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

（燕山編）

1991年3月

国際協力事業団

鉱計工
[redacted]
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

（燕 山 編）

JICA LIBRARY
1090144(5)
22273

1991年 3 月

国際協力事業団

国際協力事業団
22273

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。

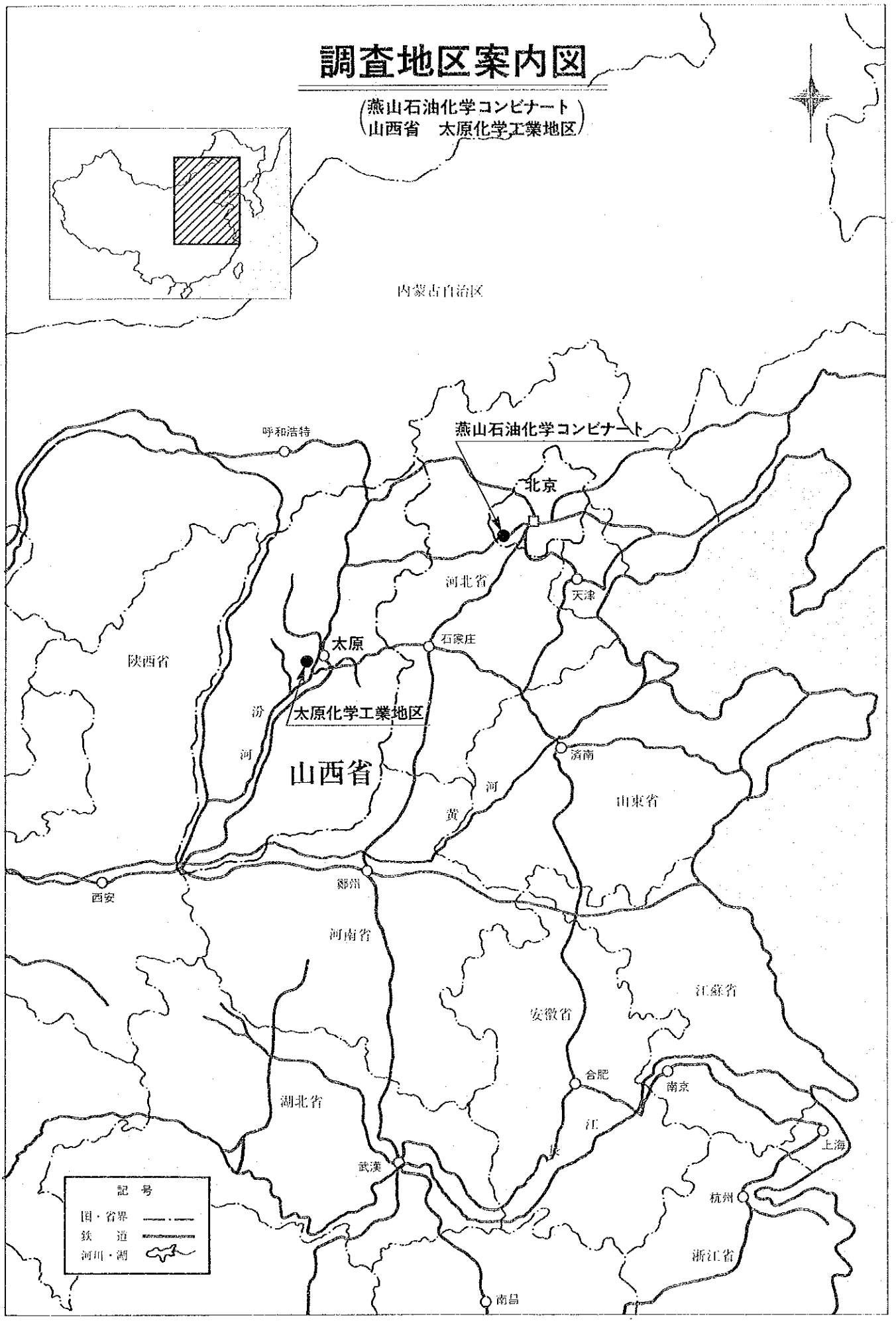
１９９１年３月

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

（燕 山 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

5.2　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　対象地域の現象及び将来計画

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－5

1.3　経済条件 …… Ⅱ－12

2. 調査対象工場の概要 …… Ⅱ－31

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－39
3.3 用水の状況 …… Ⅱ－45
3.4 将来の水需給予測 …… Ⅱ－47

4. 廃・排水の状況 …… Ⅱ－49
4.1 廃水の排出状況 …… Ⅱ－49
4.2 廃・排水処理施設 …… Ⅱ－61

5. 関連分野の政府の政策・法律・法規 …… Ⅱ－77
5.1 工業開発関連 …… Ⅱ－77
5.2 用水関連 …… Ⅱ－77
5.3 廃・排水関連 …… Ⅱ－78

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－ 9
2.3 用水需給予測と不足水量の推定 …… Ⅲ－13
2.4 工場内での水使用状況と廃水量の低減方策 …… Ⅲ－14

3. 廃水処理技術の検討 …… Ⅲ－19
3.1 廃水処理に関する留意事項 …… Ⅲ－19
3.2 廃水処理技術の概要 …… Ⅲ－22
3.3 廃水水質による各廃水の分類 …… Ⅲ－27
3.4 前処理が必要な廃水の選定 …… Ⅲ－34
3.5 前処理必要性の判定 …… Ⅲ－37
3.6 前処理対象廃水と適用技術 …… Ⅲ－42
3.7 総合排水処理技術の検討 …… Ⅲ－45

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－59
4.3 良質廃水の簡易処理後回収可能性検討 …… Ⅲ－62
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－64

5. 廃水処理・再生利用の組合せ技術の検討 …… Ⅲ－69
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－69
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－70

6. 廃水処理・再生利用システムの前提 …… Ⅲ－74
6.1 廃水処理システム前提 …… Ⅲ－74
6.2 再生利用システム前提 …… Ⅲ－89
6.3 廃水処理・再生利用システムのケース設定 …… Ⅲ－93

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－1
1.3 前処理設備配置図 …… Ⅳ－2
1.4 前処理設備の主要機器リスト …… Ⅳ－2

2. 集合排水処理場追加処理設備計画 …… Ⅳ－ 9
2.1 システム技術及び前提 …… Ⅳ－ 9
2.2 集合排水処理場追加処理設備フローシート …… Ⅳ－ 9
2.3 集合排水処理場追加処理設備配置図 …… Ⅳ－ 9
2.4 集合排水処理場追加処理設備の主要機器リスト …… Ⅳ－ 9

3. 簡易処理・回収設備計画 …… Ⅳ－14
3.1 システム技術及び前提 …… Ⅳ－14
3.2 簡易処理・回収設備フローシート …… Ⅳ－14
3.3 簡易処理・回収設備配置図 …… Ⅳ－15
3.4 簡易処理・回収設備の主要機器リスト …… Ⅳ－16

4. 再生利用システム設備計画 …… Ⅳ－34
4.1 システム技術及び前提 …… Ⅳ－34
4.2 再生利用システム設備フローシート …… Ⅳ－34
4.3 再生利用システム設備配置図 …… Ⅳ－34
4.4 再生利用システム設備の主要機器リスト …… Ⅳ－34

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－ 3

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　薬剤等初期充填費用 …… 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－ 9

3.3　コスト …… VI－10

3.4　財務分析手法 …… VI－10

3.5　感度分析 …… VI－13

3.6　財務分析による評価 …… VI－16

4.　経済分析 …… VI－17

4.1　経済便益 …… VI－17

4.2　経済的費用 …… VI－18

4.3　経済分析結果 …… VI－18

5.　総合評価 …… VI－21

6.　経済性の改善についての検討 …… VI－22

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（ケース１） …… Ⅶ－ 1
1.3　排水処理場設備 …… Ⅶ－ 1
1.4　再生利用設備 …… Ⅶ－ 1

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－ 2
2.3　排水処理場設備 …… Ⅶ－ 2
2.4　再生利用設備 …… Ⅶ－ 2

3.　廃水処理・再生利用システムの結論 …… Ⅶ－ 3
3.1　前処理設備 …… Ⅶ－ 3
3.2　簡易処理・回収設備 …… Ⅶ－ 3
3.3　排水処理場設備 …… Ⅶ－ 3
3.4　再生利用設備 …… Ⅶ－ 3

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

付属

付属－１　燕山石油化学コンビナート地区名称一覧 …… 付－ 1
付属－２　廃水水質一覧 …… 付－ 4

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　北京地方の気候 …… Ⅱ－2
表Ⅱ－2　第7次五ヶ年計画の主要指標 …… Ⅱ－13
表Ⅱ－3　社会生産額、ＧＮＰ、国民収入の推移 …… Ⅱ－15
表Ⅱ－4　ＧＮＰの産業別構成 …… Ⅱ－16
表Ⅱ－5　国民収入の部門別金額・構成比 …… Ⅱ－17
表Ⅱ－6　人口の推移（年末ベース） …… Ⅱ－19
表Ⅱ－7　企業所有形態別職員・労働者平均賃金 …… Ⅱ－20
表Ⅱ－8　物価指数及び物価上昇率の推移 …… Ⅱ－21
表Ⅱ－9　人民元の為替レート（年平均ベース） …… Ⅱ－22
表Ⅱ－10　工業生産総額 …… Ⅱ－24
表Ⅱ－11　各種工業製品生産額実績推移表 …… Ⅱ－24
表Ⅱ－12　燕山石油化工公司主要工場概況 …… Ⅱ－32
表Ⅱ－13　燕山石油化工公司の用水供給と使用状況表 …… Ⅱ－34
表Ⅱ－14　燕山石油化学コンビナート地下水水質表（1985年4月、5月） …… Ⅱ－36
表Ⅱ－15　燕山石油化学コンビナート地下水水質表 …… Ⅱ－37
表Ⅱ－16　燕山石油化学コンビナート表流水水質表 …… Ⅱ－38
表Ⅱ－17　燕山石油化学コンビナート生活用水（二級処理水）の水質 …… Ⅱ－41
表Ⅱ－18　生活用水水質実績 …… Ⅱ－42
表Ⅱ－19　燕山石油化学コンビナート用途別要求水質基準 …… Ⅱ－43
表Ⅱ－20　燕山石油化学コンビナート一級処理後の表流水水質 …… Ⅱ－44
表Ⅱ－21　燕山石油化学公司のプロセス水の使用状況 …… Ⅱ－46
表Ⅱ－22　総合排水処理場受入れ基準 …… Ⅱ－55
表Ⅱ－23　総合排水処理場入口・出口水質（平均値） …… Ⅱ－55
表Ⅱ－24　総合排水処理場処理水量 …… Ⅱ－57
表Ⅱ－25　石油化学排水処理場水量月間変動表 …… Ⅱ－57

表Ⅱ－26　廃水水質一覧表 …… Ⅱ－59
表Ⅱ－27　油分離槽設備仕様 …… Ⅱ－61
表Ⅱ－28　回収資源 …… Ⅱ－64
表Ⅱ－29　排水処理場設計前提 …… Ⅱ－68
表Ⅱ－30　石油精製排水処理場設備仕様 …… Ⅱ－71
表Ⅱ－31　石油化学排水処理場設備仕様 …… Ⅱ－71
表Ⅱ－32　石油化学排水処理場 '88増強工事建設費 …… Ⅱ－74
表Ⅱ－33　燕山地区における国内排水処理技術の採用の可能性 …… Ⅱ－75
表Ⅱ－34　燕山地区排水処理設備価格例 …… Ⅱ－76
表Ⅱ－35　北京市排水基準（２級、３級標準）…… Ⅱ－79
表Ⅱ－36　石油精製・石油化学排水基準 …… Ⅱ－79
表Ⅱ－37　排水に対する罰金 …… Ⅱ－80
表Ⅱ－38　排水超過料金実績 …… Ⅱ－80

表Ⅲ－１　工場別用水・廃水バランス …… Ⅲ－３
表Ⅲ－２　工場別冷却水バランス …… Ⅲ－５
表Ⅲ－３　工場別用水回収率 …… Ⅲ－６
表Ⅲ－４　工場別用水使用内訳 …… Ⅲ－７
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 …… Ⅲ－12
表Ⅲ－６　用水需給予測及び不足水量 …… Ⅲ－13
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－25
表Ⅲ－８　石油化学・化学工業の主要廃水処理技術の概要 …… Ⅲ－26
表Ⅲ－９　廃水タイプ別分類（燕山）…… Ⅲ－29
表Ⅲ－10　石油精製工場・前処理検討対象廃水内訳 …… Ⅲ－34
表Ⅲ－11　石油化学工場・前処理検討対象廃水内訳 …… Ⅲ－35
表Ⅲ－12　Ｆ54下流の問題水質変化 …… Ⅲ－40
表Ⅲ－13　Ｃ36・Ｃ37合計の主要水質 …… Ⅲ－42
表Ⅲ－14　石油化学工場前処理方策の検討 …… Ⅲ－44
表Ⅲ－15　排水処理場排水状況 …… Ⅲ－45
表Ⅲ－16　石油精製工場排水処理場流入・流出水質基準 …… Ⅲ－47

表Ⅲ－17　石油化学工場排水処理場流入・流出水基準 …… Ⅲ－49
表Ⅲ－18　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－19　用水利用及び再生利用のための設備概要 …… Ⅲ－60
表Ⅲ－20　再生利用技術の概要 …… Ⅲ－61
表Ⅲ－21　石油精製工場・回収可能廃水内訳 …… Ⅲ－62
表Ⅲ－22　石油化学工場・回収可能廃水内訳 …… Ⅲ－63
表Ⅲ－23　良質廃水の簡易処理による個別回収方策（燕山石油精製工場）…… Ⅲ－65
表Ⅲ－24　良質排水の簡易処理による個別回収方策（燕山石油化学工場）…… Ⅲ－67
表Ⅲ－25　廃水処理・再生利用システムのケース …… Ⅲ－74
表Ⅲ－26　各排水処理場への流入水量 …… Ⅲ－75
表Ⅲ－27　流入水量・水質変化の概要 …… Ⅲ－79
表Ⅲ－28　集合排水処理場流入水量・水質変化の算出結果 …… Ⅲ－80
表Ⅲ－29　流入水量・水質変化の概要 …… Ⅲ－81
表Ⅲ－30　集合排水処理場流入水量・水質変化の算出結果 …… Ⅲ－82
表Ⅲ－31　石油精製排水処理場の流出水量・水質 …… Ⅲ－84
表Ⅲ－32　追加処理後の流出水の水質予測 …… Ⅲ－85
表Ⅲ－33　石油化学排水処理場の流出水量・水質 …… Ⅲ－87
表Ⅲ－34　追加処理後の流出水の水質予測 …… Ⅲ－88
表Ⅲ－35　再生利用水量の設定 …… Ⅲ－89
表Ⅲ－36　再生利用原水・処理水の水質 …… Ⅲ－90
表Ⅲ－37　除去・改善すべき汚濁物質 …… Ⅲ－91
表Ⅲ－38　両排水処理場追加処理流出水中の汚濁物質と除去技術 …… Ⅲ－92

表Ⅳ－1　前処理システム技術及び前提 …… Ⅳ－3
表Ⅳ－2　前処理設備主要残器リスト …… Ⅳ－8
表Ⅳ－3　集合排水処理場追加処理システム技術及び前提 …… Ⅳ－10
表Ⅳ－4　集合排水処理場追加処理設備主要残器リスト …… Ⅳ－13
表Ⅳ－5　簡易処理・回収システム技術及び前提 …… Ⅳ－17
表Ⅳ－6　簡易処理・回収設備主要機器リスト（石油精製） …… Ⅳ－32
表Ⅳ－7　簡易処理・回収設備主要機器リスト（石油化学） …… Ⅳ－33

表Ⅳ－8　再生利用システム技術及び前提 …… Ⅳ－35
表Ⅳ－9　再生利用設備主要機器リスト …… Ⅳ－38

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－11
表Ⅵ－5　新規生産設備の建設費とＦ．ＩＲＲの相関 …… Ⅵ－15
表Ⅵ－6　経済分析 …… Ⅵ－19
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－23
表Ⅵ－8　財務分析（改善ケース） …… Ⅵ－25

図目次

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

図Ⅱ－1　燕山石油化学コンビナート地区図 …… Ⅱ－7/8
図Ⅱ－2　再生利用設備用地概略位置図 …… Ⅱ－10
図Ⅱ－3　前処理設備用地概略位置図 …… Ⅱ－11
図Ⅱ－4　社会総生産額・ＧＮＰ・国民収入の推移 …… Ⅱ－18
図Ⅱ－5　一人当たりＧＮＰの推移 …… Ⅱ－18
図Ⅱ－6　ＧＮＰの対前伸び率の推移 …… Ⅱ－18
図Ⅱ－7　燕山石油化学コンビナート用水フローシート …… Ⅱ－35
図Ⅱ－8　燕山地区排水系統図 …… Ⅱ－50
図Ⅱ－9　エチレングリコールプラント排水フロー …… Ⅱ－53
図Ⅱ－10　テレフタル酸プラント排水フロー …… Ⅱ－54
図Ⅱ－11　燕山石油精製工場脱硫工程フローシート …… Ⅱ－62
図Ⅱ－12　ポリエステル工場排水処理フロー …… Ⅱ－63
図Ⅱ－13　石油精製排水処理場フローシート …… Ⅱ－66
図Ⅱ－14　石油化学排水処理場フローシート …… Ⅱ－67
図Ⅱ－15　石油精製排水処理場平面図 …… Ⅱ－69
図Ⅱ－16　石油化学排水処理場平面図 …… Ⅱ－70

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　燕山石油化学コンビナート工場別用水・廃水系統図 …… Ⅲ－4
図Ⅲ－3　燕山石油化学コンビナート総合用水・廃水系統図 …… Ⅲ－10
図Ⅲ－4　鹿島石油化学コンビナートのプラント構成 …… Ⅲ－15
図Ⅲ－5　スチーム凝縮水回収システム …… Ⅲ－17
図Ⅲ－6　石油化学工場排水処理の状況 …… Ⅲ－21
図Ⅲ－7　廃水処理装置の形式と分類 …… Ⅲ－23

図Ⅲ－８　石油精製工場地区排水系統 …… Ⅲ－30
図Ⅲ－９　石油化学工場地区排水系統 …… Ⅲ－32
図Ⅲ－10　排水処理場排出水質（1989年）…… Ⅲ－46
図Ⅲ－11　廃水処理システムと再生利用システムの相関 …… Ⅲ－69
図Ⅲ－12　燕山石油精製工場廃水処理・再生利用システムの位置的相関 …… Ⅲ－71
図Ⅲ－13　燕山石油化学工場廃水処理・再生利用システムの位置的相関 …… Ⅲ－73
図Ⅲ－14　廃水処理・再生利用関連の水量バランス …… Ⅲ－76
図Ⅲ－15　良質廃水の簡易処理による回収の概念 …… Ⅲ－78
図Ⅲ－16　廃水処理・再生利用システム（ケース１）…… Ⅲ－94
図Ⅲ－17　廃水処理・再生利用システム（ケース２）…… Ⅲ－95

図Ⅳ－１　油分離フロー（Ａ８） …… Ⅳ－４
図Ⅳ－２　湿式酸化フロー（Ｃ36／37，Ｆ54／55／57） …… Ⅳ－５
図Ⅳ－３　油分離配置図（Ａ８） …… Ⅳ－６
図Ⅳ－４　湿式酸化配置図（Ｃ36／37，Ｆ54／55／57） …… Ⅳ－７
図Ⅳ－５　接触酸化・沈殿フロー（石油精製／化学処理場） …… Ⅳ－11
図Ⅳ－６　接触酸化・沈殿配置図（石油精製／化学処理場） …… Ⅳ－12
図Ⅳ－７　中和・砂ろ過フロー（Ａ13） …… Ⅳ－18
図Ⅳ－８　砂ろ過フロー（Ａ７，Ｅ50） …… Ⅳ－19
図Ⅳ－９　凝集加圧浮上・砂ろ過・活性炭フロー（Ａ22，Ｄ46／47） …… Ⅳ－20
図Ⅳ－10　活性炭・再生装置フロー（Ｄ46／47） …… Ⅳ－21
図Ⅳ－11　中和・砂ろ過・活性炭フロー（Ｃ33） …… Ⅳ－22
図Ⅳ－12　凝集加圧浮上・砂ろ過フロー（Ｅ49） …… Ⅳ－23
図Ⅳ－13　油吸着フロー（Ｅ74） …… Ⅳ－24
図Ⅳ－14　砂ろ過配置図（Ａ７，Ｅ50） …… Ⅳ－25
図Ⅳ－15　中和・砂ろ過配置図（Ａ13） …… Ⅳ－26
図Ⅳ－16　凝集加圧浮上・砂ろ過・活性炭配置図（Ａ22） …… Ⅳ－27
図Ⅳ－17　凝集加圧浮上・砂ろ過・活性炭配置図（Ａ46／47） …… Ⅳ－28
図Ⅳ－18　中和・砂ろ過・活性炭配置図（Ｃ33） …… Ⅳ－29
図Ⅳ－19　凝集加圧浮上・砂ろ過配置図（Ｅ49） …… Ⅳ－30

