

国際協力事業団

No. 9

トリニダード・トバゴ共和国  
エネルギー・エネルギー産業省

トリニダード・トバゴ共和国  
石油汚染対策計画調査  
報告書

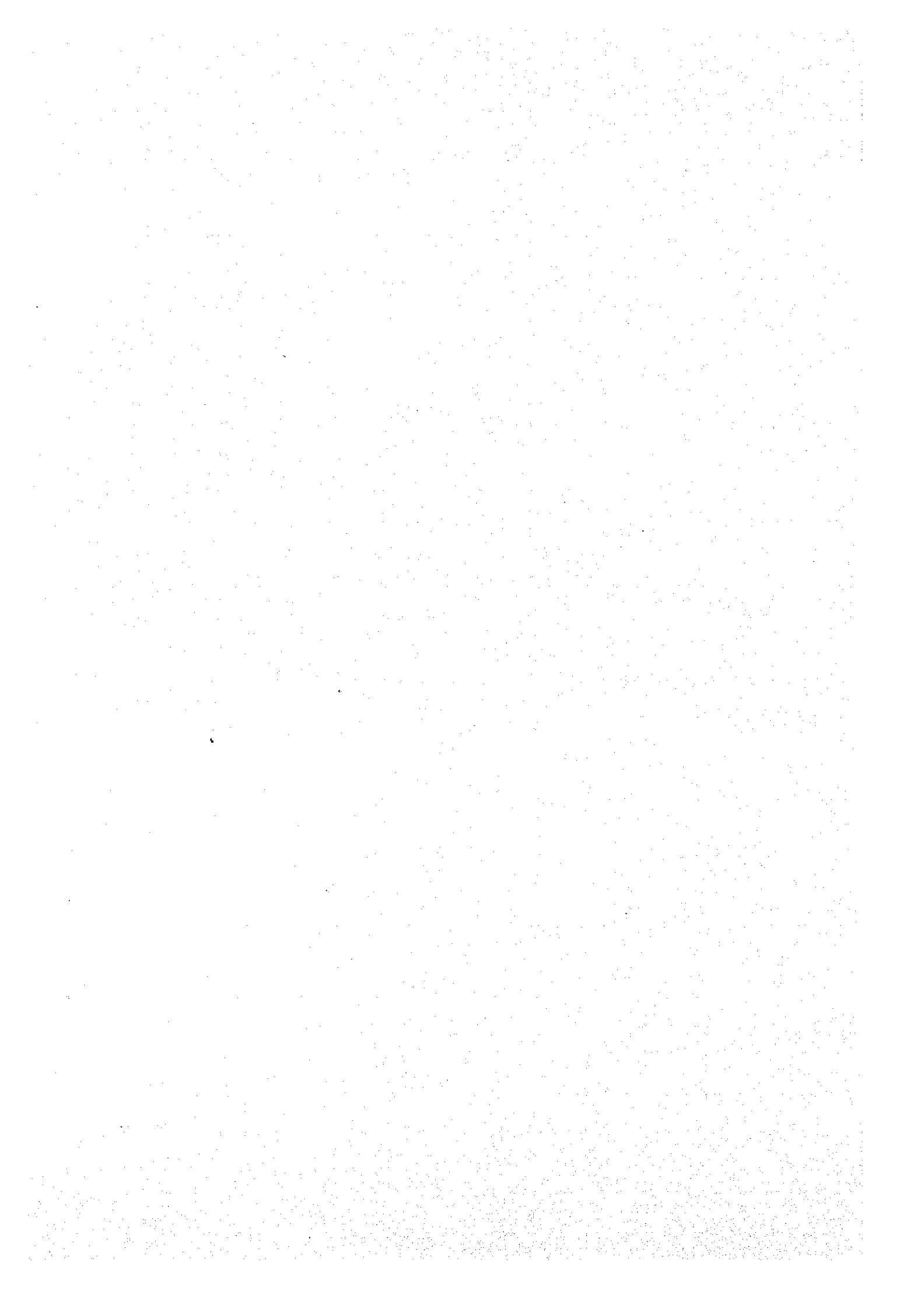
1995年1月

テクノコンサルタンツ株式会社  
コスモ石油株式会社

鉱調工

CR(3)

95-011



27770

JICA LIBRARY



1120082111

国際協力事業団

27770

国際協力事業団

トリニダード・トバゴ共和国  
エネルギー・エネルギー産業省

トリニダード・トバゴ共和国  
石油汚染対策計画調査  
報告書

1995年1月

テクノコンサルタンツ株式会社  
コスモ石油株式会社



## 序 文

日本国政府は、トリニダッド・トバゴ共和国政府の要請に基づき、同国の石油汚染対策計画にかかる開発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ました。

当事業団は、平成5年9月から平成6年12月までの間4回にわたり、テクノコンサルタンツ株式会社の田中恒二氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、トリニダッド・トバゴ政府関係者と協議を行うと共に、計画対象地域における現地調査を実施し、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りました。

この報告書が、本計画の推進に寄与すると共に、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す。

ここに調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年1月

国際協力事業団

総裁

藤田 公郎





第1章 緒言	1-1
第2章 要約	2-1
第3章 調査範囲	3-1
3-1 業務内容	3-1
3-2 油分削減の目標	3-2
3-3 調査対象地域および設備	3-2
3-4 議事録合意重要事項	3-4
3-5 問題点の解決のためのアプローチ	3-5
第4章 調査の背景	4-1
4-1 調査実施の背景と意義	4-1
4-2 トリニダッド・トバゴ共和国の自然・社会・経済状況	4-3
4-3 経済開発政策	4-9
4-4 原油・石油製品の生産および貿易	4-12
4-5 環境保護の現状	4-22
4-6 エネルギー部門の政策、プロジェクト、プログラム	4-25
第5章 原油、石油製品および天然ガスの流通	5-1
5-1 炭化水素資源の埋蔵量	5-1
5-2 生産	5-3
5-3 輸送	5-11
第6章 エマルジョン	6-1
6-1 エマルジョンの由来と生成	6-1
6-2 石油汚染におけるエマルジョン	6-34
6-3 エマルジョンの破壊	6-36
6-4 エマルジョン破壊試験	6-44
6-5 エマルジョンに関する問題と結論	6-53
第7章 石油汚染の概況	7-1
7-1 概況	7-1

7-2	調査対象地域における石油汚染の特徴	7-3
7-3	石油汚染におけるエマルジョンの役割	7-5
7-4	公共水域への油分の流出状況	7-6
第8章	気候状況の石油汚染への影響	8-1
8-1	トリニダッド島の地形と気候	8-1
8-2	調査対象地域	8-1
8-3	水文/気象と石油汚染	8-5
8-4	現地調査と主な結果	8-7
8-5	問題点へのアプローチ	8-8
8-6	計算と結果	8-10
8-7	結論と提案	8-35
第9章	生産関連施設における汚染防止	9-1
9-1	現状の分析	9-1
9-2	二次回収による原油の生産	9-4
9-3	原油生産に起因する汚染源	9-8
9-4	この地域における汚染状況の視察結果	9-10
9-5	汚染防止に関する主要な論点	9-17
9-6	結論	9-20
第10章	原油タンクファームおよびパイプライン	10-1
10-1	Bernsteinタンクファーム	10-1
10-2	Los Bajosタンクファーム	10-5
10-3	Point Fortinタンクファーム	10-7
10-4	Point Ligoreタンクファーム (TRINMAR社)	10-8
10-5	送油トランクリン	10-12
第11章	Pointe-a-Pierre製油所	11-1
11-1	概論	11-1
11-2	製油所の現状	11-1
11-3	アップグレーディングプロジェクトおよび関連した改善	11-9
11-4	排水処理設備のアップグレーディング	11-10

11-5	環境保全に関する問題点	11-10
11-6	結論	11-12
第12章	サービスステーション	12-1
12-1	サービスステーションにおける環境汚染	12-1
12-2	廃潤滑油	12-1
12-3	ガソリンスタンドにおける実態	12-2
12-4	結論	12-4
第13章	石油廃棄物	13-1
13-1	石油廃棄物処理	13-1
13-2	調査によって判明した主な事項	13-5
13-3	将来の展望	13-5
13-4	石油廃棄物処理センター構想	13-7
13-5	結論	13-9
第14章	土壌汚染	14-1
14-1	石油による土壌の汚染	14-1
14-2	土壌再生の実験	14-2
14-3	実験によって判明した主な事項	14-7
14-4	土壌再生に関する主な問題点	14-8
14-5	結論	14-8
第15章	偶発的事故等による石油汚染	15-1
15-1	石油汚染事故の発生し易い設備およびその事例	15-1
15-2	Petrotrinにおける主たる問題点	15-12
15-3	石油汚染事故防止	15-14
15-4	流出油事故対策	15-15
15-5	結論	15-20
第16章	アップグレーディングプロジェクト	16-1
16-1	アップグレーディング計画の全体内容	16-1
16-2	排水処理設備のアップグレーディング	16-3

16-3	排水処理に及ぼす改善の効果	16-8
第17章	メンテナンス	17-1
17-1	調査対象	17-1
17-2	諸設備の概要	17-2
17-3	現行のメンテナンス・システム	17-6
17-4	改善計画	17-11
17-5	結論	17-32
第18章	石油汚染および汚染対策の問題点	18-1
18-1	概論	18-2
18-2	生産井およびタンクファーム	18-3
18-3	ダムおよびキャッチ	18-6
18-4	Pointe-a-Pierre製油所	18-8
18-5	廃棄物、土壌汚染および素掘りピット	18-9
第19章	排水処理に関する実験	19-1
19-1	トリニダッド・トバゴにおける石油施設排水の特徴	19-1
19-2	実験が必要となった理由	19-2
19-3	日本で行った実験	19-3
19-4	第2次現地調査時に現地で実施した実験	19-9
19-5	第2次国内調査で実施した試験	19-24
19-6	第3次現地調査時に現地で実施した実験	19-32
19-7	結論	19-32
第20章	プロジェクトスキーム	20-1
20-1	50ppm 目標値の定義	20-1
20-2	Pointe-a-Pierre 製油所における排水処理	20-2
20-3	Bernstein タンクファームにおける排水処理	20-3
20-4	ダムおよびキャッチ	20-4
20-5	廃棄物処理センター	20-4
20-6	実施スケジュール	20-5

第21章	概念設計	21-1
21-1	物質収支	21-2
21-2	概念設計の条件	21-9
21-3	設備設計の仕様	21-49
21-4	設備設計	21-52
第22章	コスト	22-1
22-1	コスト見積の基本方針	22-1
22-2	建設費	22-1
22-3	操業費用	22-3
22-4	その他の費用	22-13
22-5	基本設計および建設業者選定のためのコンサルタントフィー	22-14
第23章	評価	23-1
23-1	前提条件	23-1
23-2	総所要資金	23-1
23-3	運転資金	23-3
23-4	経済コスト	23-3
23-5	経済的負担額	23-6
23-6	経済的負担額の評価	23-6
23-7	社会経済的便益	23-15
23-8	便益と費用	23-18
23-9	代替案の検討	23-18
23-10	油田の寿命	23-25
第24章	結論および勧告	24-1
24-1	結論	24-1
24-2	勧告	24-10

## 表 目 次

Table 4-1	Economic Significance of the Energy Sector .....	4- 5
Table 4-2	Major Economic Indicators .....	4- 6
Table 4-3	Configuration of GDP by Sector at Current Market Price .....	4- 6
Table 4-4	Balance of Payments .....	4- 7
Table 4-5	Export and Import by Commodity .....	4- 8
Table 4-6	Number of Wells and Average Production per Well .....	4- 15
Table 4-7	Refinery Throughput .....	4- 18
Table 4-8	Refinery Throughput and Output .....	4- 19
Table 4-9	Natural Gas Production .....	4- 20
Table 4-10	Gas Sales by the National Gas Company .....	4- 21
Table 5-1	Crude Oil Reserves .....	5- 1
Table 5-2	Natural Gas Reserves .....	5- 2
Table 5-3	Crude Oil Production by Fields (1/3) .....	5- 5
Table 5-3	Crude Oil Production by Fields (2/3) .....	5- 6
Table 5-3	Crude Oil Production by Fields (3/3) .....	5- 7
Table 5-4	Natural Gas Sales to NGC .....	5- 10
Table 5-5	Condensate Production .....	5- 10
Table 6-1	Appearance of Emulsion Samples .....	6- 5
Table 6-2	Analysis of Oil & Grease in Emulsions .....	6- 7
Table 6-3(1)	Particle Size Distribution .....	6- 13
Table 6-3(2)	Particle Size Distribution .....	6- 15
Table 6-3(3)	Particle Size Distribution .....	6- 17
Table 6-3(4)	Particle Size Distribution .....	6- 19
Table 6-3(5)	Particle Size Distribution .....	6- 21
Table 6-4	Median Diameter of Oil Drops in Emulsion .....	6- 9
Table 6-5	Condition of Treated Water .....	6- 24
Table 6-6	Analysis of Water by GC/MS .....	6- 27
Table 6-7	Production of Emulsions .....	6- 35
Table 6-8	Emulsion Breakers Used in the Study Area .....	6- 42
Table 6-9	Reverse Emulsion Breakers Used in the Study Area .....	6- 43
Table 6-10	Performance of Emulsion Breakers (1) .....	6- 45

Table 6-11	Performance of Emulsion Breakers (2)	6- 46
Table 6-12	Evaluation of Coagulant by Type	6- 47
Table 6-13	Evaluation of Coagulant by Grade	6- 48
Table 6-14	Extraction of Dispersed Oil Particles by Kerosene	6- 49
Table 6-15	Breaking of Emulsion by Inorganic Salts	6- 51
Table 6-16	Breaking of Emulsion by Acid	6- 52
Table 6-17	Properties of Skimmed Oil	6- 52
Table 6-18	Test on Skimmed Oil	6- 53
Appendix 6-1	Types and Components of Emulsion Breakers	6- 59
Appendix 6-2	Type of Reverse Emulsion Breakers	6- 59
Table 7-1	Oil Pollution of Rivers in the Study Area	7- 1
Table 7-2	Oil Contents in Major Rivers	7- 7
Table 7-3	Calculated Oil Discharge	7- 7
Table 8-1	Probability of Daily Maximum Rainfall	8- 9
Table 8-2	Results of the Calculations	8- 35
Table 9-1	Crude Oil Production - Onshore	9- 3
Table 9-2	Steam Injection Activity	9- 5
Table 9-3	Reservoir Characteristics of Project III	9- 6
Table 9-4	Monitoring Results	9- 19
Table 10-1	Tank Configuration - Bernstein	10- 1
Table 10-2	Tank Configuration - Los Bajos	10- 6
Table 10-3	Tank Configuration - Point Fortin	10- 7
Table 10-4	Tank Configuration and Process Equipment - Point Ligoure	10- 9
Table 11-1	Quality Standard	11- 4
Table 11-2	Oil and Grease Data	11- 5
Table 11-3	Flow Rate of API Separator	11- 6
Table 11-4	Upgrading Project	11- 9
Table 14-1	Test of the Effect of OF Agent	14- 6
Table 14-2	Test Results of DCR System	14- 6

Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (1/9)	15- 3
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (2/9)	15- 4
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (3/9)	15- 5
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (4/9)	15- 6
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (5/9)	15- 7
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (6/9)	15- 8
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (7/9)	15- 9
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (8/9)	15- 10
Table 15-1	Oil Spills on Production Fields in Recent Years (9/9)	15- 11
Table 15-2	Recent Large-scale Oil Spills in the World	15- 13
Table 17-1	Intervals of Inspections of Tanks at P-a-P refinery	17- 5
Table 17-2	Corrosion Rate of Bare Steel. Materials in Soil in USA	17- 13
Table 17-3	General Properties of Typical Resins Used as Lining Materials	17- 15
Table 19-1	Results of Air-Flotation	19- 8
Table 19-2	Data of Flotation, Filtration and Activated Carbon Treatment	19- 15
Table 19-3	Experiments done in the Second Home-office Period	19- 25
Table 19-4	Analysis Data of Sample Water	19- 27
Table 21-1	Estimation of Waste Water Discharges	21- 13
Table 21-2	Process Design Specifications of the Waste Water Treating System at Pointe-a-Pierre Refinery	21- 49
Table 21-3	Process Design Specifications of Waste Treatment Center at Pointe-a-Pierre Refinery	21- 50
Table 21-4	Process Design Specifications of the Waste Water Treating System at Bernstein Main Storage	21- 51
Table 21-5	Process Design Specifications of Waste Treatment Center at Bernstein Main Storage	21- 52
Table 21-6	Specifications of the CPI for Pointe-a-Pierre Refinery	21- 53
Table 21-7	Specifications of the Dissolved Air Flotation Unit for Pointe-a-Pierre Refinery	21- 54
Table 21-8	Specifications of the Vacuum Filter for Pointe-a-Pierre Refinery	21- 59
Table 21-9	Specifications of the Incinerator for Pointe-a-Pierre Refinery	21- 60
Table 21-10	Facilities of Waste Water Gathering System	21- 63
Table 21-11	Specifications of the CPI for Bernstein Main Storage	21- 65



Table 21-12	Specifications of the Dissolved Air Flotation Unit for Bernstein Main Storage	21- 66
Table 21-13	Specifications of the Activated Carbon Adsorption Unit for Bernstein Main Storage	21- 68
Table 21-14	Specifications of the Slop Oil System for Bernstein Main Storage	21- 71
Table 21-15	Specifications of the Vacuum Filter for Bernstein Main Storage	21- 71
Table 21-16	Specifications of the Incinerator for Bernstein Main Storage	21- 72
Table 21-17	Facilities for Transporting Waste Water from Los Bajos Tank Farm to Bernstein Main Storage	21- 74
Table 22-1	Installed Cost of Facilities and Modifications at Pointe-a-Pierre Refinery	22- 2
Table 22-2	Installed Cost of Facilities and Modifications at Bernstein Main Storage	22- 2
Table 22-3	Variable Operation Cost of the Dissolved Air Flotation Unit for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 3
Table 22-4	Variable Operation Cost of the Vacuum Filter for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 4
Table 22-5	Variable Operation Cost of the Incinerator for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 4
Table 22-6	Variable Operation Cost of the Waste Water Gathering Pipeline System for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 5
Table 22-7	Total Variable Operation Cost for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 5
Table 22-8	Fixed Operation Cost of CPI for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 6
Table 22-9	Fixed Operation Cost of Dissolved Air Flotation Unit for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 6
Table 22-10	Fixed Operation Cost of Vacuum Filter for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 6
Table 22-11	Fixed Operation Cost of the Incinerator for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 7
Table 22-12	Fixed Operation Cost of Waste Water Gathering Pipeline System for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 7
Table 22-13	Fixed Operation Cost of DCS for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 7
Table 22-14	Total Fixed Operation Cost for Pointe-a-Pierre Refinery	22- 8
Table 22-15	Variable Operation Cost of the Dissolved Air Flotation Unit for Bernstein Main Storage	22- 8
Table 22-16	Variable Operation Cost of the Activated Carbon Adsorption Unit for Bernstein Main Storage	22- 9
Table 22-17	Variable Operation Cost of the Vacuum Filter for Bernstein Main Storage	22- 9

Table 22-18	Variable Operation Cost of the Incinerator for Bernstein Main Storage	22- 10
Table 22-19	Variable Operation Cost of the Waste Water Gathering Pipeline System for Bernstein Main Storage	22- 10
Table 22-20	Total Variable Operation Cost for Bernstein Main Storage	22- 10
Table 22-21	Fixed Operation Cost of CPI for Bernstein Main Storage	22- 11
Table 22-22	Fixed Operation Cost of Dissolved Air Flotation Unit for Bernstein Main Storage	22- 11
Table 22-23	Fixed Operation Cost of Activated Carbon Adsorption Unit for Bernstein Main Storage	22- 12
Table 22-24	Fixed Operation Cost of Vacuum Filter for Bernstein Main Storage	22- 12
Table 22-25	Fixed Operation Cost of the Incinerator for Bernstein Main Storage	22- 12
Table 22-26	Fixed Operation Cost of Pipes, Pumps, Pits, and Slop Tank for Bernstein Main Storage	22- 13
Table 22-27	Total Fixed Operation Cost for Bernstein Main Storage	22- 13
Table 23-1	Total Capital Requirements	23- 2
Table 23-2	Working Capital	23- 3
Table 23-3	Economic Costs of the Program	23- 4
Table 23-4	Economic Operation Costs	23- 5
Table 23-5	Economic Cost of Waste Water Treatment, Pointe-a-Pierre Refinery	23- 7
Table 23-6	Economic Cost of Waste Water Treatment, Bernstein Main Storage	23- 8
Table 23-7	Economic Cost of Waste Water Treatment, Combined	23- 9
Table 23-8	Economic Cost of Waste Water Treatment, Pointe-a-Pierre Refinery, Alternative Method	23- 10
Table 23-9	Economic Cost of Waste Water Treatment, Bernstein Main Storage, Alternative Method	23- 11
Table 23-10	Economic Cost of Waste Water Treatment, Combined, Alternative Method	23- 12
Table 23-11	Cost Comparison with/without Barometric Condensers Replacement	23- 20
Table 23-12	Economic Cost of Waste Water Treatment, Pointe-a-Pierre Refinery, Alternative Method, Case-1	23- 21
Table 23-13	Case Study of Economic Value Generation for Waste Water Treating Capacity at Bernstein Main Storage	23- 24

## 目 次

Figure 3-1	Approach to the Study	3- 7
Figure 4-1	Historical Production of Crude Oil	4- 13
Figure 4-2	Crude Oil Production By Method	4- 16
Figure 5-1	Crude Oil Production by Area	5- 4
Figure 5-2	Oil and Gas Fields in Trinidad and Tobago	5- 8
Figure 5-3	ATOC's Crude Oil Transportation System	5- 11
Figure 5-4	Trintoc's Crude Oil Transportation System	5- 13
Figure 5-5	Trintopoc's Crude Oil Transportation System	5- 14
Figure 6-1(1)	Microphotograph of O/W Type Emulsion	6- 10
Figure 6-1(2)	Microphotograph of O/W Type Emulsion	6- 11
Figure 6-1(3)	Microphotograph of O/W Type Emulsion	6- 12
Figure 6-2(1)	Particle Size Distribution	6- 14
Figure 6-2(2)	Particle Size Distribution	6- 16
Figure 6-2(3)	Particle Size Distribution	6- 18
Figure 6-2(4)	Particle Size Distribution	6- 20
Figure 6-2(5)	Particle Size Distribution	6- 22
Figure 6-3	Chromatograms of Sample No. 4 by GC/MS.	6- 28
Figure 6-4	Chromatograms of Standard Sample by GC/MS.	6- 29
Figure 6-5(1)	Quantitation of Paraffinic Compounds by SIM.	6- 30
Figure 6-5(2)	Quantitation of Naphthenic Acids by SIM.	6- 31
Figure 6-5(3)	Quantitation of Aliphatic Compounds by SIM.	6- 32
Figure 6-5(4)	SIM Chromatogram of Phenols	6- 33
Figure 7-1	Oil Polluted Rivers in the Study Area	7- 2
Figure 8-1	Isohyetals of Rainfall	8- 2
Figure 8-2	Monthly Average of Climatological Data	8- 3
Figure 8-3	Monthly Average of Rainfall in the Study Area	8- 4
Figure 8-4	River Network in the Study Area	8- 6

Figure 9-1	Representative Sites in the Study Area .....	9- 11
Figure 10-1	Water Treating Facilities - Bernstein .....	10- 3
Figure 10-2	Water Treating Facilities - Point Ligoure .....	10- 11
Figure 10-3	Schematic Diagram - Tank Farms and Trunkline .....	10- 14
Figure 11-1	Processing Diagram of Pointe-a-Pierre Refinery .....	11- 3
Figure 15-1	Oil Spills by Field .....	15- 2
Figure 17-1	Organization concerning Maintenance of Petrotrin .....	17- 7
Figure 17-2	Lining Procedure .....	17- 19
Figure 17-3 (1)	Modification for Branch Pipe .....	17- 20
Figure 17-3 (2)	Modification of Small Diameter Nozzles .....	17- 21
Figure 17-3 (3)	Protective Measure for Branch Pipe .....	17- 21
Figure 17-4 (1)	Basic Scheme for Cleaning .....	17- 22
Figure 17-4 (2)	Basic Scheme for Lining .....	17- 22
Figure 17-4 (3)	Washing with Pike Pig and Water .....	17- 23
Figure 17-4 (4)	Internal Drying of Pipe .....	17- 23
Figure 17-4 (5)	Surface Preparation by Wire Pig .....	17- 24
Figure 17-4 (6)	Cleaning by Bare Pig .....	17- 24
Figure 17-4 (7)	Lining with Coating Pig .....	17- 25
Figure 17-5	Water Proofing at the Annular Portion of Tank Bottom .....	17- 28
Figure 19-1	Oil Content, CTC Solubles .....	19- 5
Figure 19-2	Oil Content, CTC Solubles .....	19- 6
Figure 19-3	Flotation Tester .....	19- 12
Figure 19-4	Filter .....	19- 13
Figure 19-5	Batch Test of Biological Treatment .....	19- 28
Figure 19-6	Activated Carbon Equilibrium Adsorption Isotherm .....	19- 30
Figure 19-7	Relationship between TOC and n-Hexane Extracts .....	19- 31
Figure 19-8	Relationship between Activated Carbon Supply and Tray Number .....	19- 31
Figure 20-1	Configuration of Waste Water Treating System in Pointe-a-Pierre Refinery .....	20- 7

Figure 20-2	Location of Waste Water Treating System and Waste Treatment Center in Pointe-a-Pierre Refinery	20- 8
Figure 20-3	Configuration of Waste Water Treating System in Bernstein Main Storage	20- 9
Figure 20-4	Location of Waste Water Treating System and Waste Treatment Center in Bernstein Main Storage	20- 10
Figure 21-1	Conceptual Flow of Waste Water and Wastes Treatment System, Pointe-a-Pierre Refinery	21- 5
Figure 21-2	Conceptual Flow of Waste Water and Wastes Treatment System, Bernstein Main Storage	21- 7
Figure 21-3	Proposed Waste Water Treating System, Pointe-a-Pierre Refinery	21- 11
Figure 21-4	Buffer Tank	21- 15
Figure 21-5	Location of New Waste Water Treatment Facilities, Pointe-a-Pierre Refinery	21- 21
Figure 21-6	New Waste Water Treating System (Bernstein)	21- 40
Figure 21-7	Plot Plan of the Waste Water Treating System	21- 42
Figure 21-8	Oil Separator	21- 44
Figure 21-9	Floor Plan and Cross Section of CPI	21- 56
Figure 21-10	Flow Sheet of the Dissolved Air Flotation Unit	21- 57
Figure 21-11	Cross Section of the Dissolved Air Flotation Unit	21- 58
Figure 21-12	Cross Section of the Vacuum Filter	21- 59
Figure 21-13	Cross Section of the Incinerator	21- 61
Figure 21-14	Plot Plan of the Waste Water Treating System	21- 64
Figure 21-15	Cross Section of the Activated Carbon Adsorption Unit	21- 70
Figure 21-16	Plot Plan for Waste Water Treating Facilities and Waste Treatment Center for Bernstein Main Storage	21- 73
Figure 23-1	Water Production versus Crude Oil Production, Bernstein Main Storage	23- 23



## List of Abbreviations

ACA	Activated Carbon Adsorption
API	American Petroleum Institute
ATOC	AMOCO Trinidad Oil Company Limited
BBL	Barrel, a unit of volume equivalent to 159 liters
bbls	Barrels
BCF	Billion cubic feet
Bls	Barrels
BOD	Biological oxygen demand
BOPD	Barrels of oil per day, bpd
bpcd	Barrels per calendar day
BPD	Barrels per day
bpsd	Barrels per stream day
BM	Breakdown maintenance
CARICOM	Caribbean Community
CARIRI	The Caribbean Industrial Research Institute
CNG	Compressed natural gas
CODcr	Chemical oxygen demand by potassium bichomate method
CODmn	Chemical oxygen demand by potassium permanganate method
CPI	Corrugated plates interceptor
CTC	Carbon tetrachloride
DAF	Dissolved air flotation
DCF	Discounted cash flow
DCR	Dispersion by chemical reaction
DCS	Distributed digital control system
DEA	Diethanolamine
DRI	Direct reduction iron
EL	Elevation
EMA	Environmental Management Agency
EOR	Enhanced oil recovery
FRP	Fiber-reinforced plastics
GC	Gas chromatography
GC/MS	Gas chromatography/mass spectrometer
GDP	Gross Domestic Products

