No. 36

アラブ首長国連邦
発電・海水淡水化プラント海水油害防止対策調査
事前調査団報告書

1987年12月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

鉱計資
JR
87—179

アラブ首長国連邦

発電・海水淡水化プラント海水油害防止対策調査

事前調査団報告書

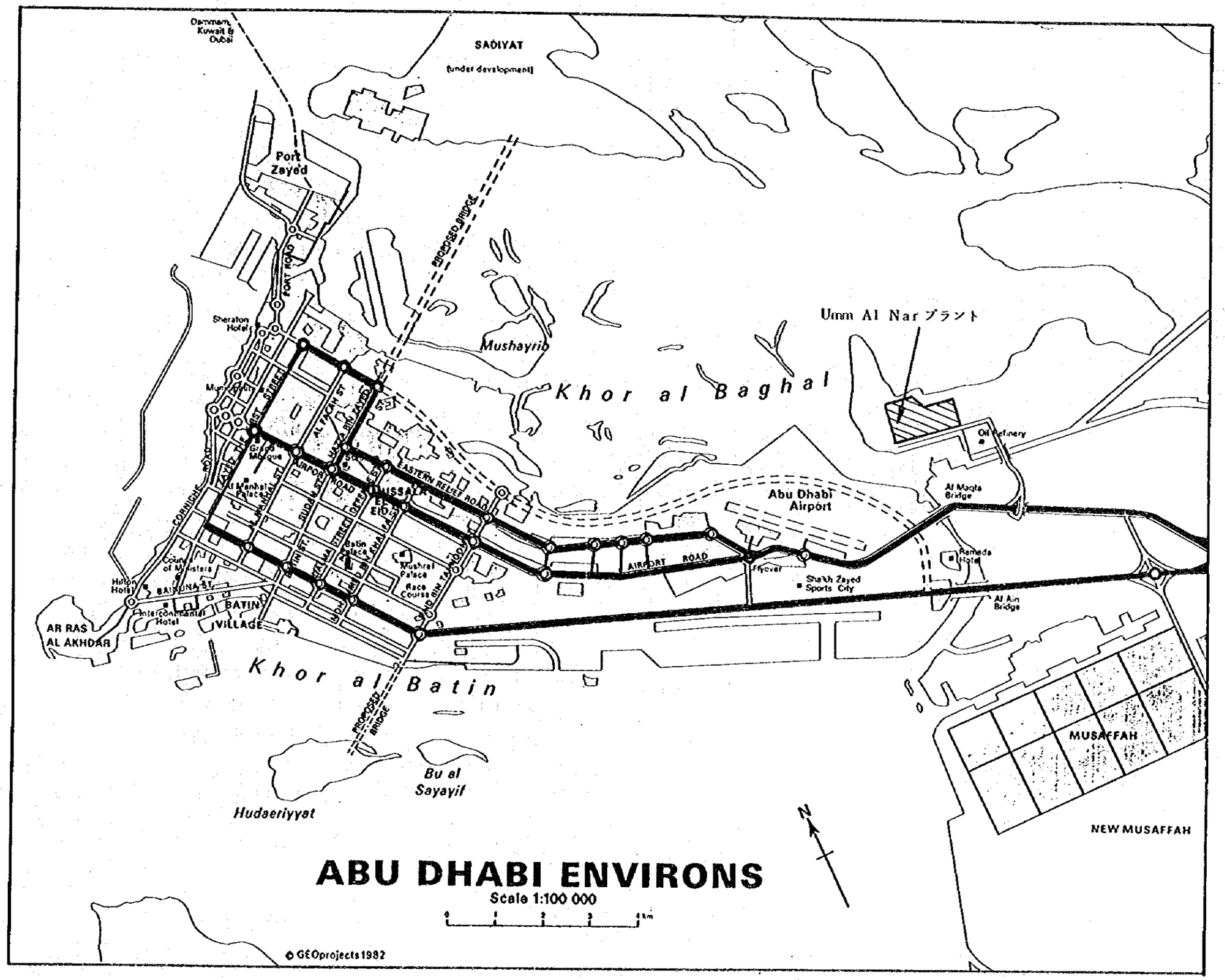
JICA LIBRARY
1041335[9]

1987年12月

国際協力事業団
鉱工業計画調査部

国際協力事業団
受入
月日 '88. 2. 24
登録No. 17227
315
61.8
MPN

アラブ首長国連邦位置図


Dammam, Kuwait & Dubai
SADIYAT
(under development)
Port Zayed
PORT ROAD
Sheraton Hotel
Mushayrib
Khor al Baghal
Umm Al Nar プラント
Oil refinery
Abu Dhabi Airport
Al Maqta Bridge
AIRPORT ROAD
Flyover
Sheikh Zayed Sports City
Ramada Hotel
Al Ain Bridge
CORNICHE ROAD
Grand Mosque
Al Wahda Palace
Council of Ministers
Hilton Hotel
Intercontinental Hotel
BATIN VILLAGE
AR RAS AL AKHDAR
Khor al Batin
Bu al Sayayif
Hudaeriyyat
MUSAFFAH
NEW MUSAFFAH
ABU DHABI ENVIRONS
Scale 1:100 000
© GEOprojects 1982

アブダビ市街図

概　　観

(1) 正式国名　アラブ首長国連邦（UNITED ARAB EMIRATES）

(2) 政　　体　7首長国による連邦制

(3) 国土面積　77,700㎢（北海道とほぼ等しい）

(4) 人　　口　162万人（1985年）

※ 内，約80%が近隣アラブ諸国，イラン，インド，パキスタン，東南アジア等からの外国人労働者。

※ このうちアブダビの人口は約67万人（1985年）。

(5) 首　　都　アブダビ　ABU DHABI

(6) 連邦構成首長国

ABU DHABI アブダビ　　DUBAI ドバイ

SHARJAH シャルジャ　　AJMAN アジュマン

UMM AL QUWAIN ウンム・アル・クワイン

RAS AL KHAIMA ラス・アル・ハイマ　FUJAIRAH フジャイラ

(7) 独立年月日　1971年12月2日（連邦結成）

(8) 国連加盟年月日　1971年12月9日

(9) アラブ連盟加盟年月日　1971年12月6日

(10) 言　　語　公用語－アラビア語

（英語が広く通用する。また，都市では外国人労働者の全人口に占める割合が高いため，様々の言語が聞かれる。）

(11) 宗　　教　イスラム教（多数はスンニ派）

(12) 国際空港　アブダビ，ドバイ，シャルジャ，ラス・アル・ハイマ，（1987年末，フジャイラ空港開港予定）

(13) 主要港湾　アブダビ「ザーイド」，ドバイ「ラシード」，ジャバル・アリ（フリーポート），シャルジャ，ラス・アル・ハイマ

(14) 主要経済指導標

・一人当たりのGNP（1984年）＝22,810US$

・連邦政府予算（1985年度）

歳入＝129.97億ディルハム

歳出＝166.34億ディムハム

（内訳＝経常支出156.66，開発支出8.00，資本支出1.68各億ディルハム）

赤字＝36.37億ディルハム

（1ディルハム≒40円）

（US$1≒3.7ディルハム）

・外貨準備高（１９８４年度）＝1,８５3.3百万US$

・インフレ率＝０％（１９８３年），２％（１９８４年）

・アブダビ首長国のGNP（１９８５年）：５８,４７１百万ディルハム

GNP＝DHs５８,４７１,０００（１００％）	
農水産業	0.6 (%)
石　油	47.5
工　業	13.9
建　設	7.5
水電気	2.8
貿　易	4.4
輸　送	3.3
銀行・保険業	3.1
公共事業	11.2
その他	5.7

・アブダビ首長国石油生産量（１９８５年）：２５６,８１３千バーレル

・　同　石油輸出量　：２１４,５８０千バーレル

（内，約６７％が日本へ輸出）

05 ビジネス・アワー

・アブダビ水・電気庁（WED）

・本部　０７：３０－１３：３０（土－水），０７：３０－１２：００(木)

・Umm Al Nar プラント

０７：３０－１４：３０（土－水）　※木曜，金曜は休日

・その他の政府機関

０７：３０－１３：３０（土－水），０７：３０－１２：００(木)

夏は３０分繰り下げ

・石油会社　０７：００－１４：００（土－水），０７：００－１３：００(木)

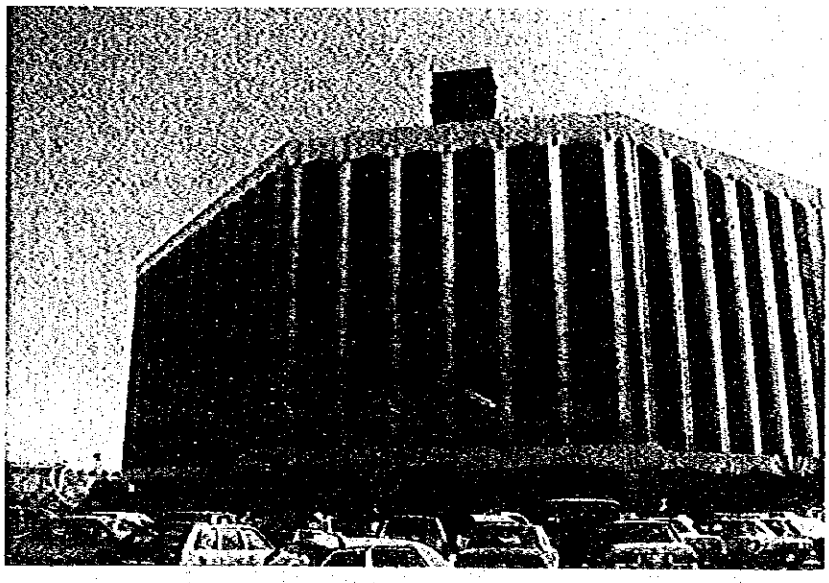
・銀行窓口　０８：００－１２：００（土－木）

・一般企業　０８：００－１３：００及び１６：００－１９：００（土－木）

・日本大使館　０８：００－１４：００（土－水），０８：００－１３：００(木)

（ラマダン月には，法律によって，雇用主は労働者に対し６時間以上の労働を強制してはいけないと決められており，かつ，通常より１時間労働時間を減らさなければならない。例えば，政府機関は，０９：００－１３：００となっているなど，様々である。）

（出典：在アラブ首長国連邦日本国大使館発行「ア首連ガイド」）



アブダビ水・電気庁本部（通称"E18ビル"）

S／W　署名風景
（左より，片倉大使，佐藤団長，Atiq WED次官補）

目　　次

第Ⅰ章　総　論

1. 事前調査の目的 …… 1
2. 背景・経緯 …… 1
3. 調査団構成 …… 1
4. 調査日程 …… 2
5. 訪問先・面会者名簿 …… 3

第Ⅱ章　案件概要

1. 案件概要 …… 5
2. 関係機関 …… 6

第Ⅲ章　S／W協議及び合意内容

1. 協議の要点 …… 9
2. 合意内容 …… 10
   (1) 本格調査の目的 …… 10
   (2) 調査内容 …… 10
   (3) 調査スケジュール …… 11
3. S／W …… 12
4. M／M …… 21

第Ⅳ章　Umm Al Narプラントの概況 …… 25

第Ⅴ章　アブダビの電力事情

1. 電源設備 …… 33
2. 電力需要 …… 33
3. 電力需給の将来計画 …… 34

第Ⅵ章　アブダビの造水事情

1. 造水政策 …… 39
2. 淡水化設備 …… 39
3. 淡水需給の現状と将来計画 …… 44

第Ⅶ章　本格調査にあたっての留意事項 …… 49

第Ⅷ章　収集資料リスト …… 53

第Ⅰ章　総　論

I 総　　論

1. 事前調査の目的

アラブ首長国連邦政府は，１９８７年３月同国の首都アブダビにある発電・海水淡水化プラント海水油害防止対策調査の実施につき我が国の協力を要請した。我が国政府は，最近のペルシャ湾域の緊迫した情勢下でタンカーや油井からの油流出が深刻化しつつある現状に鑑み，１９８７年１０月１９日から１１月２日の間，下記3.の団員から成る事前調査団を派遣した。右事前調査団は，(1)先方要請内容の確認，(2)関連情報・データ等の収集及び(3)本格調査の調査内容・手法・期間等に関する協議を目的として派遣されたもので，最終的には，あらかじめ同調査団が携行したScope of Work（以下S／Wと称す。）に関し合意に至り署名を了することができたものである。

2. 背景・経緯

近年のペルシャ湾域の緊迫した情勢下，タンカー・油井等からの流出油による湾内の海水汚染は深刻なものとなりつつあり，殊にアラブ首長国連邦の首都アブダビでは沿岸水域の海水は，海水淡水化プラント及び火力発電プラントにて利用されていることから（注：発電プラントでは冷却水として用いられている。）プラントの油汚染防止のための対策を講じることが急務とされている。同プラントを所管するアブダビ水・電気庁（Water and Electricity Department。以下WEDと称す。）では，現状放置は淡水化プラント施設内部の汚損のみならず，生産水そのものの油汚染・生産効率の低下，ひいてはプラント全体の操業停止につながり，発電プラントにとっても発電効率の低下につながる恐れがあることから，電力の安定供給を確保するためにも，かかる油害に対して有効な防止対策を講ずる必要性が生じていたものである。

