 将来の水需給予測 …… Ⅱ－41

4. 廃・排水の状況 …… Ⅱ－44
4.1 廃水の排出状況 …… Ⅱ－44
4.2 廃・排水処理施設 …… Ⅱ－54

5. 関連分野の政策・法律等 …… Ⅱ－68
5.1 工業開発関連 …… Ⅱ－68
5.2 用水関連 …… Ⅱ－68
5.3 廃・排水関連 …… Ⅱ－69

第Ⅲ編 廃水処理・再生利用に関する技術・システム及び前提

1. 廃水処理・再生利用に関する技術・システムの検討 …… Ⅲ－1
1.1 廃水処理・再生利用に関する技術・システムの検討方法 …… Ⅲ－1

2. 対象地域の用水・廃水系統図 …… Ⅲ－3
2.1 工場別用水・廃水系統の現状 …… Ⅲ－3
2.2 地域総合用水・廃水系統の現状 …… Ⅲ－10
2.3 用水需給予測と不足水量の推定 …… Ⅲ－14
2.4 工場内での水使用状況と廃水量の低減方策 …… Ⅲ－15

3. 廃水処理技術の検討 …… Ⅲ－18
3.1 廃水処理に関する留意事項 …… Ⅲ－18
3.2 廃水処理技術の概要 …… Ⅲ－20

3. 3　廃水水質による各廃水の分類 …… Ⅲ－25
3. 4　前処理が必要な廃水の選定 …… Ⅲ－30
3. 5　前処理必要性の判定 …… Ⅲ－33
3. 6　前処理対象廃水と適用技術 …… Ⅲ－43
3. 7　総合排水処理技術の検討 …… Ⅲ－50

4.　再生利用技術の検討 …… Ⅲ－57
4. 1　再生利用水の水質基準の低下可能性 …… Ⅲ－57
4. 2　再生利用技術の概要 …… Ⅲ－60
4. 3　良質廃水の簡易処理後回収可能性検討 …… Ⅲ－63
4. 4　良質廃水の簡易処理による回収方策と回収可能量 …… Ⅲ－65

5.　廃水処理・再生利用の組合せ技術の検討 …… Ⅲ－70
5. 1　廃水処理システムと再生利用システム技術の概要 …… Ⅲ－70
5. 2　廃水処理システムと再生利用システムの組合せ技術 …… Ⅲ－71

6.　廃水処理・再生利用システムの前提 …… Ⅲ－77
6. 1　廃水処理システム前提 …… Ⅲ－77
6. 2　再生利用システム前提 …… Ⅲ－93
6. 3　廃水処理・再生利用シテステムのケース設定 …… Ⅲ－100

第Ⅳ編　設備計画

1.　前処理設備計画 …… Ⅳ－1
1. 1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－1
1. 2　前処理設備フローシート …… Ⅳ－3
1. 3　前処理設備配置図 …… Ⅳ－4
1. 4　前処理設備の主要機器リスト …… Ⅳ－5

2.　羅城排水処理場設備計画 …… Ⅳ－28
2. 1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－28

2.2　羅城排水処理場設備フローシート …… Ⅳ－28
2.3　羅城排水処理場設備配置図 …… Ⅳ－28
2.4　羅城排水処理場設備の主要機器リスト …… Ⅳ－28

3.　簡易処理・回収設備計画 …… Ⅳ－33
3.1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－33
3.2　簡易処理・回収設備フローシート …… Ⅳ－33
3.3　簡易処理・回収設備配置図 …… Ⅳ－34
3.4　簡易処理・回収設備の主要機器リスト …… Ⅳ－35

4.　再生利用システム設備計画 …… Ⅳ－52
4.1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－52
4.2　再生利用システム設備フローシート …… Ⅳ－52
4.3　再生利用システム設備配置図 …… Ⅳ－52
4.4　再生利用システム設備の主要機器リスト …… Ⅳ－52

5.　農業用水向け処理設備計画 …… Ⅳ－60
5.1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－60
5.2　農業用水向け処理設備フローシート …… Ⅳ－60
5.3　農業用水向け処理設備配置図 …… Ⅳ－60
5.4　農業用水向け処理設備の主要機器リスト …… Ⅳ－60

6.　汚泥処理設備計画 …… Ⅳ－65
6.1　システム技術及び前提 …… Ⅳ－65
6.2　汚泥処理設備フローシート …… Ⅳ－65
6.3　汚泥処理設備配置図 …… Ⅳ－66
6.4　汚泥処理設備の主要機器リスト …… Ⅳ－66

第Ⅴ編　廃水処理・再生利用システム導入の為の実施計画

1.　実施体制、組織、人員 …… Ⅴ－1

1.1　計画推進体制 …… V－1
1.2　要員計画 …… V－2

2.　実施スケジュール …… V－7

第VI編　財務・経済分析及び総合評価

1.　総所要資金と資金計画 …… VI－1
1.1　設備建設関係費用 …… VI－1
1.2　要員訓練費用 …… VI－1
1.3　試運転S／V、技術応援費用 …… VI－4
1.4　薬剤等初期充塡費用 …… VI－4
1.5　試運転費用 …… VI－4
1.6　事務コスト他 …… VI－4
1.7　借地権料 …… VI－4
1.8　資金調達計画と建設期間中金利 …… VI－5

2.　運転費用の算出 …… VI－6
2.1　算出前提 …… VI－6
2.2　運転費用の算出 …… VI－6

3.　財務分析 …… VI－9
3.1　主要前提条件 …… VI－9
3.2　経済便益 …… VI－10
3.3　コスト …… VI－11
3.4　財務分析手法 …… VI－12
3.5　感度分析 …… VI－12
3.6　財務分析による評価 …… VI－19

4.　経済分析 …… VI－20
4.1　経済便益 …… VI－20

4. 2　経済的費用 …… Ⅵ－21
4. 3　南堰排水処理場の取扱い …… Ⅵ－21
4. 4　経済分析の結果 …… Ⅵ－21

5.　総合評価 …… Ⅵ－26

6.　経済性の改善についての検討 …… Ⅵ－27

第Ⅶ編　結論・勧告

1.　廃水処理・再生利用システムの概要 …… Ⅶ－1
1. 1　前処理設備 …… Ⅶ－1
1. 2　簡易処理回収設備 …… Ⅶ－1
1. 3　排水処理場設備 …… Ⅶ－1
1. 4　再生利用設備 …… Ⅶ－2
1. 5　農業用水向け処理設備 …… Ⅶ－2

2.　廃水処理・再生利用システムの評価 …… Ⅶ－2
2. 1　前処理設備 …… Ⅶ－2
2. 2　簡易処理回収設備 …… Ⅶ－3
2. 3　排水処理場設備 …… Ⅶ－3
2. 4　再生利用設備 …… Ⅶ－3
2. 5　農業用水向け処理設備 …… Ⅶ－4

3.　廃水処理・再生利用システムの結論 …… Ⅶ－4
3. 1　前処理設備 …… Ⅶ－4
3. 2　簡易処理回収設備 …… Ⅶ－4
3. 3　再生利用設備 …… Ⅶ－4
3. 4　農業用水向け処理設備 …… Ⅶ－4

4. 留意事項・勧告 …… Ⅶ－5
4.1 勧告 …… Ⅶ－5
4.2 計画実行に当たっての留意事項 …… Ⅶ－5

付 属

付属－1 太原化学工業地区名称一覧 …… 付－1
付属－2 廃水水質一覧 …… 付－5

表目次

表Ⅰ－1　中華人民共和国産業廃水処理再生利用計画調査のスケジュール …… Ⅰ－7

表Ⅱ－1　太原地方の気候 …… Ⅱ－2
表Ⅱ－2　第7次5ヶ年計画の主要指標 …… Ⅱ－11
表Ⅱ－3　社会生産額、ＧＮＰ、国民収入の推移 …… Ⅱ－13
表Ⅱ－4　ＧＮＰの産業別構成 …… Ⅱ－14
表Ⅱ－5　国民収入の部門別金額、構成比 …… Ⅱ－15
表Ⅱ－6　人口の推移（年末ベース）…… Ⅱ－17
表Ⅱ－7　企業所有形態別職員、労働者平均賃金 …… Ⅱ－18
表Ⅱ－8　物価指数及び物価上昇率の推移 …… Ⅱ－19
表Ⅱ－9　人民元の為替レート（平均ベース）…… Ⅱ－20
表Ⅱ－10　工業生産総額 …… Ⅱ－22
表Ⅱ－11　各種工業製品生産額実績推移表 …… Ⅱ－23
表Ⅱ－12　主要工場の概況 …… Ⅱ－31
表Ⅱ－13　調査対象工場の工業生産額（1989） …… Ⅱ－32
表Ⅱ－14　地下水水質 …… Ⅱ－35
表Ⅱ－15　用途別要求水質基準 …… Ⅱ－37
表Ⅱ－16　工場別用水の水源構成 …… Ⅱ－38
表Ⅱ－17　用水使用状況 …… Ⅱ－39
表Ⅱ－18　太原化学工業地区の将来の用水需要増加量の内訳 …… Ⅱ－42
表Ⅱ－19　総合排水処理場流入水質受入基準 …… Ⅱ－49
表Ⅱ－20　廃水水質一覧表 …… Ⅱ－52
表Ⅱ－21　流入水及び流出水の水質基準 …… Ⅱ－58
表Ⅱ－22　太原化学工場地区工場別廃水処理場建設費 …… Ⅱ－62
表Ⅱ－23　南堰排水処理場建設費 …… Ⅱ－63
表Ⅱ－24　太原地区における国内排水処理技術の採用の可能性 …… Ⅱ－64
表Ⅱ－25　太原地区排水処理設備価格例 …… Ⅱ－66
表Ⅱ－26　各種水質基準 …… Ⅱ－70

表Ⅱ－27　排水超過料金実績 …… Ⅱ－71

表Ⅲ－1　工場別用水・廃水バランス …… Ⅲ－3
表Ⅲ－2　工場別各用水バランス …… Ⅲ－6
表Ⅲ－3　工場別用水回収率 …… Ⅲ－7
表Ⅲ－4　工場別用水使用内訳 …… Ⅲ－8
表Ⅲ－5　用途別要求水質基準と工業用水（地下水）現状の比較（太原地区）… Ⅲ－13
表Ⅲ－6　用水需給予測及び不足水量 …… Ⅲ－14
表Ⅲ－7　石油化学・化学工業の廃・排水の特性と処理システム …… Ⅲ－22
表Ⅲ－8　石油化学・化学工業の主要廃水処理技術の概要 …… Ⅲ－24
表Ⅲ－9　廃水タイプ別分類（太原）…… Ⅲ－27
表Ⅲ－10　太原北部地区・前処理検討対象廃水内訳 …… Ⅲ－30
表Ⅲ－11　太原南部地区・前処理検討対象廃水内訳 …… Ⅲ－32
表Ⅲ－12　Ｌℓ１下流の問題水質変化 …… Ⅲ－33
表Ⅲ－13　Ｌｈ14下流の問題水質変化 …… Ⅲ－35
表Ⅲ－14　Ｌｄ24排水系統の水質変化 …… Ⅲ－37
表Ⅲ－15　W11の実測値と提示値の比較 …… Ⅲ－38
表Ⅲ－16　W11下流の水質変化 …… Ⅲ－38
表Ⅲ－17　Ｌｆ41下流の水質変化 …… Ⅲ－41
表Ⅲ－18　Ｌℓ１・Ｌℓ６合計の主要水質 …… Ⅲ－43
表Ⅲ－19　太原北部地区前処理方策の検討 …… Ⅲ－46
表Ⅲ－20　Ｌｆ42の主要水質 …… Ⅲ－47
表Ⅲ－21　太原南部地区前処理方策の検討 …… Ⅲ－49
表Ⅲ－22　太原化学工業地区排水状況 …… Ⅲ－50
表Ⅲ－23　南堰排水処理場流入・流出水質基準 …… Ⅲ－51
表Ⅲ－24　羅城排水処理場流入・流出水質基準 …… Ⅲ－52
表Ⅲ－25　南堰排水処理場流入水質予測値 …… Ⅲ－54
表Ⅲ－26　再生利用水の水質基準の設定値と原基準の対比 …… Ⅲ－58
表Ⅲ－27　用水利用及び再生利用のための設備概要 …… Ⅲ－61
表Ⅲ－28　再生利用技術の概要 …… Ⅲ－62

表Ⅲ－29　太原北部地区・回収可能廃水内訳 …… Ⅲ－63
表Ⅲ－30　太原南部地区・回収可能廃水内訳 …… Ⅲ－64
表Ⅲ－31　良質廃水の簡易処理による個別回収方策（太原北部地区）…… Ⅲ－66
表Ⅲ－32　良質廃水の簡易処理による個別回収方策（太原南部地区）…… Ⅲ－68
表Ⅲ－33　廃水処理・再生利用システムのケース …… Ⅲ－77
表Ⅲ－34　各排水処理場への流入水量 …… Ⅲ－79
表Ⅲ－35　流入水量・水質変化の概要 …… Ⅲ－85
表Ⅲ－36　流入水量・水質変化の算出結果 …… Ⅲ－86
表Ⅲ－37　流入水量・水質変化の概要 …… Ⅲ－88
表Ⅲ－38　流入水量・水質変化の算出結果 …… Ⅲ－89
表Ⅲ－39　南堰排水処理場の流出水量・水質 …… Ⅲ－91
表Ⅲ－40　羅城排水処理場流入水量・水質 …… Ⅲ－91
表Ⅲ－41　羅城排水処理場の流出水量・水質 …… Ⅲ－92
表Ⅲ－42　再生利用等水量の設定 …… Ⅲ－93
表Ⅲ－43　再生利用原水・処理水の水質 …… Ⅲ－95
表Ⅲ－44　除去・改善すべき汚濁物質 …… Ⅲ－96
表Ⅲ－45　両排水処理場流出中の汚濁物質と除去技術 …… Ⅲ－97
表Ⅲ－46　農業用水向原水・処理水の水質 …… Ⅲ－98
表Ⅲ－47　除去・改善すべき汚濁物質 …… Ⅲ－99

表Ⅳ－1　前処理システム技術及び前提 …… Ⅳ－2
表Ⅳ－2　前処理設備主要機器リスト（北部地区） …… Ⅳ－25
表Ⅳ－3　前処理設備主要機器リスト（南部地区） …… Ⅳ－27
表Ⅳ－4　羅城排水処理場システム技術及び前提 …… Ⅳ－29
表Ⅳ－5　羅城排水処理場主要機器リスト …… Ⅳ－32
表Ⅳ－6　簡易処理・回収システム技術及び前提 …… Ⅳ－36
表Ⅳ－7　簡易処理・回収設備主要機器リスト（北部地区） …… Ⅳ－50
表Ⅳ－8　簡易処理・回収設備主要機器リスト（南部地区） …… Ⅳ－51
表Ⅳ－9　再生利用システム技術及び前提 …… Ⅳ－53
表Ⅳ－10　再生利用設備主要機器リスト（北部地区） …… Ⅳ－58

表Ⅳ－11　再生利用設備主要機器リスト（南部地区）　……　Ⅳ－59
表Ⅳ－12　農業用水向け処理システム技術及び前提　……　Ⅳ－61
表Ⅳ－13　農業用水向け設備主要機器リスト（北部地区）　……　Ⅳ－63
表Ⅳ－14　農業用水向け設備主要機器リスト（南部地区）　……　Ⅳ－64
表Ⅳ－15　汚泥発生量の推算　……　Ⅳ－65
表Ⅳ－16　汚泥焼却設備主要機器リスト　……　Ⅳ－66

表Ⅴ－1　要員計画の概要　……　Ⅴ－4
表Ⅴ－2　廃水処理・再生利用システム要員表　……　Ⅴ－5
表Ⅴ－3　廃水処理・再生利用計画工程　……　Ⅴ－8

表Ⅵ－1　総所要資金　……　Ⅵ－2
表Ⅵ－2　設備建設費　……　Ⅵ－3
表Ⅵ－3　運転費用　……　Ⅵ－8
表Ⅵ－4　財務分析　……　Ⅵ－13
表Ⅵ－5　F.IRRを40%に向上するための費用削減率　……　Ⅵ－12
表Ⅵ－6　経済分析　……　Ⅵ－22
表Ⅵ－7　新規生産設備の建設費とF.IRRの相関（改善ケース）　……　Ⅵ－29
表Ⅵ－8　財務分析（改善ケース）……　Ⅵ－30

図目次

図Ⅰ－1　中華人民共和国産業廃水処理再生利用計画調査業務フローチャート
…… Ⅰ－8

図Ⅱ－1　太原化学工業地区図 …… Ⅱ－7/8
図Ⅱ－2　社会総生産額、ＧＮＰ、国民収入の推移 …… Ⅱ－16
図Ⅱ－3　一人当りＧＮＰの推移 …… Ⅱ－16
図Ⅱ－4　ＧＮＰの対前年伸び率の推移 …… Ⅱ－16
図Ⅱ－5　用水、排水フローシート …… Ⅱ－34
図Ⅱ－6　調査対象７工場の用途別用水バランス …… Ⅱ－40
図Ⅱ－7　排水系統図 …… Ⅱ－46
図Ⅱ－8　第一製薬工場深層曝気方式廃水処理設備 …… Ⅱ－55
図Ⅱ－9　化学コークス工場活性汚泥処理設備 …… Ⅱ－56
図Ⅱ－10　南堰排水処理場処理フロー …… Ⅱ－59
図Ⅱ－11　南堰排水処理場配置図 …… Ⅱ－60

図Ⅲ－1　廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討フローチャート
…… Ⅲ－2
図Ⅲ－2　太原化学工業北部地区工場別用水・廃水系統図 …… Ⅲ－4
図Ⅲ－3　太原化学工業南部地区工場別用水・廃水系統図 …… Ⅲ－5
図Ⅲ－4　太原化学工業地区総合用水・廃水系統図 …… Ⅲ－11
図Ⅲ－5　スチーム凝縮水回収システム …… Ⅲ－16
図Ⅲ－6　廃水処理装置の形式と分類 …… Ⅲ－21
図Ⅲ－7　太原化学工業北部地区廃水系統図 …… Ⅲ－28
図Ⅲ－8　太原化学工業南部地区廃水系統図 …… Ⅲ－29
図Ⅲ－9　廃水処理システムと再生利用システムの相関 …… Ⅲ－70
図Ⅲ－10　太原化学工業北部地区廃水処理・再生利用システムの位置的相関 … Ⅲ－73
図Ⅲ－11　太原化学工業南部地区廃水処理・再生利用システムの位置的相関 … Ⅲ－76
図Ⅲ－12　廃水処理・再生利用関連の水量バランス（その１） …… Ⅲ－80

図Ⅲ－13　廃水処理・再生利用関連の水量バランス（その２）　……　Ⅲ－81
図Ⅲ－14　良質廃水の簡易処理による回収の概念　……　Ⅲ－83
図Ⅲ－15　廃水処理・再生利用システム（ケース１Ａ）　……　Ⅲ－101
図Ⅲ－16　廃水処理・再生利用システム（ケース１Ｂ）　……　Ⅲ－102
図Ⅲ－17　廃水処理・再生利用システム（ケース２Ａ）　……　Ⅲ－103
図Ⅲ－18　廃水処理・再生利用システム（ケース２Ｂ）　……　Ⅲ－104

図Ⅳ－１　凝集沈殿フロー（L,ℓ1,6）　……　Ⅳ－６
図Ⅳ－２　中和フロー（Lℓ2,W11,W13,W23）　……　Ⅳ－７
図Ⅳ－３　硫化物沈殿フロー（W14,Lh53）　……　Ⅳ－８
図Ⅳ－４　深層曝気フロー（W10）　……　Ⅳ－９
図Ⅳ－５　油分離・付集加圧浮上フロー（W16）　……　Ⅳ－10
図Ⅳ－６　廃液燃焼フロー（Lym）　……　Ⅳ－11
図Ⅳ－７　廃液燃焼フロー（Lh15,16,55,56,57）　……　Ⅳ－12
図Ⅳ－８　アンモニアストリッピング・凝集沈殿フロー（Lf36,Lf44）　……　Ⅳ－13
図Ⅳ－９　アンモニアストリッピング・中和フロー　（Lf38-(1),Lf42）　……　Ⅳ－14
図Ⅳ－10　湿式酸化フロー（Lf47）　……　Ⅳ－15
図Ⅳ－11　凝集沈殿配置図（Lℓ1,6 ）　……　Ⅳ－16
図Ⅳ－12　中和配置図（Lℓ2,W11,W13 ）　……　Ⅳ－17
図Ⅳ－13　中和配置図（南堰処理場）　……　Ⅳ－18
図Ⅳ－14　硫化物沈殿配置図（Lℓ4,Lh53）　……　Ⅳ－19
図Ⅳ－15　深層曝気配置図（W10）　……　Ⅳ－20
図Ⅳ－16　油分離・付集加圧浮上配置図（W16）　……　Ⅳ－21
図Ⅳ－17　廃液燃焼配置図　……　Ⅳ－22
図Ⅳ－18　アンモニアストリッピング配置図　……　Ⅳ－23
図Ⅳ－19　湿式酸化配置図（Lf47）　……　Ⅳ－24
図Ⅳ－20　羅城排水処理場処理フロー　……　Ⅳ－30
図Ⅳ－21　羅城排水処理場配置図　……　Ⅳ－31
図Ⅳ－22　砂ろ過フロー　……　Ⅳ－38
図Ⅳ－23　凝集沈殿・砂ろ過フロー（W7,Lh18,Lf45）　……　Ⅳ－39

図Ⅳ－24　活性炭フロー（W15）…… Ⅳ－40
図Ⅳ－25　油吸着フロー（W17）…… Ⅳ－41
図Ⅳ－26　砂ろ過・活性炭フロー（Lf48, W1•4）…… Ⅳ－42
図Ⅳ－27　活性炭処理・再生装置フロー（Lf48, W1•4）…… Ⅳ－43
図Ⅳ－28　砂ろ過配置図 …… Ⅳ－44
図Ⅳ－29　凝集沈殿・砂ろ過配置図（W7, Lh18, Lf45）…… Ⅳ－45
図Ⅳ－30　活性炭配置図（W15）…… Ⅳ－46
図Ⅳ－31　油吸着配置図（W17）…… Ⅳ－47
図Ⅳ－32　砂ろ過・活性炭配置図 …… Ⅳ－48
図Ⅳ－33　砂ろ過・活性炭配置図（Lf48）…… Ⅳ－49
図Ⅳ－34　再生利用フロー（南堰処理場）…… Ⅳ－54
図Ⅳ－35　再生利用フロー（羅城処理場）…… Ⅳ－55
図Ⅳ－36　再生利用・農業用水配置図（南堰処理場）…… Ⅳ－56
図Ⅳ－37　再生利用・農業用水配置図（羅城処理場）…… Ⅳ－57
図Ⅳ－38　砂ろ過配置図（W3, W4, W12）…… Ⅳ－62
図Ⅳ－39　汚泥焼却フロー …… Ⅳ－67
図Ⅳ－40　汚泥焼却配置図 …… Ⅳ－68

図Ⅵ－1　感度分析 …… Ⅵ－17
図Ⅵ－2　新規生産設備の建設費とF. IRRの相関（改善ケース）…… Ⅵ－31

第Ⅰ編　序　　論

第Ⅰ編　序　論

1. はじめに

本報告書は、国際協力事業団が1989年３月～1991年３月の予定で実施した「中華人民共和国産業廃水処理・再生利用計画調査」に於いて、1990年７月に中間報告書を作成し第三次現地調査にて討議した結果を織込み修正した上、引続き以下の調査作業を実施して最終報告書として取りまとめたものである。

- 廃水処理・再生利用に関する技術・システムの検討
- 廃水処理・再生利用システム導入のための実施計画
- 廃水処理・再生利用システムに関する財務・経済分析及び総合評価
- 結論・勧告

尚、本報告書は第Ⅰ編～第Ⅶ編で構成されるが、第Ⅱ編～第Ⅶ編については、　北京燕山地区と山西太原地区を分離して記述のこととした。

2. 調査の背景

中華人民共和国は、1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、中国的特色を持つ新しい形の社会主義体制の確立のため、企業の活性化に取り組むとともに、1982年の党大会で、西暦2000年までに農工業生産を1980年の水準の４倍に拡大するとの計画を発表し、現在実施中（1986～1990年）の第７次５ヶ年計画も目標成長率7.5％／年を揚げて推進中である。

一方、このような経済成長の副産物として産業用、生活用の貴重な資源である水資源の不足や水質汚濁の拡大が問題となってきた。具体的には、

(1) 中国は、あまり水資源に恵まれていない国であり、人口１人当りの平均水占有量は世界水準の¼に過ぎず、降雨量も季節と地域により大きく異なっている。

(2) 特に中国北部では、年間平均降雨量がわずか 400～ 800㎜（北京燕山； 607.5㎜、山西太原； 465.4㎜）しかなく、しかも６～８月の限られた時期に集中しているため一部の人口密集した工業都市や沿岸都市では、深刻な水不足が起っている。

