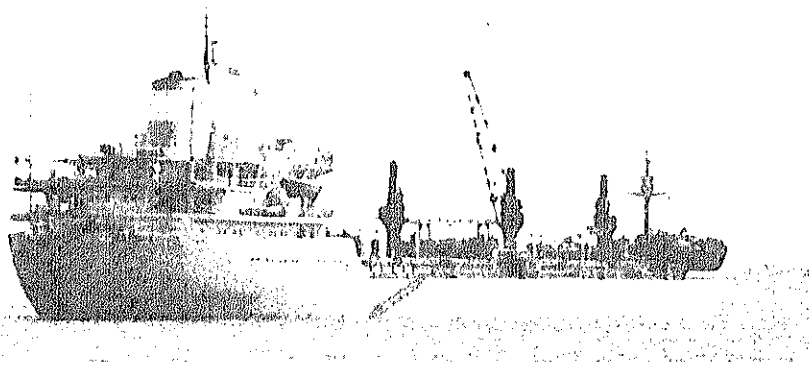
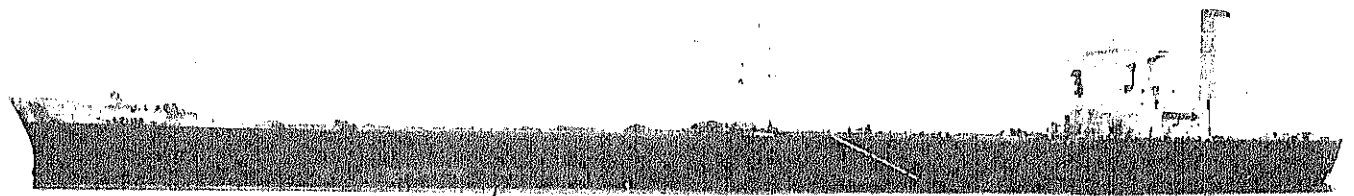


# エジプト・アラブ共和国 スエズ運河航行安全計画 調査報告書



昭和60年8月



国際協力事業団

開一



85-109



JICA LIBRARY



1029417[1]



**エジプト・アラブ共和国**  
**スエズ運河航行安全計画**  
**調査報告書**

**昭和60年8月**

マイクロ  
フィルム作成

国際協力事業団	
受入 月日 '85.10.17	405
登録No. 12066	729
	SDF

マイクロ  
フィルム作成

# 序 文

エジプト・アラブ共和国政府の要請に応じて、日本国政府は、スエズ運河航行安全計画調査を行うこととし、本件調査を国際協力事業団が実施した。当事業団は財団法人国際臨海開発研究センター専務理事 間 孝 氏を団長とする調査団を編成し、1983年8月から10月および1984年10月から11月にかけて調査団をエジプト国へ派遣した。

調査団は、スエズ運河公社担当官と十分な議論を行い、又、必要な現地調査や、広範囲にわたる資料収集、分析等を実施し、帰国後さらに解析検討作業を行って本報告書を取りまとめた。

本報告書が本計画の実現に役立つとともにエジプト・アラブ共和国と我国との友好親善に寄与することを願うものである。

終りに調査団に対し寄せられたエジプト・アラブ共和国政府関係者の御好意に対し、心より感謝の意を表するものである。

1985年8月

国際協力事業団

総裁 有 田 圭 輔

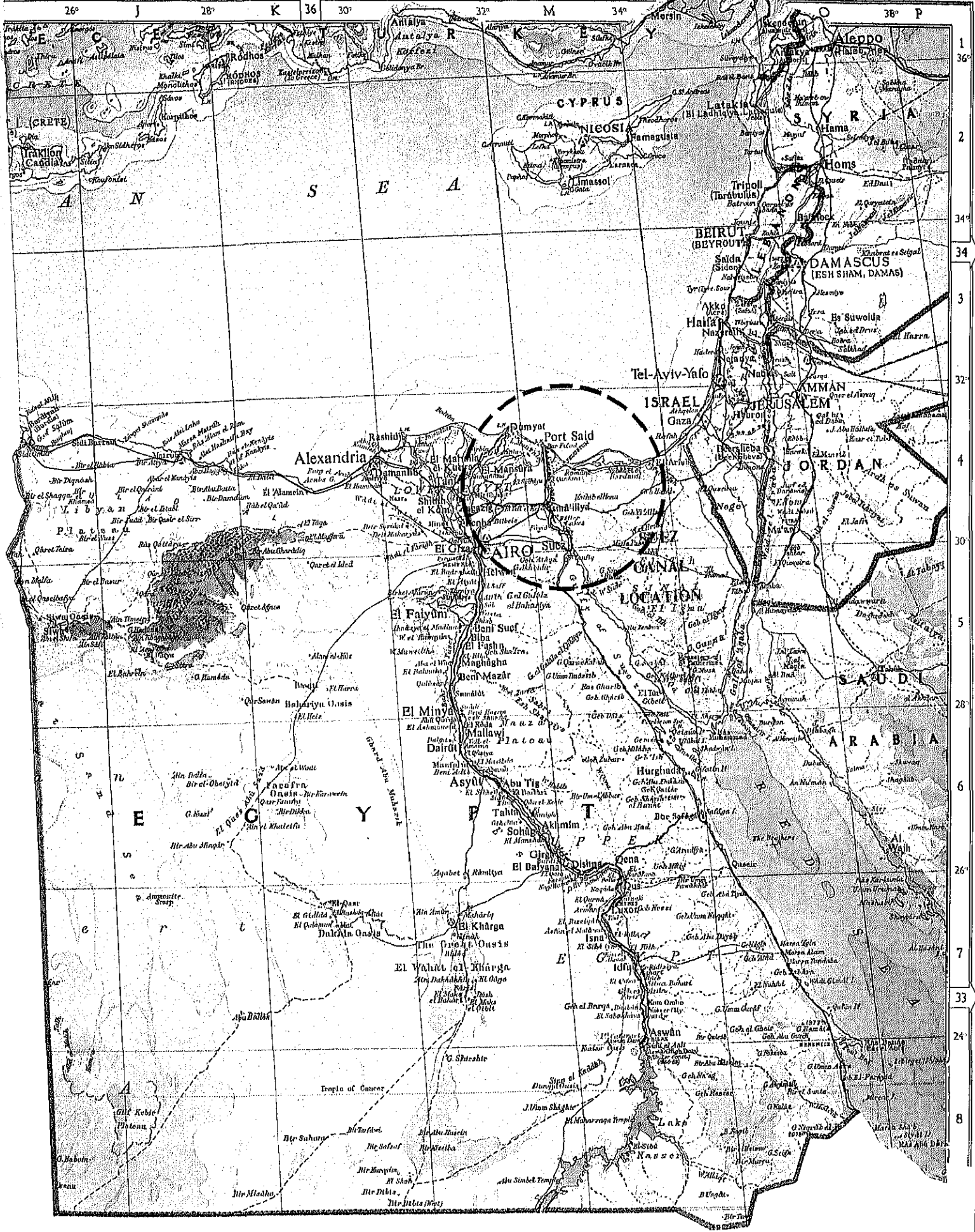




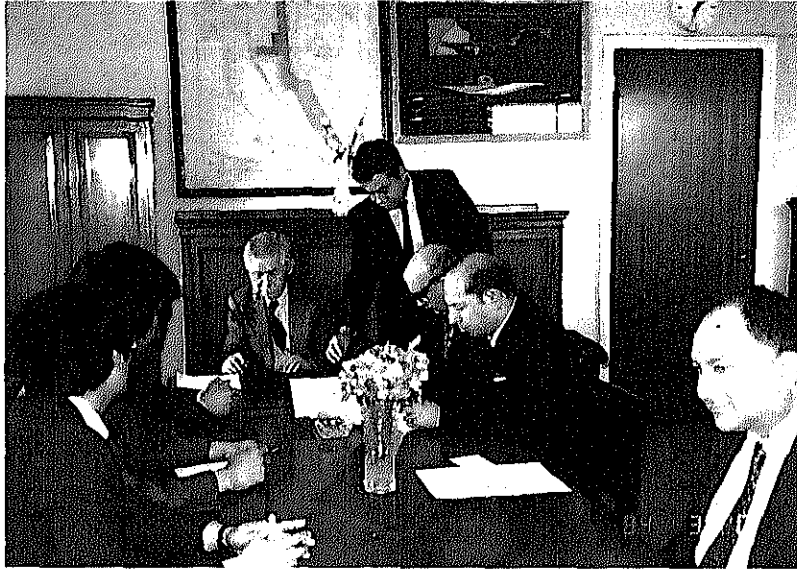




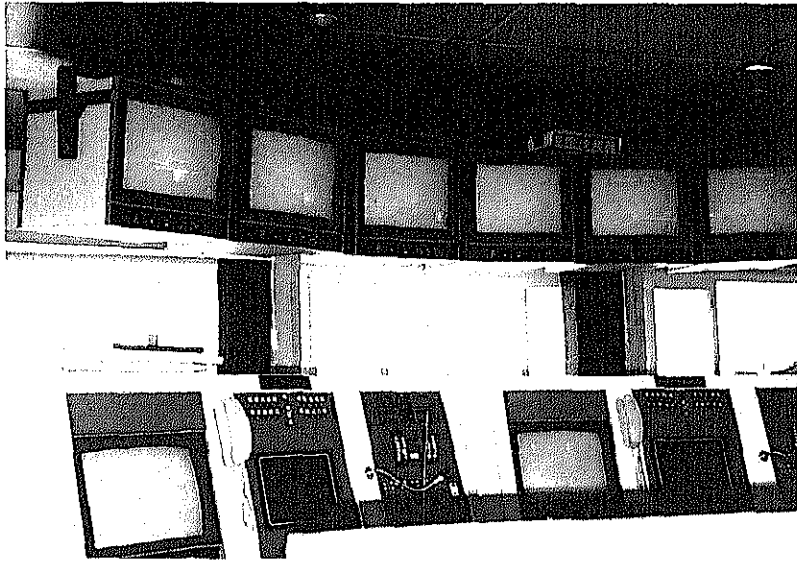
# LOCATION OF SUEZ CANAL



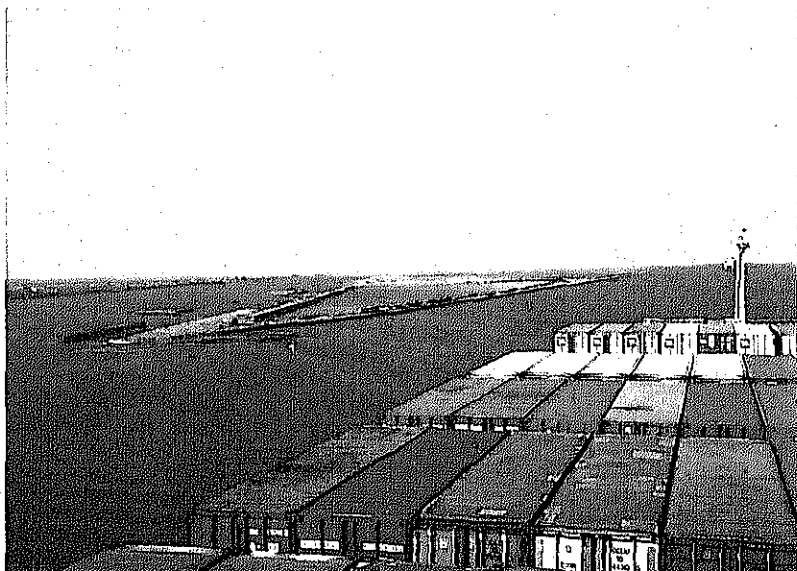




議事録の署名交換



SCVTMS 装置

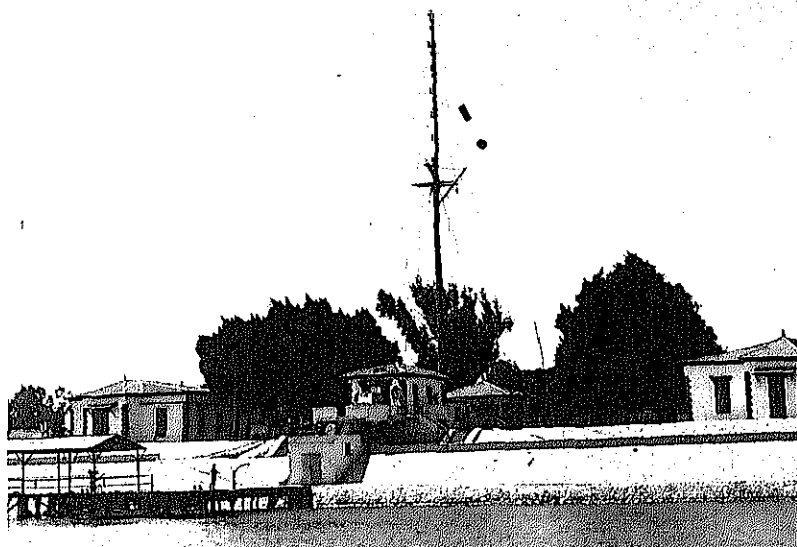


Port Said 分岐点 ( Km17 付近 )





航行中のタンカー ( Km75 付近 )



Shallufa の信号所



報告書の説明風景





外 貨 交 換 率

US\$1.00 = LE 1.40 = ¥250.00

US\$0.95 = SDR1.00



## 略 語 一 覽

B/C	:	Cost Benefit Ratio
BELVE	:	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
CAROF	:	Computer Aided Operations Research Facility
Cl	:	Chloride Ion
COD	:	Chemical Oxygen Demand
CORT	:	Carry on Receiver Transmitter
CPP	:	Controllable Pitch Propeller
CRT	:	Cathode-Ray Tube
DM & M	:	Data Management and Display
DO	:	Dissolved Oxygen
DWT	:	Dead Weight Tonnage
ETA	:	Estimate Time of Arrival
FC	:	Foreign Currency
FRR	:	Financial Rate of Return
FTA	:	Fault Tree Analysis
GT	:	Gross Tonnage
HHWL	:	Highest High Water Level
HP	:	Horse Power
HWL	:	High Water Level
IPDS	:	Information Processing and Delivery System
IRR	:	Internal Rate of Return
JICA	:	The Japan International Cooperation Agency
JIS	:	Japan Industrial Standard
JAMPA	:	The Japan Association for Preventing Marine Accident
LC	:	Local Currency
LE	:	Egyptian Pound
LEL	:	Lower Explosive Limit
LFL	:	Lower Flammable Limit
LLWL	:	Lowest Low Water Level
LNG	:	Liquified Natural Gas
LPG	:	Liquified Petroleum Gas
MITAGS	:	Marine Institute of Technology and Graduate Study
MSI	:	Marine Safety International
MSL	:	Mean Sea Level
MWL	:	Mean Water Level

NK	:	Nippon Kaiji Kyokai
NPV	:	Net Present Value
NS	:	Nippon Standard
OCB	:	Temperature and Oily Matter
OCDI	:	The Overseas Coastal Area Development Institute of Japan
PCC	:	Pure Car Carrier
PH	:	Potential of Hydrogen
PIANC	:	Permanent International Association of Navigation Congresses
PPM	:	Parts per Million
SCA	:	The Suez Canal Authority
SCGT	:	Suez Canal Gross Tonnage
SCNT	:	Suez Canal Net Tonnage
SCVTMS	:	The Suez Canal Vessel Traffic Management System
SDR	:	Special Drawing Right
S/W	:	Scope of Work
UHF	:	Ultra High Frequency
ULCC	:	Ultra Large Crude Carrier
VHF	:	Very High Frequency
VLCC	:	Very Large Crude Carrier
VTMS	:	Vessel Traffic Management System
¥	:	Japanese Yen