特に，アブダビ市東方に位置するUmm Al Nar 発電・海水淡水化プラント（以下Umm Al Narプラントと称す。）は，アブダビ首長国全体の造水量の約3/4，発電量の約2/3を担う要となるべきプラントであり，加えて，同プラントの東南には原油精製施設が隣接し右精製施設に起因する油汚染も想定しうることから，同Umm Al Nar プラントを対象とした油害防止対策の検討が早急に必要とされている情況にある。

3. 調査団構成

(1) 佐　藤　真　士（団長・総括）

通商産業省工業技術院化学技術研究所プロセス開発部第一課課長

(2) 秋　谷　鷹　二（造水設備）

通商産業省工業技術院化学技術研究所プロセス開発部第一課主任研究官

(3) 川　原　修　司（工業用水行政）

通商産業省立地公害局工業用水課水資源開発係長

(4) 角　湯　正　剛（火力発電設備・海洋環境）

(財) 電力中央研究所経営調査室課長

(5) 穴　田　浩　一（業務調整）

国際協力事業団鉱工業計画調査部資源調査課職員

4. 調査日程

日順	月　日	行　程	調　査　内　容
1	10月19日(月)	東京　シンガポール	移動（JL719）
2	20日(火)	シンガポール	移動（GA886）
3	21日(水)	アブダビ	大使館表敬・日程等打合せ WED訪問・次官補表敬
4	22日(木)	アブダビ市内	WEDにてS／W協議
5	23日(金)	同　上	資料整理
6	24日(土)	同　上	WEDにてS／W協議，関連資料・データ等の収集
7	25日(日)	同　上	Umm Al Nar プラント訪問
8	26日(月)	同　上	WEDにてS／W協議 Umm Al Nar プラントにて資料収集
9	27日(火)	同　上	WEDにてS／W協議 関連資料等の収集
10	28日(水)	同　上	WEDにてS／W協議
11	29日(木)	同　上	WEDにて次官補他とS／W協議
12	30日(金)	同　上	資料整理
13	31日(土)	同　上	S／W署名，大使館へ報告
14	11月　1日(日)	アブダビ ジャカルタ	移動（GA971） 移動（GA872）
15	2日(月)	東京	

※　但し，本件調査団の派遣期間は，当初１０月３１日までを予定していたものであるが，Ｓ／Ｗの最終協議及び諸調整に更に時間を要することとなったため，佐藤団長及び穴田団員の両名が１１月２日まで期間延長することとなったものである。秋谷・川原・角場の各団員については，当初の予定通り下記の日程にて帰国した。

日順	月　日	行　程	調査内容
１２	１０月３０日(金)	アブダビ→ジャカルタ	移動（ＧＡ９７３）
１３	３１日(土)	→東京	移動（ＧＡ８７２）

5.　訪問先・面会者名簿

(1)　アブダビ水・電気庁（ＷＥＤ）

- H. E. Mr Saeed Atiq, Assistant Undersecretary
- Mr. Fahmi Abdelbari（エジプト国籍），Deputy Director-General（Technical）
- Mr. Bushara Makkawi Ahmed（スーダン国籍），Deputy Director-General（Power and Desalination）
- Mr. A. M. Shams El Din（エジプト国籍），Director of Material Testing Laboratory
- Mr. Ali M. El-Nashar（イラク国籍の由。当人には未確認。），Manager of Cogeneration Analysis
- Mr. El Sayed Abdul Aziz（エジプト国籍），Advisory Chemist
- Mr. Mohammed Othman, Legal Advisor
- Mr. Mohammed Abdo Al Ameri, Assistant Public Relations Manager
- Mr. Klaus Dieter Neuberger（西ドイツ国籍），Principal Resident Engineer, Hyolraulic Laboratory
- Mr. Wilfried Katldorf（西ドイツ国籍），Project Engineer, Hydraulic Laboratory

(2)　在アラブ首長国連邦日本国大使館

- 片　倉　邦　雄　　特命全権大使
- 松　田　　勲　　参事官
- 三　上　喜　久　　二等書記官

第Ⅱ章　案　件　概　要

Ⅱ 案 件 概 要

1. 案件概要

本件は，アラブ首長国連邦を構成する7首長国の一つであるアブダビ首長国の水・電気庁（WED）がアブダビ市郊外に有するUmm Al Nar 発電・淡水化プラントを対象に海水油害防止対策を策定するものである。既述の通り，アブダビ市の面するペルシャ湾域の油汚染は深刻なものとなりつつあり，加えて同Umm Al Nar プラントに隣接して原油精製プラントがあることから，WEDでは本件調査を早急に実施したいとしている。

第Ⅲ章にて後述する通り，本件調査は，

(1) Umm Al Nar プラント周辺海域を対象とした海象調査

(2) 同プラントの油汚染による影響調査

(3) 油害防止対策の評価と策定，及び，

(4) 油汚染対策

から成り，各調査対象項目は以下に示す通りである。

(1) 海象調査

- 潮流
- 潮位
- 水温
- 塩分
- 水質
- 底質
- 海生生物

(2) 油汚染による影響調査

- 海水淡水化プラントの生産効率の低下
- 火力発電プラントの発電効率の低下
- 生産水の品質
- 塩素処理
- プラント装置材料の腐食（但し，文献調査のみ。）

(3) 油害防止対策の評価と策定

- 油拡散に関する数値計算
- 油汚染に関するモニタリング・システムの確立
- 油汚染防御システムの検討
- 油汚染防御システムの概念設計

・同システム建設費用の概算検討

・建設スケジュールの策定

・プラントの非常停止とその再操作手法に関する検討

(4) 油汚染対策

・油汚染生産水の処理方法の検討

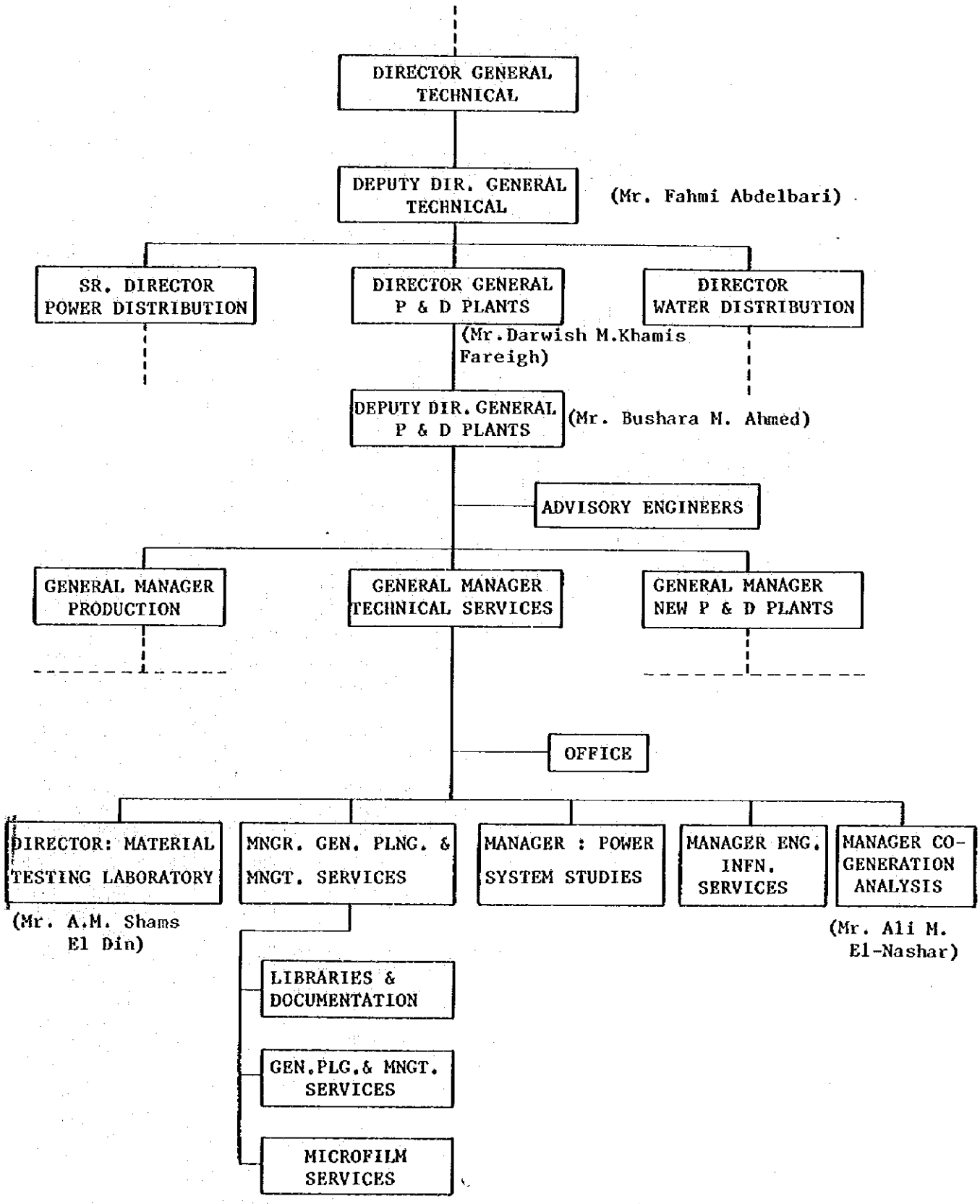
・塩素処理の代替方法の検討

・油汚染プラントの再開方法

2. 関係機関

本件調査の実施主体はアブダビ水・電気庁（ＷＥＤ）であり，その技術総局発電・淡水化プラント部（部長Director General Power & Desalination Plants：Mr. Darwish M. Khamis Fareigh）が本件を所掌し，Umm Al Nar プラント敷地内にある Material Testing Laboratory（所長Director：Mr. A. M. Shams El Din）が我が方調査団の直接の受入れ窓口となる予定。ＷＥＤは職員総数約7,５００名を擁し，その本部はアブダビ市内２ケ所に分在する。（本件調査を担当する上述の発電・淡水化プラント部は，通称「Ｅ１８ビル」と呼ばれるビルにある。）

ＷＥＤ技術総局の組織図を図Ⅱ－１に示す。



図Ⅱ－1　ＷＥＤ技術総局組織図

第Ⅲ章　S／W協議・合意内容

Ⅲ. S／W協議・合意内容

1. 協議の要点

本件事前調査団は，ＷＥＤ側関係者と第一回目の実質的な会合を１０月２２日に持ち意見交換等を行なった後，１０月２９日までの間更に協議を重ね，あらかじめ携行した我が方Ｓ／Ｗ案を提示しつつ，本格調査の調査内容・手法・調査スケジュール等につき説明を行なった。最終的には先方との間で同Ｓ／Ｗ案に関し合意に至り，１０月３１日Ｓ／Ｗ及びミニッツ（以下Ｍ／Ｍと称す。）の署名を，先方ＷＥＤ　Saeed Atiq次官補との間で了することができた。本件協議に関して特筆すべき点等，概略以下の通り。

(1) 先方は，我が方が提示した調査内容・調査手法・スケジュール等技術面については全面的に合意。

　但し，先方は当初，造水能力の低下及び塩素処理の評価手法につき我が方原案とは異なったものを有していたが，最終的には，我が方原案に合意したもの。先方との相違点は，淡水化プラント運転中の油汚染の影響を，時間的な変化をも含め，パイロット・プラントでの実験を通じ検証したいというものであった。

(2) ＷＥＤ側との最大の争点は，Ｓ／Ｗ第Ⅵ項「先方の採るべき措置」で，ＷＥＤ側は我が方原案にあった「アラブ首長国連邦政府」を実施主体とした表記を受入れなかったものである。右は，Ｓ／Ｗの先方署名者はＷＥＤであり，かつ，当該条項でいう各「採るべき措置」も実質上ＷＥＤのイニシャティヴにより実施されることから，各義務・措置の履行責任者としてＷＥＤの名を明記すべしとの理由によるものであった。

　これに対し，我が方調査団は本件が政府間ベースの技術協力案件である故，調査実施に際しては連邦政府からの何らかの形でのエンドースが必要である旨説明の上，訓令に基づき当該部分の代替表記案（〝Govenment of UAE〟に替わって〝UAE Side〟を挿入等）を提示しつつ鋭意説得に努めたが，先方の理解が得られなかったものである。

　最終的には，我が方が先方の意向を勘案し，また，アラブ首長国連邦では連邦政府は実態上余り権限を有しておらず連邦の構成員たる各首長国政府が行政上・経済上の実権を行使しているといった事実にも鑑み，ＷＥＤ側の主張を受入れる形で合意するに至った。

(3) 調査対象海域の安全性については，我が方としても最大の関心を有しているところであるが，これについては，調査団員の安全性が保証された海域にて調査は実施されることを，先方との間で確認した。（Ｓ／Ｗ第Ⅵ項１(2)及びＭ／Ｍ第３項参照。）

(4) ＷＥＤにとって本件分野の調査は初めての経験ということから，先方ではＷＥＤ技術者への当該分野の技術移転には大きな関心を有しているやに思われた。しかしながら，カウンターパート技術者の専門分野構成，人員配置については何ら具体的なアイデアを有して

おらず，ために本格調査開始前に我が方より必要とされる人数・分野につき，先方に対し助言することとした。（M／M第4項参照）

(5) 本格調査にて必要とされる各種機材について，先方はほとんど所有しておらず（一部所有しているものについても本格調査時のavailabilityは期待し難い。），調査開始時より必要とされる下記の測定機器及び分析機器を中心に一式の供与要請があった。（M／M第5項参照。）