そのためこれらの地区では工業用水はもちろん生活用水すら十分に供給できなくなり、農工業の発展、さらには都市の発展にとって大きな制約要因となっている。

(3) 一方、これら水不足を解消するため地下水の開発が進められた結果、地盤沈下や海

水の地下水への一部浸入といった問題が発生したり、また工業廃水や生活廃水による地表水の水質悪化といった環境問題も指摘されるようになった。

(4) 中国政府は、このように増大している水需要に対処するため産業廃水及び生活廃水を新たな水資源として再利用することが、中国北部地区における水不足問題の1つの効果的な解決策と考えており、日本の廃水処理技術、特に再生利用技術の導入を積極的に取進めようとしている。

(5) このような背景により中国政府は、北京燕山及び山西太原の両工業地区における産業廃水処理及び再生利用に関するフィージビリティ調査についての技術協力を日本国政府に要請してきたものである。

これを受けて国際協力事業団は、1988年10月～11月に事前調査を実施し、中国側のカウンターパートである中華人民共和国国家科学技術委員会との間で実施細則を締結し、これに拠り本調査を実施したものである。

3. 調査の目的

調査団は、中国側と協力して中国北部工業地区における産業廃水処理・再生利用システムの導入について、技術的・経済的実行可能性（フィージビリティ）を調査する。

具体的には4章に述べる二大化学工業地区における工業用水不足を解決することを目的として、以下の調査を実施した。

(1) 対象地域の現状調査

(2) 廃水処理・再生利用システムの比較・検討

(3) 最適システムの提案と財務・経済的評価

また、本調査実施中に調査に参画するカウンターパートに対し、調査手法等の技術移転を行った。

4. 調査の対象地域

対象地域は以下の2地域である。

○北京燕山石油化学コンビナート

○山西省太原化学工業地区

尚、両地区の概況は以下のとおりである。

4.1　北京燕山石油化学コンビナート

北京市南西、天安門広場より55km離れた房山県の山すそに位置し、西と北は山に囲まれ、東と南は平野となっている。この地区は地下水が乏しく、また湧水もないため主な用水源は北京の北に位置する官庁ダムと密雲ダムからの導水である。本コンビナートは、1969年に東方紅煉油厰（石油精製工場）等が稼働を開始し、1976～1978年にかけて外国技術の導入により大型の石油化学コンビナートが建設され、その後も新製品の拡充・既存製品の生産能力増強等を積極的に展開している。現状では、石油精製工場と発電所及び６つの石油化学工場を有する中国最大の石油化学コンビナートであり、国際級の規模を有している。現状の用水使用量は約 187,000㎥／日であり、廃・排水量は約 134,000㎥／日である。

本地区には石油精製工場排水処理場及び石油化学工場排水処理場の二大集合排水処理場が設置されている。

4.2　山西省太原化学工業地区

山西省のほぼ中央に位置する省都、太原市の西南約10kmに位置し、北は河西の沙沟村より、南は晋祠以北の羅城まで南北12km、また東は山西省最大の河川である汾河に接し東西５kmの範囲に立地している。黄土に覆われた海抜800mの地勢は西から東に傾斜し、地域には工業地区と農業地区が混在している。

付近を流れる汾河は、降雨量が少なく、上流ダムの影響もあって水量が少ないため、この地区の主な用水源は汾河の近くで取水する地下水である。山西省は中国最大の石炭産地であり、本化学工業地区は石炭化学を中心として、1950年代にソ連の援助で建設された大型の化学製品生産基地の１つである。主要製品は無機化学製品、有機化学製品、化学肥料、医薬品及び洗剤等である。

現状の用水使用量は約 130,000㎥／日であり、廃・排水量は約 107,000㎥／日である。

本地区には既存の集合排水処理場はないが、北部地区では南堰排水処理場の建設が開始され、南部地区では羅城排水処理場の設置が予定されている。

5. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は以下のとおりである。

5.1 対象地域の現状及び将来計画調査

(1) 社会・経済・自然条件に関する既存資料の収集と解析

1) 社会条件関連

2) 経済条件関連

3) 自然条件関連

(2) 水資源の現状と将来の水需給予測に関する既存資料の収集と解析

1) 地下水、表流水、ダム等からの導水の水量及び水質等

2) 生活用水、公共用水、工業用水及び農業用水の水量及び水質等

3) 将来の水需給予測に必要な資料

(3) 工場別の用・廃水及び処理状況に関する調査

1) 工場の一般統計資料

2) 用水関係

① 水源

② 用水の使用状況

③ 回収率

④ 用水系統図

⑤ 用途別要求水質

3) 廃・排水関係

① 廃水の排出状況

② 廃水の水量及び水質

③ 廃・排水処理施設

- フローシート
- 水量及び水質
- 維持管理状況
- 建設費及び維持管理費
- 流入水質及び流出水質

④ 再利用システム

4) 汚泥関係

① 汚泥処理システム

② 資源回収システム

5) その他

① 廃・排水処理費の製造原価に占める割合

② 公害対策費の製造原価に占める割合

(4) 工場排水口以降の廃・排水及び処理状況に関する調査

1) 廃・排水関係

① 排水の排出状況

② 排水の水量及び水質

③ 廃・排水処理施設

－フローシート

－水量及び水質

－維持管理状況

－建設費及び維持管理費

－流入水質及び流出水質

2) 汚泥関係

① 汚泥処理システム

② 資源回収システム

(5) 関連分野の政府の政策、法律、法規等に関する調査

5.2 廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討

(1) 工場内での水使用状況の把握と廃水量の低減方策の検討

(2) 廃水処理技術の検討

(3) 再生利用技術の検討

(4) 再生水の配水施設の検討

(5) 廃水処理システム及び再生利用システムの検討

(6) 最適システムの選定

(7) 概念設計

5.3　廃水処理システム及び再生利用システム導入の為の実施計画

(1)　実施体制、組織及び人員

(2)　実施スケジュール

5.4　廃水処理システム及び再生利用システムに関する財務・経済分析及び総合評価

(1)　総所要資金と運転費用の算出

(2)　財務及び経済分析

(3)　総合評価

5.5　結論・勧告

6.　調査の実施方法

6.1　調査のスケジュール

1989年3月の本調査開始より1991年3月の最終報告書作成に至るまでのスケジュールの実績及び予定を表Ⅰ－1に示す。

調査の各段階は以下のとおり構成されている。

(1)　国内事前準備

(2)　第一次現地調査

(3)　第一次国内調査

(4)　第二次現地調査

(5)　第二次国内調査

(6)　中間報告及び第三次現地調査

(7)　第三次国内調査

(8)　報告書案説明

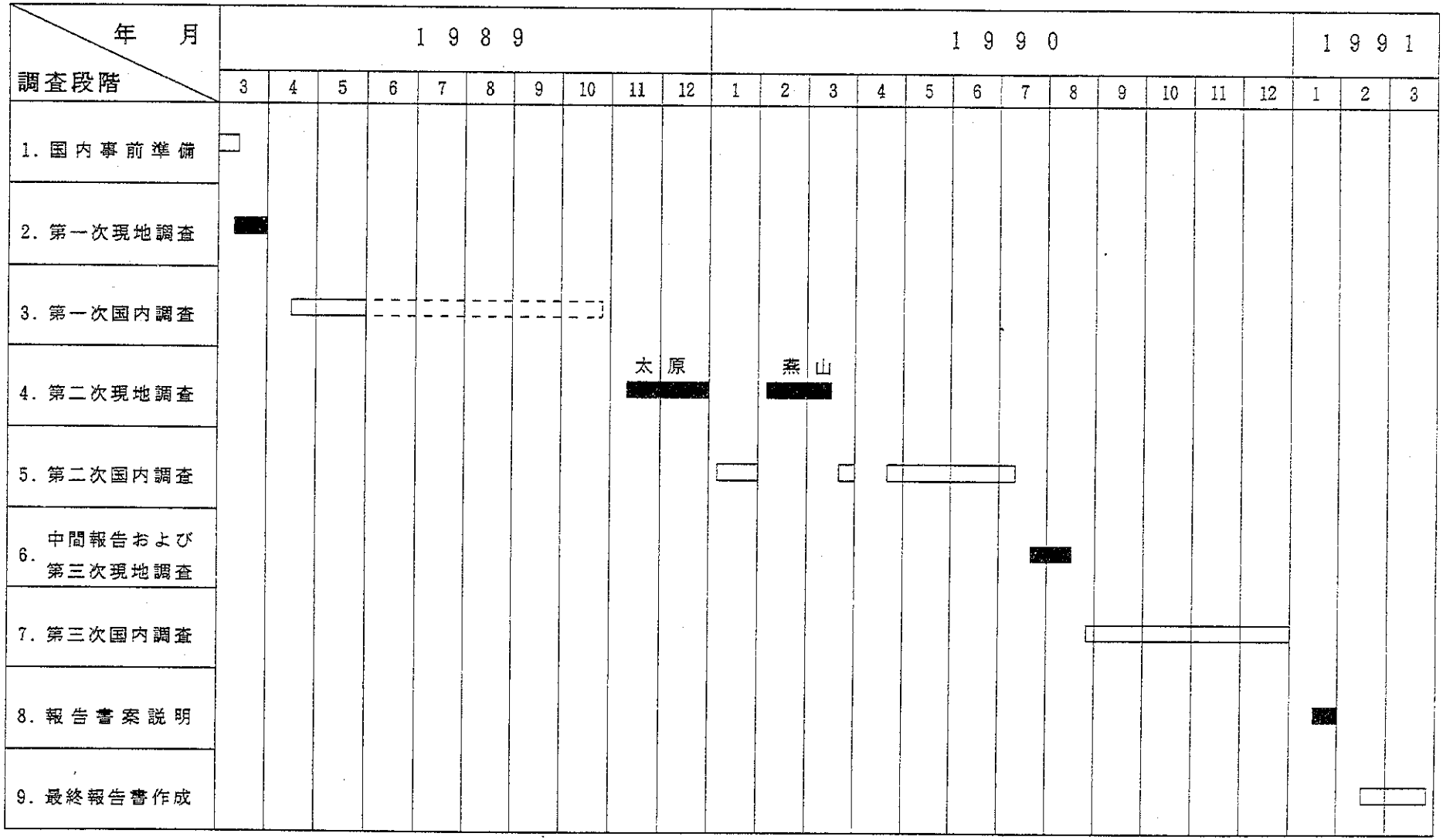
(9)　最終報告書作成

尚、各段階に於ける実施内容については6.3項に示す。

6.2　調査業務フローチャート

本調査に関連する調査・解析・検討要素の相関を図Ⅰ－1に示す。各業務は図中に示したように段階的、系統的に行った。

表Ⅰ－1　中華人民共和国　産業廃水処理・再生利用計画調査のスケジュール



凡例：□ 日本国内業務　■ 中国内業務

図 I－1 中華人民共和国 産業廃水処理・再生利用計画調査業務フローチャート

I．対象地域の現状及び将来計画調査

1. 対象地域における既存資料の収集と解析
(1) 社会条件関連
（人口，用地，ﾕｰﾃｨﾘﾃｨ，輸送，周辺状況，地図等）
(2) 経済条件関連
（経済計画，国民所得，労働力，経済・財務評価用資料等）
(3) 自然条件関連
（気象，地質，地形等）

2. 水資源の現状と将来の水需給予測に関する既存資料の収集と解析
(1) 地下水，表流水，ダム等からの導水の水量及び水質
(2) 生活用水，公共用水，工業用水及び農業用水の水量及び水質
(3) 将来の水需給予測に必要な資料
（処理水の再生利用計画，将来増設計画等）

3. 工場別の用・廃水及び処理状況に関する調査
(1) 工場の一般統計資料
（各工場の製品名，出荷額，製造工程，将来拡張計画等）
(2) 用水関係
（水源，用水の使用状況，回収率，用水系統図，用途別要求水質等）
(3) 廃・排水関係
（廃水の排水状況，廃・排水処理施設，再利用システム等）
(4) 汚泥関係
（汚泥処理システム，資源回収システム等）
(5) その他
（廃・排水処理費及び公害対策費の製造原価に占める割合等）

4. 工場排水口以降の廃・排水及び処理状況に関する調査
(1) 廃・排水関係
（廃水の排水状況，廃・排水処理施設，流入・流出水質等）
(2) 汚泥関係
（汚泥処理システム，資源回収システム等）

5. 関連分野の政府の政策，法律，法規等に関する調査
(1) 工業開発関連（助成措置，制約条件等）
(2) 用水関連　（制約条件，料金体系等）
(3) 廃・排水関連（水質汚濁防止法，排出基準，環境保護助成措置等）

A．現地調査結果及び入手資料の分析と総括
(1) 工場別用水・廃水系統図（水ﾊﾞﾗﾝｽ，回収率等）
(2) 地域総合の用水・廃水系統図（水ﾊﾞﾗﾝｽ，回収率等）
(3) 用水需給予測と不足水量の推定（節水対策前）
(4) 廃水水質による各廃水のランク分け
(5) 用途別用水の水質基準の低下可能性
(6) 廃・排水処理施設の性能と問題点
(7) その他

II-1．廃水処理，再生利用に関する技術・システムの検討
(1) 工場内での水使用状況の把握と廃水量の低減方策の検討
(2) 廃水処理技術の検討
(3) 再生利用技術の検討
(4) 再生水の配水施設の検討

B．廃水処理，再生利用システムの前提設定
(1) 再生利用目標水量の設定
(2) 再生利用目標水質の設定
(3) 廃水処理，再生利用システムのケース設定

II-2．廃水処理，再生利用に関する技術・システムの検討
(1) 廃水処理システム及び再生利用システムの検討
（組合せケーススタディ）
(2) 最適システムの選定
(3) 概念設計
（設計前提，ﾌﾛｰｼｰﾄ，配置図，主要機器リスト等）

III．廃水処理システム及び再生利用システム導入の為の実施計画
(1) 実施体制，組織，人員
(2) 実施スケジュール

IV．廃水処理システム及び再生利用システムに関する財務・経済分析及び総合評価
(1) 総所要資金と運転費用の算出
(2) 財務及び経済分析
(3) 総合評価

V．結論・勧告
(1) 北京燕山石油化学コンビナートに於ける廃水処理，再生利用システム案の概要，評価，結論
(2) 山西省太原化学工業地区に於ける廃水処理，再生利用システム案の概要，評価，結論
(3) 計画実現のための留意事項及び勧告

国内事前準備・第一次現地調査・第一次国内調査・第二次現地調査
第二次国内調査・中間報告及び第三次現地調査
第三次国内調査・報告書案説明及び最終報告書作成

6.3　各段階に於ける実施内容

(1)　国内事前準備

1)　事前調査団入手資料の整理および分析

2)　本格調査のための着手報告書作成

3)　質問書・調査表の作成

4)　供与機材の仕様確認

(2)　第一次現地調査

1)　着手報告書の説明および確認

2)　第二次現地調査の実施に関する協議および確認

3)　供与機材の据付場所に関する検討および協議

4)　調査表等の説明および配布と第二次現地調査に於ける事前準備の依頼

5)　進捗状況報告書の作成、説明および確認

(3)　第一次国内調査

1)　第一次現地調査結果および入手資料の整理、分析

2)　供与機材の使用方法確認・訓練

3)　不足資機材等の整理および一覧表作成

4)　第二次現地調査計画書の作成

5)　測定・分析計画の作成

(4)　第二次現地調査

1)　第二次現地調査計画書の説明および確認

2)　供与機材の据付状況確認

3)　測定・分析計画の説明および試料採取点の協議、確認

4)　水質分析等の実施およびデータ収集と技術移転

5)　第三次現地調査期間迄の水質分析データ収集方法の協議、確認

6)　質問書・調査表による既存資料と関連情報の収集

7)　廃・排水処理システム、再生利用システム用地等の現場確認

8)　進捗状況報告書の作成、説明および確認

(5)　第二次国内調査

1)　現地調査結果および入手資料の分析と総括

2)　廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討

3) 廃水処理、再生利用システムの前提設定

4) 前処理設備計画の作成

5) 中間報告書の作成

(6) 中間報告および第三次現地調査

1) 中間報告書の説明および協議

2) 水質分析依頼データの収集

3) 不足情報等に関する補足調査

(7) 第三次国内調査

1) 中間報告および補足調査結果の整理、分析

2) 廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討

3) 廃水処理・再生利用システム導入のための実施計画作成

4) 廃水処理・再生利用システムに関する財務・経済分析および総合評価

5) 結論・勧告

6) 最終報告書（案）作成

(8) 報告書案説明

1) 最終報告書（案）の説明および討議

2) 中国側コメントの入手および討議

3) 確認書の作成、協議および署名

(9) 最終報告書作成

1) 最終報告書（案）の修正

2) 要約版（和文・英文）および最終報告書（和文）の印刷、製本

3) 最終報告書の提出

第Ⅱ編　対象地域の現状及び将来計画

第II編　対象地域の現状及び将来計画

1.　調査対象地域の諸条件

1.1　自然条件

1.1.1　気象条件

山西省太原地区は植生上、温帯落葉低木林地域に分類され、その主要な気象条件は以下のとおりである。

尚、（　）内には比較例として日本の鹿島石油化学コンビナートの気象条件を示した。

(1) 気　　温

年　平　均	9～10℃	(15.7℃)
夏季最高	39.4℃	(35.5℃)
冬季最低	−25.5℃	(− 7.5℃)

(2) 雨　　量

年間平均	465.4mm	(1,650mm)
年間最大	751.5mm	
時間最大	32.9mm	(　140mm)
日間最大		(311.4mm)

(3) 湿　　度

月平均最高	76%（8月）	(最高：98.6%)
月平均最低	48%（10月）	(平均：70.6%)
		(最低：38.1%)

(4) 風　　向

四季毎に変化するが、年間を通じて西北風が優勢。

（北西：50%、東南東：25.8%、北：24.2%）

(5) 風　　速

年　平　均	2.5m／sec	(5m／sec)
最　　大	25m／sec	(48m／sec)

(6) 積　　雪

最大積雪量	160mm	(150mm)

(7) 地　　震

地震係数は、日本の値の１／２～１／３程度と考えられる。

即ち、入手資料により、当地区の地震係数（K）を概算し、以下の結果を得た。

① 鉄筋コンクリート製の水槽類

K≒0.06　　（日本では 0.1～0.15）

② 鉄筋コンクリート製の建物類

K＝0.08～0.01（日本では 0.2～ 0.3）

以上のとおり、この地区の気象は日本の平均的気象条件と比較して、低温・乾燥地域であり、また構築物の設計条件に影響を及ぼす最大風速、地震係数は日本のそれと比較して１／２～１／３の数値となっている。

尚、月別平均の湿度、日間最大降雨量等の数値は得られていないが、月別の気温・降水量等を表Ⅱ－１に示す。

表Ⅱ－１　太原地方の気候

月	気温（℃）			降水量	降雨日数
	平　均	平均最高	平均最低	(mm)	(日)
1	−6.6	1.1	− 13.0	3.0	2.3
2	−3.1	4.6	−9.4	6.0	3.2
3	3.7	11.2	−2.7	16.3	4.3
4	11.4	19.0	4.2	23.8	5.2
5	17.7	25.2	10.0	30.1	6.1
6	21.7	28.8	14.6	52.6	10.1
7	23.5	29.5	18.2	118.3	14.0
8	21.8	27.8	17.0	103.6	12.8
9	16.1	23.2	10.2	64.3	9.4
10	9.9	17.6	3.6	30.8	6.1
11	2.1	9.1	−3.3	13.2	4.2
12	−4.9	2.3	− 10.5	3.4	1.9
合計	−	−	−	465.4mm／年	79.6日／年

1.1.2 地質及び地形

この地区の地質は二畳系挟炭層系から成り、土壌的には黄色湿潤土として分類される。

(1) 地　　勢

黄土に覆われた海抜 800mの高地で、地勢は西から東に傾斜している。西には海抜 2,000m以上の山群を擁する呂梁山地があり、東は山西省最大の河川である汾河に接している。

本調査に関連する用地の地形は以下のとおりである。

1) 北部地区排水処理・再生利用設備用地

建設中の南堰排水処理場及びその周辺は平坦地である。

2) 南部地区排水処理・再生利用設備用地

計画中の羅城排水処理場の予定地及びその周辺は、平坦地である。

3) 廃水前処理設備用地

この地区で廃水前処理設備を必要とする場合には、各工場内に立地することとなり、いずれも平坦地である。

(2) 地 耐 力

地耐力（Ra）は8～ 10ton／㎡である。

建設中の南堰排水処理場でボーリングをしているが、データの開示は無かった。

又、現地でウェルポイントを実施していたが当方の推定では、地下水位はＧＬ－ 2,000㎜程度と考えられる。

一般的に鉄筋コンクリート製の水槽等は、Ra＝8 ton／㎡程度であれば杭を打つ必要は無く地耐力基礎で十分である。

(3) 土地造成の必要程度

北部地区・南部地区の排水処理・再生利用設備用地及び各廃水前処理設備用地とも、現地の予定地であれば地均し（整地）程度で良く、切盛土工（造成工事）の必要は無い。

1.2 社会条件

1.2.1 人口関連

(1) 太原化学工業地区は、山西省の省都太原市の西南約10kmに位置し、南北に12km、東西に5kmの範囲に広がり総面積60km²を有する。

(2) 本地区の総人口は約10万人であるが産業別にその内訳をみると本化学工業地区内の工場に働く従業員が4万人、その家族を含めた総工業人口が約8万人となっており、残り2万人が農業人口である。

(3) 本地区の人口密度は約 1,500人／km²で、これは全国的にみて人口密度の低い山西省にあっては、かなり高い数値であり、この地区への人口の集中性を窺うことができる。

しかも本地区では毎年総人口の1％に当る約 1,000人の人口増加が続いている。

1.2.2 用地関連

(1) 総面積60km²の本化学工業地区には22の工場が立地しており、その工場の占める総面積は約5km²である。又、本地区の従業員及び家族用居住地域の面積は約2～3km²であり、全体の約80％は農地となっている。

(2) 新規廃水処理・再生利用設備のために必要となる用地を求め、敷地の余裕状況を調査したが、工場外の敷地には、まだ十分の余裕があるものの工場内にはあまり余裕がなく、したがって工場外に設置を予定されている再生利用設備の場合は問題ないが、各工場内に設置が必要な前処理用設備用地は、選定に苦慮させられ、辛うじて後述するような小スペースの確保が可能であった。

(3) 工場外に新規用地を取得する場合、最初国に土地使用権取得費として30～70元／m²を支払い、さらに毎年土地使用税として約 0.5元／m²を納めることになる。この際、土地使用権の譲渡は認められないが、使用権の契約期間は、長期間可能であり、この面での問題はない。

(4) 再生利用設備の設置予定地としては設備の原水が、それぞれ南堰排水処理場及び羅城排水処理場の出口の排水になる予定であるため、再生利用設備もこれらの排水処理場に隣接することが望ましい。幸い、建設中の南堰排水処理場及び計画中の羅城排水処理場の隣接地周辺は十分平坦な用地があり造成にもそれほど費用がかかりそうになく、問題はなさそうである。

両排水処理場の位置を含め太原化学工場地区の全体を図Ⅱ－1に示す。

現時点における再生利用設備の候補地としては、それぞれ南堰排水処理場東側隣接地、及び羅城排水処理場西側隣接地を第一候補にするよう中国側の合意を得た。

(5) 一方、前処理設備用地としては、各処理対象廃水毎に、その排水口に近接した工場内に求める必要があるが、前述したように敷地の余裕がなく難航した。しかしながら中国側と一緒に各廃水毎に現場検証を行った結果、それぞれ廃水口の近くに辛うじて幅15～20m、長さ20～30m程度のスペースを確保することができた。

1.2.3 ユーティリティの供給状況

(1) 電　　力

1) 現在太原化学工業地区の南西部に発電設備を増設中であり、電力事情は非常に良い。特に停電がほとんどなく、したがって新規再生利用設備のための自家発電設備を持つ必要性もない。

2) 給電条件としては発電所より各工場へ 6,000Vで送電され、各工場で 400Vに変圧して各動力盤に送られる。動力の給電条件は 400V、50Hz、3相である。

