



27241

JICA LIBRARY



1117509(8)

国際協力事業団

27241

サウディ・アラビア王国
海水淡水化技術協力計画調査
最終報告書

平成7年2月

国際協力事業団
サウディ・アラビア王国海水淡水化公団

序 文

日本国政府は、サウディ・アラビア王国政府の要請に基づき、我が国の海水淡水化技術の同国への移転にかかる研究協力プロジェクトを行うことを決定し、国際協力事業団がこのプロジェクトを実施しました。

当事業団は、本研究協力プロジェクトのうち、平成4年1月から平成7年2月までの第3次延長期間の共同研究業務遂行に当たり、財団法人造水促進センターの研究チームを現地に派遣しました。

同チームは、サウディ・アラビア王国海水淡水化公団の研究チームと共同で、4テーマの実験研究を遂行し、国際学会に発表できる内容の成果をあげました。

この報告書が、サウディ・アラビア王国の海水淡水化技術の振興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す。

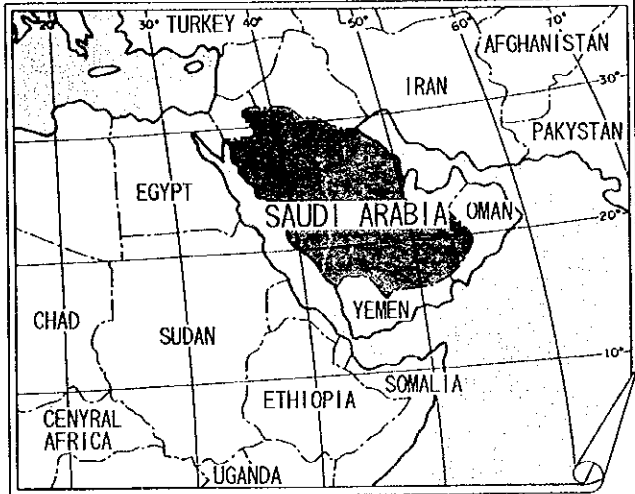
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年2月

国際協力事業団

総裁 藤田 公 郎

サウディ・アラビア王国
 および
 その周辺国



< 全 体 目 次 >

1. はじめに
2. 歴史的背景
3. 協力調査の目的
4. 業務実施の基本方針
 - 4.1 共同研究活動
 - 4.2 共同計画
 - 4.3 JICAとSWCCの業務分担
 - 4.4 業務担当者とその責任
 - 4.5 供与機器の追加整備
5. MSFプロセスにおけるスケールコントロール法に関する研究 (MSF-1)
 - 5.1 実験および予備実験
 - 5.2 伝熱試験装置による実験
 - 5.3 MSFテストプラント試験
 - 5.4 技術移転
6. MSF生産水の油汚染対策に関する研究 (MSF-2)
 - 6.1 調査および予備実験
 - 6.2 気液平衡の測定
 - 6.3 汚染のシミュレーションおよび予測
 - 6.4 MSFテストプラント試験
 - 6.5 技術移転
7. ハイブリッドシステム(MSF-RO)用のRO膜選定に関する研究 (RO-1)
 - 7.1 調査および予備実験
 - 7.2 ROミニモジュール実験(1)
 - 7.3 ROテストプラント試験
 - 7.4 技術移転

8. ROプロセスにおける油汚染対策に関する研究 (RO-2)

8.1 調査および予備実験

8.2 前処理による油分除去実験 (ベンチスケール実験)

8.3 平膜試験装置を用いたRO膜の耐油性試験

8.4 ROミニモジュール実験(2)

8.5 ROテストプラント試験

8.6 技術移転

9. 総括

<本書の構成>

本報告書の全体目次には、章・節までを示し、各章の冒頭にその章の詳細目次を示す。

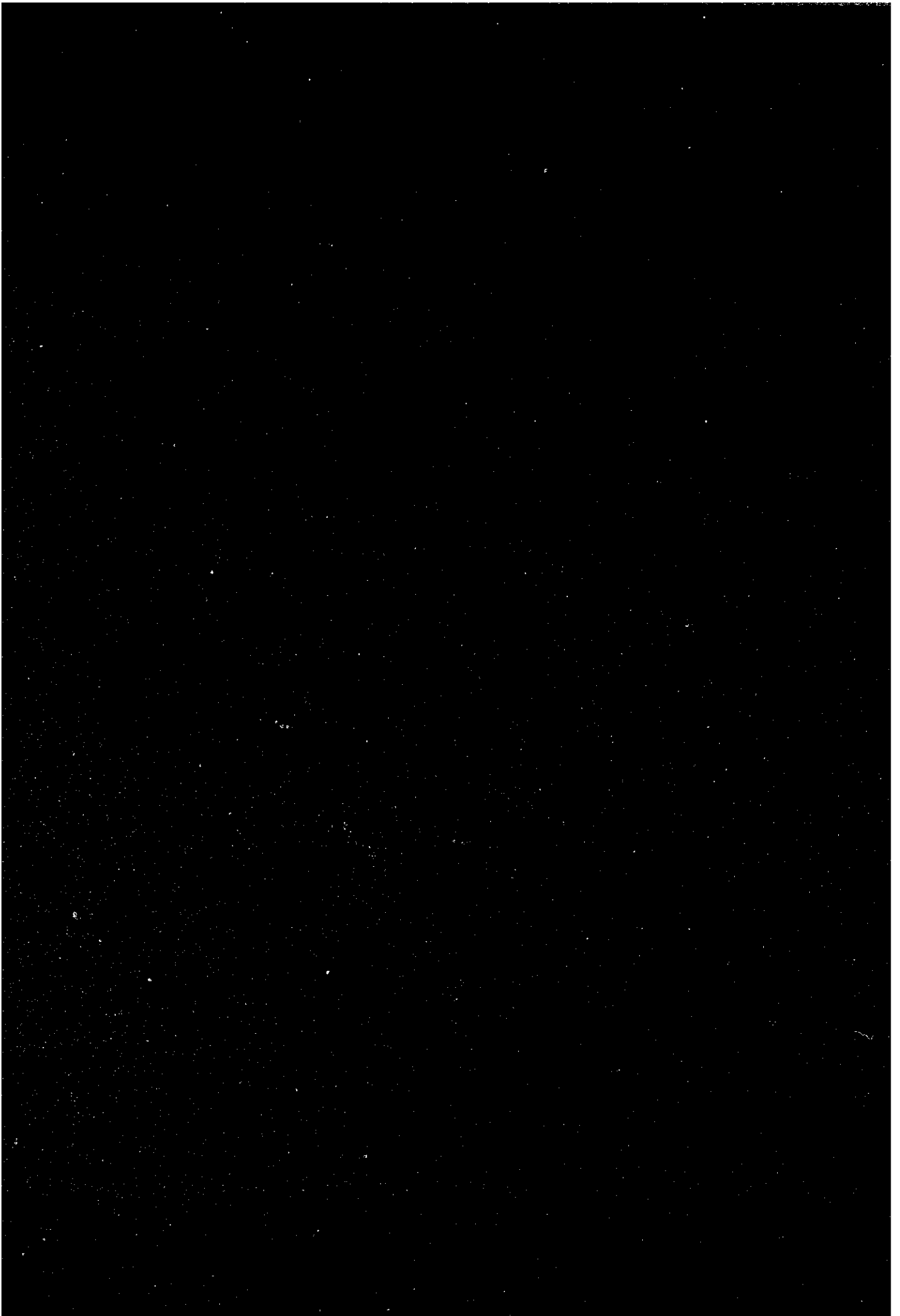
なお、頁番号は各章毎の通し番号とし各頁最下部に付け、検索を容易にするために、頁最上部に章をヘッダーとして付けてある。図表一覧も同様に、各章毎にその冒頭に示してある。

用語／略語

JICA	Japan International Cooperation Agency の略 国際協力事業団
M/M	Minutes of Meeting の略
MSF	Multi Stage Flash (Evaporator)の略 多段フラッシュ法
n-オクタデカン	油汚染海水中に含まれる直鎖型脂肪族炭化水素の一種。
R/D	Record of Discussions の略
R/Dセンター	Research and Development Center の略 Al-Jubail にあるSWCCの研究所
RO	Reverse Osmosis の略 逆浸透法
SDI	Silt Density Index の略、汚れ指数 逆浸透法において、モジュールへの供給水の微量な濁質の定量化する指標 の1種で、RO膜への供給水の許容値は4以下である。
SBS	Sodium Bisulfite の略 重亜硫酸ソーダ、 NaHSO_3
SWCC	Saline Water Conversion Corporation の略。 サウディ・アラビア王国海水淡水化公団
SWRO	Saline Water Reverse Osmosis の略 海水淡水化用逆浸透膜
TBT	Top Brine Temperature の略 ブライン最高加熱温度の事。この温度が高いほど造水効率に優れる。

TDS	Total Dissolved Solid の略、溶解性蒸発残留物 水中に含まれる懸濁物質を分離した透明な濾液を蒸発乾固したときの残留物。
オートクレーブ	高温高压容器の事。
スケーリング	塩水中に含まれるカルシウム、マグネシウム、珪素などが濃縮過程で塩として析出し、伝熱管内部に付着する事。プラントの効率低下の原因となる。
ハイブリッド法	下記の両方の意味でつかわれる。 (1) MSF法による生産水は純度が高過ぎ、飲料水とするにはミネラル分を添加する必要があるので、RO法で生産した膜透過水を、MSF法の水と混合して飲料水とする方法をハイブリッド法と呼ぶ。(MSF-ROハイブリッド法) (2) MSFにおけるスケーリングを防止する方法には、スケール抑制剤添加法と酸添加法がある。両方を同時に添加する方法をハイブリッド法と呼ぶ。
ヘンリー定数	希薄溶液における、ガスの溶解性を示す指標。
ブライン	海水淡水化関係では濃縮海水の事をブラインと呼ぶ。
プロモホルム	CHBr_3 、油汚染海水中に存在する毒性を有する化学物質で、トリハロメタンの一種。
ボールクリーニング	伝熱管の直径よりわずかに大きいスポンジボールを管内に通して、機械的にスケールを取り除く方法。

1. はじめに



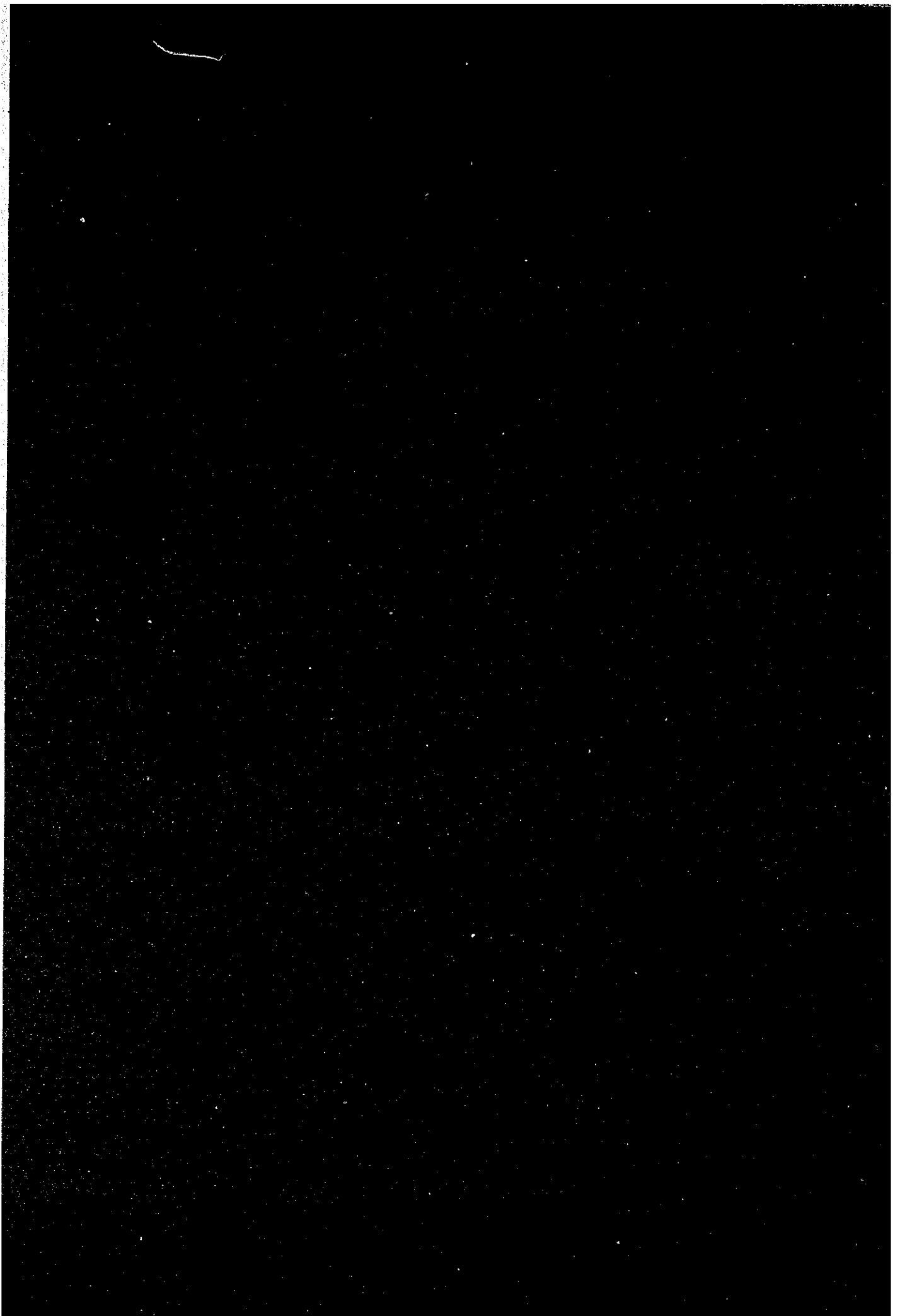
(1)