供与要請のあった機材

・流　速　計	1基
・水　温　計	1基
・DOメーター	2基
・pHメーター	1基
・サリノメーター	1基
・油分濃度計	1基
・TOCメーター	1基

上記以外の必要機材については，原則としてWED側が準備することとなっている。（M／M第5項後段参照。）

(6) 先方より，カウンターパート技術者の日本での研修につき要請があった。（M／M第6項参照。）

(7) WEDより，プラント施設材料の腐食につき文献調査程度のものを本格調査の調査項目に入れて欲しい旨の要請があったので，本件調査実施に際しては可能な範囲で先方の要望に沿うよう考慮することとしたい。

2. 合意内容

(1) 調査目的

本件本格調査の目的は，アブダビ水・電気庁（WED）がアブダビ市郊外のUmm Al Nar地区に所有する発電・淡水化プラントを対象に，海水の油汚染による影響を調査し，必要な防止対策を策定することにある。また，同調査を通じ，WED側カウンターパート技術者に対して当該分野の技術移転を行う。

(2) 調査内容

第II章にて既述の通り，本件本格調査では，海象調査，油汚染の影響調査，油汚染防止対策調査，油汚染対策調査の各調査を実施する。

（P. 5 ～P. 6 第II章1.参照）

(3) 調査スケジュール

S／W付属の〝Tentative Time Schedule〟（P.19 参照。）にある通り，本件調査は以下の要領で計２１ケ月に亘り実施される予定である。

１９８８年	２月	インセプション・レポート提出
	２月～　３月	第一次現地調査
	３月	プログレス・レポート（№１）提出
	４月～　７月	国内解析作業
	８月	プログレス・レポート（№２）提出
	８月～１０月	第二次現地調査
	１０月	プログレス・レポート（№３）提出
	１１月～１２月	国内解析作業
１９８９年	２月	第三次現地調査
	３月	インテリム・レポート提出
	２月～　５月	国内解析作業
	８月	ドラフト・ファイナル・レポート提出及び同レポート内容説明ミッション派遣
	１０月	ファイナル・レポート提出

3. S / W

今回署名したS／Wを以下に示す。

SCOPE OF WORK

FOR

STUDY ON MEASURES TO PREVENT OIL POLLUTION

OF THERMAL ELECTRIC POWER STATIONS

AND SEA WATER DESALINATION PLANTS

IN

UMM AL NAR,

ABU DHABI,

THE UNITED ARAB EMIRATES

AGREED UPON BETWEEN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

AND

WATER AND ELECTRICITY DEPARTMENT

OF ABU DHABI EMIRATE

ABU DHABI, OCTOBER 31, 1987

Masahito Sato

MASAHITO SATO
TEAM LEADER,
PRELIMINARY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

SAEED ATIQ
ASSISTANT UNDER SECRETARY,
WATER AND ELECTRICITY DEPARTMENT,
ABU DHABI

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the United Arab Emirates (hereinafter referred to as "UAE"), the Government of Japan has decided to conduct a Study on Measures to Prevent Oil Pollution of Thermal Electric Power Stations and Sea Water Desalination Plants in Umm Al Nar, Abu Dhabi (hereinafter referred to as "the Study"), and in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for implementation of technical cooperation programme of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the relevant authorities in UAE.

The Water and Electricity Department of the Abu Dhabi Emirate (hereinafter referred to as "WED") shall act as a counterpart body to the JICA study team and for coordinating other relevant UAE organizations in smooth and efficient conduct of the Study.

The present document sets forth the scope of work for the Study.

II. OBJECTIVE OF STUDY

The Study is designed to evaluate the impacts of the marine oil pollution on the thermal electric power stations and the sea water desalination plants in Umm Al Nar, Abu Dhabi and to formulate necessary measures to prevent above-mentioned facilities from the pollution.

M. S.

III. SCOPE OF STUDY

The study will be carried out in Umm Al Nar and its surrounding area on the following.

1. Investigation in Coastal Areas:
   - Tidal current
   - Tidal elevation
   - Water temperature
   - Water salinity
   - Water quality
   - Sediment
   - Marine-biota
2. Assessment of Oil Pollution Impacts:
   - Decline in productivity of the desalination plants
   - Decline in efficiency of the thermal electric power stations
   - Quality of product water
   - Chlorination
3. Evaluation and Formulation of Preventive Measures:
   - Numerical simulation of oil dispersion
   - Monitoring system of marine oil pollution
   - Preventive system of marine oil pollution
   - Conceptional design of the preventive facility
   - Cost estimation
   - Implementation schedule
   - Emergency stoppage of plant and its re-operation thereafter
4. Counter-Measure against Pollution
   - Treatment system of oil polluted product water
   - Possibility of substitutional method for chlorination
   - Restoration of polluted plant

M. S.

IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be conducted in accordance with the tentative time schedule as shown in Appendix I attached hereto.

V. REPORT

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of Abu Dhabi.

1.	Inception Report	10 copies
2.	Progress Reports	10 copies Each
3.	Interim Report	10 copies
4.	Draft Final Report	20 copies
5.	Final Report	30 copies

VI. UNDERTAKING BY WED, GOVERNMENT OF ABU DHABI.

1. To facilitate the smooth conduct of the Study, WED, Government of Abu Dhabi, shall take necessary measures for the following.

   (i) to permit the members of the JICA study team to enter, leave and sojourn in UAE in connection with their assignment therein, and exempt them from alien registration requirement and consular fees.

M. S.

(2) to inform the members of the JICA study team of any existing and/or anticipated risk in the Study area and to take measures deemed necessary to secure the safety of the team.

(3) to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study.

(4) to exempt the members of JICA study team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials to be brought into UAE for the purpose of conducting the Study.

(5) to arrange customs clearance, handling and storage at the airport and custody of equipment, machines, instruments, tools and other articles to be brought into UAE for implementation of the Study.

(6) to exempt the members of the JICA study team from income tax and other charges of any kind imposed on or in connection with any emolument of allowance to be paid to the members of the JICA study team for their services in connection with implementation of the Study.

(7) to provide necessary facilities to the JICA study team for remittance as well as utilization of the funds introduced into UAE from Japan in connection with the conduct of the Study.

(8) to provide free medical services as needed.

(9) to secure permission to take out to Japan all the data and documents, including photographs and maps, as well as samples related to the Study.

M. S.

2. WED, Government of Abu Dhabi, shall bear claims, if any arises against the members of the JICA study team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or wilful misconduct on the part of the members of the JICA study team.

3. WED shall, at its own expense, provide the JICA study team with the following, in cooperation with relevant UAE agencies if necessary.

(1) available data and information related to the Study

(2) counterpart personnel

(3) suitable office space with necessary equipment

(4) necessary vehicles and vessel(s) with drivers and crew, fuel and spare parts for carrying out the field survey

(5) necessary labourers for the Study

(6) necessary communication facilities during the Study, such as telephone, telex, transceiver, etc.

(7) credentials or identification cards

M. S.

VII. UNDERTAKING BY JICA

For the implementation of the Study, JICA shall, in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, take the following measures:

1. to dispatch, at its own expense, study teams to UAE

2. to perform technology transfer to the counterpart personnel in the course of the Study

VIII. TECHNICAL UNDERTAKINGS

The division of technical undertakings by JICA and WEO is detailed in Appendix II attached hereto.

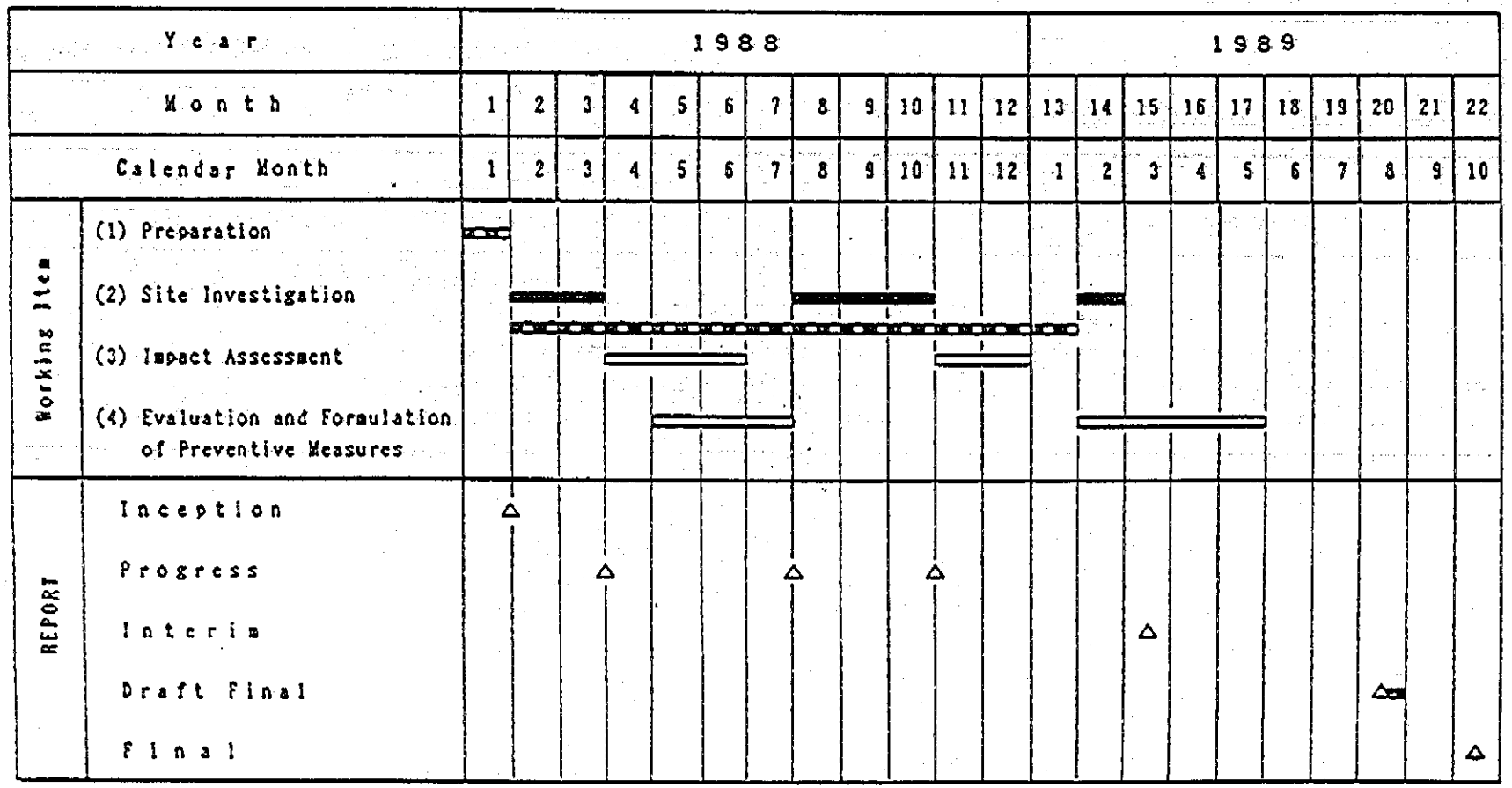
IX. CONSULTATION

JICA and WEO will consult with each other in respect of any matter that may arise from or in connection with the Study.

M. S.

Appendix I

Tentative Time Schedule



Work in Abu Dhabi by WED :
Work in Abu Dhabi by JICA :
Work in Japan :
Submission of Report : △

Appendix II

Technical Undertakings by WED and JICA

Working Item	Undertaking by WED	Undertaking by JICA
1.Data and Information	•Provision of existing data & information on the following: Tidal current Tidal elevation Water temperature Water salinity Water quality Topographic map Geological data Meteorological data Data by Hydraulic model	Review and Analysis
2.Site Investigation	•Assignment of counterpart engineers •Carrying out laboratory experiment •Preparation of available instrument •Installation and maintenance of instrument •Measurement	•Programming of measurement •Selection of measurement sites •Supervision of Instrument Installation & Measurement
3.Impact Assessment	•Provision of necessary data information and water samples	•Analysis and Assessment
4.Evaluation and Formulation of Preventive Measures	- ditto-	•Evaluation and Formulation
5.Counter-Measure against Pollution	- ditto-	- ditto-

4. M / M

今次協議に係る議事録は以下の通り。

MINUTES OF MEETINGS

The Preliminary Study Team for the Study on Measures to Prevent Oil Pollution of Thermal Electric Power Stations and Sea Water Desalination Plants in Umm Al Nar, Abu Dhabi, United Arab Eirates, dispatched by the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "the JICA team") had a series of discussions with relevant officials of the Water and Electricity Department of the Government of Abu Dhabi Emirate (hereinafter referred to as "WED") from October 21 to October 31, 1987.

The list of members of both sides is attached hereto as Annex.

The conclusions of the above-mentioned discussions are summarised as follows:

1. WED expressed deep appreciation to the Japanese Government as represented by the esteemed JICA team for responding to WED's request to assist in studying the pollution problem in Umm Al Nar.

2. Both JICA team and WED agreed on the content of the Scope of Work and the tentative time schedule attached to the said Scope of Work.