(2) 燃　　料

1) そもそも山西省は中国最大の石炭産出省であり、燃料は基本的にほとんど石炭を使用している。

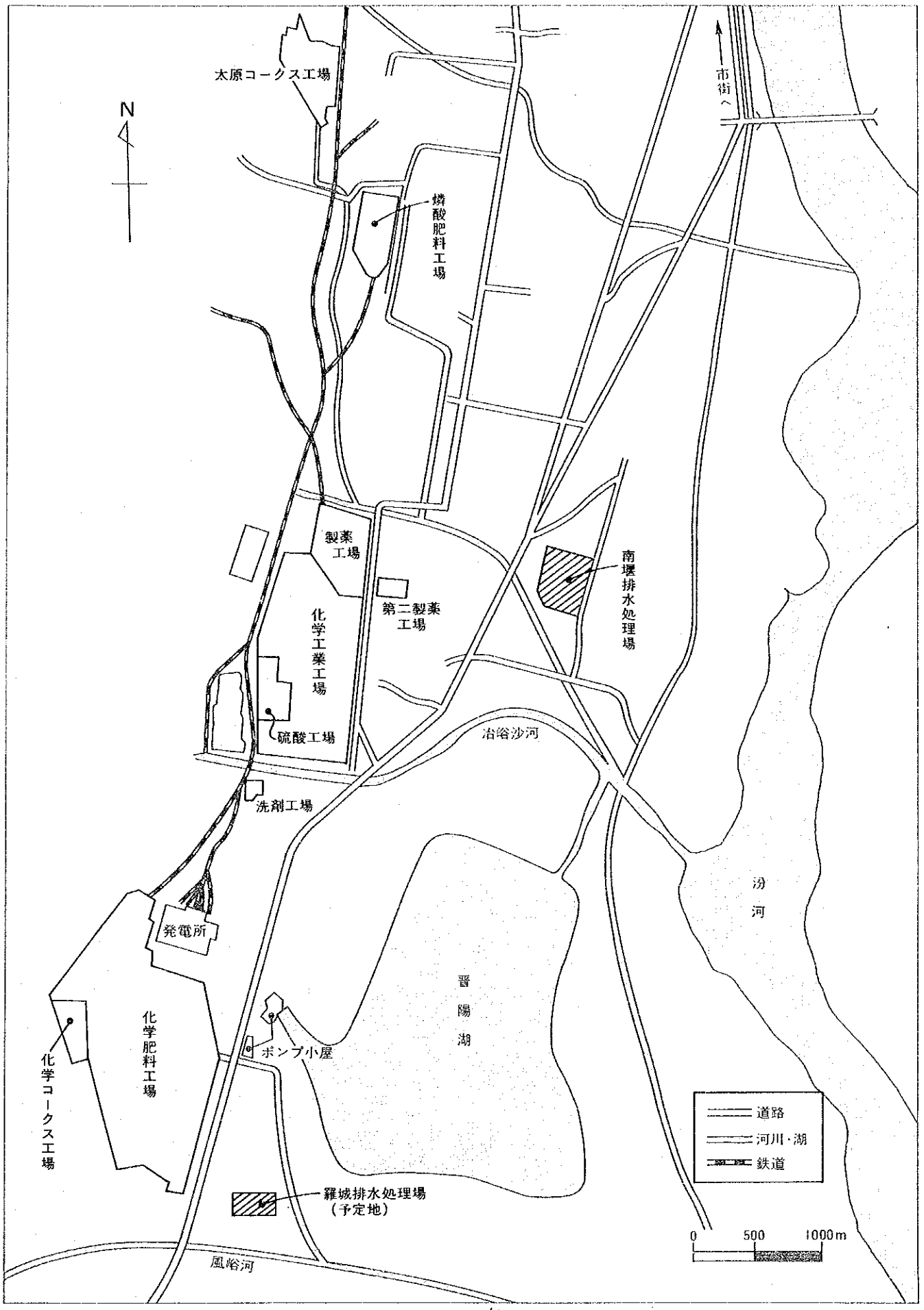
2) 石炭の発熱量は 5,500kcal／kg～ 6,500kcal／kgであり、その輸送は少量の場合はトラック輸送、大量の場合は貨車となるが、貨車の場合は本地区の最寄りの太原西站（駅）迄送られ、以降はトラック輸送となる。

(3) スチーム

1) スチームボイラーはほとんど石炭炊ボイラーで供給圧力は種々であるが、一般工場では一次圧13KGで、以下低圧2KG迄任意に減圧して使用している。

2) 現在保有している既存のスチームボイラーの供給能力には、それほど余裕はなく、新規設備計画に際してはボイラー設備の新設が必要になる。

図II－1　太原化学工業地区図



1.2.4 輸送状況

(1) 日本から本化学工業地区に機材を輸送する場合、先ず天津港に入り、一般には貨車で天津・石家荘を経て、工場地区から約15kmの距離にある太原西站迄輸送され、そこから太原化学工業地区へは晋祠路を通ってトラックで輸送されるのが普通である。又、本化学工業地区の各工場には太原より貨車の引込線も布設されているのでその利用も可能である。

(2) 太原化学工業地区周辺の道路は未舗装であるが道路幅は十分で道路事情はかなり良い。従って大物を輸送する場合でも事前に特別に認可をとれば、幅5m程度のものでも十分輸送が可能である。

(3) 一方貨車輸送状況は、やはりこの地区としては石炭を中心とした工業用物資の運搬が主流を占めており、輸送能力にそれほどの余裕があるわけではないが、太原を東西に走る石太、石徳線、南北に走る京原線はいずれも中国の主要幹線で輸送能力も大きく、事前に申請しておけば車輌の確保にも問題はなく、輸送に支障をきたすことはない。

1.2.5 周辺の状況

(1) 本化学工業地区は中国最大の石炭及びボーキサイトの産地である山西省の省都太原市の西南部に位置し、北は河西の沙沟村より南は羅城までの12km、また東は山西省最大の河川である汾河に接する5kmの範囲に立地している。

(2) 黄土に覆われた海抜 800mの地勢は西から東に傾斜し、地域は工業地区と農業地区が混在している。

工業地区には22の工業が立地し、南北に細長く配置され、それを取巻くように20数ヶの農村が点在している。

(3) 山西省一帯の住民は昔から黄土地帯と云われるきびしい自然環境下にあり、それに耐える独自の文化や生活様式を生み出してきたものの、生活そのものは決して豊かなものではない。しかしながら本化学工業地区の住民の8割が工業に関連して生計をたてており、他地域に較べ経済的には恵まれた地区である。

1.3 経済条件

1.3.1 経済計画

中華人民共和国は、1990年度を最終年度とする第７次５ヵ年計画（1986～1990年）を実施中であるが、第７次５ヵ年計画の基本的任務は次の３点にある。

① 経済改革を進める。

② 重点建設、技術改造、頭脳開発を強化する。

③ 人民の生活水準を引き上げる。

このうち、最も重要な課題は経済体制を改革することである。第７次計画の前期２年間は経済の安定化のためマクロ統制を強めつつ、価格形成を改めていくが、企業の自主権拡大・独立採算性を強固なものにすることに主眼を置いている。

後期３年間は社会主義商品経済の発展のため、やはりマクロ面からの統制を強め、価格体系と税制とを整備し、金融制度を改革して企業に好ましい外部環境を作る。

更に、企業管理制度を改めて経営状態を良くし、特に国際競争に耐える製品の生産に努力し輸出での外貨獲得を図る。また、外貨獲得のために観光・労務などの貿易外収入増を積極的に図っていく。

第７次５ヶ年計画の目標値を表Ⅱ－２に示すが、その主要な目標としては、1990年の国民総生産（ＧＮＰ）と工農業総生産額を1980年の２倍に、５年間の財政収入規模を前５年間のそれの40％増に、国有部門の固定資産新規形成額を同じく60％増にする。

成長率の目標では、ＧＮＰが年平均 7.5％、工農業総生産額が 6.7％（うち、農業４％、工業 7.5％）となっている。

そして、これら経済計画は省、市レベルでも策定されており、それぞれ目標達成のために実行努力を重ねている。

なお、1987年10月の第13回全国代表大会では、①ＧＮＰを1990年迄に1980年の２倍に増やし、②今世紀末までに、さらに２倍に増やし、③来世紀中葉までに一人当りＧＮＰを中進国水準に引き上げるとの三段階発展戦略が採択されたが、この第一段階は1988年に繰上げ達成された。

表II－2　第7次5ヶ年計画の主要指標

	単位	1980年実績	1985年実績	1990年目標		
					1985年比(%)	年率（%）
G　N　P	億　元	4,470	8,568	11,170	144	7.5
一人当りGNP	元	453	816			
国民所得	億　元	3,688	7,040	9,350	138	6.7
1人当り国民所得	元	376	674			
工農業生産総額	億　元	7,077	13,335	16,770	138	6.7
工業生産総額	億　元	5,154	9,716	13,240	143.4	7.5
重工業生産総額	億　元	2,724	5,106	6,630		7.5
軽工業生産総額	億　元	2,430	4,610	6,610		7.5
農業生産総額	億　元	1,923	5,154	3,530	121.6	4.0
食糧生産高	億トン	3.2056	3.7898	4.25～4.5		
人　口	億　人	9.8705	10.5044	11.13		
財政収入	億　元	1,085	1,854	2,567		
財政支出	億　元	1,213	1,826	2,567		
ｴﾈﾙｷﾞｰ(標準炭換量)	億トン	6.372	8.39	9.91	117.8	3.4
石　炭	億トン	6.2	8.5	10.0	117.6	
石　油	億トン	1.06	1.25	1.5	120	
電　力	億KWH	3,006	4,073	5,500	135	
鉄道貨物輸送量	億トン	11.13	12.75	16.0	125.5	
粗　鋼	万トン	3,712	4,666	5,500～5,800	117.9～124.3	
セメント	万トン	7,986	14,246	18,000	126.4	
化学肥料	万トン	1,232	1,322	1,630	122.1	
テレビ	万　台	249	1,622	1,500	122	
洗濯機	万　台	25	883	1,200	136	

1.3.2 国民所得

社会主義国である中華人民共和国の国民所得概念は、ソ連と同様「国内生産」（Domestic Product）の概念に重きを置いており、資本主義国でのように「国民生産」（National Product）の概念を採用していない。資本主義国では、その国の国民に帰属する「国民生産」（National Product）が国内で発生しようと海外で発生しようと、その国の国民所得であると定義付けているが、他の社会主義国の場合と同様、中華人民共和国では国境内で生産される生産物からなる「国民生産」（Domestic Product）を「国民所得」と捉える立場を採っているが、これは「国民所得」を国内生産力の尺度として考える立場に即応しているということが出来る。

現在、中華人民共和国で公表されている国民取得には、主に「社会総生産額」、「国民総生産」、「国民収入」の３つのものがあるので、その概要と1979年から1988年迄の最近の統計データを記載することとする。（表Ⅱ－３～表Ⅱ－５、図Ⅱ－２～図Ⅱ－４）

以降記述するこれらの統計データの基本は原則的に、中華人民共和国政府公表の「中国統計年鑑1989」に拠っている。

(1) 社会総生産額

社会総生産額とは農業、工業、建築業、運輸業、商業の物的生産各部門の生産額の総和である。なお、これには、①中間財の生産額が重複計算されており、②サービス部門（非物的生産部門）の生産額が含まれていない。

(2) 国民総生産（ＧＮＰ）

国民総生産（ＧＮＰ）とは農業、工業、建築業、運輸業、商業の物的生産部門及びサービス部門の総生産額から中間財投入額を控除した生産額で中華人民共和国の場合は、実質的に国内総生産（ＧＤＰ）と同等である。

但し、中華人民共和国のＧＤＰには資本主義諸国のＧＤＰに含まれる政府機関、軍隊、警察等の公共サービス部門の生産額が含まれていない。

表Ⅱ－3　社会生産額、ＧＮＰ、国民収入の推移

単位：億元、％

	社会総生産額	対前年伸び率	ＧＮＰ（ＧＤＰ）	対前年伸び率	国民収入	対前年伸び率
1979	7,642	8.5	3,998	7.6	3,350	7.0
1980	8,534	8.4	4,470	7.8	3,688	6.4
1981	9,075	4.4	4,773	4.5	3,941	4.9
1982	9,966	9.5	5,193	8.7	4,258	8.2
1983	11,131	10.2	5,809	10.3	4,736	10.0
1984	13,171	14.7	6,962	14.5	5,652	13.6
1985	16,602	17.1	8,568	12.7	7,040	13.5
1986	19,085	10.2	9,726	8.3	7,899	7.7
1987	23,081	14.1	11,351	11.0	9,361	10.2
1988	29,847	15.8	14,015	10.8	11,770	11.1

（注）対前年伸び率は実質ベースで「中国統計年鑑」公表の指数より算出

表Ⅱ－4　ＧＮＰの産業別構成

単位：億元、％

	ＧＮＰ		第一次産業		第二次産業		第三次産業	
	総額	指数	合計額	指数	合計額	指数	合計額	指数
1979	3,998	100.0	1,259	31.5	1,913	47.8	826	20.7
1980	4,470	107.8	1,359	30.4	2,192	49.0	919	20.6
1981	4,773	112.6	1,545	32.4	2,255	47.2	973	20.4
1982	5,193	122.5	1,765	34.0	2,388	46.0	1,040	20.0
1983	5,809	135.1	1,968	33.9	2,656	45.7	1,185	20.4
1984	6,962	154.8	2,307	33.2	3,121	44.8	1,534	22.0
1985	8,568	174.5	2,551	29.8	3,881	45.3	2,136	24.9
1986	9,726	189.0	2,766	28.5	4,497	46.2	2,463	25.3
1987	11,351	209.9	3,202	28.2	5,249	46.2	2,900	25.6
1988	14,015	232.5	3,831	27.3	6,587	47.0	3,596	25.7

（注）1.　指数は実質ベースで公表値より算出

2.　各産業の合計が総額と不一致の場合は差を各産業の数値比で配賦補正

3.　産業分類

第一次産業　：　農業、林業、牧畜業、漁業

第二次産業　：　工業、建築業

第三次産業　：　その他の業種

流通部門　……　交通・運輸、郵便・通信、商業・飲食、倉庫業など

ｻｰﾋﾞｽ部門　……　金融、保険、不動産、公共事業、観光、コンサルタント、各種技術、情報サービス

文教部門　……　教育、文化、ラジオ・テレビ放送事業、科学技術、医療・衛生、スポーツなど

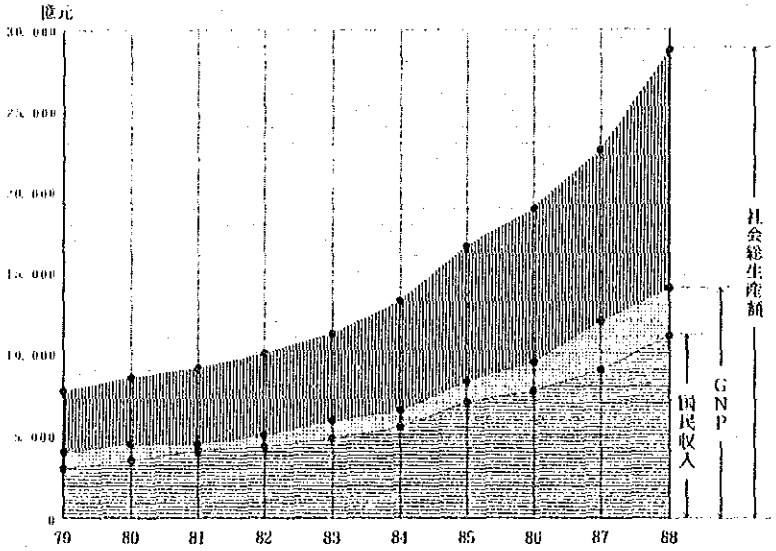
社会公共　……　国家機関、政党、社会団体、軍隊、警察など

表Ⅱ－5　国民収入の部門別金額・構成比

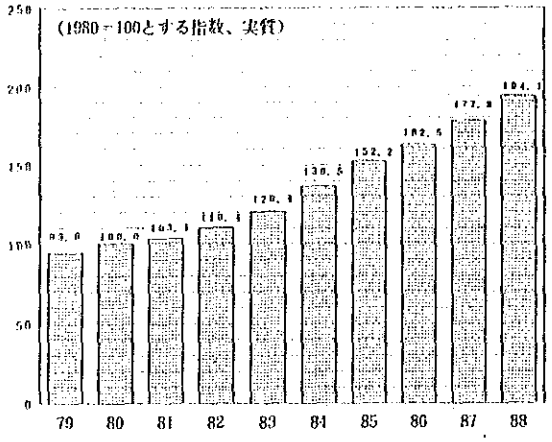
単位：億元、%

		国民収入合計	農業	工業	建築業	運輸業	商業
1979	金額	3,350	1,226	1,628	130	121	245
	比率	100.0	36.6	48.6	3.9	3.6	7.3
1980	金額	3,688	1,326	1,804	185	126	247
	比率	100.0	36.0	48.9	5.0	3.4	6.7
1981	金額	3,941	1,509	1,840	193	131	268
	比率	100.0	38.3	46.7	4.9	3.3	6.8
1982	金額	4,258	1,723	1,948	209	147	231
	比率	100.0	40.5	45.7	4.9	3.5	5.4
1983	金額	4,736	1,921	2,136	259	166	254
	比率	100.0	40.5	45.1	5.5	3.5	5.4
1984	金額	5,652	2,251	2,516	303	205	377
	比率	100.0	39.8	44.5	5.4	3.6	6.7
1985	金額	7,040	2,492	3,163	409	259	717
	比率	100.0	35.4	44.9	5.8	3.7	10.2
1986	金額	7,899	2,720	3,573	514	320	772
	比率	100.0	34.4	45.2	6.5	4.1	9.8
1987	金額	9,361	3,154	4,262	637	365	943
	比率	100.0	33.7	45.5	6.8	3.9	10.1
1988	金額	11,770	3,818	5,432	783	438	1,299
	比率	100.0	32.4	46.2	6.7	3.7	11.0

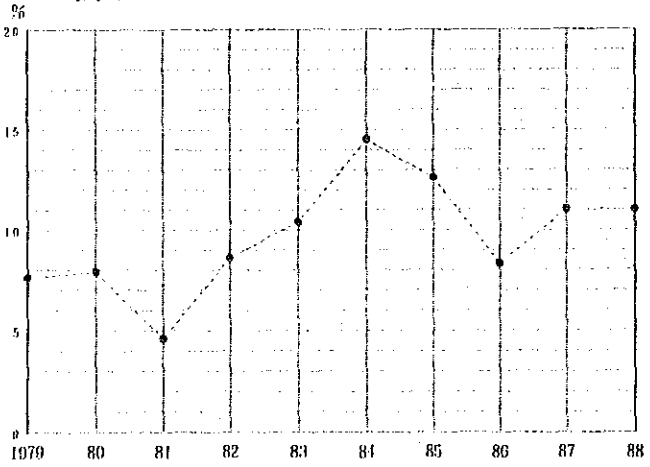
図Ⅱ－2　社会総生産額・ＧＮＰ・国民収入の推移



図Ⅱ－3　一人当りＧＮＰの推移



図Ⅱ－4　ＧＮＰの対前年伸び率の推移



(3) 国民収入

国民収入とは、物的生産の純生産額である。これに、非物的生産（サービス）部門の生産額を加えると資本主義諸国の国民所得となり、更に固定資産の減価償却額を加えたものがＧＮＰに相当する。

なお、その他の経済指標関連統計資料として次のものを取り纒めた。

表Ⅱ－６　人口の推移（年末ベース）

表Ⅱ－７　企業所有形態別職員・労働者平均賃金

表Ⅱ－８　物価指数及び物価上昇率の推移

表Ⅱ－９　人民元の対ドル及び対円為替レート

表Ⅱ－６　人口の推移（年末ベース）

単位：万人、％

	総人口	対前年伸び率	男女別内訳				都市・農村別人口			
			男	比率	女	比率	都市	比率	農村	比率
1979	97,542	1.33	50,192	51.46	47,350	48.54	18,495	19.0	79,047	81.0
1980	98,705	1.19	50,785	51.45	47,920	48.55	19,140	19.4	79,565	80.6
1981	100,072	1.38	51,519	51.48	48,553	48.52	20,171	20.2	79,901	79.8
1982	101,590	1.52	52,319	51.50	49,271	48.50	21,131	20.8	80,459	79.2
1983	102,764	1.16	53,026	51.60	49,738	48.40	24,150	23.5	78,614	76.5
1984	103,876	1.08	53,600	51.60	50,276	48.40	33,136	31.9	70,740	68.1
1985	105,044	1.12	54,308	51.70	50,736	48.30	38,446	36.6	66,598	63.4
1986	106,529	1.41	55,075	51.70	51,454	48.30	44,103	41.4	62,426	58.6
1987	108,073	1.45	55,658	51.50	52,415	48.50	50,362	46.6	57,711	53.4
1988	109,614	1.43	56,473	51.52	53,141	48.48	54,369	49.6	55,245	50.4

表Ⅱ－7　企業所有形態別職員・労働者平均賃金

単位：元／人・年、％

	平均賃金	対前年上昇率	実質賃金指数	全人民所有制	対前年上昇率	実質賃金指数	都市集団所有	対前年上昇率	実質賃金指数
1979	668	8.6	100.0	705	9.4	100.0	542	7.1	100.0
1980	762	14.1	105.9	803	13.9	105.8	623	14.9	106.9
1981	772	1.3	104.8	812	1.1	104.4	642	3.0	107.4
1982	798	3.4	106.0	836	3.0	105.4	671	4.5	110.2
1983	826	3.5	107.6	865	3.5	106.9	698	4.0	112.2
1984	974	17.9	123.6	1,034	19.5	124.4	811	16.2	126.9
1985	1,148	17.9	130.3	1,213	17.3	130.4	967	19.2	135.2
1986	1,329	15.8	140.7	1,414	16.6	142.1	1,092	12.9	142.8
1987	1,459	9.8	142.1	1,546	9.3	142.8	1,207	10.5	145.0
1988	1,747	19.7	141.0	1,853	19.9	141.8	1,426	18.1	141.9

（注）対前年上昇率は名目ベース

産業別労働者平均賃金（1988年ベース）

単位：元／人・年

	平均賃金
全国平均賃金	1,747
農、林、牧畜、漁業	1,311
工業	1,782
資源探査業	2,298
建築業	1,967
交通・運輸、郵便、電信事業	2,008
商業、飲食、物資ｻｰﾋﾞｽ、倉庫業	1,564

表Ⅱ－8　物価指数及び物価上昇率の推移

単位：指数、%

	全国小売物価指数	対前年上昇率	都市労働者生活費指数	対前年上昇率	農村市場消費財指数	対前年上昇率
1979	100.0	2.0	100.0	1.9	100.0	－ 4.5
1980	106.0	6.0	107.5	7.5	102.0	2.0
1981	108.5	2.4	110.2	2.5	107.9	5.8
1982	110.6	1.9	112.5	2.1	111.5	3.3
1983	112.3	1.5	114.7	2.0	116.2	4.2
1984	115.4	2.8	117.8	2.7	115.7	－ 0.4
1985	125.6	8.8	131.9	12.0	135.6	17.2
1986	133.1	6.0	141.1	7.0	146.6	8.1
1987	142.9	7.4	153.5	8.8	170.5	16.3
1988	169.3	18.5	185.3	20.7	222.1	30.3

1. 全国小売物価指数

全国 195都市 285品種、 203県城（県庁所在地）。

377品種を対象に3種類の小売価格（計画価格、協議価格、自由市場価格）を総合加重平均して算出。

2. 都市労働者生活価格指数

都市部の給与生活者の生計費指数、都市の商品小売物価指数とサービス価格指数とを総合加重平均して算出。

3. 卸売物価指数

「中国統計年鑑」等、卸売物価に関するデータの記載は無い。

表Ⅱ－9　人民元の為替レート（年平均ベース）

単位：元

	対US＄レート	対円レート
1979	1.5550	141.68
1980	1.4984	151.96
1981	1.7045	129.97
1982	1.8925	132.19
1983	1.9757	120.83
1984	2.3200	103.50
1985	2.9367	82.21
1986	3.4528	49.76
1987	3.7221	39.29
1988	3.7221	34.39

1987年1月より対ドル為替レートは1ドル3.7221元の固定制を採用しているが、1989年12月16日より21.2%切り下げたので、現在の対ドル為替レートは1ドル4.7221元となっている。

1.3.3 労 働 力

太原化学工業地区の総人口は約10万人、総工業人口は約8万人、また地区内の工場の従業員は約4万人である。

本化学工業地区に於ては、将来計画を遂行するために必要な労働力は、問題なく確保出来る。

今後、新設される排水処理設備等での運転、管理のための新規雇用の対象者としては、次の3種類の人が考えられ、原則として職業訓練を受けてない人は雇用しない方針となっている。

(1) 高校卒の人（18～20才）

職業訓練を受け、オペレーター要員として雇用される。

(2) 中学卒で職業中学を2年卒した人（17～18才）

オペレーター要員として雇用される。

(3) 中等専門学校卒、大学専門学校卒及び大学卒

管理者候補として雇用される。

なお、新規雇用者に対しては、オペレーター要員の場合、入社前に工場の概況、安全と環境の注意等1ヵ月の研修を実施し、その後、3～5ヵ月間プラント内訓練を実施の上、プラントで働ける能力の有無検査のための試験を行ない、合格して初めて正式に働き始める体制となっている。