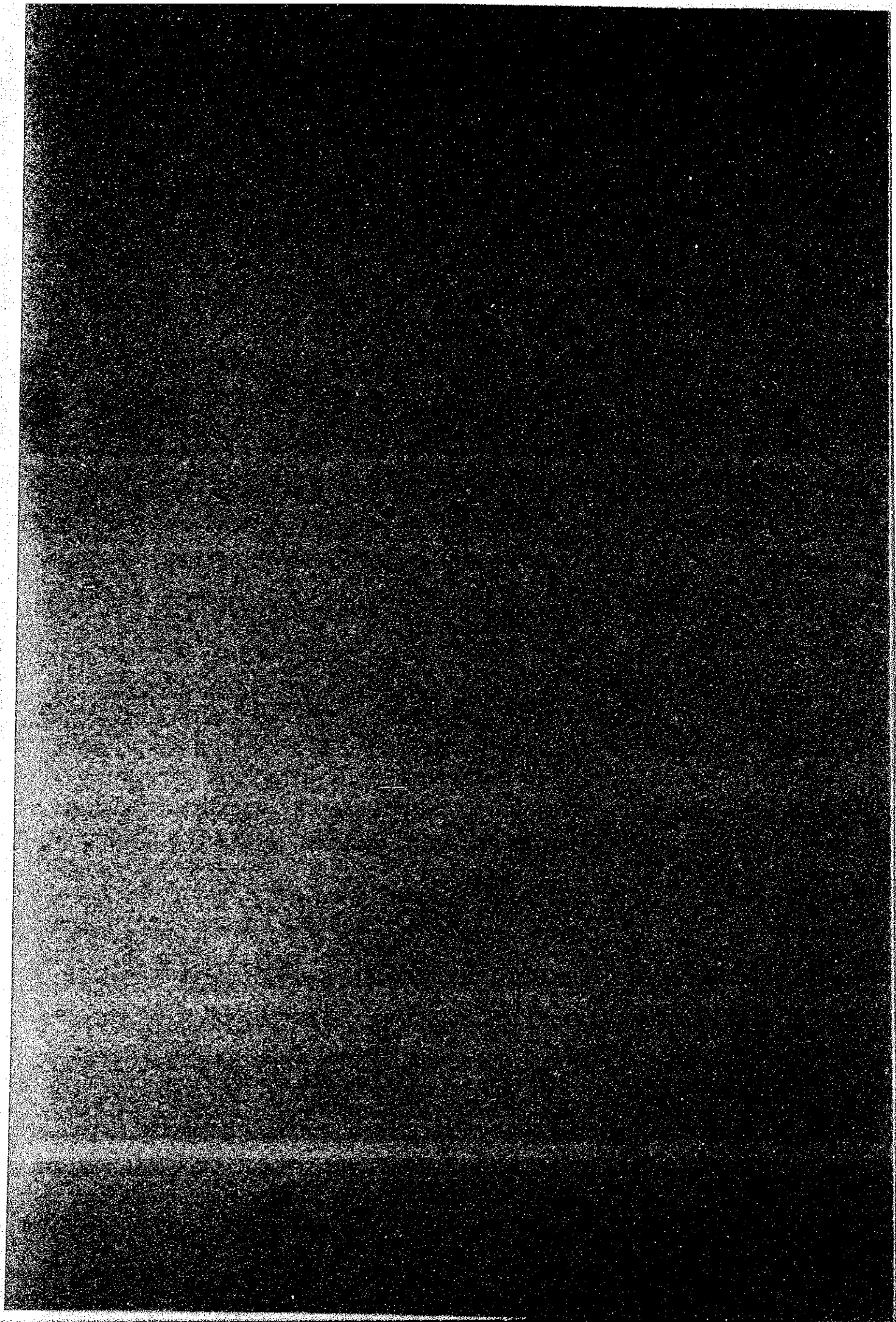
GIS	Geographical information system
hr	Hour
IADB	Inter-American Development Bank
JICA	Japan International Cooperation Agency
JIS	Japanese Industrial Standards
kcal	Kilocalories
kl	Kiloliters
kWatts	KiloWatts
KWh	KiloWatt-hours
LNG	Liquefied natural gas
LPG	Liquefied petroleum gas
MBD	Thousand barrels per day
MMCFD	Million cubic feet per day
MMSCFD	Million standard cubic feet per day
MOEEI	Ministry of Energy and Energy Industries
MTBE	Methyl tertiary butyl ether
MTPY	Metric ton per year
NGC	Natural Gas Company of Trinidad and Tobago Limited
NGL	Natural gas liquids
NOx	Nitrogen oxides
NPMC	National Petroleum Marketing Company
NPV	Net present value
PAC	Poly aluminum chloride
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PCOL	Premier Consolidated Oilfields Ltd.
PECOL	Same as PCOL
Petrotrin	Petroleum Company of Trinidad and Tobago Limited
pH	Measure of acidity with 7 indicating neutrality
PM	Preventive maintenance
PPGPL	Phoenix Park Gas Processors Limited
PPI	Parallel plates interceptor
ppm	Parts per million
psia	Pounds per square inch absolute, a unit of pressure
psig	Pounds per square inch gauge, a unit of pressure
SCFD	Standard cubic feet per day
SCF	Standard cubic feet



SIM	Selected ion monitoring method
SOx	Sulfur oxides
sq.	Square
SS	Suspended solids
TCL	Trinidad Cement Limited
TDS	Total dissolved solids in ppm
Trintoc	Trinidad and Tobago Oil Company, Limited
Trintopec	Trinidad and Tobago Petroleum Company, Limited
TSS	Total suspended solids in ppm
TT	Trinidad and Tobago
TOC	Total oxygen consumption
VGO	Vacuum gas oil



# 第1章 緒 言



## 第1章 緒言

本報告書は、国際協力事業団の事前調査団が、トリニダッド・トバゴ共和国政府のエネルギー・エネルギー産業省と、1993年2月8日にポートオブスペインで締結したS/Wに従って実施した「トリニダッド・トバゴ共和国石油汚染対策計画調査」の最終報告書である。本計画調査は、テクノコンサルタンツ株式会社とコスモ石油株式会社の共同企業体が、国際協力事業団との契約の下遂行したものである。

各専門家の氏名及び担当を本章の末尾に示す。調査は1993年9月に開始し、1995年1月に終了した。この調査期間中に、調査団は、同国において、1993年の9月から10月、1994年の2月から3月および1994年の7月から8月のそれぞれ約1カ月に亘る3回の現地調査と、1994年の12月にはドラフト・レポートの説明会およびセミナーの開催を行った。

S/Wは本計画調査の目的を下記の如く述べている。「本計画調査の目的は石油汚染の現状をレビューし、共和国の石油セクターの公害を最少にするプログラムを策定し、それにより地域の健全なる産業の発展と下記製油所及び施設に係わる環境の保護に貢献する。」

1. Pointe-a-Pierre製油所
2. 陸上油田
3. 貯油設備およびパイプライン

陸上油田、貯油設備およびパイプラインの調査範囲に関しては、S/Wおよび、これに添付した議事録で更に具体的に定められ、第3章「調査範囲」に詳しく説明する。本計画調査の最も主要な点は、陸上石油設備から排出される排水中の油分濃度を目標値以下とするための計画の策定にある。目標値は、月間平均値50ppm、日量最高値75ppmと定められている。排水の環境に対する影響の評価に関しては、調査範囲に含まれないことに注意が必要である。

調査団は、本調査を遂行することにより、上記の目的を達成した。調査は、前

述の3設備における石油汚染の様々な状況を包含したものである。調査には多くの困難が伴ったが、中でも、原油同伴水に関する調査は最も面倒なものであった。本調査の、最も重要な結論と勧告は、この排水の真の性質を見極め、その処理方法を見出すことにより得られたものである。

調査団の調査により、上記の水が、直径1ミクロン以下から、最大10ミクロンの微小な油滴が水中に均一に分散した、極めて安定な水中油滴型のエマルジョンであることが見出された。このエマルジョンは、本来極めて安定であり、APIセパレータ、PPI、CPIと云った従来からの重力式分離機では水と油に分離し得ないものである。一連の実験を行い、本エマルジョンを破壊し、水中から油滴を除去する方法としては、加圧浮上法が適していることが明かとなった。

本調査の排水処理には、加圧浮上法が適していることが認められたものの、加圧浮上処理により水中の油滴を除去した後でも、いくつかの水については、ASTMの標準分析法により分析を行った場合、50ppmを越える物質を含んでいる、と云う、今まで表面には出ていなかった問題が生じた。この水の処理方法を見出すために、生物処理法および活性炭吸着法の、一般的に広く採用されている2つの処理法のテストを行った。この結果に基づき、調査団は、陸上油田/タンクファームの排水処理には、加圧浮上法と活性炭吸着法の組み合わせを、また、Pointe-a-Pierre 製油所の排水処理には、加圧浮上法の設置を提案した。これにより、月間平均値50ppm、日量最高値75ppmの目標値は達成される。

上記以外に本調査には、社会・経済的背景の調査、水質汚染に関する気候および地理学的影響調査、含油廃棄物の処理法の調査、法律および規制の調査、製油所およびガソリンスタンドにおける大気汚染調査、メンテナンス改善のための勧告、偶発的な汚染事故の対処法、を含んでいる。

本調査は、汚染の防止と設備計画、投資見積、評価、結論および勧告、と広範な包括的内容を含むものであるが、対策計画の中心を成すのは、Bernstein タンクファームの排水処理のために提案した加圧浮上装置と活性炭吸着設備、および、

Pointe-a-Pierre 製油所の排水処理のために提案した加圧浮上装置である。

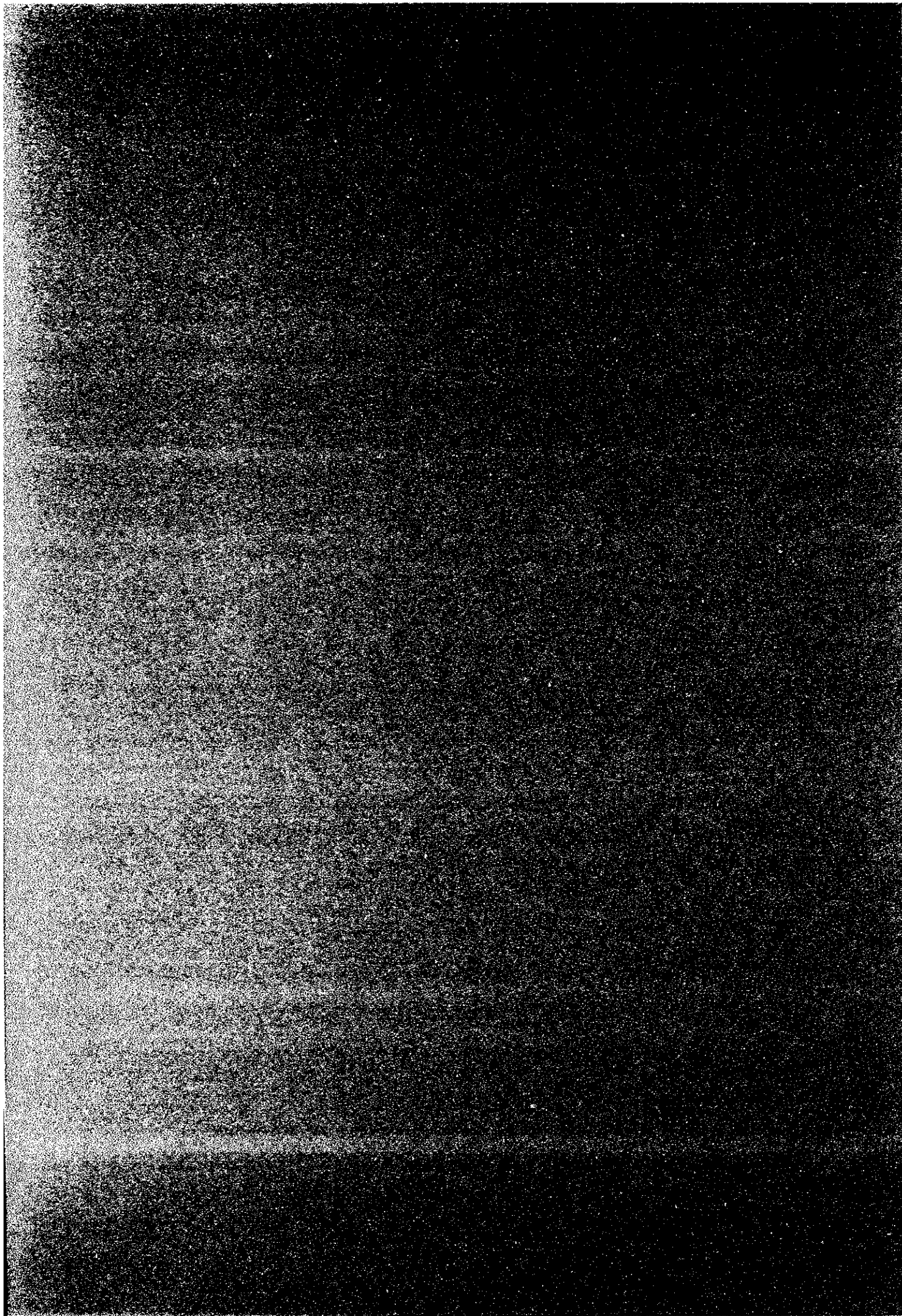
調査団の氏名と担当を示す。下記11名の専門家により構成される。

氏名	担当	
田中 恒二	団長・総括	テクノコンサルタンツ株式会社
今枝 良隆	産業振興・環境行政	テクノコンサルタンツ株式会社
マハブブ A.K.M. レジャ	気象・水文学	株式会社三祐コンサルタンツ
佐々木 敏雄	原油生産技術	テクノコンサルタンツ株式会社
吉沢 宗晃	原油輸送・貯蔵設備	テクノコンサルタンツ株式会社
石山 明	製油プロセス技術	コスモ石油株式会社
上杉 外茂雄	運転保全技術	コスモ石油株式会社
日原 健	油水分離技術Ⅰ	東邦化学工業株式会社
佐藤 信介	油水分離技術Ⅱ	テクノコンサルタンツ株式会社
名取 真	排水処理設備	テクノコンサルタンツ株式会社
佐藤 好和	廃棄物処理	コスモ石油株式会社