3. With reference to item (2) of sub-article 1 of article VI of the said of Scope of Work, and in view of the present international situation in the Gulf, WED reaffirmed that the Study shall be conducted in areas where the safety is secured for both JICA study team and WED personnel.

4. With reference to item (2) of sub-article 3 of article VI of the said Scope of Work, the number and specialization of the counterpart personnel to be assigned by WED shall be advised by JICA prior to the Study.

M. S.

5. In connection with the equipment needed for conducting the Study, WED requested for the following with a view to implementing the Study more smoothly and efficiently: one current meter, one thermometer, two oxygen meters, one pH meter, one salinometer, one IR oil meter and one TOC meter. WED also stated that the remaining necessary equipment shall be purchased by themselves. However, in case WED faces difficulty to purchase all the above-mentioned equipment on time for commencing the Study, JICA will be informed of it by the end of December,1987.

6. With reference to sub-article 2 of article VII of the said Scope of Work, WED requested the counterpart training programme to be implemented in Japan. The JICA team stated that they would forward such request to Tokyo.

Abu Dhabi October 31,1987

MASAHITO SATO
TEAM LEADER,
PRELIMINARY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

SAEED ATIQ
ASSISTANT UNDER SECRETARY,
WATER AND ELECTRICITY DEPARTMENT,
ABU DHABI

Annex **List of Participants**

(JICA team)

Dr.Masahito Sato

Mr.Takaji Akiya

Mr.Shuji Kawahara

Dr.Masatake Kadoyu

Mr.Hirokazu Anada

(W.E.O.)

H.E. Mr.Saeed Atiq

Mr.Fahmi Abdelbari

Mr.Bushara M. Ahmed

Prof.A.M.Shams El Din

Dr.Ali El-Nashar

Mr.Sayed Abdul Aziz

M. S.

第Ⅳ章　Umm Al Narプラントの概況

Ⅳ Umm Al Narプラントの概況

第Ⅲ章のS／Wに述べられているように今回の調査ではUmm Al Nar 地区の発電・海水淡水化プラントを調査対象とすることにした。本章では，当該地区の発電・海水淡水化プラント，特に同プラントに海水を供給する取水口の現状について述べる。

Umm Al Nar は図Ⅳ－1に示すようにAbu Dhabi島，Sadiyat島に囲まれた内湾の奥に位置し，発電プラント，海水淡水化プラント及び隣接地区の原油精製施設を含めてコンビナートを形成している。同プラントでアブダビの全造水量の約3／4，発電量の約2／3を賄っている。

Umm Al Nar の構内は広大であるが発電・淡水化プラントの周辺はプラントが込みあっており海水淡水化プラントの増設を重ねている現状が理解できる。構内に入るとそこがUmm Al Nar／East地区であり，続いてUmm Al Nar/West地区につながる。図Ⅳ－2に同地区の概念図をまた表Ⅳ－1に発電プラント及び淡水化プラントの接続状況を示す。当該地区では発電プラントはいずれも二重目的でスチームの一部を抽気して淡水化プラントの熱源にしている。

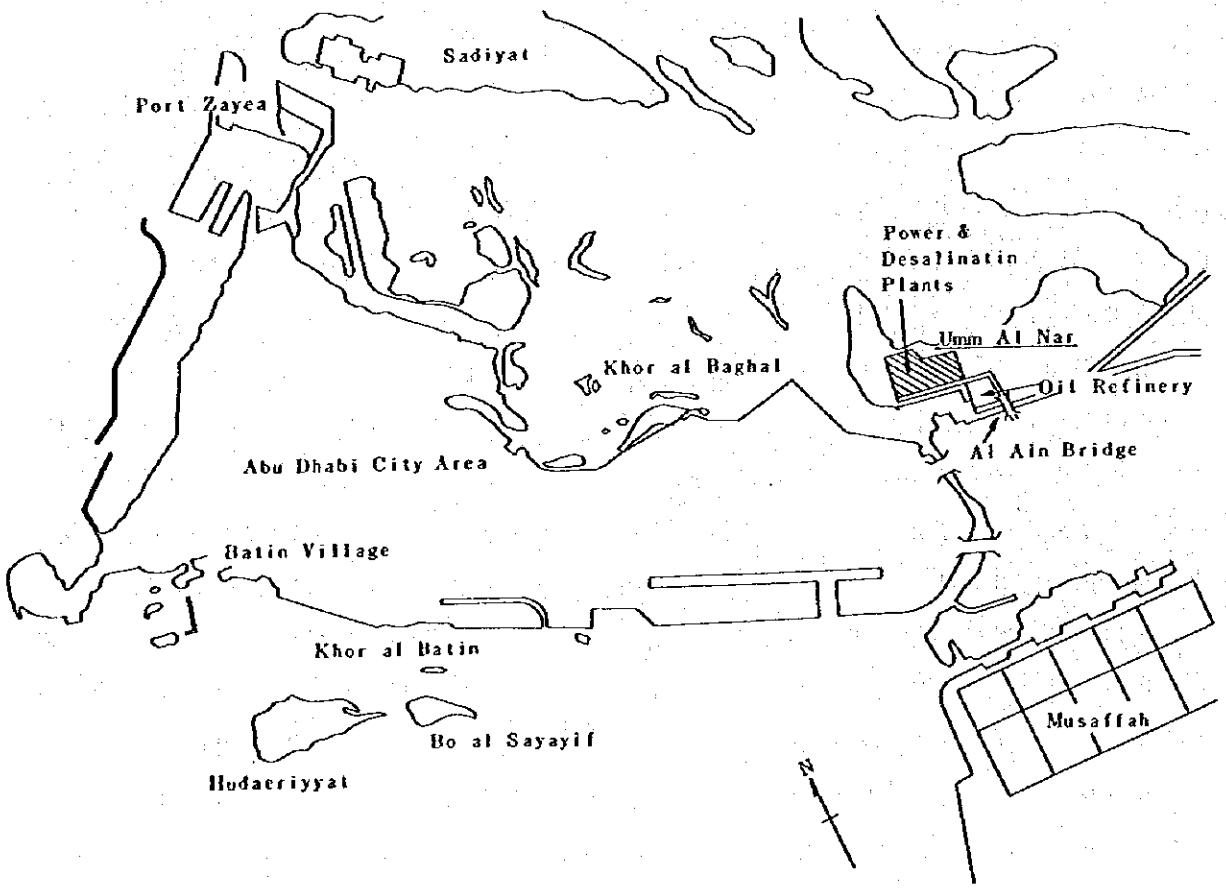
取水口（S/W INTAKE）は図Ⅳ－2に示すようにUmm Al Nar 地区の南面の海岸に三ケ所，また排水口（OUT FALL）が北面の四ケ所に設けてあり，各々の取水量，排水量は表Ⅳ－2の通りである。

取水設備については調査団が聴取した範囲では以下の通りであった。取水口付近の水深は約10mであり，海底は細かい砂でおおわれている。取水設備は鉄筋コンクリート製で，取水口に接続してバー・スクリーン，トラベリング・スクリーンがあり，トラベリング・スクリーンにはすき網枠を取り付けたチェーンが付属しておりこれを回転させ更に背面からジェット水を噴射させることによって固形分を除去するようになっている。スクリーンの後には水深約10m，海水の滞留時間約10秒の沈砂池がある。沈砂池に堆積した砂は定期的に除去される。海水はこの沈砂池から各プラントへポンプで送られる。取水パイプの先端と海底との間は比較的近いため，細かい海砂が海水と一緒に取込まれてしまうトラブルが発生することがある由であった。取水海水の塩素処理は，塩素を海水に溶かした溶液を55m^3／時で供給し最終的な残留塩素が2ppmになるように行なっている。取水海水の分析値の一例を表Ⅳ－3に示す。

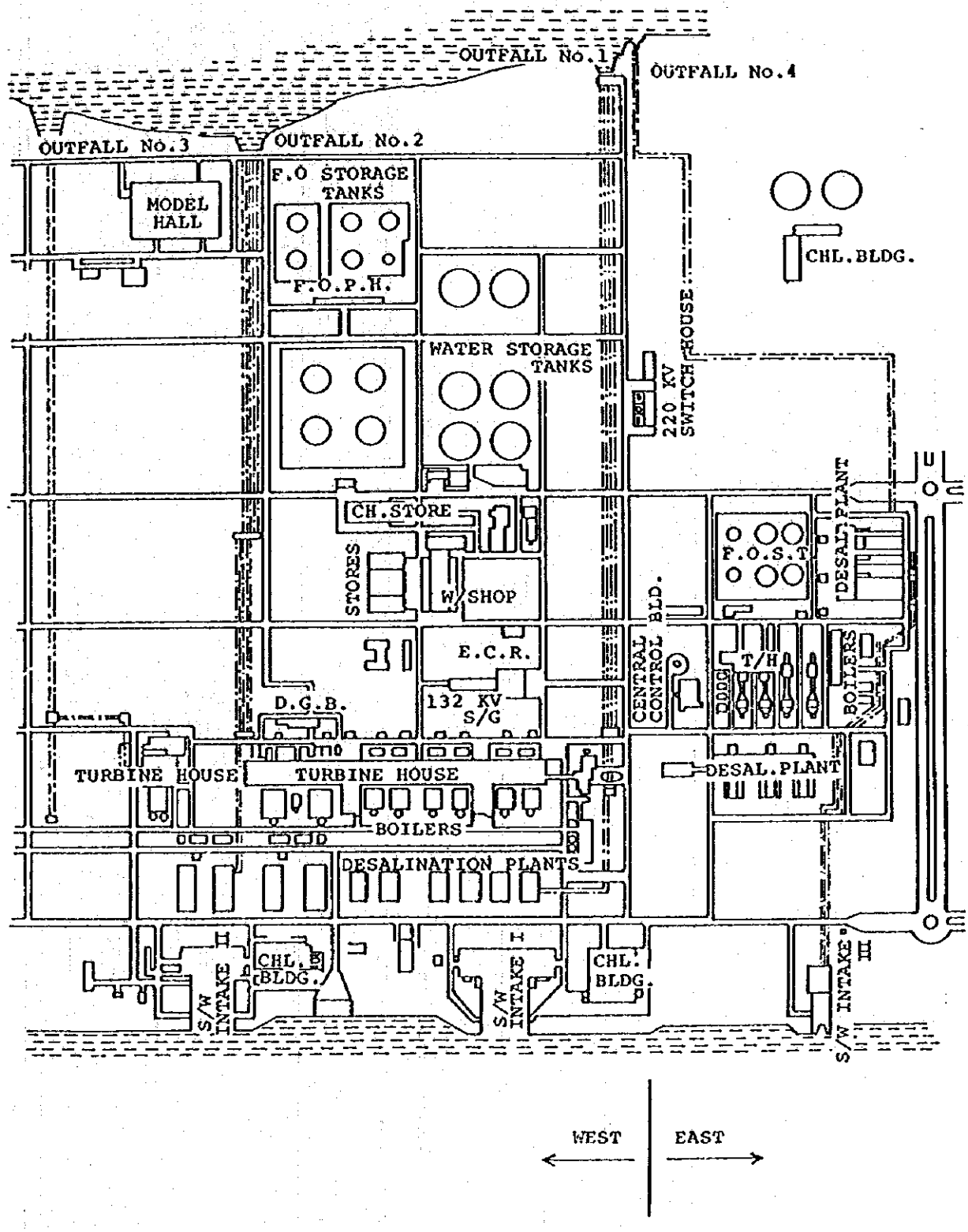
取水口の外側には油汚染防止装置が設備されている。その概念図を図Ⅳ－3に示す。現在のところ設備は第一取水口だけであるが汚染監視用センサーとエアバブル・システムおよび海面下約1m，海面上約10cmのオイル・フェンスからなり，エアバブル用空気は海岸線に設置されたコンプレッサー室内の圧縮機三台（圧力8bar，吐出量2,225cfm≒62.3m^3/分）から送られる。将来的には各取水口に設備し更にその外側に一系列のエアバブルを設け油汚染に対して万全を期したいということであった。海汚染監視用のセンサー概念図を図Ⅳ－4に示す。フロートの両端にある銅板の間に油が存在すると，その濃度により銅板間の電気的性質（抵抗？）

の変化として容易に油汚染度を検知でき，3ppmまで測定が可能であると担当者から説明を受けたが，実際の測定能力は不明である。Umm Al Nar地区では大規模な油汚染は経験しておらず，隣接する製油プラントへ油を陸揚げする時に一部流出したのが過去唯一の事例であった由であるが，この時には従業員が目視してただちに対策を取り，事なきを得たということであった。

またWEDはUmm Al Nar コンビナート内にHydraulic Laboratoryを有し，同Lab.内に表Ⅳ－4の仕様からなる大型の水理模型を設置している。この水理模型はアブダビ周辺海域を対象としており，本調査における調査海域をカバーしうるものと思われる。同Lab.では西独のコンサルタント会社が1982年以来西独政府機関及びハノヴァー大学の協力により当該海域の流況調査，シミュレーション等を実施しており，本件調査に利用できるデータ・情報も整備されつつある状況である。なお，生産淡水は塩素処理後アブダビ市内からAl Ainに配水されている由である。（配水管路図については，収集資料リストの10を参照のこと。）