これに対し、管理者候補の場合は、1年のプラント実習後、プラントの幹部となる体制となっている。

一方、労務費単価は、ほぼ次の通りである。

運 転 要 員 ： 3,000元／年・人

管 理 職 ： 3,000～ 5,000元／年・人

尚、上記労働費は、個人に支給している費用であり、集団福利（社宅、病院、教育）分は、含まれていない。

1.3.4 工業統計

工業生産としては、

① 石油・石炭等の鉱物資源の採掘、木材の伐採

② 農業・副業生産物の加工

③ 工鉱業製品の製造・加工

④ 工業製品の修理

⑤ 水道・ガス・電力の生産・供給

等からなるが、これらの分類とは別に主として、生産財を生産する基礎的工業部門の重工業と一般消費者に近い消費財の生産をする軽工業に分類される。

工業統計データとして次のものを記載しておく。

表Ⅱ－10 工業生産総額（重工業、軽工業）

表Ⅱ－11 各種工業製品生産額実績推移表

表Ⅱ－10 工業生産総額

単位：億元、％

	工業生産総額	対前年伸び率	生産総額内訳	
			重工業	軽工業
1979	4,681	8.8	2,636	2,045
1980	5,154	9.3	2,724	2,430
1981	5,400	4.3	2,619	2,781
1982	5,811	7.8	2,892	2,919
1983	6,461	11.2	3,326	3,135
1984	7,617	16.3	4,009	3,608
1985	9,716	21.4	5,106	4,610
1986	11,194	11.7	5,864	5,330
1987	13,813	17.7	7,157	6,656
1988	18,224	20.8	9,245	8,979

（注）対前年伸び率は実質ベース

表Ⅱ－11　各種工業製品生産額実績推移表

単位：万T

	エチレン	プラスチック	苛性ソーダ	硫酸	化学肥料
1979	43.5	79.3	182.6	699.8	1,065.4
1980	49.0	89.8	192.3	764.3	1,232.1
1981	50.5	91.6	192.3	780.7	1,239.0
1982	56.5	100.3	207.3	817.5	1,278.1
1983	65.4	112.1	212.3	869.6	1,378.9
1984	64.8	118.0	222.2	817.2	1,460.2
1985	65.2	123.4	235.3	676.4	1,322.2
1986	69.5	132.1	251.8	763.1	1,395.7
1987	93.7	152.6	273.9	983.3	1,672.2
1988	123.2	190.4	300.5	1,111.3	1,740.2

1.3.5　経済評価・財務評価用資料

廃水処理システム及び再生利用システムに関する財務・経済分析及び総合評価を実施するにあたり、中国の社会主義体制下と日本の資本主義体制下とでは財務・経済制度や仕組みが異なっている可能性があり、そのための誤解が生じては不都合なので、財務・経済分析及び評価が正しく実施出来るよう日本における制度や仕組みを例示し、これに対応する形で中国における制度や仕組みの説明を受け、理解する方法で調査した。

その結果としては、当然のことながら社会主義体制と資本主義体制の違いによる資本の概念、税金制度、利益の配分方法等は、大きく異なるものがあるが会社の組織構成、原価計算方法、会計処理方法等については障害となるような大きな差異は認められなかった。中国側の説明では、会計原則・処理方法等については、原則として国際的に運用されている方法に準拠しているとのことであった。

また、会社の種類としては国営企業、集団所有企業、個人企業の３種類があり集団所有企業、個人企業は国営企業の補完的立場にある。

集団所有企業、個人企業は国が規定している以外のものであれば生産・販売が可能であり、国営企業自身も自由度が徐々に認められつつある。

大企業は病院や宿舎の後勤部門、小・中学校、高校等の教育部門を所有している場合が多い。

製品の生産に当たっては、国営の大企業は次の２つのことが

① 指令制の管理 …… 国からの生産委託（業務的ノルマ）

② 調整的管理 …… 公司独自の自由意思により適宜生産可能

適用されるが、あくまでも計画指導が主で市場経済は副とされる。

以下に、太原化学工業公司における組織・利益・原価計算制度等の概要について説明する。

(1) 組織構成

公司

公司本部

① 計画・管理部門 …… 製品価格・生産額・利潤計算、調整
② 人事労務部門 …… 人員配置及び給料決定、昇給管理
③ 生産管理部門 …… 生産計画・調整、動力管理、検査・保全
④ 経営管理部門 …… 原材料購入、製品販売
⑤ 財務管理部門 …… 原価・利潤・税金・資金管理
⑥ 安全環保部門 …… 生産安全、環境保護
⑦ 技術開発部門 …… 市場開発、新製品の技術開発
⑧ 科学研究設計部門 …… エンジニアリング、工程設計、設備改造

工　場

① 生産経営部門 …… 生産管理、事務、労務、財務、人事、環保等
② 質量管理部門 …… 原料、製品の品質検定・管理
③ 公安保衛部門 …… 工場の財産・人身の保護、守衛、消防
④ 生産プラント …… 製品の製造、生産
⑤ 補助プラント …… 設備・建屋補修、部品供給
⑥ 動力プラント …… 用水、電気、蒸気の供給
⑦ 運輸部門 …… 製品・原料等の運輸

(2) 総原価構成

総原価 ＝ 公司管理費 ＋ 工場原価

工場原価 ＝ 工場管理費 ＋ プラント原価

(3) 利　　潤

利　　潤 ＝ 販売額 － 総原価

税　　金 ＝ 製品税 ＋ 調節税 ＋ 営業税 ＋ 付加教育費

○利潤の使用目的

① 集団の福利

② 生産発展基金 …… 拡大生産、環境対策費

③ 新製品開発費

○製品税（所得税） …… 製品の生産に応じて課税される税金で基礎製品（肥料、農薬等）の税率は低い。

○調 節 税 …… 利益に対して課税される税金である。

(4) 公司費用と工場費用

① 公司本部関係のコスト構成は次のような費目である。

労務費、事務費、出張旅費、減価償却費、用水・電気・蒸気費、職工教育費、宣伝・文化活動費、通信費、保険費、新製品試作費、会議接待費、修繕費、排水放流費、福利基金、工会活動経費、利息支出、その他

② 工場関係のコスト構成は次のような費目である。

原材料費、補助材料費、用水・電気・蒸気・石炭費用、労務費、労働保護用品、修繕費、包装器具、副産物控除

○プラント関係費用

減価償却費、大規模修繕費、プラント事務用品、管理人員労務費、管理人員福利費

(5) 労働者の管理階層と労務費構成

① 管理階層

A. 公司経理、副経理

B. 各部部長、各場場長

C. 課長、プラント主任

D. 工段長、組長

E. 操作工人

② 労務費構成

A. 職工基本賃金

B．各種福利手当、保険・衛生・住宅手当、食事手当等

C．賞与

D．定年者・退職者退職金及び手当

③ 労働力単価

個人に支給している費用で住宅、病院、学校等の集団福利関係の費用は含んでいない。

運転要員年平均収入　　3,000元

管理職　年平均収入　　3,000～ 5,000元

(6) 資金と金利及び資金計画

① 資　　金

A．外部資金　：　銀行からの借入金

B．自己資金　：　固定資産減価償却費、企業利潤の留保分

② 金　　利

銀行借入金利率　：　生産設備の所要資金に対する借入金利率であり、環境設備に対する場合は若干低利となる。

長　期（5～10年）：　17%

短　期（3～5年）：　14%

銀行の種類としては中国銀行、中国人民銀行、中国人民建設銀行、中国投資銀行、中国工商銀行、中国農業銀行、中国交通銀行、中信実業銀行と数多く存在する。

③ 資金計画

太原化学工業公司の設備投資に対する資金計画はおおよそ自己資金15%、国からの補助50%、銀行からの借入35%程度となっている。南堰排水処理場の建設資金は、国・山西省政府の助成金、環境基準超過に対する罰金の還付金及び利用会社20社の拠出金で賄えるので借入れの必要は生じない。従って、金利負担はゼロである。

(7) 固定資産税・保険料

固定資産税　：　排水処理設備に対する資産税は免税

保　険　料　：　火災保険料等の年間負担は、固定資産の取得価額の0.35%が標準であるが、排水処理設備に対しては付保せず。

(8) 減価償却費

① 固定資産の種類

有形資産　：　建築物、構築物、機械設備、道路、工具・器具、車両等耐用年数が1年以上で且つ 500元以上のもの

無形資産　：　買地費、借地費

（土地は国家の所有であり、投資時に一括資産計上を実施するだけで減価償却は実施せず。）

② 償却方法

定額法を採用（定率法は通常採用されない。）

③ 償却費の計算

償　却　費　＝（固定資産取得価額　－　残存価額　＋　処分費）／予定使用年数

償却年数（予定使用年数）：　次の3種類を用いる場合が多い。

機械設備　：　10年

構　築　物　：　15年

建　　物　：　20年

残存価額　：　取得価額の4％

(9) 修　理　費

各種設備の修繕は殆ど自前の保全部門で実施するが一般プラントの修理費の建設費に対する割合は5％であるが排水設備の場合はやや低く 3.5～4％程度である。（機械設備　5％、構築物　3％）

(10) 工場管理費

工場管理費用はプラントの総コストの5～10%程度である。

(11) 各種単価

A. 用　　役

電気（工業用）：　0.15元／KWH

蒸　　気　：　12.0元／T

圧縮空気　：　無回答

工業用水　：　0.50元／T（新鮮水：地下水）

純　　水　：　1.20元／T

冷却水　：　0.08元／T（循環水）

B. 燃　　料

石　　炭　：　ボイラー等燃料は原則的に石炭を使用。

発熱量 5,500～ 6,500Kcal／kg

（燃料油は不足している。）

C. 薬　　剤

塩素	Cl_2	:	500元／T
燐酸三ナトリウム	Na_3PO_4	:	2,600元／T（製缶剤）
苛性ソーダ	NaOH(100%)	:	850元／T
硫酸	H_2SO_4(98%)	:	280元／T
ポリアクリルアミド		:	13,000元／T
塩化鉄	$FeCl_3$	:	400元／T
ヘキサメタ燐酸ナトリウム		:	3,000元／T（製缶剤）

なお、日本で良く使用するポリ塩化アルミニウムは殆ど使用しないとのことである。

(12) 汚泥等回収資源の単価

工業汚泥は廃棄しているのみで有効利用は行なっていない。

都市汚水の汚泥処理費用は乾燥汚泥１トン当り９元である。

(13) 工業用水不足時の生産プラント稼働対応

現在の生産維持に必要な用水量は充足されているが、天候等の異常事態で深刻に不足する場合には、個別のプラントを停止せざるを得ないことがある。

プラント稼働の優先順位としては電解及び合成アンモニアプラントは第一優先であり、原則として停止させることはない。

用水量と生産損益との関係はおおよそ次の通りとなっている。

① 化学工業工場では製品を生産額で１万元生産するために必要とする用水量は900トンである。

② １万トンの新鮮水（地下水、工業用水）が不足すると、生産額で11万元の減産損失となる。

③ １万トンの循環水（再冷水）が不足すると、生産額で1.05万元の減産損失となる。

なお、新しく建設する生産プロジェクトに必要な用水量は１日当り50千トンと予測している。

2. 調査対象工場の概要

太原化学工業地区では、太原化学工業公司が主な企業であるが、太原化学工業地区で今回調査の対象とする工場は、

北部地区

○太原化学工業工場

○太原硫酸工場

○太原燐酸肥料工場

○太原製薬工場

○太原洗剤工場

南部地区

○太原化学肥料工場

○太原化学コークス工場

の計７工場である。

上記、７工場を含む太原化学工業地区主要工場の概況を表Ⅱ－12に示す。

尚、第二次現地調査で、生産能力、出荷額、製造工程、工場敷地面積等も問い合わせたところ、回答は得られなかったが、対象７工場の1989年出荷額については第三次現地調査時に回答を得た。（表Ⅱ－13参照）

将来の拡張計画としては、ここ数年間の重点製品である合成アンモニア、水酸化ナトリウム、炭酸ソーダ、硫酸と基本的有機顔料（ＴＤＩ）の生産量の増加と技術更新が計画されているとのことで、50,000㎥／日の用水需要量の増加は、これらのためとの説明であった。

表II－12　主要工場の概況

項目 / 工場名	従業員数	主な製品
(1) 太原化学肥料工場	6,000	アンモニア、硝酸アンモニア 炭酸ソーダ
(2) 太原化学コークス工場	900	コークス
(3) 太原化学工場	6,000	苛性ソーダ、フェノール 塩化ポリエチレン
(4) 太原硫酸工場	800	硫酸
(5) 太原燐酸肥料工場	2,000	過リン酸石灰
(6) 太原製薬工場	2,500	抗生物質
(7) 太原第二製薬工場	500	医薬製品
(8) 太原コークス工場	1,000	コークス
(9) 太原ボイラ工場	500	蒸気、ボイラー
(10) 太原ガラス瓶工場	400	ガラスビン
(11) 省化学工業研究所	200	科学研究
(12) 化学工業第二建設	2,500	建築、とりつけ
(13) 太原洗剤工場	400	合成洗剤
(14) 西峪炭砿		石炭
(15) 太原変圧器工場	400	電力変圧器
(16) 太原第一発電所	2,000	発電

表II－13　調査対象工場の工業生産額（1989年）

工　場　名	工業生産額（万元／年）
太原化学工業工場	11,209.1
太原化学肥料工場	11,970.3
太原燐酸肥料工場	4,235.6
太原化学コークス工場	1,451.0
太原硫酸工場	903.0
太原洗剤工場	4,000.0
太原第一製薬工場	16,887.0
合　　計	50,656.0

3. 用水の現状と将来の水需給予測

3.1 各水源の水量および水質

太原化学工業地区の用水に関するフローシートは、図Ⅱ－5に記載の通りであり、用水の使用総量は、約12万㎥／日である。

水資源は地下水（井戸水と泉水）約 9.5万㎥／日～10万㎥／日及び都市水道水約2万㎥／日～ 2.5万㎥／日の2種類であり、太原化学工業地区には、表流水及びダム導水はない。

太原化学工業地区は、もともと水源として晋祠の泉水を使っていたが、工業が発展し晋祠の水が少なくなってきたので井戸を沢山堀り、その結果として現在は、この地区の井戸は掘る限度を超えており、国が井戸を掘るのを禁止している。従って、近い将来としては、水資源の増加は期待出来ない状態になっている。

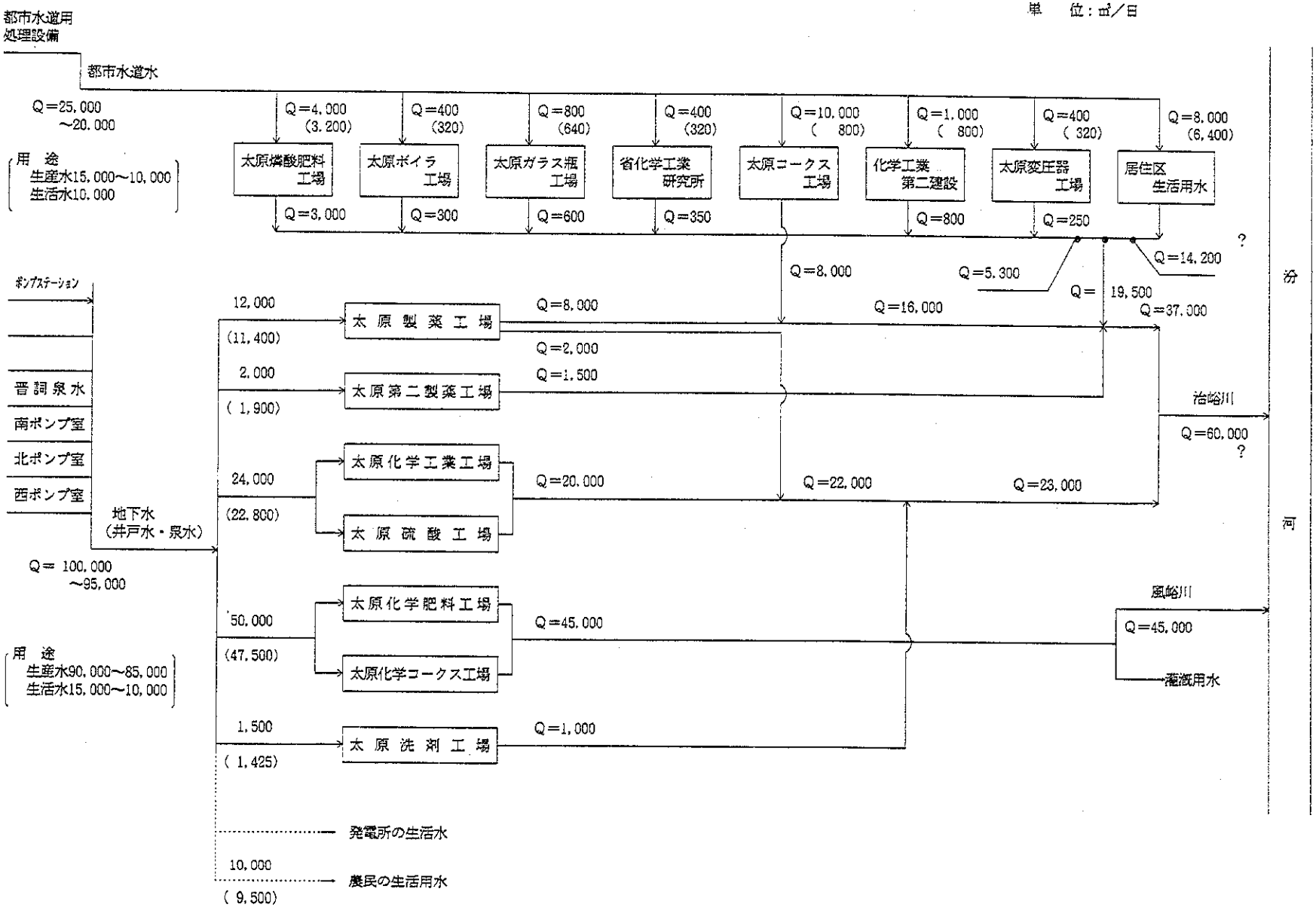
都市水道水も、もとは地下水であり、地下水を生活用水用に処理した水が水道水である。この地下水は、季節の変化に伴う供給量の変化は少なく、水道水も12℃～14℃と温度差が非常に少ない。

地下水の水質は、乾期と雨期との差がなく、安定しているとのことである。なお、地下水の水質は表Ⅱ－14に示す通りであり、工業用水としての水質基準は満足している。

図II－5　用水、排水フローシート

根拠資料：ＪＩＣＡ事前報告書の図２のRev. 1

単　位：㎥／日



表II－14　地下水水質

項　　目		年　平　均
色	(度)	＜　3
濁　度	(度)	＜　5
臭　気	(度)	無
pH		7.5
SS	(mg／ℓ)	＜　3
COD_{cr}	(mg／ℓ)	5
全硬度	(mg／ℓ)	439　(独：15.68)
NH_3 －N	(mg／ℓ)	0.036
NO_2 －N	(mg／ℓ)	——
NO_3 －N	(mg／ℓ)	——
硫化物	(mg／ℓ)	0.17
塩化物	(mg／ℓ)	80
全アルカリ度	(mg／ℓ)	510　(独：18.2)
TDS	(mg／ℓ)	——
カルシウム塩	(mg／ℓ)	58.12
マグネシウム塩	(mg／ℓ)	32.83
遊離CO_2	(mg／ℓ)	13.2
全鉄分	(mg／ℓ)	0.2
マンガン (Mn)	(mg／ℓ)	0.07
弗化物	(mg／ℓ)	0.3
燐化合物	(mg／ℓ)	0.05
フェノール	(mg／ℓ)	——
シアン化合物	(mg／ℓ)	——
砒　素 (As)	(mg／ℓ)	——
水　銀 (Hg)	(mg／ℓ)	——
クロム (Cr)	(mg／ℓ)	——
カドミウム (Cd)	(mg／ℓ)	——
導電率	(μs／cm)	600

3.2　用途別用水の水量及び水質

3.2.1　生活用水

太原化学工業地区の生活用水量は、工場内生活用水と居住区用水を合せ、約20,000～25,000万㎥／日である。

また、水源別には前述の図Ⅱ－5のフローシートに記載の通りであり、次の内訳となる。

(1)　都市水道水より生活用水として使用される水量　：約10,000㎥／日

(2)　地下水より処理後生活用水として使用される水量：約10,000～15,000㎥／日

都市水道水及び地下水の処理後の水質データは入手出来なかったが、都市水道はもともと地下水を生活用水に処理した水であり、生活用水水質で代表される。生活用水の水質は表Ⅱ－15の用途別要求水質基準に記載のとおりである。

3.2.2　工業用水

太原化学工業地区の工業用水量は、約95,000～ 100,000㎥／日である。また水源別には、前述の図Ⅱ－5のフローシートに記載の通り、次の内訳となる。

(1)　都市水道水より工業用水として使用される水量：10,000～15,000㎥／日

(2)　地下水より工業用水として使用される水量　　：85,000～90,000㎥／日

工業用水の水質基準は、地下水の水質項目の大部分で満足できる値である。また、水温は、地下水を使用の場合、12～14℃と季節的変動は少ない。

3.2.3　農業用水

太原化学工業地区での農業用水は、農民が自分で汲み上げた井水を使っており、工場へ供給される都市水道水、地下水の系統とは、別系統となっており、その水量水質は不明である。

表II－15 用途別要求水質基準

水質項目		工業用水	冷却水	純水（ボイラー給水）	プロセス水 原料水	プロセス水 洗浄水	生活用水	飲料水
臭気	（度）		無し	基準なし			異臭無し	
色度	（度）		≦ 15				< 15	
濁度	（度）	< 50	≦ 5				< 3	
温度	（℃）	< 20	≦ 23					
pH		7 ～ 8.5	6.5 ～ 8.5				6.5 ～ 8.5	
導電率	（μS／cm）	160 ～ 400					< 450	
全硬度	（mg／ℓ）	< 350	≦ 400				< 60	
全アルカリ度	（mg／ℓ）	< 250	≦ 250				CCl_4 < 3	
CODcr	（mg／ℓ）	< 20	≦ 20				DDT < 1	
油分	（mg／ℓ）	< 0.1	≦ 0.5		プラント毎に異なり、		< 6	
SS	（mg／ℓ）	< 20	≦ 5		工業用水からプラント毎		NO_3^- < 20	
全カオチン	（mg／ℓ）	< 500			に処理			
鉄（Fe）	（mg／ℓ）	< 0.3	≦ 0.3				< 0.3	
亜鉛（Zn）	（mg／ℓ）	< 0.1	Mn ≦ 0.3				< 1	
SiO_2	（mg／ℓ）	< 20	≦ 50				Pb < 0.1	
Cl^-	（mg／ℓ）	< 80	≦ 100				Mn < 0.1	
Na^-	（mg／ℓ）	15	Aℓ ≦ 1				Cu < 1.0	
燐化合物	（mg／ℓ）	15	総燐 ≦ 0.5				揮発フェノール < 0.002	
TDS	（mg／ℓ）	< 680	< 1000				CN^- < 0.05	
PO_4^{3-}	（mg／ℓ）	5					As < 0.04	
SO_4^{2-}	（mg／ℓ）	120	≦ 200				Hg < 0.01	
Mg^{++}	（mg／ℓ）	40	≦ 50				Cr^{+3} < 0.05	
Ca^{++}	（mg／ℓ）	200	≦ 100					
DO	（mg／ℓ）	6.5	≦ 2				細菌総数 < 100ヶ／ml	
銅（Cu）	（mg／ℓ）	0.01	≦ 0.1				大腸菌数 < 3ヶ／ml	
NH_3－N	（mg／ℓ）	< 20	≦ 10					
NO_2－N	（mg／ℓ）	< 20	BOD ≦ 10					
NO_3－N	（mg／ℓ）	< 20						
シアン（CN）	（mg／ℓ）	0.1						
水銀（Hg）	（mg／ℓ）	0.01						
砒素（As）	（mg／ℓ）	0.1	細菌総数 ≦ 100ヶ／ml					

3.3 調査対象工場の用水の状況

(1) 用水使用量

太原化学工業地区で、今回調査の対象とした7工場に供給される用水の水源は、地下水と都市水道水であり、表流水、ダム導水等の水源はない。

工場別用水の水源構成として、表Ⅱ－16に1988年の実績水量データを示すが、本データで明らかな通り、調査対象の7工場の内、都市水道水を使用しているのは、太原燐酸肥料工場のみであり、他の6工場はいずれも地下水を用水源としている。

尚、表Ⅱ－16には調査対象外の太原第二製薬工場と、太原コークス工場の用水量データを含んでいる。

表Ⅱ－16 工場別用水の水源構成

データは1988年の実績水量を示す。
単位：㎥／日

工場名	生産水と生活水の合計水量	水源別内訳	
		地下水量	都市水道水量
太原化学肥料工場	42,588	42,588	
太原化学工業工場	17,285	17,285	
太原製薬工場	9,975	9,975	
太原第二製薬工場	4,560	4,560	
太原燐酸肥料工場	2,885		2,885
太原硫酸工場	8,824	8,824	
太原化学コークス工場	2,417	2,417	
太原洗剤工場	1,967	1,967	
太原コークス工場	10,000		10,000
地域合計	100,501	87,616	12,885