1. はじめに

本「最終報告書」は、サウディ・アラビア王国海水淡水化公団（以下SWCCという）と国際協力事業団（以下JICAという）に指名された共同研究チーム間での技術協力遂行を目的に実施された共同研究の成果を取り纏めたものである。

本共同研究は、SWCCとJICAの両者間協議により作成された「海水淡水化技術協力調査の第3次期間延長に関する文書（再々延長R/D）」と、1992年（平成4年）10月13日に両者間で署名された「SWCC、JICA間における海水淡水化技術協力調査の討議議事録（M/M）」にのっとり企画立案され、1993年（平成5年）1月に両者間で署名された「SWCC、JICA間における海水淡水化技術協力調査のインセプションレポート」（INCEPTION REPORT）に基づき、JICAに指名された共同研究チームとSWCCによって実施された。

2. 歷史的背景



(2)

目 次

1. 歴史的背景	1
2.1 概要	1
2.2 経過	1
2.3 技術協力の内容	2
2.4 調査地域の概要	3
2.4.1 概要	3
2.4.2 自然条件	3
2.4.3 社会条件	3
2.4.4 水事情	6

(2)

表 一 覽

表番	題 名	頁
Table 1	月別平均気温 (°C) -----	4
Table 2	月別平均湿度 (%) -----	5
Table 3	月別平均降水量 (mm) -----	5
Table 4	水源開発計画 -----	6
Table 5	用途別水利用計画 -----	6

(2)

図 一 覧

図番	題 名	頁
Fig. 1	サウディ・アラビアにおける地下化石水埋蔵量 -----	7
Fig. 2	主要国の淡水化プラント設置容量 -----	8

2. 歴史的背景

2.1 概要

サウディ・アラビア王国は、1976年（昭和51年）年の第二次5か年計画において、大規模な工業化および社会基盤整備の方針を立て、その後着々と国家建設を推進している。このため、同国にとって大量の工業用水および生活用水の確保は重要な課題であり、その気象条件から必要な大部分を海水に頼らざるを得ないことから、近年ますます海水淡水化プラントの役割の重要性が増してきている。

これらの事情を背景として、1975年（昭和50年）11月サウディ・アラビア王国海水淡水化公団（以下SWCC）総裁より日本国に対し、海水淡水化技術に関する協力要請があった。これを契機として、日-サ間で数度にわたる事前交渉が行われた後、国際協力事業団（以下JICA）およびSWCCは1982年（昭和57年）1月本件に関する合意議事録（以下R/D）に署名し、海水淡水化技術協力事業（以下 技術協力）が開始された。

本技術協力は1989年（平成元年）2月28日までの期間延長、1992年（平成4年）2月28日までの期間再延長および1995年（平成7年）2月28日までの再々延長をして行われた。本報告は1992年（平成4年）3月1日から1995年（平成7年）2月28日までの再々延長の技術協力期間内に行われた技術協力の成果を報告するものである。

2.2 経過

本研究協力の経過の概要は、次の通りである。

- (1) 1982年（昭和57年）1月 技術協力のR/Dの署名
- (2) 1987年（昭和62年）10月 技術協力の3年間延長に関する署名が行われ、1989年（平成元年）2月28日まで期間延長
- (3) 1990年（平成2年）12月 協力期間の再延長に際し、研究協力内容につき基本的合意を得た。
- (4) 1991年（平成3年）4月 湾岸戦争の影響で遅れていた再延長に係わる署名が行われ、1992年（平成4年）2月29日までの間、蒸留法(MSF)に関する4テーマおよび、逆浸透法(RO)に関する7テーマの研究を行なった。
- (5) 1992年（平成4年）10月 技術協力の期間を1992年（平成4年）3月1日から1995年（平成7年）2月28日まで再々延長する討議議事録(M/M)が署名され、前期間中に行われた研究を発展させ

(2)

た研究テーマである蒸留法(MSF)に関する2テーマおよび、逆浸透法(RO)に関する2テーマの研究を行なった。

2.3 技術協力の内容

本技術協力の再延長および再々延長に当たっては、湾岸戦争の結果その他に起因して深刻化している海水の油汚染がMSFおよびROプラントに及ぼす影響・対策研究を加味することがサウディ・アラビア側から強く要請され、これに関する研究が織り込まれた。

1992年(平成4年)2月28日までの再延長期間に行われた技術協力については、次の11テーマに関する共同研究を行った。

MSFに関する研究テーマ

- ①M-1 スケール防止に関する室内実験
- ②M-2 数種類の材料の腐食傾向に関する研究
- ③M-3 腐食測定器による腐食に関する研究
- ④M-4 多段フラッシュ法プラントの熱放棄部における海水淡水化中の分散油の分析実験

ROに関するテーマ

- ⑤R-1 逆浸透における殺菌法に関する研究
- ⑥R-2 海水の前処理実験
- ⑦R-3 膜洗浄排水の処理に関する研究
- ⑧R-4 膜の選定に関する研究
- ⑨R-5 汚れた膜の化学洗浄に関する研究
- ⑩R-6 MSF/ROハイブリッド型逆浸透法における膜の選択実験
- ⑪R-7 逆浸透法における化学分析の標準化に関する研究

1995年(平成7年)2月28日までの再々延長期間に行われた技術協力

前期間のテーマの、M-1, M-4, R-2およびR-6の4テーマをそれぞれ発展させた次の4テーマに関する共同研究を行った。

- ① MSFプロセスにおけるスケールコントロール法に関する研究
- ② MSF生産水の油汚染対策に関する研究
- ③ ハイブリッドシステム(MSF-RO)用RO膜選択に関する研究
- ④ ROプロセスにおける油汚染対策に関する研究

2.4 調査地域の概要

2.4.1 概要

サウディ・アラビア王国はアラビア半島の大半を占め、面積は215万km²で、紅海にそった標高3000米級の山岳地帯を除いて、国土の大部分は平坦な砂漠地帯である。

1990年の人口は1390万人でその75%が都市居住者である。工業の発展に伴う労働人口の不足を外国人労働者に求めており総労働人口の52%を外国人労働者がしめている。

年間降水量は100mm/年と極めて少なく、水資源が極端に不足している。豪水期にだけ水が流れるワジ(Wadi)と呼ばれる川があるだけで、表流水はほとんどない。砂漠地帯の下には、新水の補給がない化石水が蓄積されているが、それらも深井戸から多量に汲み上げられて、主として農業に利用されているため、過剰汲み上げによる水位の低下と塩分量の増加が懸念されている。

工業用水、都市用水の水源として多数の海水淡水化プラントを有しており、世界の海水淡水化プラントの54.9%が中東に、そのうち46.9%（全世界の25.7%）はサウディ・アラビアに設置されている。

2.4.2 自然条件

内陸部は高温乾燥、海岸部は高温多湿であるが降雨量は少ない。

(1) 気温、湿度

月別平均気温をTable 1 に、月別平均湿度をTable 2 に示した。気温の変化が大きく夏期の最高温度は45℃、最低温度は25℃である。

(2) 降水量

年間降水量は100mm/年と少なく、冬期に2～3回激しい雨を見ることがあるのみでその他の季節には全く降雨がない。(Table3)

(3) 水源

豪雨期の水が一時的に流れるワジ(Wadi) 以外には水源となる表流水は期待できない。紅海沿岸地域には3000米級の山があり砂礫からなる急峻な溪谷があるが、ダムを建設しても、浸透流出量が多く貯水量が少なく年間を通じての水利用は難しい。砂漠の地下に太古からの化石水が蓄積されており、深井戸を掘って農業用水に用いられているが、近年水位が低下してきており、資源の枯渇が懸念されている。

2.4.3 社会条件

(1) 経済

一人当たりGNPは7,050ドルで、1980～1990年のGDP成長率は-1.8%である。石油確認埋蔵量は2,603億パーレルで対世界比26.3%を占めている。典型的な石油財政主導経

(2)

済であり、1990年の輸出総額の9割弱が石油輸出によるものであり、財政収入の3分の2を石油収入に依存し、生産財、消費財の大部分を輸入している。また、インフラの整備、工業化を図っているが、外国人労働力への依存度が極めて高く、サウディの労働力の育成教育が大きな課題である。

(2) わが国との関係

サウディに対する輸出は38.9億ドル、輸入は100.8億ドルで、サウディから見るとわが国の地位は輸出、輸入とも第2位である。

(3) 石油

原油輸入量は98万B/Dでシェア23.5%、ナフサ軽油等の石油製品輸入量は、11万B/Dでシェア19.6%である。

(4) 農業

サウディ・アラビアの農業は化石水を主とする地下水を深井戸から汲み上げて灌漑用水として用いて成立している。この深井戸を用いた小麦の生産が政府の助成策によって実施されている。1984年には小麦の自給を達成し1988年には200万トン以上を輸出したが、深井戸の過剰汲み上げによる地下水位低下のため、深井戸からの取水を減少させて、小麦生産量を国内消費量に見合う量に削減するように計画を変更されている。サウディ・アラビア王国の第5次開発計画（1990～1995）によれば、1995年の新水の計画需要量が1990年の実績新水消費量の86.9%に相当する。12,675百万m³/年に下方修正されている。

Table 1 月別平均気温 (°C)

月	リヤド	シェッタ
1	14.6	23.4
2	16.5	23.9
3	21.2	25.3
4	25.5	27.4
5	30.4	29.8
6	33.5	31.5
7	34.2	31.9
8	34.1	32.1
9	31.2	31.0
10	25.9	29.6
11	20.2	27.4
12	15.1	24.9
年	25.2	28.2

(2)

Table 2 月別平均湿度 (%)

月	リヤド	ジェッダ
1	51	64
2	48	63
3	37	63
4	33	61
5	22	63
6	15	62
7	16	59
8	16	62
9	17	69
10	22	68
11	44	64
12	44	62
年	32	64

Table 3 月別平均降水量 (mm)

月	リヤド	ジェッダ
1	13.9	5.9
2	13.6	0.9
3	18.4	5.9
4	22.1	0.9
5	13.4	0.2
6	0.0	0.0
7	0.1	0.3
8	0.0	0.0
9	0.0	0.3
10	0.0	0.1
11	5.1	29.4
12	15.8	26.5
年	102.4	70.4

(2)

2.4.4 水事情

(1) 水の需給

サウディ・アラビア全土の年平均降水量は約100mm/年と少なく、常流河川はなく、主要水源は主として地下水（主に化石水）に依存している。2000年までの水源開発計画によると、供給水の82%は化石水で、そのうち88.6%が農業用水として使用されている（Table 4、Table 5）。

取水量の大部分が化石水であるため（2000年推定 82%）、2010年までに地下水が枯渇することが予想されている（Fig. 1）。サウディ・アラビア政府の第5次5ヶ年計画（1990-1995）によると、水資源対策として下記の方針を採っている。

- ① 海水淡水化プラントの増設
- ② 井戸開発、小規模ダム開発の推進

Table 4 水源開発計画

(単位: 億トン)

水源	1985		1990		2000	
	供給量	比率(%)	供給量	比率(%)	供給量	比率(%)
化石水	73.0	(76.0)	89.7	(78.0)	135.3	(82.0)
地下水	9.1	(9.0)	6.9	(6.0)	9.8	(5.9)
表流水	6.0	(8.7)	9.2	(8.0)	7.4	(4.5)
海水淡水化	6.9	(4.7)	6.7	(5.8)	7.4	(4.5)
再生水	1.0	(1.6)	2.5	(2.2)	5.1	(3.1)
計	96.0	(100.0)	115.0	(100.0)	165.0	(100.0)