図Ⅳ－20　油吸着配置図（E74）　……　Ⅳ－31
図Ⅳ－21　再生利用フロー（石油精製／化学）　……　Ⅳ－36
図Ⅳ－22　再生利用設備配置図（石油精製／化学）……　Ⅳ－37

図Ⅵ－1　感度分析　……　Ⅵ－14
図Ⅵ－2　新規生産設備の建設費とF．ＩＲＲの相関　……　Ⅵ－15
図Ⅵ－3　新規生産設備の建設費とF．ＩＲＲの相関（改善ケース）　……　Ⅵ－26

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～ 800mm（北京燕山； 607.5mm、山西太原； 465.4mm）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年に東方紅煉油廠（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

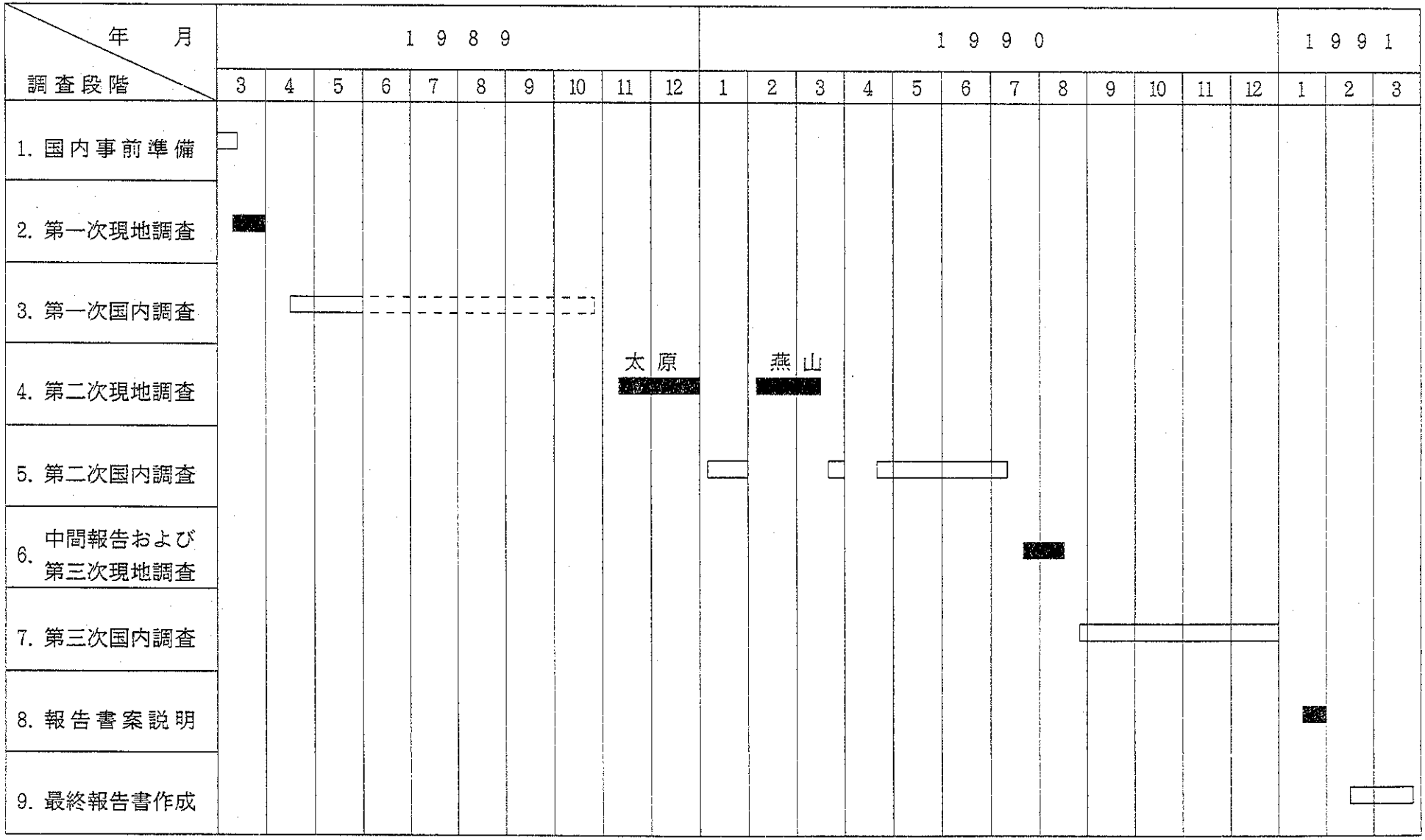
(9)　最終報告書作成

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（水バランス，回収率等）
(2) 地域総合の用水・廃水系統図（水バランス，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

北京燕山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	11～11.9℃	(15.7℃)
夏季最高	33.1℃	(35.5℃)
冬季最低	−12.8℃	(−7.5℃)

(2) 雨　量

年間平均	607.5mm	(1,650mm)
年間最大	830mm	
日間最大	161.1mm	(311.4mm)
時間最大		(140mm)

(3) 湿　度

夏季月平均	62%	(最高；98.6%)
月平均最高	79%	(平均；70.6%)
冬季月平均	51.3%	(最低；38.1%)
湿球設計温度	25.6℃	(26.4℃)

(4) 風　向

年間優勢	南西および北東	(北西；50%)
夏　　季	南西および南	(東南東)
冬　　季	北東	(北西および北)

(5) 風　速

最　　大	25m／sec	(48m／sec)
平　　均		(5m／sec)

(6) 積　雪

最大積雪量　　250mm　　(150mm)

(7) 地　震

地震係数は日本のそれの 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≒0.08～0.1　(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、月別平均の温度・雨量・湿度、時間最大降雨量等の数値は得られていないが、参考用として近隣の北京地方の気候を表Ⅱ－1に示す。

表Ⅱ－1　北京地方の気候

月	気温 (℃) 平均	平均最高	平均最低	降水量 (mm)	降雨日数 (日)
1	-4.6	1.4	-9.9	3.0	2.0
2	-2.2	3.9	-7.4	7.4	3.1
3	4.5	10.7	-1.0	8.6	4.1
4	13.1	19.6	6.6	19.4	4.6
5	19.8	26.4	12.7	33.1	5.9
6	24.0	30.2	17.9	77.8	9.7
7	25.8	30.8	21.5	192.5	14.1
8	24.4	29.4	20.2	212.6	13.2
9	19.4	25.7	13.8	57.0	6.8
10	12.4	18.9	6.9	24.0	5.0
11	4.1	9.9	-0.6	6.6	3.7
12	-2.7	2.9	-7.3	2.6	1.6
合計	——	——	——	644.6mm／年	73.8日／年

1.1.2　地質及び地形

この地区の地質は、オルドビス系／カンブリア系の炭酸塩岩・砕屑岩から成り、土壌的には肉桂色土として分類される。具体的には、北西及び南の三面は石灰岩で中間の工場部分は花崗岩（酸性）から成っている。

(1)　地　勢

西には海抜 1,300mの山が、北には海抜 700mの山があり、北西部は自然の防壁となっている。また東と南は平野になっているが、南部は房山県の中心となっており、東 1.5kmには大石河が流れている。

この地区は北の山地より傾斜しながら南部は華北大平野に連なっているが、山地と丘陵が半々の構成となっている。区域内の谷は縦横に交錯し発達しており、河床の切削は深い。全区域の標高は海抜80～ 220mである。

本調査に関連する用地の地形は以下のとおりである。

1)　廃水前処理設備用地

石油精製工場及び石油化学工場内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)　排水処理・再生利用設備用地

①　石油精製工場

川沿の湿地及び低地であるがほぼ平坦地である。

②　石油化学工場

凸凹状地のため立地の選定次第では、造成等に相当の工事費を要する。

(2)　地耐力

地耐力（Ｒａ）は15～50 ton／㎡とのことであり、どの数値を採用するかは、建設地によって変化すると考えられる。しかし、Ｒａ＝50 ton／㎡という値は、一般的に岩盤そのものでないと出ない値であり、設備立地候補地の現場確認では岩盤は存在しなかった。又、前述の地震係数の算出に際してはⅢ類の土質を採用しており、岩石ではあり得ないものと思われる。

尚、Ⅲ類の土質とは以下の種類から成っている。

①　飽和した軟かい砂

②　軟かい可塑性～流動性可塑性の軽亜粘土

③　シルト及びシルト質土質

④　埋立て土及びその他の軟らかい人口埋立て土等

以上によりＲａ＝10～15 ton／㎡（長期荷重）程度と考えるべきであるが、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

各立地候補地の現場確認結果は以下のとおりである。

1)　廃水前処理設備用地

①　石油精製工場

若干の伐採、伐根（緑地）が必要であるが、概して平坦であり造成程度は微小である。

②　石油化学工場

平坦であり、造成の必要は無い。

2)　排水処理・再生利用設備用地

①　石油精製工場

現状の地ならし（整地）程度でよい。

②　石油化学工場

選定の場所によっては土厚３ｍ程度の切盛土工（造成工事）が必要となる。

1.2　社会条件

1.2.1　人口関連の状況

(1)　燕山石油化学コンビナート地区は北京市の中心部より西南に約60kmに位置し、山地と丘陵が半々で総面積約36km²を有す。

(2)　本地区の総人口は約10万人で、産業別の人口構成はコンビナート全体の従業員4万5千人、その家族を含めた総数が8万人に達しコンビナート関連人口だけで8割を占める。この地区に農業人口はなく、残り2万人が商業人口である。

(3)　本地区の人口密度は約 2,800人／km²で、都市部の市街地を別にすれば非常に高い数字と云える。これは中国最大の都市北京の市街地を近くに控え、中国最大の石油化学コンビナートとして活気を呈している恵まれた環境下にあっては、当然の結果と頷くことができよう。尚、本地区においても年々人口増加が著しいため、人口規制（Max.12万5千人）が行われている。

1.2.2　輸送状況

(1)　日本から燕山石油化学コンビナートへ機材を運搬するルートとしては、まず天津港に入り以降天津－北京－房山－燕山というルートをたどることになる。海外からの輸入港となる天津新港は中国の沿岸開放都市の指定を受けた天津市の表玄関として新港の拡張、整備、内陸への道路建設、その他インフラストラクチャー関連の整備にも力が入れられており、トラック輸送、鉄道輸送共全く問題はない。

(2)　貨車輸送の場合天津－北京間の京濾鉄道、北京－房山間の京原鉄道を利用することになるが、近距離でもあり、やはり主体はトラック輸送となるだろう。

(3)　道路事情としては天津－北京間は高速道路を含め整備が進んでおり問題ないが、北京－房山間のうち良郷－房山間は日中の車の交通量が多く、道路の渋滞が考えられるので大物の輸送には早朝か夜間を選ぶ必要があろう。

(4)　いずれにしろ輸送状況で特に懸念する材料は見当たらない。天津－燕山間の国内輸送時間は一日で可能である。

1.2.3　周辺の状況

(1)　本石油化学コンビナートは北と西が山で囲まれ、その南東部に当る平野部に石油精製工場と6つの石油化学工場が配置されている。平野部と云っても全区域の

海抜標高は80m～ 220mの云わば丘陵地で、工場敷地を含む周辺地域は全面が酸性を示す花崗岩で覆われ、地質強度の上では優れているものの農作物の育つ環境になく、前述したように農業を営む人は居ない。

(2) 本コンビナートは1960年代後半に設立された当初から、国の政策として農村部と都市部の両方から隔離されるべく、山間のこの丘陵地に建設されたもので、平地が少いばかりでなく、水質源にも乏しく、住環境はもちろん工場の立地条件にも決して恵まれているとは云えない。

(3) しかしながら設立から20年経つ今日、順調に操業を続ける本コンビナートは今や中国最大の石油化学コンビナートとして活況を呈しており、この地に住むほとんど全部の住民が何等かの形で本コンビナートに関連し、その恩恵に浴していることを考えると他地域にくらべ恵まれた環境にあると云える。

コンビナート地域を図Ⅱ－1に示す。

1.2.4 ユーティリティの供給状況

(1) 電　力

1) 本石油化学コンビナート保有の発電所の能力は 7.6万 kWH／Hで新設廃水処理・再生利用設備のためには、まだ十分供給できる余裕はある。

2) 全体的にこの地区の給電状況は非常に良く、停電もほとんど無い状態である。

3) 給電条件としては発電所より各工場に6000Vで送電され各工場内で受変電され各動力盤に送られる。動力の給電条件は 380V、50Hz、3相である。

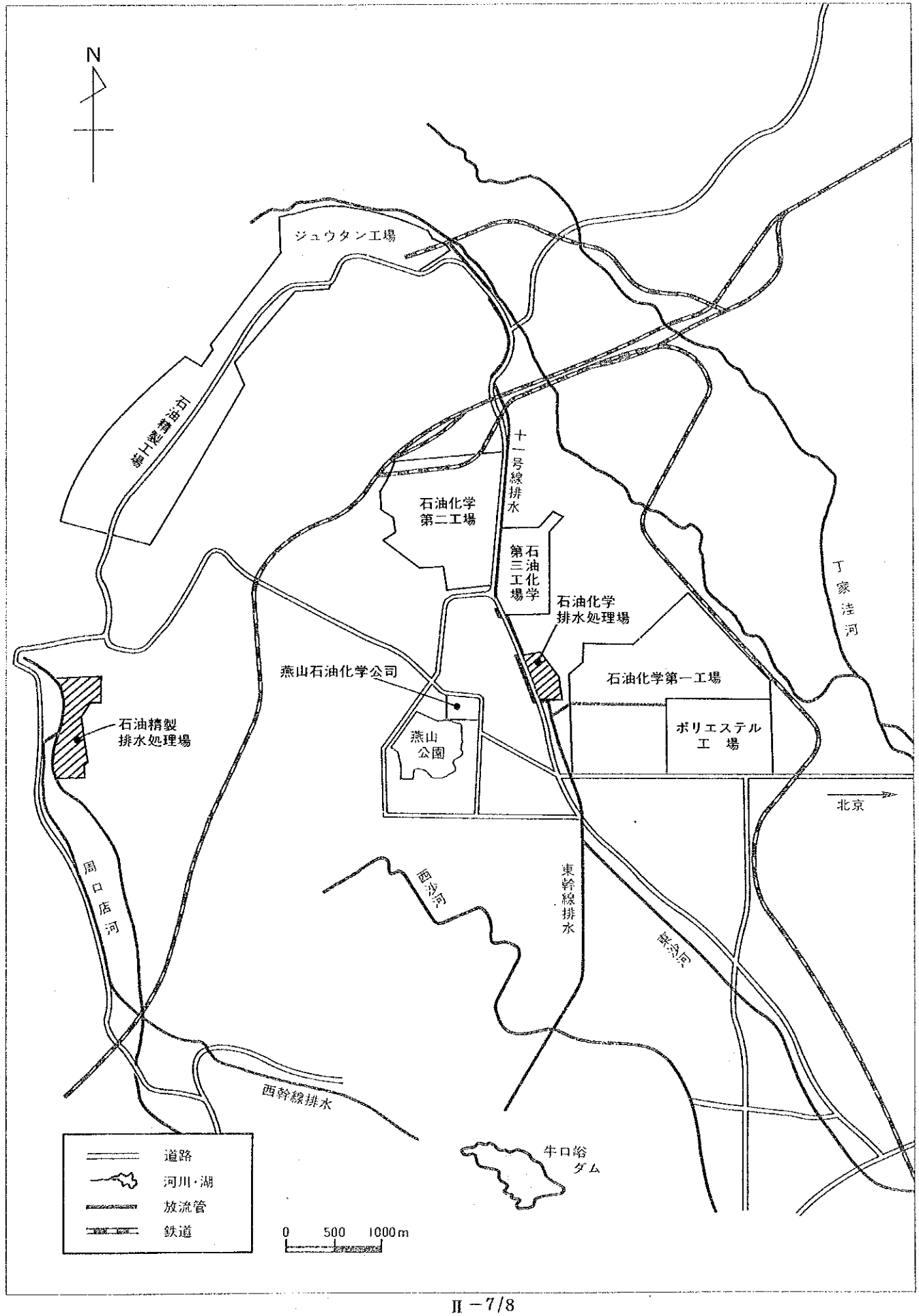
(2) 燃　料

1) 中国の他地域のほとんどが燃料として石炭を使用せざるをえない状況下にあるのに較べ、本石油化学コンビナートでは石油精製工場を有する有利さから、重油を燃料として使用できるという利点がある。又量的にも備蓄は十分で問題ない。

2) 今回のプロジェクトの中で燃料の使用が考えられるのはスチームボイラーと汚泥焼却であるが、スチームの場合は後述するように本コンビナートとしては既存ボイラーの供給能力に余裕があるため、ボイラーの新設は不要である。

3) 尚、燃料としては重油の他各種の燃料の供給も十分可能な状態にあり、非常に恵まれた環境下にあると云える。

図II－1　燕山石油化学コンビナート地区図



(3) スチーム

1) 本石油化学コンビナートが保有するスチームボイラーの発生能力は1230 t／Hであり、現状まだ供給能力に余裕があるので新規廃水処理・再生利用設備用としてはボイラーの新設を考える必要はない。

2) スチーム供給圧力は高圧（35kG）から任意の圧力に減圧して供給可能であり、バッテリーリミット内の任意の場所で配管での取合いができる。

1.2.5 用地関連の状況

(1) 本石油化学コンビナート地区の総面積36㎢のうち山岳部を除く有効面積は約14㎢あるが、そこに工場及び従業員の住居地が配置されている。

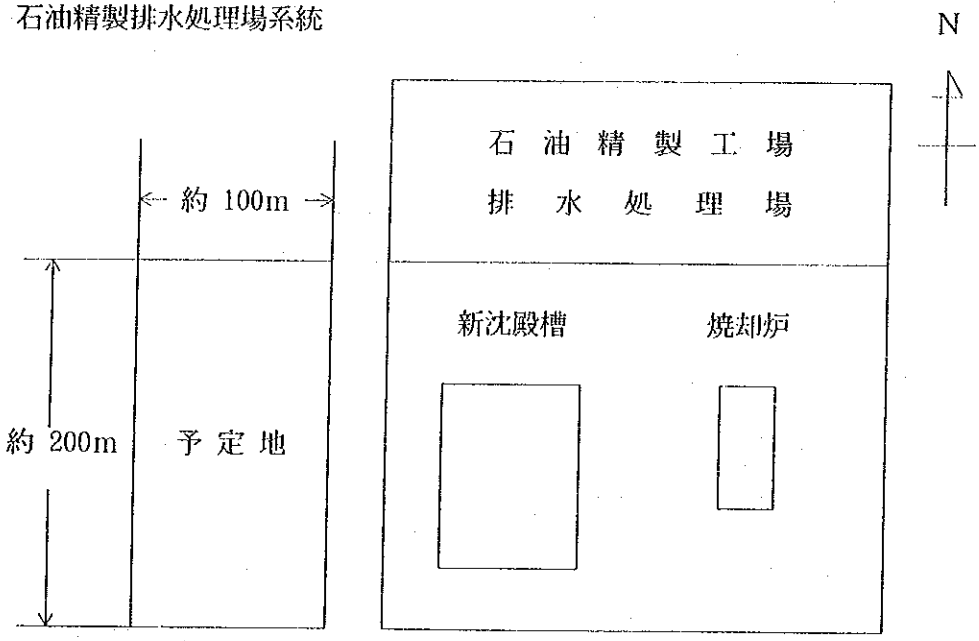
(2) 今回の調査の主目的である廃水処理・再生利用設備のための新規用地については既に本コンビナートとして確保済であり、通常新規用地取得のために必要な使用権の取得費及び毎年の使用料の支払い等の費用は不要とのことである。

(3) 新規用地のうち再生利用設備用地としては再生利用設備が石油精製排水処理場及び石油化学排水処理場に別々に設置されるため、それぞれの処理場に近接した場所が望ましいが、幸い、石油精製排水処理場においては現在の処理場の西側隣接地に、一方石油化学排水処理場の場合は北側隣接地にそれぞれ再生利用設備用地として十分な、巾 100m・長さ 200m程度の用地は確保されている。但し、両用地共設備建設に際してはそれなりの造成は必要になる（図Ⅱ－2参照）。

(4) 一方前処理設備用地としては前処理設備が必要になる石油化学第一工場のエチレングリコール廃水及びポリエステル工場テレフタル酸廃水の2個所の排出場所近接地に、前者の場合排出口より南西約60mの地点に幅40m、長さ60mの用地を、又後者の場合排出ピットより南西約 100mの地点に幅20m、長さ35mの予定地が確保されている（図Ⅱ－3参照）。