85,941（但し、第二製薬工場、コークス工場を除く）

次に、調査対象7工場の工場内用水（冷却水、蒸気・純水、プロセス水、生活用水等）の使用状況を表Ⅱ－17に示す。

表 II－17 用 水 使 用 状 況

（単位；m³／日）

	全用水合計			冷却水			蒸気・純 水			プロセス水			生活水
	使用量 *1	回収量	補給量	使用量	回収量	補給量	使用量	回収量	補給量	使用量	回収量	補給量	使用量
燐酸肥料工場	15,030	11,497	3,023	9,890	9,480	410	1,440	432	1,008	3,190	1,585	1,605	510
製 薬 ・ 工 場	30,838	19,414	10,608	23,466	18,448	5,018	3,220	966	2,254	3,336		3,336	816
化学工業工場	71,636	54,351	15,013	62,384	50,098	12,286				6,980	4,253	2,727	2,272
硫 酸 工 場	42,422	32,340	9,754	36,862	31,102	5,760	4,128	1,238	2,890	1,104		1,104	328
洗 剤 工 場	11,287	9,320	1,822	10,092	9,100	992				1,050	220	830	145
化学肥料工場	652,848	605,328	45,520	639,888	602,040	37,848	10,960	3,288	7,672				2,000
化学コークス工場	13,169	10,752	2,304	13,056	10,752	2,304							113
合 計	837,230	743,002	88,044	795,638	731,020	64,618	19,748	5,924	13,824	15,660	6,058	9,602	6,184

*1 全用水使用量＝全用水（回収＋補給）＋生活水使用量

(2) 再利用水

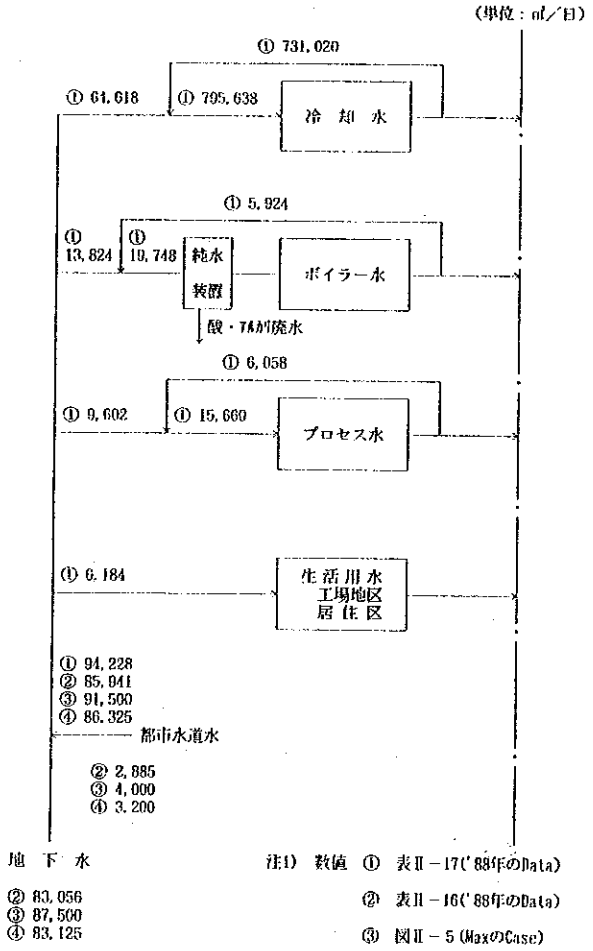
調査対象７工場の用水の用途別バランスを図Ⅱ－６に示すが、図から明らかな通り、冷却水、スチーム凝縮水、プロセス水とも一部は回収再利用が行なわれている。

用途別回収率をまとめると次のとおりである。

- ○冷却水　　92%
- ○ボイラー水　　30%
- ○プロセス水　　39%

上記回収率より明らかな通り、純水・蒸気（ボイラー水）の回収率が30%と低い値を示しているが、太原地区では、現在蒸気は太原燐酸肥料工場を除き、各工場とも発電所より供給を受けており、発電所と工場間の距離が長いため、これ以上回収するメリットがないとのことであった。

図Ⅱ－６　調査対象７工場の用途別用水バランス



3.4　将来の水需給予測

3.4.1　将来のプラント新増設計画と用水需要量

太原化学工業地区は、1950年代にソ連の援助で建設された大型化学工業コンビナートの一つであり、建設後一部の技術と設備が改造されたものの、大部分の製品の技術、設備等は古く、コストが高く、公害がひどい現状となっている。

そのため、太原化学工業地区としては、国民経済の発展に合わせて、これからの十数年間は、技術と設備の大幅な改良、増設が必要で、それによって現状を改善するとともに、年間生産高を倍増させる目標を実現する計画である。

当計画の達成のために必要な用水需要増加量は、表Ⅱ－18に記載の通り、今回対象とする７つの工場で約40,000㎥／日、その他の工場等で10,000㎥／日の合計50,000㎥／日と予測される。

尚、この50,000㎥／日の水量は、主に循環冷却水の補充に当てられ、新鮮水や、ボイラー用水や、プロセス用水などのその他の用水は、現在の水量でまかなえるようにする計画である。

表Ⅱ－18　太原化学工業地区の将来の用水需要増加量の内訳

（単位：㎥／日）

工場名	用水需要増加量の内訳										
	用水需要増加量合計 ①+②+③+④	冷却水			蒸気・純水			プロセス水			生活用水
		使用量	循環量	補給量①	使用量	回収量(30%)	補給量②	使用量	回収量	補給量③	使用量④
太原化学肥料工場	17,080	175,920	163,200	12,720	4,800	1,440	3,360				1,000
太原化学工業工場	5,826	64,500	59,400	5,100				126	0	126	600
太原化学コークス工場	2,900	31,680	28,800	2,880							20
太原硫酸工場	3,748	27,880	25,000	2,880	408	122	286	432	0	432	150
太原燐酸肥料工場	4,784	82,280	80,600	1,680	310	93	217	2,440	0	2,440	447
太原製薬工場	3,505	17,280	15,360	1,920	1,050	315	735	3,670	3,020	650	200
太原洗剤工場	2,360	13,300	12,000	1,300				1,200	300	900	160
対象工場合計	40,203	412,840	384,360	28,480	6,568	1,970	4,598	7,868	3,320	4,548	2,577

3.4.2　将来の水資源開発余地の有無

現在、太原化学工業地区では、既に井戸を掘る限度は越えており、国は新規の井戸掘りを禁止している。このため、水資源開発の余地はない。

即ち、太原市では、新しい用水源を開発する計画が未だにないので、近い将来に於いては、太原市内及び化学工業地区で使用される工業用水と生活用水は、使用量の節約と、排水の資源化（再利用）に頼るしか方法がない状態である。

尚、遠い将来的には、山西省では、黄河水を山西省に導く計画があるが、かなりの投資が必要なため、山西省内の工業が一定の段階まで発展しない限り、実現するのは不可能とのことであった。

3.4.3　廃水の再利用計画

太原化学工業地区では、前項にて記述の通り、水資源開発の余地がないため、将来のプラント新増設計画の実現のためには、省エネ、水節約及び廃水を資源化することにより、新鮮水を増やさずに用水需要量増加に対処することが必要となっている。

一方、現在太原化学工業地区で行っている廃水の再利用策としては、冷却水の循環利用の他に、スチーム凝縮水の一部回収・循環利用、廃水のカスケード使用、プラント内循環等の単純再利用を行っているが、スチーム凝縮水の回収率は約30％と低く、また廃水の単純再利用の採用割合も未だ少ない状態にある。

将来のプラント新増設計画の達成のためには、50,000㎥／日の用水需要増加量が見込まれることにより、廃水の再利用を図り、50,000㎥／日の廃水を冷却水の補給水とすべく、処理・再利用することが必要である。

4. 廃・排水の状況

4.1 廃水の排出状況

4.1.1 現状把握手順

太原化学工業地区の廃・排水の状況を調査した手順を以下に示す。

(1) 系統図の作成

本調査対象地域は、北部・南部両地区に各々、南堰排水処理場・羅城排水処理場を設置する予定である。各工場から両排水処理場迄の系路により地域を二分割した。この二分割により、各々に所属する工場と排水処理場は次のとおりである。

北部地区

コークス工場
金属等工場
燐酸肥料工場
ガラス瓶等工場
義井生活地区
第一製薬工場
第二製薬工場
化工供給市場
化学工業工場
硫酸工場
洗剤工場
} →南堰排水処理場（建設中）

南部地区

化学コークス工場
化学肥料工場
} →羅城排水処理場（建設予定）

これらの各工場から排水処理場への系統図を作成し、廃・排水分析箇所を確定した。（図Ⅱ－7参照）

(2) 分析箇所の名称統一

確定した分析箇所には、統一した名称・記号を次のように付けた。

1) 北部及び南部地区を区分けのため、N・Sを用いた。

2) 工場名の略語に次の記号を用いた。

燐酸肥料工場	L ℓ
第一製薬工場	L y
化学工業工場	L h
硫酸工場	
洗剤工場	L d
化学コークス工場	L j
化学肥料工場	L f

3) 工場外の名称にはWを用いた。

以上のように区分けした箇所の名称及び記号の表を付属－1にまとめた。

(3) 廃・排水分析

決定した廃・排水箇所の分析は、簡易分析・詳細分析・日間変動分析の3段階に分け実施した。

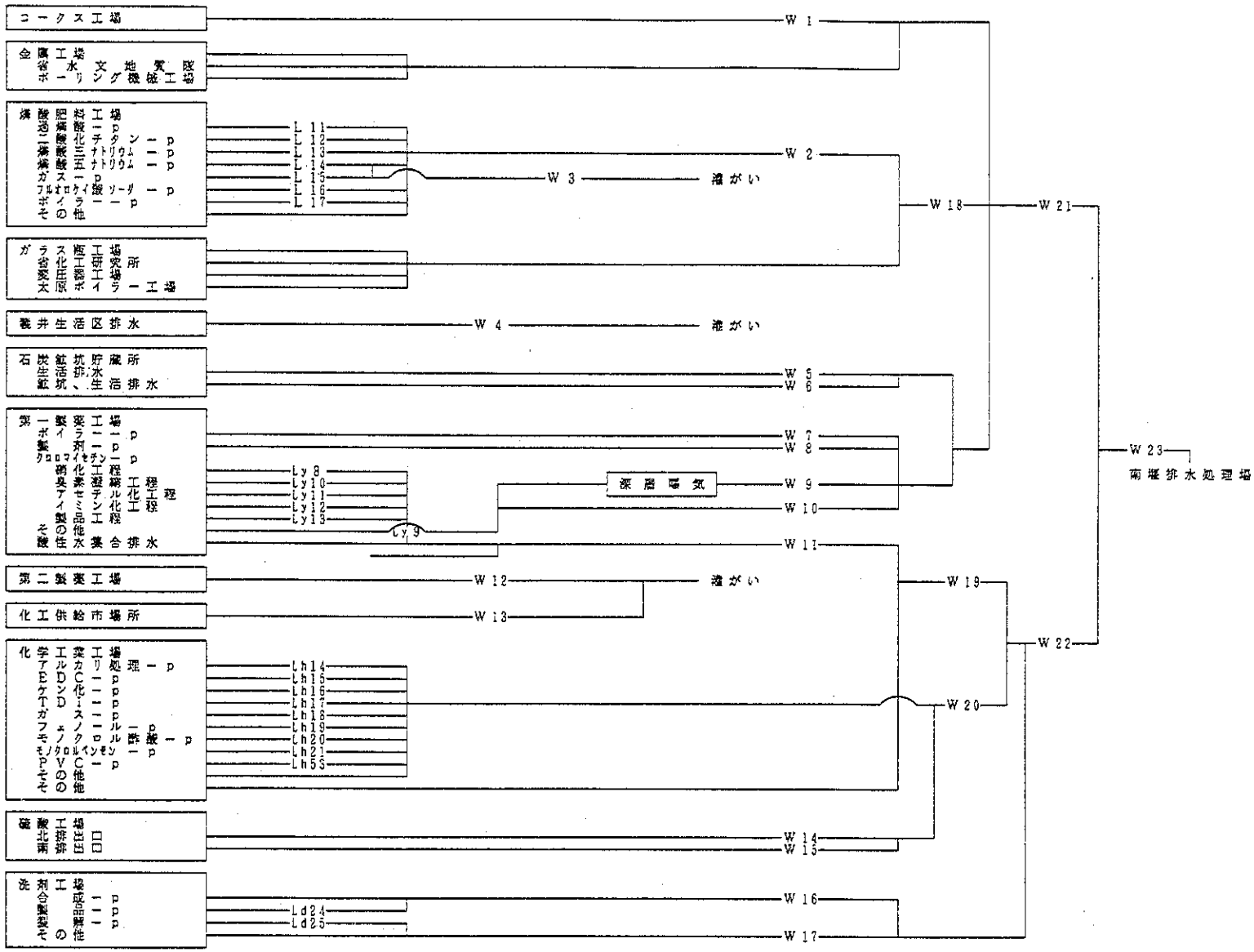
この3段階に分けた目的は次のとおりである。

○簡 易 分 析 …… 地域全体の現状を確認する。
（分析：8項目）

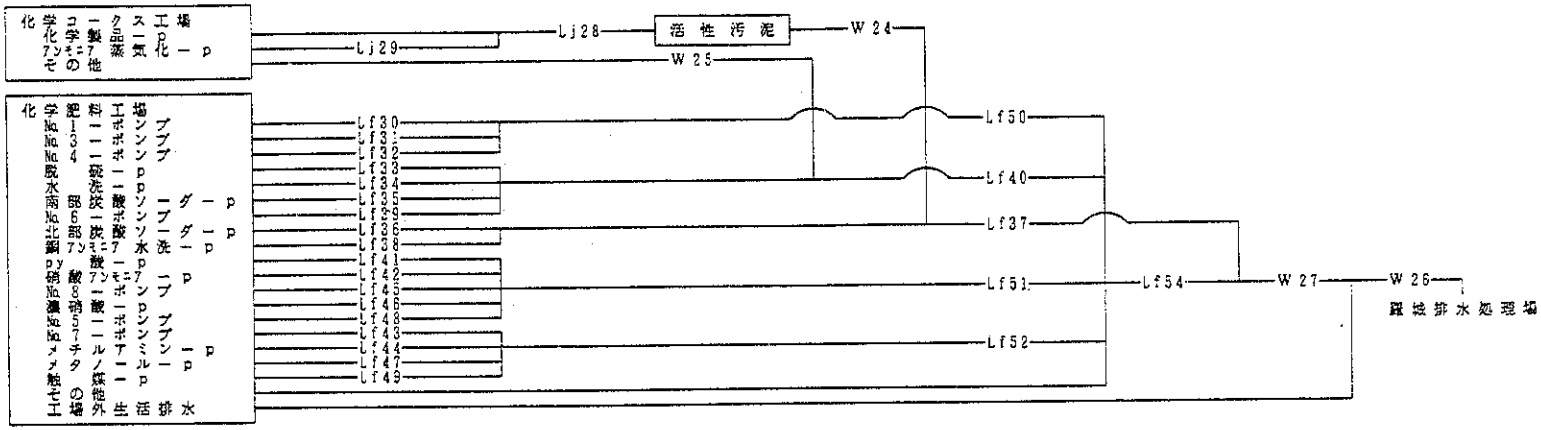
○詳 細 分 析 …… 簡易分析結果により、①排水処理場流入前に処置が必要（前処理）と想定される箇所、②再利用が容易と想定される箇所
を選定し、分析を実施。（分析：34項目）

○日間変動分析 …… 排水の集合点における水質変動を確認するために実施。尚、南部地区は、NH_3-N が多いので、集合点以外に2ヶ所追加。（分析：6－8項目）

図II－7(1) 北部地区排水系統図



図II－7(2) 南部地区排水系統図



4.1.2　廃水の水質

太原化学工業地区の第２次現地調査により測定・分析したデータを巻末の表「太原化学工業地区廃水水量・水質一覧表」に示す。

(1)　工場別廃水の水質

1)　悪質廃水

調査対象工場である燐酸肥料工場、洗剤工場、第一製薬工場、化学工業工場、硫酸工場、化学肥料工場、化学コークス工場の廃水はＳＳ分、油分、ＣＯＤ等の数値が高く、前処理を要する悪質廃水が多い。特に第一製薬工場、化学工業工場、化学肥料工場に於いて著しい。

例として第一製薬工場のＬｙｍ、化学工業工場のＬｈ15、化学肥料工場のＬｆ44等が挙げられる。

2)　良質廃水

調査対象工場の廃水中には導電率、ＳＳ分、油分、ＣＯＤ等の値が低く、比較的容易に回収利用できる可能性のある良質廃水が見出せる。

例として、硫酸工場のW15、化学コークス工場のW25、化学肥料工場のＬｆ39等が挙げられる。

(2) 工場排水口以降の排水の水質

太原化学工業地区で第２次現地調査で得られた水質分析データは付属－２に示した。

北部地区、南部地区の工場総排水口としてW23、W26があり、ここに各々総合排水処理場が設けられる。

第２次現地調査で聴取した総合排水処理場（南堰・羅城）への流入水受入れ基準とW23、W26の排水分析値は次のとおりである。

表Ⅱ－19　総合排水処理場流入水質受入基準

		総合排水処理場流入水質基準	南堰排水処理場入口現状分析結果（'89. Dec.）W23	羅城排水処理場入口現状分析結果（'89. Dec.）W26
pH		6.5－9	2.0－6.0	8.8－9.1
SS	mg／L	220	227	206
BOD	mg／L	210		
COD-Cr	mg／L	420	550 *1	261 *1
硫化物	mg／L		1,452	268
揮発フェノール	mg／L		11	1.1
石油類	mg／L	15	20	5
CN	mg／L		<0.1	0.1
色度	deg.		44	10
水温	℃		22	29
総リン	mg／L			
ホルムアルデヒド	mg／L			
ニトロベンゼン類	mg／L			
アニリン類	mg／L			
塩化ベンゼン	mg／L			
ベンゼン系物	mg／L			
F	mg／L		56	<1.0
TDS	mg／L		3,930	3,481
NH_3－N	mg／L		33.2	851
Cℓ	mg／L		1,827	1,657
Hg	mg／L		0.0051	0.0005
As	mg／L		0.02	0.02
Pb	mg／L		<1.0	0.47
Cr（Ⅵ）	mg／L		<0.25	<0.25
Cd	mg／L		<0.1	<0.1
Cr（Ⅲ）	mg／L			
Cu	mg／L			
Ni	mg／L			
Zn	mg／L			

*1　分析値は硫酸塩としての値で参考値である。

北部地区の工場総排水口（W23）で南堰排水処理場の流入水水質基準（設計値）との比較をすると、PH調整が必要であり、SS、Cl、Hg、CODcr がオーバーしている。Cl、Hgはプラントでの発生源対策を要す。又、PH、SS、CODcr についても処理が必要である。

南部地区の工場総排水口（W26）で羅城排水処理場の流入水水質基準（化学肥料工場の現状排水値）との比較をすると、Cl、NH_3-N 、CODcr がオーバーしている。Cl、NH_3-N は、プラントでの発生源対策を要す。又、CODcr についても処理が必要である。

4.1.3 廃・排水データ

(1) 廃水の水量バランス

工場内排水口50ヶ所の内、殆どのものは、連続的に排出しているが、太原燐酸肥料工場の弗化硅酸ソーダプラント（Lℓ 6）及び太原製薬工場のクロラムフェニコールプラント（Ly 8 、Ly10、Ly11、Ly12、Ly13）の 6 ヶ所は、間欠的に排出されていた。また運転状況による変動、季節変動については、特にデータとして取得しておらず、不明である。

そこで、今回の調査で実測した水量及び太原化学工業公司側より提供されたデータを基に地域全体の水量バランスを作成し、今後の検討材料とすることとした。

(2) 廃・排水データ

本調査では、4.1.1項“現状把握手順”で述べた第2次現地調査の測定・分析により得られたデータ、及び第2次・第3次現地調査等で中国側より提供された資料を基礎データとする。これらのデータから以後の検討に使用するとき、以下の前提によりまとめた値を使用することとした。

1) 各箇所の水質は原則として第2次現地調査時の測定・分析結果を採用する。（簡易分析・詳細分析を実施した箇所は、その平均値を採用）但し、第3次現地調査時に中国側より修正のあった箇所については、その提示値を採用する。

2) 水量は、測定・分析値及び中国側より提供された資料をベースに作成した水量バランス値（m^3／日）を使用。

3) 今回分析出来なかった項目は中国側提示値を参考とする。

4) 前処理・回収等の検討の際、負荷量（水量×水質）を算出する場合、排出源

（上流）とその下流との値が合わないとき、下流より上流へ水量見合で、比例配分した値を参考値とする。

以上の前提から、以後使用する水量・水質データを表Ⅱ－20にまとめた。

表II－20(1) 廃水水質一覧表

-北部地区-

ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ﾎﾟｲﾝﾄ	記号	FLOW m3/D	pH	CONDUCT'W. μs/cm	TEMPS. ℃	SOLID mg/L	COD-Mn mg/L	COD-Cr mg/L	EXTR.OIL mg/L	T O C mg/L	その他 mg/L	mg/L
太原ｺｰｸｽ工場	W01	7500	8.5	400	28	9	55		7	16		
太原金属工場		90										
省水文地質隊		300										
太原採鉱機械工場		50										
太原燐酸肥料工場												
過燐酸-p	L11	12	0.3	68100	30	2300	33		26	1100		
二酸化ﾁﾀﾝ-p	L12	1460	1.6	5800	26	380	100		2	5		
燐酸三ﾅﾄﾘｳﾑ-p	L13	168	9.7	4000	31	1900	7		3	69		
燐酸五ﾅﾄﾘｳﾑ-p	L14	144	7.0	100	27	15	1		0	3		
	L14++		4.0-5.5	4000		300		80	3			
ｶﾞｽ-p	L15	120	7.4	100	38	16	8		1	6		
ﾌﾙｵﾛｹｲ酸ｿｰﾀﾞ-p	L16	144	0.1	67300	36	3200	28		3	37		
ﾎﾞｲﾗｰ-p	L17	48	6.8	2100	37	190	16		1	3		
その他		504										
燐酸肥料工場-北	W02**	2432	0.9	18463	25	3171	44	226	16	14		
燐酸肥料工場-南	W03	168	2.4	2400	22	2400	7		8	4		
太原ｶﾞﾗｽ瓶工場		626										
省化工研究所		352										
太原変圧器工場		250										
太原ﾎﾞｲﾗｰ工場		322										
燐肥・変圧器 ・ｶﾞﾗｽ工場合流	W18	3982	1.3	20200	22	530	76		13	26		
義井生活区排水	W04**	9610	7.8	100	16	55	30	90	8	22		
太原石炭鉱坑貯蔵所												
生活排水	W05	940	8.8	100	11	1420	58		17	34		
鉱坑、生活排水	W06	860	8.6	600	14	260	40		1	5		
太原第一製薬工場												
ﾎﾞｲﾗｰ-p	W07	750	8.1	300	31	1200	3		15	2		
製剤-p	W08	280	8.0	300	20	4	2		1	4		
	W08++				24							
ｸﾛﾛﾏｲｾﾁﾝ-p												
ｺﾄﾛ化工程	Ly8	4.8	12.1	31900	32		4200		1300	5750		
臭素凝縮工程	Ly10	1.2	0.1	67300	8	770	60000		41700	61600		
ｱｾﾁﾙ化工程	Ly11	3.6	3.8	2700	5	12	840		75	2460		
ｲﾐﾝ化工程	Ly12-1	3.3	6.9	52600	6	2600	2700		2200	1630		
	Ly12-2	3.3	0.9	67400	3	780	18000		8000	50400		
製品工程	Ly13	0.7										
Ly8-13合流	Ly9	16.9	5.8	1700	23							
その他												
深井戸出口	W09	3500	7.2	1200	23	49	100		39	80		
中性水出口	W10**	3000	4	1544	27	105	269	1215	108	421		
酸性水集合排水	W11**	820	0.3	45867	18	1340	20043	114904	1279	23099		
呉家保北	W21**	21252	2.4	1595	17	291	147	313	15	61		
第二製薬工場	W12**	2920	7.7	325	20	12	8	31	4	5		
	W12++				21							
化工供給販売所	W13	1420	8.1	100	19	13	8		2	33		
	W13++		2.3-13			2306		869				
太原化学工業工場												
ｱﾙｶﾘ処理-P	Lh14**	480	12.2	46400	65	7267	1217	2390	18	553		
EDC-P	Lh15**	14	8.9	233	38	4	17667	28100	1287	7157		
ｹﾝ化-P	Lh16**	24	12.9	67067	84	1733	133333	438000	1460	150667		
TDI-P	Lh17	480	6.4	5400	27	360	170		13	31		
ｶﾞｽ-P	Lh18**	480	9.4	394	26	293	50	32	2	93		
	Lh18++				29							
ﾌｪﾉｰﾙ-P	Lh19	240	8.0	200	36	28	420		63	209		
ﾓﾉｸﾛﾛ酢酸-P	Lh20	144	7.1	200	25	13	8		2	50	ﾓﾉｸﾛ酢酸 411	酢酸 731
	Lh20++		6.5-7.1			47		502				
ﾓﾉｸﾛﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ-P	Lh21	144	8.2	200	28	66	9		3	5	ｸﾛﾛﾍﾞﾝｾﾞﾝ 34	ﾍﾞﾝｾﾞﾝ 47
	Lh21++		6.8-8.2			109		302				
PVC-P	Lh53	720	0.4	67700	34	18	49		3	80	水銀 0.099	
	Lh53++											
その他		13834										
その他		50										
太原硫酸工場												
北排出口	W14**	3000	1.6	6977	31	116	94	161	2	18	水銀 0.048	
	W14++											
南排出口	W15	1440	6.3	400	19	2	16		2	0		
農場北出口	W19	870	6.8	1000	19	13	79		58	152		
化学工業工場総排出口	W20	21000	7.2	6700	29	2000	73		11	76		
太原洗剤工場												
合成-P		118										
製品-P	Ld24	362	10.8	3600	29	4800	120		490	134		
洗剤工場西出口	W16**	500	10.8	1067	18	1179	100	416	205	81		
分解-P	Ld25	200	7.6	100	26	37	19		82	19		
その他												
洗剤工場東出口	W17	310	8.0	100	16	5	5		16	6		
呉家保南	W22**	22600	1.5	11346	27	280	118	461	22	116		
北部地区総排出口	W23**	43932	2	4905	22	277	157	550	20	118		