図Ⅳ－1　Abu Dhabi 周辺海域



図Ⅳ－2　Umin Al Nar 地区概観

表Ⅳ－1　Umm Al Nar における発電プラント・海水淡水化プラントの組み合わせ

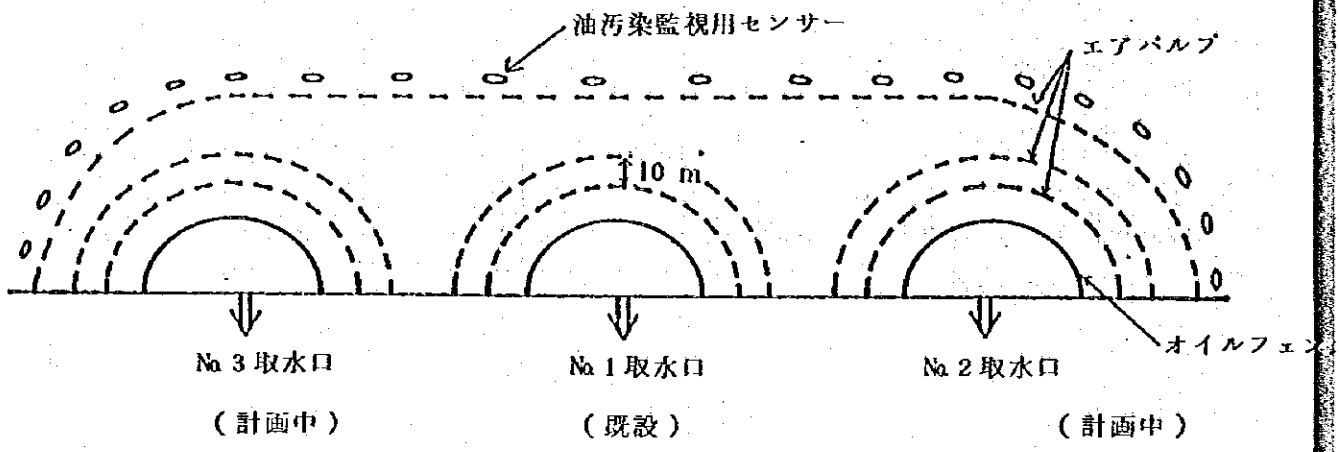
POWER PLANT					
1. コンサルタント	ELEKTROWATT LAHMEYER INTERNATIONAL（西独）	LAHMEYER INTERNATIONAL	LAHMEYER INTERNATIONAL		EWBANK（英国）
2. 主契約者	ELIN-UNION（オーストリア）	SKODA（チェコスロヴァキア）	DEUTSCHE BABCOCK（西独）		BBC（西独）
3. COMPLETE DATE	1983	1985	1979～1981		1979
TURBINE & GENERATOR					
1. 請負者	FRANCO-TOSI（イタリア）	SKODA	SKODA	FIAT（イタリア）	BBC
2. CAPACITY× UNIT	75MW×2	120MW×2	65MW×6	100MW×2	85MW×2
3. プラント番号	10　9	8　7	6　5　4　3　2　1	GAS TURBO 4　3	GAS TURBO 2　1
BOILER					
1. 請負者	WAGNER BIRD（オーストリア）	SKODA	DEUTSCHE BABCOCK		BORSIG（西独）
2. CAPACITY× UNIT	320～355T/H×91BAR×2		365T/H×66.7BAR×6	AUX. B 160T/H×2 W.H.B.210～315T/H×2	135T/H×40Kg/cm²×3 WASTE HEAT
3. プラント番号	10　9	8　7	6　5　4　3　2　1	7　6　5　4	3　2　1
DESALINATION					
1. コンサルタント		Dr.ALIEL-SAIE（エジプト）	Dr. ALIEL-SAIE	Dr. ALIEL-SAIE	Dr. ALIEF-SALE
2. 契約者		SIDEM(FR)	IHI	ITALIM-PIANTI（イタリア）	SIDEM
3. CAPACITV× UNITS	3MIGPO×2	5MIGPO×4	4MIGPD×6	6/7.2MIGPO×7	5/6MIGPO×3
4. プラント番号	10　9	8B　8A　7B　7A	6　5　4　3　2　1	6　5　4	3　2　1
5. COMPLETE DATE	計画中	1985	1980～1981	1986～1987	1979～1980
	Umm Al Nar/West			Umm Al Nar/East	

表Ⅳ－2　海水取水量・排出量

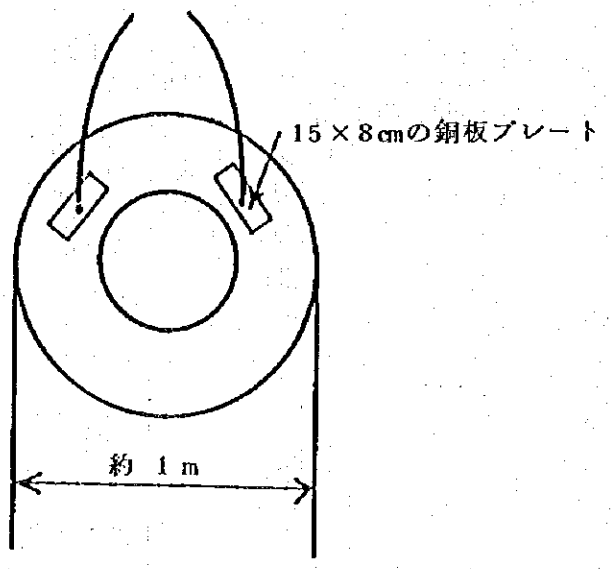
海水取水量〔m³／h〕			排出量〔m³／h〕			
No. 1	No. 2	No. 3	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
5門 220,000	4門 188,000	1門 55,000	143,000	178,000	72,000	51,000

表Ⅳ－3　海水の分析値

pH-Value	8～8.05
Conductivity	60,000～70,000 μs/cm
Total dissoved solids（180℃）	47,000～49,000 ppm
Total Hardness	8,700～8,900 ppm as $CaCO_3$
Calcium Hardness	1,400～1,500 ppm as $CaCO_3$
Magnesium Hardness	7,300～7,400 ppm as $CaCO_3$
P. Alkalinity	8～12 ppm
M. O. Alkalinity	115～120 ppm
Chloride	26,000～28,000 ppm（Cl^-）
Sulphate	3,600～3,860 ppm（SO_4^{2-}）
Sodium	12,500～14,000 ppm（Na^+）
Potassium	600～650 ppm（K^+）
Calcium	550～600 ppm（Ca^{2+}）
Magnesium	1,750～1,850 ppm（Mg^{2+}）
Copper	0.015～0.025 ppm（Cu^+）
Iron	0.013～0.020 ppm（Fe^{2+}）



図Ⅳ－3　油汚染防止装置概念図



図Ⅳ－4　センサー概念図

表Ⅳ－4　水　理　模　型　仕　様

水理実験場仕様	水理模型室	108m×70m，中央の高さ11m
	基　　礎	650コンクリートパイル
	高架水槽	50m³
	地下水槽	600m³
	遠心ポンプ	250リットル×3基
	トラベリングクレーン	能力1,500kg
水理模型仕様	模型面積	4,000m²（実際面積560Km²に相当）
	縮　　尺	水平　1：375
		垂直　1：60
	模型建設精度	水平　±10mm（実際±3.75mに相当）
		垂直　±1.5mm（実際±9.0cmに相当）
	動的相似性精度	水平　±0.5mm（実際±3.0cmに相当）
	模型作動制御	コンピューターによる制御・データ収録及び評価

第Ⅴ章　アブダビの電力事情

V アブダビの電力事情

アブダビ首長国における発電，送変電及び配電は主としてWEDによって行なわれている。電力需要を地域的にみると，主として沿岸部のアブダビ地域と内陸部のアル・アイン地域に区分され，それぞれに火力発電設備があり，相互に電力融通を行っている。アブダビ地域はアブダビ首長国全体の総電力需要及び総電源設備の3／4を占めている。

1. 電源設備

電源設備は表V－1に示すようにアブダビ地域において7火力発電所の合計出力1,421MW，アル・アイン地域においてアル・アイン火力発電所・出力374MWの総出力1,795MWの容量を有している。現在アブダビ地域においてUmm Al Nar／West Power Stationの160MWの増設，Taweelah Power & Desalination Stationの200MWの建設計画が進められている。

表V－1　電源設備の概要

（1986年現在）

発電所	出力（MW）
1. Al Ain	373.7
2. Diesel Power Station (Al Shabia)	17.9
3. Gas Turbine Power Station (Mina Zayed)	208.8
4. Steam Turbine Power Station (Mina Zayed)	140.0
5. Saddiyat Diesel Station	7.0
6. Umm Al Nar／West Power Station	670.0（160.0）
7. Umm Al Nar／East Power Station	253.2
8. Baniyas Gas Turbine & Diesel Power Station	124.4
9. Taweelah Power & Desalination Station	（200.0）
合計	1,795.0（360.0）

（　）は建設中

2. 電力需要

アブダビの1986年の年間消費電力量は5,625百万kWhであり，前年比で9.8％の伸びである。1976年から1986年までの年間消費電力量の年平均伸び率は19.9％となっている。

１９８６年の年間ピーク消費電力は1,１３６MW（１９８６年７月）であり，前年比6.9％の伸びである。１９７６年から１９８６年までの年間ピーク消費電力の年平均伸び率は１７.４％となっている。

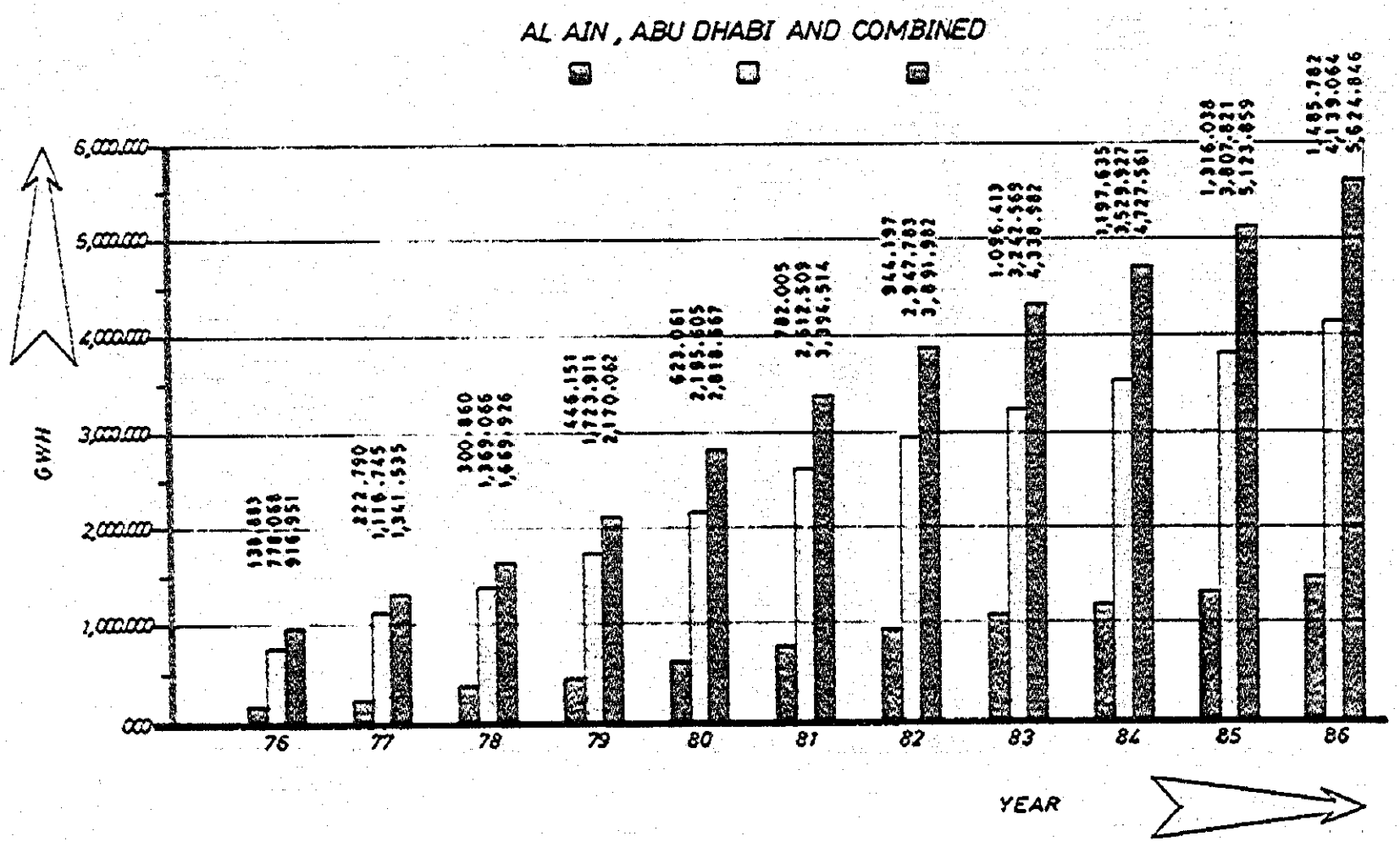
図Ｖ－１及び図Ｖ－２に１９７６年から１９８６年までの電力需要の推移を示す。

3. 電力需給の将来計画

アブダビの電力需給の将来予測によると１９８６年以降１９９５年まで，余備力を含めたピーク電力の需要が年平均5.８％の伸びを示すものと予測しており，１９９５年には1,８８９MWの需要を想定している。しかし，１９９５年において，現在の電源設備のままでは設備の老朽廃止によりその供給能力が９７６MWに低下するため９１３MWの電力不足が生じると予測している。