# 目 次

## 結 論 要 約

第Ⅰ編 序 論 .....	1
第1章 調 査 背 景 .....	1
第2章 調 査 目 的 .....	1
第3章 調 査 内 容 .....	2
第4章 調 査 方 法 .....	4
(1) 調査の基本計画 .....	4
(2) 主要項目の調査方法 .....	6
第5章 調 査 組 織 .....	13
第6章 調 査 日 程 .....	16
第Ⅱ編 スエズ運河の現況 .....	27
第1章 運 河 形 状 .....	27
(1) 運 河 計 画 .....	27
(2) 運 河 幅 員 .....	45
(3) 運 河 水 深 .....	45
(4) 運 河 の 曲 率 .....	46
第2章 自 然 条 件 .....	48
(1) 天 候 .....	48
(2) 気 温 .....	49
(3) 湿 度 .....	49
(4) 視 界 .....	50
(5) 風 .....	52
(6) 潮 流 .....	55
(7) 潮 位 .....	67
(8) 波 浪 .....	71
(9) 砂の堆積 .....	74
(10) コンピュータンミュレーション .....	79
第3章 運河の通航量 .....	87
(1) 通航船舶量の推移とその構成 .....	87
(2) 貨物の通航状況とその構成 .....	90
第4章 通航および停泊の実態 .....	94
(1) 運河の交通 .....	94

(2) 停泊実態 .....	126
第5章 安全対策の現状 .....	145
(1) 航行援助施設および通航管制 .....	145
(2) 防災体制 .....	159
(3) 建設、維持工事 .....	172
第6章 運河利用者調査 .....	187
(1) 通航船の船長からの回答 .....	187
(2) 運河のPilotからの回答 .....	189
(3) 日本人船長からの回答 .....	189
第7章 環境条件 .....	194
(1) 人口と資産 .....	194
(2) 水質 .....	197
第Ⅲ編 事故分析 .....	205
第1章 事故記録の分析 .....	205
(1) SCAの事故記録の分析 .....	205
(2) 事前調査団書式の事故記録の分析 .....	237
第2章 火災および汚染事故 .....	245
(1) 流出油防除 .....	245
(2) 火災消火 .....	245
第Ⅳ編 現運河の安全性の評価 .....	247
第1章 運河の危険水準 .....	247
(1) SCAの海難記録の検討 .....	247
(2) 事前調査団書式の事故記録の検討 .....	259
第2章 運河条件 .....	267
(1) 運河形状 .....	267
(2) 通航および停泊の現状 .....	281
(3) 航路標識 .....	289
(4) 通航管制および規則 .....	292
(5) 建設、維持工事 .....	329
(6) 防災資機材の評価 .....	336
第Ⅴ編 リスクアナリシス .....	337
第1章 前提条件の設定 .....	337
(1) 土木工学的要因 .....	337
(2) 自然条件 .....	362

(3) 運河の通航量 .....	367
(4) 航行関係の条件 .....	372
(5) 環境条件 .....	383
(6) 設定ケース(場所および事故類型) .....	385
第2章 事故発生評価結果 .....	386
(1) 事故確率の算定 .....	386
(2) 貨物の流出による事故規模の推計 .....	457
(3) 算定結果 .....	540
第VI編 リスク評価 .....	543
第1章 許容危険基準 .....	543
(1) SCA基準に基づいた許容危険基準 .....	543
(2) 他の水路の危険水準に基づいた許容危険基準 .....	544
第2章 危険水準の評価 .....	545
(1) 許容危険基準の比較 .....	545
(2) 感度分析 .....	548
第VII編 安全対策 .....	555
第1章 基本概念 .....	555
第2章 緊急安全対策 .....	557
(1) 航路標識等の整備 .....	557
(2) 事故処理 .....	564
第3章 事故未然防止対策 .....	572
(1) 運河形状 .....	572
(2) 建設・維持工事 .....	574
(3) 航行関係 .....	591
(4) 通航管制 .....	611
(5) 今後の検討課題 .....	614
第4章 事故処理対策 .....	617
(1) 事故処理資機材整備計画 .....	617
(2) 事故処理チーム整備計画 .....	628
(3) 予備的事故対策計画 .....	636
第5章 航行安全対策の経済評価 .....	641
(1) プロジェクト評価 .....	641
(2) 財務分析 .....	662

補 遺（諸外国の運河）

1. 西ドイツの運河	669
(1) Kiel Canal ( North - Baltic Sea Canal )	672
(2) Hamburg 港および Elbe River	676
(3) Essen Canal ( Rhein Herne Canal )	684
2. オランダの運河および水路	687
(1) Rotterdam 港	687
(2) Amsterdam 港および North Sea Canal	695
(3) Delfzijl 港, Eemshaven 港および Eems 河航路	709
3. パナマ運河	719



# 表 リ ス ト

表Ⅱ-1-(1)-1	HmおよびKm毎の運河の幅員, 水深, 曲率(現状断面)	28
表Ⅱ-1-(2)-1	運河幅員毎の延長の全運河長に対する比率	45
表Ⅱ-1-(3)-1	計画水深より浅い個所	46
表Ⅱ-2-(2)-1	最高・最低気温(1982年)	49
表Ⅱ-2-(3)-1	最高・最低湿度(1982年)	49
表Ⅱ-2-(5)-1	最多出現風速階級	52
表Ⅱ-2-(5)-2	風速が11~16ノットの階級の時の最多風向出現頻度(1981~1982年)	54
表Ⅱ-2-(6)-1	潮流観測諸元	55
表Ⅱ-2-(6)-2	潮流調和常数	59
表Ⅱ-2-(6)-3	流況シミュレーションの結果	60
表Ⅱ-2-(7)-1(1)	潮汐調和常数(1)(Port Said)	69
表Ⅱ-2-(7)-1(2)	潮汐調和常数(2)(Port Taufiq)	70
表Ⅱ-2-(8)-1	波向・波高出現頻度(Port Said)	71
表Ⅱ-2-(8)-2	波向別波高の出現頻度(Suez)	73
表Ⅱ-3-(1)-1	タンカーおよびタンカー以外の船舶の運航量	87
表Ⅱ-3-(1)-2	タンカー以外の船舶の船型別通航量(1978~1983年)	88
表Ⅱ-3-(1)-3	タンカーの船型別および方向別通航量(1980~1983年)	89
表Ⅱ-3-(1)-4	タンカーの船型別および方向別通航量(1980~1983年)	89
表Ⅱ-3-(1)-5	通航タンカーのDWT別分類(1983年)	90
表Ⅱ-3-(2)-1	方向別貨物通航量	91
表Ⅱ-3-(2)-2	スエズ運河通航の貨物量の世界貿易に対する割合	92
表Ⅱ-3-(2)-3	品目別貨物通航量	93
表Ⅱ-4-(1)-1	1か月間の平均速力・係留・錨泊時間	98
表Ⅱ-4-(1)-2	1982年で最も通航隻数の多かった日の平均速力・係留・錨泊時間	99
表Ⅱ-4-(1)-3	1か月間の船種別平均通航時間	100
表Ⅱ-4-(1)-4	1982年で最も通航隻数の多かった日の船種別平均通航時間	100
表Ⅱ-4-(1)-5	1か月間の船種別平均船間間隔	100
表Ⅱ-4-(1)-6	1982年で最も通航隻数の多かった日の船種別船間間隔	100
表Ⅱ-4-(1)-7	船種別到着時刻分布	102
表Ⅱ-4-(1)-8	危険物積載別到着時刻分布	102
表Ⅱ-4-(1)-9	総トン数別到着時刻分布	103
表Ⅱ-4-(1)-10	船種別待時間分布	103
表Ⅱ-4-(1)-11	危険物積載別待時間分布	104
表Ⅱ-4-(1)-12	総トン数別待時間分布	104
表Ⅱ-4-(1)-13	運河内の停船実験の要約	119

表Ⅱ-4-(1)-14	Trial No. 1の操船の細目	120
表Ⅱ-4-(2)-1	Port Saidの係留施設	143
表Ⅱ-4-(2)-2	Suezの係留施設	144
表Ⅱ-5-(1)-1	Canal Pilotの経験・年齢分布	154
表Ⅱ-5-(1)-2	Salvage Tug, Escort Tug, Harbour TugおよびPilot Boat	156
表Ⅱ-5-(2)-1	曳船リスト	165
表Ⅱ-5-(2)-2	台船リスト	167
表Ⅱ-5-(2)-3	石材運搬船リスト	167
表Ⅱ-5-(2)-4	Small Boatリスト	168
表Ⅱ-5-(2)-5	水中ポンプリスト	168
表Ⅱ-5-(2)-6	ガソリンポンプリスト	168
表Ⅱ-5-(2)-7	油処理剤及び消火剤	169
表Ⅱ-5-(3)-1	S C Aの保有浚渫船	172
表Ⅱ-5-(3)-2	浚渫船の移動所要時間	173
表Ⅱ-5-(3)-3	無線の使い分け	174
表Ⅱ-5-(3)-4	縦断測量と横断測量結果の比較	176
表Ⅱ-5-(3)-5	S C A直営浚渫船の稼働状況(1981~1982年)	178
表Ⅱ-5-(3)-6	S C A直営浚渫船の稼働状況(1)	179
表Ⅱ-5-(3)-7	S C A直営浚渫船の稼働状況(2)	180
表Ⅱ-5-(3)-8	S C A直営浚渫船の稼働状況(3)	181
表Ⅱ-5-(3)-9	S C A直営浚渫船の稼働状況(4)	182
表Ⅱ-5-(3)-10	S C A直営浚渫船の運転能率(1981年)	185
表Ⅱ-5-(3)-11	S C A直営浚渫船の運転能率(1982年)	186
表Ⅱ-6-(1)-1	回答者の船種別乗船船舶	187
表Ⅱ-6-(1)-2	原因・場所・種類別の感じた危険の数	187
表Ⅱ-6-(1)-3	船種・南北航・種類別の感じた危険の数	188
表Ⅱ-6-(1)-4	船種別のコメントの要約	188
表Ⅱ-6-(2)-1	運河のPilotからの回答の要約	189
表Ⅱ-6-(3)-1	回答者の運河通航経験	189
表Ⅱ-6-(3)-2	回答者の乗船船舶の種類	189
表Ⅱ-6-(3)-3	コンテナの原因・船型・種類別の感じた危険の数	190
表Ⅱ-6-(3)-4	タンカーの原因・船型・種類別の感じた危険の数	190
表Ⅱ-6-(3)-5	貨物船・その他の船舶の原因・船型・種類別の感じた危険の数	191
表Ⅱ-6-(3)-6	全船舶の原因・場所・種類別の感じた危険の数	192
表Ⅱ-6-(3)-7	コメントの要約	193
表Ⅱ-7-(2)-1	水質分析結果	199
表Ⅲ-1-(1)-1	種類・年別の事故数	205
表Ⅲ-1-(1)-2	1976~1980年の昼夜・場所・種類別事故数	206

表Ⅲ-1-(1)-3	1981~1982年の昼夜・場所・種類別事故数	207
表Ⅲ-1-(1)-4	1976~1982年の昼夜・場所・種類別事故数	208
表Ⅲ-1-(1)-5	場所・通航方向・種類別事故数	209
表Ⅲ-1-(1)-6	1976~1980年の場所・月・種類別事故数	210
表Ⅲ-1-(1)-7	1981~1982年の場所・月・種類別事故数	215
表Ⅲ-1-(1)-8	1976~1982年の昼夜・種類別事故数	220
表Ⅲ-1-(1)-9	1976~1980年の原因・場所・通航方向別運河内乗り揚げ数	225
表Ⅲ-1-(1)-10	1981~1982年の原因・場所・通航方向別運河内乗り揚げ数	226
表Ⅲ-1-(1)-11	1976~1982年の原因・場所・通航方向別運河内乗り揚げ数	227
表Ⅲ-1-(1)-12	1976~1980年の原因・場所・昼夜別運河内乗り揚げ数	228
表Ⅲ-1-(1)-13	1981~1982年の原因・場所・昼夜別運河内乗り揚げ数	229
表Ⅲ-1-(1)-14	1976~1982年の原因・場所・昼夜別運河内乗り揚げ数	230
表Ⅲ-1-(1)-15	1976~1980年の原因・場所・月別運河内乗り揚げ数	231
表Ⅲ-1-(1)-16	1981~1982年の原因・場所・月別運河内乗り揚げ数	232
表Ⅲ-1-(1)-17	1976~1982年の原因・場所・月別運河内乗り揚げ数	235
表Ⅲ-1-(2)-1	事故の種類別原因数	238
表Ⅲ-1-(2)-2	船団中の船舶の位置・事故の種類別事故数	239
表Ⅲ-1-(2)-3	船団の編成隻数・事故の種類別事故数	239
表Ⅲ-1-(2)-4	昼夜・場所・事故の種類別事故数	240
表Ⅲ-1-(2)-5	通航方向・場所・事故の種類別事故数	241
表Ⅲ-1-(2)-6	船型・事故の種類別事故数	242
表Ⅲ-1-(2)-7	船種・事故の種類別事故数	242
表Ⅲ-1-(2)-8	船舶の動静・事故の種類別事故数	242
表Ⅲ-1-(2)-9	事故の分析・事故の種類別事故数	243
表Ⅲ-2-(1)-1	油汚染事故リスト	245
表Ⅳ-1-(1)-1	事故の種類別の1976~1980年と1981~1982年の間の事故率の比較	248
表Ⅳ-1-(1)-2	場所別の事故率の比較	257
表Ⅳ-1-(1)-3	他の運河との事故率の比較	259
表Ⅳ-2-(1)-1	航路の幅員	272
表Ⅳ-2-(1)-2	航路の幅員	274
表Ⅳ-2-(1)-3	泊地の水深(日本の場合)	276
表Ⅳ-2-(2)-1	Pilotになるための資格・訓練・その他の要件の比較	283
表Ⅳ-2-(3)-1	航路標識の1Kmあたりの設標数および設標間隔の比較	290
表Ⅳ-2-(3)-2	SCAと海上保安庁灯台部の航路標識の保守の比較	291
表Ⅳ-2-(4)-1	スエズ運河と浦賀水道との比較	308
表Ⅳ-2-(4)-2	SCVTMSと東京湾海上交通センターのシステムの比較	308
表Ⅳ-2-(4)-3	類似運河・水路の船舶交通管理システム	310
表Ⅳ-2-(5)-1	浚渫工事関係船舶と通航船舶との事故記録	330

表IV-2-(5)-2	浚渫工事関係船舶と通航船舶との年別・場所別事故件数 (1977~1982年) .....	333
表IV-2-(5)-3	事故対象物別発生件数(1977~1982年) .....	334
表IV-2-(5)-4	事故原因別発生数(1977~1982年) .....	335
表V-1-(1)-1	HmおよびKm毎の運河の幅員, 水深, 曲率(計画断面) .....	338
表V-1-(2)-1	天候の状況(1982年) .....	362
表V-1-(2)-2	視界不良の出現頻度(1981~1982年) .....	362
表V-1-(2)-3	強風の発生頻度(1978~1980年) .....	363
表V-1-(2)-4	流速および流向の発生頻度 .....	364
表V-1-(2)-5	波向および波高の発生頻度 .....	366
表V-1-(3)-1	貨物別海上貿易量の実績と予測 .....	368
表V-1-(3)-2	貨物量に対する船腹の係数 .....	369
表V-1-(4)-1	船間間隔 .....	374
表V-1-(4)-2	1983年8月1か月間の平均船間間隔 .....	374
表V-1-(4)-3	運河内における停船実験の要約 .....	376
表V-1-(4)-4	Pilot になるための資格・訓練およびその他の要件 .....	377
表V-1-(4)-5	Canal Pilot の経験および年令分布 .....	378
表V-1-(4)-6	Salvage Tug, Escort Tug, Harbour Tug および Pilot Boat .....	378
表V-1-(4)-7	航路標識の1Kmあたりの数および間隔の比較 .....	379
表V-1-(5)-1	人 口 .....	383
表V-1-(5)-2	水質の基本的な項目の状況 .....	384
表V-1-(6)-1	想定事故 .....	385
表V-2-(1)-1	船型形状 .....	387
表V-2-(1)-2	安全領域の設定(その1)(5,000DWT) .....	395
表V-2-(1)-2	安全領域の設定(その2)(10,000DWT) .....	396
表V-2-(1)-2	安全領域の設定(その3)(50,000DWT) .....	397
表V-2-(1)-2	安全領域の設定(その4)(100,000DWT) .....	398
表V-2-(1)-3	要避航確率の算定結果( $P_R$ ) .....	401
表V-2-(1)-4	避航失敗確率の算定結果( $P_F$ ) .....	402
表V-2-(1)-5	乗り揚げ事故確率の算定結果(船型別) .....	403
表V-2-(1)-6	平均乗り揚げ事故確率の算定結果 .....	404
表V-2-(1)-7	乗り揚げた船舶に浚渫船が衝突する確率(1Kmあたり) .....	407
表V-2-(1)-8	目視距離の誤認確率( $P_J$ ) .....	408
表V-2-(1)-9	視界不良確率( $P_V$ ) .....	408
表V-2-(1)-10	航路上における通航船と浚渫船の衝突確率( $P_C'$ ) .....	409
表V-2-(1)-11	出合い確率の算定結果(船団あたり) .....	413
表V-2-(1)-12	方向別日あたり通航隻数 .....	417
表V-2-(1)-13	分岐点において船舶が出合う確率(1隻あたり) .....	417