** 簡易・詳細分析の平均値
++ 第三次現地調査により入手したデータ

表 II －20(2)　廃水水質一覧表

-南部地区-

ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ﾎﾟｲﾝﾄ	記号	FLOW m3/D	pH	CONDUCT' μs/cm	W.TEMPS. °C	SOLID mg/L	COD-Mn mg/L	COD-Cr mg/L	EXTR.OIL mg/L	T O C mg/L	NH3-N mg/L	Cl mg/L
太原化学ｺｰｸｽ工場												
化学製品-P	Lj28	600	9.1	11400	42	34	1100		95	445		
ｱﾝﾓﾆｱ蒸気化-P	Lj29	240	8.9	16500	69	17	130		30	447		
化学ｺｰｸｽ工場外	W24	600	8.2	6500	18	51	220		6	54	600	
その他	W25**	2000	8.4	167	31	6	4	33	2	18		
	W25++				33							
太原化学肥料工場												
NO.1-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf30	2880	6.1	1200	27	120	26		4	4		
NO.3-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf31	3360	8.5	700	24	7	4		1	2		
	Lf31++				47							
NO.4-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf32	1560	8.6	100	21	10	4		2	3		
	Lf32++				37							
NO.23 排水ﾗｲﾝ	Lf50**	7800	9.4	408	32	90	13	43	4	3	33	
脱硫-P	Lf33	210	9.5	19500	33	39	1100		2	610		
水洗-P	Lf34	480	8.4	100	21	7	7		2	21		
	Lf34++				28							
南部炭酸ｿｰﾀﾞ-P	Lf35	210	9.0	3500	28	12	4		3	3		
NO.6-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf39**	4800	8.4	400	16	8	3	10	2	2		
NO.1 道路	Lf40	7700	8.7	500	20	51	44		6	14		
北部炭酸ｿｰﾀﾞ-P	Lf36	3840	8.9	66500	38	220	7		7	9	2593	7500
	Lf36++					5500		831				
銅ｱﾝﾓﾆｱ水洗-P	Lf38	360	9.6	30000	20	15	8		9	79	5333	
	Lf38++				40-45							
Lf36,Lf38,W24合流	Lf37**	4800	9.1	24501	43	58	35	421	8	13	2600	6000
硝酸-P	Lf41	1680	0.7	66800	13	130	120		94	5		
硝酸ｱﾝﾓﾆｱ-P	Lf42	360	10.7	4600	20	180	23		7	0	3000	
NO.8-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf45**	2400	10.2	533	23	203	6	37	3	9	40	
	Lf45++		8.2-8.7	500	26	203		37	3			
濃硝酸-P	Lf46	720	1.5	18600	22	200	20		30	5		
NO.5-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf48	7640	8.5	100	12	21	15		13	3	78	
	Lf48++				26							
NO.2 道路	Lf51**	12800	10.7	4233	24	143	13	60	14	4	92	
NO.7-ﾎﾟﾝﾌﾟ	Lf43	2400	8.6	3700	19	19	8		5	5		
	Lf43++				42							
ﾒﾁﾙｱﾐﾝ-P	Lf44**	196	11.5	700	53	850	498	958	25	649	9893	
ﾒﾀﾉｰﾙ-P	Lf47	24	7.3	200	30	1700	48000		2950	40100		
触媒-P	Lf49	480	10.7	1000	32	500	7		5	45		
NO.3 道路	Lf52**	3100	10.9	1467	29	216	417	1031	6	474	625	
その他		4800										
工場第三入口	Lf54**	36200	9.6	902	31	183	57	125	11	37	112	70
工場外排出口	W27	41000	8.7	2600	34	170	95		8	41	403	764
工場外生活排水		4000										70
南部地区総排出口	W26**	45000	9.1	5692	29	206	35	212	5	19	367	280

** 簡易・詳細分析の平均値
++ 第三次現地調査により入手したデータ
ＮＨ３－Ｎ，Ｃｌ値は中国側提示値

4.2　廃・排水処理施設

4.2.1　工場内廃・排水処理施設

(1)　設備概要、フローシート

第一製薬工場には、深層曝気方式廃水処理設備、化学コークス工場には、活性汚泥処理設備が設置されている。

各々の処理施設の設備概要については、図Ⅱ－8及び図－9に示す。

'85年から活性汚泥処理設備、又、深層曝気方式廃水処理設備は'88年から稼動している。

中国側からは、下記のように運転している旨の説明があった。

① 工場での生産が不安定の為、汚泥の発生量が少ない。

② 活性汚泥処理設備は処理能力の1／2で運転している。（除去率70%）

③ 重金属については、5項目（クロム、カドミウム、ヒ素、水銀、鉛）についてプラント排出口で規制しているて。

上記のように、運転は成り行き見合であるが、例えば、深層曝気槽についていえば、水の循環がほとんどされておらず、空気を入れている上部のみが、曝気されるだけで、底部の汚泥に気泡が付着して浮上する本来的な設備機能が十分に発揮できていないように見られた。これが汚泥の発生量が少ない原因とも推定される。

図II－8　第一製薬工場　深層曝気方式廃水処理設備

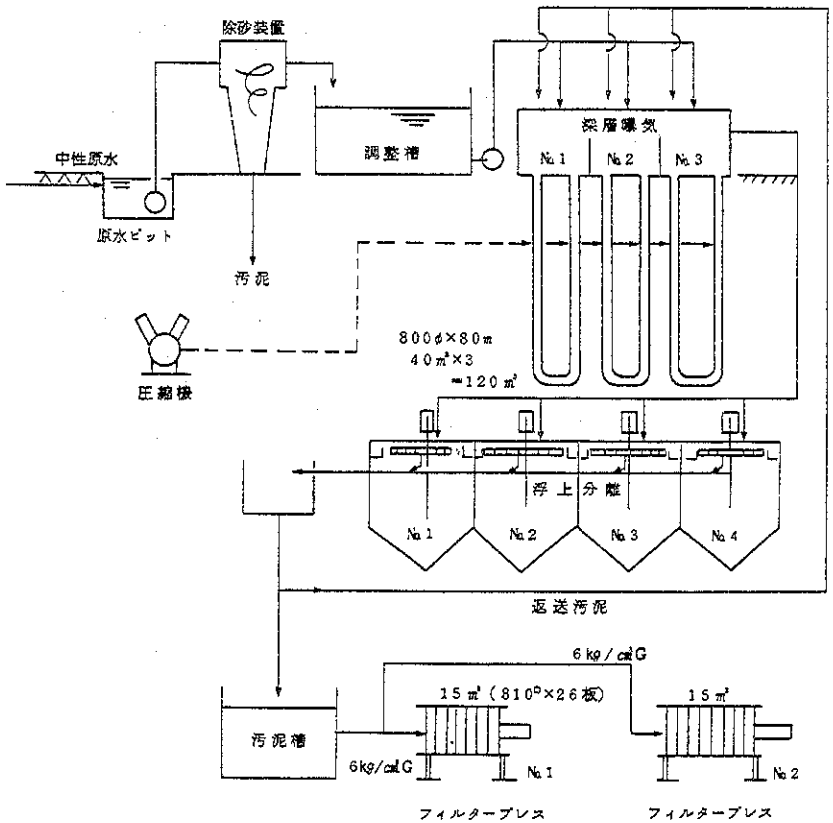
1. 処理能力

1) 処理水量　3,000～4,000㎥／日

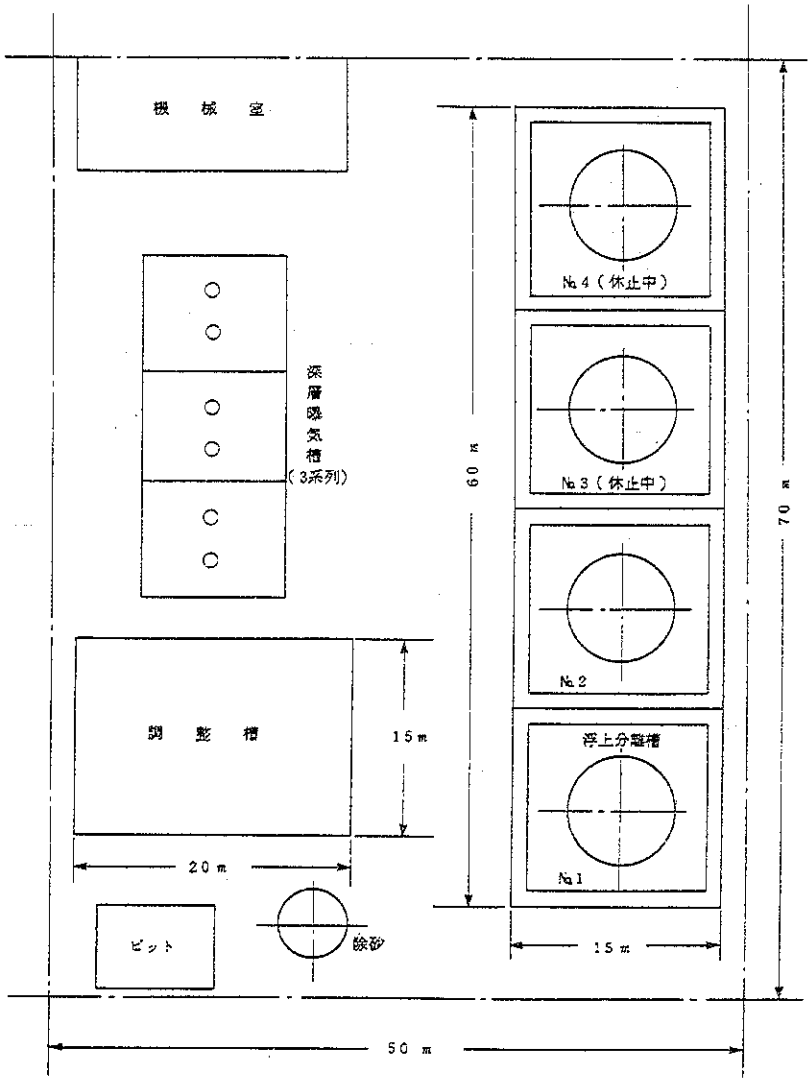
2) 水　質　原　水　CODcr　2,000mg／ℓ

処理水　CODcr　500mg／ℓ（除去率75%）

2. フローシート



3. 配置図（50m×70m＝3,500㎡）



図Ⅱ－9　化学コークス工場　活性汚泥処理設備

1. 処理能力

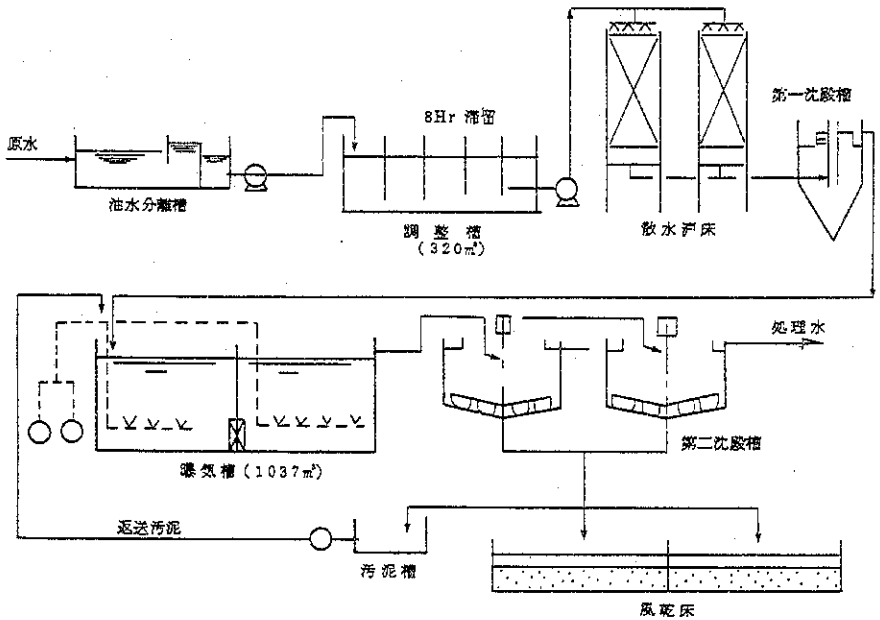
1) 処理水量　40㎥／Hr×24Hr／日＝ 960㎥／日

（現状運転　25㎥／Hr×24Hr／日＝ 600㎥／日）

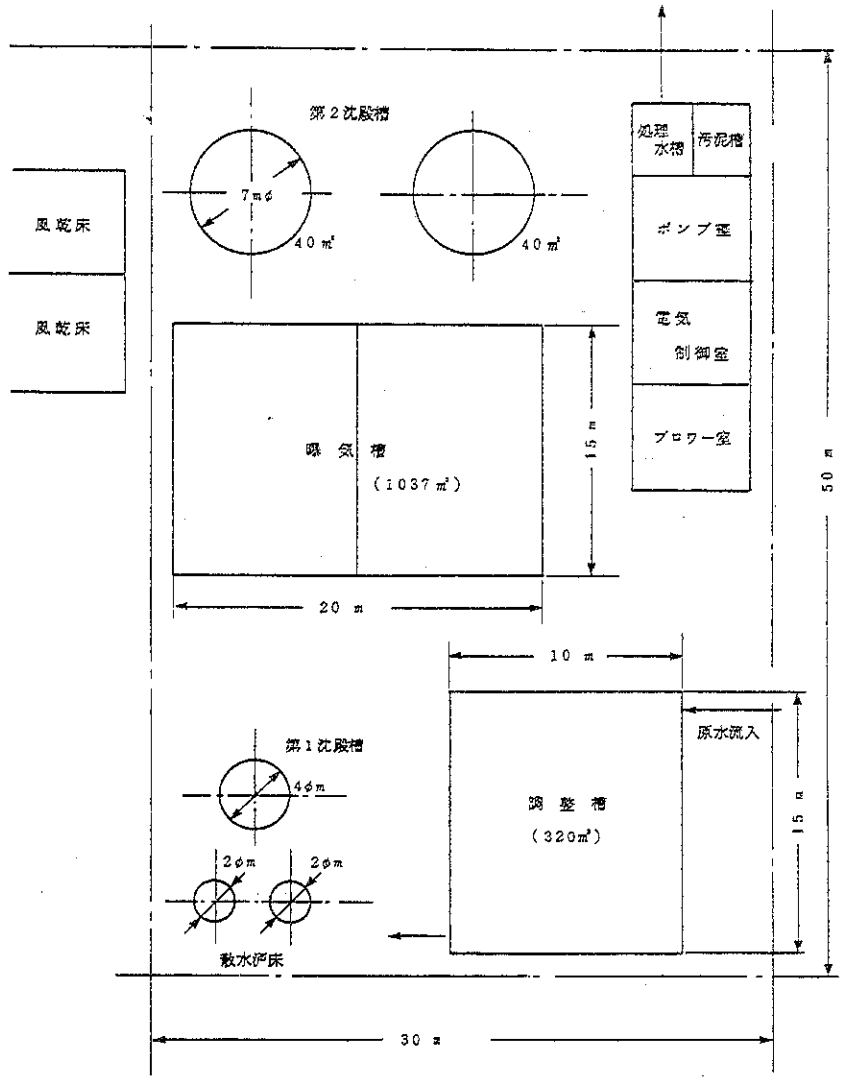
2) 水　質

	CODcr	フェノール	NH_3-N
原　水	2,000mg／ℓ	200mg／ℓ	
処理水	500mg／ℓ （75%除去）	1 mg／ℓ	1,000mg／ℓ
工場排水基準	＜ 200mg／ℓ	＜ 0.5mg／ℓ	＜ 100mg／ℓ

2. フローシート



3. 配置図



説明では1000㎡と称したが実際では1500㎡（30m×50m）程度有り

(2) 維持管理状況

運転要員は、活性汚泥処理設備が39人、３交替勤務である。深層曝気方式廃水処理設備は運転要員数不明、年１回９月ないしは10月に定期修理を実施するが、それ以外の補修、修理は故障が発生した時の修理のみである。

(3) 汚泥の状況

1) 汚泥処理システム

深層曝気方式廃水処理設備は、浮上分離槽でのスカム形成が不十分であり、又、活性汚泥処理設備も沈澱槽での汚泥の発生が不十分な為、大量には汚泥が発生しない。

現状、乾燥汚泥にして、山にもっていって埋立処理している。環境問題から、今後は不許可になる見通しである。

2) 資源回収システム

現在、実施していない。

(4) 廃・排水処理に係わる費用

太原化学コークス工場の廃水処理設備（活性汚泥装置）の維持運転費用は次の通りであるが、減価償却費・金利等の個別データは提示されなかった。

1) 設備投資額　156万元

2) 処理能力　40㎥／H（実際処理水量　20㎥／H）

年間実際処理水量　20㎥／H　＊ 8,000H／Y＝ 160千㎥／年

3) 運転要員　39人

4) 運転費用（単位：万元／年）

① 薬剤費	2.0
② 労務費	5.2
③ 修繕費	7.0
④ 用水・電気・蒸気	8.3
⑤ その他	3.0
合計	25.5

排水トン当り処理コスト　1.6元

4.2.2　総合排水処理施設

現在、太原化学工業地区には総合排水処理場は設置されていない。

建設中のものとして、北部地区に南堰排水処理場があり、1990年完成予定である。

以下、計画及び予定値を示す。

(1)　設備概要、フローシート

南堰排水処理場処理能力は60,000㎥／日でその設備概要を図Ⅱ－10、図Ⅱ－11に示す。

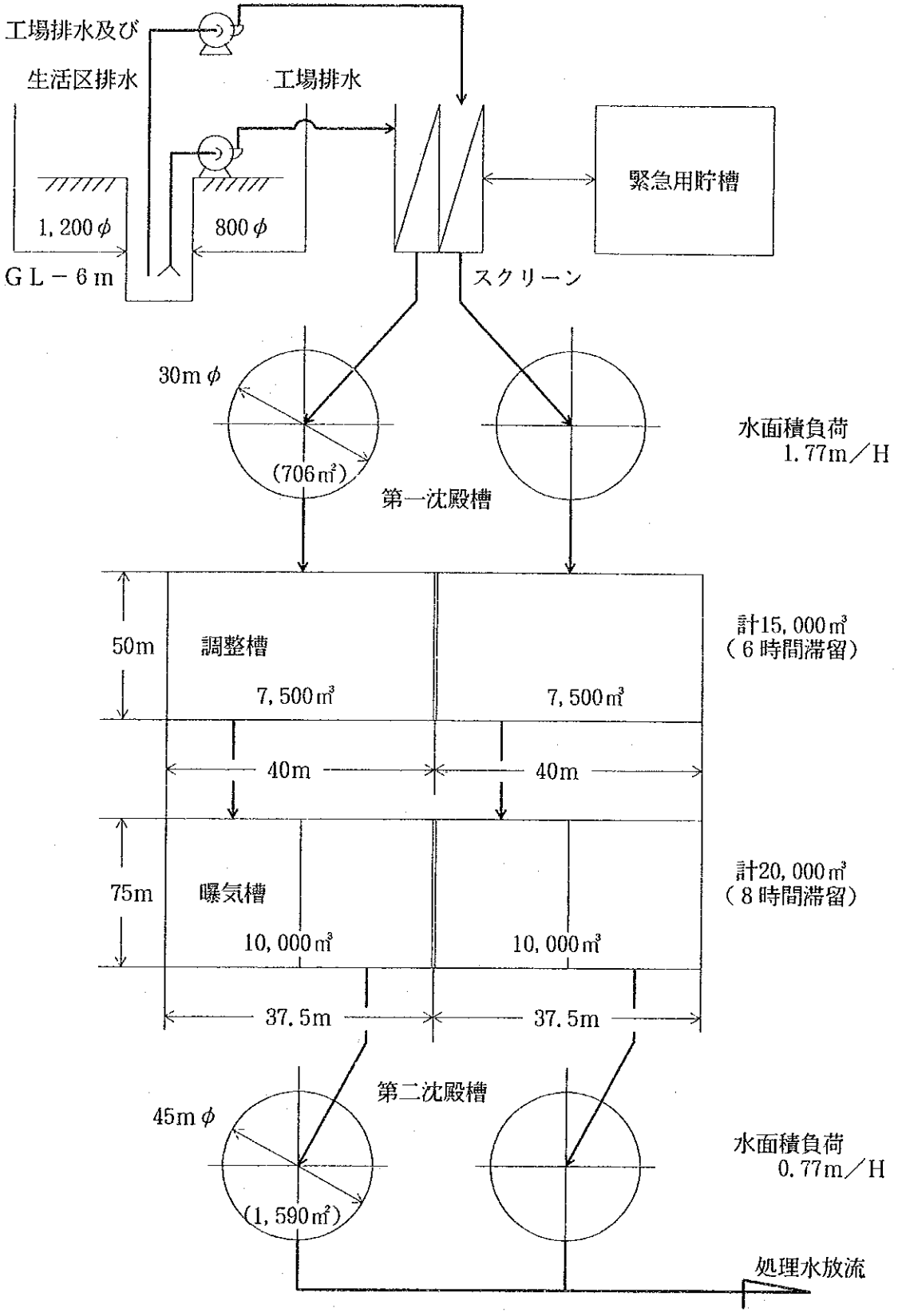
又、設計院の決めた流入水、流出水の水質基準値を表Ⅱ－21に示す。

表Ⅱ－21　流入水及び流出水の水質基準

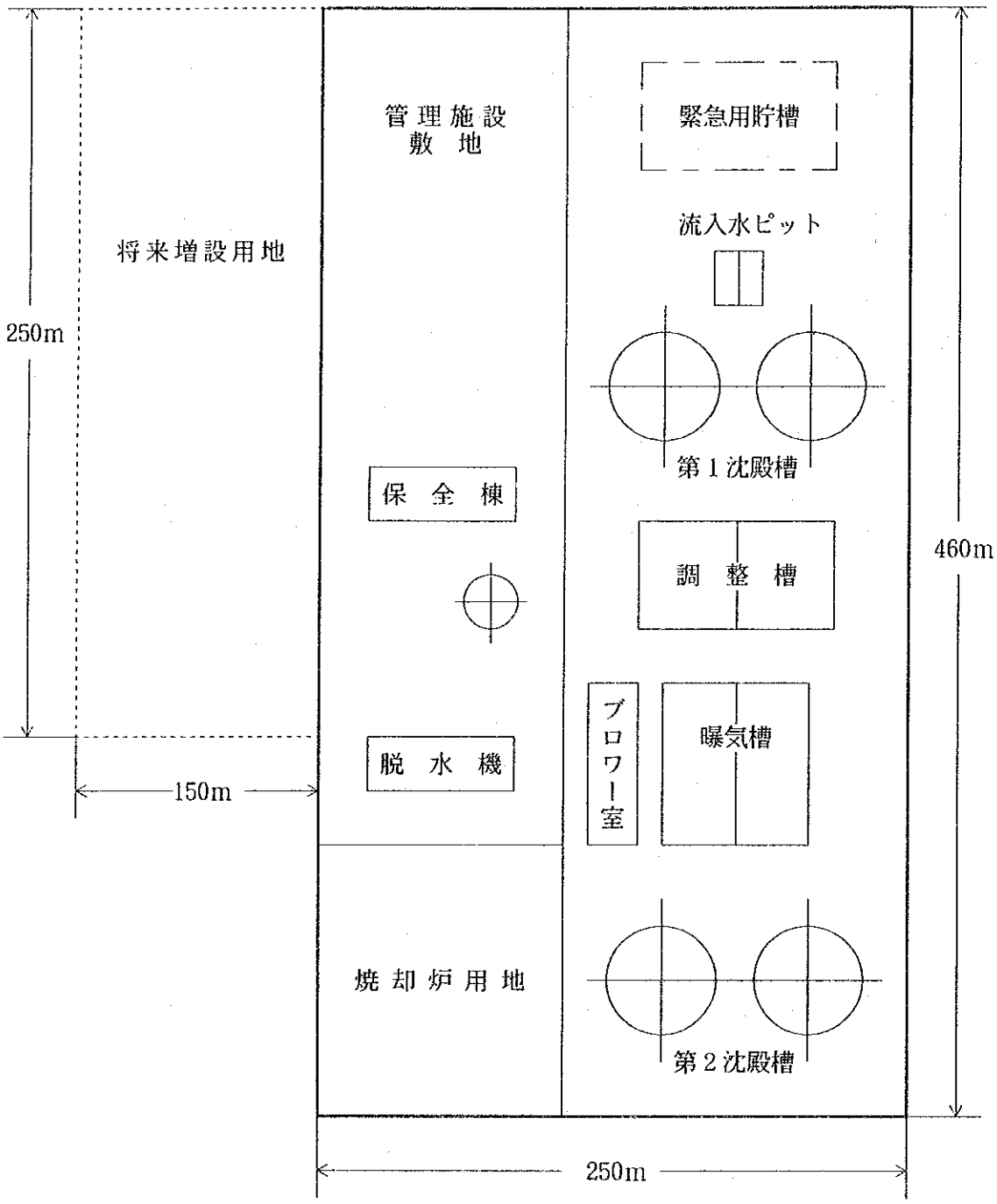
項　目	流入水水質基準	流出水水質基準
PH	6.5～ 9.0	6.5～ 9.0
CODcr　(mg／ℓ)	420	100
BOD　(mg／ℓ)	210	40
SS　(mg／ℓ)	220	60
油分　(mg／ℓ)	15	10以下
その他の物質		国の排出基準に合わせる