Table 5 用途別水利用計画

(単位: 億トン)

用途	1987		1990		2000		2010	
	供給量	(%)	供給量	(%)	供給量	(%)	供給量	(%)
1. 生活用水								
1) 都市	0.30	(0.2)	0.34	(0.3)	0.48	(0.3)	0.55	(0.3)
2) 地方	7.29	(5.6)	10.63	(7.7)	17.46	(10.1)	29.90	(14.2)
2. 工業用水	3.80	(2.9)	4.82	(3.5)	8.40	(4.9)	10.26	(4.9)
3. 農業用水	117.84	(91.2)	122.31	(88.6)	145.83	(84.7)	169.19	(80.6)
計	129.23		138.10		172.17		209.90	

(2)

(2) 海水淡水化

中東地域は近年石油の生産量に伴う人口増、工業化、都市化に対処するため海水淡水化プラントの建設を進めている。現在、世界で最も海水淡水化が進められているのは中東地域であり、全世界の海水淡水化プラントの54.9%（設置容量）が中東でありその47%全体の25.7%がサウディ・アラビアに設置されており、海水淡水化にとって中東、とくにサウディ・アラビアが重要な地位を占めていることを示している。（Fig. 2）

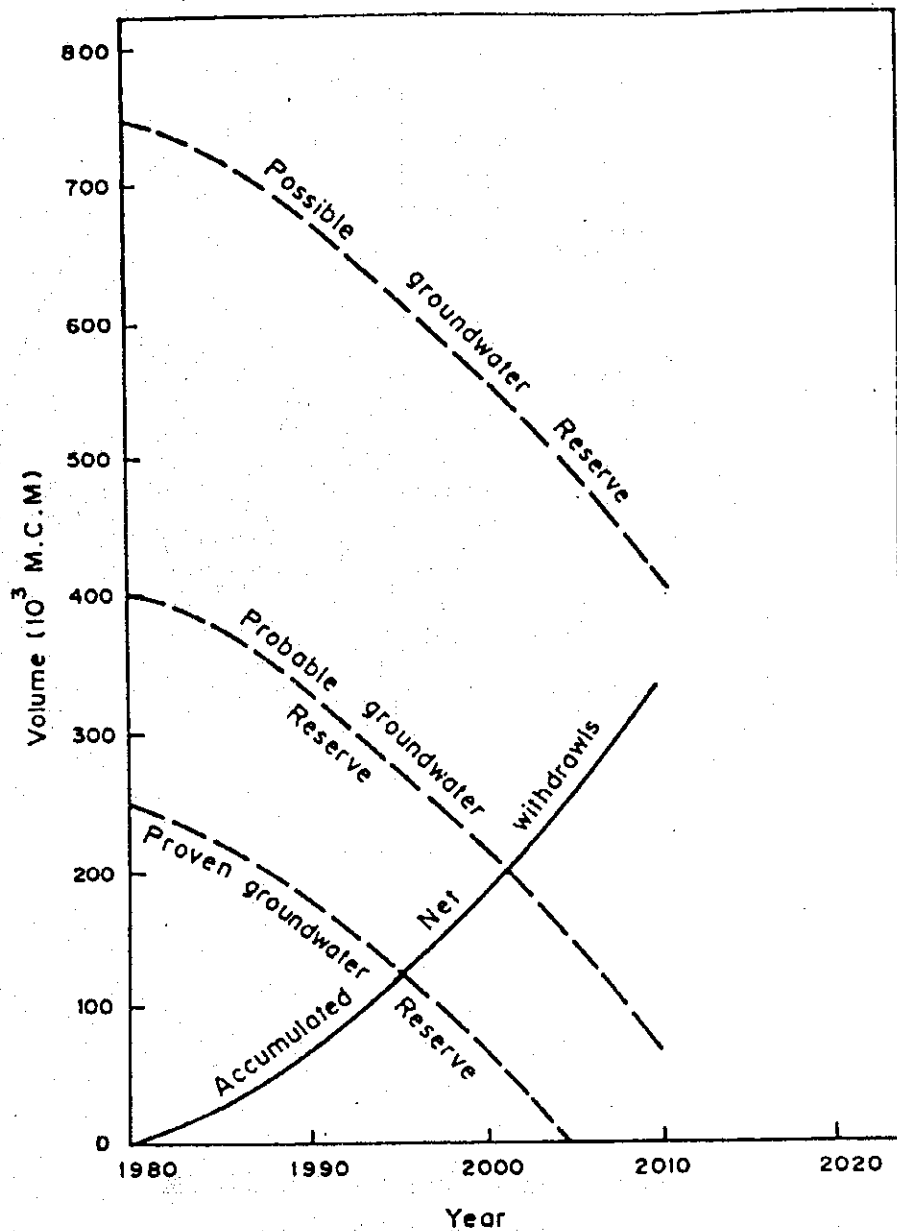


Fig. 1 サウディ・アラビアにおける地下化石水埋蔵量

(2)

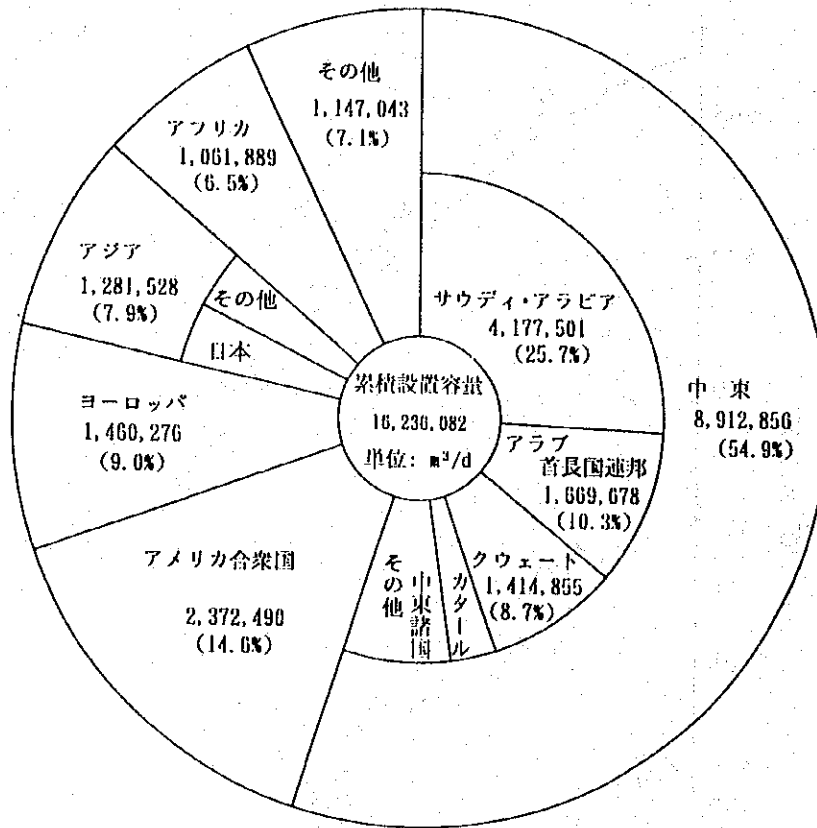
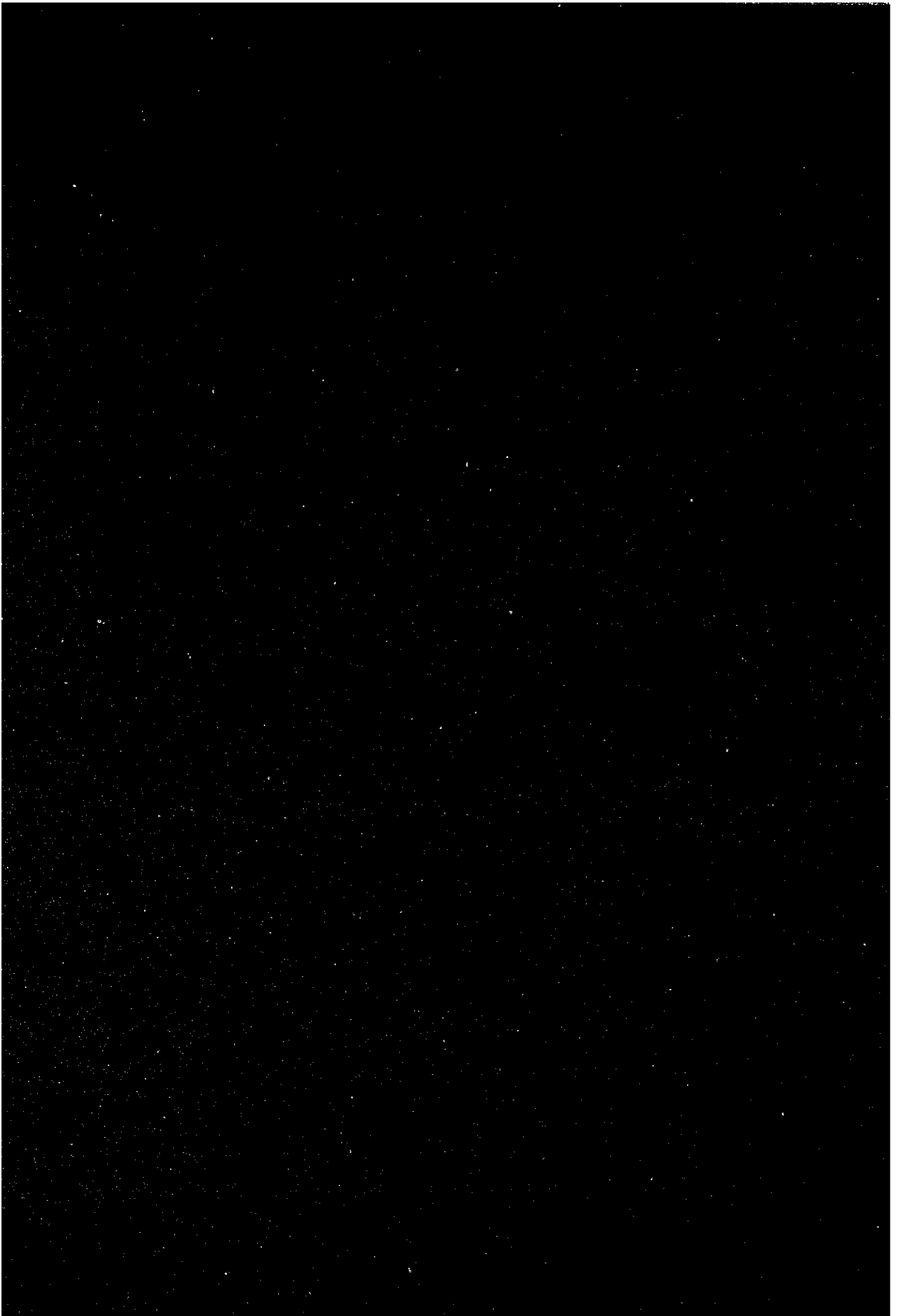


Fig. 2 主要国の淡水化プラント設置容量
(1992年 I D A Report)