表V-2-(1)-14	避航失敗の原因	418
表V-2-(1)-15	減衰係数	419
表V-2-(1)-16	浅水域に入ったときの船の速力の減少率	420
表V-2-(1)-17	停止距離実験データ	423
表V-2-(1)-18	停止距離算定結果	425
表V-2-(1)-19	人為ミス確率の具体例	425
表V-2-(1)-20	船舶マシントラブルデータ	426
表V-2-(1)-21	分岐点における停止距離あたり船舶マシントラブル発生確率	426
表V-2-(1)-22	目視距離の誤認により停止動作遅れが生ずる確率	430
表V-2-(1)-23	視界不良確率の算定結果	432
表V-2-(1)-24	分岐点における衝突事故確率の推計結果	435
表V-2-(1)-25	分岐点における衝突事故確率の推計結果(ケース1)	443
表V-2-(1)-26	分岐点における衝突事故確率の推計結果(ケース2)	443
表V-2-(1)-27	先行船との距離	447
表V-2-(1)-28	船間距離データ	448
表V-2-(1)-29	船間距離が不十分である確率	448
表V-2-(1)-30	追突事故の推計結果(現状)	449
表V-2-(1)-31	追突事故の推計結果(第Ⅱ期拡張工事完了後)	450
表V-2-(1)-32	マシントラブル発生確率( $P_h$ )	453
表V-2-(1)-33	両方向航路における衝突確率	453
表V-2-(1)-34	泊地における衝突事故確率推計のためのデータ(1)	455
表V-2-(1)-35	泊地における衝突事故確率推計のためのデータ(2)	455
表V-2-(1)-36	泊地における衝突事故確率(現状)	456
表V-2-(1)-37	泊地における衝突事故確率の推計結果	456
表V-2-(2)-1	原油の主な性状	458
表V-2-(2)-2	メタン及びプロパンの主な性状	459
表V-2-(2)-3	原油ガス含有率と急性中毒の臨床症状一覧表	460
表V-2-(2)-4	タンカーの衝突	473
表V-2-(2)-5	タンカーの乗り揚げ	473
表V-2-(2)-6	流出量別原油流出確率(乗り揚げによるもの)	478
表V-2-(2)-7	流出量別原油流出確率(後方衝突によるもの)	479
表V-2-(2)-8	流出量別原油流出確率(対面衝突によるもの)	480
表V-2-(2)-9	仮想事故	482
表V-2-(2)-10	潮流及び吹送流計算条件	525
表V-2-(2)-11	原油の流出量別蒸発完了時間と拡散半径	534
表V-2-(2)-12	想定火災規模	537
表V-2-(2)-13	LNG(25,000 m <sup>3</sup> )の燃焼を伴った液面の拡散半径と被傷程度の 火災中心からの距離	539

表V-2-(3)-1	事故発生確率の算定結果	541
表VI-1-(1)-1	場所別事故発生件数	543
表VI-1-(1)-2	S C A 提案の許容危険基準	544
表VI-1-(2)-1	種々の水路の危険水準	544
表VI-1-(2)-2	他の水路に基づいた許容危険基準	545
表VI-2-(1)-1	許容危険基準による第Ⅱ期拡張工事終了後の危険水準の評価	546
表VI-2-(2)-1	乗り揚げ確率(運河幅別)	548
表VI-2-(2)-2	許容危険基準を満たすために必要な拡張幅(第Ⅱ期拡張工事終了後に対する)	552
表VI-2-(2)-3	運河改修による運河平均危険水準の減少	553
表VII-2-(2)-1	資機材取扱い訓練要領	570
表VII-3-(1)-1	追加拡張幅(S C A の第Ⅱ期拡張計画に追加する幅)	573
表VII-3-(2)-1	第Ⅱ期拡張計画の工事量	575
表VII-3-(2)-2	航路内での有効浚渫時間	578
表VII-3-(2)-3	第Ⅱ期拡張計画の建設費	585
表VII-3-(2)-4	年次別資金計画	586
表VII-3-(3)-1	通航船の保針限界風向風速	593
表VII-3-(3)-2	1981~1983年のパナマ運河におけるタンカー事故	598
表VII-3-(3)-3	1959~1963年の5水路(Scheldet, Elbe, Thames, Maas, Wesser)における衝突の原因	599
表VII-3-(3)-4	日本近海における原因別要救助海難数	599
表VII-3-(3)-5	世界の主な操船シミュレーター	601
表VII-3-(3)-6	世界の操船シミュレーターの概要	603
表VII-3-(3)-7	訓練課程および訓練生	605
表VII-3-(3)-8	訓練計画	607
表VII-3-(3)-9	航行関係の対策費用	610
表VII-3-(5)-1	速力5ノットのDWT別曳航抵抗トン数	614
表VII-3-(5)-2	DWT別風圧トン数(正横90°12m/sec)	614
表VII-4-(4)-1	対策費用リスト	640
表VII-5-(1)-1	推計危険水準	642
表VII-5-(1)-2	1通航当たりの事故発生数の減少量	643
表VII-5-(1)-3	プロジェクト費用	644
表VII-5-(1)-4	投資計画	646
表VII-5-(1)-5	代替案の項目別便益	647
表VII-5-(1)-6	損失項目の分類	648
表VII-5-(1)-7	項目別・事故形態別便益(1事故当たり)	652
表VII-5-(1)-8	代替案別・項目別便益(年間分)	653
表VII-5-(1)-9(1)	プロジェクトライフ期間中の費用および便益の純現在価値(J-1)	654
表VII-5-(1)-9(2)	プロジェクトライフ期間中の費用および便益の純現在価値(J-2)	655

表Ⅶ-5-(1)-9(3)プロジェクトライフ期間中の費用および便益の純現在価値(J-3)	656
表Ⅶ-5-(1)-9(4)プロジェクトライフ期間中の費用および便益の純現在価値(J-4)	657
表Ⅶ-5-(1)-10 純現在価値と便益・費用比率	658
表Ⅶ-5-(1)-11 代替案別内部収益率(IRR)	659
表Ⅶ-5-(1)-12 代替案別残存損失額	659
表Ⅶ-5-(1)-13 許容危険基準	661
表Ⅶ-5-(2)-1 運河閉鎖期間50日間の推定損失額	662
表Ⅶ-5-(2)-2 1年当たりの推定損失減少額	663
表Ⅶ-5-(2)-3(1)プロジェクトライフ期間中の支出と収入(J-1)	664
表Ⅶ-5-(2)-3(2)プロジェクトライフ期間中の支出と収入(J-2)	665
表Ⅶ-5-(2)-3(3)プロジェクトライフ期間中の支出と収入(J-3)	666
表Ⅶ-5-(2)-3(4)プロジェクトライフ期間中の支出と収入(J-4)	667
表Ⅶ-5-(2)-4 収入と支出の比率	668
表Ⅶ-5-(2)-5 代替案の内部収益率(FRR)	668

# 図面リスト

図 I - 4 - (1) - 1	スエズ運河航行安全計画調査フロー	5
図 II - 1 - (1) - 1	第 I 期拡張工事の標準断面	43
図 II - 1 - (4) - 1	屈曲部における航路計画	47
図 II - 2 - (1) - 1	天候の頻度分布図 (1982 年)	48
図 II - 2 - (4) - 1	視界不良の発生頻度 (1981~1982 年)	50
図 II - 2 - (4) - 2	視界不良の継続時間 (1981~1982 年)	51
図 II - 2 - (5) - 1	風速の出現頻度 (1978~1980 年)	53
図 II - 2 - (5) - 2	風配図 (風速 21 ノット以上)	54
図 II - 2 - (6) - 1	潮流観測地点位置図	56
図 II - 2 - (6) - 2	潮流の流向別流速出現頻度図	57
図 II - 2 - (6) - 3 (1)	流況シミュレーション結果 (1)	61
図 II - 2 - (6) - 3 (2)	流況シミュレーション結果 (2)	63
図 II - 2 - (6) - 3 (3)	流況シミュレーション結果 (3)	65
図 II - 2 - (7) - 1	スエズ運河両端の平均水面の変化 (1956~1966 年)	67
図 II - 2 - (7) - 2	スエズ運河に沿う潮差の分布	68
図 II - 2 - (8) - 1	波向別波高の出現頻度 (Port Said)	72
図 II - 2 - (8) - 2	波向別波高の出現頻度 (Suez)	74
図 II - 2 - (9) - 1	海浜流シミュレーション結果	75
図 II - 2 - (9) - 2	漂砂 (堆積量) シミュレーション結果	77
図 II - 2 - (10) - 1	座標系	82
図 II - 2 - (10) - 2	潮流および吹送流シミュレーションのための要素分割	85
図 II - 4 - (1) - 1	Transit Department の組織	94
図 II - 4 - (1) - 2	船種別 1 か月間の平均通航時間分布 (北航)	101
図 II - 4 - (1) - 3	船種別 1 か月間の平均通航時間分布 (南航)	101
図 II - 4 - (1) - 4	Km 32 のゲートライン通過隻数分布 (89 隻, 50,000 トン未満)	105
図 II - 4 - (1) - 5	Km 32 のゲートライン通過隻数分布 (36 隻, 50,000 トン以上)	105
図 II - 4 - (1) - 6	Km 50 のゲートライン通過隻数分布 (107 隻, 50,000 トン未満)	106
図 II - 4 - (1) - 7	Km 50 のゲートライン通過隻数分布 (33 隻, 50,000 トン以上)	106
図 II - 4 - (1) - 8	Km 78 のゲートライン通過隻数分布 (101 隻, 50,000 トン未満)	106
図 II - 4 - (1) - 9	Km 78 のゲートライン通過隻数分布 (36 隻, 50,000 トン以上)	107
図 II - 4 - (1) - 10	Km 121 のゲートライン通過隻数分布 (76 隻, 50,000 トン未満)	107
図 II - 4 - (1) - 11	Km 121 のゲートライン通過隻数分布 (15 隻, 50,000 トン以上)	107
図 II - 4 - (1) - 12	Km 155 のゲートライン通過隻数分布 (77 隻, 50,000 トン未満)	108
図 II - 4 - (1) - 13	Km 155 のゲートライン通過隻数分布 (16 隻, 50,000 トン以上)	108
図 II - 4 - (1) - 14	Km 32 のゲートライン船幅占有分布 (89 隻, 50,000 トン未満)	109



図Ⅱ-4-(1)-15	Km 32のゲートライン船幅占有分布(36隻, 50,000トン以上)	109
図Ⅱ-4-(1)-16	Km 50のゲートライン船幅占有分布(107隻, 50,000トン未満)	110
図Ⅱ-4-(1)-17	Km 50のゲートライン船幅占有分布(33隻, 50,000トン以上)	110
図Ⅱ-4-(1)-18	Km 78のゲートライン船幅占有分布(101隻, 50,000トン未満)	111
図Ⅱ-4-(1)-19	Km 78のゲートライン船幅占有分布(36隻, 50,000トン以上)	111
図Ⅱ-4-(1)-20	Km 121のゲートライン船幅占有分布(76隻, 50,000トン未満)	112
図Ⅱ-4-(1)-21	Km 121のゲートライン船幅占有分布(15隻, 50,000トン以上)	112
図Ⅱ-4-(1)-22	Km 155のゲートライン船幅占有分布(77隻, 50,000トン未満)	113
図Ⅱ-4-(1)-23	Km 155のゲートライン船幅占有分布(16隻, 50,000トン以上)	113
図Ⅱ-4-(1)-24	航跡図-1 (Km 30) (89隻, 50,000トン未満)	114
図Ⅱ-4-(1)-25	航跡図-2 (Km 30) (36隻, 50,000トン以上)	114
図Ⅱ-4-(1)-26	航跡図-3 (El Ballah)(107隻, 50,000トン未満)	115
図Ⅱ-4-(1)-27	航跡図-4 (El Ballah)(33隻, 50,000トン以上)	115
図Ⅱ-4-(1)-28	航跡図-5 (Lake Timsah)(101隻, 50,000トン未満)	116
図Ⅱ-4-(1)-29	航跡図-6 (Lake Timsah)(36隻, 50,000トン以上)	116
図Ⅱ-4-(1)-30	航跡図-7 (El Kabrit) (76隻, 50,000トン未満)	117
図Ⅱ-4-(1)-31	航跡図-8 (El Kabrit) (15隻, 50,000トン以上)	117
図Ⅱ-4-(1)-32	航跡図-9 (Km 155) (77隻, 50,000トン未満)	118
図Ⅱ-4-(1)-33	航跡図-10 (Km 155) (16隻, 50,000トン以上)	118
図Ⅱ-4-(1)-34	Km 30の鎌倉丸操船図	122
図Ⅱ-4-(1)-35	El Ballah 北部の鎌倉丸操船図	122
図Ⅱ-4-(1)-36	Lake Timsah の鎌倉丸操船図	123
図Ⅱ-4-(1)-37	El Kabrit の鎌倉丸操船図	124
図Ⅱ-4-(1)-38	Km 155 の鎌倉丸操船図	125
図Ⅱ-4-(2)-1	1984年3月15日1200時のGreat Bitter Lake Anchorageの錨泊図	128
図Ⅱ-4-(2)-2	1984年3月15日1500時のGreat Bitter Lake Anchorageの錨泊図	128
図Ⅱ-4-(2)-3	1984年10月24日1300時のGreat Bitter Lake Anchorageの錨泊図	129
図Ⅱ-4-(2)-4	1984年10月24日1500時のGreat Bitter Lake Anchorageの錨泊図	129
図Ⅱ-4-(2)-5	1984年3月17日2200時のPort Said Waiting Area の錨泊図	130
図Ⅱ-4-(2)-6	1984年3月18日0600時のPort Said Waiting Area の錨泊図	130
図Ⅱ-4-(2)-7	1984年10月19日2200時のPort Said Waiting Area の錨泊図	131
図Ⅱ-4-(2)-8	1984年10月20日0600時のPort Said Waiting Area の錨泊図	131
図Ⅱ-4-(2)-9	1984年3月15日0000時~2400時のGreat Bitter Lakeの全投錨船舶の錨泊図	132
図Ⅱ-4-(2)-10	1984年3月15日のGreat Bitter Lakeの船舶密度図	132
図Ⅱ-4-(2)-11	1984年10月24日0000時~2400時のGreat Bitter Lakeの全投錨船舶の錨泊図	133
図Ⅱ-4-(2)-12	1984年10月24日のGreat Bitter Lakeの船舶密度図	133
図Ⅱ-4-(2)-13	1984年3月17日2200時~18日1400時のPort Said Waiting Area の全投錨船舶の錨泊図	134