## 第2章 要 約



## 第2章 要約

本章では、調査の主たる結論および勧告を要約して述べる。

### 1. 計画の提案

50ppm の目標値を達成するために、Bernstein タンクファームに加圧浮上装置 (DAF) および活性炭吸着設備 (ACA) の設置を、Pointe-a-Pierre 製油所には DAF のみの設置を提案する。

これらの建設費は、1994年のトリニダッド・トバゴ価格を基準として、それぞれ16,300,000 米ドルおよび3,377,000米ドルと見積もられる。また、年間操業費は、4,769,000 米ドル、あるいは原油1パーレル当たり0.22米ドルである。本報告書は、この費用を妥当であると判断する。

### 2. ダムおよびキャッチ

蓄積した油が流出するのを防止するために、現在河川に設置されているダムおよびキャッチに関しては、拡張の必要はないと提言する。

### 3. 原油生産時の同伴水、水中油滴型エマルジョン

原油生産時の同伴水は、極めて安定な水中油滴型のエマルジョンを形成している。油汚染の最も重要な原因は、このエマルジョンであることが確認された。一般的な重力式の油水分離機ではこのエマルジョンを水と油に分離することは出来ない。この排水の処理には、加圧浮上法 (DAF) が効果があり、また、実際の排水処理に適用可能であることを見出した。本法を用いると、処理後には、水中に油滴の残存が観察されない極めて清澄な処理水が得られる。

### 4. DAF 処理後の水

原油生産時に同伴される水は、溶解物質を含むため、DAF 処理後、更に ACA による処理が必要である。このことにより、Bernstein タンクファ

ームには、DAFおよびACAの両方を備えた排水処理設備を提言した。

## 5. プロジェクトスキーム

Pointe-a-Pierre 製油所およびBernstein タンクファームについて、次のプロジェクトスキームを提案する。

	Bernstein Main Storage	Pointe-a-Pierre Refinery
Design conditions for DAF and ACA Units		
Flow rate, cubic meters per hour:	440/400	250
Oil content of water, mg/liter		
Inlet	1,000	400
Treated water	50	50
Waste treatment system,	to be included	to be included
Schedule, year		
Preparation	1	1
Construction	1	1

排水は、Los Bajos タンクファームからBernstein タンクファームまで移送される。

## 6. 評価

排水処理設備を運転・維持するための年間の負担費用は、4,769,000 米ドル、または、バーレル当たり0.22米ドルである。この負担費用は、種々の経済指標との比較、石油輸出から得られる収入の割合、経済コストに対し実質的に生じる経済価値、汚染防止の重要性と期待される社会・経済的便益、等を考慮した場合、妥当であると判断される。

## 7. 勧告

50ppm の目標値の達成のために、プロジェクトスキームにて定めた計画の実施を勧告する。1バーレルの原油を生産するために、これとは不釣り合いな大量の水を産している低効率の油井が、全体の処理費を増加させてい

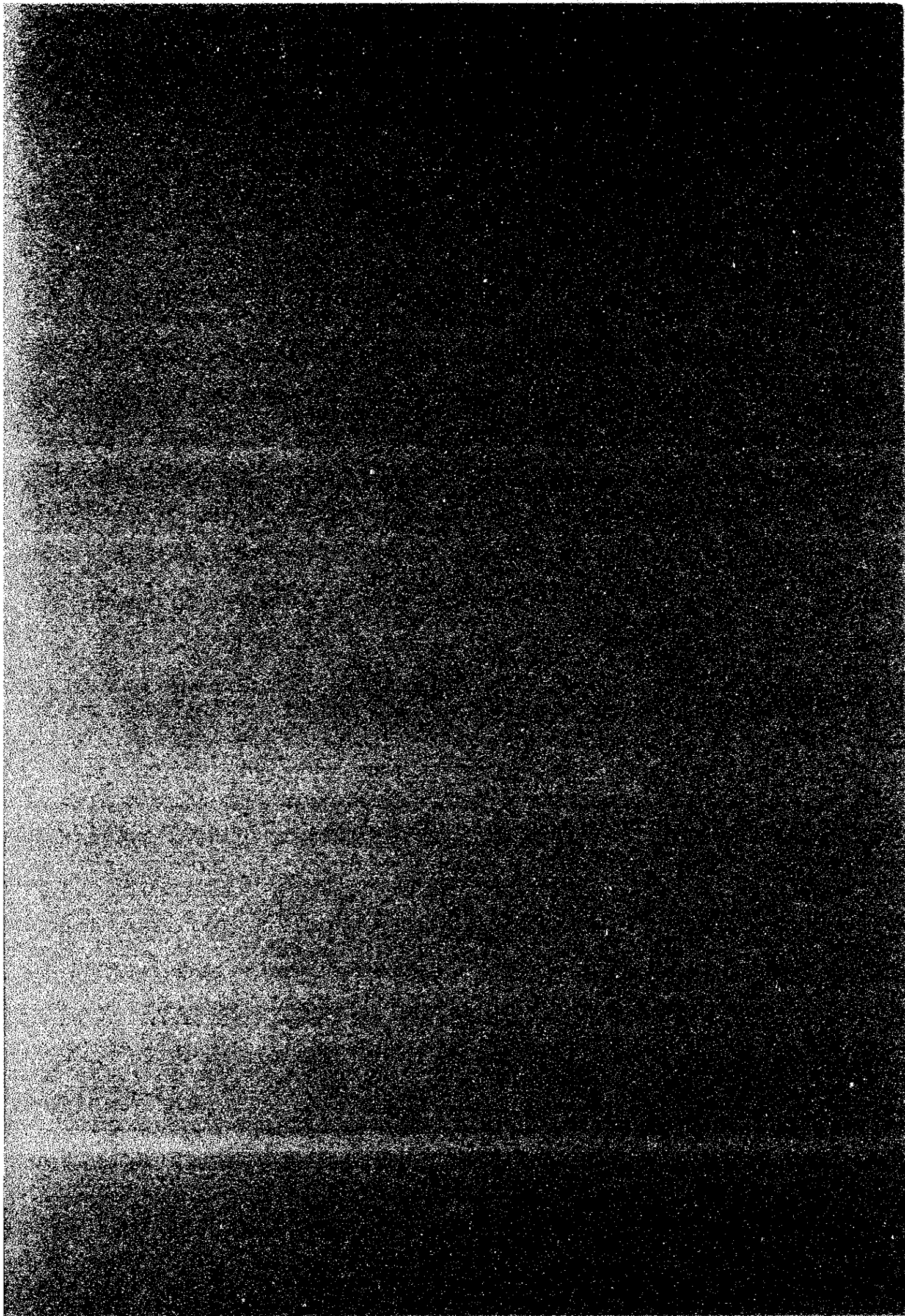
る。本調査で行ったのと同様の検討を、更に広い範囲のデータを用いて行うべきである。汚染水量の低減と、処理費用の軽減のため、低効率の油井の運転停止についての検討を行うべきである。

排水処理設備の処理後の排水中に溶解している物質の、水生生物に対する影響は明確にされていない。従って、政府およびPetrotrinは、これらの物質の水生生物体内への蓄積およびその影響を、長期間に亙り監視すべきである。

上記の他、提案した種々の運転およびメンテナンスに関しては、Petrotrinの予算の許す範囲で実施することを勧める。アーサンピットの使用は中止すべきである。大きな偶発的な汚染事故の原因となる可能性のある設備に関しては、例外無く全て予防保全（プリベンティブ・メンテナンス）を行うべきである。



## 第 3 章 調査範囲





## 第3章 調査範囲

### 3-1 業務内容

トリニダッド・トバゴ共和国政府と国際協力事業団の事前調査団は、本計画調査の業務内容に関し、1993年2月8日に両者の代表により調印されたS/Wに記載された通り合意した。具体的には下記の通りである。

1. 背景調査
  1. 1 トリニダッド・トバゴ共和国の社会経済状況
  1. 2 国家および地域の工業開発政策
  1. 3 原油・石油製品の生産および貿易
  1. 4 トリニダッド・トバゴ共和国における環境保護の現状
  1. 5 工業分野の現状および将来展望
  1. 6 石油セクターにかかる政策、プロジェクト、プログラム
  1. 7 環境保護関連法、規則および奨励策
  1. 8 環境汚染防止、対策のための機関、組織
  
2. 原油・石油製品の物流
  2. 1 物流調査
  2. 2 原油、コンデンセート、LPGおよび天然ガスの賦存状況
  
3. 石油汚染源の特定と特徴づけ
  3. 1 気候（降水量）および河川の流量調査
  3. 2 油井、陸上石油貯蔵設備およびパイプライン
  3. 3 油水分離設備
  3. 4 製油所設備
  
4. 特定された石油汚染源についての分析調査
  4. 1 採取したサンプルによる、エマルジョン化した排水の分離テスト
  4. 2 陸上石油貯蔵設備および製油所からの排水中のエマルジョン分離技術の評価
  4. 3 陸上石油貯蔵設備、製油所およびガソリンスタンドからの排水、排気ガス、および固形廃棄物についての測定とモニタリング
  4. 4 二次回収を考慮にいたった原油生産についてのレビュー、調査
  4. 5 現在進行中の「製油所アップグレーディングプロジェクト」について、環境汚染防止の観点からのレビュー

4. 6 陸上石油貯蔵設備、製油所におけるの運転、保安技術のレビュー、分析
4. 7 陸上石油貯蔵設備、製油所からの排水処理の最適統合システム
4. 8 偶発的汚染への対策
  
5. 石油汚染防止・対策のためのマスタープランの策定
  5. 1 政府の助成策
  5. 2 石油汚染モニタリングシステム
  5. 3 陸上石油貯蔵設備の排水処理（油水分離）設備の概念設計
  5. 4 製油所の排水処理（油水分離）設備の概念設計
  5. 5 製油所の排水リサイクリング設備の概念設計
  5. 6 運転・保安技術の改善
  5. 7 排気ガスおよび固形廃棄物に関する対策
  5. 8 予想される費用
  5. 9 実施スケジュール
  5. 10 石油汚染低減による効果
  
6. 結論および提言

### 3-2 油分割減の目標

上記の業務範囲は更に1993年2月9日に両者の代表にて調印された議事録にて詳細な補足がなされた。排水中の油分に関してはエネルギー・エネルギー産業省の石油会社に対するドラフトガイドラインに基づき、概念設計、技術的検討を行う。ドラフトガイドラインによると、製油所および陸上石油関連設備からの排水中の油分は月平均値で 50 ppm 以下、日最高値で 75 ppm 以下である。従って、排水中の油分 50 ppm をもって本計画調査の目標値とする。

### 3-3 調査対象地域および設備

議事録に記載された通り、両者は調査対象地域および設備に関し次の通り合意した。

- (1) Pointe-a-Pierre製油所
- (2) TRINMARのPoint Ligoure貯油所
- (3) 議事録の付属書1に示す陸上油田、ただし Premier Consolidated Oilfields Ltd. (PCOL)の操業する油田を除外する。

具体的調査対象地域は、以下の基準により選定する。

1. Trintopec/Trintocよりの排水
2. 調査対象サイトの選定は種々排水の石油公害を代表するものとする。

- (4) Penalの素堀補集ピット

上記(3)に関しては、議事録は下記施設を指定した。

1. Trinidad and Tobago Petroleum Co., Ltd. (Trintopec) 「現在の Petroleum Company of Trinidad and Tobago Limited (Petrotrin)に合併」の操業するFyzabad油田、貯油所、排水処理設備
2. Trinidad and Tobago Oil Co., Ltd. (Trintoc) 「現在Petrotrinに合併」の操業するForest Reserveおよび Bernsteinの油田、ギャザリングステーション、貯油所、排水処理設備
3. Trintopec 「現在Petrotrinに合併」の操業する Guapo油田、付帯設備、排水処理設備
4. Trintopec 「現在Petrotrinに合併」の操業する Central Los Bajosの油田、付帯設備、排水処理設備
5. Trintopec 「現在Petrotrinに合併」の操業する Mc Kenzieの油田、付帯設備、排水処理設備
6. Trintoc 「現在Petrotrinに合併」の操業するPoint Fortinの油田、付帯設備、貯油所、排水処理設備
7. Trintoc 「現在Petrotrinに合併」の操業するParrylandsの油田、付帯設備、排水処理設備

上記に定める設備の他に、ポイントリゴールの貯油所を含める。

### 3-4 議事録合意重要事項

議事録には下記事項に関する合意事項が記録されている。

#### 3-4-1 アップグレーディングプロジェクトのレビュー

現在進行中のアップグレーディングプロジェクトに関する国際協力事業団の調査は独自の立場で行うもので、調査団の実施中のアップグレーディングプロジェクトの環境面に関するレビューは本計画調査に必要な限度と方法に限定する。

#### 3-4-2 カウンターパートの訓練

##### (1) 日本におけるカウンターパートの研修

本計画調査に関連しエネルギー・エネルギー産業省はカウンターパート（複数）が、日本の石油セクターでの最新の環境保護の実施状況を学び、技術移転を受けするため日本に招請されることを要請した。

なお、この件に関しては国際協力事業団は既に1993年11月から12月にわたり、エネルギー・エネルギー産業省の Mr. Oswald Adams を日本に招請し、研修を実施した。更に、1994年9月には Petrotrin の Dr. Ahmad Khan に対しても同様な研修を実施するため、日本に招請した。

##### (2) トリニダッド・トバゴにてセミナーの実施

エネルギー・エネルギー産業省は調査中の然るべき時期に、石油セクターの環境問題に関連するスタッフの教育のため、調査に関連したセミナーをトリニダッド・トバゴにて開催することを要望した。

当初、セミナーは第3次現地調査時に実施される計画であった。しかし、この時期には調査の結果が出ていない。できるだけ有益なセミナーを実施するため、総ての結果が明らかになる1994年12月実施予定のドラフト説明の時期に実施した

方が望ましいので、カウンターパートと協議の結果そのように変更し、第2時現地調査の議事録にてエネルギー・エネルギー産業省と調査団とで合意した。これに従い、エネルギー・エネルギー産業省およびPetrotrin に対し、ドラフト・ファイナルレポートの説明を行った後の、1994年12月13日（火）にセミナーを実施した。