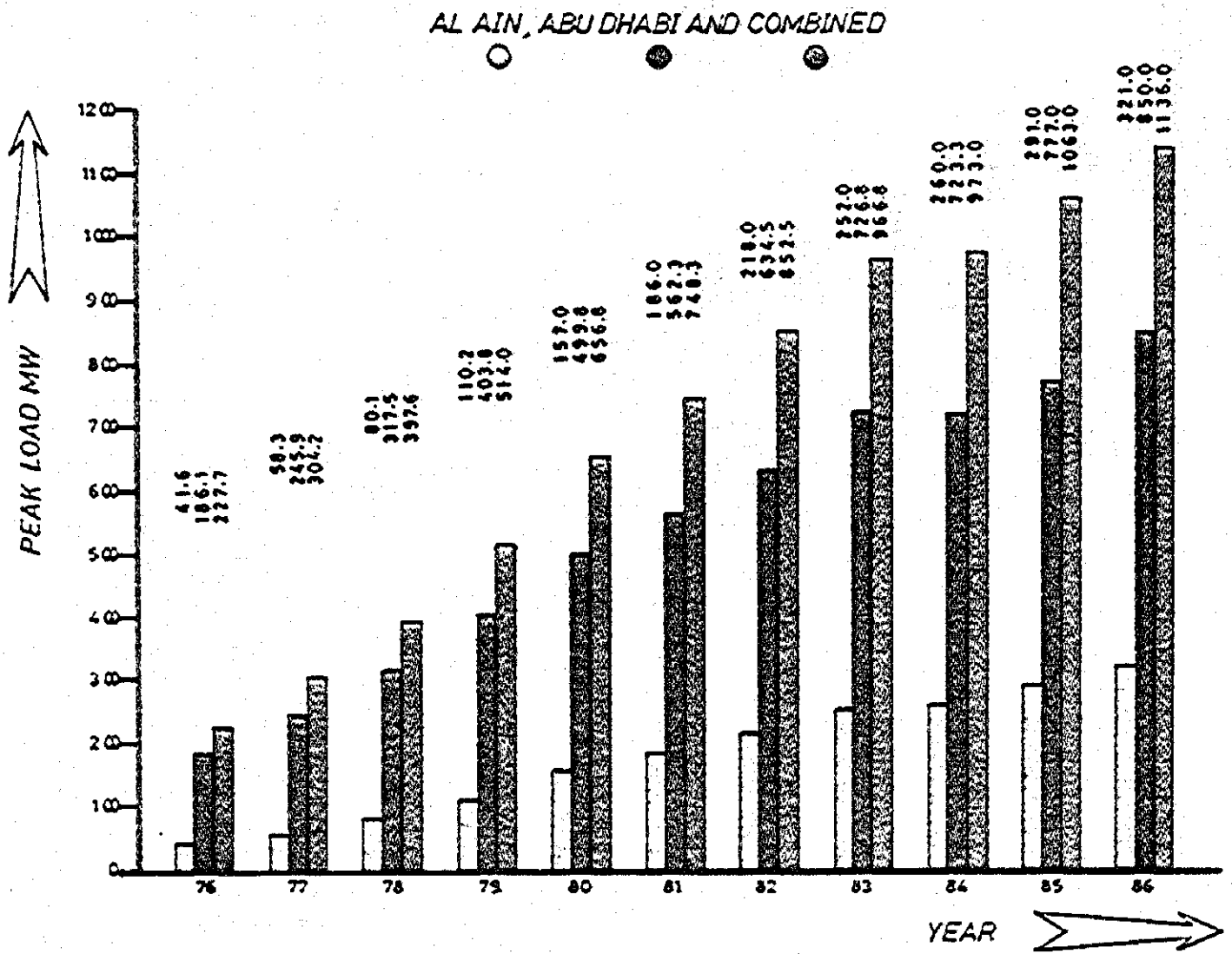
アブダビ及びアル・アインにおける電源開発計画を表Ｖ－２－(1)～(2)に，また，アブダビ首長国における電力需給予測を表Ｖ－３に示す。

図Ｖ－１　年間消費電力量の推移（１９７６～１９８６）



GP & MS / DRG. # 5 / FEB, 87

図Ｖ－２　年間ピーク消費電力の推移（１９７６～１９８６）



GP&MS/DRG.# 1 / JAN,87

表V－2－(1) 電源開発計画（1986年～1995年）

アブダビ

(MW)

Station	Unit	Date Commiss-ioned	Rated/CP	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Gas Turbine Station	1	5/70	13.7	0.14	--	--	--	--	--	--	--	--
	2	5/70	13.7	10	--	--	--	--	--	--	--	--
	3	6/70	13.7	10	--	--	--	--	--	--	--	--
	4	7/70	13.7	10	--	--	--	--	--	--	--	--
	5	10/69	13.7	10	--	--	--	--	--	--	--	--
	6ST	7/74	15	12	12	12	11	11	11	11	11	11
	7	7/74	17.9	12.5	12.5	--	--	--	--	--	--	--
	8	8/74	17.9	12.5	12.5	--	--	--	--	--	--	--
	9	10/74	17.9	12.5	12.5	12.5	--	--	--	--	--	--
	31	6/75	17.9	12.5	12.5	12.5	--	--	--	--	--	--
	32	7/75	17.9	12.5	12.5	12.5	--	--	--	--	--	--
	33	5/76	17.9	12.5	12.5	12.5	12.5	--	--	--	--	--
	34	6/76	17.9	12.5	12.5	12.5	12.5	--	--	--	--	--
	Total		208.8	154	100	74	36	11	11	11	11	11
Steam Turbine Station	11	1/77	30	29	29	29	29	29	22.5	22.5	22.5	22.5
	12	3/77	20	18	18	18	18	18	15	15	15	15
	13	10/76	20	18	18	18	18	18	15	15	15	15
	21	6/77	20	18	18	18	18	18	15	15	15	15
	22	6/77	20	18	18	18	18	18	15	15	15	15
	23	6/77	30	29	29	29	29	29	22.5	22.5	22.5	22.5
	Total		140	130	130	130	130	130	105	105	105	105
UNW Steam Turbine Station	1	7/79	60	60	60	60	60	60	60	60	45	45
	2	11/79	60	60	60	60	60	60	60	60	45	45
	3	2/80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	45
	4	4/80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	45
	5	11/80	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	6	2/81	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	7	12/86	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160
	8	10/87	--	--	160	160	160	160	160	160	160	160
	9	7/83	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	10	1/84	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	Total		670	670	830	830	830	830	830	830	800	770
UNE Gas Turbine Station	1	5/78	60	60	42	42	42	42	42	--	--	--
	2	6/78	60	60	42	42	42	42	42	--	--	--
	3	2/84	65	65	65	65	65	65	65	65	45.5	45.5
	4	3/84	65	65	65	65	65	65	65	65	45.5	45.5
	Total		250	250	214	214	214	214	214	130	91	91
BYS Gas Turbine Station	1	3/84	26	25	25	25	25	25	25	25	18	18
	2	3/84	26	25	25	25	25	25	25	25	18	18
	3	3/84	26	25	25	25	25	25	25	25	18	18
	4	3/84	26	25	25	25	25	25	25	25	18	18
	Total		104	100	100	100	100	100	100	100	72	72
TAW Gas Turbine Station	1	10/87	--	--	84	84	84	84	84	84	84	84
	2	12/87	--	--	84	84	84	84	84	84	84	84
	3	2/88	--	--	84	84	84	84	84	84	84	84
	Total				252	252	252	252	252	252	252	252
TOTAL CAPACITY OF ABU DHABI			1351	1304	1626	1600	1562	1537	1512	1428	1331	1301

表V－2－(2) 電源開発計画（１９８６年～１９９５年）

アル・アイン

(MW)

Station	Unit	Date Commiss-ioned	Rated Capacity	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
A Station			121.86	Diesel fuel only - to be retired								
B Station			130	Diesel fuel only - to be retired								
C Statio	14	7/78	15.7	15	11	11	11	11	11	8	8	8
C Sel/Crude	15	7/78	15.7	15	11	11	11	11	11	8	8	8
	16	8/78	15.7	15	11	11	11	11	11	8	8	8
	17	12/78	15.7	15	15	11	11	11	11	11	8	8
	Total		62.8	60	48	44	44	44	44	35	32	32
D Station	1	-/74	17.35	12	12	-	-	-	-	-	-	-
Gas Turbine	2	-/75	17.35	12	12	12	-	-	-	-	-	-
	3	2/77	17.5	12	12	12	12	12	-	-	-	-
	4	4/77	17.5	12	12	12	12	12	-	-	-	-
	5	-/79	17.5	15	15	12	12	12	12	12	-	-
	6	-/79	17.5	15	15	12	12	12	12	12	-	-
	7	6/80	22.9	20	20	20	16	16	16	16	16	-
	8	7/80	22.9	20	20	20	16	16	16	16	16	-
	9	-/81	22.9	20	20	20	20	16	16	16	16	16
	10	-/81	22.9	20	20	20	20	16	16	16	16	16
	11	-/83	31.5	26	26	26	26	20	26	22	22	22
	12	-/83	31.5	26	26	26	26	20	26	22	22	22
	TOTAL		259.3	210	210	192	172	164	140	132	108	76
TOTAL CAPACITY AL AIN			322.1	270	258	236	216	208	184	167	140	108
TOTAL SYSTEM CAPACITY			1673	1574	1884	1836	1778	1745	1696	1595	1471	1409

NOTES: 1. Peak demand is expected to be in August. Hence, the availability in the next year is considered if the unit was commissioned after August.

2. Diesel Generators a - Do not use generators to be run on diesel fuel only.

表V－3 電力需給予測（１９８７年～１９９５年）

INSTALLED DERATED CAPACITIES MW 1987 - 1995

YEAR		1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Generation capacities	GTS	154	100	74	36	11	11	11	11	11
	STS	130	130	130	130	130	105	105	105	105
	UNW	670	830	830	830	830	830	830	800	770
	UNE	250	214	214	214	214	214	130	91	91
	BYS	100	100	100	100	100	100	100	72	72
	TAW	-	252	252	252	252	252	252	252	252
	AIN	270	258	236	216	208	184	167	140	108
TOTAL CAPACITY		1574	1884	1836	1778	1745	1696	1595	1471	1409

CAPACITY VS DEMAND POSITION IN MW 1987 - 1995

Less largest unit	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Less 2nd largest unit not equal to largest	75	84	84	84	84	84	84	84	84
Less 10% of peak demand	122	137	148	156	163	170	177	183	189
TOTAL RESERVE	357	381	392	400	407	414	421	427	433
Net available capacity	1217	1503	1444	1378	1338	1282	1174	1044	976
Expected peak demand	1215	1374	1479	1558	1632	1697	1772	1832	1889
CAPACITY SURPLUS OR DEFICIT	+2	+129	-35	-180	-294	-415	-598	-788	-913

第Ⅵ章　アブダビの造水事情

Ⅵ アブダビの造水事情

1. 造水政策

アブダビ地区は気候的には，高温多湿であり，１９８４年の年間降水量は6.7５mm(Abu Dhabi International Airport)と極めて少ない。また１９７５～１９８４年の１０年間の平均降水量をみても６7.８２mmと少ない。表Ⅵ－１に１９８４年の平均気温，湿度及び年間降水量を示す。表Ⅵ－１から分るように大部分の月では，雨は全く降らず，内陸部のオアシスに建設されたAl Ain等の一部の町を除いては飲料水・生活用水は，全量海水の淡水化によって賄われている。従ってアブダビの造水政策は淡水の十分な確保を第一としており，その為に海水淡水化設備の充実が図られている。

またアブダビ市内は，緑化政策の結果樹木も多く，砂漠の中の町とは思えないたたずまいであるが，この緑化の為に多量の淡水が消費されておりその意味からも，同国における淡水化プラントの占める位値は大きい。