（第２次現地調査時入手）

図Ⅱ－10　南堰排水処理場処理フロー



図Ⅱ－11　南堰排水処理場配置図



(2) 維持管理状況

南堰排水処理場の運転要員として 252人を予定している。

内訳としては、

オペレーター	103人
修理要員	62人（電気、計器）
分析	17人
管理者	18人
サービス業務	26人
その他	26人
計	252人

(3) 汚泥の状況

1) 汚泥処理システム

沈殿槽にて分離した活性汚泥は含水ケーキ（水分75～80%）として99T／日生成し、汚泥焼却される予定である。

(4) 排水処理場の維持管理費

排水処理場の維持運転費用に関しては、現在建設中の南堰排水処理場と計画中の羅城排水処理場の計画値について提示を求めたが、第二次調査期間中にはデータの提示が得られなかった。但し、第三次現地調査では南堰排水処理場について、以下のとおり計画データが開示された。

① 用役費 ; 290万元／年

② 薬剤費 ; 51

③ 労務費 ; 40

④ 大修理費 ; 200

⑤ 減価償却費 ; 200

⑥ 汚泥処理費 ; 200

合計 ; 981万元／年

4.2.3　廃・排水処理施設の建設費

(1)　工場内廃・排水処理施設

太原化学工業地区の各工場別に設置された既存の排水処理設備のうち、一応排水処理場の形態を有するのは

①　第一製薬工場廃水処理場

②　化学コークス工場廃水処理場

の２ヶ所であり、この２ヶ所における建設当時に要した建設費を調査した。表Ⅱ－22にその概要を示す。

表Ⅱ－22　太原化学工場地区工場別廃水処理場建設費

廃水処理場	建設時期	設　備　概　要	建　設　費
第一製薬工場廃水処理場	1988年	処理能力：3,000㎥／日 沈砂池 ― 調整槽 深層曝気槽 ― 沈殿槽 濃縮槽 ― 汚泥脱水機	総額：約 500万元 内訳： 機器費：総額の30% 現地工事費：総額の15% 土建工事費：総額の55%
化学コークス工場廃水処理場	1985年	処理能力：1,000㎥／日 油分離 ― 調整槽 ― 一次沈殿 標準活性汚泥槽 ― 沈殿槽 汚泥脱水機 ― 汚泥乾燥	総額：約 200万元 内訳： 概略同上

(2)　総合排水処理施設

太原化学工業地区における総合排水処理場としては現在建設中の南堰排水処理場と今後建設が予定されている羅城排水処理場とがあるが羅城排水処理場は現在具体的な計画値が定まってないため不明であり、南堰排水処理場のデータを表Ⅱ－23に示す。

表Ⅱ－23　南堰排水処理場建設費

設　備　概　要	建設時期	建　設　費
処理能力：60,000㎥／日 受入ピット ― スクリーン ― 第一沈殿池 調　整　槽 ― 標準曝気槽 ― 第二沈殿池 汚泥濃縮 ― 汚泥脱水機	建設中 (1990年 完成予定)	総額：約 5,000万元 内訳： (1)処理場内設備費 4,200万元 機　器　費：全体の40% 現地工事費（除土建） ：全体の10% 土建工事費：全体の50% (2)ＢＬ外排水管工事： 500万元 (3)ＢＬ外電力配線工事： 300万元

上記の通りであるが、機材類は全て中国国内にて調達されている。

(3)　一方、本地区を中心に、中国の現状の排水処理技術について、排水処理装置の主要構成機器（又は装置）毎に中国国内で設計・製作が可能と思われるものと、まだ外国から導入が必要になると思われるものについても調査したのでその結果を表Ⅱ－24に示す。

表Ⅱ－24　太原地区における国内排水処理技術の採用の可能性

主要機器又は装置名	使用実績の有無		国内採用	備　考
	(太原地区)	(他地区も含む)	可・否	
1．活性汚泥装置				○印　有又は可
(1)　標準活性汚泥	○	○	○	×印　無又は否
(2)　深層曝気	○	○	○	△印　一応有又は可であるが実績は非常に少なく、技術的にも導入が望ましいもの
(3)　高速曝気	×	○	○	
2．接触酸化装置				
(1)　浸漬ろ床	×	○	○	
(2)　回転円板	×	○	○	
3．沈殿装置				
(1)　自然沈降（円型、角型）	○	○	○	
(2)　凝集沈殿装置	○	○	○	
4．浮上分離装置				
(1)　自然浮上（ＡＰＩ、傾斜板）	○	○	○	
(2)　加圧浮上	×	○	○	
5．ろ過装置				
(1)　砂ろ過	○	○	○	
(2)　限外ろ過膜	×	△	△	排水処理以外の実績では有
6．脱水装置				
(1)　遠心分離機	×	○	○	
(2)　フィルタープレス	○	○	○	
(3)　ベルトプレス	×	○	○	
(4)　ドラムフィルター	×	○	○	
7．汚泥焼却装置				
(1)　固定床	×	○	○	
(2)　多段炉	×	○	○	排水処理における実績に少ない

主要機器又は装置名	使用実績の有無		国内採用	備　考
	(太原地区)	(他地区も含む)	可・否	
(3) 流動層	×	○	○	排水処理における実績は少ない
(4) ロータリーキルン	×	○	○	同　上
8．逆浸透膜装置	×	×	×	排水処理では実績無 海水淡水化で小規模のものは有
9．活性炭吸着装置				
(1) 吸着装置	×	○	○	
(2) 再生装置	×	△	△	
10. 廃液酸化装置 （湿式酸化、 液中燃焼）	×	△	△	小型のものは実績有
11. 蒸発・固化装置	×	○	○	
12. 脱窒装置				
(1) 生物処理法	×	△	△	実績は非常に少ない
(2) ｱﾝﾓﾆｱｽﾄﾘｯﾋﾟﾝｸﾞ	×	△	△	

概略は以上の通りであるが△印は中国側も確信を持っていない模様であり、実質的には×印に近い印象である。

一方、その他の機材類については一応ほとんどの物が中国国内での入手が可能であるが、次の品目は基本的に輸入品が主体とならざるをえない。

① 計器類

② 遠心分離機、焼却装置、特殊ポンプ等特殊機械類

③ ＳＵＳ材・ＳＵＳ製品一般

(4) さらに、排水処理装置の価格面の調査として汎用機器、主要材料、主要工事費についても調査したのでその結果を表Ⅱ－25に示す。

表II－25　太原地区排水処理設備価格例

業種区分	機種又は設備項目	代表例仕様概要	価　格
1.一般機器	(1)ポンプ		
	1)渦巻ポンプ	形式	
	(a)汎用渦巻ポンプ	12SH-9A（1,000㎥/H、FC）	4,000元／台（モーター無）
	(b)水中汚水ポンプ	6PWL　（360㎥/H、FC）	3,600元／台（モーター無）
	(c)スラリーポンプ	4PL-250（150㎥/H、FC）	1,800元／台（モーター無）
	2)軸流ポンプ	28ZLB-70(3,000㎥/H、FC)	5,000元／台（モーター無）
	3)往復動薬注ポンプ	3J-60/16（60ℓ/min、FC）	24,000元／台（モーター付）
	(2)ブロワー		
	1)ターボブロワー	150N㎥/min× 1.7KG、FC	90,000元／台（モーター付）
	2)ルーツブロワー	60N㎥/min× 0.5KG、FC	50,000元／台（モーター付）
	(3)空気圧縮機	6N㎥/min× 8KG、CS	38,000元／台（モーター付）
	(4)モーター	16KW汎用型	7,500元／台
	(5)槽　類		
		炭素鋼貯槽、常圧タンク	4,000元／t
		炭素鋼圧力容器	5,000元／t
		塩化ビニル容器	炭素鋼の2倍
		ＦＲＰ容器	炭素鋼の3倍
	(6)スチームボイラー	2t/H×10KG	80,000元／台
	(7)冷却塔	100t/H　△t＝6～8℃	15,000元／台
2.主要材料費	(1)板　材		
	1)炭素鋼材	板厚　0.2m/m～60m/m	2,300元／t
	2)ＳＵＳ材	板厚　4m/m～60m/m	26,000元／t
	(2)管　材		
	1)炭素鋼管	口径　6m/mφ～600m/mφ	2,500元／t
	2)ＳＵＳ管	同　上	30,000元／t
	3)ＰＶＣ管	口径　6m/mφ～400m/mφ	8,000～10,000元／t
	(3)弁　類		
	1)止　弁		
	(a)炭素鋼弁	2B	100元／個
		16B	9,600元／個
	(b)ＳＵＳ弁	2B	1,200元／個

業種区分	機種又は設備項目	代表例仕様概要	価　格
3.主要工事費	(1)据付工事（人工費）		1,000～1,300元／t 30～50元／1工数 （1工数＝1人8時間）
	(2)配管工事（人工費）		30～50元／1工数
	(3)鉄骨工事費（人工費）		40～60元／1工数
4.土建関連	(1)コンクリート槽（人工・材料共）		200～250元／m³容量
	(2)建　物		
	1)計器室	レンガ（内装、照明、含）	1,000元／m²床
	2)機械室	レンガ（内装、照明、無）	400元／m²床

5. 関連分野の政策・法律等

5.1 工業開発関連

5.1.1 工業開発に関する助成措置

現在、太原化学工業地区における新規工業開発案件に対して政府及び太原市は特別な助成措置は行なっていないが、経済発展の為の政策として次のものを強力に推進している。

① 今までは、かなり重工業に偏っていたがこれを合理的に調整し、重工業、軽工業、農業の３つがバランス良く発展するように取り進める。

② 新しくプラントを建設したり、改造したり、拡張する場合には環境保護の規定を厳格に守る必要があり、必ず、生産設備と環境保護設備は同時設計、同時施工、同時使用とする『三同時』を要求される。

③ 太原市の環境汚染は、かなりひどい状態で且つ、水資源も不足しているので新設のプラント、工場は環境汚染が少なく、節水型のものに限定される。

5.1.2 工業開発に関する制約条件

主たるエネルギー源である石炭は豊富に供給されているが、石炭使用による大気汚染が非常に深刻となっていること及び水資源が極端に不足しているので、太原化学工業地区を更に発展させていく為には、何らかの大気汚染対策及び用水の必要量確保は使用量の節約・削減、排水の再生利用等で捻出することが不可欠となっている。

5.2 用水関連

5.2.1 用水使用に関する制約条件

水資源（地下水及び地表水）は国家が所有しており、国は工業用水、農業用水、生活用水に対し厳しく管理・節約することを義務付けるとともに、地下水に対しては水源の枯渇、地盤沈下の防止を図るために合理的な汲み上げを指導・監督している。

水質汚濁の防止に対しては、汚水の排出基準、地面水環境基準を設定するとともに賦課金制度、基準超過に対する罰金制度等を実施している。

太原化学工業地区における用水使用に関する制約状況は次の通りとなっている。

① 各企業は節水と計画的使用を義務付けられており、地下水（新鮮水）の汲み上げ量増加は不許可となっている。

② 水を管理する部門は各ユニット毎に用水量の使用制限を厳格に指示し、実績が計画水量より超過した場合には、約２倍の超過料金を徴収する。

5.2.2 用水料金体系と超過料金

新鮮水の使用料金は約 0.5元／T程度であるが、使用量が規定値を超過した場合には約２倍の超過料金が徴収される。

尚、現状で太原化学工業地区の用水超過料金は、燐酸肥料工場で発生しておりその金額は年間１万～２万元／年である。

5.3 廃・排水関連

5.3.1 環境保護対策に関する助成措置

企業が環境保護を実行するための国の指針及び助成措置は次のようなものである。

① 現有の旧式設備を改造し、その廃・排水を環境基準に満足させる場合には、国より所要資金の全額に対し補助が与えられる。

② 新設備を設置する場合には、廃・排水の基準が守れるように環境設備を設置することが義務付けられる。

③ プラントを建設したり、改造する場合には、『三同時』と提唱されるように設計・施工・使用の３段階において、全て環境基準を守るよう取り進めなければならないとされている。

太原化学工業地区における廃・排水関連の政策等は次の通りである。

① 各企業は排水量と水質については厳しくチェックされており、いずれも基準を超過していれば罰金を徴収される。現在、廃・排水の環境基準は国家標準を適用しているが、太原市独自の規制についてその基準を検討中である。

② 基準超過の状態で放流している工場に対しては改善勧告が出されるが、その猶予期間内に改善されなかった場合には罰金は非常に高いものになる。重大な汚染事故を発生させた場合には、責任者（企業及び個人）の行政責任と法律責任が追求され罰せられる。なお、太原化学工業公司は行政当局から改善勧告を受けてお

り、現在、南堰排水処理場を建設中である。

5.3.2 適用される排出基準

太原化学工業地区は現在、表Ⅱ－26に記載の基準を適用されている。

表Ⅱ－26 各種水質基準

項　　目	農業用水標準	工業排水標準
PH	6.5－8.5	6－9
SS	—	80
CODcr	—	100
BOD_5	—	60
揮発フェノール	1.0	0.5
CN	0.5	0.5
F	1.5	10
TDS	1,500	—
NH_3-N	—	40
石油類	1.0	10
Cl	250	—
Hg	0.001	0.05
As	0.1	0.5
Pb	0.05	1.0
Cr^{+6}	0.05	0.5
Cd	0.005	0.1

5.3.3　基準超過の場合の罰則（罰金等）

排水規制の基準内の場合には、排水放流量１トン当り0.05元（５分）の料金であるが、基準超過の場合には次の罰金を支払う必要がある。

① 10倍以下の超過 …… １トン当り 0.1元（１角）

② 10倍以上の超過 …… １トン当り 0.2元（２角）

尚、太原化学工業地区に於ける対象７工場の排水超過料金の実績は表Ⅱ－27のとおりである。

表Ⅱ－27　排水超過料金実績

（単位；万元／年）

工　　場	1987年	1988年	1989年
化学工業工場	127.9	163.7	182.8
化学肥料工場	25.3	37.4	30.8
燐酸肥料工場	6.1	18.9	21.2
化学コークス工場	116.3	94.8	103.5
硫酸工場	16.2	18.6	22.5
洗剤工場	5.0	4.5	4.2
第１製薬工場	37.0	55.0	44.0
合　　計	333.8	392.9	409.0

第Ⅲ編　廃水処理、再生利用に関する技術・システム及び前提

第Ⅲ編　廃水処理、再生利用に関する技術・システム及び前提

1.　廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討

1.1　廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討方法

本調査に関する全体的及び概略の調査・解析・検討要素の相関を第Ⅰ編　図Ⅰ－1に示している。このうちの中核要素となる廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討については、以下の諸要素が密接な相関を有し、総合的な取進めが必要となる。

① 用水削減方策

② 良質廃水の簡易処理による回収対策

③ 悪質廃水の前処理対策

④ 集合排水処理の現状又は計画と各種対策後の変化予測

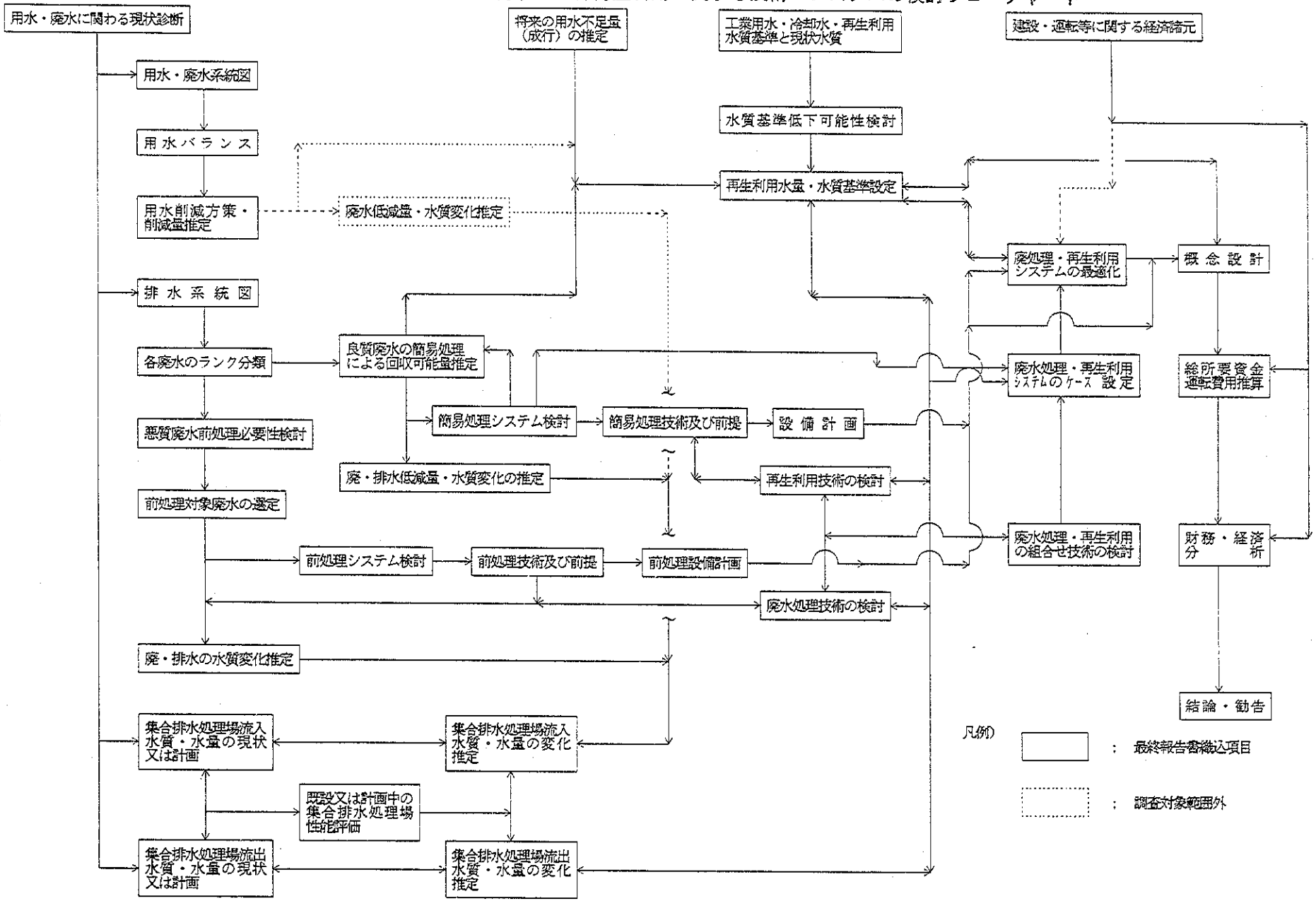
⑤ 集合排水処理場の流出水を対象とする再生利用システムの検討

⑥ 各種のケーススタディと最適化

⑦ 上記項目に関する技術・経済的評価

これら諸要素及びそのうちの主要検討項目、検討取進め方法をまとめて図Ⅲ－1に示す。

図Ⅲ－1　廃水処理、再生利用に関する技術・システムの検討フローチャート



2. 対象地域の用水・廃水系統図

2.1 工場別用水・廃水系統の現状

2.1.1 工場別用水・廃水バランス

図Ⅲ－2、図Ⅲ－3に北部地区及び南部地区の工場別用水・廃水系統図を示す。

本図より、工場別に用水・廃水バランスをとると、表Ⅲ－1のとおりとなる。

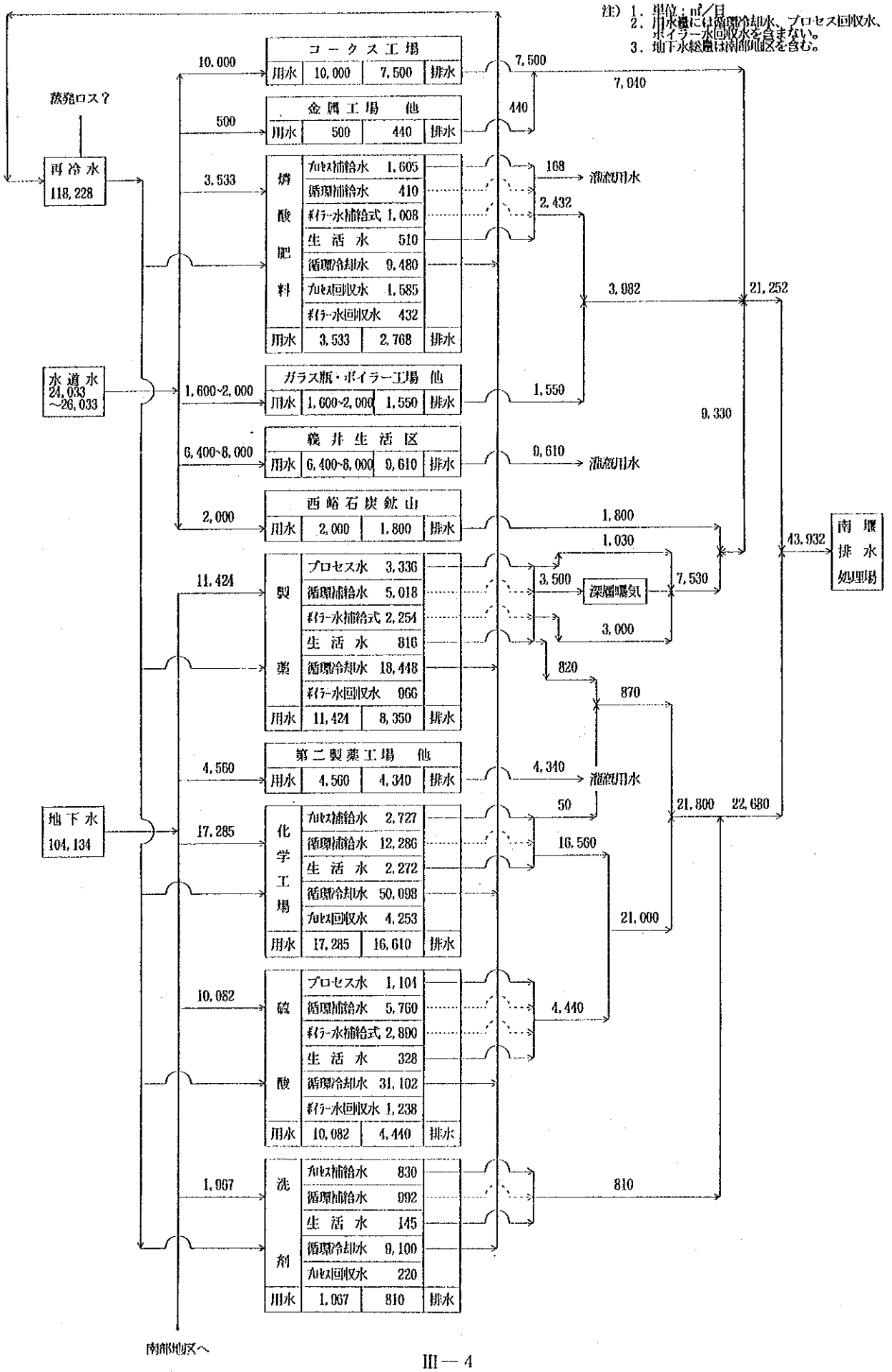
表Ⅲ－1 工場別用水・廃水バランス

工場	用水量 (㎥／日)	廃水量 (㎥／日)	処理予定廃水量 (㎥／日)	廃水／用水 (%)	処理廃水／用水 (%)
1. コークス	(水) 10,000	7,500	7,500	75	75
2. 金属その他	(水) 500	440	440	88	88
3. 燐酸肥料	(水) 3,533	2,600	2,600	73.6	73.6
4. ｶﾞﾗｽ 瓶・ﾎﾞｲﾗｰ 他	(水) 1,600～ 2,000	1,550	1,550	96.9～ 77.5	96.9～77.5
5. 西峪石炭鉱山	(水) 2,000	1,800	1,800	90	90
6. 製薬	(地) 11,424	8,350	8,350	73.1	73.1
7. 第二製薬他	(地) 4,560	4,340	4,340	95.2	95.2
8. 化学工業	(地) 17,285	16,610	16,610	96.1	96.1
9. 硫酸	(地) 10,082	4,440	4,440	44.0	44.0
10. 洗剤	(地) 1,967	810	810	41.2	41.2
11. 化学コークス	(地) 2,896	2,600	2,600	89.8	89.8
12. 化学肥料	(地) 47,520	38,400	38,400	80.8	80.8
計	113,367～113,767	89,440	89,440	78.9～78.6	78.9～78.6
13. 義井生活区	(水) 6,400～ 8,000	9,610	9,610	150.2 ～120.1	150.2 ～120.1
14. 工場外生活区	(地) 4,000	4,000	4,000	100	100
15. 発電所生活水	(地) 1,200	1,200	0	100	0
16. 農民生活水	(地) 3,200	3,200	0	100	0
合計	(水) 24,033～ 26,033 (地) 104,134 (計) 128,167～130,167	107,450	103,050	83.8～ 82.5	80.4～79.2