### 3-5 問題点の解決のためのアプローチ

本計画調査のアプローチは当初1993年8月に提出したインセプションレポート、第4章“Framework of the Study”に示した如く策定した。第1次国内調査時に本計画調査の主要問題点が原油に随伴して生産される強固なエマルジョンであると認識してから、アプローチを大きく変更した。当初計画になかった加圧浮上法の実験を第1次国内調査、第2次現地調査、第2次国内調査時に実施した。この期間平行して、重力式油水分離機により50ppmを達成するための方法として、有効なエマルジョンブレイカーを模索し、これらに関する実験も実施した。

本調査開始時に期待されていたエマルジョンブレイカーはいずれも、十分な効果はなく、これによる排水処理法を提案することはできない。更に、排水中に含まれて排出されるエマルジョンブレイカーの生態系への影響は不明であり、将来問題となり得る。エマルジョンブレイカーの総てを実験的に確かめたわけではなく、また将来環境に悪影響の無いエマルジョンブレイカーが開発される可能性を否定することはできないが、本計画調査は50ppmの目標値を確実に達成できる方法を提案する必要があり、エマルジョンブレイカーは信頼性がなく、これを用いて50ppmを達成することは断念すべきである。インセプションレポートではエマルジョンブレイカーの効果を実験的に確認し概念設計のベースとすると考えたが、実験の結果エマルジョンブレイカーに期待することはできないとの否定的な結果となり、凝集加圧浮上法と活性炭処理法との組み合わせの採用に至った。

本計画調査のアプローチを図3-1に示す。本計画調査の調査範囲は多岐にわたるが、技術的解決法を提言すべき分野は大きく次の4つに分けることができる。

即ち、(1) 油田、メインストレージ、タンクファーム、(2) ダムとオイルキャッチ、(3) Pointe-a-Pierre製油所、(4) 廃棄物、油汚染土壌、素掘ピットである。図3-1は調査全体の重要な問題点、検討事項、代案、問題解決のための提言を一見して分かるように示した。法政および行政上の対策も技術的対策に劣らず重要であるが、問題の性格が違うのでここには示さない。

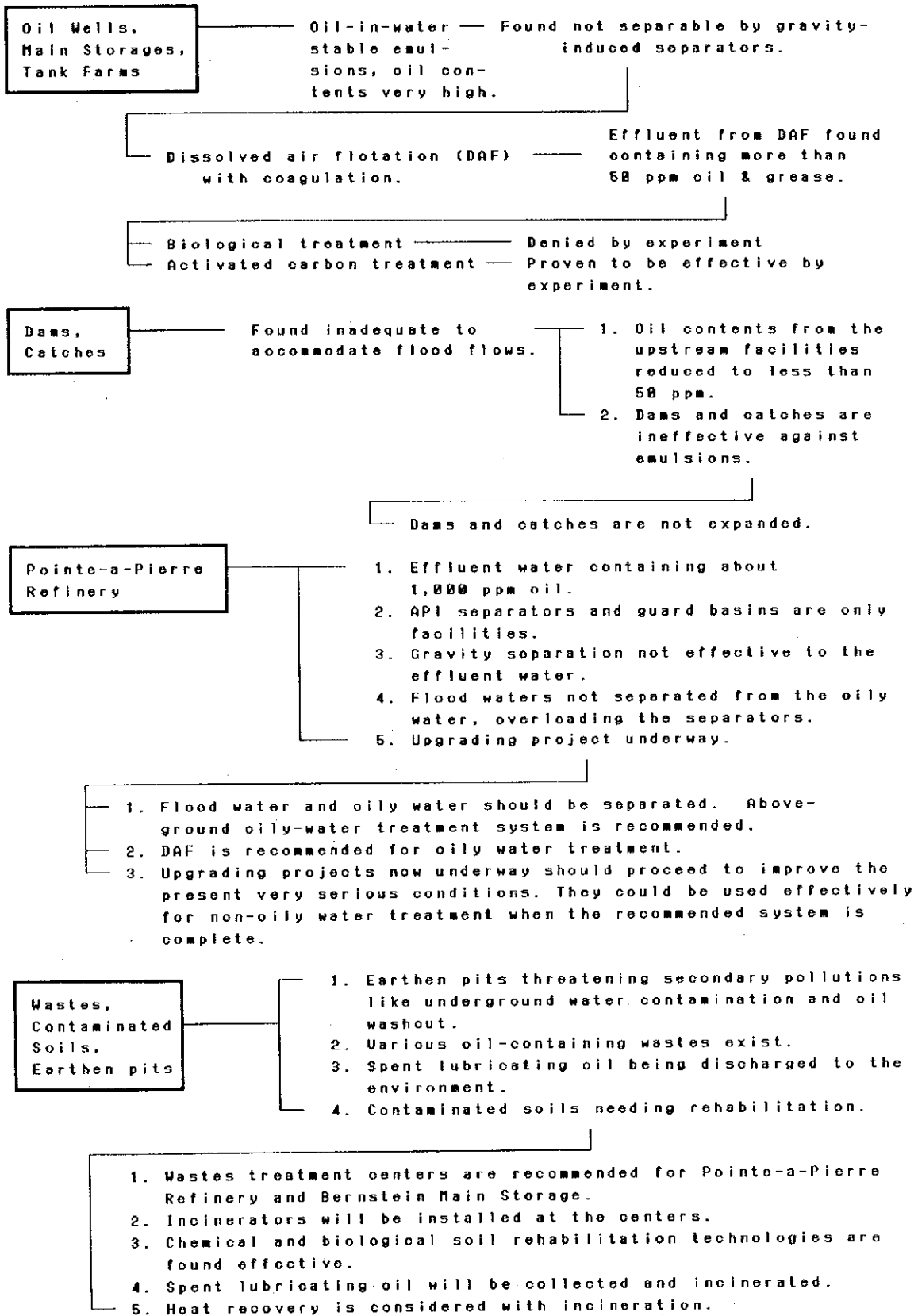
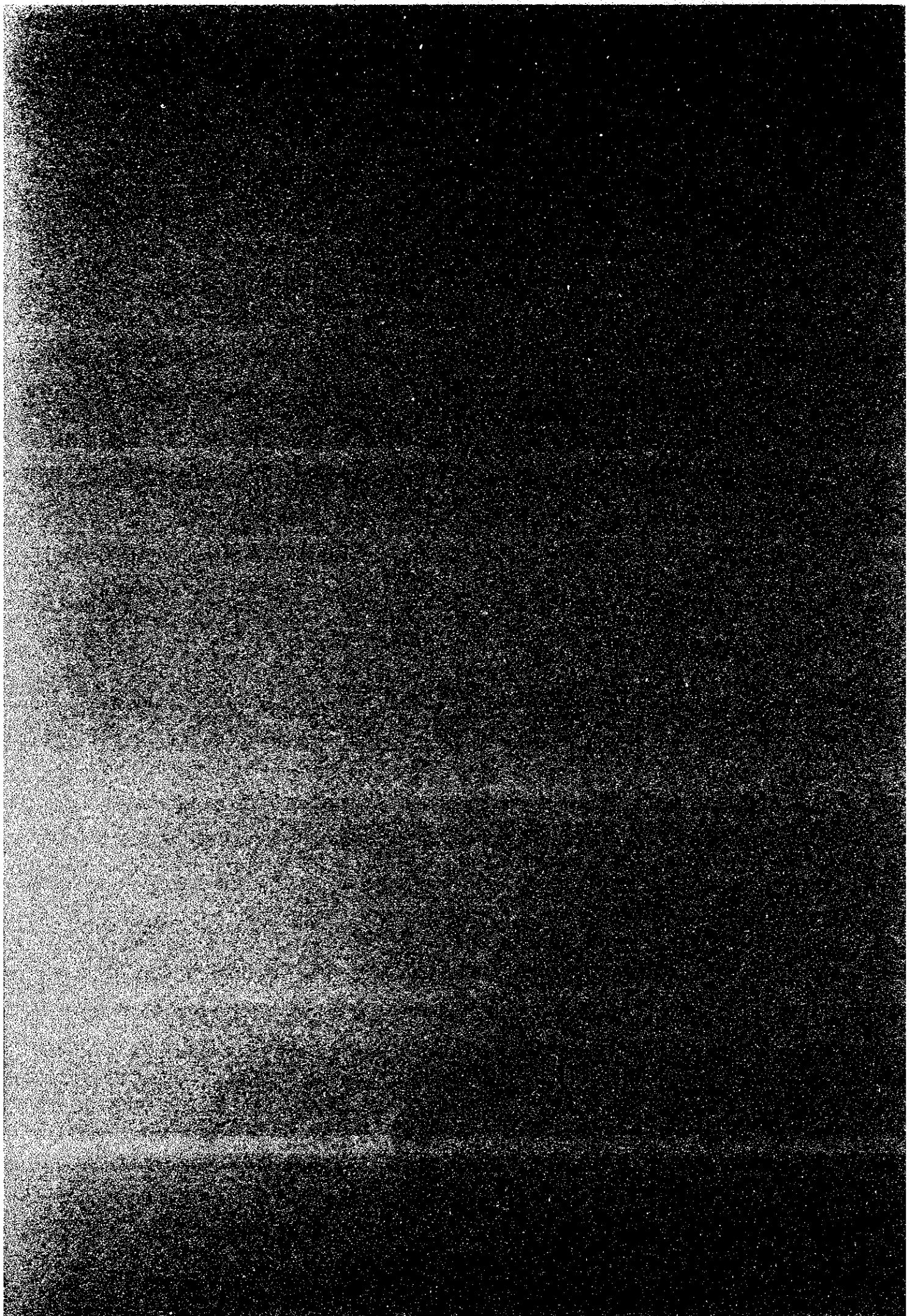


Figure 3-1 Approach to the Study





## 第4章 調査の背景



## 第4章 調査の背景

### 4-1 調査実施の背景と意義

#### 4-1-1 石油汚染の背景

トリニダッド・トバゴは、1907年にPitch Lake南部の Point Ligoureにて最初の商業規模の油田開発が行われて以来、順調に生産量を増やし、1930年代には英連邦諸国の中で最大の産油国となった。また、原油の生産拡大に加えて、製油業の振興に早くから取り組み、1910年代に4基の製油設備が建設された。その後、Point Fortin製油所（1912年建設）およびPointe-a-Pierre 製油所（1916年建設）を中心に拡張工事が行われた。1950年代にはPoint Fortinの設備規模は100,000 bpd、Pointe-a-Pierreは365,000bpdとなり、石油製品の生産基地としての地位を確立した。原油・石油製品の生産・輸出の増大は同国の経済発展に大きく寄与したが、環境に対する配慮が不十分なまま開発が行われたため、各地で石油による環境汚染が問題化してきた。

一方、同国の陸上油田は老朽化したものが多く、水蒸気圧入による二次回収が広く行われている。水蒸気圧入により得られる原油は、原油が乳濁した多量の水を同伴し、（同伴水）／（同伴水＋原油）が90％に及ぶケースもある。この同伴水は、原油が乳濁した強固なエマルジョンを形成しており、通常重力分離法では油分が分離されず、10,000ppmを超える多量の油分を含んだ排水が河川に放流されているケースもある。同国では、原油生産に先行きが見えていることから、今後水蒸気圧入を行う油井が増加し、適切な対策が取られなければ、原油エマルジョンに起因する石油汚染がますます大きな問題となろう。

環境規制の面では、1969年に施行された石油法において「油分汚染防止に関する規制措置」がうたわれているが、具体的な規制は採られていない。1989年には石油産業における排水中の油分に関する排出基準のガイドラインが提示されたが、技術的・経済的な問題もあり、法律として実施されるには至っていない。環境規

制が存在しないことが石油汚染を悪化させたことは否めない。

#### 4-1-2 石油汚染対策の必要性

トリニダッド・トバゴの経済政策の基本は経済体制の多角化である。しかし、慢性的な財政赤字の削減と外貨不足を早急に解消するためには石油産業を拡大せざるを得ない。地球的規模での環境問題への取り組みが必要とされている昨今においては、石油産業の拡大していくためには環境対策は外交上、内政上、避けて通れない問題である。例えば、同国が計画している石油精製設備の能力増強計画に対して、観光を主産業とするカリブ海諸国への影響を含めて地域レベルでの石油汚染対策を行うことを、国際金融機関が融資の条件としている。また、内政上の課題として、外貨収入上の主要産業である観光産業、農業等への被害を防ぐ事が、経済の多角化を図る上で、極めて重要である。

#### 4-1-3 調査の意義

石油汚染対策を実施する上に於いては、汚染源毎に適切な対応を取る事はもとより、システム全体として最も効率的な対策を立てる事であり、本調査では、その観点よりベストと考えられる総合的対策を提案する。また、水蒸気圧入による原油の二次回収の際に副生する原油エマルジョンは、通常の薬剤（エマルジョンブレイカー）や重力分離方式では対応が不可能であることが判明し、本調査が提案する、全く異なった方式による対策が必要である。トリニダッド・トバゴには実績のない新技術の紹介を含む総合的対策は、同国の石油汚染対策立案の一助となる。

一方、現金収入を伴わない環境対策を効率的に行うためには、行政面での対応が極めて重要となる。トリニダッド・トバゴでは中期政策の中で環境対策を最重要課題の一つと位置づけ、環境対策の第一歩として、環境庁（Environmental Management Agency; E M A）が本年中に設立される予定である。また、世界銀行の協力の下、E M Aが中心となって環境基準案を作成することとなっている。そ

ニタリングシステムの制定、環境分野の人材育成等も今後の重要課題である。

以上を勘案すると、本調査の提案がトリニダッド・トバゴの環境汚染の改善に寄与するであろう。

## 4-2 トリニダッド・トバゴ共和国の自然・社会・経済状況

### 4-2-1 自然環境

#### (1) 地理的特徴

トリニダッド・トバゴ共和国は、トリニダッド島、トバゴ島および多数の小島からなる、総面積5,128km<sup>2</sup>の島国である。トリニダッド島はベネズエラの北方約10kmに位置する、南北105km、東西77km、面積4,828km<sup>2</sup>の小島であり、パリア湾、ドラゴン・マウス海峡およびサーペン・マウス海峡を隔ててベネズエラに接している。地形的には、東西に3本の山地が走っており、同国の最高峰940mのアリポ山は北部山地にある。トバゴ島は、トリニダッド島から北東に約33kmを隔てた大西洋上にある東西51km、南北18km、面積300km<sup>2</sup>の小島であり、中央部に500m程度の山がある。

#### (2) 気候

同国の気候は熱帯性で、季節変化は少ない。貿易風の影響で気温は比較的温和で、年間を通じて21～31℃程度である。雨は年間を通して多いが、最も多雨となるのは6月～12月である。年間降水量は地域により異なるが、1,500～3,000mm程度である。