2. 淡水化設備

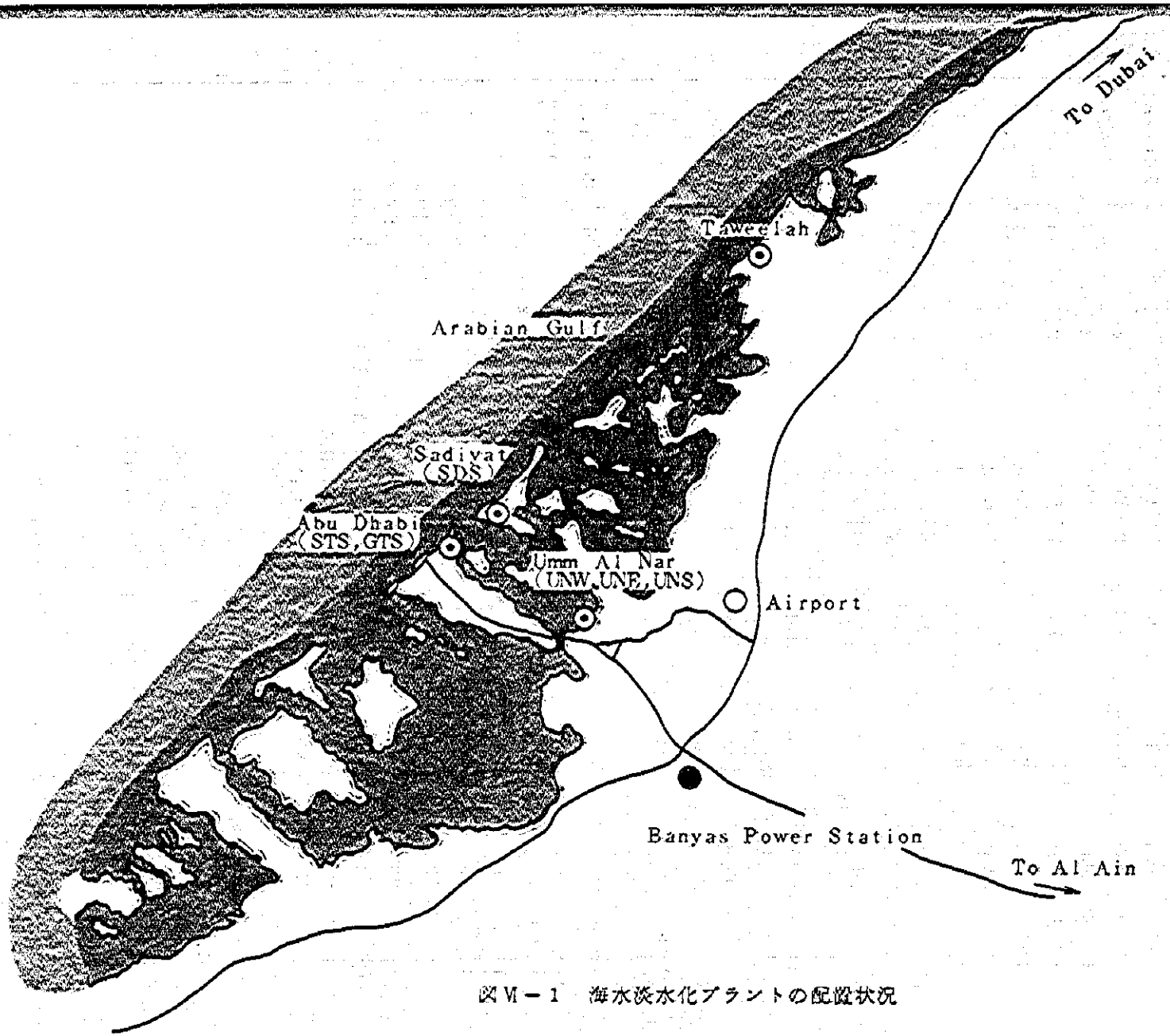
淡水化プラントは図Ⅵ－１に示すようにAbu Dhabi 地区（ＳＴＳ，ＧＴＳ），Sadiyat地区（ＳＤＳ）及びUmm Al Nar地区（ＵＮＷ，ＵＮＥ，ＵＮＳ）にある。さらに将来に備えてアブダビの北７０kmの Taweelah 地区に新規の淡水化プラントの建設が計画されている。

表Ⅵ－２にＷＥＤ所管の海水淡水化プラントの建設時期，造水能力などを示す。現在の造水設備容量は９7.１３MGDである。表Ⅵ－２の脚注でＳＤＳとなっているのはSadiyat 島に設置されている淡水化プラントで造水量も少なく，淡水は全量Sadiyat 島内で消費されている。また１９８４年にUmm Al Nar/South(ＵＮＳ)地区に建設されたプラントは規模が小さいが熱源に太陽熱を用い，多重効用蒸発法を用いている。同プラントは日本の新エネルギー総合開発機構（ＮＥＤＯ）とアブダビ首長国政府との共同研究実施後，現地に供与されたもので，現在順調に稼働しているとの由であった。

アブダビ首長国における大部分の淡水化プラントは短管式の多段フラッシュ蒸発法を採用している。表Ⅵ－３にそれぞれの淡水化プラントの１９８６年度における運転結果について示す。造水比（ＰＲ）はＧＴＳプラントの5.４７～5.９９を除き全プラントで6.2～6.9の範囲にある。また Chemical Injection というのはスケール抑制剤の添加を示しており，アブダビでは Belgard あるいはPolyphosphate が通常用いられている。本調査団は表Ⅵ－3の中からUmm Al Nar/West(ＵＮＷ)のＷ１～Ｗ６の淡水化プラントについて調査を行なった。これらの６基のプラントでは，№１の取水口から塩素処理をした海水を取水し，スケール抑制剤としてBelgardあるいはPolyphosphate を用いている。

表Ⅵ－1　気 候 条 件

	BATEEN AIRPORT (1984)					ABU DHABI INTERNATIONAL AIRPORT (1984)				
	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)	平均気温 (℃)	平均湿度 (%)	降水量 (mm)	最高気温 (℃)	最低気温 (℃)	平均気温 (℃)	平均湿度 (%)	降水量 (mm)
JAN	27.0	8.8	26.7	70	–	27.8	7.5	17.4	68	–
FEB	25.7	9.6	19.3	66	0.50	30.6	7.7	18.9	65	1.60
MAR	30.5	12.9	23.4	65	1.10	41.1	10.1	23.6	63	2.80
APR	41.8	17.6	27.9	51	–	42.5	16.7	28.1	47	–
MAY	41.5	17.4	30.1	52	–	42.7	17.6	29.9	49	–
JUN	40.7	21.7	31.0	62	–	41.0	20.6	30.4	61	–
JUL	41.6	25.9	32.5	59	–	47.6	23.3	34.5	52	–
AUG	41.6	25.9	32.5	66	–	43.5	23.8	32.2	64	–
SEP	43.7	21.8	31.6	61	–	44.5	20.0	31.6	50	–
OCT	38.6	15.4	27.5	65	–	39.5	14.6	27.1	63	–
NOV	34.9	14.8	24.1	65	–	35.3	13.9	23.7	63	–
DEC	30.3	12.4	20.8	72	3.50	30.7	11.0	20.2	73	2.35
YEAR	45.8	8.8	26.7	63	5.10	47.6	7.5	26.5	61	6.75



図Ⅵ－1　海水淡水化プラントの配置状況

表Ⅵ－2　年次別海水淡水化プラント設置状況

Year	Month	Station	Unit	Manufacturers Name	Total MGD	Cumulative MGD
1970	May	GTS	D1	WEIR	2	2 Retired
	Aug	GTS	D2	WEIR	2	4
1971	Mar	GTS	D3	WEIR	2	6 Retired
1973	Nov	GTS	D4	WEIR	2	8
1974	May	GTS	D5	WEIR	2	10
1976	Jan	GTS	D6	WEIR	2	12
1977	Mar	STS	D2	SIDEM	3	15
	Apr	STS	D1	SIDEM	3	18
	Jul	STS	D3	SIDEM	3	21
	Sep	STS	D4	SIDEM	3	24
1979	Mar	UNE	D1	SIDEM	5	29
	May	UNE	D2	SIDEM	5	34
	Jul	UNE	D3	SIDEM	5	39
1980	Aug	UNW	D2	IHI	4	43
	Sep	UNW	D1	IHI	4	47
	Oct	UNW	D3	IHI	4	51
	Nov	UNW	D4	IHI	4	55
1981	Jul	UNW	D5	IHI	4	59
	Sep	UNW	D6	IHI	4	63
1984	Mar	GTS	D1	WEIR	−2	61 Retired
	Aug	GTS	D3	WEIR	−2	59 Retired
1984	Oct	UNS		SOLAR	0.02	59.02
1985	Dec	UNW	D7.1	SIDEM	5	64.02
1986	Mar	UNW	D7.2	SIDEM	5	69.02
	May	UNW	D8.1	SIDEM	5	74.02
	Jul	UNW	D8.2	SIDEM	5	79.02
1987	Apr	UNE	D4	ITALIMPIANTI	6	85.02
	Sep	UNE	D5	ITALIMPIANTI	6	91.02(expected)
	Nov	UNE	D6	ITALIMPIANTI	6	97.02(expected)

＊SDS has two units isolated from the main water network of Abu Dhabi:

1. Aqua−Chem commissined in 1971 : capacity 0.06MGD
2. Friedrich−Feld commissioned in 1978 : capacity 0.05MGD

The Total capacity including SDS at the end of 1987 will stand at 97.13 MGD

表Ⅵ－3　運 転 結 果 （1986年）

Distiller	Running hours	Shut-downs	Distillate (1000t)	Distillate t/h	Mean P.R	Con-ductivity μs/cm	Tf (℃)	Chemical Inj	Rate. kg/(1000t)
GTS WW/2	5,987	9	922	154	5.47	3,500	53.7	Acid	348
WW/4	3,367	7	665	197	5.99	2,200	57.5	Acid	348
WW/6	6,933	6	1,521	219	5.49	1,300	70.9	Acid	348
STS SS/7	8,429	14	5,181	615	6.44	60	48.3	Belgard	6.26
SS/8	7,654	15	4,632	605	6.54	32	48.1	Belgard	6.49
SS/9	6,312	10	3,792	601	6.63	42	46.7	Poly	13.9
SS/10	4,278	9	2,594	606	6.58	85	47.0	B/P	6.1/ 14.2
UNE E/1	6,927	14	7,088	1023	6.32	117	53.0	Belgard	11.0
E/2	6,299	15	6,013	955	6.22	165	51.8	B/P	-/12.9
E/3	6,967	9	7,201	1034	6.44	99	53.0	Belgard	9.8
UNW W/1	8,493	11	7,054	831	6.63	87	52.4	Belgard	6.3
W/2	7,908	9	6,484	820	6.86	33	52.9	Belgard	7.9
W/3	8,279	11	6,950	839	6.75	22	52.9	Belgard	5.6
W/4	7,520	13	6,011	799	6.38	27	52.0	Poly	17.6
W/5	8,471	7	6,945	820	6.92	23	51.3	Belgard	5.0
W/6	8,531	5	6,764	793	6.81	42	51.9	Belgard	5.6
W/7.1	4,364	21	4,049	928	‡	55	48.1	P/B	–
W/7.2	4,422	26	3,831	866	‡	25	49.5	Poly	–
W/8.1	3,105	13	2,800	902	‡	39	50.9	Poly	–
W/8.2	2,151	20	1,953	908	‡	24	50.3	Belgard	–

‡ P.R. estimated at 6.75 as reliable readings were not available.

3. 淡水需給の現状と将来計画

図Ⅵ－2に1976年から1986年までの造水量の変化を示す。1986年の造水量は20,380MGであり，1985年に17,906MGと比べると13.8%の増加に，また，1976年の造水量2,647MGと比べると約7.7倍に増加している。更に生産水の一部はオマーン領Al Ainへも輸出されており，1985年の603MGから1986年には2,089MGと3倍を越える急激な増加を示しておりアブダビにとって淡水化プラントの重要性が増している事が分る。

表Ⅵ－4に1985年及び1986年の各ステーションの造水量について示す。Umm Al Nar／Westの比率は1985年では47.87%であったが，1986年には57.35%と増加しているのが分る。現在Umm Al Nar/Eastに新規プラントが建設中であり，さらにTaweelahにも新規のプラント建設が計画されているので，今後はこの割合が変化してくると思われる。

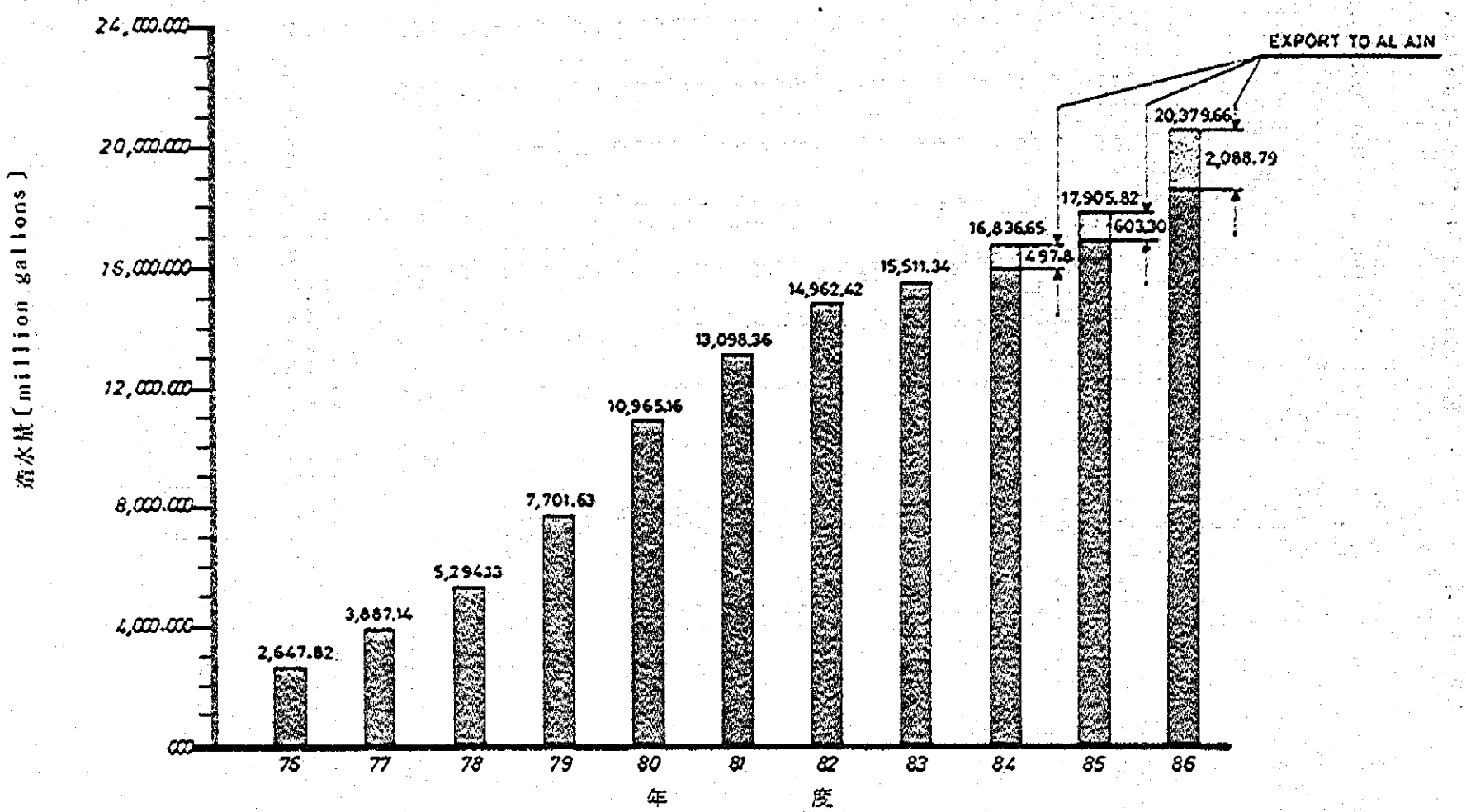
各ステーションの造水量の1995年までの変化の予測結果について表Ⅵ－5に示す。1987年にはUmm Al Nar／Westに新規プラントが増設され，1988年にはTaweelahにも新規プラントが建設されることが予定されているが，一方では現在ある設備が老朽化し1988～1991年の107MGDの設備容量を最高に以降は減少することが予測されている。