注）1. (水); 水道水、(地); 地下水、(計); 用水合計

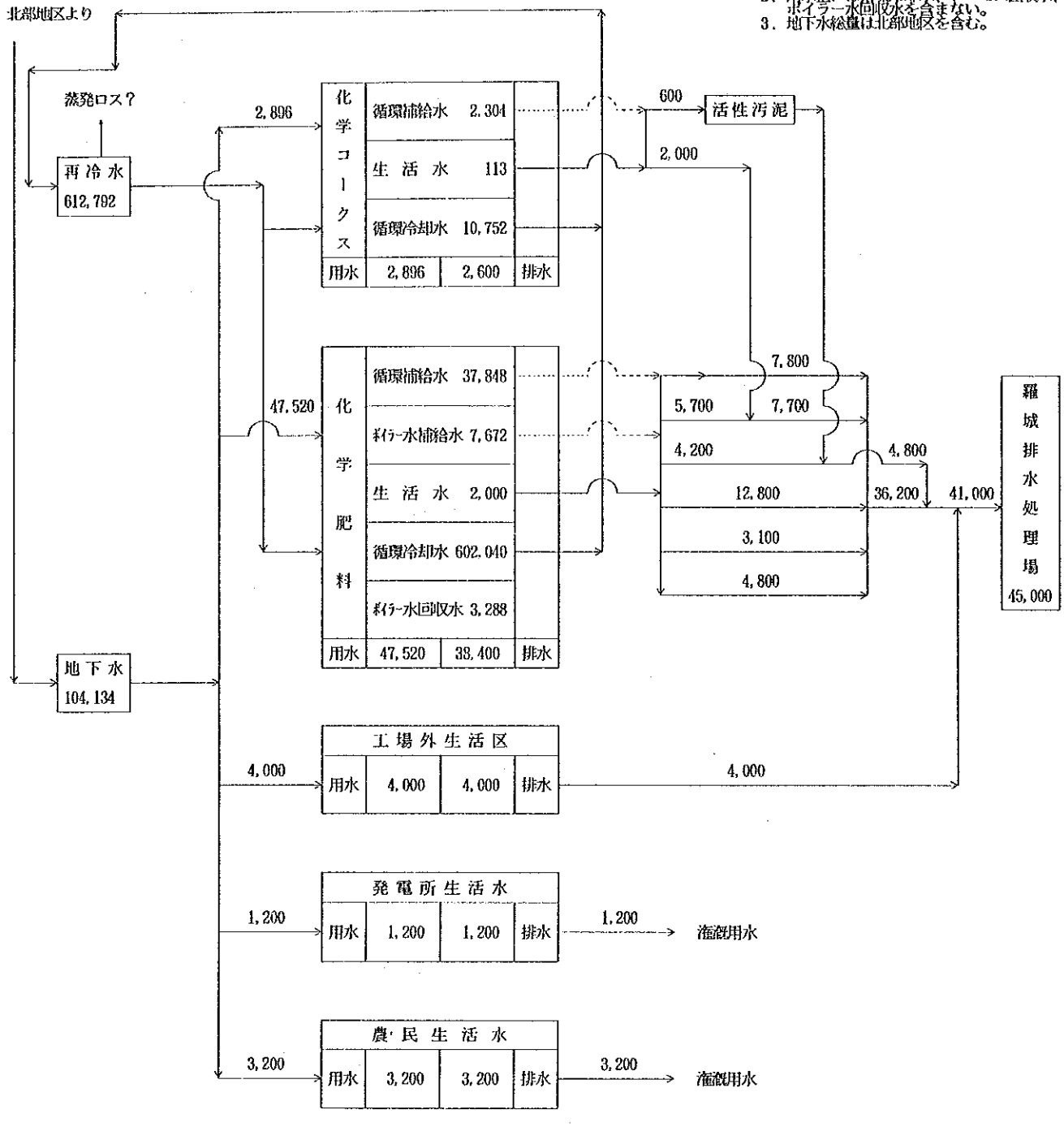
2. 用水量には循環冷却水、プロセス回収水、ボイラー水回収水を含まない。

図Ⅲ－2　太原化学工業北部地区、工場別用水・廃水系統図



図Ⅲ－3　太原化学工業南部地区、工場別用水・廃水系統図

注）1．単位：㎥／日
2．用水量には循環冷却水、プロセス回収水、ボイラー水回収水を含まない。
3．地下水総量は北部地区を含む。



図Ⅲ－2、図Ⅲ－3及び表Ⅲ－1より以下のことが判明する。

(1) 太原化学工業地区全体の用水量に対し、廃水量及び処理予定廃水量の比率は各々約83%、約80%に達している。

(2) 全量廃水処理予定の硫酸工場（44.0%）、洗剤工場（41.2%）および製薬工場（73.1%）等の廃水量／用水量の比率が低くなっているが、廃水量の把握が不十分であると思われる。

2.1.2 工場別プロセス水・ボイラー水・冷却水バランス

プロセス水、ボイラー水（スチーム凝縮水）及び冷却水の回収を一部行っている。内訳が明かな各工場のバランスは表Ⅲ－2のとおりである。

表Ⅲ－2 工場別各用水バランス

単位；㎥／日

工場	プロセス水		ボイラー水		冷却水	
	使用量	回収量（%）	使用量	回収量（%）	使用量	回収量（%）
1. 燐酸肥料	3,190	1,585(49.7)	1,440	432(30.0)	9,890	9,480(95.9)
2. 製薬	3,336	0(0)	3,220	966(30.0)	23,466	18,448(78.6)
3. 化学工場	6,980	4,253(60.9)	0	0(-)	62,384	50,098(80.3)
4. 硫酸	1,104	0(0)	4,128	1,238(30.0)	36,862	31,102(84.4)
5. 洗剤	1,050	220(21.0)	0	0(-)	10,092	9,100(90.2)
6. 化学コークス	0	0(-)	0	0(-)	13,056	10,752(82.4)
7. 化学肥料	0	0(-)	10,960	3,288(30.0)	639,888	602,040(94.1)
計	15,660	6,058(38.7)	19,748	5,924(30.0)	795,638	731,020(91.9)

表Ⅲ－2より以下のことが判明する。

(1) プロセス水の回収率（38.7%）は良好であるが、特定工場に偏っており他の工場でも検討の余地がある。

(2) ボイラー水（スチーム凝縮水）の回収率（30%）には、改善余地がある。

(3) 冷却水については回収率（91.9%）が低く95%以上まで（燕山石油化学コンビナート工場回収率は98.6%）改善余地がある。特に製薬工場（78.6%）、化学工

業工場（80.3%）、硫酸工場（84.4%）、洗剤工場（90.2%）、化学コークス工場（82.4%）の回収率が低いが、間接冷却（熱交）方式を全面的に採用して回収率を更に向上する必要があろう。

2.1.3 工場別用水回収率

プロセス水・ボイラー水・冷却水と同様に各工場の用水回収率を算出すると表Ⅲ－3のとおりとなる。

表Ⅲ－3　工場別用水回収率

工　場	用水総量（㎥／日）	回収水量（㎥／日）	回収率（%）	備　考
1. 燐酸肥料	15,030	11,497	76.5	回収率（R）は以下のとおりとした。
2. 製　薬	30,838	19,414	63.0	
3. 化学工場	71,636	54,351	75.9	$R=\frac{\text{回収水量}}{\text{用水総量}}\times 100$
4. 硫　酸	42,422	32,340	76.2	
5. 洗　剤	11,287	9,320	82.6	
6. 化学コークス	13,169	10,752	81.6	
7. 化学肥料	652,848	605,328	92.7	
合　計	837,230	743,002	88.7	上記工場地区

注）1. 用水総量は工場内用水全使用量であり、循環冷却水、プロセス回収水、ボイラー水、回収水及び生活水を含む。

表Ⅲ－3より以下のことが判明する。

(1) 総合回収率（88.7%）が低く、90%以上まで改善余地がある。
（燕山石油化学コンビナート工場総合回収率は93.3%）

(2) 冷却水の回収率が低いことを反映して、製薬工場（63.0%）、化学工業工場（75.9%）、硫酸工場（76.2%）、洗剤工場（82.6%）、化学コークス工場（81.6%）の回収率が低い結果となっている。

(3) 燐酸肥料工場は、冷却水回収率が高い（95.9%）にも拘らず総合回収率が低く（76.5%）なっている。

ボイラー水（スチーム凝縮水）、プロセス水の回収を更に検討する余地がある。

2.1.4 工場別用水使用内訳と節減効果

各工場の用水使用内訳及び用水に占める割合は表Ⅲ－4のとおりである。

表Ⅲ－4 工場別用水使用内訳

単位；㎥／日

工　場	用水量	ﾌﾟﾛｾｽ補給水	ﾎﾞｲﾗｰ補給水	循環補給水	生活水
1. 燐酸肥料	3,533 (3.7%)	1,605 (45.4%)	1,008 (28.6%)	410 (11.6%)	510 (14.4%)
2. 製　薬	11,424 (12.1%)	3,336 (29.2%)	2,254 (19.7%)	5,018 (44.0%)	816 (7.1%)
3. 化学工場	17,285 (18.3%)	2,727 (15.8%)	－	12,286 (71.1%)	2,272 (13.1%)
4. 硫　酸	10,082 (10.7%)	1,104 (11.0%)	2,890 (28.7%)	5,760 (57.1%)	328 (3.2%)
5. 洗　剤	1,967 (2.1%)	830 (42.2%)	－	992 (50.4%)	145 (7.4%)
6. 化学コークス	2,417 (2.6%)	－	－	2,304 (95.3%)	113 (4.7%)
7. 化学肥料	47,520 (50.4%)	－	7,672 (16.1%)	37,848 (79.7%)	2,000 (4.2%)
合　計	94,228 (100%)	9,602 (10.2%)	13,824 (14.7%)	64,618 (68.5%)	6,184 (6.6%)

注）1. 用水量欄の百分率は合計用水量に対する各工場の比率を示す。

2. 各用水欄の百分率は各工場の用水量に対する比率を示す。

上表より、以下のことが判明する。

(1) 太原化学工業地区内主要工場全体の各用水比率順位は次のとおりである。

① 循環補給水 ； 68.5%（64,618㎥／日）

② ボイラー補給水 ； 14.7%（13,824㎥／日）

③ プロセス補給水 ； 10.2%（ 9,602㎥／日）

④ 生　活　水　；　6.6%（6,184㎥／日）

以上のとおり循環補給水の比率が非常に高く、用水節減効果も大きくなるため、循環補給水の節約及至は回収利用を検討する必要がある。冷却水の現状回収率（91.9%）を95%迄向上させた場合には、循環補給水は41,876㎥／日となり現状に対し22,742㎥／日の削減が可能となる。

(2) 太原化学工業地区内各主要工場の用水の使用比率順位は次のとおりである。

① 化学肥料工場　；　50.2%（47,520㎥／日）

② 化学工業工場　；　18.3%（17,285㎥／日）

③ 製　薬　工　場　；　12.1%（11,424㎥／日）

④ 硫　酸　工　場　；　10.6%（10,082㎥／日）

⑤ 燐酸肥料工場　；　3.7%（3,533㎥／日）

⑥ 化学コークス工場　；　3.1%（2,896㎥／日）

⑦ 洗　剤　工　場　；　2.1%（1,967㎥／日）

従って、用水節減効果の大きい上位4工場及び用水内訳は不明であるが、使用量の大きい（10,000㎥／日）コークス工場で、節約又は回収利用を検討する必要がある。例えば上記5工場で節減率を5%とすると、各々 2,376㎥／日、 864㎥／日、 571㎥／日、 504㎥／日及び 500㎥／日の用水量削減となり、総計では4,815㎥／日となる。

2.2　地域総合用水・廃水系統の現状

2.2.1　地域総合用水・廃水バランス

図Ⅲ－4に総合用水・廃水系統図を示す。

用水・廃水対策の基本は、入口（用水）と出口（廃水及びロス）の数量バランスを把握することであるが、現状では用水総量は 115,000～ 125,000㎥／日とされている。然し乍ら用水使用量は計算結果では 128,167～ 130,167㎥／日となる。

また、廃水・ロス量について数量が把握されているのは 107,618㎥／日であり用水に比較して約23,000㎥／日が未解明である。

入口・出口の数量バランスを把握するためには、以下の解明が必要になる。

(1)　循環冷却水ブローダウン水量

この水量を把握すれば補給水量との差が蒸発ロス量となる。

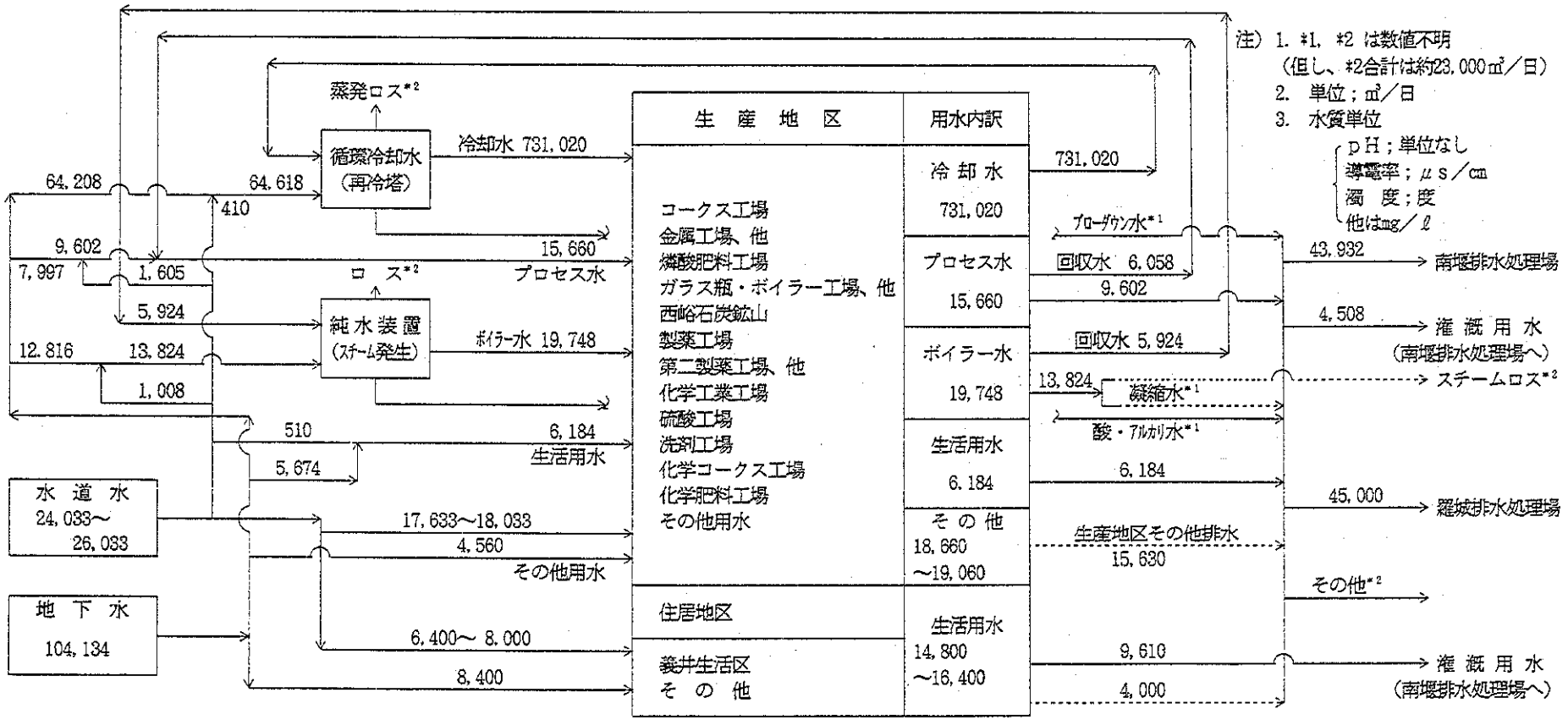
(2)　スチーム凝縮水量及びボイラー水処理酸・アルカリ水量

スチーム凝縮水は本来清浄排水であり、 5,924㎥／日の回収がされているが、回収されていない水量を把握する必要がある。またボイラー水製造の際除去される酸性・アルカリ性水量も同時に把握すれば、純水装置のロス及びスチームロスが算出できる。

尚、スチームロス量は省エネルギー上も極力低減すべきであり、各所での洩れ及び末端のスチームトラップの洩れ等に細かい配慮が必要である。

以上の解明により、用水・廃水対策の合理的検討が可能になる。

図Ⅲ－4　太原化学工業地区　総合用水・廃水系統図



用水水質		pH	濁　度	CODcr	油　分	導電率	全硬度	SS	Cℓ⁻	TDS	全アルカリ度
	地下水	7.5	＜5	5		600	439	＜3	＜ 80		＜ 510
	工業用水	7－8.5	＜50	＜20	＜0.1	160－400	＜350	＜20	＜ 80	＜ 680	＜ 250
	冷却水	6.5－8.5	≦5	≦20	≦0.5		≦400	≦5	≦ 100	＜1,000	≦ 250

2.2.2　用水の水質

表Ⅲ－5に第2次現地調査迄に提示された用途別要求水質基準と工業用水（地下水）現状水質の比較を示した。再生利用水質基準低下可能性の検討は4.1項で後述するが、本表より以下のことが判明する。

(1)　工業用水の基準は、燕山石油化学コンビナートとは異なり、中国地面水環境質量標準（Ⅳ類、一般工業用水）に準拠しておらず、ｐＨ、油分、鉄、亜鉛、Cl^-、SO_4^{2-} 等では厳しく、全カチオン、燐化合物、DO、NH_3-N 等では緩やかになっている。

(2)　再生利用水は、冷却水（補給水）用としているが、水質は同一でない。また工業用水と冷却水の水質も異なっている。冷却水の水質は補給水の水質か、循環冷却水の水質であるか不明である。

(3)　工業用水（地下水）の現状水質と、工業用水・冷却水の水質基準を比較すると、導電率・全硬度・全アルカリ度等で一部基準値を超過している。基準値超過時には、どのような対策をとっているのかは不明である。

(4)　プロセス水（原料水・洗浄水）の水質はプラント毎に異なっている。
　即ち、プラントの独自基準があり、工業用水からプラント毎に処理している。

(5)　ボイラー水（純水）の水質は開示されなかった。

表Ⅲ－5　用途別要求水質基準と工業用水（地下水）現状の比較（太原地区）

注）再生利用水の水質基準のうち（　）内は蒸山地区基準

水質項目	工業用水	冷却水	中国地面水環境標準（Ⅳ類）（一般工業用水）	プロセス水	再生利用水	生活用水	工業用水（地下水）現状
臭気　（度）		不快感無し				異臭なし	無し
色度　（度）		≦15		プラント毎に異なる。		<15	<3
濁度　（度）	<50	≦5		工業用水からプラント	（2－3）	<3	<5
温度　（℃）	<20	≦23		毎に処理している。			12－14
pH	7－8.5	6.5－8.5	6.5－8.5		6.5－8.5	6.5－8.5	7.5
導電率　（μS／cm）	160－400				（400－800）	<450	800
全硬度　（mg／ℓ）	<350	≦400			（200－300）		439
全アルカリ度（mg／ℓ）	<250	≦250			（100－150）		509.6（独度18.2）
CODcr　（mg／ℓ）	<20	≦20	20		20		5
油分　（mg／ℓ）	<0.1	≦0.5	0.5		0.5	（揮発性ﾌｪﾉｰﾙ）<0.002	
SS　（mg／ℓ）	<20	≦5			10－20		<3
全カチオン　（mg／ℓ）	<500		0.3				
鉄（Fe）　（mg／ℓ）	<0.3	≦0.3	0.5		（0.1）	<0.3	0.2
亜鉛（Zn）（mg／ℓ）	<0.1		2.0			<1	
SiO_2　（mg／ℓ）	<20	≦50			（4－5）		
Cl^-　（mg／ℓ）	<80	≦100	250		80	<60	（塩化物）80
Na^+　（mg／ℓ）	15					（Cr^{+6}）<0.05	
燐化合物　（mg／ℓ）	15	（総燐）≦0.5	0.2				0.05
TDS　（mg／ℓ）	<680	<1.000			（200－500）		
PO_4^{3-}　（mg／ℓ）	5						
SO_4^{2-}　（mg／ℓ）	120	≦200	250		（20－50）		（硫化物）　0.17
Mg^{++}　（mg／ℓ）	40	≦50	（Mn）0.5			（Mn）<0.1	（ﾏｸﾞﾈｼｳﾑ塩）33
Ca^{++}　（mg／ℓ）	200	≦100			（80>）	（Pb）<0.1	（ｶﾙｼｳﾑ 塩）58
DO　（mg／ℓ）	6.5	≧2	3				（遊離CO_2）13.2
銅（Cu）　（mg／ℓ）	0.01	≦0.1	1.0		（1.0）	<1.0	
NH_3－N　（mg／ℓ）	<20	≦10	0.2		20		0.036
NO_2－N　（mg／ℓ）	<20	（Mn）≦0.3	1.0		（1.0）		（Mn）　0.07
NO_3－N　（mg／ℓ）	<20	（Aℓ）≦1	20		（20）	<20	（弗化物）0.3
シアン（CN）（mg／ℓ）	0.1	（BOD）≦10	0.2		0.2	<0.05	
水銀（Hg）（mg／ℓ）	0.001	（細菌数）≦100ヶ／mℓ	0.001		0.001	<0.001	
砒素（As）（mg／ℓ）	0.1		0.1		0.1	<0.04	

2.3　用水需給予測と不足水量の推定

2.1項で述べた用水の回収率向上を織込まない成行ベースでは、将来のプラント新増設計画に必要な用水需要増加量は、Ⅱ編3.4項に記載の通り、太原化学工業地区の今回調査対象としている7つの工場で約40,000㎥／日、その他の工場で約10,000㎥／日の合計50,000㎥／日と予測される。

内訳は表Ⅲ－6のとおりである。

表Ⅲ－6　用水需給予測及び不足水量

（単位；㎥／日）

単位 ＼ 用水	対象7工場			その他	合計
	現状	将来	不足水量	不足水量	不足水量
プロセス補給水	9,602	14,150	4,548		
ボイラー補給水	13,824	18,422	4,598		
循環補給水	64,618	93,098	28,480		
生活水	6,184	8,761	2,577		
用水合計	94,228	134,431	40,203	10,000	約 50,000

不足水量約50,000㎥／日に対し、対象7工場の循環補給水の使用量のみで約93,000㎥／日に達するのでバランス上は問題ない。