図Ⅱ－2　再生利用設備用地概略位置図

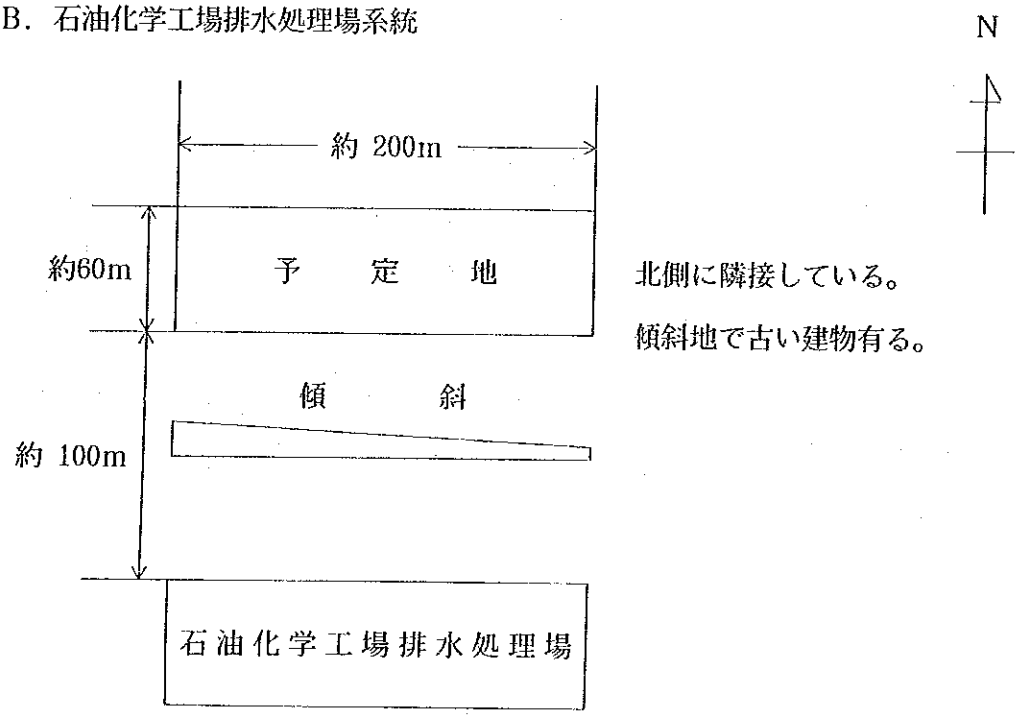
A．石油精製排水処理場系統



西側に隣接している。

川沿の湿地及び低地であるが、ほぼ平坦地である。

B．石油化学工場排水処理場系統

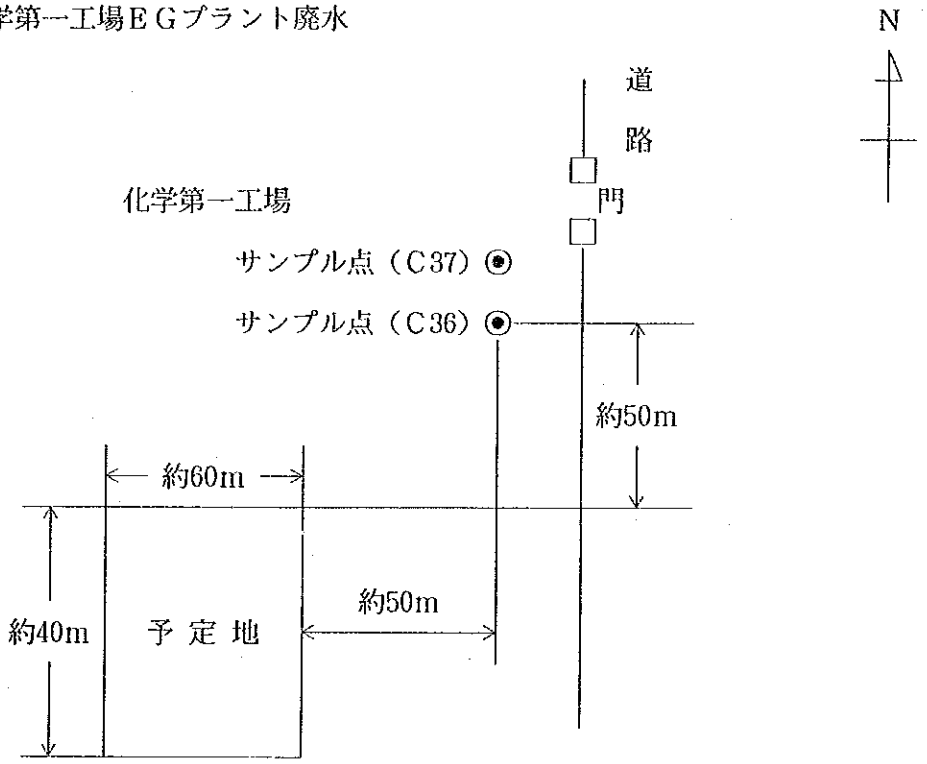


北側に隣接している。

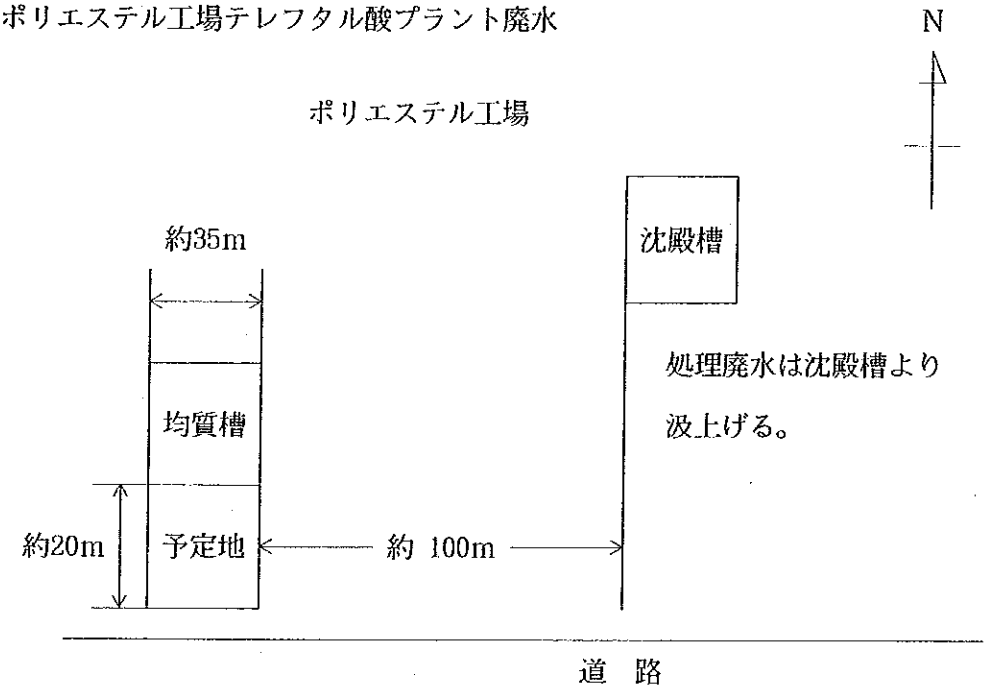
傾斜地で古い建物有る。

図Ⅱ－3　前処理設備用地概略位置図

A．化学第一工場ＥＧプラント廃水



B．ポリエステル工場テレフタル酸プラント廃水



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ヶ年計画（1986～1990年）を実施中であるが、第７次５ヶ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次五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(%)
GNP	億元	4,470	8,568	11,170	144	7.5
一人当たりGNP	元	453	816			
国民所得	億元	3,688	7,040	9,350	138	6.7
一人当り国民所得	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	3.7897	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		
エネルギー（標準炭換算）	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「国内生産」（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所得には、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年迄の最新の統計データを記載することとする。（表Ⅱ－３～Ⅱ－５、図Ⅱ－４～図Ⅱ－６）

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	比　率	合計額	比　率	合計額	比　率
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

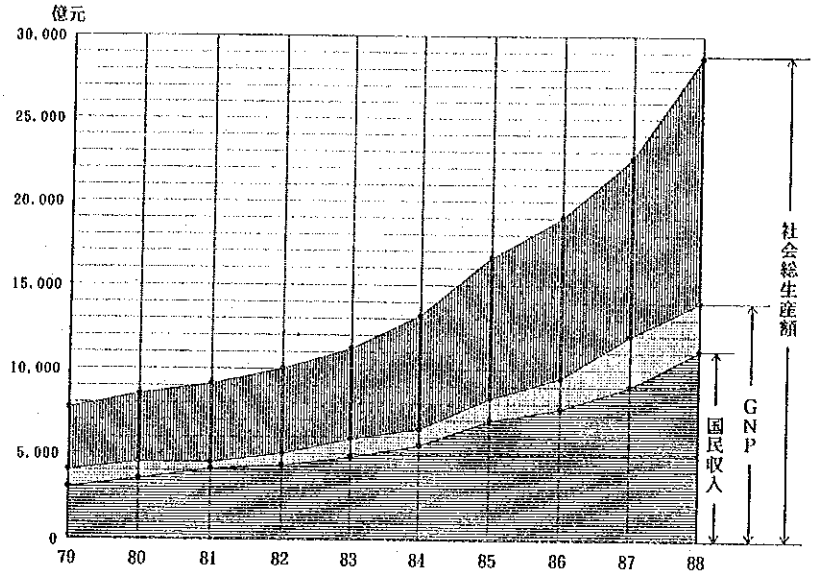
社会公共……国家機関、政党、社会団体、軍隊、警察など

表II－5　国民収入の部門別金額・構成比

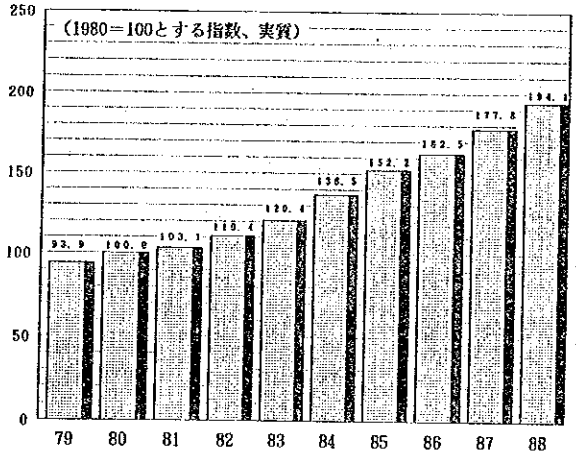
単位：億元、％

		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

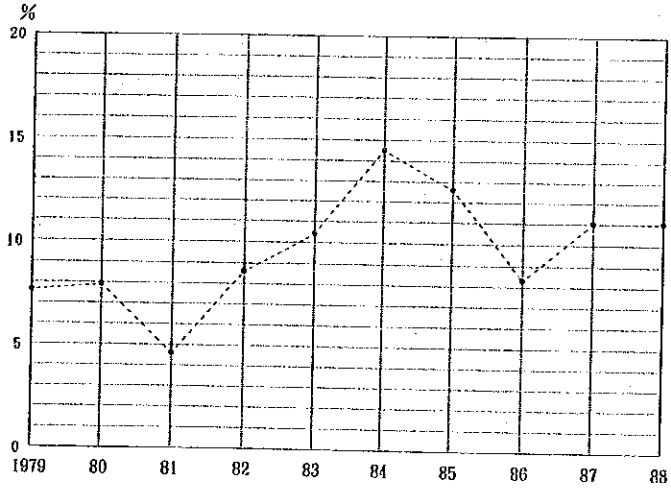
図Ⅱ－4　社会総生産額・ＧＮＰ・国民収入の推移



図Ⅱ－5　一人当たりＧＮＰの推移



図Ⅱ－6　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、更に固定資本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、サービス、倉庫業	1,564

表II－8　物価指数及び物価上昇率の推移

	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、卸売り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

燕山石油化学コンビナート全体の従業員数は4万5千人であり、主要工場の従業員数は次の通りである。

石油精製工場	5.8 千人
合成ゴム工場	2.56千人
石油化学第一工場	4.36千人
石油化学第二工場	3.57千人
石油化学第三工場	1.42千人
ポリエステル工場	1.68千人
化繊ジュウタン工場	2.33千人
発電所	2.15千人

また本地区で排水処理場等の、将来計画を遂行するために必要な労働力は、工事関係労働者は、問題なく確保出来る。

そして、生産・運転関係労働者についても、工程師レベルの運転管理者は公司の内部の人間で賄うことが可能であり、オペレーターは、コンビナート内で中等専門学校卒或いは大学卒を新規に採用し、約1年の訓練で賄うことが可能である。

一方、労務費単価はほぼ次の通りである。

職工年平均収入　：3,500～5,000元／年・人

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、木材の代採

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	生産総額内訳 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、そ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通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（義務的ノルマ）

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、燕山石油化工公司における組織・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生産管理・調度部門 …… 生産調整、環境保護
  - ②長期計画・技術管理部門 … 企画、技術管理
  - ③財務管理部門 …… 資金、予算（短期）
  - ④営業部門 …… 営業・販売関係
  - ⑤人事・労資部門 …… 保安、賃金、人員調配、教育
  - ⑥基本建設部門 …… 設備建設施工、安装
  - ⑦外事部門 …… 外貿、接待、連営
  - ⑧生活管理部門 …… 職員福利・衛生
- 工　場
  - ①工場本部 …… 生産管理、安全、労資、財務、人事、環保等
  - ②生産プラント …… 製品製造
  - ③補助プラント …… 補助生産
  - ④運輸部 …… 運輸
  - ⑤第三産業 …… 余剰労力の配分調整

(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

（燕山石油化工公司の年間売上高は約36億元でその半分は利潤と税金に相当するとのこと：「中国通信」によると、1988年の上納利潤・納税額は18.7億元で全国企業中第３位である。）

《参　考》上納利潤・納税額ベスト10企業（1988年）

①鞍山鋼鉄公司	23.5億元
②首都鋼鉄公司	20.8
③燕山石油化工公司	18.7
④武漢鋼鉄公司	16.7
⑤玉渓紙巻煙草廠	11.9
⑥上海石油化工総廠	11.8
⑦大慶石油管理局	11.6
⑧上海巻煙廠	11.4
⑨斉魯石油化工公司	11.4
⑩大慶石油化工総廠	11.4

(4)　公司費用と工場費用

公司本部及び工場でのコスト構成は次のような費目である。

＊労務費、＊職工福利基金、工会活動経費、待業保険基金、
＊減価償却費、＊修理費、汚染処理費、＊事務費、＊用役費、
＊暖房費、試験検定費、設計製図費、新製品試作費、技術研究費
＊賃借料、＊出張旅費、会議費、外賓接待費、業務接待費、
出国人員経費、＊保険費、＊運搬費、無形資産売却費、
低額損耗品売却費、倉庫経費、製品保証損失、帳簿差異損失、
遊休品評価損失、材料・製品欠減損失、警衛・保安費、消防費、
利息支出額、税金、上級管理費、＊原材料消耗費、＊労働保護費、
＊製品廃棄損失、＊その他

上記のうち、工場関係費用は＊印がつけてある項目である。

(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。

職工一人年平均収入　　3,500～5,000元／年

(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）：17.46%

短　期（3～5年）：12.96%

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

燕山石油化学公司は1988年の上納利潤・納税額が18.7億元で全国企業中第3位というほどの裕福な企業なので、環境対策設備の建設に対しても、特に政府等からの公的な資金援助は無く、プラント建設資金は全て銀行からの借入れに依存している。

(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：火災保険等の年間負担料は

固定資産の取得価格の0.2%

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＝（固定資産所得価額－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２～４％

(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％であり、排水処理設備の場合はやゝ低く３％程度である。

(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）：0.24元／KWH

蒸　気　　：45.0元／T

圧縮空気　　：無回答

工業用水　　：0.37元／T

（新鮮水）　　（使用量7,700 T/H ＊ 8,000 H/Y）

純　水　　：1.20元／T

冷却水　　：0.10元／T　（循環水）

B. 燃　料

重　油　　：工場からの産出物を無評価で使用

（石炭は使用していない）

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(40%)　：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

ヘキサメタリン酸ナトリウム：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

排水処理場の汚泥は農業用肥料として一部使用しているが、原則的にはゼロ評価である。

(13) 工業用水不足時の生産プラントの稼働対応

燕山石油コンビナートは創業以来、総用水量が計画水量まで到達していないこと及び本地区は工業生産優先地区でもあるので、断水が原因で生産に影響を与えたことが一度も無い。従って、用水供給量の制限による減産損失等の計算を実施したことがないとのことであるが、年間売上高が36億元で上納利潤・納税額はその50%を締めることにより勘案すると、変動費利益率は60%以上の非常に大きいものと推測出来る。

2. 調査対象工場の概要

燕山石油化学コンビナートの主な工場の業務内容、製品名、生産量、従業員数、敷地面積等の工場概要を表Ⅱ－12に示す。

石油精製工場は、700万トンの生産能力を持ち、山麓に位置する。

合成ゴム工場は、6万トンの合成ゴムを生産しており、ブタジエン抽出装置は、日本より導入したものである。

石油化学第一工場は外国から導入した装置で、1976年～78年に完成しエチレン生産能力は30万トンである。

石油化学第二工場は、プラスチックを製造する工場でポリプロピレンが主製品であり、フェノール、アセトンも製造している。

石油化学第三工場は、洗剤原料のアルキルベンゼンやメタクレゾールを製造している。

化繊絨毯工場は、ポリプロピレンからの絨毯を作る工場である。ポリエステル工場では、4万トンのポリエステルを生産している。将来の拡張計画については3.4.1項に後述する。

尚、本調査の主要対象工場は、以下の5工場である。

- 石油精製工場
- 化学第一工場
- 化学第二工場
- 化学第三工場
- ポリエステル工場

表II－12　燕山石油化工公司主要工場概況

工場名	業務内容	面積(km²)	従業員数(千人)	主要装置	主要製品	生産量(万t)
石油精製工場	石油加工	2.5	5.8	常減圧蒸留		700*
				プロパン脱アスファルト	アスファルト	35*
				接触分解		200*
				ケトン、ベンゼン脱ろう		48*
				改質	ベンゼン、キシレン、混合キシレン	15*
				気体分離	液化ガス	20*
				アルキル化	アルキレート	6*
				パラフィンに水素添加		6*
				パラフィン成型	ろう	6*
				フルフラール精製		28*
				潤滑油水素化		15*
				潤滑油調合	潤滑油	15
合成ゴム工場	合成ゴム製造	0.38	2.56	DMF抽出	ブタジエン	4.5
				重合	ブタジエンゴム	6
				酸化脱水素	ブタジエン	1.6
化学第一工場	有機化学原料製造	0.965	4.36	エチレン	エチレン、プロピレン	30*
				グリコール	グリコール エチレンオキシド	6
				高圧ポリエチレン	高圧ポリエチレン	18
				P－キシレン	P－キシレン	2.7
				プロパン精製	精製プロパン	0.5
				スチレン	スチレン	6
				ポリスチレン	ポリスチレン	5
化学第二工場	プラスチック製造	1.0	3.57	ポリプロピレン	ポリプロピレン	11.5
				フェノール、アセトン	フェノール、アセトン	8
				延伸フィルム	二方向延伸フィルム	0.32
				増強ポリプロピレン	増強ポリプロピレン	0.2
化学第三工場	有機化学原料製造	0.46	1.42	メタクレゾール	メタクレゾール BHT酸化防止剤	0.8 1.2
				ろう分解		6*
				アルキルベンゼン	アルキルベンゼン 重アルキルベンゼン	2.7
				合成潤滑油	合成潤滑油	1.9
化繊絨毯工場	工芸美術製造	0.47	2.33	絨毯	うえ込み、編み絨毯	500万m²
ポリエステル工場	合成繊維単体重合体製造	0.45	1.68	PX酸化	PTA	3.6
				重縮合	PET	40
				増粘ポリエステル	増粘ポリエステル	1.5
発電所	火力発電	0.36	2.15		発電量 蒸気	7.6万kWH/hr 1,230t/hr

*加工能力　　計 6.585　計 23.87

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

燕山石油化学コンビナートの用水に関するデータは、表Ⅱ－13の“用水供給と使用状況”に示す。また、これを基に“用水フローシート”を図Ⅱ－7にまとめた。このフローシートに記載の水量は1988年5月の実績値を示し、水資源である表流水及び地下水の総量及び合計総量は次の通りである。

表流水	:	6,542㎥／H
地下水	:	1,191㎥／H
計	:	7,733㎥／H

なお、燕山石油化学コンビナートでは、ダム導水は、表流水と同じ意味を持つ。また水資源として都市水道水はない。

地下水の供給設計能力は、表Ⅱ－13に記載の通り、6,900㎥／Hあることになっているが、実際の供給量は、1988年の5月の実績値、1,191㎥／Hに見られるとおり、供給設計能力よりはるかに小さい値である。

また、地下水の量は季節的変動が激しく、雨期 6,180㎥／H、乾期 1,230㎥／Hと差が著しい。

水温については、地下水の水温はほぼ14℃で一定であるが、表流水は29℃～2℃と季節による温度変化は大きい。水質に関し、1985年4月・5月の地下水水質データを表Ⅱ－14に、年間を通じての地下水の水質を表Ⅱ－15に示す。

また、表流水の水質については、1987年11月の実績値を表Ⅱ－16に示すが、表流水は工業用水として使用する場合必ず一級処理を施し、生活用水として使用する場合には、一級処理に加え、二級処理が施される。