### 4-2-2 社会環境

#### (1) 人口・人種・宗教

トリニダッド・トバゴの人口は約124万人（1990年5月センサス）、人口密度は242人/km<sup>2</sup>である。1980年から1990年までの平均人口増加率は約1.3%であ

る。民族的にはアフリカ系40.8%、インド系40.7%、混血人16.3%、ヨーロッパ人0.9%、中国人0.5%、その他0.8%となっている。宗教は、アフリカ系および混血人がカソリック教(33%)と聖公会(15%)、インド系がヒンズー(25%)とイスラム教(6%)となっている。

## (2) 政治・行政

同国の政体は大統領を元首とする立憲共和制であり、実権は首相と内閣に委ねられている。国会は任命性の上院と5年に一度の選挙により選ばれる下院からなる。地方行政組織は州・郡の順で、トリニダッド島は8州29郡に分かれる。トバゴ島は1郡とされ、全国で8州30郡となる。地方自治体は10あり、うち3つはポート・オブ・スペイン、サン・フェルナンドおよびアリマの特別市である。

### 4-2-3 経済事情

#### (1) 経済概況

トリニダッド・トバゴは、他のカリブ海諸国と同様、かつては砂糖・ココア等の農産物が経済の主体であった。しかし、原油の増産、製油業の発達等により、1940年代からは石油部門が主導的な地位につき、原油・石油製品の輸出に依存する経済構造となった。特に、1970年代には、2度にわたる石油価格の上昇および海洋油田を中心とする原油の増産により、同国の石油産業は急速な発展を遂げ、1980年には石油産業(精製業を含む)はGDPの42%、全輸出の90%、財政収入の50%以上を占めるに至った。1980年代中旬以降は、石油価格の下落、原油生産量の減少等により、石油産業の重要度はやや低下している。しかし、天然ガス資源の開発・利用が推進されたこともあり、エネルギー資源をベースとする輸出型の産業構造に変化はない(表4-1参照)。

トリニダッド・トバゴは石油産業に大きく依存する経済構造であるため、同国の経済は原油の生産量および国際価格に大きく影響されてきた。1970年代中頃から1980年代初期にかけては、原油価格の上昇および国産原油の増産により急速な経済発展を遂げた。特に、1974~76年の年平均GDP成長率は実に36%を記録し

た。続く77～78年は11%であったが、1979～80年は20%以上の成長率を達成した。一方、1982～89年の間は、原油価格の低迷と原油生産量の減少により、同国の経済状況は以下に示す様に急激に悪化した。

- GDPが実質ベースで<sup>2)</sup>に減少した。
- 米ドルベースでの一人当たりの名目GNPが7,226ドルから3,246ドルに半減した。
- 石油・石油製品の輸出額が大幅に減少し、1988年には外貨準備高がマイナスとなった。
- 石油部門からの政府の財政収入が激減し、緊縮財政を余儀なくされた。
- 失業率が10%から20%に倍増した。

Table 4-1 Economic Significance of the Energy Sector

(Unit: Current Million TT \$)

	1970	1975	1980	1985	1990	1991
GDP	1,656.7	5,392.3	15,892.2	17,999.1	19,690.2	19,491.5
Petroleum % <sup>1)</sup>	21.5	41.3	42.1	26.8	31.8	24.7
Government Revenue	313.2	1,808.5	6,202.4	6,361.2	5,662.8	6,704.2
Petroleum % <sup>1)</sup>	23.1	69.4	58.9	42.1	40.9	40.5
Foreign Exchange		2,198.7	6,536.5	5,247.1	8,842.0	7,443.1
Petroleum %		77.2	90.6	79.2	82.5 <sup>2)</sup>	82.4 <sup>2)</sup>

Note: 1) Excluding gas based petrochemical industry.

2) Including gas based chemicals such as ammonia, urea and methanol.

Source: Draft Policy Paper on Energy, November 1992

最近の経済状況は表4-2に示すとおりである。同表からも明らかなように、1990年代に入ると実質経済成長率が一旦プラスに転じている。この経済成長は石油価格の上昇によるものであり、トリニダッド・トバゴの経済構造が変わったためではない。

**Table 4-2 Major Economic Indicators**

(Unit: Million TT\$)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
GDP at 1985 Price	17,500	16,678	16,027	15,895	16,134	16,531	16,268
Real GDP Growth Rate (%)	-2.8	-4.7	-3.9	-0.8	1.5	2.5	-1.6
Per Capita GDP at 1985 Price (TT\$)	14,627	13,764	13,229	13,102	13,144	13,360	12,992
Export	4,888	5,029	5,586	6,522	8,225	7,443	7,943
Foreign Currency Reserves (US\$ Million)	329	79	-6	102	188	24	-25
Unemployment Rate (%)	17.2	22.3	22.0	22.0	20.0	18.5	19.6
Inflation Rate (%)	7.7	10.8	7.8	11.4	11.1	3.8	6.5

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office  
Review of the Economy 1993, Central Statistical Office

GDPに占める石油部門の比率は、表4-3に示す様に、約25%となっている。この比率は、中近東諸国に比較すると大きくないが、他産業への関連度も大きく、見かけほど小さいものではない。

**Table 4-3 Configuration of GDP by Sector at Current Market Price**

(Unit: Percent)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Petroleum	22.7	25.2	24.1	27.2	30.3	25.4	21.9
Agriculture	2.8	2.8	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5
Manufacturing	8.2	8.3	8.7	9.6	8.5	8.8	9.3
Construction and Quarrying	9.5	9.0	9.3	8.9	8.0	8.3	8.6
Distribution and Restaurant	14.0	13.9	14.8	14.7	12.5	14.4	15.2
Transport, Storage and Communication	10.0	9.8	9.9	9.3	8.1	8.8	9.0
Finance, Insurance, Real Estate, etc.	12.5	11.9	11.3	11.3	10.6	11.3	12.4
Government	16.4	14.8	14.1	11.9	10.6	11.1	11.9
Others	4.3	4.4	5.1	4.6	8.9	9.4	9.2

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office  
Review of the Economy 1993, Central Statistical Office

産業別労働人口はサービス産業が約50%で、以下、建設業：20%、製糖を含む農業：13%、製造業（製糖および石油関連を除く）：11%の順となっている。一方、石油産業従事者の割合は僅かに6%程度である。



トリニダッド・トバゴの対外収支は表4-4に示すとおりである。貿易収支は石油・石油化学産品の輸出に支えられ黒字となっている。しかし、石油産業の外資系企業の本国への配当送金のためにサービス収支は大幅に赤字で、経常収支・全体収支共に恒常的に赤字となっている。その結果、外貨準備高が激減し、1988年からは債務返済の繰り延べが行われている。

Table 4-4 Balance of Payments

(Unit: Million TT\$)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
1. Merchandise (Net)	-387	801	1,079	1,411	3,512	1,449	2,100
Exports	4,888	5,029	5,586	6,522	8,225	7,443	--
Imports	5,274	4,228	4,508	5,111	4,712	5,994	--
2. Services	-1,751	-1,559	-1,417	-1,590	-1,577	-1,479	-1,540
3. Unrequited Transfer	-137	-132	-114	-106	-108	-58	-68
4. Current Account (1+2+3)	-2,275	-891	-452	-284	1,828	-88	491
5. Capital Account (incl. errors & omissions)	-138	-9	-182	-427	-2,636	-988	-1,024
6. Overall Surplus (4+5)	-2,414	-900	-634	-661	-808	-1,326	-532
7. Valuation Change in Reserves	0	0	-45	83	0	0	0
8. Exceptional Financing	0	0	370	1,036	1,170	631	326
9. Change in Reserves (6+7+8)	-2,414	-900	-309	458	362	-696	-206
10. Foreign Currency Reserve	1,185	285	-24	434	797	101	-105

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office  
Review of the Economy 1993, Central Statistical Office

主要輸出品目は、表4-5に示す様に、原油、石油製品、アンモニア、尿素、メタノール、直接還元鉄等、同国の炭化水素資源を利用したものである。1991年を例にとると、原油および石油製品の総輸出に占める割合は64.5%、これに天然ガスを原燃料とする製品を加えると総輸出の85%を超える。一方、かつては主要輸出品であった砂糖・ココア等の農産品の割合は2%に過ぎない。輸入面では精製の原油、トウモロコシ・米・麦等の食料、機械類、電気製品、自動車のシェアが大きい。分野別の輸出入バランスは、「飲料およびタバコ」、「鉱物燃料」および「化学品」以外は全て輸入超過となっている。

貿易相手国は、輸出入共に米国のシェアが飛び抜けて大きく、1992年の実績で

は総輸入の41%、総輸出の47%が米国となっている。また、ジャマイカ、バルバドス、ガイアナ等のCARICOM (Caribbean Community) 諸国との取引も盛んである。CARICOM諸国との貿易は、1987年以降、輸出超過となっている。日本との貿易関係は、日本の恒常的な輸出超過となっている。日本からの輸入品の大部分は自動車・同部品であり、トリニダットの自動車の90%以上は日本車となっている。日本への主要輸出品は、製造工程で多量のエネルギーを必要とする還元鉄（線材、棒鋼）である。1992年の実績では、還元鉄（93%）、ココア（2%）、ピッチ（1%）、その他（食肉加工品、ビール等）となっている。トリニダットの主要輸出品であるアンモニア、尿素、メタノール等の天然ガスを原料とする化学品は、輸送費の問題から、日本には輸出されていない。

Table 4-5 Export and Import by Commodity

(Unit: %)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
<b>Export</b>						
Crude Petroleum	40.7	36.1	30.2	32.3	37.3	31.1
Petroleum Products	31.2	35.8	30.8	29.0	31.1	33.5
Ammonia	9.2	7.2	10.8	11.0	8.4	9.2
Iron and Steel Bars/Rods	4.9	5.0	5.4	6.0	5.2	5.6
Urea	3.5	2.9	5.0	3.6	2.9	3.4
Methanol	2.3	2.9	4.3	2.6	2.0	3.1
Sugar Refined/Unrefined	1.7	1.5	1.7	1.9	1.5	1.6
Cocoa	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
Others	6.3	8.4	11.6	13.4	11.3	12.3
<b>Import</b>						
Crude Oil including Partly Refined Petroleum	0.0	2.4	7.4	3.3	9.8	14.6
Machinery	13.7	11.3	8.2	10.3	11.6	10.6
Food	7.1	8.9	7.9	8.6	8.0	5.7
Electrical Appliances	5.6	5.6	4.3	4.8	5.2	5.1
Motor Vehicles & Parts	7.4	3.5	3.6	1.2	1.9	5.0
Paper Products	3.4	4.0	3.8	4.9	4.0	3.3
Iron and Steel Products	2.6	1.9	3.1	3.3	2.2	2.3
Others	55.9	58.0	56.6	59.0	57.3	53.4

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office

### 4-3 経済開発政策

#### 4-3-1 経済の推移と対策

トリニダッド・トバゴは、1974年の石油価格の高騰を契機に、急速な経済成長を遂げた。特に、1974～76年の年平均GDP成長率は36%を記録し、1980年代初期迄は毎年10～20%の高度成長基調を維持してきた。この間、同国では、好調な石油産業に支えられた豊富な財源を基に、エネルギー多消費型産業の育成、インフラの整備、社会福祉の充実等が図られた。

1982年以降は、石油価格の低迷と原油生産量の減少から、先に述べた様に、同国の経済は急速に悪化した。この期間、政府は経済構造調整のために多くの対策を実施した。主な対策は以下の通りである。

- 財政赤字縮小を目的とする歳出の削減
- 個人および法人所得税の一本化と15%の付加価値税の導入を含む税制改革
- 2度の通貨切り下げ（1985年および1988年）
- 国営企業の再編成、民営化および整理
- 公共料金の値上げ
- 外貨コントロールの緩和
- 貿易規制の緩和
- 対外債務返済の繰り延べ（元本のみ）

#### 4-3-2 経済政策

石油産業は同国の基幹産業であり、今後とも重要な役割を果たすことは間違いない。しかし、同時に、石油産業への過度の依存は同国経済の弱点となっている。同国政府は、以上の認識の下、石油産業の再活性化と共に、経済の多角化を重点課題としている。経済開発のための対策として重視されているのは、民間企業、特に外資による投資の促進であり、魅力ある投資環境の整備を進めている。1993年4月には外貨規制が完全に撤廃され、輸出入規制の大幅な緩和も進められている。

かつては最高税率が 100%であった関税については、近く 20%に下げられることとなっている。政府による輸入割当制限は既に撤廃されている。

トリニダッド・トバゴは対米輸出基地あるいはオフショア・バンキング・センターとしての機能を果たしつつある。同国に進出している非石油分野の主な企業を以下にまとめる。

#### 銀行

- Bank of Nova Scotia (カナダ)
- Canadian Imperial Bank of Commerce (カナダ)
- Citibank (米国)

#### 通信

- Cable & Wireless (英国)
- IBM (米国)
- ICL (英国)

#### 鉄鋼

- P.T. Ispat Indonesia (インドネシア)
- Nucor (米国)

#### 消費財

- Johnson & Johnson (米国)
- Nestle (スイス)
- Unilever (オランダ)

#### 保険

- American International Group (米国)

一方、トリニダッド・トバゴでは財政収入の不足解消および経営効率の向上を目的に国営企業の民営化を積極的に進めている。民営化が完了した主要な企業は以下の通りである。

- Telephone Company (株式の 49%を英国の Cable & Wireless社に売却)
- Steel Company (インドネシアの Ispat社にリース)
- National Urea Co. (100%民営化)
- Fertilizer of T&T (100%民営化)

更に、BWIA International（航空会社）、Methanol Company、Petrotrin（石油会社）、Trinidad and Tobago Electric Commissionを含む20社程度の株式の売却（一部または全部）が進められている。

#### 4-3-3 主要産業

経済の多角化を進める中で重要産業として位置付けられている産業は、製造業、農林水産業、観光およびサービス業である。以下に、重要産業に関する開発政策をまとめる。

##### (1) 製造業

製造業の中で重点が置かれているのは天然ガスを原料あるいは燃料とする工業である。他の分野については、国際競争力の強化が重点課題となっている。1993年の為替自由化は対米ドル交換レートを約35%引き下げ、輸出産業の競争力強化に寄与した。また、貿易の自由化、輸入関税の引き下げに対処すべく、多くの企業がコスト削減を含む競争力強化に努力している。