3. 協力調査の目的

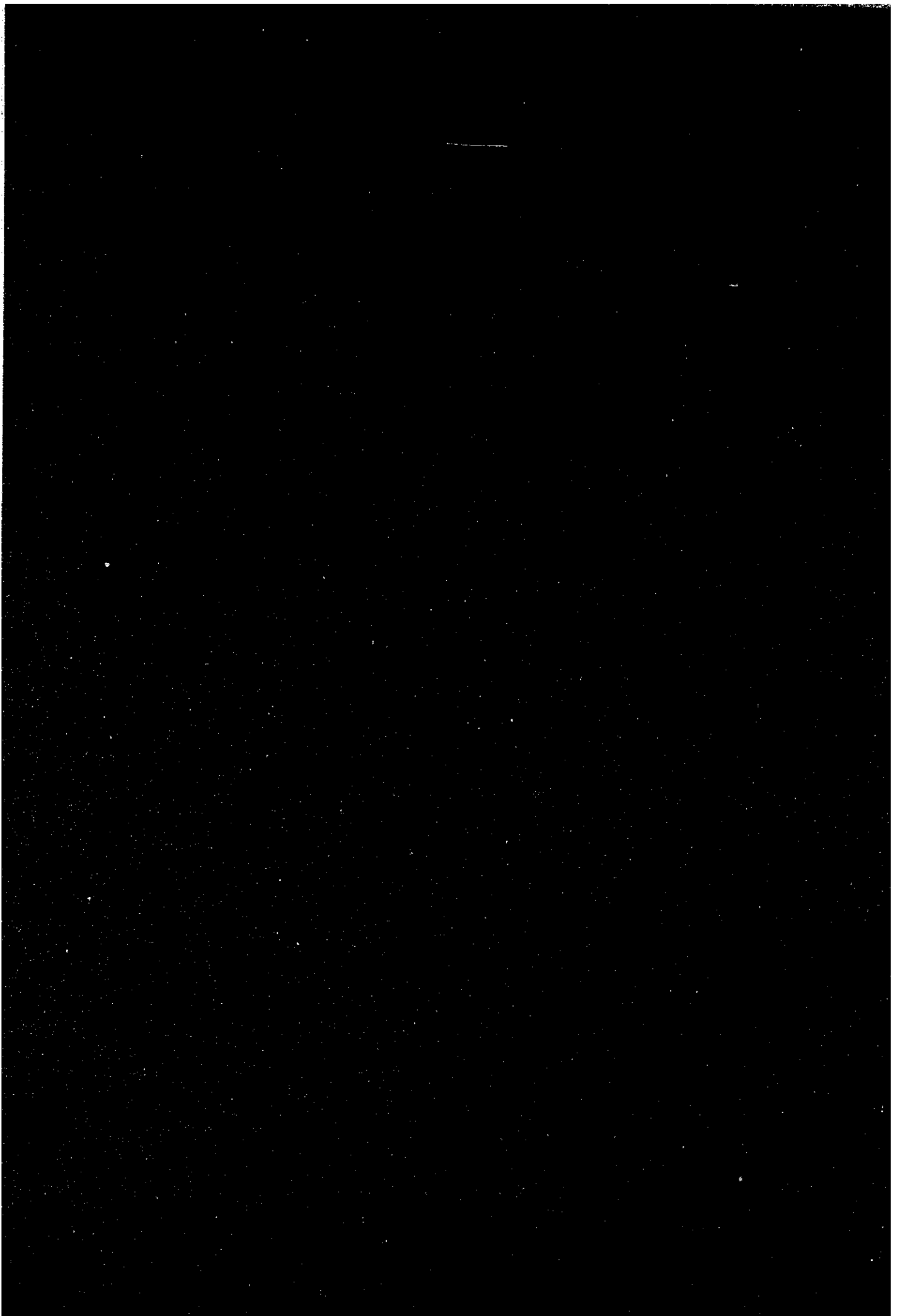


(3)

3. 協力調査の目的

本協力調査の目的は、海水淡水化技術に関する4テーマについて日本、サウディ両国からの担当者が研究を共同で行うことにより、日本の海水淡水化技術をサウディ側に移転し、もって同国の淡水確保に資することにある。

4. 業務実施の基本方針



目 次

4. 業務の基本方針	1
4.1 共同研究活動	2
4.2 作業計画	10
4.2.1 第1次現地調査（平成5年1月～3月）	15
4.2.2 第2次現地調査（平成5年4月～平成6年3月）	15
4.2.3 第2次国内調査（平成5年4月～平成6年3月）	15
4.2.4 第3次現地調査（平成6年4月～平成7年2月）	16
4.2.5 第3次国内調査（平成6年4月～平成7年2月）	16
4.2.6 ファイナルレポートの作成	16
4.3 JICAとSWCCの業務分担	16
4.4 業務実施体制	18
4.5 供与機器の追加整備	21
4.5.1 化学分析機器の整備	21
4.5.2 テストプラント据付・追加工事、テストプラント追加供与機材 ならびに予備実験用追加供与機材	22

(4)

表 一 覧

表番	題 名	ページ
Table 1	業務別担当者名 -----	19
Table 2	化学分析機器業務別担当者名 -----	23
Table 3	JICA供与機材 -----	24

図 一 覧

図番	題 名	ページ
Fig. 1	MSFの実験機材およびテストプラントスケジュール	8
Fig. 2	ROの実験機材およびテストプラントスケジュール	9
Fig. 3	第1次現地調査	11
Fig. 4	第2次現地調査	12
Fig. 5	第3次現地調査	13
Fig. 6	第4次現地調査	14
Fig. 7	プロジェクト構成図	18
Fig. 8	#2-15 微小部X線分析装置 Model : X-650	26
Fig. 9	#2-15 微小部X線分析装置 Model : X-650	26
Fig. 10	#2-16 赤外分光光度計 Model : 270-50	27
Fig. 11	#2-1 ICP発光分光システム Model : 306	27
Fig. 12	#2-2A 分光光度計(机上用) Model : 150-20	28
Fig. 13	#2-2B 分光光度計(携帯用) Model : 100-10	28
Fig. 14	#2-3 X線回折装置 Model : D/MAX-IIA	29
Fig. 15	#9-1 イオンクロマトグラフ Model : IC500PS	29

(4)

4. 業務実施の基本方針

本協力調査は共同研究活動、機材整備の二つに大別され、その具体的調査項目は次項に述べる通りである。

(4)

4.1 共同研究活動

共同研究テーマは、多段フラッシュ法（MSF）および逆浸透法（RO）に関する以下の4テーマについて実施された。

- A. MSFプロセスにおけるスケールコントロール法に関する研究（MSF-1）
- B. MSFプロセスにおける生産水油汚染対策に関する研究（MSF-2）
- C. ハイブリッドシステム（MSF-RO）用のRO膜選択に関する研究（RO-1）
- D. ROプロセスにおける油汚染対策に関する研究（RO-2）

上記の4テーマの研究目的や内容はM/Mに沿って策定された。

なお、MSFとROに関する技術協力計画調査スケジュールをFig. 1 およびFig. 2 に示す。

A. MSFプロセスにおけるスケールコントロール法に関する研究（MSF-1）

(1) 目的

MSFプラントの性能低下は主として伝熱管へのスケール付着に基づくことから、サウディ・アラビアにおけるMSFプラントを対象にスケール抑制剤の添加によっていかにしてスケール付着を抑制するかを明かにする。

(2) 研究内容

1) 調査および予備実験

現在サウディ・アラビアで稼働しているMSFプラントの性能低下の現状を調査するとともに、種々のスケール抑制剤の性能を室内実験で比較する。

2) 伝熱試験装置による実験

上記の予備実験結果をもとに供試スケール抑制剤を選定し、伝熱試験装置を用いた熱流束存在下でのスケール速度を種々の条件下で調べる。

これらのデータを踏まえて選定されたスケール抑制剤の性能をMSFテストプラントで確認する。

3) MSFテストプラント試験

- 選定されたスケール抑制剤の性能を、MSFプラントテストによって確認する。
- 酸との併用によるスケール抑制剤の効果を調査し、酸を使用しない場合と比較する。

4) 評価および取り纏め

MSFテストプラント試験によるデータを評価し、以下の点を明かにする。

- 伝熱管汚れ係数の経時変化に関する知見

(4)

- スケール除去のためのボールクリーニングの効果および所要除去頻度に関する知見
- 酸を併用した場合のスケール抑制剤効果および伝熱管の腐食に関する知見

(3) 必要機材および材料

1) 機材

- a. スケール析出試験装置 (100°C以上)
- b. スケール析出試験装置 (100°C以下)
 - (冷却器付三口フラスコ)
- c. 伝熱試験装置 (SWCC所有の機器の改造)

2) 材料

- a. スケール抑制剤
- b. ブライン
- c. 硫酸
- d. 消泡剤
- e. 酸洗用薬剤
- f. スポンジボール

B. MSF生産水の油汚染対策に関する研究 (MSF-2)

(1) 目的

油汚染海水をMSF淡水化する場合にMSF生産水の油汚染が懸念されることから、MSF生産水の油汚染の防止対策を提案する。

(2) 研究内容

1) 調査および予備実験

海水が油で汚染された場合の海水水質並びに炭化水素およびプロモホルムの気液平衡に関する文献調査を行うとともに、プロモホルムおよび油に含まれる炭化水素の揮発性について室内での予備実験を行う。

2) 気液平衡測定実験

海水淡水化条件下での炭化水素およびプロモホルムの気液平衡を測定する。

3) シミュレーションおよび予測

上記1)、および2)で得られたデータとMSFテストプラントの特性とを組み合わせ、MSFテストプラント内での炭化水素およびプロモホルムの挙動をコンピュータによって

(4)

予測する。

4) MSFテストプラント試験

上記のコンピュータシュミレーションの結果をMSFテストプラントでの試験によって確認する。

5) 評価および取り纏め

上記4)の結果を分析評価する事により、MSF生産水の油汚染についての対策を提案する。

(3) 必要機材および材料

1) 機材

- a. 予備実験機材
- b. 冷却器付き気液平衡測定機
- c. SWCC所有のパーソナルコンピュータ
- d. MSFテストプラント

(2) 材料

- a. 炭化水素、ブロロホルム
- b. ブライン
- c. スケール抑制剤
- d. 消泡剤
- e. 酸洗用薬剤
- f. スポンジボール

C. ハイブリッドシステム(MSF-RO)用のRO膜選択に関する研究(RO-1)

(1) 目的

高塩濃度のアラビア湾の海水からTDS1,000~1,500mg/lの淡水を得るために、商業的に得られるRO膜の中から、透過水流束が大きく最も実用的な膜を選択する。

(2) 研究内容

1) 調査と予備実験

- a. 汚染膜の性能評価および化学洗浄実験
- b. 高透過水流束の膜を選択するための平膜の比較実験。本実験は清澄海水を用いて実際の温度、圧力に近い条件で実施する。(第一次選択実験)
- c. 平膜の塩素および濁質に対する耐性実験。(第二次選択実験)

(4)

2) ROミニモジュール実験

- a. 平膜のテストで選定された膜についてのミニモジュールを用いた選択実験。
- b. 選択されたモジュールの耐性試験および膜洗浄試験、その他実用的試験等。

3) ROテストプラント試験

MSF-ROハイブリッドシステムへのROモジュールの適用性に関する実用ROモジュールを用いたROテストプラントでの確認試験。

4) 評価および取り纏め

現在あるモジュールの中からMSF-ROハイブリッドシステムに使用するのに最も適切な実用膜を選択する。

(3) 必要機材および材料

1) 機材

- a. SDI測定装置
- b. SWCC所有の平膜試験装置
- c. 平膜セル二個
- d. ROミニモジュール試験装置
- e. ROテストプラント

2) 材料

- a. RO法海水淡水化プラントで使用され、その運転履歴の明かな汚染膜。(SWCCの幹旋により入手。)
- b. ROミニモジュール
- c. 実用ROモジュール
- d. 塩化第二鉄、SBS等の化学薬品
- e. 四塩化炭素等の溶剤
- f. 実験室規模の砂ろ過装置用のアンスラサイトおよび砂

D. ROプロセスにおける油汚染対策に関する研究(RO-2)

(1) 目的

数十mg/lの油分を含んだ海水をROプロセスで淡水化する場合の最適な油汚染対策を提案する。

(2) 研究内容

1) 調査と予備実験

- a. 海水中に放出された溶解性油分および非溶解性油分に関する分析データ、溶解度、

(4)

分析法、除去法等についての文献調査。

- b. トリハロメタン等有機ハロゲン化合物に関する分析データ、溶解度、分析法、除去法等についての文献調査。
- c. ROモジュールの耐油性についての文献調査並びにトリハロメタン等有機ハロゲン化合物の除去についての文献調査および実験。

2) 前処理による油分除去実験

a. 前処理予備実験

凝集沈澱法および吸着法による、海水中に放出された溶解性油分および非溶解性油分除去に関する室内予備実験を行う。本実験においては、凝集砂濾過法、高分子吸着剤法および活性炭吸着法の除去効果ならびにこれらの組み合わせによる除去効果について検討する。

b. 油分添加調整実験

モデルとなる油分汚染海水の調製およびその分析についての検討および実験を行う。

c. 油分除去実験

凝集砂濾過法、高分子吸着剤法および活性炭吸着法等による溶解性油分および非溶解性油分除去の実験を行う。

d. 油分除去装置再生実験

凝集砂濾過法、高分子吸着剤法および活性炭吸着法での除去装置の再生条件について実験および検討を行う。

3) 平膜試験装置による耐油性実験

前処理済の海水を原水として、油分（特に溶解性油分）が膜の性能に与える影響について実験する。

4) ROミニモジュール試験

前処理済の海水を原水として、ROミニモジュールの耐油性について試験した。上記2)と3)の結果に基づき、油汚染に対する前処理プロセスの最適化のために前処理方法と耐油性ROミニモジュールとの組み合わせ試験を行う。

5) ROテストプラント試験

ROテストプラントを用いて、実用ROモジュールにおよぼす前処理プロセスの効果と耐油性の確認試験を行う。

6) 評価および取り纏め

海水の前処理と耐油性モジュールの組み合わせにより、最適な油分汚染対策を提案する。

(4)

(3) 必要機材および材料

1) 機材

- a. 平膜セル二個
- b. 油分添加調整装置
- c. 油分吸着除去装置
- d. 油分吸着塔再生装置
- e. ROミニモジュール試験装置
- f. ROテストプラント