表Ⅱ－13　燕山石油化工公司の用水供給と使用状況表

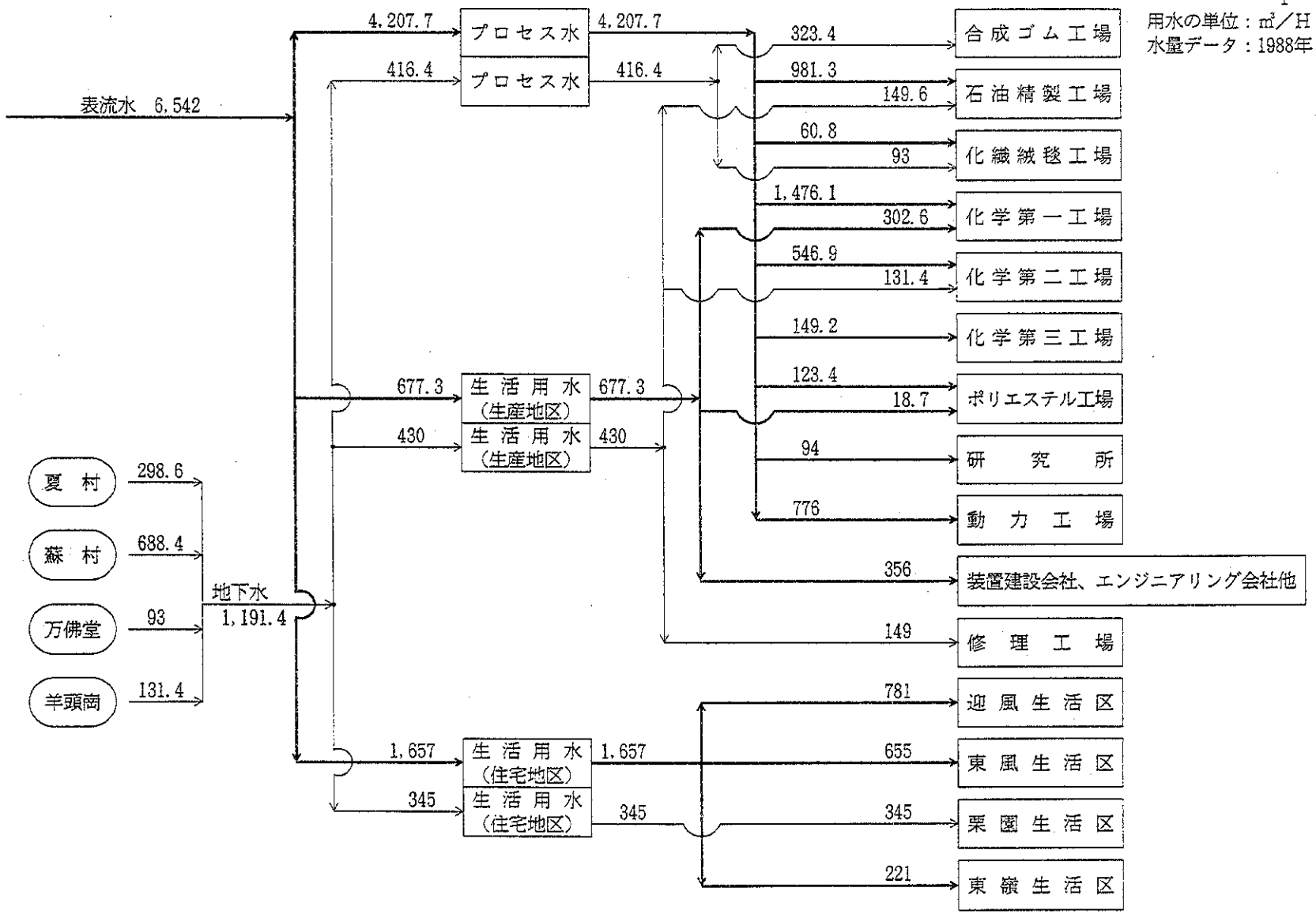
単位：㎥／H（1988年5月のデータ）

項目		供給水合計	用水源別供給水量						備考
			表流水	地下水					
			計	夏村 (XIACUN)	蘇村 (SUCUN)	万佛堂 (WANFOTANG)	羊頭崗 (YANGTOUGANG)	計	
用水の供給設計能力		21,300	14,400	1,800	3,220	1,660	220	6,900	生産地区の生活用水を含む
実際の供給水量（雨期）				1,800	2,500	1,660	220	6,180	
〃（乾期）				460	460	230	80	1,230	
プロセス水	合成ゴム工場	323.4	0		323.4			323.4	
	石油精製工場	981.3	981.3						
	化繊絨毯工場	153.8	60.8			93		93	
	石油化学第一工場	1,476.1	1,476.1						
	石油化学第二工場	546.9	546.9						
	石油化学第三工場	149.2	149.2						
	ポリエステル工場	123.4	123.4						
	研究所	94	94						
	動力工場	776	776						
	合計	4,624.1	4,207.7	0	323.4	93	0	416.4	
生活用水（生産地区）	石油精製工場	149.6		149.6				149.6	生産及び土木建設用水を含む
	化繊絨毯工場								
	石油化学第一工場	302.6	302.6						
	石油化学第二工場	131.4					131.4	131.4	
	石油化学第三工場								
	ポリエステル工場	18.7	18.7						
	装置建設会社	107	107						
	エンジニアリング会社	48.3	48.3						
	建設会社	38.7	38.7						
	修理工場	149		149				149	
	装置工場	15	15						
	機械工場	147	147						
	合計	1,107.3	677.3	298.6	0	0	131.4	430	
生活用水（住宅地区）	迎風生活区(YINGFENG)	781	781						Utilization と土木建設のための用水を含む。
	東風生活区(DONGFENG)	655	655						
	栗園生活区(LIYUAN)	345			345				
	東嶺生活区(DONGLING)	221	221						
	合計	2,002	1,657	0	345	0	0	345	
総計		7,733.4	6,542	298.6	668.4	93	131.4	1,191.4	

根拠：ＪＩＣＡ事前調査資料Ｉ－２－(2)A Rev.1

図Ⅱ－7　燕山石油化学コンビナート用水フローシート

根拠資料：ＪＩＣＡ事前報告書
Ⅰ－２－(2)AのRev.1
用水の単位：㎥／H
水量データ：1988年５月



JICA

I－2－(2)B

表Ⅱ－14　燕山石油化学コンビナート地下水水質表（1985年４月、５月）

sheet of groundwater quality (1985)

Item	Unit	WATER SOURCE LOCATION																		
		WANFOTANG (万佛堂)			YANGTOUGANG (羊頭崗)		SUCUN (蘇村)					XIACUN (夏村)								
		May 14th			Apr. 2nd		Apr. 2nd				May 14th	Apr. 2nd								
		Well (East)	Well (West)	Well (NONGJI)	Well No. 1	Well No. 6	Well No. 2	Well No. 3	Well No. 5	Well No. 6	Well No. 4	Well No. 1	Well No. 2	Well No. 3	Well No. 4	Well No. 5	Well No. 6	Well No. 7	Well No. 8	Well No. 9
Colour	degree	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
Turbidity	degree	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	No	Clear	Clear	Clear
Odour	degree	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	*	No	No	No
Visible Object		No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	**
pH		7.73	7.65	7.79	7.45	7.45	7.46	7.54	7.49	7.50	7.55	7.60	7.45	7.46	7.54	7.46	7.44	7.43	7.42	7.50
COD(Mn)	mg/l	0.65	0.31	0.42	0.40	0.76	0.68	0.58	0.41	0.38	0.41	0.43	0.60	0.45	0.58	0.62	0.59	0.49	0.49	0.49
NH_3-N	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NO^{2-}-N	mg/l	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NO^{3-}-N	mg/l	3.0	5.0	3.0	14.0	10.0	4.0	8.0	8.0	9.0	8.0	4.5	6.0	5.5	5.0	5.5	7.0	7.0	10.0	4.0
Sulphate	mg/l	53.0	53.0	54.5	89.0	99.0	100.0	84.0	98.5	76.5	78.0	128.0	116.5	111.5	104.5	109.0	106.0	126.0	85.5	104.0
Chloride	mg/l	18.0	24.0	18.6	28.0	42.0	119.0	64.0	61.2	41.0	36.2	78.0	88.0	114.2	96.2	100.0	65.0	60.4	91.2	75.0
Total Alkality	mg/l	177	201	185	242	220	216	224	238	246	212	250	260	293	271	280	238	237	236	268
Total Hardness	mg/l	229	256	230	360	389	477	376	417	389	352	450	453	524	490	514	435	444	449	414
Total Hardness	degree	12.9	14.3	12.9	20.2	21.8	26.7	21.1	23.4	21.8	19.7	25.2	25.4	29.3	27.4	28.7	24.2	24.8	25.1	23.2
Calcic Salt	mg/l	155	179	155	218	268	330	266	291	721	248	303	317	370	341	365	298	310	312	296
Magnesic Salt	mg/l	74	77	75	142	121	147	110	126	118	104	147	136	154	149	149	137	134	137	118
Free CO_2	mg/l	9.2	6.9	5.9	10.0	10.0	12.5	7.5	10.0	7.5	7.8	10.0	10.0	12.5	12.5	27.5	5.0	10.0	12.5	12.5
Total Iron	mg/l	0.00	<0.01	0.00	0.01	<0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	<0.01	<0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06
Manganese	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fluoride	mg/l	0.15	0.05	0.10	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Phosphate	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.07	0.07	0.05	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01	0.07
Phenol	mg/l	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000
Cyanide	mg/l	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.006	0.003	0.000
Arsenic	mg/l	0.000	<0.001	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Mercury	mg/l	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	<0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Chromium	mg/l	0.002	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.005	0.055	0.012	0.009	<0.001	0.000	0.000	0.000

* Odour of Farm Chemical. fourth degree

** Sand 0.01 g/l

表Ⅱ－15　燕山石油化学コンビナート地下水水質表

項目		夏村			蘇村			万佛堂			羊頭歯		
		年平均	Max.	Min.	年平均	Max.	Min.	年平均	Max.	Min.	年平均	Max.	Min.
色	(度)	＜5			＜5			＜5			＜5		
濁度	(度)	2.54	9.5	1.5	2.5	3.5	2.0	2.32	5.00	1.30	2.12	3.0	1.5
臭気	(度)	無			無			無			無		
pH		7.64	8.0	7.0	7.54	8.1	6.8	7.84	8.40	6.7	7.55	7.80	6.88
SS	(mg／ℓ)												
COD	(mg／ℓ)												
全硬度	(mg／ℓ)	416.29	525.42	315.00	348.90	429.34	235.00	248.38	287.73	207.67	297.70	369.00	260.00
NH_3 －N	(mg／ℓ)												
NO_2 －N	(mg／ℓ)												
NO_3 －N	(mg／ℓ)												
硫化物	(mg／ℓ)												
塩化物	(mg／ℓ)	75.27	190.0	48.5	65.4	120.0	40.5	13.85	91.0	9.0	16.90	35.00	12.50
全アルカリ度	(mg／ℓ)												
TDS	(mg／ℓ)	641.87	779.0	540.0	510.87	584	399	286.77	384.00	236.00	363.7	506.0	302.0
カルシウム塩	(mg／ℓ)												
マグネシウム塩	(mg／ℓ)												
遊離CO^2	(mg／ℓ)												
全鉄分	(mg／ℓ)	0.0485	0.4040	0.0110	0.067	0.145	未検出	0.0475	0.345	0.0032	0.0249	0.070	未検出
マンガン (Mn)	(mg／ℓ)	0.0022	0.0173	0.0002	0.0016	0.0066	未検出	0.0016	0.0094	0.0001	0.00124	0.0127	0.0002
弗化物	(mg／ℓ)	0.17	0.3	0.1	0.1652	0.3000	未検出	0.2	0.8	0.1	0.16	0.20	0.10
燐化合物	(mg／ℓ)												
フェノール	(mg／ℓ)	0.0009	0.0035	0.0002	0.0009	0.0047	未検出	0.0016	0.0056	未検出	0.0004	0.0017	未検出
シアン化合物	(mg／ℓ)	0.0003	0.0008	未検出	0.0069	0.0500	未検出	0.0043	0.0080	未検出	0.0001	0.0016	未検出
砒素 (As)	(mg／ℓ)	痕跡			未検出			痕跡			未検出		
水銀 (Hg)	(mg／ℓ)	未検出			0.0008	0.001	未検出	未検出			0.0002	0.0008	未検出
クロム (Cr)	(mg／ℓ)	0.0302	0.2940	0.0014	0.013	0.830	未検出	0.0086	0.0285	0.0003	0.009	0.040	未検出
カドミウム (Cd)	(mg／ℓ)	0.0007	0.0013	0.0002	0.0013	0.010	未検出	0.0007	0.01	未検出	＜0.001		
導電率	(μS／cm)												

JICA
I－2－(2)C
Nov., 1897

表II－16 燕山石油化学コンビナート表流水水質表

sheet of surface water quality

Item		Unit	first week	second week	third week	fourth week	avg. of mounth
Colour		degree	5	5	5	5	5
Turbidity		degree	2.0	2.5	2.5	3.0	2.5
pH			7.12	6.98	7.06	8.34	7.37
NH_3-N	(N)	mg/l	0.028	No Find	No Find	No Find	0.007
NO_2^--N	(N)	mg/l	0.0006	No Find	No Find	No Find	No Find
NO_3^--N	(N)	mg/l	0.27	0.21	0.29	0.196	0.24
COD(Mn)	(O)	mg/l	1.93	2.088	2.01	1.93	1.99
Total Disolved Solid	(105℃)	mg/l	284	338	440	472	383.5
Total Hardness	(Germ)	degree	11.77	12.05	12.33	12.05	12.05
Chloride	(Cl)	mg/l	42.00	50.00	49.00	53.50	48.63
Sulphate	(SO_4^{--})	mg/l	55.00	63.00	65.00	60.3	60.83
Total Iron	(Fe)	mg/l	No Find	0.024	0.03	No Find	0.013
Manganese	(Mn)	mg/l	No Find	No Find	No Find	No Find	No Find
Copper	(Cu)	mg/l	No Find	No Find	0.04	0.22	0.065
Lead	(Pb)	mg/l	No Find	No Find	No Find	No Find	No Find
Fluoride	(F)	mg/l	0.84	0.90	0.90	0.90	0.89
Mercury	(Hg)	mg/l	No Find				
Total Chromium	(Cr)	mg/l	No Find				
Cadmium	(Cd)	mg/l	No Find				
Cyanide	(CN)	mg/l	No Find				
Arsenic	(As)	mg/l	No Find				
Zinc	(Zn)	mg/l	0.10	0.09	0.20	0.20	0.15
Total Amount of germ	37℃	mg/l	1	2	4	0	2
Coliform	37℃	mg/l	<3	<3	<3	<3	<3

3.2　用途別用水の水量及び水質

3.2.1　生活用水

燕石油化学コンビナートの生活用水量は、

住宅地区の生活用水	2,002㎥／H
生産地区の生活用水	1,107㎥／H
計	3,109㎥／H

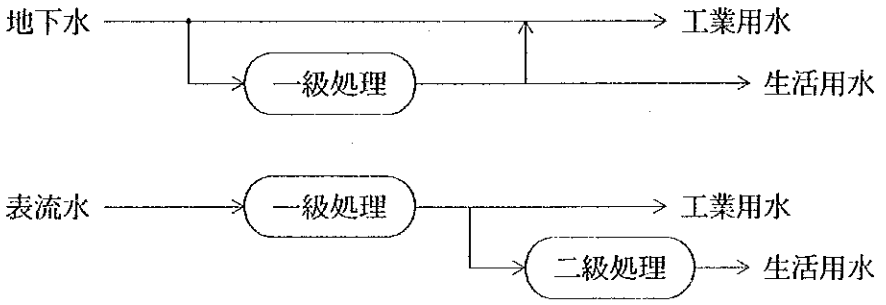
である。

また水源別には、図Ⅱ－7のフローシートに記載の通り、次の内訳となる。

① 表流水より生活用水として使用される水量：2,334㎥／H

② 地下水より生活用水として使用される水量：　775㎥／H

生活用水は、地下水及び表流水より、下記の通り、一級処理、二級処理を行い、生活用水としての水質を確保している。



この一級処理、二級処理の処理内容は、次の通りである。

一級処理：濾過、沈降処理

二級処理：活性炭処理、O_3 処理、$C\ell^-$ 処理

生活用水として使用される二級処理後の水質を表Ⅱ－17に示す。また、表Ⅱ－18に生活用水の実績の水質データを示す。

また、表Ⅱ－19に用途別要求水質基準を記載する。

3.2.2　工業用水

燕山石油化学コンビナートの工業用水量は、4,624㎥／Hである。また水源別には、図Ⅱ－7のフローシートに記載の通り次の内訳となる。

① 表流水より工業用水として使用される水量：4,208㎥／H

② 地下水より工業用水として使用される水量：　416㎥／H

工業用水は、水質上、地下水が要求水質基準内にある場合にはそのまま工業用水として使用し、基準を超える場合には、一級処理を行い、要求される水質を確保する。また表流水が水源の場合には、必ず一級処理を施している。

表流水を一級処理した後の工業用水の水質データは表Ⅱ－20の通りであり、濁度及びPHの最大値が多少表Ⅱ－19に記載の工業用水の水質基準をオーバーしているが、実用上問題のない水質となっている。

水温は、地下水を使用の場合は14℃前後と安定しているが、表流水を使用の場合は、２℃～29.5℃と季節による温度差は大きい。

3.2.3　公共用水及び農業用水

燕山石油化学コンビナートでは、公共用水及び農業用水は使用されておらず、水質に関する規定もない。

表Ⅱ－17　燕山石油化学コンビナート生活用水（二級処理水）の水質

項　　目	年　平　均	Ｍａｘ．	Ｍｉｎ．
色　　（度）	＜５		
濁　度　　（度）	2.09	3.5	1.5
臭　気　　（度）	無		
ｐＨ　　（mg／ℓ）	7.91	8.85	6.81
ＳＳ　　（mg／ℓ）			
ＣＯＤ　　（mg／ℓ）			
全硬度　　（mg／ℓ）	178.17	282.7	140.12
NH_3 －Ｎ　（mg／ℓ）			
NO_2 －Ｎ　（mg／ℓ）			
NO_3 －Ｎ　（mg／ℓ）			
硫化物　　（mg／ℓ）			
塩化物　　（mg／ℓ）	21.68	65.75	10.50
全アルカリ度　（mg／ℓ）			
ＴＤＳ　　（mg／ℓ）	221.50	402	145
カルシウム塩　（mg／ℓ）			
マグネシウム塩（mg／ℓ）			
遊離CO_2　　（mg／ℓ）			
全鉄分　　（mg／ℓ）	0.0926	0.3760	0.0165
マンガン（Mn）（mg／ℓ）	0.0021	0.0042	0.0010
弗化物　　（mg／ℓ）	0.41	0.80	0.20
燐化合物　　（mg／ℓ）			
フェノール　　（mg／ℓ）	0.0008	0.0009	0.0006
シアン化合物　（mg／ℓ）	未検出		
砒素（As）　　（mg／ℓ）	痕　跡		
水銀（Hg）　　（mg／ℓ）	0.0004	0.0006	0.0001
クロム（Cr）　　（mg／ℓ）	0.0011	0.0015	0.0005
カドミウム（Cd）（mg／ℓ）	0.0005	0.0011	0.0001
導電率　　（μＳ／cm）			

表II－18　生活用水水質実績

分析項目		単位	分析結果					飲用標準
			第1週	第2週	第3週	第4週	平均	
一般汚染指標	色	度	＜5	＜5		＜5	＜5	＜15
	濁度	度	2.5	2.0		2.5	2.3	＜3
	嗅・味		無	無		無	無	
	肉眼可視物		無	無		無	無	
	pH		8.35	8.26		8.32	8.30	6.5～8.5
	全硬度	mg／ℓ	240	250		240	243	＜450
細菌学指標	細菌数	ケ／mℓ	0	1	1	0	1	＜100
	大腸菌	ケ／ℓ	＜3	＜3	＜3	＜3	＜3	＜3
	遊離塩素	mg／ℓ	0.50	0.20		0.40	0.36	0.3

表Ⅱ－19　燕山石油化学コンビナート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（工業用水と同水質）		生活用水＝飲料水
				原料水	洗浄水	
臭気	無		基準なし			無
色度	15＞					15＞
濁度	3＞	2－3				3＞
温度						
pH	6.5－8.5	7.7－8.3				6.5－8.5
導電率		400－800				
全硬度		200－300				450
全アルカリ度		100－150				
COD（Cr）	20	50				15＞
油分	0.5	3				0.05
SS		5＞				
全カチオン						
鉄（Fe）	0.5	0.1				0.3
亜鉛（Zn）	2.0					1.0
SiO_2	5	4－5				
Cl^-	250	15－50				250
Na^-						
燐化合物	0.2					0.1＞
TDS		200－500				1000
PO_4^{3-}						
SO_4^{2-}	250	20－50				250
Mg^{++}						
Ca^{++}		80＞				100＞
DO	3					
銅（Cu）	1.0	1.0				1.0
NH_3－N						0.5
NO_2－N	1.0	1.0				0.1
NO_3－N	20	20				20
シアン（Cn）	0.2	0.2				0.05
水銀（Hg）	0.001	0.001				0.001
砒素（As）	0.1	0.1				0.05