図Ⅱ-4-(2)-14	1984年3月17日2200時~18日1400時のPort Said Waiting Areaの船舶密度図	134
図Ⅱ-4-(2)-15	1984年10月19日1400時~20日1400時のPort Said Waiting Areaの全投錨船舶の錨泊図	135
図Ⅱ-4-(2)-16	1984年10月19日1400時~20日1400時のPort Said Waiting Areaの船舶密度図	135
図Ⅱ-4-(2)-17	1984年3月15日のGreat Bitter Lakeの航跡図	136
図Ⅱ-4-(2)-18	1984年3月15日のGreat Bitter Lakeの航跡図	136
図Ⅱ-4-(2)-19	1984年10月24日のGreat Bitter Lakeの航跡図	137
図Ⅱ-4-(2)-20	1984年10月24日のGreat Bitter Lakeの航跡図	137
図Ⅱ-4-(2)-21	1984年3月17日2200時~18日1400時のPort Said Waiting Areaの航跡図	138
図Ⅱ-4-(2)-22	1984年3月17日2200時~18日1400時のPort Said Waiting Areaの航跡図	138
図Ⅱ-4-(2)-23	1984年10月19日1400時~20日1400時のPort Said Waiting Areaの航跡図	139
図Ⅱ-4-(2)-24	1984年10月19日1400時~20日1400時のPort Said Waiting Areaの航跡図	139
図Ⅱ-4-(2)-25	1984年3月15日のGreat Bitter Lake Eastern Anchorageの北航船の錨泊時間	141
図Ⅱ-4-(2)-26	1984年3月15日のGreat Bitter Lake Western Anchorageの南航船の錨泊時間	141
図Ⅱ-4-(2)-27	1984年3月17日1400時~18日1400時のPort Said Waiting Areaの投錨船の錨泊時間	142
図Ⅱ-5-(1)-1	SCVTMSの運用組織図	149
図Ⅱ-5-(1)-2	SCVTMSの設備配置図	150
図Ⅱ-5-(2)-1	SCA組織図	161
図Ⅱ-5-(3)-1	第Ⅱ期拡張計画の標準断面	173
図Ⅱ-5-(3)-2	SCA直営浚渫船で浚渫された区域(1981~1982年)	183
図Ⅱ-7-(1)-1	運河沿いの環境	195
図Ⅱ-7-(2)-1	運河沿いの測点別水質	201
図Ⅱ-7-(2)-2	運河内の測点と水質の関係	203
図Ⅳ-1-(1)-1	年別事故率	247
図Ⅳ-1-(1)-2	月別事故	249
図Ⅳ-1-(1)-3	Port Saidの月別事故数	249
図Ⅳ-1-(1)-4	El Ballahの月別事故数(Km 50~63)	251
図Ⅳ-1-(1)-5	Lake Timsahの月別事故数(Km 75~81)	251
図Ⅳ-1-(1)-6	Great Bitter Lakeの月別事故数	253
図Ⅳ-1-(1)-7	El KabritおよびLittle Bitter Lakeの月別事故数	253
図Ⅳ-1-(1)-8	Km 135~161の月別事故数	255
図Ⅳ-1-(1)-9	Suezの月別事故数	255
図Ⅳ-1-(1)-10	場所別事故数	256
図Ⅳ-1-(1)-11	通航方向・場所別事故数	258
図Ⅳ-1-(1)-12	昼夜・場所別事故数	258
図Ⅳ-1-(2)-1	船団中の船舶の位置別事故数	261

図IV-1-(2)-2	昼夜・場所別事故数	262
図IV-1-(2)-3	船型別事故数	264
図IV-1-(2)-4	船種別事故数および通航隻数	264
図IV-2-(1)-1	水深構成モデル	267
図IV-2-(1)-2(1)	スコットと船速(150,000DWTタンカー)	270
図IV-2-(1)-2(2)	船体沈下と船速	270
図IV-2-(1)-3	港湾の施設の技術上の基準の運用	273
図IV-2-(1)-4	屈曲部の例	274
図IV-2-(1)-5	Kiel Canalの断面	277
図IV-2-(1)-6	Essen Canalの断面	278
図IV-2-(1)-7	悪天候によって運河内に停泊した年間平均隻数	279
図IV-2-(1)-8	通常時と事故発生時の視界の比較	279
図IV-2-(1)-9	通常時と事故発生時の風速比較	280
図IV-2-(2)-1	逆転停止距離	282
図IV-2-(4)-1	Hydraulic Centerline(1)	295
図IV-2-(4)-2	Hydraulic Centerline(2)	297
図IV-2-(4)-3	Hydraulic Centerline(3)	299
図IV-2-(4)-4	Hydraulic Centerline(4)	301
図IV-2-(4)-5	Hydraulic Centerline(5)	303
図IV-2-(4)-6	Hydraulic Centerline(6)	305
図IV-2-(4)-7	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 14.5 ~ 19)	317
図IV-2-(4)-8	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 50 ~ 53)	319
図IV-2-(4)-9	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 59 ~ 62)	321
図IV-2-(4)-10	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 93 ~ 96)	323
図IV-2-(4)-11	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 118 ~ 122)	325
図IV-2-(4)-12	運河断面, Hydraulic Centerline および通航船舶の航跡分布の 相互関係(Km 145 ~ 148)	327
図V-1-(1)-1	標準断面	353
図V-1-(2)-1	運河沿いの潮汐範囲	365
図V-1-(4)-1	ダイアグラム	372
図V-1-(4)-2	到着時刻分布	376
図V-1-(4)-3	待時間分布	376
図V-1-(4)-4	逆転停止距離	377

図V-1-(6)-1	設定場所	385
図V-2-(1)-1	乗り揚げ事故確率の推計フロー	388
図V-2-(1)-2	分析区分(①~⑨)	389
図V-2-(1)-3	航跡モデル	390
図V-2-(1)-4	危険領域の決定要因	392
図V-2-(1)-5	危険領域と安全領域	394
図V-2-(1)-6	要避航確率( $P_R$ )の導出プロセス	399
図V-2-(1)-7	工事中の浚渫船衝突事故のフォルトツリー図	405
図V-2-(1)-8	浚渫船との衝突	406
図V-2-(1)-9	分岐点における衝突事故フォルトツリー図	410
図V-2-(1)-10	分岐点における出会い状況	411
図V-2-(1)-11	船舶同志の出会いモデル	412
図V-2-(1)-12(1)	Km 61 分岐点における出会いモデル	414
図V-2-(1)-12(2)	Km 94 分岐点における出会いモデル	415
図V-2-(1)-12(3)	Km123 分岐点における出会いモデル	416
図V-2-(1)-13	避航失敗状況の模式図	418
図V-2-(1)-14	停止距離算定例	421
図V-2-(1)-15	110,000 DWT以上の船舶の停止過程	422
図V-2-(1)-16	初速と停止距離の関係	424
図V-2-(1)-17	110,000 DWT以上の大型船の停止距離算定例	424
図V-2-(1)-18	停止のための境界線	427
図V-2-(1)-19	目視距離データ(日本の場合)	429
図V-2-(1)-20	視界モデル模式図	431
図V-2-(1)-21	$P(\ell_R < \ell_v)$ の累加頻度分布模式図	432
図V-2-(1)-22	Ismailiaにおける視界の累加頻度分布	433
図V-2-(1)-23	視界不良による衝突事故確率の算定例	434
図V-2-(1)-24	後行船団の船連を変化させた場合の模式図	436
図V-2-(1)-25	後行船団の到着地点を2Km後退させた場合の模式図	436
図V-2-(1)-26(1)	Km 61 分岐点における出会いモデル(ケース1)	437
図V-2-(1)-26(2)	Km 94 分岐点における出会いモデル(ケース1)	438
図V-2-(1)-26(3)	Km123 分岐点における出会いモデル(ケース1)	439
図V-2-(1)-27(1)	Km 61 分岐点における出会いモデル(ケース2)	440
図V-2-(1)-27(2)	Km 94 分岐点における出会いモデル(ケース2)	441
図V-2-(1)-27(3)	Km123 分岐点における出会いモデル(ケース2)	442
図V-2-(1)-28	追突事故のフォルトツリー図	444
図V-2-(1)-29	追突事故発生状況の模式図	445
図V-2-(1)-30	船間距離の分布	445
図V-2-(1)-31	追突事故の状況模式図	446

図V-2-(1)-32	両方向航路における衝突事故のフォルトツリー図	451
図V-2-(1)-33	Hm80における航路進入形態	452
図V-2-(1)-34	泊地における衝突事故のフォルトツリー図	454
図V-2-(2)-1	原油ガスの燃焼(爆発)範囲	462
図V-2-(2)-2	プロパンの燃焼(爆発)範囲	463
図V-2-(2)-3	メタンの燃焼(爆発)範囲	464
図V-2-(2)-4	原油の拡散(Calm)	466
図V-2-(2)-5	LPGの拡散(Calm)	467
図V-2-(2)-6	LNGの拡散(Calm)	468
図V-2-(2)-7	LPGの拡散(風速3メートル)	469
図V-2-(2)-8	流出油量の推定フロー	473
図V-2-(2)-9	衝突時の総トン数と流出油量	475
図V-2-(2)-10	乗り揚げ時の総トン数と流出油量	476
図V-2-(2)-11	水面上に破口がある場合	483
図V-2-(2)-12	水面上及び水面下に破口がある場合	484
図V-2-(2)-13	被衝突船のタンク寸法	485
図V-2-(2)-14	事故推定	486
図V-2-(2)-15	Suez Bayにおける原油5,000トンの拡散計算結果	488
図V-2-(2)-16	Suez Bayにおける原油5,000トンの拡散計算結果拡大図	489
図V-2-(2)-17	Suez Bayにおける原油10,000トンの拡散計算結果	491
図V-2-(2)-18	Suez Bayにおける原油10,000トンの拡散計算結果拡大図	493
図V-2-(2)-19	Suez Bayにおける原油20,000トンの拡散計算結果	495
図V-2-(2)-20	Suez Bayにおける原油20,000トンの拡散計算結果拡大図	497
図V-2-(2)-21	Great Bitter Lakeにおける原油5,000トンの拡散計算結果	499
図V-2-(2)-22	Great Bitter Lakeにおける原油5,000トンの拡散計算結果拡大図	501
図V-2-(2)-23	Great Bitter Lakeにおける原油10,000トンの拡散計算結果	503
図V-2-(2)-24	Great Bitter Lakeにおける原油10,000トンの拡散計算結果拡大図	505
図V-2-(2)-25	Great Bitter Lakeにおける原油20,000トンの拡散計算結果	507
図V-2-(2)-26	Great Bitter Lakeにおける原油20,000トンの拡散計算結果拡大図	509
図V-2-(2)-27	Port Saidにおける原油5,000トンの拡散計算結果	511
図V-2-(2)-28	Port Saidにおける原油5,000トンの拡散計算結果拡大図	513
図V-2-(2)-29	Port Saidにおける原油10,000トンの拡散計算結果	515
図V-2-(2)-30	Port Saidにおける原油10,000トンの拡散計算結果拡大図	517
図V-2-(2)-31	Port Saidにおける原油20,000トンの拡散計算結果	519
図V-2-(2)-32	Port Saidにおける原油20,000トンの拡散計算結果拡大図	521
図V-2-(2)-33	メッシュ分割(Suez Bay)	526
図V-2-(2)-34	メッシュ分割(Great Bitter Lake)	527
図V-2-(2)-35	メッシュ分割(Port Said)	528

図V-2-(2)-36	流出油量推定曲線	533
図V-2-(2)-37	2タンク最大火災面積曲線	535
図V-2-(2)-38	LNG(25,000 m <sup>3</sup> )の燃焼を伴った液面の拡散半径と被傷程度別の 火炎中心からの距離	538
図VI-2-(1)-1	許容危険基準と推計危険水準	547
図VI-2-(2)-1	乗り揚げ確率(運河幅別)	548
図VI-2-(2)-2	運河幅に関する感度分析	549
図VI-2-(2)-3	船速に関する感度分析	550
図VI-2-(2)-4	曲率に関する感度分析	550
図VII-2-(1)-1	Traffic Diagramのモデル	563
図VII-2-(2)-1	非自航オイルフェンス積載船	568
図VII-3-(2)-1	施工工程表(SCA案)	579
図VII-3-(2)-2	施工工程表(代替案J-1)	580
図VII-3-(2)-3	施工工程表(代替案J-2)	581
図VII-3-(2)-4	施工工程表(代替案J-3)	582
図VII-3-(2)-5	施工工程表(代替案J-4)	583
図VII-3-(2)-6	送受信器取り付例	588
図VII-3-(2)-7	測深間隔	588
図VII-3-(3)-1	保針限界風速	592
図VII-3-(3)-2	舵角15°の場合の限界風速の最小値	592
図VII-3-(3)-3	横力係数	595
図VII-3-(3)-4	横力および回頭モーメント修正係数	595
図VII-3-(3)-5	横力および回頭モーメント	596
図VII-3-(3)-6	横力および回頭モーメントを打ち消すために必要な曳船	596
図VII-3-(3)-7	海底傾斜による回頭モーメントを打ち消すために必要な舵角	597
図VII-3-(5)-1	曳船による制動効果	615
図VII-4-(1)-1	消防船	619
図VII-4-(1)-2	油防船	625
図VII-4-(2)-1	事故処理対策本部組織	629
図VII-4-(2)-2	事故発生時の連絡体制	630
図VII-4-(2)-3	研修所	634
図VII-4-(2)-4	研修所施設	635
図VII-5-(1)-1	割引率別便益・費用比率	658
図VII-5-(1)-2(1)	許容危険基準と損失額(割引率5%)	660
図VII-5-(1)-2(2)	許容危険基準と損失額(割引率10%)	660
図VII-5-(1)-2(3)	許容危険基準と損失額(割引率15%)	661
図VII-5-(1)-3	便益と期待損失の関係	661
図VII-5-(2)-1	代替案の内部収益率(FRR)	668

# 結 論

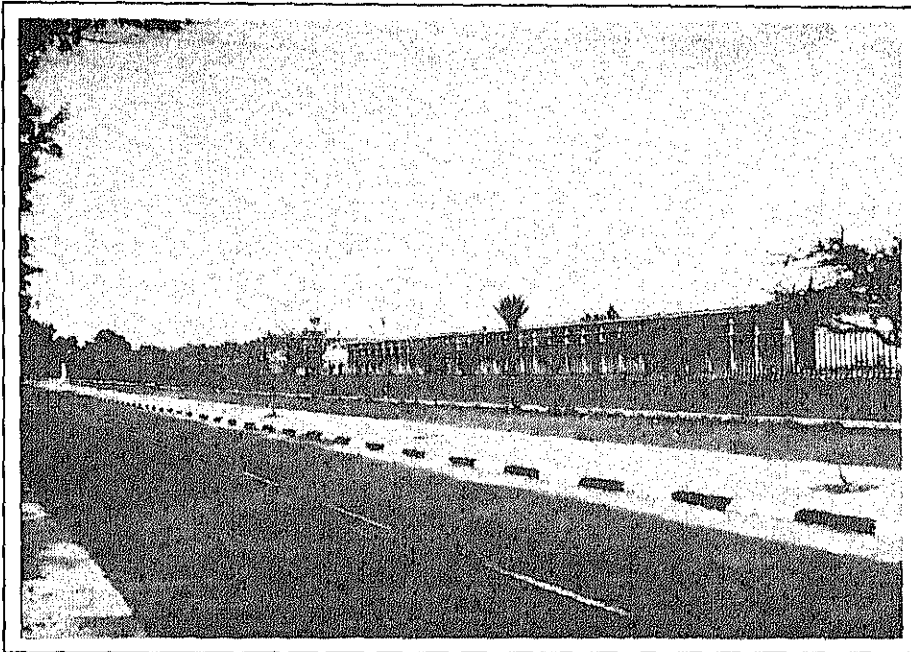


SCA本部





# 要 約



SCAのリサーチセンター



# 結 論

1. 現在のスエズ運河は、運河の形状、航行システム、事故処理対策、他国の運河の実態および事故の発生状況等の総合的な評価に基づき概ね安全であると判断されるが、本運河の国際海運経済に果たす役割の重要性に鑑み、現在及び将来にわたりなお安全対策を講ずる必要がある。
2. 目標とすべき許容危険基準は、現状および将来の通航船の船種・船型、通航量、S C Aの運河拡張計画、他国の運河における水準、安全対策のフィージビリティ等を勘案すれば、 $0.40 \times 10^3$  とすることが適当である。
3. 目標とする許容危険基準を達成するためには、以下の安全対策を講ずることが必要である。
  - (1) 運河の幅員は、Km 85～88およびKm 115～134の区間について、S C Aの第Ⅱ期拡張計画よりさらに拡幅する必要がある。
  - (2) 航行システムについては、航行援助施設の改良、航行通信システムの確立、その他所要の措置を講ずる必要がある。
  - (3) 災害対策として、漏油、火災の事故処理に必要な施設、船舶の建設、資機材の備蓄を行うほか、実行能力を有する事故処理チームを編成する必要がある。