2) 材料

- a. 平膜
- b. 汚染海水調整用添加油
- c. ROミニモジュール
- d. 実用ROモジュール

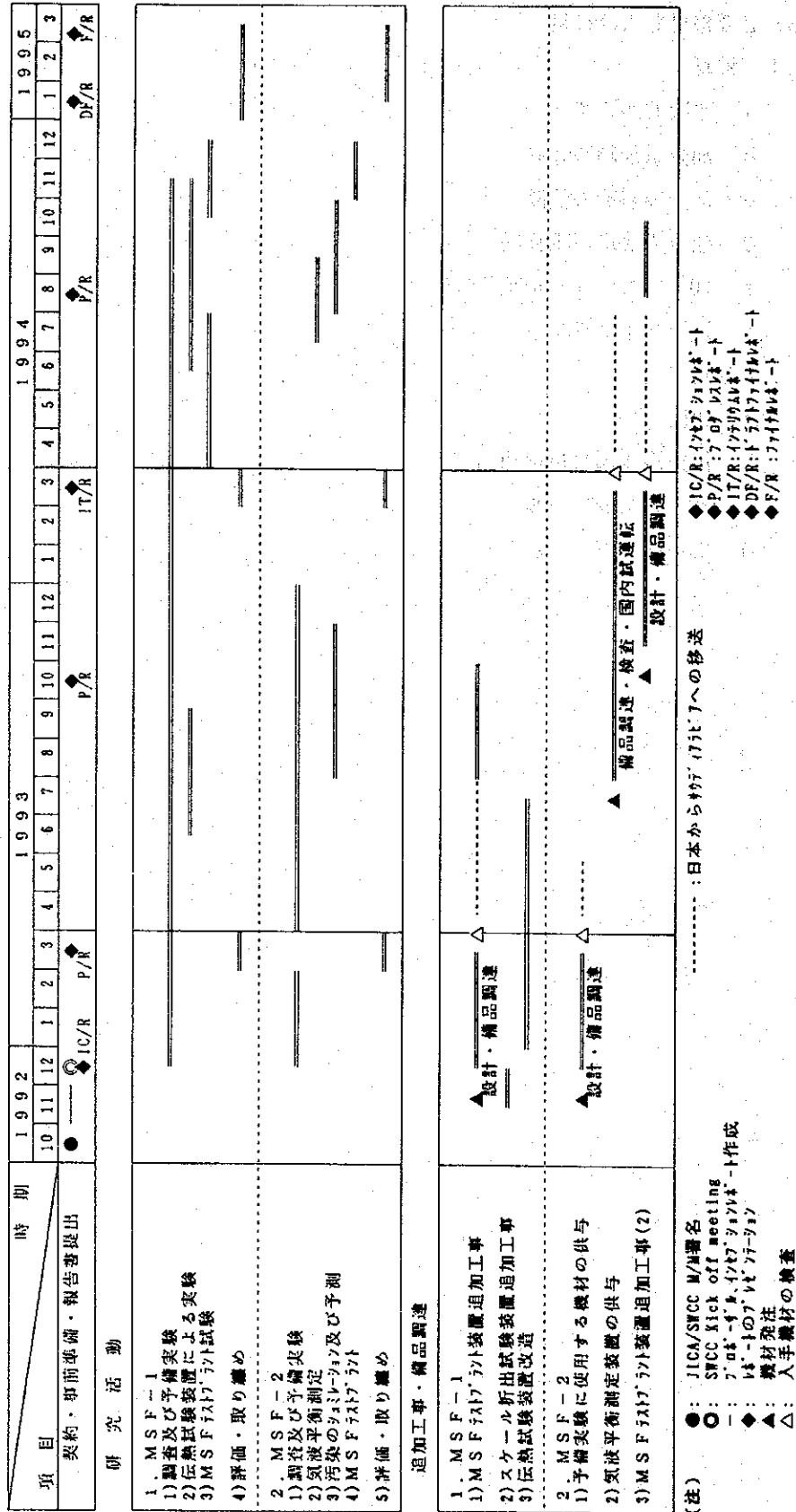


Fig. 1 MSFの実験機材およびテストプラントスケジュール

(4)

4.2 作業計画

各会計年度の作業計画および調査活動は、Fig. 3 からFig. 6 に示す通りである。

(4)

年 度	平成 4 年度					備 考
	11	12	1	2	3	
1. イキブツラボラトの説明と協議 2. 共同研究者との技術検討会実施 3. イキブツラボラの移設と掘削計画			—			
4. 共同研究の実施 1) 調査及び予備実験 ① MSP性能低下の現状調査 ② スター抑制剤選定 ③ スター析出試験装置追加工事 2) 伝熱管試験装置による実験 ① 伝熱管試験装置改造工事 ② スター抑制剤選定 3) MSPイキブツラボラ試験 ① イキブツラボラ掘削工事支援 ② イキブツラボラ試運転 ③ イキブツラボラ運転・試験 ④ 水質分析 ⑤ 汚れ係数の評価 4) 評価・取りまとめ			—	—	◆P/R	
M S F I 2 1) 調査及び予備実験 ① 7月7日湾岸海水の水質調査 ② 予備実験 ③ 水質分析 2) 気液平衡測定実験 3) ミルミル及び予測 4) MSPイキブツラボラ試験 ① イキブツラボラ装置追加工事 ② イキブツラボラ運転・試験 ③ 水質分析 ④ 生産水移行物質の評価 5) 評価・取りまとめ			—			◆P/R
R O I 1 1) 調査及び予備実験 ① Aイキブツラボラ用RO膜の調査 ② 汚染膜の性能評価実験 2) 平膜比較試験 3) 平膜の塩素・濁質耐性試験 4) RO膜イキブツラボラ実験(1) ① 膜イキブツラボラ選択実験 ② 平膜の塩素・濁質耐性試験 5) ROイキブツラボラ試験 ① イキブツラボラ掘削工事支援 ② 実験 6) 評価・取りまとめ			—	—		◆P/R
R O I 2 1) 調査及び予備実験 2) 前処理による油分除去実験 (Aイキブツラボラ) 3) 平膜試験装置による耐油性実験 4) RO膜イキブツラボラ実験(2) 5) ROイキブツラボラ試験 6) 評価・取りまとめ			—			◆P/R

注) ——— : JICA単独実施、 - - - - : SWCC単独実施、 ——— : JICA/SWCC共同実施

Fig. 3 第1次現地調査 (1992年12月～1993年3月)

(4)

年 度		平成 5 年 度												備 考	
月		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3		
M S F I 1	4. 共同研究の実施														
	1) 調査及び予備実験														
	①MSF性能低下の現状調査														
	②スケール抑制剤選定														
M S F I 2	2) 伝熱管試験装置による実験														
	①伝熱管試験装置改造工事														
	②スケール抑制剤選定														
	③MSFファクトリ試験														
R O I 1	①ファクトリ据付工事支援														
	②ファクトリ試運転														
	③ファクトリ運転・試験														
	④水質分析														
R O I 2	⑤汚れ係数の評価														
	⑥評価・取りまとめ														
	⑦評価・取りまとめ														
	⑧評価・取りまとめ														
M S F I 2	1) 調査及び予備実験														
	①7月7湾岸海水の水質調査														
	②予備実験														
	③水質分析														
R O I 1	2) 気液平衡測定実験														
	3) シミュレーション及び予測														
	4) MSFファクトリ試験														
	①ファクトリ装置追加工事														
R O I 1	②ファクトリ運転・試験														
	③水質分析														
	④生産水移行物質の評価														
	⑤評価・取りまとめ														
R O I 1	1) 調査及び予備実験														
	①ROファクトリ用RO膜の調査														
	②汚染膜の性能評価実験														
	2) 平膜比較試験														
R O I 1	3) 平膜の塩素・濁質耐性試験														
	4) RO膜の選定実験(1)														
	①膜の選定実験														
	②平膜の塩素・濁質耐性試験														
R O I 2	5) ROファクトリ試験														
	①ファクトリ据付工事支援														
	②実験														
	③評価・取りまとめ														
R O I 2	1) 調査及び予備実験														
	2) 前処理による油除去実験 (A'ファクトリ)														
	3) 平膜試験装置による耐油性実験														
	4) RO膜の選定実験(2)														
R O I 2	5) ROファクトリ試験														
	①実験														
	②評価・取りまとめ														
	③評価・取りまとめ														

Fig. 4 - 1 第2次現地調査 (1993年4月～1994年1月)

平成 5 年 度		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備 考	
1. RO-1: 汚染膜等の解析・分析	2. フィルター等の作成														
															◆IT/R

注) ——— : JICA単独実施、----- : SWCC単独実施、——— : JICA/SWCC共同実施

Fig. 4 - 2 第2次国内調査 (1994年2月～1994年3月)

年 度	平成 6 年 度												備 考
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
4. 共同研究の実施 M S F I 1.	1) 調査及び予備実験 ①MSF性能低下の現状調査 ②スクリーン抑制剤選定 ③スクリーン析出試験装置追加工事 2) 伝熱管試験装置による実験 ①伝熱管試験装置改造工事 ②スクリーン抑制剤選定 3) MSFファクトリ試験 ①ファクトリ据付工事支援 ②ファクトリ運転 ③ファクトリ運転・試験 ④水質分析 ⑤汚れ係数の評価 4) 評価・取りまとめ												
	1) 調査及び予備実験 ①アビラ湾岸海水の水質調査 ②予備実験 ③水質分析 2) 気液平衡測定実験 3) ミュルフォ及び予割 4) MSFファクトリ試験 ①ファクトリ装置追加工事 ②ファクトリ運転・試験 ③水質分析 ④生産水移行物質の評価 5) 評価・取りまとめ												
	1) 調査及び予備実験 ①A17リット用RO膜の調査 ②汚染膜の性能評価実験 2) 平膜比較試験 3) 塩素・濁質耐性試験 4) RO膜実験(1) ①膜選択実験 ②平膜の塩素・濁質耐性試験 5) ROファクトリ試験 ①ファクトリ据付工事支援 ②実験 6) 評価・取りまとめ												
	1) 調査及び予備実験 2) 前処理による油分除去実験 (A'システム) 3) 平膜試験装置による耐油性実験 4) RO膜実験(2) 5) ROファクトリ試験 6) 評価・取りまとめ												

Fig. 5 - 1 第3次現地調査 (1994年4月~1994年12月)

平成 6 年 度	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備 考
4. ドファクトリシステムの作成													

注) ——— : JICA単独実施 - - - - - : SWCC単独実施、 ——— : JICA/SWCC共同実施

Fig. 5 - 2 第3次国内調査 (1995年1月)

(4)

年 度	平 成 6 年 度												備 考
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
5. ドラフトワークシートへの説明												◆DF/R	

Fig. 6 - 1 第4次現地調査（1995年2月）

年 度	平 成 6 年 度												備 考
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
5. ワークシートへの作成													
6. ワークシートへの送付													

注) ——— : JICA単独実施、 - - - - : SWCC単独実施、 ——— : JICA/SWCC共同実施

Fig. 6 - 2 第4次国内調査（1995年2月）

(4)

4.2.1 第1次現地調査(1993年1月～3月)

(1) インセプションレポートの説明と協議

1993年(平成5年)1月リアドSWCC本部において、インセプションレポートを説明し、JICAとSWCCとの間の業務分担内容を確認した。

(2) SWCC, JICA間の技術検討会

SWCCのR/Dセンターにおいて、SWCC共同研究者とインセプションレポートをベースに、各研究テーマの技術的内容を詳細に検討した。

(3) MSF, ROテストプラントの移設計画

SWCCヤンプー工場に保管されていたMSF, ROテストプラントは、1993年(平成5年)1～2月アルジュベールに搬送された。

(4) 共同研究の実施

共同研究は、4.1に記載の計画に沿ってR/Dセンターにて実施した。

(5) プロGRESS・レポートの作成

上記の文献調査および予備実験の結果をもとにPROGRESS・レポートを作成した。

4.2.2 第2次現地調査(1993年4月～1994年3月)

(1) 下記化学分析機器について、組立、調整作業を追加して行った。

A. X線回析装置

B. イオンクロマトグラフ

Aについては、部品の供給を含めた装置の組立・点検および操作を行うと共に、操作・保守管理技術の指導および活用技術の指導を行った。

Bについては、前期の装置組立、据え付けに引き続き、分析操作の実習を行い、操作の習熟を図ると共に、保守管理技術および活用技術の指導を行った。

(2) 共同研究の実施

共同研究は、4.1に記載の計画に沿ってR/Dセンターにて実施した。

(3) PROGRESS・レポートの作成

1993年(平成5年)10月末日にPROGRESS・レポートを作成した。

4.2.3 第2次国内調査(1993年4月～1994年3月)