表Ⅱ－20　燕山石油化学コンビナート一級処理後の表流水水質

項　　目	年　平　均	Ｍａｘ．	Ｍｉｎ．
色　　（度）			
濁　度　　（度）	3.0	3.5	1.5
臭　気　　（度）	無		
ｐＨ	8.05	8.66	7.5
ＳＳ　　（mg／ℓ）			
ＣＯＤ　　（mg／ℓ）			
全硬度　　（mg／ℓ）	270　（独：9.67）	403　（独：14.38）	220　（独：7.85）
NH_3 －Ｎ　（mg／ℓ）	0.047	1.76	未検出
NO_2 －Ｎ　（mg／ℓ）			
NO_3 －Ｎ　（mg／ℓ）	0.33	0.79	未検出
硫化物　　（mg／ℓ）			
塩化物　　（mg／ℓ）	20.6	57.0	11.5
全アルカリ度　（mg／ℓ）	2.8	4.53	2.2
ＴＤＳ　　（mg／ℓ）	174.4	298	144
カルシウム塩　（mg／ℓ）	47.80	66.13	36.07
マグネシウム塩（mg／ℓ）	11.70	23.10	8.50
遊離CO_2　（mg／ℓ）	0.26	2.4	未検出
全鉄分　　（mg／ℓ）	0.112	0.222	0.022
マンガン（Mn）（mg／ℓ）			
弗化物　　（mg／ℓ）			
燐化合物　　（mg／ℓ）	未検出		
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）			

3.3　用水の状況

燕山石油化学コンビナートの各工場に供給される用水の水源は、表流水（ダム導水と同じ）と地下水であり、都市水道水はない。

工場別用水の水源構成として、前述の表Ⅱ－13に用水供給と使用状況（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、地下水のみをプロセス水（工業用水）として使用しているのは、合成ゴム工場のみである。合成ゴム工場と、表流水、地下水を両用している化繊絨毯工場を除き、他の全ての工場は、表流水をプロセス水の水資源としている。

プロセス水を一番多く使用しているのは、石油化学第一工場で、全工場の使用プロセス水の約1/3の量となっている。

各工場への表流水及び地下水の供給フローは前述の図Ⅱ－７に記載の通りである。

次に工場別の用水使用状況（冷却水、ボイラー用水、プロセス水）を表Ⅱ－21に示すが、この表より用水の回収率を計算した結果は次の通りである。

① 総合回収率

生活用水を含めない場合	94.1%
② 冷却水の回収率	98.6%
③ 純水・蒸気の回収率	0　%
④ プロセス水の回収率	0　%

上記回収率より明らかな通り、総合回収率及び冷却水の回収率は非常に高い値を示しているが、スチーム凝縮水は、回収に非常に費用がかかることも有り、回収を行っていない。

各工場に供給される用水の用途別要求水準基準は、次の通りである。

工業用水　：　表Ⅱ－19及び第二次現地調査での入手資料「地面水環境質量標準」（ＹＭ３１０）の第Ⅳ類に記載の通り。

冷却水　　：　表Ⅱ－19及び第二次現地調査での入手資料「付表2.工業循環冷却水補給水水質要求」（ＹＭ３０８）に記載の通り。

純水　　：　水質基準なし。

プロセス水：　工業用水と同じ。

生活用水　：　表Ⅱ－19及び第二次現地調査での入手資料「生活用水水質標準」（ＹＭ３０９）に記載の通り。

表Ⅱ－21　燕山石油化学公司のプロセス水の使用状況

単位；㎥／H（1987年５月のデータ）

項目	用水総使用量				ボイラ用水			循環システム用水（冷却水）		プロセス水
	合計	新鮮水	循環水	水再利用率（%）	新鮮水	軟水	酸・アルカリ水	循環水	補給水	
合成ゴム工場	6,443.4	323.4	6,120	94.6				6,120	70.4	253
石油精製工場	18,000.3	981.3	17,019	94.5	430	375	30	17,019	235	316.3
化繊絨毯工場	850.8	60.8	790	92.8				790	16	44.8
化学第一工場	37,604	1,476	36,128	96.0	430	375	30	36,128	470	576
化学第二工場	9,428.9	546.9	8,882	94.2	173	150	10	8,882	162	211.9
化学第三工場	2,524.2	194.2	2,330	93.9	46	40	2	2,330	61	87.2
ポリエステル工場	2,023.4	123.4	1,900	93.9	63	55	4	1,900	29	31.4
研究所	314	94	220	70.0				220	10	84
動力工場	776	776			776	675	50			
合計	77,965	4,576	73,389	94.1	1,918	1,670	126	73,389	1,053.4	1,604.6

根拠：JICA事前調査資料Ⅱ－２－(1)　Rev. 1

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

北京燕山石油化工公司は、エチレン30万トンを軸に、石油精製から石油化学製品までの一大石油化学コンビナート形成に向けて前進中で、1987年には、フェノール／アセトン、メタクレゾール設備を稼働させ、1988年にはスチレンモノマー（年産6万トン）プラントも本格操業を開始した。

1991年から始まる第8次5ヵ年計画の重点テーマとしては、エチレン、リファイナリー関連の技術改造が上げられており、また省エネ、ファインケミカル製品、川下製品、エンプラの開発を積極的に推し進めていく計画である。

また2基のＦＣＣのうち一基を技術改造し、プロピレンの収率アップを図っていく計画の他、ハイオクガソリンの製造にも意欲を示しており、年間処理能力50万トン程度のＦＣＣプラントを国内技術で新設するか、あるいは海外の新鋭プラントを譲り受け、北京地区の需要を賄っていくべく検討を進めている。

さらに、ビスフェノールA、ポリカーボネート樹脂プラントの建設も実現させる計画である。

一方、第8次5ヵ年計画に必要な用水需要増加量は、これ迄の用水量データの伸び率より算出し、1,100㎥／Hの水が各種計画の達成に、新たに必要と予測している。

尚、中国側の予測では、循環冷却水が13,000㎥／H増加するため、供給水として、

工業用水	930㎥／H（22,320㎥／日）
生活用水	170㎥／H（4,080㎥／日）
計	1,100㎥／H（26,400㎥／日）

の用水量の増加と予測している。尚、増加量の内訳については石油精製及び合成ゴム工場で 300㎥／H、石油化学工場その他で 800㎥／Hと想定している。

3.4.2　将来の水資源開発の余地の有無

将来の水資源開発の余地は、ほとんどなくきびしい状況に有り、当面節水と水を極力使用しない設備の導入等に努力が必要であり、さらに、排水の再生利用開発が重要なプロジェクトとなっている。

3.4.3　廃水の再利用計画

北京燕山石油化工公司は、優良企業であるため、優先的に用水の供給を受けているが、前述の通り水資源開発の余地がないため、将来の技術改造、プラント新増設計画の実現のためには、省エネ、水節約及び排水を資源化することにより、基本的には、新鮮水を増さずに、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、燕山石油化学コンビナートで行っている廃水の再利用策としては、現状用水使用量の94％以上の水が、循環水として再利用されている。一方、スチーム凝縮水は費用がかかるとのことで現在回収されておらず、また廃水の単純再利用方式として、プラント内循環方式が、エチレングリコールのプラントでは採用されているものの、カスケード方式の採用等も含め、再利用率の向上のための改善の余地を残している。

将来計画の達成のためには、新鮮水を増さずに用水需要増加量 1,100㎥／Hを確保すべく廃水の再利用策を計画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

燕山石油化学コンビナートの廃・排水の状況を調査する手順は次のようにした。

(1) 系統図の作成

対象地域を排水処理場への流入経路により２つに分割した。

o 石油精製工場 ──→ 石油精製排水処理場

o 石油化学第一工場 ──→ 石油化学排水処理場

石油化学第二工場 ──→

石油化学第三工場 ──→

ポリエステル工場 ──→

生活地区 ──→

上記両排水処理場への排水系統図を作成し、廃・排水分析箇所を確定した。

（図Ⅱ－８参照）

(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及び記号を次のような区分けで付した。

工場名	記　号
o 石油精製工場	A
o 石油精製排水処理場	B
o 石油化学第一工場	C
o 石油化学第二工場	D
o 石油化学第三工場	E
o ポリエステル工場	F
o 石油化学排水処理場	G

区分けした箇所の名称及び記号等を名称一覧表にまとめ、巻末の表に示す。

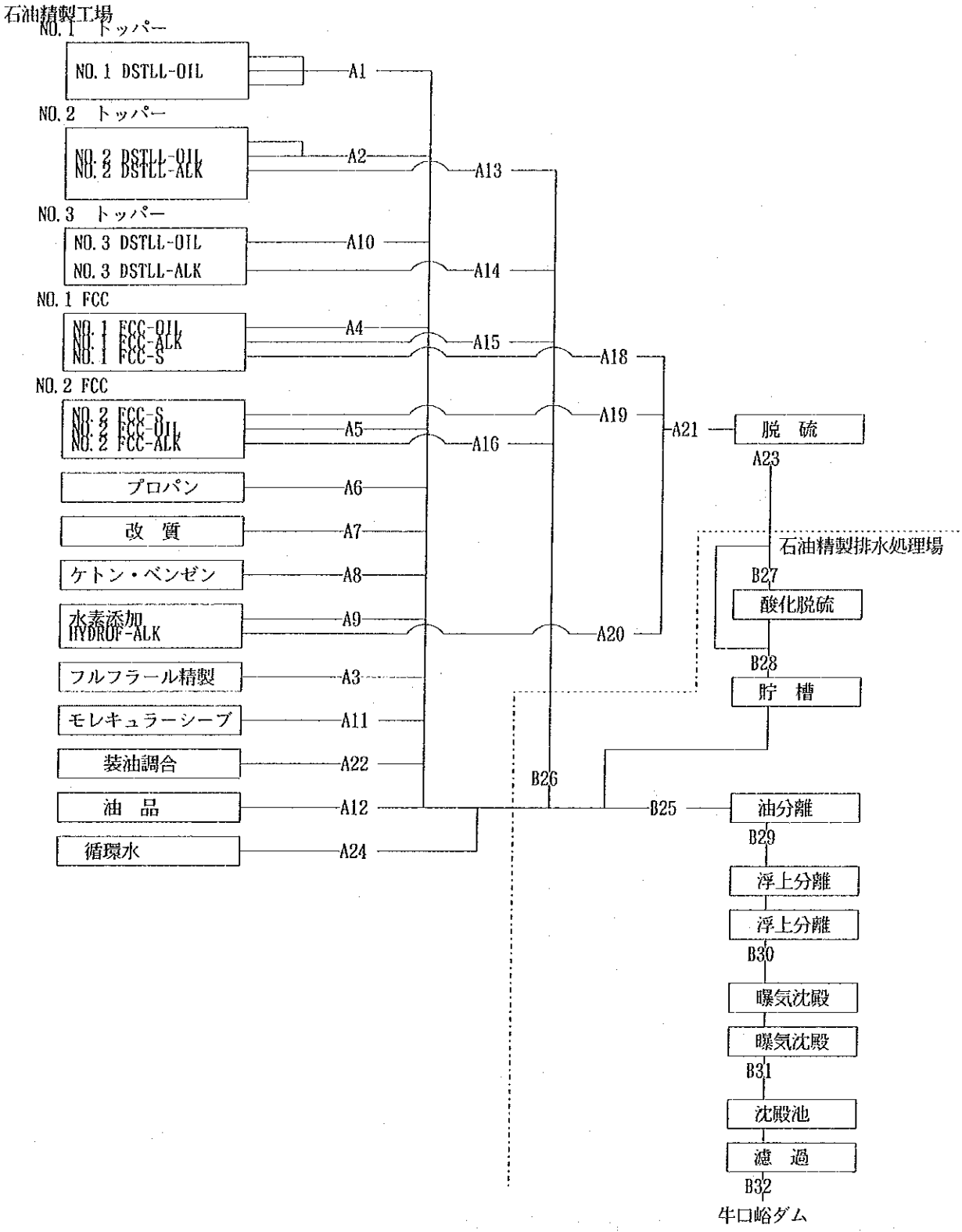
(3) 廃・排水分析

決定した廃・排水分析箇所で簡易分析・詳細分析・日間変動分析の３段階に分け分析を実施した。この３段階に分けた目的は次のとおりである。

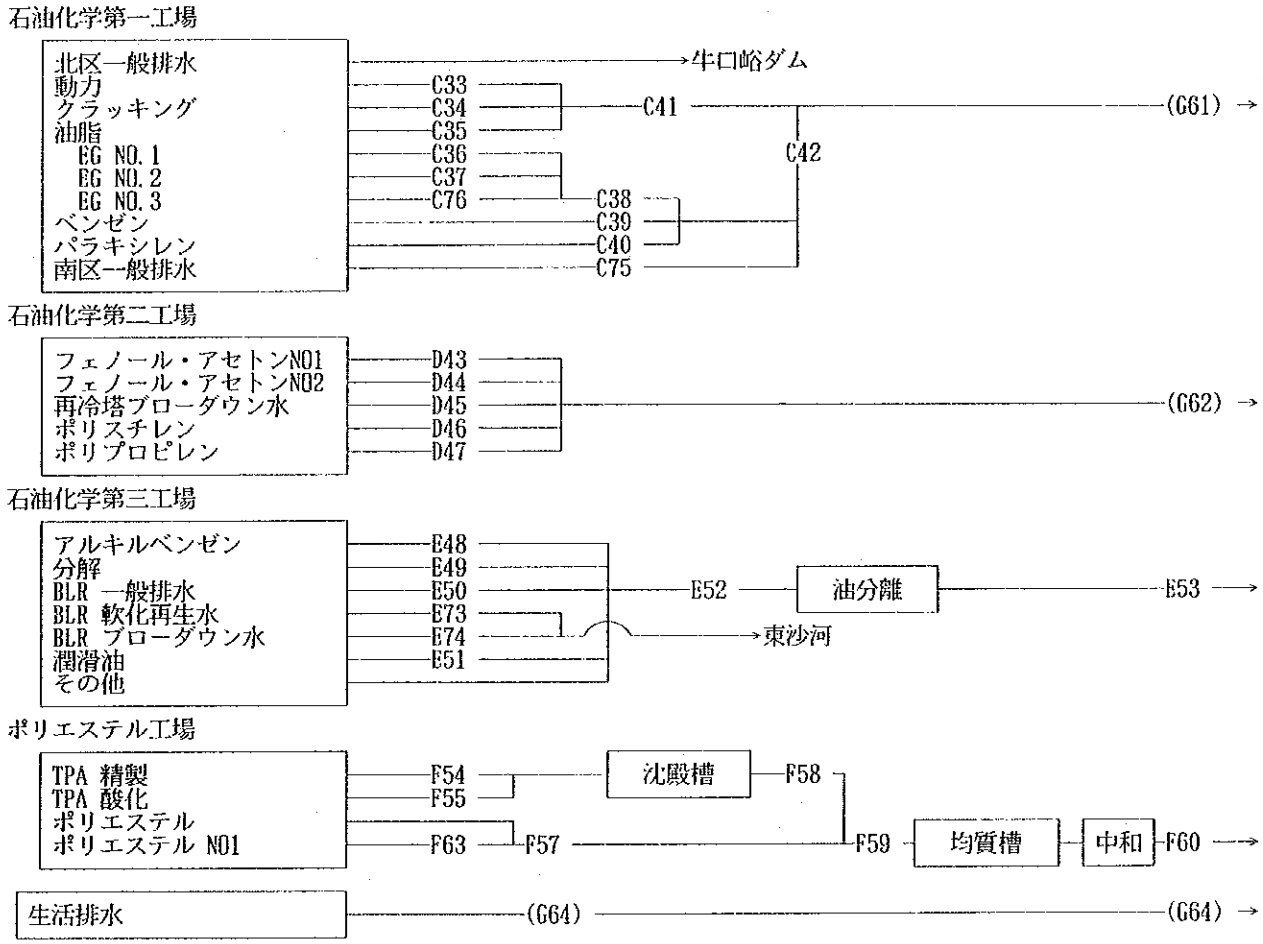
o 簡易分析……地域全体の現状を確認する。

（分析：９項目）

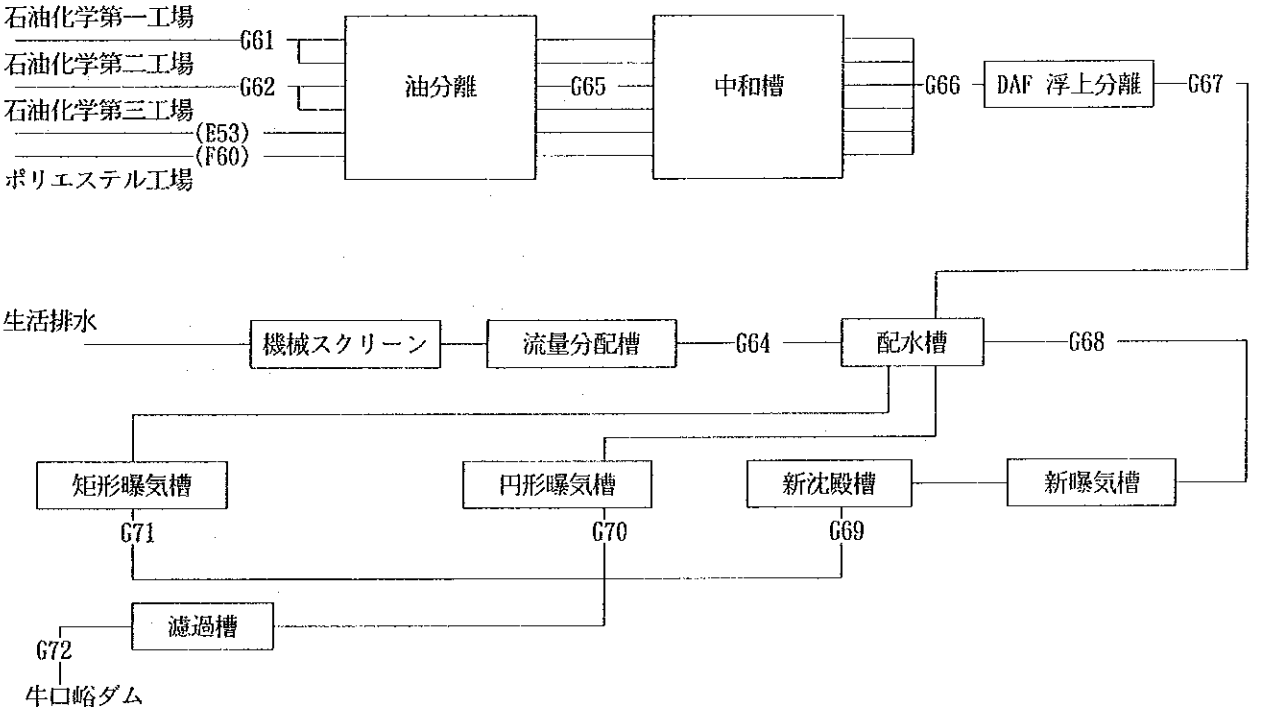
図II－8(1)　燕山地区排水系統図（石油精製）



図II－8(2)　燕山地区排水系統図（石油化学）



燕山石油化学排水処理場系統図



o 詳細分析……簡易分析結果により、①排水処理場流入前に処理が必要（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各々の目的に対応した水質項目を確認する。