##### (2) 農林水産業

同国政府は、農業を経済発展、外貨獲得および経済多角化の柱と位置付けている。農業開発の基本戦略は、砂糖以外の作物を栽培・輸出すること、穀物を増産し食料の自給率を上げること、および砂糖に代表される伝統作物の生産性を上げることである。林業資源については、環境および資源保護を図りつつ、材木の増産を進める方針である。また、殆ど未利用の海産資源の開発・利用を進め、食料増産、雇用機会の増大および外貨の獲得を図る方針である。

##### (3) 観光

観光産業は、短期的には、最も雇用機会の増大に寄与する産業である。従って、政府は、未開発の観光資源の早期開発を進めている。また、観光開発の一環として、空港の近代化、ホテルの建設等を計画している。人材開発も観光産業の発展のための重要な政策として位置付けられており、教育の機会を増やす方針である。

例えば、既存のホテル学校を増強し、学生の数を増やすと共に多様な教育課程を提供する方針となっている。

#### (4) サービス産業

トリニダッド・トバゴ政府は、南北アメリカの中心に位置する利点を活かして、同国を金融、保険、法律、会計、コンピューター、貿易、翻訳、エンジニアリング、通信等のサービスを提供する国際的なビジネスセンターに育成していく方針である。

### 4-4 原油・石油製品の生産および貿易

#### 4-4-1 原油

##### (1) 生産

1907年の商業生産開始以来、同国の原油生産量は順調に増加してきた。特に、1960年代の後半以降は、海上油田の開発に伴い、生産量が大きく増大し、1978年に8,378万バレル(約23万バレル/日)を記録した。しかし、その後は、生産量が減少し、1992年にはピーク時の60%に相当する5,020万バレルになった。1992年末迄の累計生産量は、陸上油田が14億3,600万バレル、海上油田が12億2,100万バレル、合計で26億5,700万バレルとなっている。図4-1に生産量の推移を示す。

1992年における同国の原油の埋蔵量は4億9,400万バレルであり、可採年数は10年に満たない。ただし、歴史の浅い海上地域を中心に約8億5,000万バレルの埋蔵が推定されており、以上を加えると、可採年数は約25年となる。

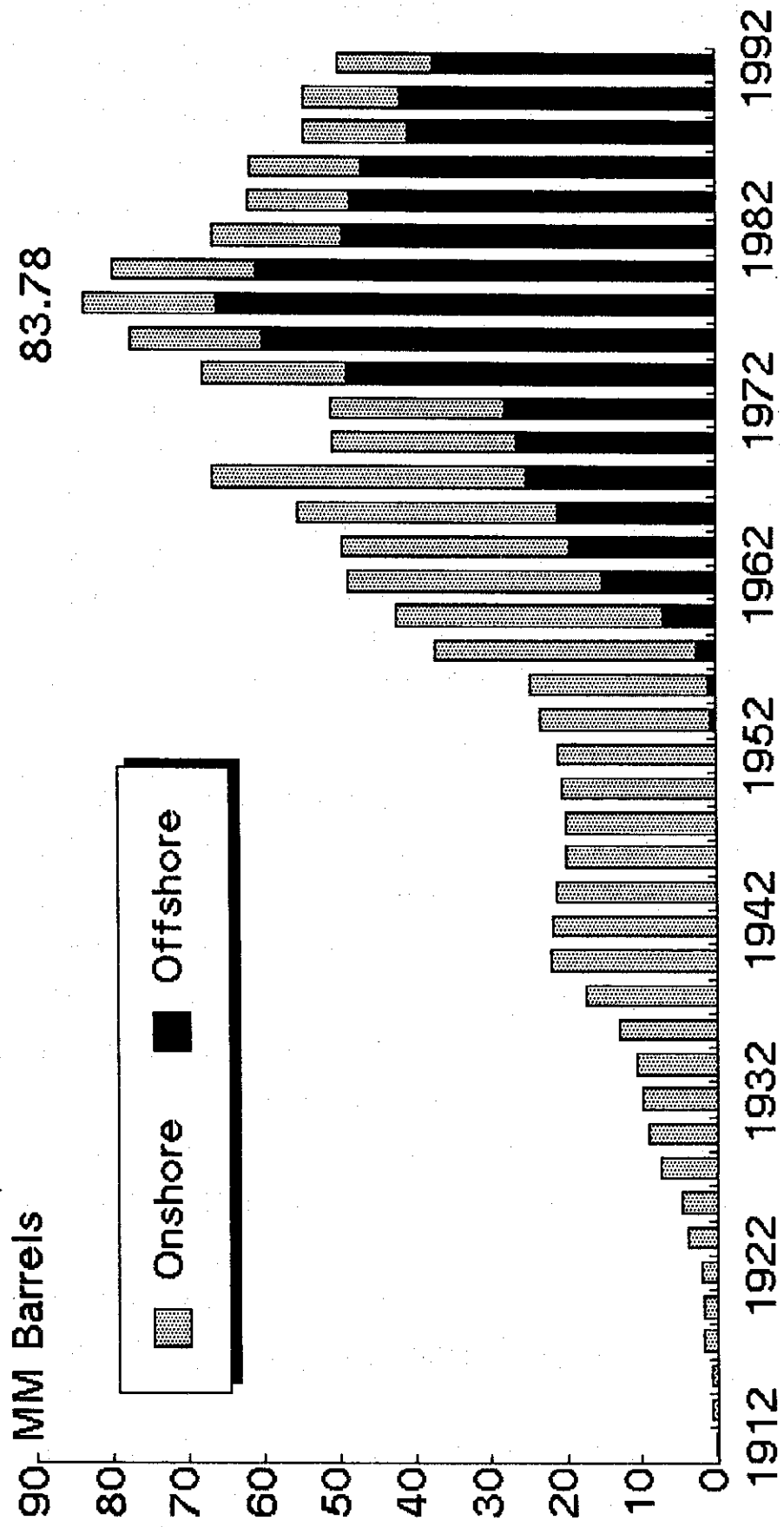


Figure 4-1 Historical Production of Crude Oil

現在、石油生産を行っている主要な企業は以下の5社である。また、1993年より、米国系企業のEnronが東方洋上にて生産を開始した。さらに、Petrotrinが生産を休止した陸上の鉱区の採掘権を得て（Lease Operatorshipおよび Farmout）、生産を行っている小規模の会社が12社ある。Lease Operatorshipは、国内の企業のみを対象とし、井戸の掘削は認められない。一方、Farmoutは、外国の企業との合併が認められている他、井戸の掘削も認められる。

- Amoco Trinidad Oil Co. Ltd. (ATOC):  
米国系外資企業、石油・天然ガスの最大生産企業
- Petroleum Company of Trinidad & Tobago Ltd. (Petrotrin):  
TORINTOCおよびTORINTOPECの合併により、1993年に誕生した国営石油会社
- Trinidad Northern Areas Ltd. (TRINMAR):  
Petrotrinと米国系外資企業であるTexaco Trinidad Inc.による合併会社
- Trinidad & Tobago Marine Petroleum Co. Ltd. (TRINTOMAR):  
PetrotrinとNational Gas Companyによる合併企業
- Premier Consolidated Oilfields Ltd. (PCOL):  
英国系外資企業

同国における最大の石油生産会社であるアモコは、トリニダッド島東方海上で生産を行っており、生産された原油は全て米国に輸出されている。総生産量に占める同社のシェアは約50%である。アモコに次ぐシェアを有するのが Petrotrin であり、1992年の生産量は、総生産の約25%に相当する 34,295BPDであった。陸上油田からの生産量に限定すると、同社のシェアは 100%に近い。同社が陸上油田で生産する原油は製油所に送られ、東方海上油田で生産される1,800BPD程度の原油は輸出されている。TRINMARはパリア湾にて生産を行っている。1992年における同社の生産量は、総生産量の約23%に相当する 32,000BPDであった。原油は全て Petrotrinに販売され、株主であるテキサコには配当金のみが支払われている。

同国の石油生産方式は、ガスリフト、自噴およびポンピング方式に大別され、ガスリフト方式によるものが全体の約50%となっている（図4-2参照）。

生産井の数および平均生産量の推移を表4-6に示す。井戸1本当たりの平均



生産量は、同国の中では大規模と言われるガスリフト方式でも120bpdに過ぎない。  
老朽化した油井に適用されているポンピングの場合には、僅かに14 bpdである。

**Table 4-6 Number of Wells and Average Production per Well**

	Flowing	Plunger	Pumping	Gas/Lift	Total
<b>Number of Wells</b>					
1982	392	9	2,420	552	3,373
1983	344	7	2,292	496	3,139
1984	319	7	2,351	464	3,141
1985	325	5	2,371	463	3,164
1986	352	1	2,357	485	3,195
1987	320	1	2,392	529	3,238
1988	331	-	2,364	547	3,242
1989	364	-	2,266	554	3,184
1990	371	2	2,216	567	3,156
1991	368	2	2,229	614	3,213
<b>Production (bpd/well)</b>					
1982	149.2	0.9	15.7	145.8	(52.6)
1983	121.4	0.8	15.5	166.4	(51.0)
1984	140.0	0.8	15.9	189.0	(54.4)
1985	139.7	2.2	16.0	200.2	(55.6)
1986	139.7	19.2	15.4	172.0	(52.6)
1987	114.5	8.2	15.1	156.0	(47.7)
1988	115.5	-	14.9	142.2	(46.4)
1989	108.8	-	14.3	139.6	(46.7)
1990	129.9	43.8	14.1	125.5	(47.5)
1991	103.7	31.5	14.1	120.4	(44.4)

Note: Figures in parenthesis are weighted averages.

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office

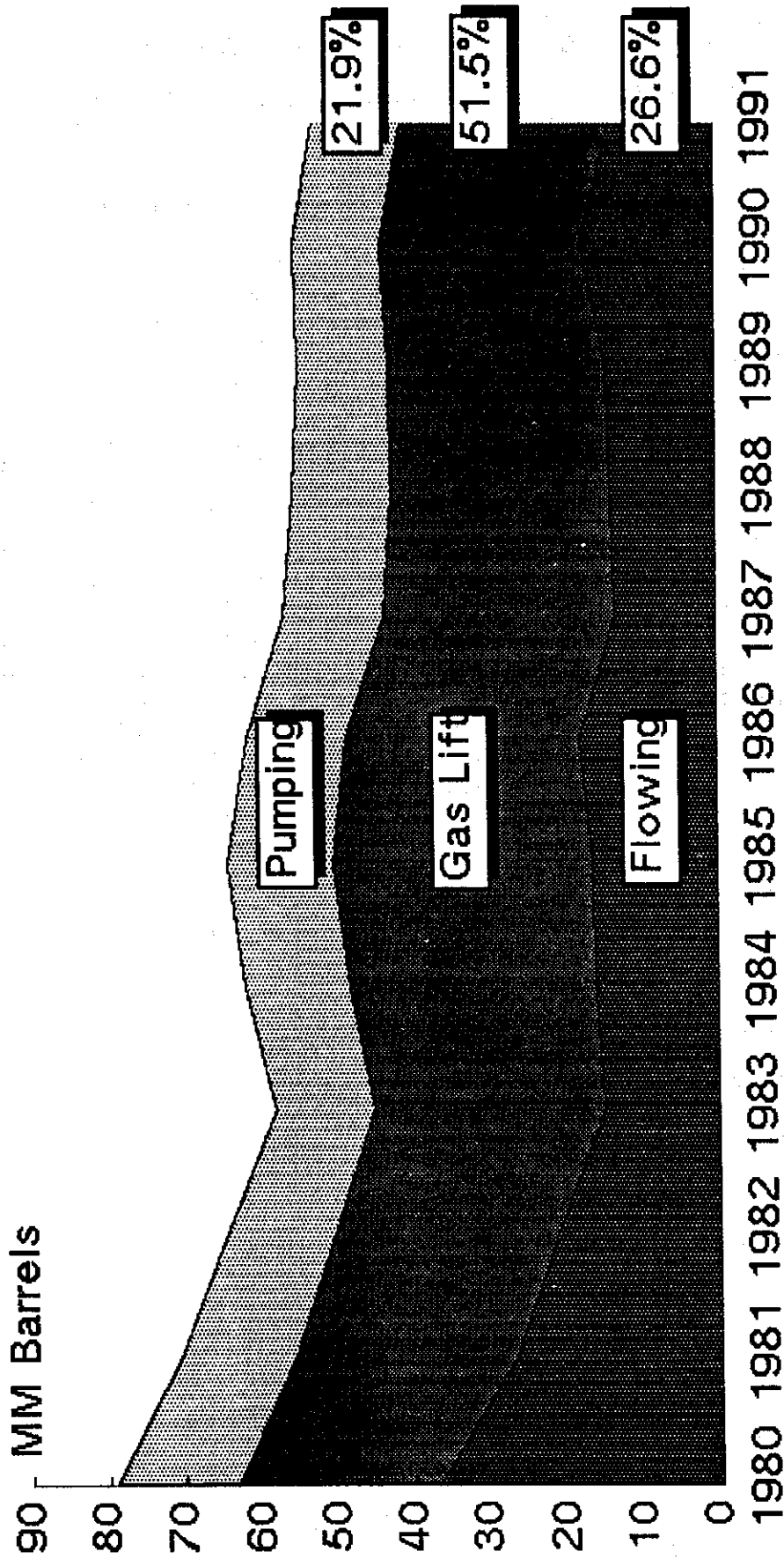


Figure 4-2 Crude Oil Production by Method

## (2) 国内消費と輸出入

同国で生産される原油の約50%は原油として輸出され、残りは精製用に利用されている。1982年には生産量の49%に相当する 3,172万バレルが、1991年には生産量の51%に相当する 2,689万バレルが精製用に利用され、残りは原油として輸出された。ただし、トリニダッドにおける石油製品の国内消費量は、原油生産量の約10%に相当する 500万バレル程度であるので、同国で生産される原油の90%は輸出されていることになる。一方、同国では精製用に相当量の原油が輸入されてきた。1970年代の後半以降は、製油所の稼働率の低下に伴い輸入量は激減したが、近年は増加傾向にある。1991年には、ベネズエラの国営石油会社であるマラベン社との間に委託精製契約が結ばれたこともあり、同年の原油輸入量は前年の約2.27に相当する 1,455万バレルとなった（表4-8参照）。

### 4-4-2 石油製品

トリニダッド・トバゴの石油精製の歴史は古く、最初の製油装置は1910年に建設された。同装置はガソリンの生産を目的とする小規模なもので、製品は全て国内で消費された。1912年には、Point Fortin製油所が建設され、初めて石油製品が英国に輸出された。1914年にはTabaquite に国内消費を目的とする小規模な蒸留装置が建設された。1916年にはPointe-a-Pierre 製油所が建設された。その後、Point FortinおよびPointe-a-Pierre の製油所を中心に、国産原油の増産に対応すべく設備の能力増強が図られた。1933年には、Pointe-a-Pierre 製油所にて2基の常圧蒸留装置が新設されたのに伴い、精製用原油の輸入が開始された。1950年代の最盛期には、製油能力・原油処理量共に、約 47万bpdとなった。しかし、1974年に同国の税制の変更にて高率の石油税（Refinery Throughput Tax）が導入された後は、原油処理量が激減し、1983年の処理量は僅かに 75,000bpdとなった。表4-7に両製油所の原油処理量の推移を、表4-8に原油処理量と石油製品の生産量の推移をまとめる。

**Table 4-7 Refinery Throughput**

(Unit: Thousand BPD)

	Point Fortin	Point-a-Pierre	Total
1965	70,000	365,000	435,000
1970	69,870	364,368	434,238
1975	46,782	187,666	234,448
1980	50,325	163,703	214,028
1985	25,450	56,010	81,400
1986	17,889	63,955	81,844
1987	23,887	62,338	86,225
1988	20,613	65,081	85,694
1989	21,600	65,000	86,600
1990	40,000	110,000	150,000
1991	29,400	84,000	113,400

Source: The Petroleum Encyclopedia of Trinidad and Tobago (1993 Edition), Krishna Persad and Associates Ltd.