## I 現運河の安全性の評価

### 1. 工学的要因

現状のスエズ運河の運河形状を調査し、PIANCの勧告および諸外国の運河の形状と比較し評価した。

その結果、現在のスエズ運河の設計水深-19.5 mは150,000 DWT級タンカーを航行させる水深として妥当であると判断された。

しかしながら、航路幅員に関しては、Port Said Approach ChannelおよびGreat Bitter Lake内の航路を除く運河の大部分において、150,000 DWT級タンカーを航行させるためには、その幅員が不足しているといえる。従って、事故の発生率を減少させ、重大事故を防ぐため、これらの区域において航路幅員を拡幅しなければならない。

### 2. 航行関係の現状

運河の航行関係の現状について分析・評価を行った結果、次の各点を指摘することができる。

- (1) 実際の通航速力がSCAの基準を大幅に上回っている。
- (2) Pilotの教育訓練が不十分である。
- (3) 大型船にはEscort Tugの配備が不可欠であり、増強が望ましい。
- (4) 運河利用者は、航路標識の整備、コミュニケーションの改善、およびPort Said, Suez水域の安全対策を強く望んでいる。
- (5) 各錨地および南北航船の出会い地点のコントロールが不十分である。
- (6) 運河内の浮標は現状で適当であるが、Approach部は増強が必要である。
- (7) SCVTMSは、運河の管理運営、航行安全にとって極めて有効な優れたシステムであり、できるだけ早い実際の運用開始が望まれる。
- (8) 事故記録の検討の結果、次のことがいえる。
  - 1) 事故発生率は、第I期拡張工事後大幅に低下している。
  - 2) Sandstormと事故は密接に関連している。
  - 3) Port Said付近の衝突・接触、El Ballah付近の乗り揚げ・運河壁接触の事故が多い。
  - 4) 事故発生率は、船舶の種類・大きさにはあまり関係がない。
  - 5) 人為的要因による事故が大部分である。
  - 6) 衝突は係留・投揚錨作業中が多く、乗り揚げは航行中が多い。
  - 7) 乗り揚げは大部分が他船の影響なしに発生しており、乗り揚げた場所は運河壁が多い。

### 3. 防災・資機材の評価

防災資機材および施設については、除々に整備されつつあるが全体的に質量とも不十分である。又、事故処理チームなど防災のための組織、人員等の体制については欠如している。

## II リスク評価

### 1. 許容危険基準の代替案

諸外国における航路の危険水準，第I期拡張工事による改良度合，および，SCAの提案危険水準を平均したものは，現状の40%の危険水準となる。許容危険基準の代替案として，この危険水準および，この危険水準の1/2倍，2倍，すなわち現状の20%，80%の危険水準を対象とする。これらの許容危険基準案に，SCA案（現状の約10%）を加えた4案を，それぞれ危険基準の厳しい順にJ-1（SCA案），J-2（現状の20%），J-3（現状の40%），J-4（現状の80%）とする。各代替案の具体的危険基準を表1に示す。

表1 許容危険基準の代替案

Locations	J-1	J-2	J-3	J-4
Port Said add Suez (Approach Channel and Harbour)	$1.11 \times 10^{-4}$ ( $1.39 \times 10^{-5}$ )	$9.36 \times 10^{-5}$ ( $1.17 \times 10^{-5}$ )	$1.86 \times 10^{-4}$ ( $2.34 \times 10^{-5}$ )	$3.72 \times 10^{-4}$ ( $4.66 \times 10^{-5}$ )
El-Ballah Bypass	$3.05 \times 10^{-6}$ ( $3.79 \times 10^{-7}$ )	$3.23 \times 10^{-6}$ ( $4.04 \times 10^{-7}$ )	$6.46 \times 10^{-6}$ ( $8.08 \times 10^{-7}$ )	$1.29 \times 10^{-5}$ ( $1.62 \times 10^{-6}$ )
Other parts of the Canal	$1.15 \times 10^{-4}$ ( $7.08 \times 10^{-7}$ )	$3.11 \times 10^{-4}$ ( $1.92 \times 10^{-6}$ )	$6.20 \times 10^{-4}$ ( $3.83 \times 10^{-6}$ )	$1.24 \times 10^{-3}$ ( $7.66 \times 10^{-6}$ )
Bitter Lakes	$5.51 \times 10^{-5}$ (-)	$5.83 \times 10^{-5}$ (-)	$1.17 \times 10^{-4}$ (-)	$2.34 \times 10^{-4}$ (-)

Note: Figures in parentheses are risk levels per km.

### 2. リスク評価

現状では運河のほとんどの区域がJ-1，J-2，J-3，J-4を超える危険水準にある。さらに第II期拡張工事完了後においても上記危険基準を超える区域が依然として存在する。J-1，J-2，J-3，J-4を満足するために拡幅を必要とする運河の延長はそれぞれ152 km，52 km，23 km，13 kmである。

許容危険基準を満足するために拡幅を必要とする区域は，上記のように，それぞれの許容危険基準（J-1，J-2，J-3，J-4）により異なるがKm115～129区域は上記4許容危険基準いずれにおいても拡幅を必要とする区域である。

### Ⅲ 安全対策

#### 1. 安全対策

##### (1) 工学的要因

###### 1) 運河形状

リスクアナリシスの結果に従って各許容危険基準を達成するためには、SCAが計画している第Ⅱ期拡張計画の航路をさらに拡幅する必要がある。各許容危険基準に対する追加拡幅の幅および場所を表2に示す。

###### 2) 第Ⅱ期拡張計画

第Ⅱ期拡張計画の工事量に関しては、SCA案の場合は浚渫工事だけであるが、代替案の場合は護岸および係留用ケーソンの移設が必要である。SCA案および代替案の工事量を表3に示す。

表 2 追加拡幅幅 ( S C A の第 II 期拡張計画に追加する幅 )

(Unit: meters)

Location	J-1		J-2		J-3		J-4	
	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width
Hm 90 <sup>E</sup> ~ Hm 0 <sup>E</sup>	18	20	18	20				
Hm 0 <sup>E</sup> ~ Km 1 <sup>E</sup>	0	20						
Km 1 <sup>E</sup> ~ 15 <sup>E</sup>	15	15						
Km 15 <sup>E</sup> ~ 19	0	0						
Km 19 ~ 31	11	10						
Km 31 ~ 34	0	0						
Km 34 ~ 50	1	0						
Km 50 ~ 51 <sup>E</sup>	0	0						
Km 51 <sup>E</sup> ~ 60 <sup>E</sup>	0	0						
Km 50 ~ 52 <sup>W</sup>	15	15						
Km 52 <sup>W</sup> ~ 55 <sup>W</sup>	0	15						
Km 55 <sup>W</sup> ~ 59 <sup>W</sup>	35	35	12	10				
Km 59 <sup>W</sup> ~ 64	31	30	12	10				
Km 64 ~ 71	15	15						
Km 71 ~ 75	14	15						
Km 75 ~ 83	29	30	7	10				
Km 83 ~ 85	0	30						
Km 85 ~ 88	53	55	30	30	9	10		
Km 88 ~ 93	7	10						
Km 93 ~ 94	0	0						
Km 94 ~ 96	0	0						
Km 96 ~ 101 <sup>E</sup>	32	35	15	15	2	0		
Great Bitter Lake								
Km 115 <sup>E</sup> ~ 122 <sup>E</sup>	130	130	90	90	66	70	40	40
Km 122 <sup>E</sup> ~ 126	190	190	130	130	80	80	35	35
Km 126 ~ 129	54	55	35	35	20	20	5	5
Km 129 ~ 132	71	70	33	35	0	20		
Km 132 ~ 134	40	40	23	25	10	10		
Km 134 ~ 145	6	10						
Km 145 ~ 147	0	0						
Km 147 ~ 154	13	15						
Km 154 ~ 162	6	10						

表 3 第 II 期 拡張計画の工事量

km	SCA Plan	Alternative Plans											
		J-1			J-2			J-3			J-4		
		Dredging (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Bank Work (km)	Removal Caisson (Number)	Dredging (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Bank Work (km)	Removal Caisson (Number)	Dredging (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Removal Caisson (Number)	Dredging (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Removal Caisson (Number)	Dredging (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	Removal Caisson (Number)
Port Said Approach Channel	61,400			64,800			61,400			61,400			
Km 1.5 ~ 61.0	42,700	9.5		43,900	0.2		42,700			42,700			
Km 61.0 ~ 79.0	30,200	16.9		31,900	3.5		30,200			30,200			
Km 79.0 ~ 94.5	21,300	13.7		24,300	6.2		21,900			21,300			
Km 94.5 ~ 101.0	11,700			13,300			12,300			11,700			
Km 101.0 ~ 115.0	19,000			19,600			19,400			19,200			
Km 115.0 ~ 122.0	4,300		16	18,200		16	14,900	16		10,300			
Km 122.0 ~ 145.0	36,600	10.5	36	54,900		36	47,300	36		40,200	13		
Km 145.0 ~ 162.25	25,100	11.1	5	25,100		5	25,100			25,100			
Great Bitter Lake Anchorage	83,900			83,900			83,900			83,900			
Total	336,200	61.7	57	379,900	9.9	52	359,100	52		346,000	13		



## (2) 航行関係の対策

### 1) 航路標識の整備

Approach部, Great Bitter Lakeにおける航行安全およびコントロールのために, これらの水域の航路標識の整備・増強が必要である。

### 2) Canal Traffic Communication Systemの確立

Communicationがスムーズに行われないこと, 情報が不十分なことは, 安全運航を阻害する大きな要因である。

十分なCommunication Systemを確立しておく必要がある。

### 3) 事故発生時の通航管理体制の確立

事故発生時の混乱を防止し, 組織的, 統一的に対処するためには, あらかじめ組織・体制を確立して, 起り得る災害を想定した訓練をしておく必要がある。

### 4) Sandstormに対する対策

Sandstormがかなりの事故の要因となっており, 通航停止の限界視界・風速に関して, 更に一層の検討が必要である。

### 5) Ballah West Channelにおける接岸時の安全対策

Ballah West Channelにおける接岸時の乗り揚げ・運河壁接触事故を防止するために, 岸壁吸引力および傾斜した運河底の影響を考慮した接岸操船を行うように, Pilotを指導すべきである。

### 6) 錨地のコントロール

各錨地のコントロールが現状では不十分である。きめの細かいコントロールを行うべきである。

### 7) Pilotの資格, 適性および教育・訓練

人為的要因による事故が大部分である。

S C Aは, スエズ運河の国際水路としての重要性から, その運河をきよう導するPilotの知識・技能を高い水準に維持するように努力すべきである。

## (3) 必要とされる防災資機材

図1に示す防災資機材が必要である。

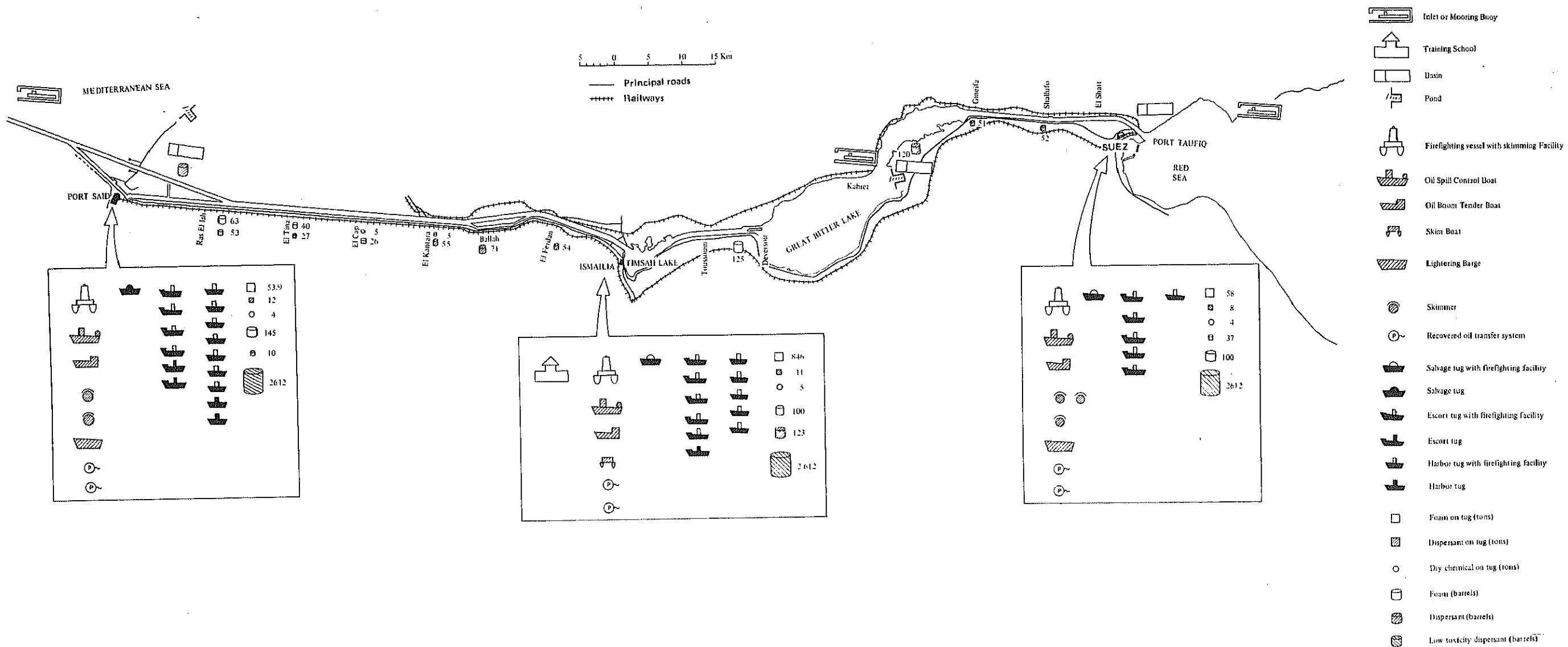


図1 必要な防災資機材の配置図



## 2 安全対策の評価

(1) 各代替案のプロジェクト費用は表4に示すように見積られた。

このプロジェクト費用は、各代替案の危険水準を達成するために、SCAが計画している第II期拡張計画にさらに追加して必要な費用である。

危険水準が $0.25 \times 10^{-3}$ に相当する代替案J-1のプロジェクト費用は327.4百万US\$であり、4つの代替案の中で最も費用が最大である。

表4 プロジェクト費用

(Unit: LC in Million LE, FC and Totals in Million US\$)

Item Currency Study Case	Canal Widening			Improvement of Aids to Navigation			Preparation for Disaster Treatment			Total		
	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total
J-1 ( $0.25 \times 10^{-3}$ )	91.1	157.0	221.1	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	139.9	227.5	327.4
J-2 ( $0.40 \times 10^{-3}$ )	34.6	35.9	60.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	83.4	106.4	165.9
J-3 ( $0.79 \times 10^{-3}$ )	14.5	25.2	35.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	63.3	95.7	140.9
J-4 ( $1.58 \times 10^{-3}$ )	7.6	10.2	15.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	56.4	80.7	120.9

Note: An exchange rate of 1.40 LE per US\$ is used in consideration of the shadow price.