（分析：前処理　：28項目
　　回収利用：39項目）

o 日間変動分析……地域全体で回収再利用が実施できる排水処理場処理水の変動を確認する。

（分析：９項目）

4.1.2　廃水の水質

燕山石油化学コンビナートの第２次現地調査により測定・分析したデータを巻末の表「燕山石油化学コンビナート廃水水量・水質一覧表」に示す。

(1)　工場別廃水の水質

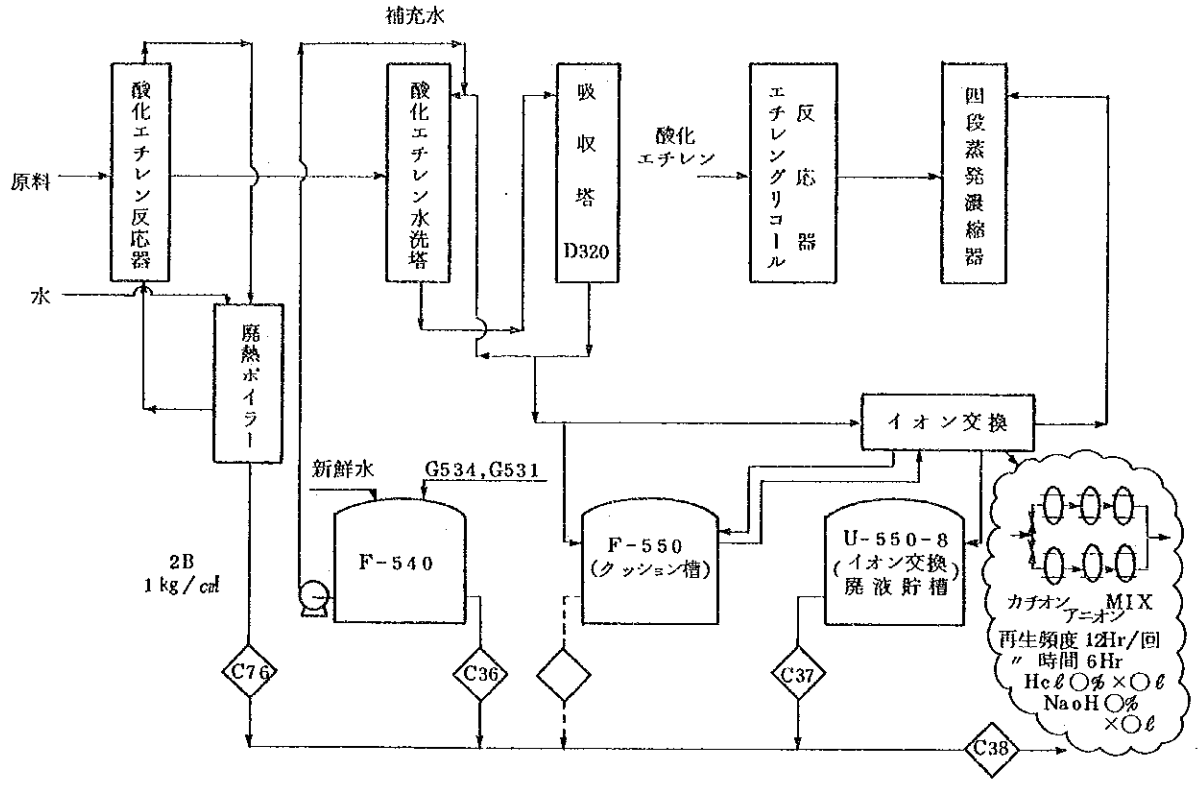
1)　悪質廃水

石油精製工場廃水については、含アルカリ水及び含硫黄廃水を除いて、前処理を要する悪質廃水はない。含硫黄廃水は、脱硫工程により硫黄分の除去が行われる。

尚、含アルカリ水の内、№１ＦＣＣからの廃水（Ａ１５）は、シアン分を８～９mg/ℓ含有している。石油化学工場廃水については、石油化学第一工場のエチレングリコールプラントからの廃水（Ｃ３６、Ｃ３７）、石油化学第二工場のフェノール・アセトンプラントからの廃水（Ｄ４４）石油化学第三工場のアルキルベンゼンプラントからの廃水（Ｅ４８）及びポリエステル工場のテレフタル酸プラントからの廃水（Ｆ５４、Ｆ５５）が悪質廃水である。

特にエチレングリコールプラントからの廃水（Ｃ３６、Ｃ３７）及びテレフタル酸プラントからの廃水（Ｆ５４、Ｆ５５）は、図Ⅱ－９及び図Ⅱ－10に示す様に高濃度有機廃水である。

図II－9　エチレングリコールプラント排水フロー



[設計条件]

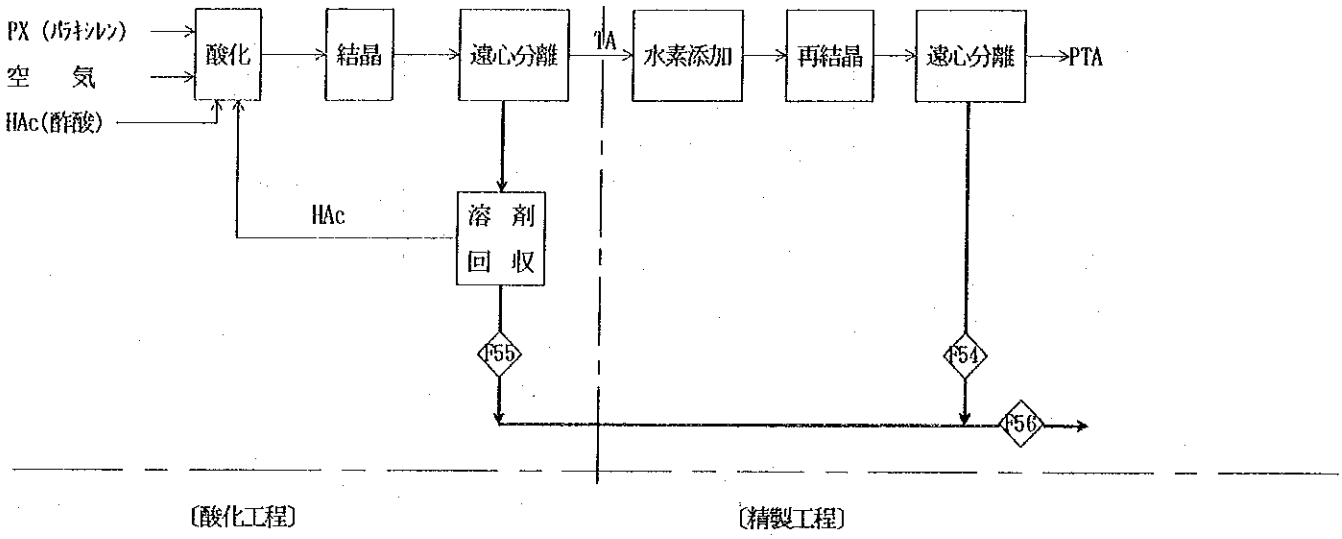
1. 流入

	水量 m³/Hr m³/日	温度 ℃	PH — —	BOD (mg/ℓ) kg/日	COD Mn	TOC	SS	oil	フェノール	CN	F	TDS	SO_4	cl	Hg	As	Pb	Cr	Cd	備考
C76	8.0 192	68 —	9.1 —		1.1	180	0.5>	14												冷却水
C36	10 (max 15) 240 (360)	56 —	6.4 ~8.9 —	8,200	16,333	5,733	1	7	75	0.1>	2.2	114	1>	3	0.001>	0.02>	1>	0.25>	0.1>	前処理
C37	4 96	16 —	5.9 ~8.6 —	1,750	1,833	617	8	10	23	0.1>	1>	170	8	5	0.001>	0.02>	1>	0.25>	0.1>	冷却水
◇	0																			正常時排出水
C38	50 1200	72	8.5	—	11,000	4,300	2.5	18												集合水

◇ 2.処理水質

CODcr 800ppm >　PH6～9

図II－10　テレフタル酸プラント排水フロー



〔設計条件〕

1. 流　入

	水量 m³/Hr	温度 ℃	PH	BOD (mg/ℓ)	COD Mn	TOC	SS	Oil	フェノール	CN	F	TDS	SO_4	Cl	Hg	As	Pb	Cr	Cd	備考
	(m³/日)	－	－	－	(CODcr) [kg/日]															
P55	7	39	3.4	－	370 (1.632)	500	0.5>	40												実測値
	20～30	45～55	3.5～4.5	－	‡① (6,300)	－	－	－	‡ ① TA2,000～2,500ppm											通常 ◇1 1~2回／日×3Hr／回
	20～30	45～55	3> 9<	－	‡② (9,000～20,000)	－	－	－	‡ ② TA2,500～8,000ppm											
	50～70	30	3> 9<	－	‡③ (9,000～20,000)	－	－	－	‡ ③ TA2,500～8,000ppm											◇1 4回／年×3Hr／回
P54	13	47	11.1	－	310 (3.723)	1,100	24	23												実測値
	13～15	100～110	9>	－	‡‡① (4,000～6,000)	－	－	－	‡‡TA2,000～2,500ppm ①											通常 ◇1 1~2回／日×3Hr／回
	30～50	30～40	9～13	－	‡‡② (7,000～9,000)	－	－	－	‡‡TA2,500～3,000ppm ②											
	80～120	20～30	9～13	－	‡‡③ 47,000	－	－	－	‡‡TA30,000ppm ③											◇1 2~3回／年×3Hr／回
P56	35	45	4.3～5.5	380<～910<	330	1,143	934	44	14	0.1>	1>	2,933	1>	8	0.001>	0.02>	1	0.25>	0.1>	実測値
	33～45 ∫ 130～190	66～73 ∫ 30	3.5～9.0 ∫ 3> 9<	－ ∫ －	(5,400～6,200) ∫ (32,400～3,7600)	－ ∫ －	－ ∫ －	－ ∫ －	TA 2,000～2,500ppm ∫ (max) TA18,460～21,900ppm											通常 ∫ ◇1 2~3回／年×3Hr／回

◇1　2. 処理水質 COD_{cr}, 800ppm>, TA100ppm>, PH 6～9

(2) 工場排水口以降の排水の水質

石油精製・石油化学両排水処理場の排水受入れ基準を下記に示すが、両所の水質基準は同一でない。

表Ⅱ－22 総合排水処理場受入れ基準

	石油精製排水処理場	石油化学排水処理場
油　分	<1,000	<200
フェノール	<50	<50
ベンゼン		<50
硫化物	<15	<10
CODCr	<450	<600～<800
SS	<200	<200
pH	6～9	6～9

注）pHを除き、単位はmg／ℓ

また両排水処理場入口・出口の主要水質について、第2次現地調査の分析値の平均（簡易・詳細）を表Ⅱ－23に示す。

表Ⅱ－23 総合排水処理場入口・出口水質（平均値）

	石油精製排水処理場		石油化学排水処理場	
	入　口	出　口	入　口	出　口
	B25	B32	G61、G62、E53、F60、G64	G72
pH	9.6	8.9		8.0
導電率	600μs／cm	600μs／cm	807μs／cm	600μs／cm
SS	191 mg／ℓ	13 mg／ℓ	57 mg／ℓ	33 mg／ℓ
CODMn	199 mg／ℓ	32 mg／ℓ	266 mg／ℓ	29 mg／ℓ
CODCr	890 mg／ℓ	66 mg／ℓ	674 mg／ℓ	261 mg／ℓ
油　分	1,069 mg／ℓ	8 mg／ℓ	43 mg／ℓ	5 mg／ℓ
TOC	55	20 mg／ℓ	157 mg／ℓ	28 mg／ℓ

石油精製排水処理場排水については、入口（B25）、出口（B32）を比較した場合、処理によって油分 1,069mg／ℓ→8mg／ℓ、CODCr 890mg／ℓ→66mg／ℓと安定運転を行っている。又、重金属類についても、排水処理場出口では、問題視するようなものは検出されていない。

石油化学排水処理場排水については、石油化学工場からの排水（G67、COD

Cr 2,000mg／ℓ）を生活排水（G64、CODCr 150mg／ℓ）で希釈しているが、出口（G72）ではCODCr 261mg／ℓと十分処理されていない。高濃度排水及び過剰水量の為、処理能力以上の操業となっている。

4.1.3 廃・排水データ

(1) 廃水の水量バランス

1) 工場内廃・排水量

一般的に廃・排水の排出状況は、生産ラインとは異なり、変動が生ずる。そこで、今回の調査では水量に関し実測値及び、燕山石油化学コンビナートより提供された資料をベースに全体バランス見合で修正・作成をした。

尚、工場内排水口56ヶ所の内、殆どのものは連続的に排出しているが、石油精製工場の油品プラント（A12）及び石油化学第一工場のエチレングリコールプラント（C37）の2ヶ所は間欠的に排出していた。

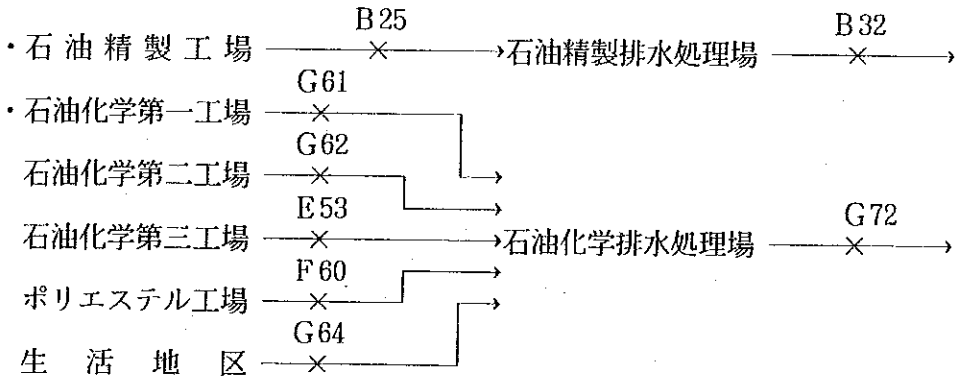
運転状況による変動、時間的変動については、テレフタル酸プラント以外、特にデータとして取得しておらず不明である。

テレフタル酸プラントでは、配管内あるいは反応器内でのテレフタル酸の固化によるトラブルで、月1～2回の配管バラシ及び年4回の反応器の開放清掃が行なわれている。この為、前述の図Ⅱ－10に示す如く、通常時の3～6倍もの多量の廃水が一時的に排出される時がある。

2) 工場排水口以降の排水量

燕山石油化学コンビナートで工場排水口以降の対象箇所は、石油精製排水処理場及び石油化学排水処理場である。

両処理場への排出元は次のとおりである。



尚、第３次現地調査時点で石油精製排水処理場には、新たに生活地区排水250㎥／H（6,000㎥／日）を受入れる計画があることが明らかになっている。

また両処理場へ流入する排水量は運転状況による変動、及び季節的変動については、十分なデータがなく不明であり、現地調査時に得られた水量バランスからの排水量を表Ⅱ－24に示す。また参考として石油化学排水処理場入口での月間水量変動（1989年２月～12月）を表Ⅱ－25に示す。両表より水量の変動が大きいことが見られる。

表Ⅱ－24　総合排水処理場処理水量

	石油精製排水処理場		石油化学排水処理場					
	入口	出口	入口					出口
分析箇所	B25	B32	G61	G62	E53	F60	G64	G72
水量（㎥／H）	550	550	300	430	120	41	709	1600

表Ⅱ－25　石油化学排水処理場水量月間変動表

（1989年２月～12月）　　（単位：㎥／H）

	石油化学第一工場（G61）	石油化学第二工場（G62）	石油化学第三工場（E53）	ポリエステル工場（F60）	生活排水（G64）	計（G72）
二月	276	294	183	45	619	1,417
三月	272	288	158	47	614	1,379
四月	236	201	141	40	585	1,203
五月	250	279	155	44	655	1,383
六月	148	247	147	37	711	1,290
七月	285	291	147	44	696	1,463
八月	286	262	156	45	677	1,426
九月	298	273	121	47	719	1,458
十月	309	250	117	44	667	1,387
十一月	372	247	156	47	705	1,527
十二月	333	265	170	44	700	1,512
平均	279	264	150	44	668	1,405

(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（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（㎥／日）を使用。但し、石油精製排水処理場には生活排水6,000㎥／日を受け入れるものとした。

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、算出した値を参考値とする。

以上の結果より、以後使用する水量・水質データを表Ⅱ－26にまとめた。

表II－26(1)　廃水水質一覧表

ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ﾎﾟｲﾝﾄ	記号	FLOW m3/D	pH	CONDUCT' μs/cm	W.TEMP ℃	S.SOLID mg/L	COD-Mn mg/L	COD-Cr mg/L	EXTR.OIL mg/L	T O C mg/L	NH3-N mg/L
燕山石油精製工場											
NO.1 蒸留											
NO.1 蒸留含油排水	A01	192	7.2	700	37	41	42	452	220	30	
NO.2 蒸留											
NO.2 蒸留含油排水	A02	432	8.3	100	35	4300	350	1530	4400	65	
NO.2 蒸留ｱﾙｶﾘ水	A13	48	9.5	900	15	3	8	15	9	5	
NO.3 蒸留											
NO.3 蒸留含油排水	A10	408	9.7	600	37	66	220	691	2000	66	
NO.3 蒸留ｱﾙｶﾘ水	A14	24	9.0	800	14	27	30	313	4300	11	
NO.1 FCC											
NO.1 FCC 含油排水	A04	672	7.8	700	34	100	49	292	670	12	
NO.1 FCC ｱﾙｶﾘ水	A15**	24	10.3	6650	28	102	7333	11941	79	3020	1450
NO.1 FCC 硫酸水	A18	240	9.4	3400	42	1	2000	2504	430	450	
NO.2 FCC											
NO.2 FCC 含油排水	A05	1056	8.1	900	35	120	74	399	1100	10	
NO.2 FCC ｱﾙｶﾘ水	A16	24	6.2	700	12	51	60	71	2200	13	
NO.2 FCC 硫酸水	A19	384	9.6	2100	43	13	1800	2626	320	160	
ﾌﾟﾛﾊﾟﾝ脱れき	A06	1032	8.1	800	23	90	75	481	450	28	
改質	A07	120	8.1	400	13	2	10	43	10	6	
ｹﾄﾝ･ﾍﾞﾝｾﾞﾝ脱蝋	A08	1824	7.5	900	31	76	36	462	120	44	
水素添加	A09	120	6.5	800	16	69	40	309	77	13	
水添含油排水											
水添ｱﾙｶﾘ水	A20	48	8.1	800	28	110	55	383	800	20	
ﾌﾙﾌﾗｰﾙ精製	A03	168	5.6	500	65	40	170	310	90	76	
ﾓﾚｷｭﾗｼｰﾌﾞ	A11	336									
潤滑油調合	A22	528	7.7	900	22	11	38	290	51	31	
油貯槽	A12	1920	9.0	800	48	160	52	383	1000	18	
循環水排出	A24	3600	8.2	800	16	2100	99	1708	4900	19	
脱硫設備　入	A21**	672	9.3	3271	30	14	1366	2414	103	484	675
脱硫設備　出	A23	672	10.5	700	44	17	930	1284	60	1200	
燕山石油精製 排水処理場											
ｱﾙｶﾘ排水	B26**	120	10.1	800	42	241	883	2514	1430	373	685
含硫酸排水	B27	432	9.9	1100	28	33	1100	1855	130	430	
貯槽	B28**	672	10.3	1000	77	78	697	1594	113	240	475
含油排水	B25**	13200	9.6	603	28	191	199	890	1069	55	35
油分離	B29	13200	9.3	500	30	1100	620	2225	1600	390	
二次浮上分離	B30**	13200	9.5	571	30	50	90	354	69	197	40
	B30-1++	6000	6.9	693	10	42	30	152	6	15	
二次曝気	B31	13200	7.0	400	27	83	37	160	32	14	
濾過	B32**	13200	8.9	552	26	13	32	66	8	20	100
	B31++	19200		492	22	70	35	158	24	14	
	B32++	19200		596	21	22	31	93	8	18	

** 簡易/詳細分析の平均値
++ 第三次現地調査により訂正データ

表II－26(2)　廃水水質一覧表

ｻﾝﾌﾟﾘﾝｸﾞ ﾎﾟｲﾝﾄ	記号	FLOW m3/D	pH	CONDUCT' μs/cm	W.TEMP °C	S.SOLID mg/L	COD-Mn mg/L	COD-Cr mg/L	EXTR.OIL mg/L	T O C mg/L	NH3-N mg/L
燕山石油化学第一工場											
北区一般排水											
動力	C33	1200	9.0	700	30	18	26	240	22	6	
分解	C34	240	11.1	900	22	19	67	260	12	50	
油貯槽	C35	1200	7.6	800	10	100	46	524	46000	9	
ｴﾁﾚﾝｸﾞﾘｺｰﾙ	C38	1440	8.5	900	72	2.5	11000	19227	18	4300	
F-540ﾀﾝｸ	C36**	240	8.9	300	56	1	16333	22076	7	5733	<0.1
U-550-8ﾀﾝｸ	C37**	96	5.9	700	19	7	10625	13818	28	3713	0.2
廃熱ﾎﾞｲﾗｰ	C76	192	9.1	200	68	<0.5	1	121	14	180	
ﾍﾞﾝｾﾞﾝ	C39	1200	8.9	900	25	3.6	65	868	87	34	
P-ｷｼﾚﾝ	C40	240	8.4	900	19	28	24	163	27	11	
南区一般排水	C75	1680	8.2	1000	8	10	96	325	34	42	
	C41	2640	8.8	900	31	410	47	670	1700	12	
	C42	4560	5.4	100	21	130	510	2099	400	200	
燕山石油化学第二工場											
ﾌｪﾉｰﾙ･ｱｾﾄﾝ NO1	D43	240	13.2	3800	8	62	10	139	15	5	
ﾌｪﾉｰﾙ･ｱｾﾄﾝ NO2	D44	216	8.4	19000	21	510	3100	1620	84	2000	
再冷塔ﾌﾞﾛｰﾀﾞｳﾝ水	D45	24	8.5	6000	7	8	9	38	6	6	
ﾎﾟﾘｽﾁﾚﾝ	D46	6240	8.2	900	10	43	15	92	12	16	
ﾎﾟﾘﾌﾟﾛﾋﾟﾚﾝ	D47	3600	7.8	900	31	31	11	62	73	7	
燕山石油化学第三工場											
ｱﾙｷﾙﾍﾞﾝｾﾞﾝ	E48	480	9.0	10600	37	16000	350	3463	240	11	
分解	E49	720	6.2	900	16	15	6	33	76	37	
ﾎﾞｲﾗｰ											
一般排水	E50	24	6.7	900	11	1	4	29	6	3	
軟化再生水	E73	96	7.3	1000	7	1	3	13	25	10	
ﾌﾞﾛｰﾀﾞｳﾝ水	E74	216	7.4	900	20	2	3	10	12	3	
潤滑油	E51	840	10.2	800	13	15	15	250	100	4	
	E52	2880	9.4	500	17	420	47	583	920	4	
	E53**	2890	9.6	353	17	82	21	243	72	9	211
燕山ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ工場											
ﾃﾚﾌﾀﾙ酸	F56**	792	4.3	300	45	934	330	3822	44	1143	<0.1
精製	F54	312	11.1	31800	47	24	310	3723	23	1100	
酸化	F55	480	3.4	800	39	<0.5	370	1632	40	500	
沈澱池	F58	792	10.8	3900	35	14	680	4744	30	900	
ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ合流	F57	192	6.9	2000	12	10	1600	2190	11	660	
ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ	F63	72	6.4	700	70	1	2700	6165	200	1800	
均質槽	F59	984	11.6	6000	32	12	530	3595	20	790	
中和槽	F60**	984	9.5	2109	27	16	918	5105	13	1509	<0.1
燕山石油化学											
排水処理場											
石油化学第一工場	G61**	7200	5.7	793	26	51	426	1067	66	253	0.3
石油化学第二工場	G62**	10320	11.5	1005	15	81	331	959	82	236	3
石油化学第三工場											
ﾎﾟﾘｴｽﾃﾙ工場											
生活排水	G64**	17016	8.4	693	10	42	30	152	6	15	12
油分離	G65	21384	8.6	200	16	84	670	2301	190	620	
中和槽	G66	21384	9.5	600	19	92	1100	2866	170	670	
浮上分離	G67**	21384	9.5	377	20	45	711	2005	83	410	18
配水槽	G68	19824	9.5	100	17	61	760	2152	130	200	
新沈澱槽	G69	21504	7.8	500	14	30	77	283	19	55	
旧円形曝気槽	G70	9216	8.0	200	14	38	300	920	37	200	
旧矩形曝気槽	G71	7680	8.1	1000	9	190	520	1227	42	310	
濾過槽	G72**	38400	8	607	14	33	29	261	5	28	100