1995年までの水需要予測と，プラント容量の変化を表Ⅵ－6に示す。1995年の水需要としてアブダビ市内で154MGD，アル・アインへの輸出として30MGD，合計184MGDを予測している。一方設備容量としては101MGD，稼働率を75%として，実際の造水量として76MGD，また下水の再利用として20MGDを計画しており，最終的に88MGDの水が不足すると予測している。今後も新規プラントの建設計画が必要となることが予想される。

表Ⅵ－4　ステーション別造水量

		1985年	1986年
Umm Al Nar地区	UNW	47.87(%)	57.35(%)
	UNE	27.33	21.91
	UNS	0.03	0.03
Abu Dhabi地区	STS	21.18	17.34
	GTS	3.51	3.29
Sadiyat地区	SDS	0.08	0.08
計		17,906×10⁶ ガロン	20,380×10⁶ ガロン

図Ⅵ－２　造水量の変化（１９７６年～１９８６年）



（ＳＤＳにおける造水量は１９８４年から計上）

GP & MS / ORG. № 4 / FEB. 87

表Ⅵ－5　各ステーションの送水能力の予測（１９８６年～１９９５年）

STATION	Unit	Make	Date of Commiss-ioning	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Gas Turbine Station (Mina)	1	WEIR	5/70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	WEIR	8/70	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	WEIR	3/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	WEIR	11/73	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	WEIR	5/74	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	WEIR	1/76	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			TOTAL	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Steam Turbine Station (Mina)	1	SIDEM	4/77	3	3	3	3	3	3	2.4	2.4	2.4	2.4
	2	SIDEM	3/77	3	3	3	3	3	3	2.4	2.4	2.4	2.4
	3	SIDEM	7/77	3	3	3	3	3	3	3	2.4	2.4	2.4
	4	SIDEM	9/77	3	3	3	3	3	3	3	2.4	2.4	2.4
			TOTAL	12	12	12	12	12	12	11	9	9	9
Umm Al Nar East Station	1	SIDEM	3/79	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
	2	SIDEM	5/79	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
	3	SIDEM	7/79	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
	4	ITAL	4/87	-	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	5	ITAL	9/87	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6
	6	ITAL	11/87	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6
			TOTAL	15	21	33	33	33	33	33	33	31	30
Umm Al Nar West Station	1	IHI	9/80	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	2	IHI	8/80	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	IHI	10/80	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	4	IHI	11/80	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	IHI	7/81	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	6	IHI	9/81	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	7	SIDEM	12/85	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	8	SIDEM	4/86	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	9	SIDEM	5/86	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	10	SIDEM	7/86	-	5	5	5	5	5	5	5	5	5
			TOTAL	29	44	44	44	44	44	44	44	44	44
Taweelah Station	1	SIDEM	3/87	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6
	2	SIDEM	6/87	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6
	3	SIDEM	9/87	-	-	6	6	6	6	6	6	6	6
			TOTAL	-	-	18	18	18	18	18	18	18	18
Total capacity				60	77	107	107	107	107	106	104	102	101
Firm Capacity at 75%				45	58	80	80	80	80	80	78	77	76

NOTE:
1. Units are derated to 80% after 15 years of service.
2. Units are retired after 20 years of service.
3. Availability in considered in the next year if the unit is commissioned after August.

表Ⅵ－6　水需要予測（１９８７年～１９９５年）

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Abu Dhabi potable water demand	57	61	65	70	74	78	82	86	90
Non Potable water demand	53	55	57	58	59	60	62	63	64
Total Abu Dhabi demand	110	116	122	128	133	138	144	149	154
Export to Al Ain	15	20	20	25	25	30	30	30	30
Total expected water demand	125	136	142	153	158	168	174	179	184
Total capacity	77	107	107	107	107	106	104	102	101
Firm capacity available at (75%)	58	80	80	80	80	80	78	77	76
Sewage reclamation capacity	19	20	20	20	20	20	20	20	20
Total firm capacity	77	100	100	100	100	100	98	97	96
Net capacity shortfall	-48	-36	-42	-53	-58	-68	-76	-82	-88
Capacity to be installed at 75% availability (MGD)	64	48	56	71	77	91	101	109	117

第Ⅶ章　本格調査にあたっての留意事項

Ⅶ 本格調査にあたっての留意事項

1. 第Ⅲ章 1.(3)（Ｐ．９）にて述べた通り，本件調査にあたってＷＥＤは安全性が保証された地域でのみ調査（特に海象調査）を実施することを確認している。本件の対象となるUmm Al Narプラントは内湾に位置してはいるものの，最近の報道にみられるようにドゥバイ沖約３０kmの海上で機雷が発見されたこともあり（１９８７年９月２９日付朝日・読売・日経各紙），本件調査実施に際しては，現地日本大使館等とも緊密な連絡を取りつつ，細心の注意を払う必要がある。

2. Umm Al Nar 地区には，本件発電・海水淡水化プラントのほか，原油精製施設等が集中しており，アラブ首長国連邦政府にとっては，国防・戦略上の最重要拠点の一つとなっている。同地区への出入りは官警当局により極めて厳重に管理されいる上，事前調査団には，同地区内の写真撮影が一切許可されなかった（地区内へのカメラの持込みそのものが禁止されている。）等警備は想像以上に厳しいものがあった。本格調査団員はこの点につき十分な認識を持つ必要がある。

3. 本件はその性格上，そもそも先方としては長期的な研究調査として実施したい意向を有していたやに思われる。しかしながら，先方と合意した通り，本件調査は調査開始からファイナル・レポートの提出まで約２１ケ月を予定しており，政府間ベースの技術協力案件として実施されるわけであり，調査期間中に得られた一定の結果を調査の成果として最終報告書にとりまとめる必要がある。

4. 本案件は，当初ＷＥＤでは自己資金にて実施を予定していたもので，事前調査団訪問時にはコンサルタント選定のための国際入札用書類等も既に準備されている状況にあった。また，ＷＥＤにとって本件が初めての我が方技術協力案件であったこともあり，ＷＥＤには我が国の技術協力システムにつき十分な理解が得られていなかったように思料された。

　第Ⅲ章で述べたＳ／Ｗの文言上の議論も上記事情が背景にあったものと考えられ，更に先方は調査用機材についてもコンサルタントによる一括持込み・調査終了後の供与を期待していたほか，カウンターパート技術者の研修についても，現地でのいわゆるon－the－job－trainingをより期待していた模様で，そのため我が方調査団員には調査の全期間を通じて現地に滞在することを要求する等々，従来の開発調査案件のカウンターパート機関には見られない姿勢があった。

5. ＷＥＤはUmm Al Nar プラント敷地内に Hydraulic Laboratory を有しており，同Lab内にはアブダビ市沿岸域をカバーする大がかりな水理模型が設置されている。同模型は，我が方が想定している調査水域をカバーし得るもので，１９８２年来西ドイツのコンサルタント会社及び西ドイツ政府機関・ハノーヴァー大学の協力により，当該水域の流況調

査・シミュレーション等を実施してきており，本件調査に利用し得るデータ・情報も整備されている模様であった。従って，我が方調査を，より効率的に実施するためにも，ＷＥＤ関係当局を通じ，同Laboratory の協力を得ることが肝要である。

6. ＷＥＤより期待できる便宜供与等の内容

本件Ｓ／Ｗ第Ⅵ項及び第Ⅶ項並びにAppendix Ⅱに記載されている通りであるがその内容を概略以下に示す。

(1) アラブ首長国連邦入国，調査期間中の滞在，出国の保証及び外国人登録・領事手数料の免除。（Ｓ／Ｗ第Ⅵ項1.(1)）

(2) 調査団の安全確保。（同1.(2)）

(3) 私有地・入域制限区域への立入り許可取得。同1.(3)）

(4) 調査用資機材の輸入に際しての関税その他の課徴金の免除。（同1.(4)）

(5) 調査用資機材等の輸入に際しての通関手続き等の便宜供与。（同1.(5)）

(6) 調査団員に対して支払われる給与等に対する所得税，その他課徴金の免除。（同1.(6)）

(7) 調査に関連する日本よりの送金及びその資金の運用に対する必要な便宜の供与。（同1.(7)）

(8) 無料の医療便宜。（同1.(8)）

(9) 調査関連データ・文書・写真・地図・サンプル等の日本への持出し許可の取得。（同1.(9)）

(10) 調査団員の任務遂行に起因する請求の責任負担。（同2.）

(11) 調査に必要なデータ・資料の提供。（同3.(1)）

(12) カウンターパート技術者の配置。（同3.(2)）

(13) 事務所及び事務機材の提供。（同3.(3)）

(14) 調査に必要とされる車両・船舶，運転手・乗組員及び資料等の提供。（同3.(4)）

(15) 調査に必要とされる人夫・労働者の提供。（同3.(5)）

(16) 電話・テレックス・トランシーバー等調査に必要とされる通信手段の提供。（同3.(6)）

(17) 身分証明証の発行。（同3.(7)）

但し，上記(1)～(9)についてはＷＥＤの権限内での便宜供与は困難であり，アブダビ政府関係当局との協力が必要とされている。

7. Umm Al Nar プラントへのアクセス

Umm Al Nar プラントはアブダビ市中心街から直線距離にして東南約１５kmに位置し，車で約３０分の距離にある。

同プラント敷地への進入路には，チエック・ポイント・ゲートが設けられており，官警当局による厳重な出入者チエックが行なわれている。（関係当局発行の通行許可証携帯者のみ

が入域を許される。）

8. 気候・風土・伝染病等

アブダビ市は高温多湿であるが，降水量は極めて少ない。１９８５年の月別絶対最高温度及び平均最高湿度を以下に示す。

	絶対最高温度（℃）	平均最高湿度（％）
１月	２９.９	９１
２月	３１.４	８６
３月	３９.０	８３
４月	３９.５	８４
５月	４３.４	８２
６月	４０.７	８３
７月	４４.３	８２
８月	４６.０	８３
９月	４２.０	８９
１０月	３８.２	８６
１１月	３４.２	８７
１２月	２９.４	８４

伝染病・風土病については特筆すべきものはないものの，本邦で得られる情報では，アラブ首長国連邦北部の山岳地方にマラリアが発生するとのことであるが，現地で確認したところさほど驚異とはなってはいない模様であった。また１９８７年８月以降，一時髄膜炎が流行したとのことであったが，現在に至るまで大事には至っていない由である。

第Ⅷ章　収集資料リスト

Ⅷ 収集資料リスト

1.	1985 Operating Result - Directorate of P & D Plants	WED 発行
2.	1986 Operating Result - Directorate of P & D Plants	同　上
3.	Annual Report on Boilers and Steam Turbines - 1986	同　上
4.	Technical Information Bulletin (A Collection of Technical Data of the Equipment used for the Production of Water & Electricity)	同　上
5.	Annual Report on Distillers - 1986 (Operating and Performance Figures for the 24 Sea Water Distillers Operated by the WED during 1986)	同　上
6.	Climatic Information of Abu Dhabi 1975 - 1984	同　上
7.	Directorate of P & D Plants - In pursuit of high performance and reliability	同　上
8.	Layout - Umm Al Nar West & East（プラント配置図）	同　上
9.	Surface Velocities　（潮流図）	同　上
10.	配水管路図	同　上
11.	地　図	
12.	海　図	
13.	アラブ首連ガイド	在ＵＡＥ日本大使館発行
14.	アラブ首長国連邦概要	外務省中近東第二課発行

JICA