(1) インテリムレポートの作成。

1994年(平成6年)2月末日までに、第一次、第二次調査活動の結果を纏めたインテリムレポートを作成した。

(2) SWCCへの説明

1994年(平成6年)3月の10日間で、JICAチームはSWCCにインテリムレポートについて説明し、内容を協議した。

(4)

(3) 汚染膜の分析

R0-1に関する汚染膜の分析は、日本、サウディ・アラビアの両国で実施した。

4.2.4 第三次現地調査（1994年4月～1995年2月）

(1) 共同調査の実施

共同研究は、4.1に記載の計画に沿ってR/Dセンターにて実施した。

4.2.5 第3次国内調査（1994年4月～1995年2月）

(1) ドラフトファイナルレポートの作成

共同研究は1994年（平成6年）12月末日で終了となり、その時JICAはドラフトファイナルレポートを日本で完成させるために必要な資料を日本に持ち帰った。このレポートにおいて、その時点までのSWCCとの共同研究の結果が纏められた。

(2) SWCCへの説明

1995年（平成7年）2月の9日間、JICAチームは、SWCCにドラフトファイナルレポートを説明し、内容を協議した。

4.2.6 ファイナルレポートの作成

本レポートは、これ迄におこなわれたSWCCとの共同研究の結果を纏めたものである。

4.3 JICAとSWCCの業務分担

(1) 本プロジェクトの遂行に際し、JICAおよびSWCCは以下に示す項目について業務を分担した。

- 1) 実験室の設備
- 2) 材料
- 3) テストプラント
- 4) 所要作業員数
- 5) その他

(2) JICAは次の実験装置を新たに供与し、SWCCは必要とするユーティリティを供給した。

- 1) ミニモジュール試験装置(1)
- 2) ミニモジュール試験装置(2)
- 3) SWCC平膜試験装置用冷却水循環装置
- 4) ミニモジュール試験装置用冷却水循環装置(1)

(3) JICAおよびSWCCはこの調査に使用する主要装置の責任分担を決定した。

(4)

(4) SWCCは以下の便宜供与を行った。

- 1) JICAチームのメンバー用の事務所の提供
- 2) JICAチームメンバー用にSWCC宿舎の手配
- 3) 通勤のための乗用車の提供
- 4) JICAチームメンバーのサウディ国内出張時の費用、及びその必要関税
- 5) JICAがSWCCに供与する資機材に対して賦課される税及び諸手続き経費の支払
- 6) JICAよりSWCCへの供与装置及び材料のための国内運送費用と必要関税（必要であれば設置費用も含む）
- 7) SWCC調査研究所より日本事務所への通信に関する便宜供与

(4)

4.4 業務実施体制

業務実施体制をFig. 7に、業務別担当者名をTable 1に示す。

Fig. 7 プロジェクト構成図

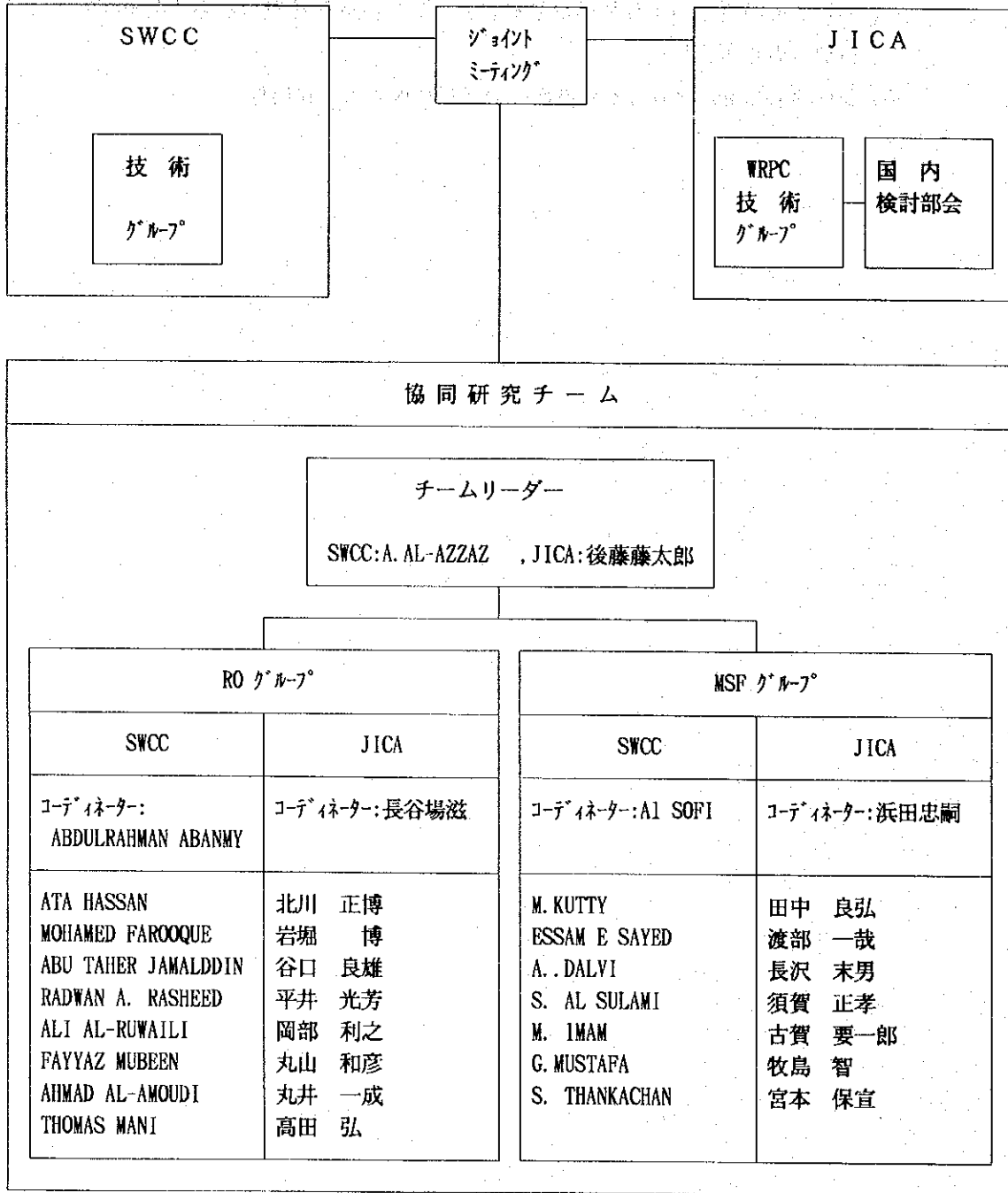


Table 1 業務別担当者名

担 当	業 務 内 容	氏 名	
		J I C A	SWCC
総 括	<ul style="list-style-type: none"> ・業務全体の推進、取り纏め ・関係先との折衝 	後藤 藤太郎	A. A. Al-Azzaz
MSF-1, MSF-2 (研究手法)	<ul style="list-style-type: none"> ・サティラピアでの実験調査の実施及び結果の評価 ・スケール選定実験 ・油分挙動のシミュレーションに必要なテストプラント固有の特性の整理 ・化学関連データの総合評価 ・伝熱関連データの総合評価 	浜田 忠嗣	A. K. Al-Sofi M. Kutty Essam
MSF-1, MSF-2 (分析手法)	<ul style="list-style-type: none"> ・海水、フライン及び発生したスケールの化学分析の実施 ・化学分析結果の評価 ・実験調査の実施補佐 	田中 良弘 須賀 正孝	S. Sulami Imam Thankachan
MSF-2 (気液平衡-1)	<ul style="list-style-type: none"> ・MSFプラント内での油分の挙動について、実験室規模での予備実験の実施 ・油汚染物質の挙動解析に必要な物性値の調査 	渡辺 一哉	Thankachan A. G. Dalvi
MSF-2 (気液平衡-2)	<ul style="list-style-type: none"> ・気液平衡データの取得 ・シミュレーション用電算プログラムのための与条件の整備 	長沢 末男	M. Kutty Essam Thankachan
MSF-2 (コンピュータ解析)	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーション用電算プログラムの構築 Hard Ware: NEC PC98 & IBM-PS/2 Soft Ware: BASIC, FORTRAN & C or C++ ・実験結果に基づくシミュレーション用電算プログラムの修正 	古賀 要一郎	M. Kutty Essam
MSFテストプラント(1)	<ul style="list-style-type: none"> ・テストプラントの組立、据付の指導 	牧島 智	Al-Sofi, M. Kutty, Essam Imam
MSFテストプラント(2)	<ul style="list-style-type: none"> ・テストプラントの試運転、運転及び保守管理の指導 	宮本 保宣	Al-Sofi, M. Kutty, Essam Imam

(4)

Table 1 業務別担当者名 (続き)

担 当	業 務 内 容	氏 名	
		J I C A	S W C C
RO-1, RO-2 (研究手法)	<ul style="list-style-type: none"> ・サテライトでの実験調査の実施及び結果の評価 ・RO-1事前調査 ・RO-2予備調査結果の総合評価 ・RO-1, RO-2用各モジュール実験結果の総合評価 ・テストプラント試験結果の総合評価 	長谷場 滋	A. Abanny A. Hassan
RO-1, RO-2 (分析手法-1)	<ul style="list-style-type: none"> ・平膜実験、各モジュール実験、テストプラント試験に係わる水質を主体とする分析 ・ハイブリッド用膜選択モジュール実験 ・モジュールを用い濁質・塩素耐性試験 ・日本からの情報検索の支援 	北川 正博 谷口 良雄	M. Farooque A. Jammaldin A. R. Ali M. Fayyaz
RO-1, RO-2 (分析手法-2)	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済みRO膜の膜汚染状況の分析とその洗浄方法の検討 ・ROシステムの性能分析とハイブリッドシステムのシミュレーション計算の実施 ・ハイブリッド用膜の評価と選定 	岩堀 博 丸井 一成	Nomani Ata Hassan a. Jammaldin A. R. Ali M. Fayyaz
RO-1, RO-2 (膜評価-1)	<ul style="list-style-type: none"> ・ハイブリッド用膜選定のための平膜試験装置による比較実験 ・平膜試験装置を用いた塩素に対する膜の耐性実験 ・RO-1のためのROテストプラント運転と評価 ・RO-1の実験調査の実施補佐 	平井 光芳	Nomani Ata Hassan M. Farooque A. R. Ali M. Fayyaz
RO-1, RO-2 (膜評価-2)	<ul style="list-style-type: none"> ・ハイブリッド用膜選定のためのモジュールによる実験 ・平膜試験装置を用いた濁質に対する膜の耐性実験 ・RO-2のためのROテストプラント運転と評価 	岡部 利之	Ata Hassan M. Farooque A. Jammaldin A. R. Ali M. Fayyaz
RO-2 (前処理)	<ul style="list-style-type: none"> ・凝集ろ過法及び吸着法による海水中の油分除去実験 ・油汚染海水調製法に関する検討と実験 ・海水中の油分及びトリハロメタン等有機ハロゲン化合物の分析法に関する文献調査 ・ROモジュールの耐油性、有機ハロゲン化合物の分離性能に関する文献調査 ・前処理による油分除去実験 	丸山 和彦	Ata Hassan T. Thomas M. Farooque A. Jamalddin A. R. Ali M. Fayyaz
ROテストプラント	<ul style="list-style-type: none"> ・テストプラントの組立、据付、試運転、運転及び整備の指導監督 	高田 弘 野吾 哲郎	A. Hassan A. Abanny

4.5 供与機器の追加整備

供与機材（研究機器、MSFテストプラント及びROテストプラント）の据付・追加・調整工事等の機材整備を目的とした機材整備作業を実施した。この際、MSFテストプラントおよびROテストプラントについては据付・追加工事のための追加部品・機材を、供与するとともに、予備実験機材を供与した。

4.5.1 化学分析機器の整備

化学分析機器については、下記事項を担当する技術者を現地に派遣して共通供与機材計画の補完を実施するとともに、各供与機器の操作および管理技術の指導を行った。機器別のJICAおよびSWCCの担当者の氏名をTable 2に示した。

(1) 化学分析機器 A

- ・組立、据付、点検を実施した。
- ・微小部X線分析装置の操作及び保守管理技術を指導した。
- ・実施時期：1994年（平成6年）10月～11月

(2) 化学分析機器 B

- ・組立、据付、点検を実施した。
- ・ICP発光分光システム及び赤外分光光度計の操作及び保守管理技術を指導した。
- ・実施時期：1994年（平成6年）10月～11月

(3) 化学分析機器 C

- ・組立、据付、点検を実施した。
- ・X線回析装置の操作及び保守管理技術を指導した。
- ・実施時期：1993年（平成5年）9月

(4) 化学分析機器 D

- ・イオンクロマトグラフの操作及び保守管理技術を指導した。
- ・実施時期：1993年（平成5年）9月

(4)