** 簡易/詳細分析の平均値

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・運転概要

本調査で対象となる５工場のうち、工場内に処理施設を設けているのは、石油精製工場、石油化学第三工場、ポリエステル工場の３工場であり、その設備は次のとおりである。

o石油精製工場……脱シアン塔、脱硫塔、脱アンモニア塔

o石油化学第三工場……油分離槽（ＡＰＩ＋ＣＰＩ）

oポリエステル工場……沈殿槽、均質槽、中和槽

1)　石油精製工場

・脱アンモニア塔は、工場出口でのアンモニア濃度が規制値以下の為休止中。

・脱シアン塔は運転条件が確定せず、休止中。

・脱硫塔は順調稼働中。

・処理設備フローを図Ⅱ－11に示す

2)　石油化学第三工場

・設備能力200㎥/Hで現状処理量 120㎥/H

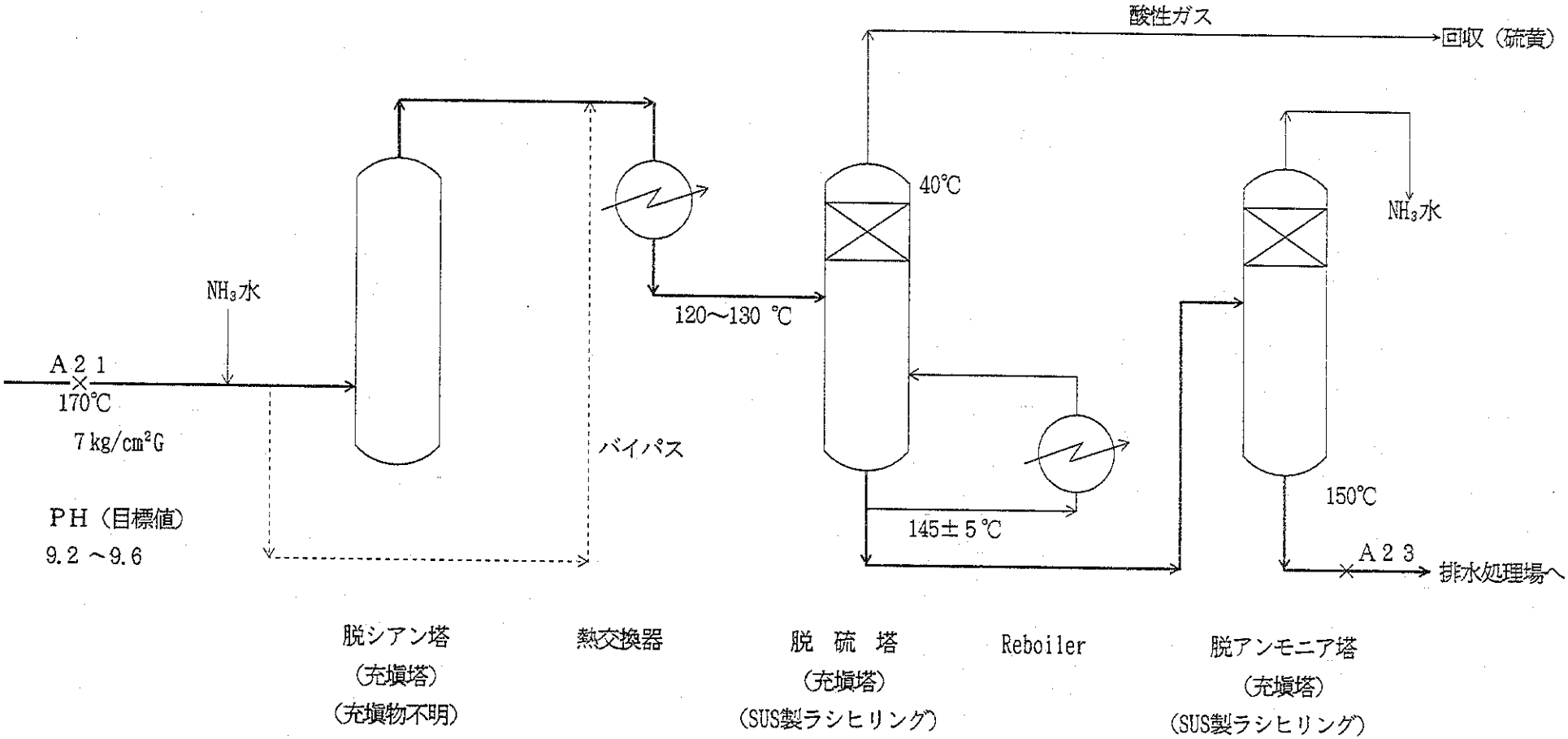
・油分は 920mg/ℓ→ 130mg/ℓ

・設備仕様は表Ⅱ－27のとおりである。

表Ⅱ－27　油分離槽設備仕様

・処理量	200 ㎥/H
・流入水質 ｐＨ $Al(OH)_3$ ベンゼン 油	 6～9 ＜100 ppm ＜100 ppm 200 ～ 500 ppm
・流出水質 油	 ＜100 ppm
・形式	ＡＰＩ＋ＣＰＩ
・寸法 長さ 幅 ＡＰＩ段長 ＣＰＩ段長 有効水深	 25m 9ｍ×２ 17.75m 6.8 m 2ｍ

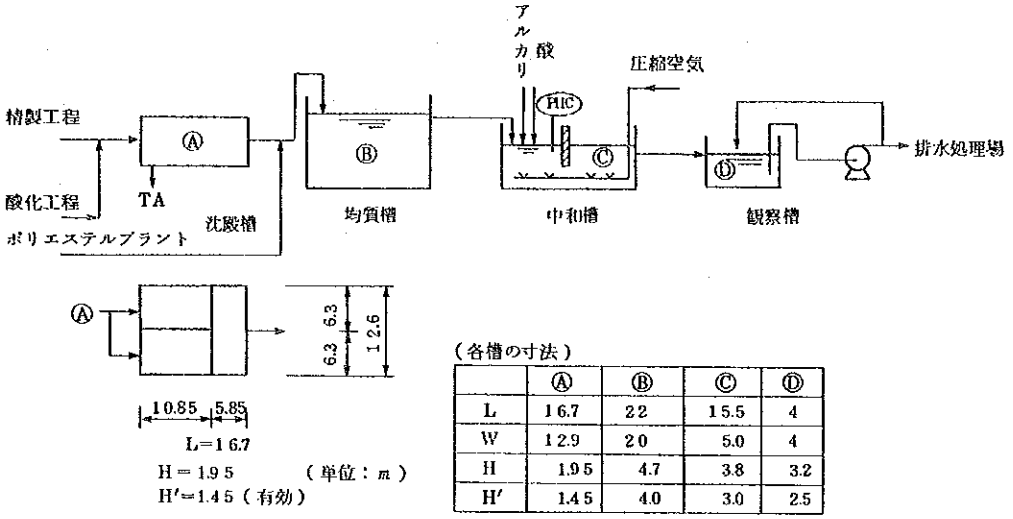
図Ⅱ－11　燕山石油精製工場脱硫工程フローシート



3)　ポリエステル工場

o処理設備のフローは以下のとおりである。

図II－12　ポリエステル工場排水処理フロー



（各槽の寸法）

	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ
L	16.7	22	15.5	4
W	12.9	20	5.0	4
H	1.95	4.7	3.8	3.2
H′	1.45	4.0	3.0	2.5

o処理量35㎥/Hに対し、沈殿槽容量500㎥と充分な滞留時間がとれる。沈殿槽に入った段階で過剰のアルカリが添加されpH 4.3→10.8と変化している。又CODcr も2,800mg/ℓ→4,700mg/ℓになっている。均質槽を経て、中和槽でpH 7.3に中和される。

(2)　維持管理状況

運転要員は、石油精製工場は不明、石油化学第三工場5人、ポリエステル工場28人となっているが、実質のオペレーターは、石油化学第三工場4名（4班3交替）、ポリエステル工場13名（4班3交替）＋10名（沈殿槽のテレフタル酸をすくう作業員、常昼）となっている。年1回、定期修理を実施するが、それ以外の補修、修理は、故障の発生した時の修理のみである。

(3) 回収資源

対象３工場の排水処理により次の物が回収されている。

表Ⅱ－28　回収資源

工　　場	回収場所	回収品	回収量
石油精製工場	脱硫塔	硫黄	
石油化学第三工場	油分離槽	油スラッジ（含水率25.7%）	564T／Y（外販）
ポリエステル工場	沈殿槽	テレフタル酸（含水率60～70%）	809T／Y（外販）

これらの回収品の用途は不明である。

(4) 廃・排水に係わる処理費用

燕山石油化工公司の各工場別の廃・排水処理設備に要する維持管理費（用役費、薬剤費、労務費、修繕費等）に関するデータの提示は今回得られなかった。

4.2.2 総合排水処理施設

(1) 設備概要、フローシート

石油精製排水処理場及び石油化学排水処理場のフローシートを図Ⅱ－13、図Ⅱ－14に、設計前提を表Ⅱ－29に、配置図を図Ⅱ－15、図Ⅱ－16に、設備仕様を表Ⅱ－30、31に示す。

尚、石油化学排水処理場は、1988年に増設、改造を行い、処理能力： 700㎥／H→ 1,825㎥／Hとなっている。

(2) 維持管理状況

1) 運転状況

現状の運転は成り行き見合であるが、石油精製排水処理場では、設計水量 1,300㎥／Hに対し現状 400～600 ㎥／Hと処理能力に余裕がある為、十分な処理が行われており、流出水質について特に問題視するところはない。

尚、この処理能力余裕を利用して、新たに生活地区排水を 250㎥／H受入れ処理する予定である。

石油化学排水処理場では、設計水量 1,825㎥／Hに対し、現状 2,000㎥／Hと10%程度のオーバーロードとなることがあり、又排水水質でも流入基準ＣＯＤCr600 mg／ℓに対し、 1,300mg／ℓとオーバーすることがある。

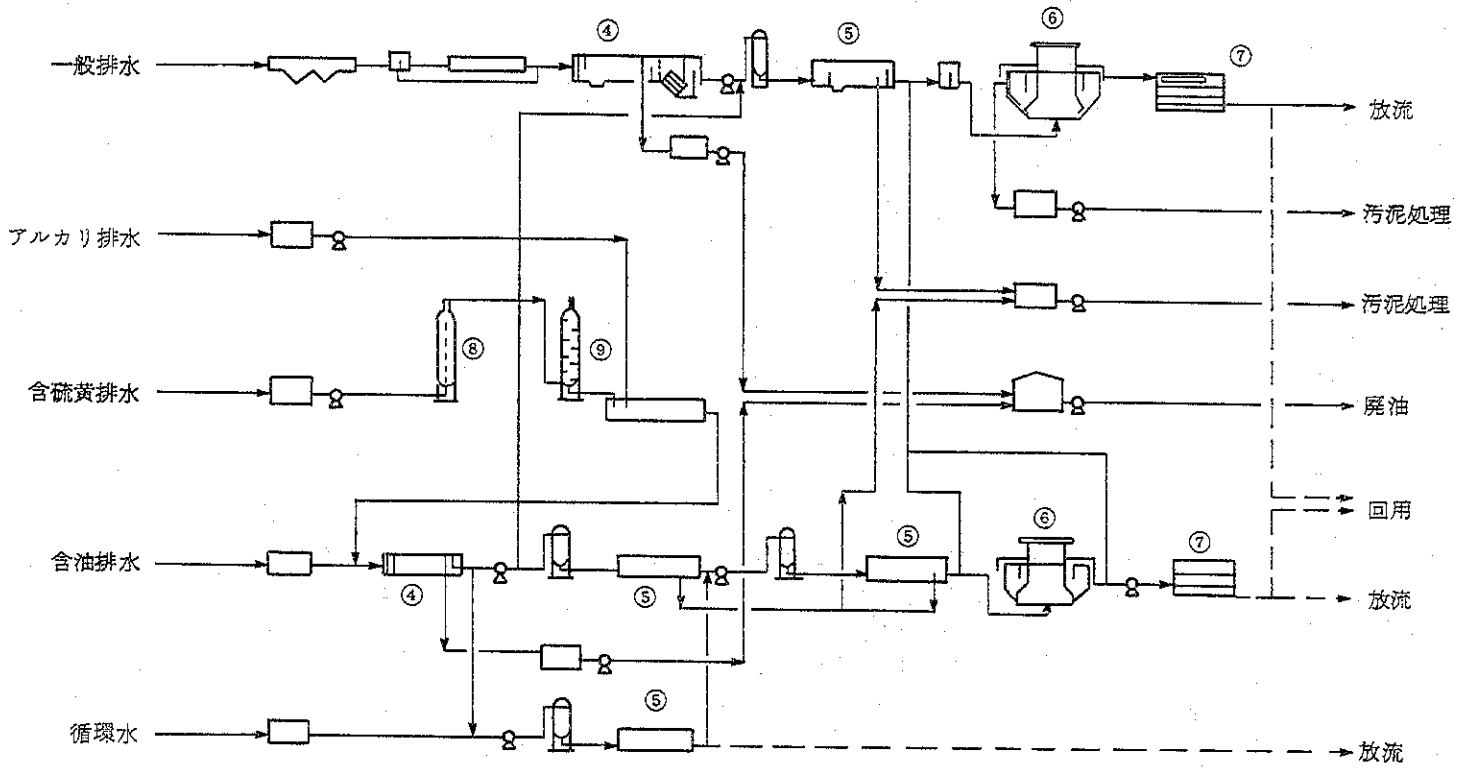
この為、十分な処理がなされない結果として流出水質ＣＯＤCr 261mg／ℓとなっている。

2) 運転要員

運転要員は、石油精製排水処理場 130人、石油化学排水処理場 129人と差がないが、実際は、石油化学排水処理場には、修理の要員を含んでいない（燕山石油化学コンビナートの修理要員72人が担当する）。

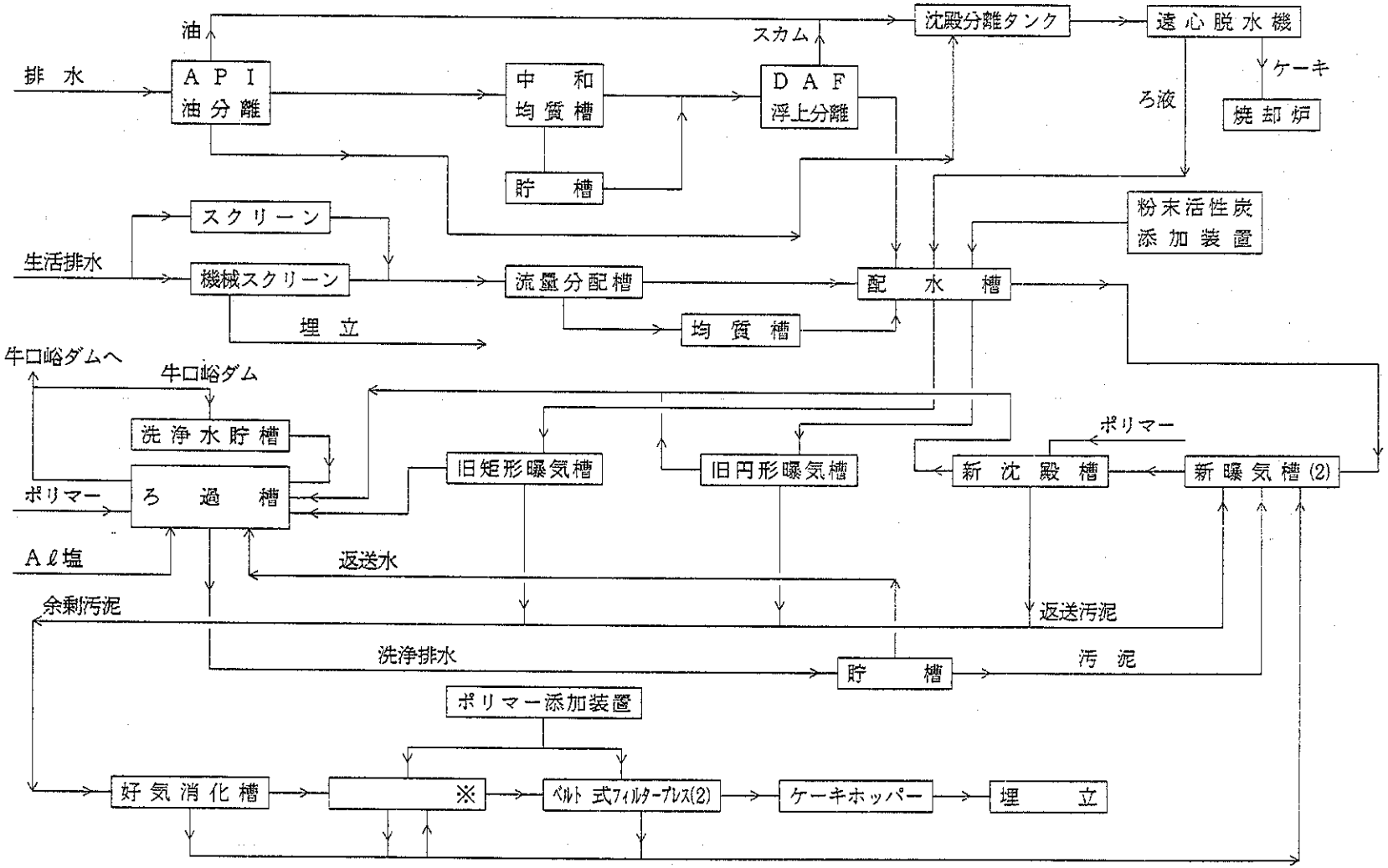
実質のオペレーター数は、石油精製排水処理場48人、石油化学排水処理場73人となっている。年一回、一週間かけて、定期修理を実施するが、浮上分離、曝気、沈殿の各ユニットを順番に停止して行い、一度に全部は停めない。