(2) プロジェクト評価の結果、代替案J-4は便益・費用比率(B/C Ratio)が1.0より小さいのでフィージブルではなく、J-1、J-2およびJ-3は総てフィージブルであるが、IRR値からみて代替案J-2が4つの代替案のうち投資効果が最も大きい。

表5 IRR計算結果

	Alternative			
	J-1	J-2	J-3	J-4
IRR	6.6%	11.4%	3.5%	-

(3) 最適許容危険基準は割引率によって変化するが、本調査においては、図2に示すように最適許容危険基準を $0.40 \times 10^{-3}$ とすることが適当であると結論された。

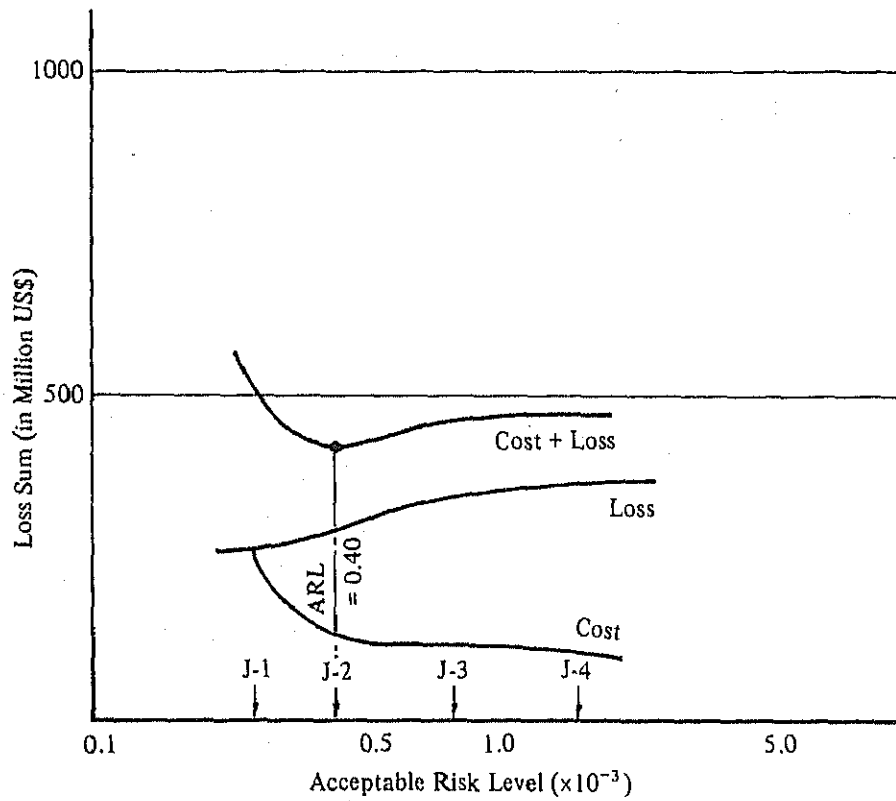


図2 最適許容危険基準（割引率：15%）

(4) 財務分析の結果、FRR値からみて代替案J-1、J-2およびJ-3はフィージブルであると判断されたが、そのFRR値からみて代替案J-2が4つの代替案のうち最も有利であるといえる。

表6 FRR計算結果

	Alternative			
	J-1	J-2	J-3	J-4
FRR	4.6%	9.0%	1.4%	-

# 要 約

## 第 1 編 ま え が き

エジプト・アラブ共和国の要請に応じ、日本国政府はエジプト国スエズ運河航行安全計画調査を日本国の諸法規に従って実施することを決定した。

### 1. 調査目的

本調査の目的はスエズ運河の現況、第Ⅱ期拡張工事中および第Ⅱ期拡張工事完了後の運河にかかわる事故の未然防止対策および事故処理対策について検討することである。

### 2. 調査概要

上記の目的を達成するため、本調査においては以下の内容を実施している。

#### (1) 運河現況調査

- 1) 運河形状
- 2) 自然条件
- 3) 通航量
- 4) 通航・停泊実態
- 5) 安全対策の現状
- 6) 運河利用者調査
- 7) 運河周辺環境

#### (2) 運河事故例の分析

#### (3) 現状運河の評価

- 1) 現状の危険水準
- 2) 運河形状
- 3) 通航・停泊条件
- 4) 航行援助施設
- 5) 航行管制および諸規則
- 6) 運河のメンテナンス
- 7) 消防および汚染に対する処理資機材

#### (4) リスクアナリシス

#### (5) リスク評価

#### (6) 運河安全対策の検討

### 3. 調査方法および調査団構成

#### (1) 調査方法

調査のフローを図-1に示す。

#### (2) 調査団構成

国際協力事業団（JICA）は本調査を次の2団体からなるスエズ運河航行安全計画調査共同企業体に委託し実施した。

財団法人 国際臨海開発研究センター

社団法人 日本海難防止協会

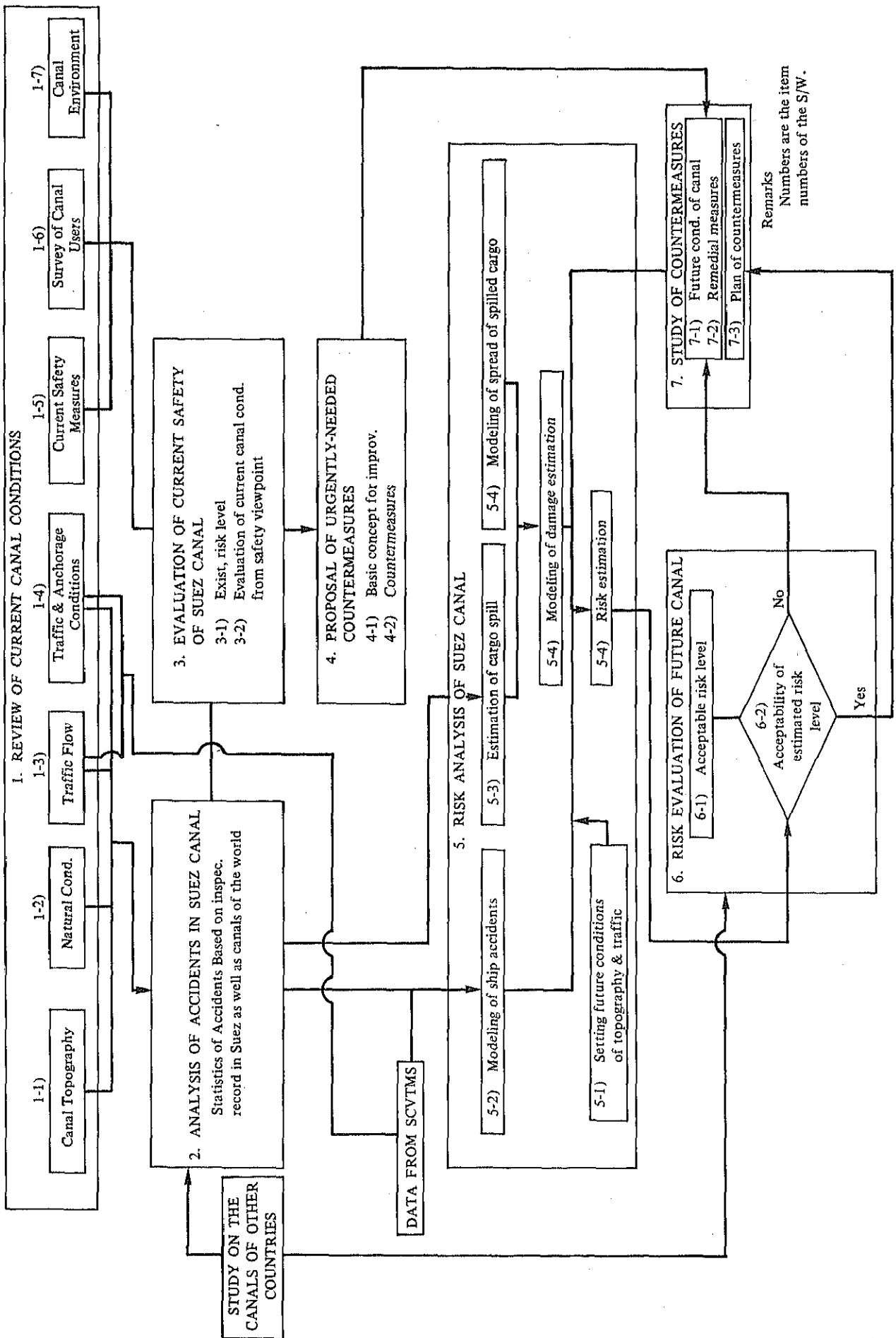


図 1-1) スエズ運河航行安全計画調査フロー

## 第Ⅱ編 スエズ運河の現状

### 第Ⅰ章 運河形状

現状の運河形状については、主として“スエズ運河計画と標準断面”，“スエズ運河拡幅・増深計画”，“運河水深”，“運河断面測量図”，海図およびSCAより入手した情報に基づき調査、分析した。運河幅、水深、曲率等の運河の基本諸元を運河本航路についてはSCAが定めている“Km基準線”に沿って、また、地中海側はHmO～195，紅海側はHmO～80.5の間を、いずれも1Km毎に分析した。

表Ⅱ-1-(1)-1は分析結果を示したものである。

### 第2章 自然条件

- (1) 降雨はPort Saidでは11～3月に多く、Ismailiaでは1～2月に多い。
- (2) 視界不良の発生原因は霧とSandstormである。視界が1Km以下となるケースは、Port Saidでは1～3月に増加し、Ismailiaでは10～4月に増加する。Suezでは視界不良の発生頻度は非常に小さい。視界不良の継続時間は、通常霧による場合はSandstormによる場合よりも短い。
- (3) 強風の発生頻度はPort Saidでは1～5月に高くなり、Suezでは4～5月に高くなる。しかし、Ismailiaでは強風の発生頻度は非常に低い。Port SaidとSuezでは、風向西～北、風速11～16ノットの発生頻度が最も高い。Ismailiaでは風速1～3ノットの発生頻度が最も高い。
- (4) Port Taufiqでは流速は非常に大きく、最強時には2ノットにもなる。ToussonとEI Kabritでは比較的流速は大きく、またPort Saidでは小さい。潮流シミュレーションの結果によると、Bypassの分岐点やEI Kabritの周辺およびPort Said Approach Channelにおいて航路を横切る流れがみられる。
- (5) スエズ運河両端の平均水面の差は、最大約40cmの範囲で周期的に変化する。天文潮による年間最大潮位差はPort Saidでは60cm，Ismailiaでは30cm，Suezでは150cmと見積られる。
- (6) 波高は、Port Saidでは高く6.0～7.5mにも達する。これに対し、Suezでは非常に静穏である。
- (7) Port Saidでは、両Approach Channelおよびその周辺における漂砂の堆積量は概略4～5×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/年と見積られた。これに対しSuezでは運河内及びApproach Channelにおいては堆積が議論されたことはない。

### 第3章 運河通航量

運河の閉鎖前にはタンカーは全通航船復量(SCNT)の約75%を数えていたが、運河が再開されると通航タンカーの割合は30～40パーセントを占めるに過ぎず、最近に至ってSCNTが増勢を示してきているもののタンカーのパーセンテージは急激に低下している。



一方では、運河を通航する船舶の船型は1982年以来著しく大きくなってきている。特に、100,000 DWT以上の北航タンカーの数は非常に増大している。

貨物量については、1982年になってもその量において1966年を下回っている。

1966年にはタンカーは、総運河通航貨物量の73%を運んでいたが、最近に至ってはそれが22~24%にまで低下している。しかしながら、第I期拡張工事の完了後タンカーによって運ばれた貨物量の割合は、1981年には約28%へ、1982年から1983年には36~38%へと回復しつつあるものの、未だに運河の閉鎖前の水準には達していない。

#### 第4章 通航および停泊の実態

##### (1) 通航の実態

###### 1) 通航管理

通航は、Main officeが各Port office、各信号所および各通航船のPilotと連絡を取りながら管理している。

###### 2) 通航の現状

###### (i) 船団通航システム

通航には、1日南航2船団、北航1船団の船団通航システムがとられている。

###### (ii) 南航船

南航船は、現在、船舶の幅にもよるが、最大吃水42フィートまで通航可能である。但し、East Channelを使用することによって、42フィート以上の吃水の船舶の通航をアレンジすることも可能である。

###### (iii) 北航路

北航船も南航船同様、船舶の幅にもよるが、現在、最大吃水53フィートまで通航可能である。

###### iv) 通航速力

南航第1, 第2船団                    14 km/h (7.56 Knots)

北航船団

積載VLCC等                    13 km/h (7.02 Knots)

他の船舶                    14 km/h (7.56 Knots)

###### v) 船間間隔

DWT	Minimum Time Intervals in Minutes
Up to 30,000	6
30,000 to 60,000	10
60,000 to 140,000	16
140,000 to 250,000	20
Over 250,000	25
VLCC in Ballast	16

Ⅵ) Traffic Diagramの分析結果

i) 1983年8月1カ月間

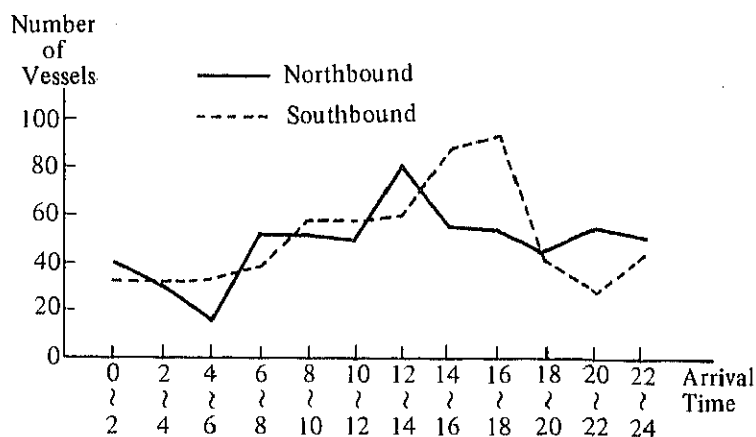
	Southbound	Northbound	Mean
Transit Speed	8.51 kt	8.63 kt	8.57 kt
Time Intervals between Vessels	10.75 min	11.37 min	11.06 min
Anchored or Tied up Time	5 hr 30 min	2 hr 50 min	4 hr 10 min
Transit Time	15 hr 05 min	11 hr 22 min	13 hr 14 min

ii) 1982年で最も通航隻数の多かった日

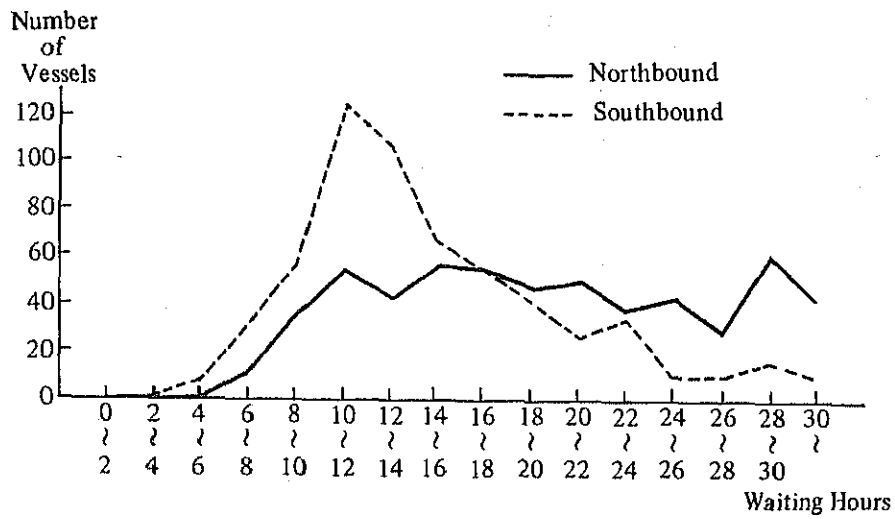
	Southbound	Northbound	Mean
Transit Speed	8.78 kt	9.02 kt	8.90 kt
Time Intervals between Vessels	10.92 min	11.30 min	11.11 min
Anchored or Tied up Time	6 hr 44 min	3 hr 04 min	4 hr 54 min
Transit Time	15 hr 11 min	12 hr 31 min	13 hr 51 min