4.5.2 テストプラント据付・追加工事、テストプラント追加供与機材ならびに予備実験用追加供与機材

テストプラントの追加工事用供与機材ならびに予備実験用追加供与機材の概要をTable 3に示した。

工事の実施状況については下記の各章に詳述した。

MSFテストプラント据付工事 : 5.3.1

MSFテストプラント追加工事 : 6.4.1

ROテストプラントの据付工事 : 7.2.1

油分除去RO前処理装置据付工事 : 8.2.1

ミニモジュール装置据付工事 : 7.2.1

(4)

Table 2 業務別担当者名

担 当	業 務 内 容	氏 名	
		J I C A	S W C C
化学分析機器 A	<ul style="list-style-type: none"> ・組立、据付、点検 ・微小部 X 線分析装置の操作及び保守管理技術の指導 	種畑 好人	Nausha. Asrar T. Prakash John O'hara Ismail Andijani Mohd Ismail Noor Ahead
化学分析機器 B	<ul style="list-style-type: none"> ・組立、据付、点検 ・ I C P 発光分光システム、赤外分光光度計、分光光度計の操作及び保守管理技術の指導 	井上 理彦	S. Sulami A. G. Dalvi M. A. Javeed Radwan Rasheed
化学分析機器 C	<ul style="list-style-type: none"> ・組立、据付、点検 ・ X 線回析装置の操作及び保守管理技術の指導 	阪野 障二	Andijani Al-Fozan Shahreer
化学分析機器 D	<ul style="list-style-type: none"> ・イオンクロマトグラフの操作及び保守管理技術の指導 	大塚 弘之 川島 範男	S. Sulami A. G. Dalvi Azhar A. Nomani Radwan Sulaiman

(4)

Table 3 JICA供与機材(1)

No.	機材名
1.	M S Fテストプラント追加用部品
1.1	蒸留水サンプリングポンプ
1.2	蒸留水サンプリング用配管弁類
1.3	ラインサンプリングポンプ
1.4	ラインサンプリング用配管・弁類
1.5	コレクター ブループ取付座
1.6	油タンク
1.7	油注入ポンプ
1.8	含油排水処理装置
1.9	油注入用及び含油排水処理用配管・弁類
1.10	ポンプ架台等
1.11	温度計センサー
1.12	記録計
1.13	配電盤計
1.14	動力用ケーブル及び計装用ケーブル
1.15	抽気ライン取付座
2.	気液平衡測定装置
3.	ミニモジュール試験装置(1)
4.	ミニモジュール試験装置(2)
5.	全自動冷水循環装置
6.	R O予備実験用諸装置(1)
6.1	ディスパージャー
6.2	凝集槽
6.3	攪はん機
6.4	超純水製造装置
6.5	ガスクロ用カラム
6.6	スタンド
6.7	カラムホルダー
6.8	沸騰石
6.9	T O C分析計付属品
6.10	砂濾過塔
7.	R O予備実験用諸装置(2)
7.1	音波ホモジナイザー
7.2	油分測定用石英セル
7.3	ローラーポンプ
8.	微小部走査X線分析装置部品
9.	赤外分光光度計270-50部品
10.	2ペンリコーダー部品
11.	X線解析装置D/MAX部品
12.	P Rガス

(4)

Table 3 JICA 供与機材 (2)

No.	機 材 名
13.	RO テストプラント追加部品
13.1	ポンプ用小型電動機
13.2	高圧ポンプベルトカバー
13.3	端子盤
13.4	UV 殺菌装置
13.5	ヴィクトリックジョイント
13.6	ジャンクションボックス用ケース
13.7	コンジットチューブ
13.8	ラギング材料
13.9	濾過器視窓押板及びボルト
13.10	ヒーター用締め付けボルト・ナット
13.11	圧力計
13.12	自動弁
13.13	手動弁
13.14	バルク材料
13.15	機械・電気用予備品
13.16	分析器具
14	油分前処理装置
14.1	油分添加調整装置
14.2	油分吸着除去装置
14.3	油分吸着塔再生装置

(4)

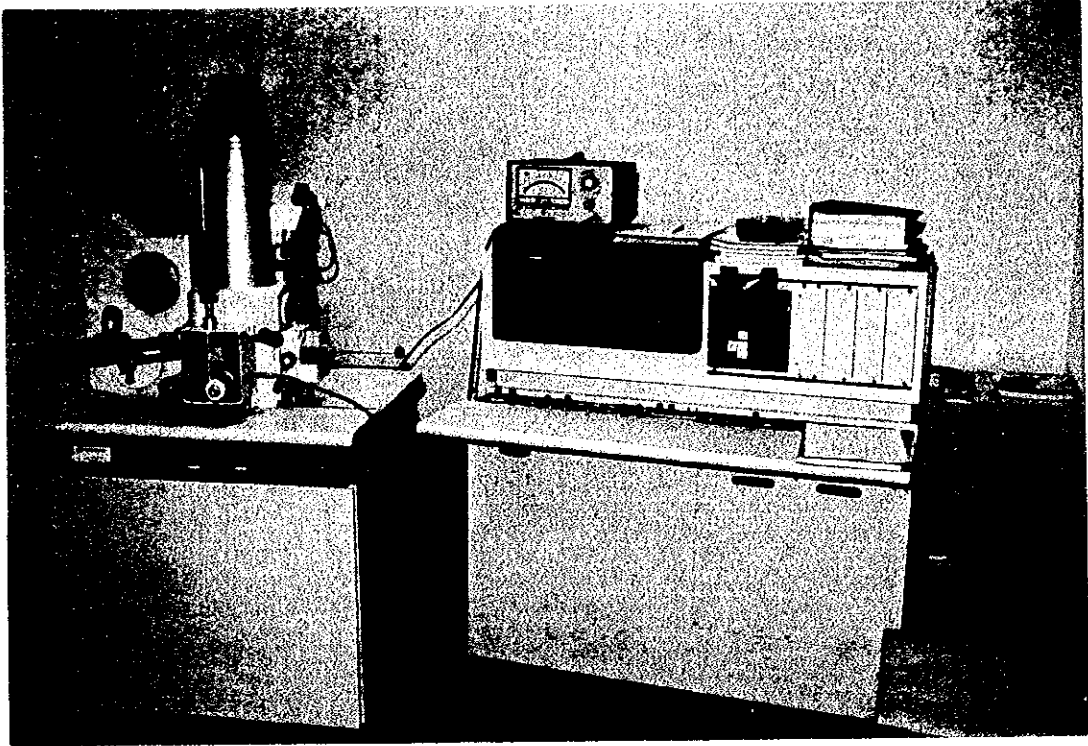


Fig. 8 #2-15 微小部 X 線分析装置

Model : X-650

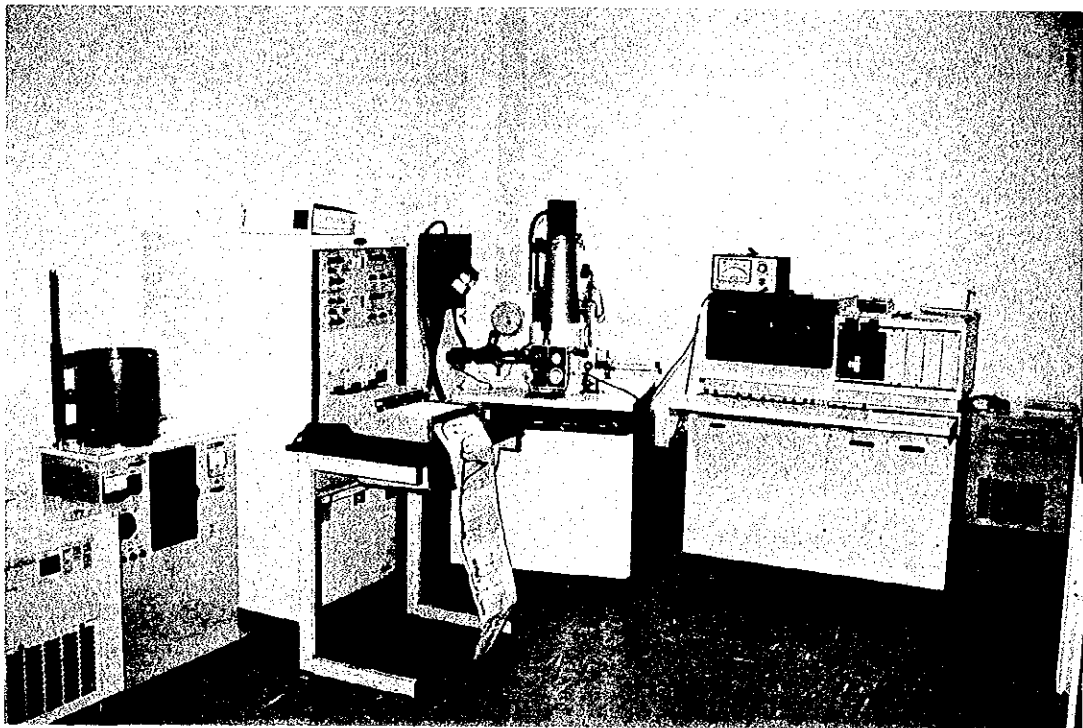


Fig. 9 #2-15 微小部 X 線分析装置

Model : X-650

(4)