図Ⅱ－13　石油精製排水処理場フローシート



①沈砂　②調整池　③貯槽池　④油分離　⑤浮上分離　⑥曝気槽　⑦沪過
⑧脱硫塔　⑨気水分離

図Ⅱ－14　石油化学排水処理場フローシート

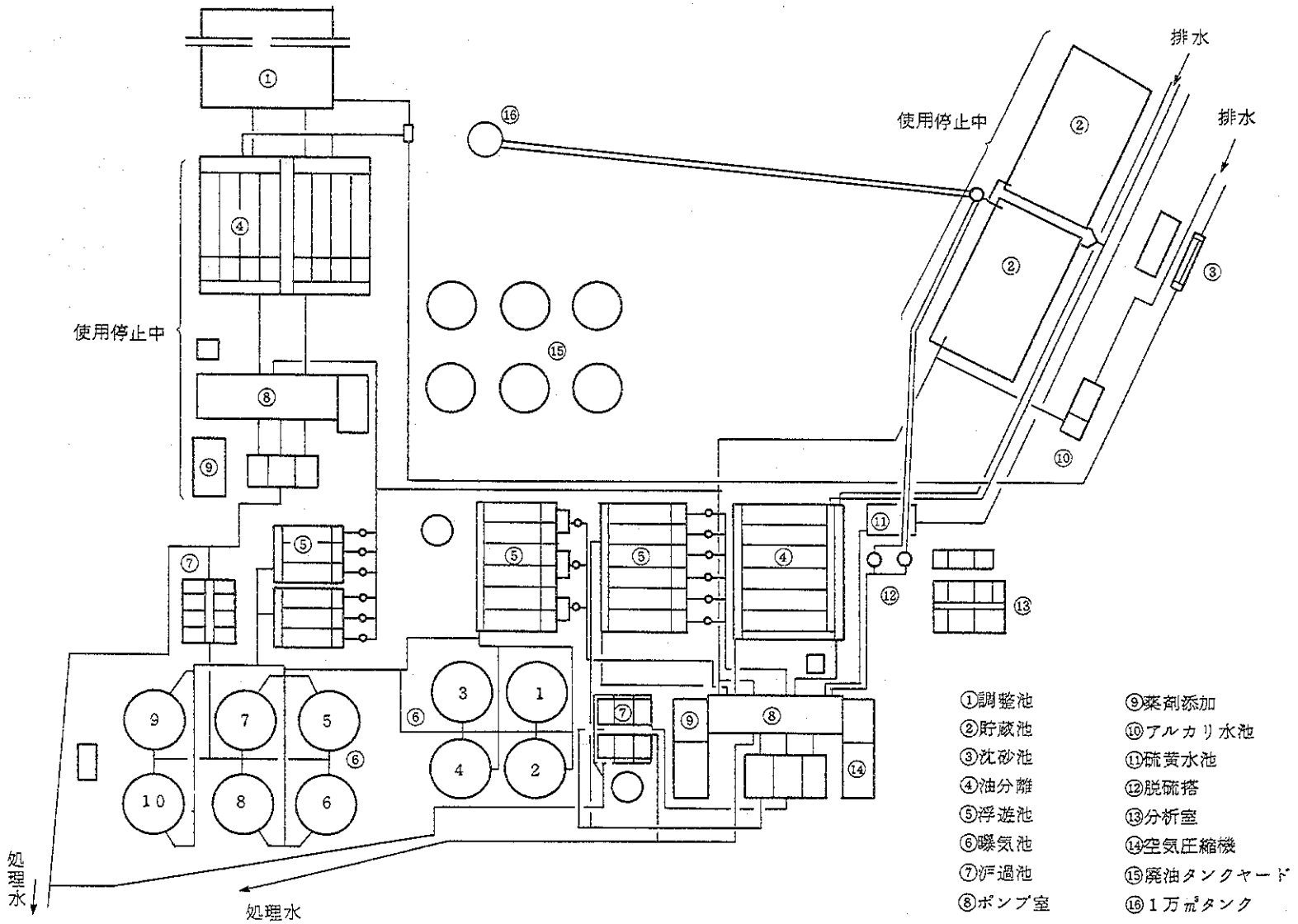


※　現在使用中止

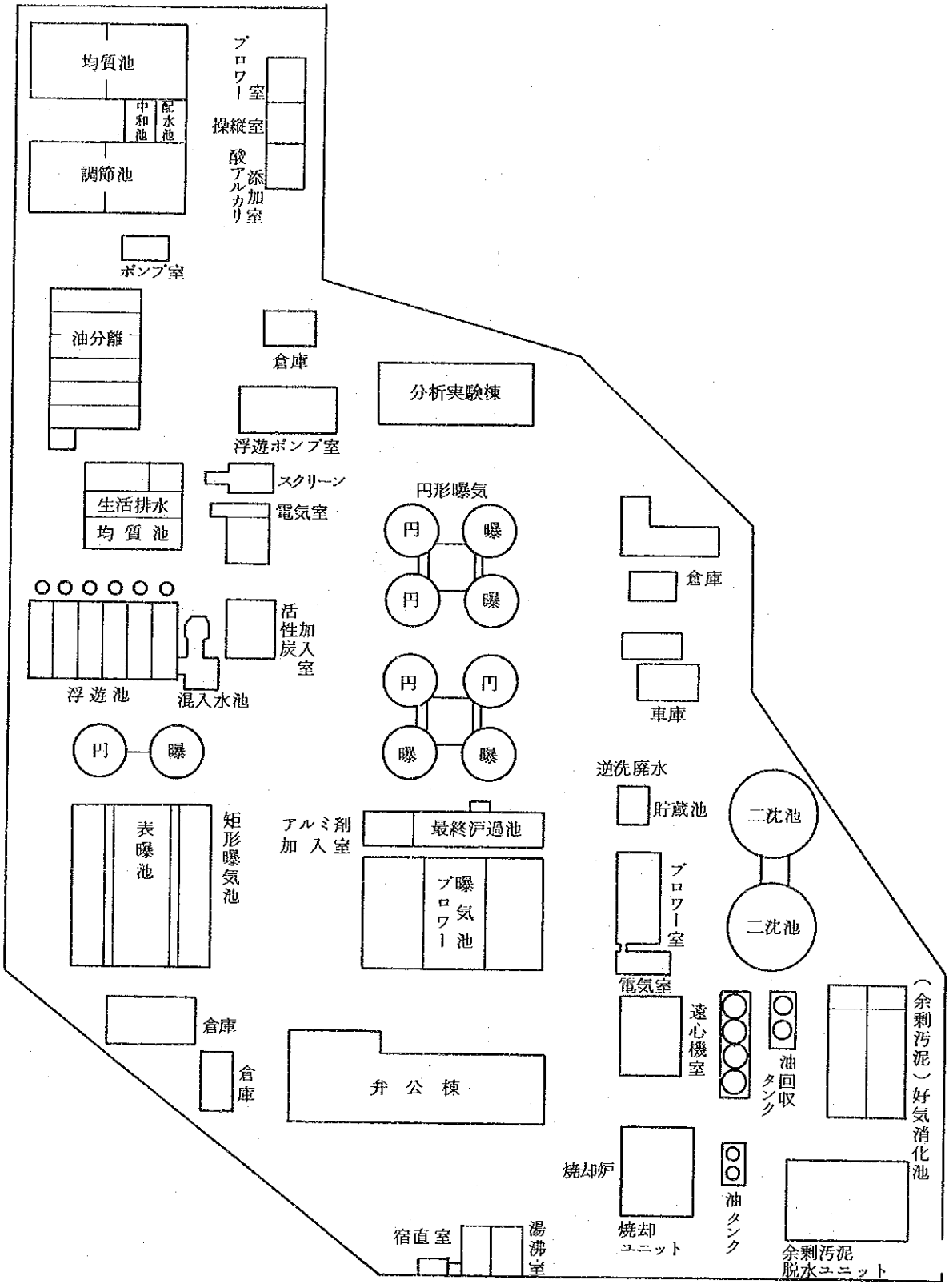
表II－29　排水処理場設計前提

項　　目	石油精製排水処理場		石油化学排水処理場	
	処　理　能　力		処　理　能　力	
	設計能力	処理の現状	設計能力	処理の現状
1. 水　量　（㎥／時）	1,300	400～600	1,825	1,408
2. 温　度　（℃）		35	15～30	15～30
3. 流入水質				
pH	6～9	9.5～9.6	6～9	6～9
SS　（mg／ℓ）		191	200	57
BOD　（mg／ℓ）		230		
COD　（mg／ℓ）		890	600	674
油　分　（mg／ℓ）	＜2,000	1,069	200	43
導電率（μS／cm）				
イオウ　（mg／ℓ）	＜5			
ﾌｪﾉｰﾙ　（mg／ℓ）		10	50	
その他				
4. 流出水質				
pH		8～8.9	6～8.5	6～8.5
SS　（mg／ℓ）		13	50	33
BOD　（mg／ℓ）		17		63
COD　（mg／ℓ）		66	123	261
油　分　（mg／ℓ）	＜10	8	4	5
導電率（μS／cm）				
イオウ　（mg／ℓ）	＜0.03			
ﾌｪﾉｰﾙ　（mg／ℓ）	＜0.3	＜0.5	0.2	＜0.5
その他				

図II－15　石油精製排水処理場平面図

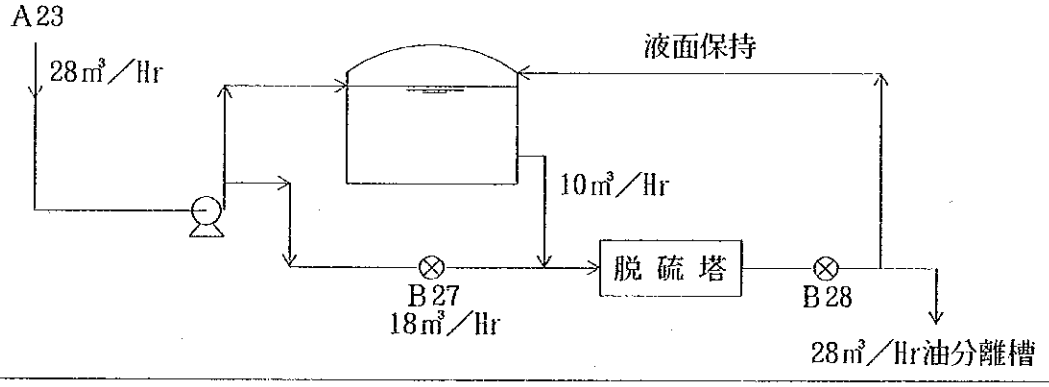


図Ⅱ－16　石油化学排水処理場平面図



表Ⅱ－30　石油精製排水処理場設備仕様

機器名称	仕様	基数	容量（㎥）	備考
油分離槽　(一)	$27.76^{L} \times 4.5^{W} \times 3^{H}$	6	2,250	
〃　(二)	$33.02^{L} \times 4.5^{W} \times 3^{H}$	8	3,570	
浮上分離　(一)	$21.8^{L} \times 4.5^{W} \times 3.2^{H}$	6	1,883	
〃　(二)	$21.8^{L} \times 4.5^{W} \times 3.2^{H}$	6	1,883	
曝気・沈殿　(一)	$\phi 15 \times 4^{H}$	4	2,180	545.3 ㎥×4基
〃　(二)	$\phi 16.5 \times 4.5^{H}$	6	4,620	770 ㎥×6基
濾過　(一)	$3.5^{W} \times 4.5^{L} \times 3.3^{H}$	6	312	
〃　(二)	$3.5^{W} \times 4.5^{L} \times 3.3^{H}$	8	415	
(将来沈殿池)	$36^{L} \times 10^{W} \times 2.75^{H}$	1	990	
酸化・脱硫塔	塔1.　$\phi 2 \times 15^{H}$	1		酸化脱硫前処理工程
	塔2.　$\phi 1.8 \times 12^{H}$	1		
脱硫塔	塔202. $\phi 1.6 \times 25.906^{H}$	1		
	塔203. $\phi 1.8 \times 28.404^{H}$	1		
貯槽	$\phi 25 \times 12^{H}$	1	5,000	



表Ⅱ－31　石油化学排水処理場設備仕様

機器名称	仕様	基数	容量（㎥）	備考
油分離	$23.6^{L} \times 5^{W} \times 2^{H}$	6	1,416	
浮上分離	$19.4^{L} \times 4.5^{W} \times 2.5^{H}$	2	437	
第二沈殿	$\phi 36 \times 4.5^{H}$	2	9,156	
均質			1,000	
曝気（ブロワー）	$49^{L} \times 14^{W} \times 5^{H}$	3	10,290	
（円形）	$\phi 16.8 \times 5^{H}$	10	11,078	
（船形）	$8^{L} \times 8^{W} \times 5^{H}$	14	4,480	

(3) 汚泥の状況

1) 汚泥処理システム

石油精製排水処理場、石油化学排水処理場の両方共、下記２ヶ所にて汚泥が発生する。

① 浮上分離槽

スカム→遠心脱水（1 T/H）→焼却

② 沈殿槽

活性汚泥→ベルトプレス（1 T/H）→焼却

↓ （石油精製排水処理場）

埋　立

（石油化学排水処理場）

脱水機入口での水分99.7％は、脱水処理後はベルトプレスで水分80％、遠心脱水機で水分85％に低下する。

2) 資源回収システム

上記、汚泥処理システムの処理汚泥は、大部分、埋立て処理されているが、一部は肥料として利用されている。

(4) 排水処理場の維持管理費

今回の調査対象である燕山石油化学コンビナートの排水処理場は、石油精製排水処理場と石油化学排水処理場の２ヶ所存在するが、第２次現地調査時点で石油精製排水処理場単独での原価計算を実施していないのでそれに係わる維持運転費用は不明であるとのことであったが、第３次現地調査でデータが開示された。

両排水処理場の維持運転費用は次に示す通りであるが、用役費、薬剤費、労務費の内訳及び減価償却費・金利費の個別データは提示されなかった。

1) 石油精製排水処理場（1989年）

①	動力費	１５８．１万元／年
②	薬剤費	７４．６
③	労務費	２４
④	修繕費	１３８
	合　計	３９４．８万元／年

2) 石油化学排水処理場

年間処理量： 1,400 T／H＊8,000 H／Y＝11,200 千T／年

維持管理費用（単位：万元／年）

①薬剤費	７５０
②労務費	１４０
③修繕費	１７２．５
④用役費他	５３７．５
合　計	１，６００　万元

排水トン当りコスト　　１．４　元

4.2.3 廃・排水処理施設の建設費

(1) 燕山石油化学コンビナート地区における総合排水処理場は石油精製工場からの排水処理として石油精製排水処理場、化学工場用としての石油化学排水処理場および合成ゴム工場排水処理場の３ヶ所があるが、合成ゴム工場排水処理場系統は今回調査対象外である。調査対象の両処理場共10数年前から改造を繰返しているが、建設費については、まとめたデータをもっていない。わずかに石油化学排水処理場が1984年から1988年に行った増設、改造分のデータを入手したので、その結果を表Ⅱ－32に示す。尚、増設・改造については機械設備の更新・増強が主体となるため、建設費に対する機械設備費の割合は新設と比較して高くなっていると思われる。

(2) 太原地区同様に燕山地区においても排水処理技術のうち中国だけで調達できるものと現状では外国からの導入に頼らざるを得ないものについて調査したがその結果を表Ⅱ－33に示す。

表Ⅱ－33に示した設備以外の機材類についても太原地区同様にほとんどの物が中国内で調達が可能であるが次の品目は基本的に輸入が中心になる。

① 計器類

② 遠心分離機その他特殊機械

③ ＳＵＳ材及びＳＵＳ製品

④ その他、特殊材質の材料及び製品

(3) さらに太原地区同様汎用機器類、主要材料、主要工事費についても価格調査をしたのでその結果を表Ⅱ－34に示す。

表II－32　石油化学排水処理場 '88増強工事建設費

設備増強概要	建設時期	建設費
能力増強：700T/H→1,825T/H 内　容： (1) 油分離スカム掻き寄せ装置の設置 (2) 曝気槽の増設及び空気吹込装置の改造 (3) 砂濾過槽の増設 (4) ＤＡＦスカム脱水機、活性汚泥脱水機の新設（遠心分離＆ベルトプレス） (5) スカム焼却装置の新設（1T/H ロータリーキルン） (6) 均質池（10,000㎥）の新設 (7) 消化槽の新設 (8) 調整槽内自動スクリーンの新設 (9) 計器類・分析計の新設	1984～1988年	総　額：4,363万元 内　訳： 機械設備費　2,035万元 （内日本分　1,600万元） 土建・現地工事費 1,978万元 その他（設計、ボーリング、関税、管理費） 350万元

____印　日本メーカー施工

表II－33　燕山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
	（燕山地区のみ）	（他地区も含む）	可・否	
1.　活性汚泥装置				○印　有又は可 ×印　無又は否 △印　一応有又は可であるが実績が少なく外国から技術導入が望ましいもの
(1)　標準活性汚泥	○	○	○	
(2)　深層曝気	×	○	○	
(3)　高速曝気	○	○	○	
2.　接触酸化装置				
(1)　浸漬濾床	×	○	○	
(2)　回転円板	×	○	○	
3.　沈殿装置				
(1)　自然沈降	○	○	○	
(2)　凝集沈殿	○	○	○	
4.　浮上分離装置				
(1)　自然浮上分離	○	○	○	
(2)　加圧浮上分離	○	○	○	
5.　濾過装置				
(1)　砂濾過	○	○	○	
(2)　限外濾過膜	×	△	△	排水処理以外の分野では一応有
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	×	○	○	
(3)　流動層	○	○	○	
(4)　ロータリーキルン	○	○	○	
8.　逆浸透膜装置	×	×	×	海水の淡水化で小型の実績有
9.　活性炭吸着装置	×	○	○	
10.　廃液酸化装置（湿式酸化・液中燃焼）	×	△	△	
11.　蒸発・固化装置	×	○	○	
12.　脱窒装置				
(1)　生物処理法	×	△	△	
(2)　アンモニアストリッピング法	×	△	△	

表II－34　燕山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) 汎用渦巻ポンプ	SH型 Q=1500～3000m³/H H=30～70m、FC	4,500～ 7,500元／台（ﾓｰﾀｰ無）
	2) 汚水ポンプ	PWL 型 Q=300m³/H H=20～30m、FC	3,400～ 5,000元／台（ 〃 ）
	3) 軸流ポンプ	Q=3000～5000m³/H H=10～15m、FC	4,000～ 7,000元／台（ 〃 ）
	4) 薬注ポンプ	Q= 5 ～10m³/H H=30～50m、FC	27,000元／台（ﾓｰﾀｰ付）
	(2) ブロワー		
	1) ターボブロワー	Q=15,000～55,000Nm³/H H=50～200mmAq、FC	6,500～11,000元／台（ﾓｰﾀｰ無）
	2) ルーツブロワー	Q=160Nm³/min H=5000mmAq、FC	50,000～65,000元／台（ﾓｰﾀｰ付）
	(3) 空気圧縮機	10～20Nm³/min×7KG	36,000～45,000元／台（ 〃 ）
	(4) モーター	45～115kW 汎用型	7,000～14,000元／台
	(5) 槽　類	炭素鋼貯槽	3,200～ 5,500元／t
		SUS 〃	25,000～42,000 〃
		炭素鋼常圧タンク	5,000～ 7,500 〃
		SUS 常圧タンク	27,000～42,000 〃
		炭素鋼圧力容器	6,000～ 9,000 〃
		SUS 圧力容器	32,000～55,000 〃
	(6) 冷却塔		2,000元／t／H冷却水量
2. 主要材料費	(1) 板　材		
	1) 炭素鋼材	1m/mt～20m/mt	2,300～ 3,200元／t
	2) SUS 材	〃	24,000～41,000 〃
	(2) 管　材		
	1) 炭素鋼管	1ᴮ～16ᴮ	2,700～ 5,600元／t
	2) SUS 管	〃	28,000～46,000 〃
	3) PVC 管	〃	37～60元／m
	4) ｶﾞﾗｽﾗｲﾆﾝｸﾞ	〃	560～900元／m
	(3) 弁　類		
	1) 止　弁（FC）	1ᴮ	140元／個
		12ᴮ	8,000 〃
	〃　（SUS）	1ᴮ	900 〃
		12ᴮ	36,000 〃
	2) 逆止弁（FC）	1ᴮ	350 〃
	〃　（SUS）	1ᴮ	1,100 〃
	3) 安全弁（FC）	1ᴮ	3,600 〃
	〃　（SUS）	1ᴮ	7,000 〃
3. 主要工事費	(1) 据付工事（人工費）		1,600元／t
			40～75元／工日
	(2) 配管工事（人工費）		
	（炭素鋼）		35～60元／m
			40～70元／工日
	（SUS）		40～70元／m
			50～80元／工日
	(3) 鉄骨工事 （人工、材料共）		4,000 ～ 7,000元／t
4. 土建関連	(1) コンクリート槽 （人工、材料共）		170 ～ 250元／m³容量
	(2) 建　物		
	1) 計器室	レンガ（内装有）	650 ～ 800元／m³床
	2) 機械室	レンガ（内装無）	500 ～ 700 〃

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、燕山石油化学コンビナートにおける新規工業開発案件に対して政府、北京市とも特に、助成措置は行なっていない。

従って、かつては助成措置の対象となっていた所要資金についても、公司の内部留保を主とする自己調達、又は、銀行等金融機関からの借入れに依存せざるを得ない状況である。

5.1.2　工業開発に関する制約条件

資金、電気、用水、用地が工業開発の制約条件となっているが、特に、用水について現在以上の増加を北京市に求めることは不可能な状態であるので、燕山石油コンビナートを発展させていく為には、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である。

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。

燕山石油コンビナート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。

地下水：気候、季節の影響を受けて渇水年の出水量が設計水量より、かなり減少してしまう。

又、下流にある水源の汚染程度が年々悪くなっているので、汲み上げに対する規制が厳しい。

地表水：北京市の水需給が逼迫しており、現在以上に今後燕山石油化学コンビナートへの給水量を増加することは不可能である。