Ⅶ) 到着・待船実態

1983年9月12日から10月2日までの記録を分析し、以下の到着分布および待船時間分布の実態を得た。



図Ⅱ-1 到着分布

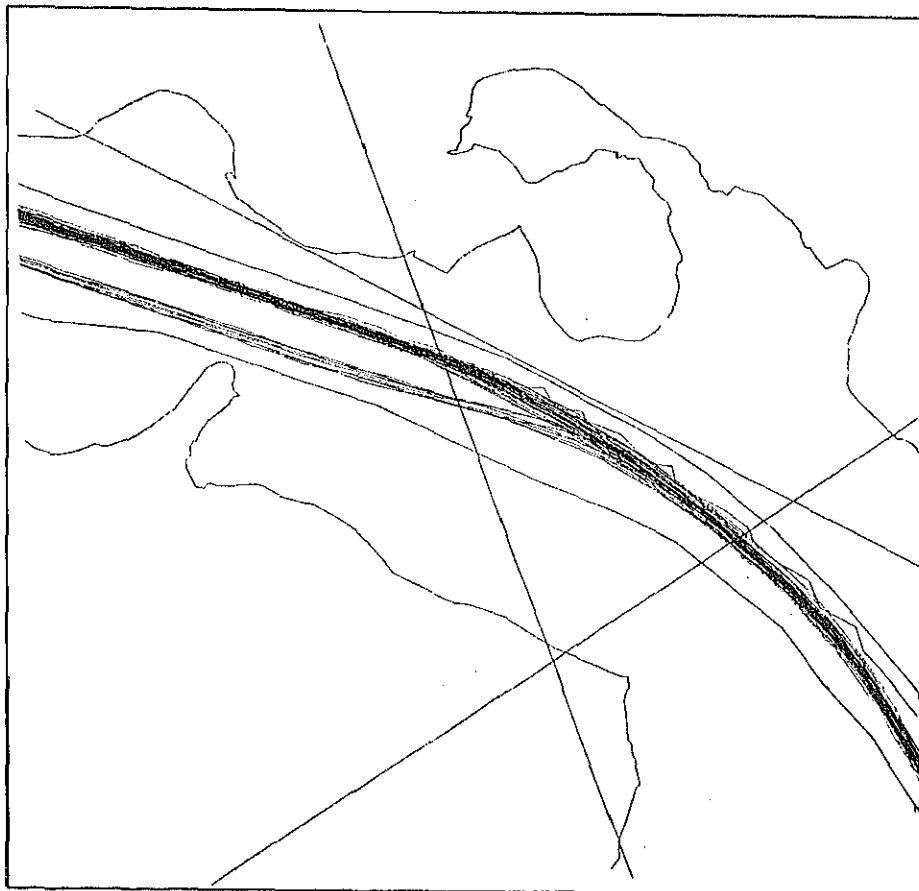


図Ⅱ-2 待船分布

(vii) SCVTMS の磁気テープの分析

1983年9月10日から11月27日までの通航船 224 隻のデータが記録されたSCV-TMSの磁気テープを、コンピュータによって分析・処理し、航跡図、ゲートライン通過隻数分布図およびゲートライン船幅占有分布図を作成した。

図Ⅱ-3, 4, 5 は、それぞれの1例である。



図Ⅱ-3 航跡図(76隻, 50,000トン未満)

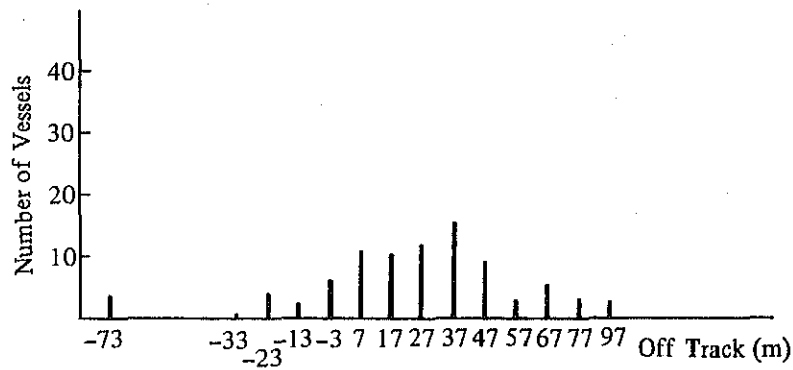


図 II - 4 Km 32 のゲートライン通過隻数分布図  
( 89 隻, 50,000 トン未満 )

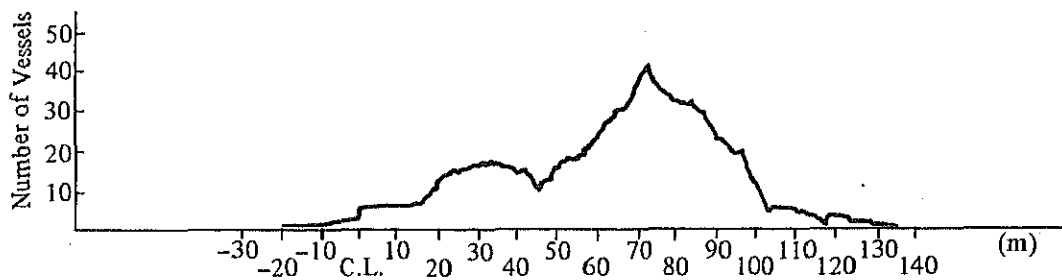


図 II - 5 Km 78 のゲートライン通過隻数分布 ( 101 隻, 50,000 トン未満 )

3) 操船性能

(i) 運河内における停止距離

1978年7月に、SCAが運河内で71,000 DWTタンカーを使用して行った停船実験の結果は次のとおりである。

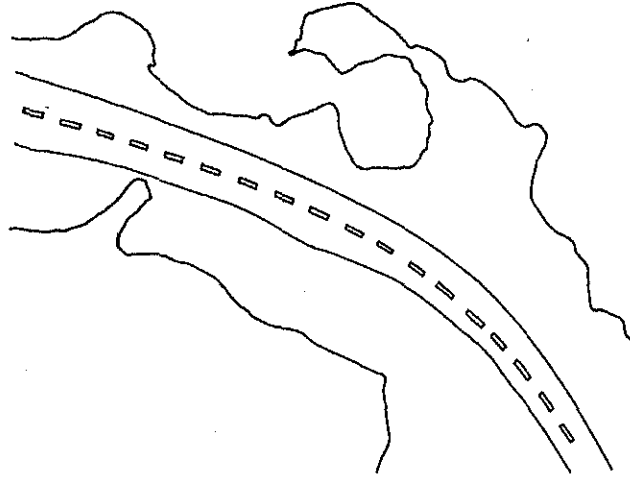
表 II - 1 運河内における停船実験の要約

Trial No.	1	2	3	4	5	Average
Stopping Distance	1,069	575	1,260	975	1,255	1,026.8
Initial Speed	6.98 kt	5.68 kt	6.78 kt	5.03 kt	7.01 kt	6.296 kt
No. of Tugs	2	2	2	1	1	

(ii) 鎌倉丸のデータの分析

1983年9月27日の北航船鎌倉丸に、CORTを2個積載して記録した磁気テープを分析し操船図を作成した。

図 II - 6 はその一例である。



図Ⅱ－6 鎌倉丸操船図

(2) 停泊実態

1) 錨地

(i) 錨地の容量

Port Said Waiting Area	23 隻
Lake Timsah Anchorage	5 隻
Great Bitter Lake Anchorage	60 隻
Suez Waiting Area	38 隻
Suez Inner Anchorage	39 隻

(ii) 各錨地の底質

各錨地とも泥あるいは砂泥である。

2) 錨泊状況の分析

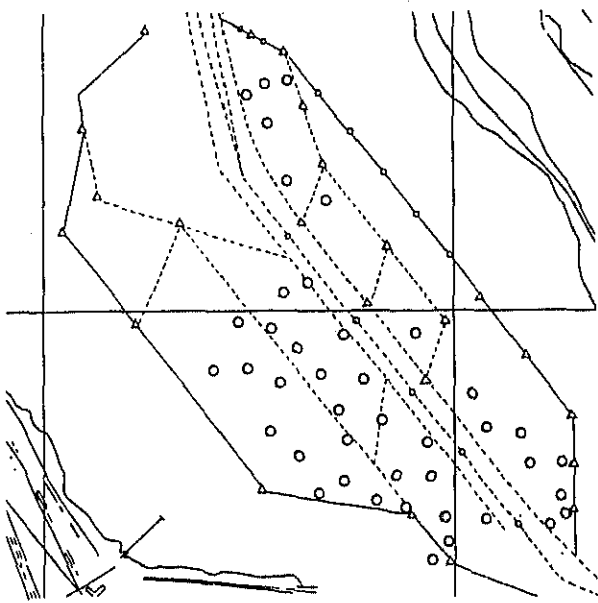
(i) 磁気テープの記録等からの分析

各錨地の錨泊状況进行分析するために、SCVTMSの磁気テープあるいは錨泊船の動静・錨泊位置の記録からの分析を行おうとしたが不可能であった。

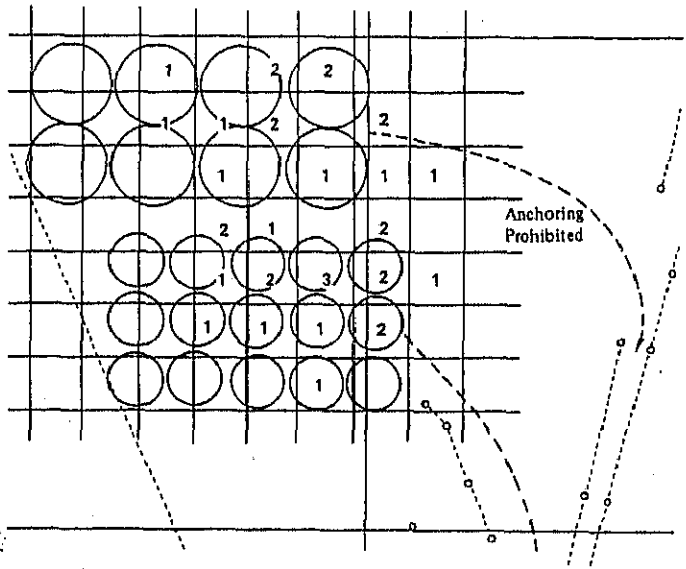
(ii) レーダーのビデオ映像の分析

Great Bitter Lake, Port Said Waiting Areaのレーダー映像をビデオテープに記録し、その記録から錨泊図、錨泊密度図および航跡図を作成した。

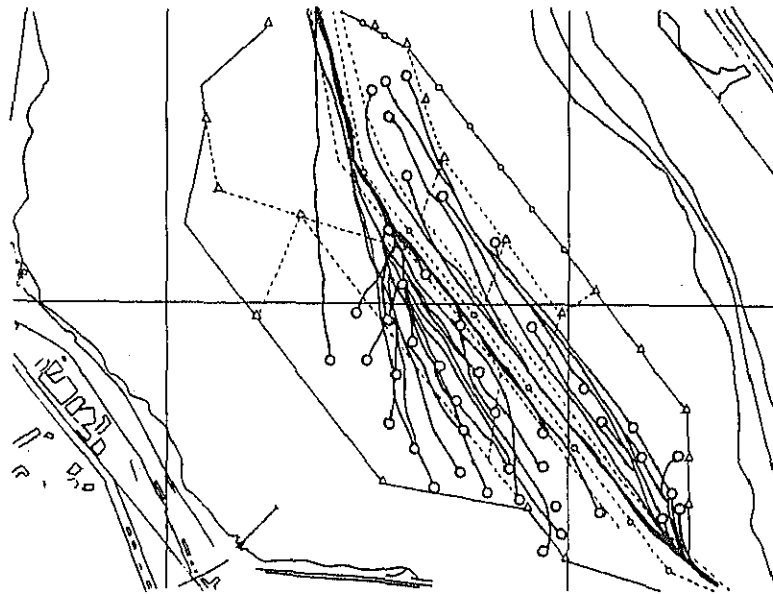
図Ⅱ－7, 8, 9は、それぞれの一例である。



図II-7 Great Bitter Lake Anchorage の錨泊図



図II-8 Port Said Waiting Areaの錨泊密度図



図II-9 Great Bitter Lake Anchorage の航跡図

### 3) 係留施設

(i) Port Said	
Isolated Berths	3
Outer Harbour Basin	15
Red Berths	5
Black Berths	7
Navy House	6
Cheril and Abbas Quays	2
Hussein Basin	17
E Berths	4
計	59
(ii) Suez	
Port Ibrahim North and South Basins	12
Petroleum Basin	8
Adabiya	4
Oil Berths	2
計	26

## 第5章 安全対策の現状

### (1) 航行援助施設

#### 1) 航路標識

##### (i) 灯台・灯標

運河およびその関連水域には、13基の灯台・灯標があり、そのほとんどが鉄骨造りである。

S C Aは、Suez 湾に灯台4基の建設を予定している。

##### (ii) 導 標

運河内に、南航用6組、北航用7組の導標が設置されている。

##### (iii) Approach, 運河内の浮標

運 河 内       439 個

Approach       65 個

#### 2) 航路標識のメンテナンス

電気関係はS C Aが直接行い、他はTimsah Shipbuilding Co. に委託されている。

##### (i) 電気関係のメンテナンス

45日周期の定期点検、および通報による臨時の修理が行われている。

##### (ii) 電気関係以外のメンテナンス

3ヶ月毎に、水面上・水面下の点検が行われる。湖沼部およびApproach部の浮標は1年周期、運河内の浮標は2年周期で吊り揚げ検査を行い、修理・調整・塗装が行われる。

#### 3) SCVTMS

##### (i) システムの概要

運河通航船の集中管理システムであり、船舶の位置、針路、速力のディスプレイ、および off-track、船間距離および速力の異常の自動警報機能も備えている。

(ii) SCVTMSの運用の現状

1981年半ばから運用が開始されているがまだ試験段階であり、このシステムによって実際に運河の通航を管理するまでには至っていない。

4) Pilot および Extra Pilot

(i) 強制 Pilot

300 S C G T以上の船舶に対して、Harbour Pilot および Canal Pilot は強制である。

(ii) Extra Pilot

80,000 S C G T以上の船舶等には Extra Pilot が乗船し、2名の Pilot できょう導される。

(iii) Pilot の資格・訓練等

i) Harbour Pilot

Harbour Pilot になるには、外航船長の資格を持ち、Port Said 港で60隻の水先を経験した後所定の試験に合格し、Rules of Navigation に関する講習を受けなければならない。

ii) Canal Pilot

Canal Pilot になるには、25,000 トンまでの船舶をきょう導できる Harbour Pilot の資格を持ち、2ヶ月間に36隻の運河の水先を経験し、所定の試験に合格しなければならない。

5) Harbour Master および 曳船船長

(i) Harbour Master の資格および訓練

Harbour Master になるには、船長の資格を持ち、Port Said 港で訓練され、運河および Rules of Navigation についての講習を受けなければならない。

(ii) 曳船船長

曳船船長になるには、S C A Marine Institute で2年間の教育・訓練を受け、1年半の間曳船の実習を行い、その後実技試験に合格しなければならない。

6) 信 号 所

各 Port Office、通航船への情報の提供、伝達、中継、および Port Office の補助が主な業務である。

7) 曳船および Escort Tug

(i) Escort Tug の配備

80,000 S C G T以上の液化ガス船、運転不自由船、その他特に S C A が必要と認めた場合等には、有料の曳船を運河通航中配備しなければならない。また、110,000 DWT未滿で特に必要な場合、吃水45フィート以上の場合、110,000 ~ 150,000 DWTの貨物積載船舶および200,000 DWT以上のバラスト船には1隻、150,000 DWT以上の貨物積載船舶には2隻の Escort Tug が配備される。



(ii) Ballah Bypass のアテンド

南航第 2 船団の Ballah Bypass における接岸操船を 3 隻の曳船が援助している。

(iii) S C A の所有している曳船等

Salvage Tug	3 隻
Escort Tug	16 隻
Harbour Tug	15 隻
計	34 隻

(2) 通航管制

1) 通航管制の概要

通航船は、S C A の Transit Department によって、S C A の定めた Rules of Navigation に基づいてコントロールされている。

通航船は、運河およびその関連水域では Rules of Navigation に従わなければならない。

通航には Booking の制度が設けられており、そのための必要な連絡が義務づけられている。

通航船は船団航行するが、その行動はすべて各 Port Office の指示に従わなければならない。Ismailia の Port Office では、全通航船の動静を Traffic Diagram に記入しながら、全体を総括的に監視しコントロールしている。