石油製品の国内消費量は、500万バーレル前後で推移している。国内における石油製品の流通は、潤滑油を除くと、National Petroleum Marketing Company が一手に行っている。トリニダッドにおける石油製品の消費パターンの特徴は、ガソリンの比率が高いこと、および、重油の消費量が極めて少ないことである。重油の需要が極めて少ない理由は、製鉄所に代表される重工業、発電所等が天然ガスを燃料としているためである。ガソリンの比率が高い理由は以下のとおりである。

- 重油の比率が少ないために、ガソリンの比率が相対的に高くなっている。
- 鉄道が無いために主要な交通手段が自家用車あるいはガソリン焚きのマイクロバスとなっている。

主な石油製品の年間需要および輸出比率（1992年）は概略以下のとおりである。

L P G	:	60万バーレル、25%（ガス処理プラント分を含まず）
ガソリン	:	270万バーレル、60%
航空燃料	:	70万バーレル、80%
ディーゼル油	:	90万バーレル、85%
重油	:	5千バーレル、99%以上

Table 4-8 Refinery Throughput and Output

(Unit: Thousand Barrels)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
<b>Throughput</b>										
Locally Produced	31,717	27,178	27,434	29,678	28,082	27,901	28,537	26,895	27,173	26,890
Imported	23,389	0	709	243	1,560	3,412	2,670	1,039	6,416	14,547
Total	55,106	27,178	28,143	29,921	29,942	31,313	31,207	27,854	33,589	41,438
<b>Output</b>										
LPG	768	662	585	746	739	671	479	708	768	479
Motor Gasoline	11,169	8,386	5,971	7,089	8,621	8,511	6,337	4,831	6,128	6,076
Aviation Gasoline	314	157	78	43	58	65	18	4	90	33
Aviation Turbine Fuel	2,506	2,014	1,907	2,258	2,470	2,295	2,657	2,055	1,832	1,788
White Spirit	13	10	5	8	-2,054	-1,332	-1,991	13	9	16
Kerosene	1,491	1,078	1,172	887	606	887	917	722	1,436	2,516
Gas/Diesel Oil	9,500	4,520	4,243	4,220	4,011	4,608	4,796	4,290	4,886	5,411
Fuel Oil	27,381	14,540	14,625	17,853	18,001	19,234	19,012	14,442	16,412	21,492
Lubricants	480	130	41	1	39	77	14	0	0	250
Asphalt Products	385	193	172	194	140	125	148	246	138	167
Petro-Chemicals	750	398	337	121	39	13	20	136	71	-4
Others	723	-3,552	-2703	-3,405	-4,562	-4,598	-2,208	-370	927	2,206
Total	55,482	28,536	26,435	29,999	28,109	30,558	30,208	27,070	32,696	40,431

Source: Annual Statistical Digest 1991, Central Statistical Office

#### 4-4-3 天然ガス

##### (1) 生産

トリニダッド・トバゴでは、1907年に原油の商業生産が開始されて以来、随伴ガスの回収・利用が行われてきた。1969年以降、トリニダッド島の東方海域でガス/コンデンセート、北方海域でガスが発見された。また、パリア湾でも小規模なガス田が発見された。しかし、当時は、随伴ガスの供給が充分であったために、ガス田の開発には至らなかった。1970年代の後半に入ると、随伴ガスの供給が不十分となり、東方海上のガス田 (Teak Field) の開発が進められた。1983年には、アモコが東方海上の Cassia Field にて天然ガスの生産を開始し、肥料工場、発電所等の大口需要家への安定供給が可能となった。また、1990年より、国営石油会社の Trintomar が天然ガスの生産を行っている。天然ガスの生産量は 2,600億立方フィート/年 (日産7億1,000万立方フィート) 程度である。天然ガスの確認埋蔵量は 8兆4,000億立方フィート (石油換算で約15億バレル)、1991年の生産量に基づく可採年数は30年を超える。確認埋蔵量の約62%は東方海域、36%は北方海域に賦存する。東方海域にある鉱区は、アモコ、Texaco/British Gas、および South East Coast Consortium (SECC) にリースされている。北方海上は、Petrotrin および British Gas/Deminex/Agip/Occidental グループにリースされている。

Table 4-9 Natural Gas Production

(Unit: BCF)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991
AMOCO Trinidad	228.3	230.7	222.1	217.5	180.5	203.5
Trintomar	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	22.2
Others	39.5	40.5	42.6	38.3	35.6	35.8
Total	267.9	271.2	262.7	255.8	234.7	261.5

Source: A Draft Energy Policy for Trinidad and Tobago, November 1992

##### (2) 消費

1950年代末迄は、大部分のガスが石油会社が保有・運転する製油所、発電所等

の燃料、石油の生産（ガスリフト、貯層の圧力維持）に利用され、外販される量は非常に少なかった。しかし、1959年にアンモニア原料としての利用が始まった後は、用途が多様化すると共に、消費量も急増している。現在、天然ガスを最も多く使用している産業は石油化学工業であり、3億立方フィート／日を超えるガスが、アンモニア、尿素、メタノールの製造に利用されている。各種石化製品は、国内需要が小さいため、90%以上が輸出されている。石油化学に次いで消費量が多いのは発電燃料である。トリニダード島にある3基の発電所は全て天然ガスを燃料としており、約1億4,000万立方フィート／日のガスが消費されている。また、製鉄を初めとする工業用燃料としての利用も盛んである。同国で生産される天然ガスの20%程度（約1億5,000万立方フィート）は石油・ガス生産会社にて自家消費され、残りは全てNational Gas Company（NGC）に販売されている。NGCはガスの輸送、国内消費者への販売を一手に行っている。

Table 4-10 Gas Sales by the National Gas Company

(Unit: MMCFD)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Power Generation	98	104	108	116	116	119	130	137	148
Petrochemicals									
Fertilizers of T&T	89	90	90	95	91	92	95	91	104
Hydro Agri Trinidad	27	27	27	29	22	27	31	31	33
Trinidad Nitrogen Co.	42	47	47	78	90	91	96	99	86
Methanol Co. of T&T	32	29	37	35	36	36	42	46	46
Caribbean Methanol Co.	0	0	0	0	0	0	0	0	42
T&T Urea Company	8	8	9	10	10	10	11	10	12
Sub-total	198	201	210	247	249	256	275	277	323
Iron & Steel (ISPAT)	9	14	18	22	25	26	27	29	31
Petrotrin	0	0	27	21	25	29	33	29	34
TCL	5	6	7	7	8	9	9	10	11
LPG Extraction (PPGPL)	0	0	0	0	0	0	10	21	18
Small Consumers	8	8	8	9	8	9	9	10	7
TOTAL	318	333	379	422	431	447	490	512	572

Note: Figures on 1993 are those of December  
Source: Ministry of Energy and Energy Industry

一方、同国にはガス分離プラントが無かったために、エタン、プロパン、ブタン等を含んだガスが利用されてきた。しかし、1991年にガス処理プラントが完成し、プロパン、ブタンおよびNGLの分離・回収が行われている。回収されたプロパンおよびブタンはLPGとして大部分が輸出されている。NGLは60%以上が輸出されている。なお、本プラントは、エタン回収装置を増設可能な設計となっている。

#### 4-5 環境保護の現状

##### 4-5-1 石油汚染の現状

本節ではトリニダッド・トバゴにおける石油汚染の特徴を要約し、第7章にて汚染の外観を記述する。一般に、石油汚染は、河川、海域および土壌の汚染に大別される。トリニダッド・トバゴにおいては、汚染源に近い河川の汚染が最も深刻である。油田地帯を流れる多くの河川では水面に黒色の油が浮上している他、河川の両岸に原油の付着が見られる。また、水蒸気圧入により生産される原油の同伴水が流入する河川では、河川水が薄茶色を呈している。着色の原因は土砂ではなく、水中に乳化懸濁した油（エマルジョン）である。河川の油分濃度は、地域・季節等により異なるが、調査団が実施した測定結果は20ないし1,000ppmを越える範囲にあった。測定値の多くは油の水に対する溶解度を大きく超えており、乳化油の存在を裏付けている。

海域については、トリニダッド島の西海岸のパリア湾の汚染が最も顕著であり、中東の油田地帯と比較しても汚染が進んでいる。原油生産地帯に近いパリア湾南部の海は、海岸から数百メートルが、一部の河川と同様、薄茶色を呈している。このことは、河川から流入したエマルジョンが海域でも分離・分解しないためである。パリア湾の汚染が深刻な理由は以下のとおりである。

- 油田地区を流れる河川の殆どがパリア湾に注いでいること。
- 2つの製油所があること。
- 原油・石油製品の積み出し港があること。



— パリア湾は準閉鎖水域となっていること。

土壌の汚染に関しては、汚染地域が限定されていることから、現状では、さほど大きな問題とはなっていない。しかし、今後、地下水の汚染等の二次的な問題を引き起こす可能性がある。

主要な汚染源は、陸上油田、ギャザリングステーション、タンクファームおよび製油所であり、原油の水切りの際の排水に含まれる油分が問題である。中でも、水蒸気圧入により生産されている原油の処理を行っている施設から排出されるエマルジョンを含んだ排水が最大の問題となっている。石油汚染の程度を定量的に示すことは困難であるが、エネルギー・エネルギー産業省は、河川あるいは海域に排出されている油の量を1988年で210bpdと推定している。この量は、同年の原油生産量の0.14%に相当する。当調査団の試算では、284bpdとなった。

石油汚染は、多種多様な動植物が生息する自然を破壊しつつある。特に、パリア湾を含む一部の地域でマングローブ林が危機的な状況にあると云われている。マングローブ林は、同国が進める経済多角化の柱である観光業および漁業にとって貴重な資源である。重要な観光資源であり、特に注意を要する地域・資源は、トバゴ島の珊瑚礁と首都 Port of Spainの南部のCaroni湿原である。農業に関しては、収穫の減少が問題となっている。また、収穫量を維持するために肥料・農業を従来より多く要する様になったとの報告がある。農作物の減収および生産コストの上昇に対しては補助金が支払われているが。しかし、食料の増産・自給および砂糖に替わる農産物の輸出促進を重点課題としていること、農民が補助金の増額を要求していること等を考慮すると、補助金による対応には限度があろう。

#### 4-5-2 環境保護政策

トリニダッド・トバゴは、石油汚染以外にも、液体および固体の有害物による汚染、都市部の大気汚染、北部を中心とする森林破壊等の環境問題に直面している。同国では、28の機関と40の法律により環境行政が行われている。中心となっているのは、計画・開発省 (Ministry of Planning and Development) の環境課 (Environment Division) である。また、同省の都市計画課 (Town and Country

Planning Division) が工場、道路、ビル等の建設・開発計画に承認を与える権限を持っており、特定業種については申請時に環境影響評価書の添付を義務づけている。しかし、強制力を持つ規制が無い、環境保護に対する知識・人材が不十分である等の理由から、環境行政が十分に機能しているとは言い難い。

同国政府は、中期政策 (Medium Term Policy Framework) にて、環境保護を重要課題の一つに位置付けている。環境保護政策の第一歩として、環境行政を包括的に担当する環境庁 (Environmental Management Agency) を最近設立した。環境庁の設立は、現行の複雑な環境行政システムの改善に寄与するであろう。

トリニダッド・トバゴには大気汚染、水質汚染に関する規制が無く、有害廃棄物の規定も明確ではない。石油産業においては、エネルギー・エネルギー産業省が、1989年に Draft Guidelineを公表し、油田および製油所からの排水中の油分の月平均を50ppm以下とすることを石油会社に呼びかけた。この基準値は、米国環境保護局 (EPA) の助言と、近隣の産油国にて採用されている基準値を参考に定められたものであり、1990年より施行される予定であった。しかし、国営石油会社のPetrotrin (当時はTrintocおよびTrintopec) が50ppmの規制値を満足できないため、未だに実施されていない。なお、アモコおよびTRINMARは、油水分離が比較的容易な原油を扱っており、汚染対策を先行して実施中なので、この規制値の達成が可能である。

環境庁が、設立後、最初に取り組む重要な任務は環境規制・基準の作成である。この作業は、世界銀行の融資 (Business Expansion and Industrial Restructuring Loan) を受けて、本年中に開始される予定である。モニタリングシステムも環境庁が中心となって制定されることとなっている。詳細は未定であるが、費用の問題から、環境庁、他の省庁および企業の3者が分担してモニタリングを行うこととなろう。なお、モニタリングシステムの構築に当たっては、Point Lisas (工業団地)、トバゴ島南西部 (観光地) およびChaguaramas (北西部山岳地帯) をパイロットエリアとして、行われているシステムが参考とされるであろう。