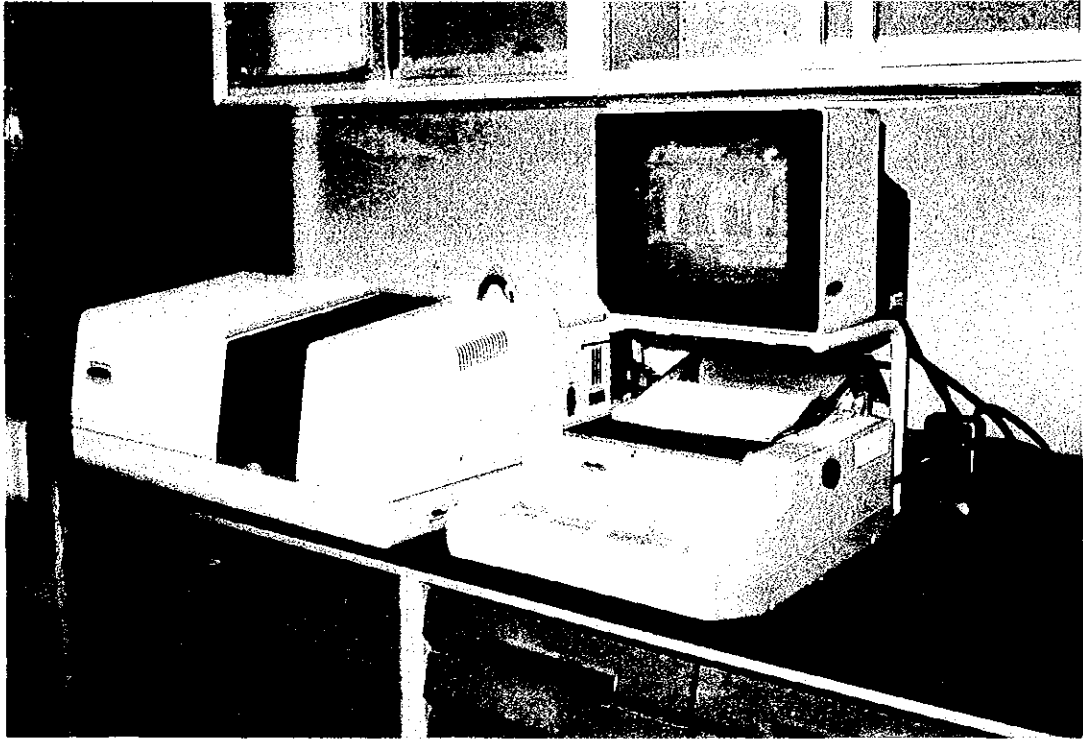


Fig. 10 #2-16 赤外分光光度計

Model : 270-50

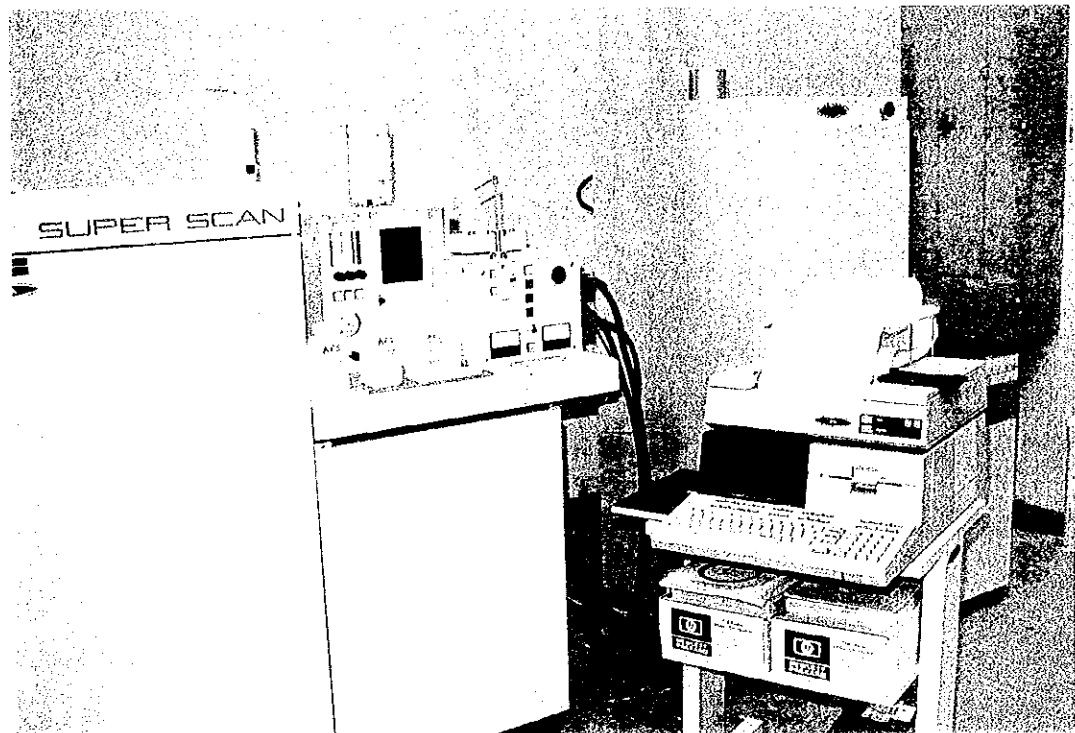


Fig. 11 #2-1 I C P 発光分光システム

Model : 306

(4)

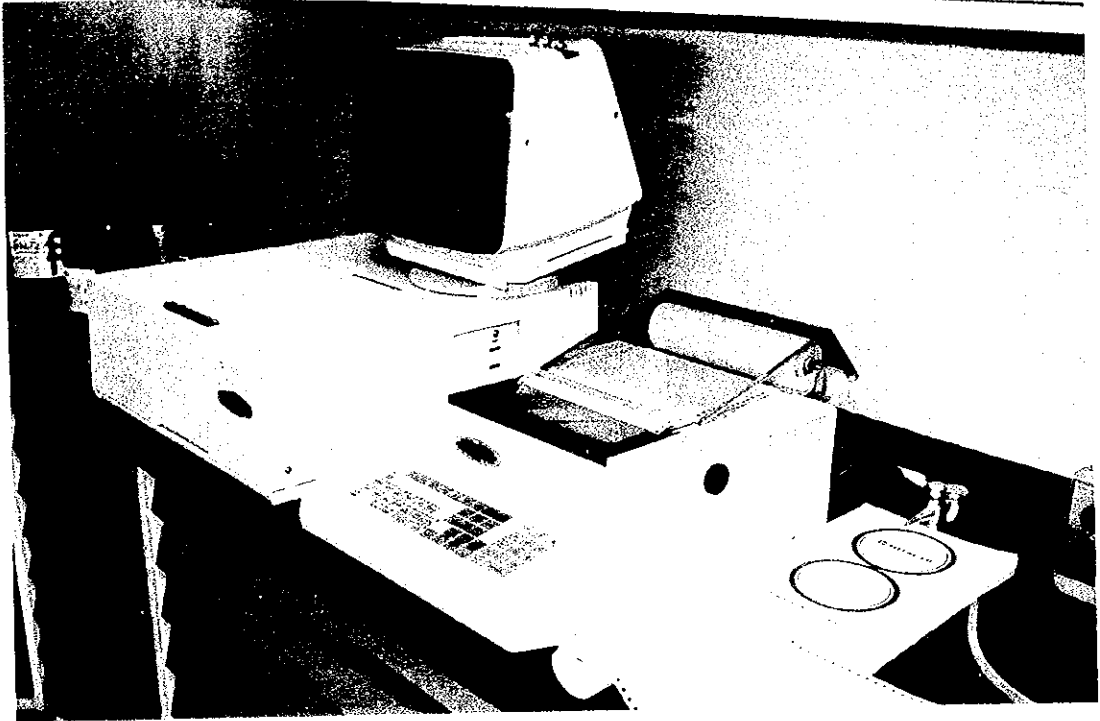


Fig. 12 #2-2A 分光光度計 (机上用)

Model : 150-20

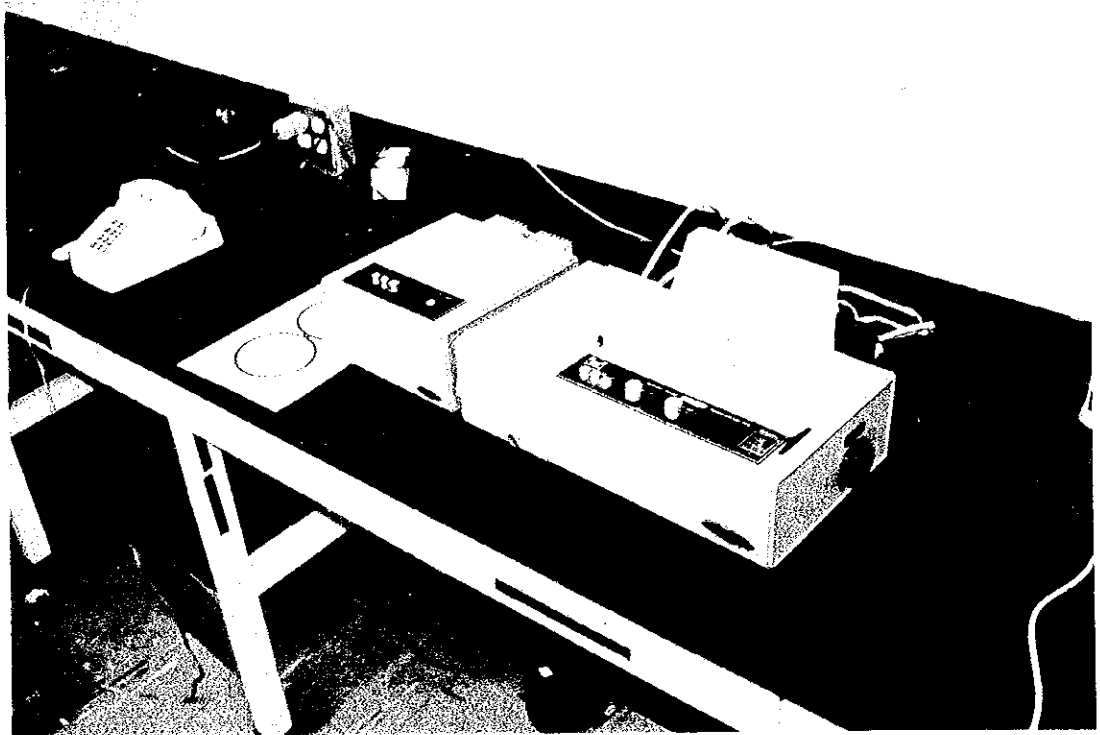


Fig. 13 #2-2B 分光光度計 (携帯用)

Model : 100-10

(4)

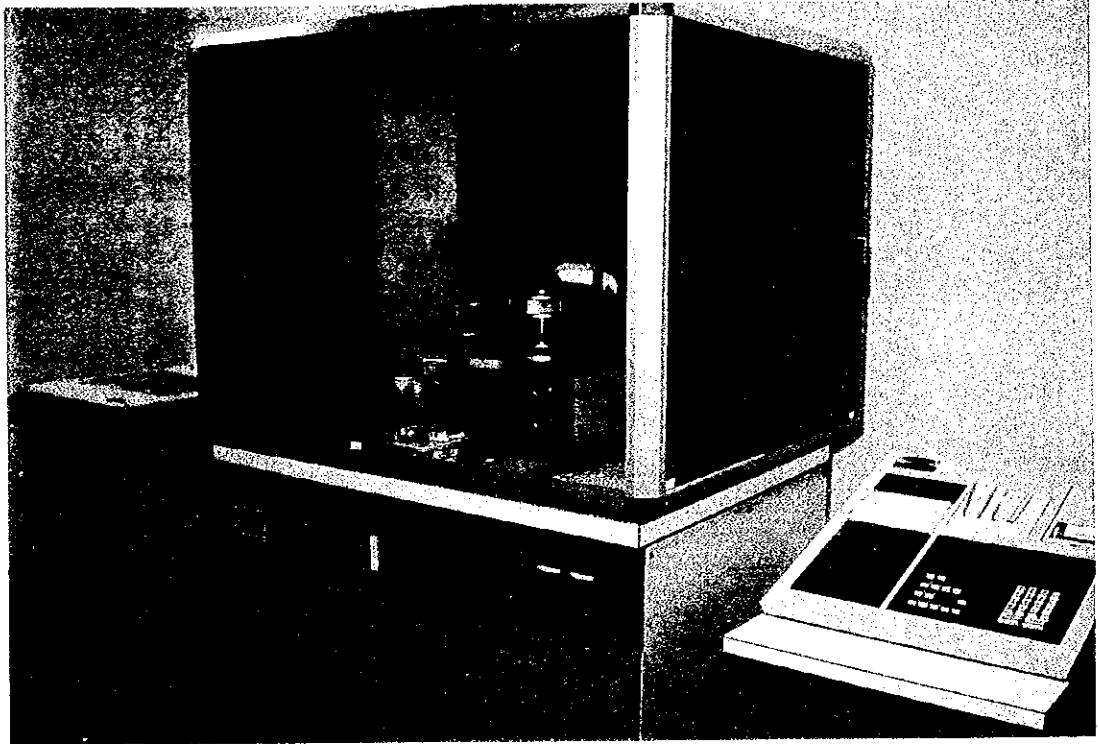


Fig. 14 #2-3 X線回折装置

Model : D/MAX-IIA

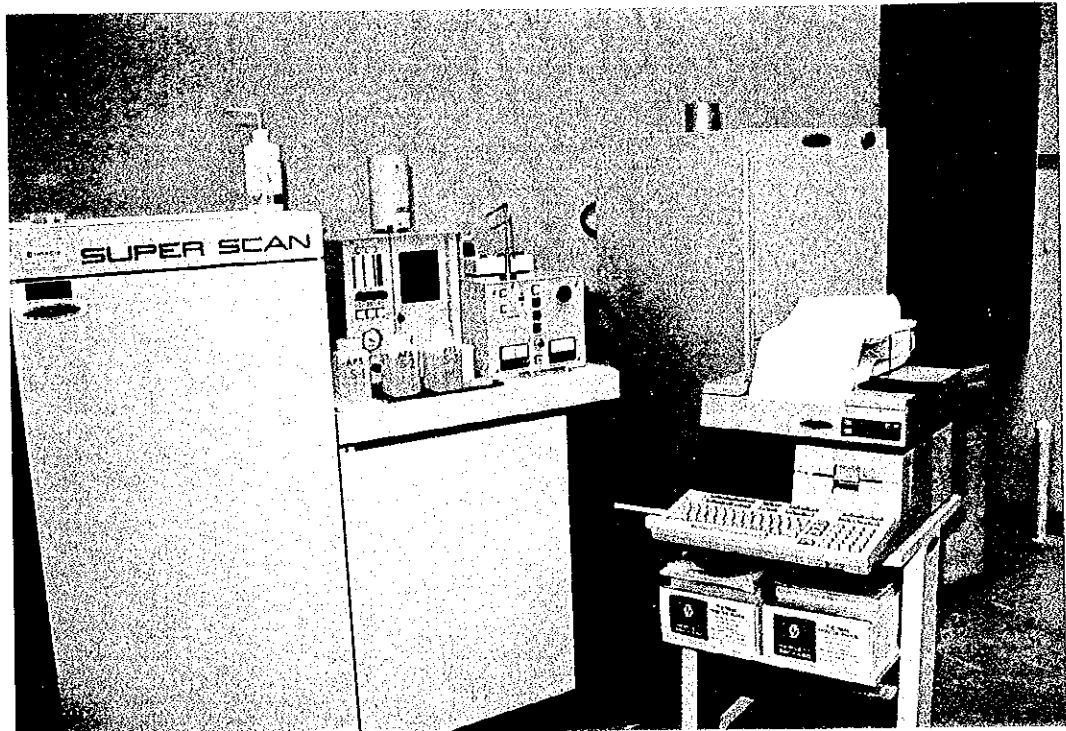


Fig. 15 #9-1 イオンクロマトグラフ

Model : ICP500PS