2) 管制施設

(i) Port Said Port Office

(ii) Ismailia Port Office

(iii) Suez Port Office

(iv) Movement Office

(v) Signal Stations

(vi) SCVTMS

3) 規則

運河の通航は、前述のように Rules of Navigation に基づいて管理・運営されている。

(3) 事故処理対策

現運河での通航船による危険物火災事故や大規模な流出油事故は発生しておらず、小規模の流出油には油分散剤の散布をもって処理している。

現在 S C A は曳船 35 隻を保有しており、その内訳は次表のとおりである。

表Ⅱ-2 曳船リスト

Disaster Treatment Capability \ Type of Tug	Type of Tug			Total
	Sulvage Tug	Escort Tug	Harbour Tug	
Water Spray Dry Chemical Powder Foam Dispersant Water Curtain		2		2
Water Spray Foam Dispersant Water Curtain		4	2	6
Water Spray Dry Chemical Powder Foam		8	2	10
Water Spray Foam	2	1	8	11
Water Spray	1		3	4
—————		2		2
Total	3	17	15	35

又1984年迄に配備されたものを含めた主な防災資機材は、オイルフェンス（沿岸用）900m、スキーマー4台、スキムポート1隻、油処理剤約230Kℓ、泡消火剤約280Kℓ、ドライケミカル14トン、消防ポンプ37台、水中ポンプ69台、クレーン船37隻、給油船11隻、瀬取りバージ2隻である。

(4) 建設、維持工事

S C Aは運河の維持浚渫のために浚渫船を13隻（非航ポンプ式浚渫船9隻、自航ポンプ式浚渫船2隻、非航ブラグ式浚渫船2隻）を所有しており、第Ⅰ期拡張工事完了後引き続き、維持浚渫と第Ⅱ期拡張工事の1部を同時に施工している。

現在実施している第Ⅱ期拡張工事の1部とは、Port Said Approach Channelの増深浚渫、Km 1.5～61.0の区間およびKabrit East Channelの拡幅浚渫である。

維持浚渫の時期および場所は水深測量の結果によって定められている。

S C AはPort Said Approach Channelを3ヶ月に1度10mピッチに横断測量を行っており、運河内に関してはLake Timsahの北側を2年に1度、南側を3年に1度運河中心線のみの縦断測量を行っている。

通航船舶と運河内で浚渫作業を行っている作業船との事故を避けるため、原則として、浚渫船は

通航船舶の通過予定時刻の少なくとも30分前には航路プラインの外側に移動し、航路をあけて通航船舶の通過を待つことにしている。

## 第6章 運河利用者調査

### (1) Canal Pilot からの回答

Grounding		
Causes	Bank irregularities	3
	Improper aids to navigation	5
	Narrow area	2
	Strong wind or current	2
Comments		
	Buoys should be well maintained	5
	More proper aids to navigation	4
	Increase speed	3
	Better communication with center concerned	1
	Better cooperation with tug boats	1
	Others	2

### (2) 通航船舶長からの回答

表II-3 原因・場所・種類別の感じた危険の数

Kind Cause Position	Collision			Grounding			Total
	Improper Aids to Navigation	Narrow Area	Others	Improper Aids to Navigation	Narrow Area	Others	
Port Said Waiting Area	1	2		5		2	10
Port Said	5	2	7	36	3	7	60
In the Canal	1		2	4	2	6	15
Suez	4	2	4	13	1	4	28
Suez Inner Anchorage		1					1
Suez Waiting Area	3	2		2			7
Total	14	9	13	60	6	19	121

表Ⅱ－４ 船種別のコメントの要約

Comment	Type of Vessel				Total
	General Cargo	Container	Tanker	Others	
Racon Needed	7	8	8	4	27
Lack of Information and Communications	3	8	2	2	15
Pilot must Board from Anchorage	2	0	3	2	7
Better Maintenance of Buoys	0	2	1	2	5
Others	3	3	1	2	9
Total	15	21	15	12	63

(3) 日本人船長からの回答

表Ⅱ－５ 原因・場所・種類別の感じた危険の数

Position	Kind	Collision between Vessels							Collision with Others							Grounding							Total				
		Narrow Water	Small Curvature	Complexity of Meeting	Shallow Effect	Improper Aids to Navigation	Strong Current	Others	Sub Total	Narrow Water	Small Curvature	Complexity of Meeting	Shallow Effect	Improper Aids to Navigation	Strong Current	Others	Sub Total	Narrow Water	Small Curvature	Complexity of Meeting	Shallow Effect	Improper Aids to Navigation		Strong Current	Others	Sub Total	
Suez Approach and Waiting Area		4		7		2		6	19	1							1	1		1		2	1	1	1	6	26
Suez Inner Anchorage		10		10	1	2	2	17	42		2		1		2	5	2	1	1	2	7	1	4	18	65		
Port Tewfiq										1							1	3	1		2	1	3	1	11	12	
Little Bitter Lake and El Kabrit (km 116 ~ 134)							1		1			2					2	9	3	1	1	5	6		25	28	
Great Bitter Lake (km 94 ~ 116)		4	1	1	1	1	1	4	13			1			1	2	1				2			3	6	21	
Lake Timsah (km 73 ~ 82)																	2	1			4	1	1	2	11	11	
El Ballah (km 50 ~ 62)		1				1			2									1			2			4	7	9	
Port Said Bypass (km 2 ~ 20)						1			1	1		1				2	2				2	4	8	1	17	20	
Port Said		15	2	12		13	13	13	68	13	2	4		10	10	8	47	14	1	3		8	20	16	62	177	
Port Said Approach and Waiting Area		1		9	1	6	2	4	23		1			4	2	7								1	1	31	
Total		35	3	39	3	26	19	44	169	16	2	7	4	11	14	13	67	35	7	6	15	28	40	33	164	400	

表Ⅱ-6 コメントの要約

Simplification of booking notice	41
Improvement of communications at waiting areas	61
Sure anchorage instructions	37
Widening of anchorages	54
Canal pilots should board at waiting areas	55
Increased and improved maintenance of aids to navigation	22
Widening of the Canal	19
Doubling of the Canal	35
Improvement of the Canal transit system	15
Improvement of the communications system	24
Improvement of the operation of tugs and escort tugs	18
Give information not only to pilots but also to master	28
Others	29
Total	438

## 第7章 環境条件

### (1) 人口と資産

運河沿いの人口および主な公共施設の分布を図Ⅱ-7-(1)-1に示す。

1976年時点のPort Said, IsmailiaおよびSuezにおける人口は、各々78,363人、17,000人、29,219人であり、この3大都市で運河沿いの全人口の75%を占めている。

公共施設としては、11個所の信号所、フェリー岸壁を含めた多くの係船岸壁、道路および鉄道が顕著なものである。

### (2) 水質

運河で採取した資料の分析結果を表Ⅱ-7-(2)-1に示す。

現在の運河の水質はその汚染度から、既に好ましい環境としての限界に達しているといえる。

### 第Ⅲ編 事故の分析

#### 第Ⅰ章 事故記録の分析

##### (1) SCAの事故記録の分析

1976年から1982年までのSCAが作成した事故の記録をコンピュータにより分析し、統計表を作成した。

表Ⅲ-1はその一部である。

表Ⅲ-1 種類・年別の事故数

Year	Grounding		Collision					Stuck to Bank	Touching Bank	Propeller Fouling	Total
	In Canal	In Port	Between Vessels in Canal	Between Vessels in Port	With Craft	With Buoy	With Other				
1976	89	19	2	24	38	35	23	4	12	8	254
1977	77	11	0	22	50	47	26	6	18	7	264
1978	99	6	0	27	49	56	31	2	27	3	300
1979	66	12	2	37	42	60	27	0	19	3	268
1980	85	26	1	36	50	54	19	0	13	11	295
1981	44	0	4	20	39	37	13	0	5	27	189
1982	30	26	2	22	38	33	14	1	8	0	174
Total	490	100	11	188	306	322	153	13	102	59	1,744

##### (2) 事前調査団書式の事故記録の分析

事前調査団が書式を作成しSCAに記録を要請した事故記録（1983年2月～1984年12月）を分析し、統計表を作成した。

表Ⅲ-2は、その一部である。

表III-2 事故の種類別原因数

Kind of Accident Causes	Collision with Vessels & Crafts	Ground- ing	Fire	Engine Trouble	Propeller Trouble	Rudder Trouble	Damage to Buoys & Other Equipment	Others	Total
Erroneous Operation									
Negligent Look Out	5	10		1	2		10		28
Unconfirmed Position		6				1			7
Against Sailing Rules	2						2		4
Unskilled Manoeuvring	17	17		1	2		11	1	49
Unconfirmed Aid to Navigation		1							1
Unconfirmed Compass Error		1							1
No Chance to Evacuate	1								1
Negligence of Weather and Sea Conditions	2	6					1	1	10
Faulty Maintenance of Hull and Other Equipment (excluding engine)	1	7		1		9	2	3	23
Misselection of Anchoring Position		2							2
Insufficient Hydrographic Research		1					1		2
Others	3	15	1	24	3	4	4	6	60
Sub Total	31	66	1	27	7	14	31	11	188
Use of Engine									
Bad Maintenance	1	7		23	3	1			35
Mishandling	15	17		2	2	1	8		45
Others	1	7	1	1		3	7	2	22
Sub Total	17	31	1	26	5	5	15	2	102
Loading									
Misloading		1							1
Others		2					1		3
Sub Total		3					1		4
Quality of Material and Structure									
Structural Failure							1		1
Others		1		2	1		2		6
Sub Total		1		2	1		3		7
Force Majeure									
Fault of Other Vessel	4						1		5
Poor Port and Harbour Facilities	2						2		4
Abnormal Weather	1	11							12
Others	1				1		1		3
Sub Total	8	11			1		4		24
Total	56	112	2	55	14	19	54	13	325

## 第2章 火災および汚染事故

現運河での通航船による危険物火災事故は発生していない。  
又過去7年間に発生した流出油事例は表Ⅲ-2のとおりである。  
これらには油処理剤の散布をもって処理した。

表Ⅲ-3 油汚染事故リスト

Month Year	Ship's Name	Location	Cause of Accident	Kind of Spilt Oil	Amount of Spilt Oil
November 1976	Stanros Cmhaneal	Ballah Km 59	Unknown	Fuel oil	1 ~ 3 tons
February 1977	Safina Star	Bitter Lakes Km 116	Touched Bottom	Crude oil	about 600 tons
November 1977	Man Ming	Km 93.6	Mistake	Bilge oil	Very minor
January 1978	Milos Majestic	Km 32	Touched Bank	Crude oil	1 ~ 3 tons
February 1979	Skyron II	Km 155	Touched Bank	Crude oil	More than 1,000 tons



## 第Ⅳ編 現運河の安全性の評価

### 第Ⅰ章 運河の危険水準

#### (1) SCAの海難記録の検討

##### 1) 危険水準の年変化

事故率は、第Ⅰ期拡張工事後工事前の59%に低下している。運河の拡幅・増深が最大の要因と思われる。

##### 2) 危険水準の月変化

多くの事故は、春のSandstormと密接に関連している。

Sandstormに対する安全対策が必要である。

##### 3) 事故の場所別変化

衝突がPort Saidに集中していること、また、El Kabritにおいても多いことが特徴である。

第Ⅰ期拡張工事前後の比較では、Port Said, Suez, Great Bitter Lakeでは事故率の低下が少ないが、その他の運河部分ではほぼ30~40%と大幅に事故率が低下している。

港湾部および湖沼部、特にPort Saidの安全対策を考える必要がある。

##### 4) 事故率の南北航・昼夜別の検討

南航についてはEl Ballah, 北航についてはEl Kabritが事故発生率が最も高い場所となっている。

南航船のEl Ballahの事故は係留時における乗り揚げ・接触が大部分であり、曳船の援助の強化等の対策が必要である。

昼夜の事故率にはあまり大きな差がない。

##### 5) 他の運河との事故率の比較

表Ⅳ—Ⅰ 他の運河との事故率の比較

Name of Canal	Number of Transit Vessels	Number of Accidents	Length of Canal (Km)	Risk Level per Kilometer
Suez Canal (1982)	22,545	174	162	$4.76 \times 10^{-5}$
North Sea Canal (1980)	18,672	1	33	$0.16 \times 10^{-5}$
Kiel Canal (1982)	64,782	265	99	$4.13 \times 10^{-5}$
Panama Canal (1982)	14,009	71	82	$6.18 \times 10^{-5}$
Average	30,002	128	94	$4.54 \times 10^{-5}$

Note: These data were compiled under various systems.

Statistical comparison of these data on a compatible basis involves considerable difficulties.

## (2) 事前調査団書式の海難記録の検討

### 1) 事故の原因

操船技術の未熟等，人為的要因によるものが全体の82.8%を占めているのが特徴である。

S C Aとしては，Pilotおよび曳船の乗組員の教育訓練がこれに対する対策となろう。

### 2) 船団中の船舶の位置と事故率

衝突は先頭から40%まで，乗り揚げは40～100%の位置の船舶に多い。

### 3) 船団の編成隻数と事故率

乗り揚げは21～25隻，6～10隻の場合に多い。6～10隻の場合が多いのは，それが南航第2船団の編成隻数であり，El Ballah係留時の事故が多いためである。

### 4) 昼夜と事故率

全体で昼と夜の比がおおよそ2対1となっている。

### 5) 南北航と事故率

南航のEl Ballahの事故が顕著である。

操船法，曳船の援助法を検討すべきである。

### 6) 総トン数と事故率

事故率と船舶の大きさにはあまり関連がない。

一般には大型船の事故率が高いといわれているところから，これは大型船に対する安全対策の効果であろう。

### 7) 船舶の種類と事故率

船舶の種類によって事故率には差がない。

### 8) 船舶の動静と事故率

衝突は係留・錨作業中に多く，乗り揚げは航行中に多い。

### 9) 事故の分析

(i) 乗り揚げは他船の影響なしで発生しているものが多く，その原因が人為的要因によるものが多いのとよく対応している。

(ii) 半数以上が事故発生時レーダーを使用していない。このような水域ではレーダーを使用すべきである。

(iii) 全体の32%が6～8ノットで衝突，あるいは乗り揚げている。この速力では重大事故となる恐れもあり注意を要する。

(iv) 乗り揚げた場所は，運河壁が73%，浅瀬が27%である。運河内における各種の操船訓練の必要性が感じられる。

(v) 衝突はほとんど他船との出会い関係が原因で発生しており，見張り不十分が感じられる。

衝突の対象は曳船が最も多く，その乗組員の教育・訓練が望まれる。

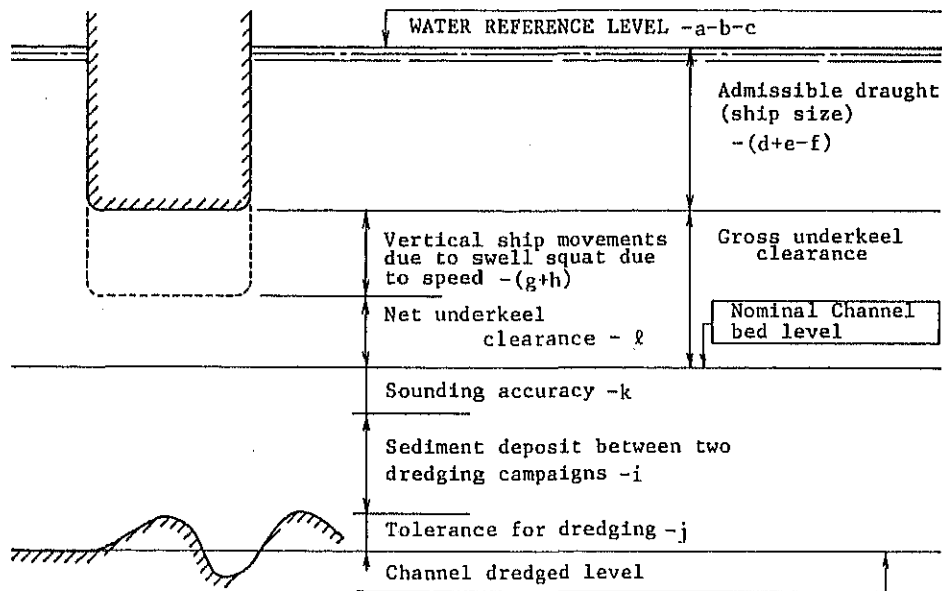
## 第2章 運河条件

### (1) 運河形状

#### 1) 航路の設計水深

PIANCの勧告に基づき、150,000 DWT級タンカーに必要な航路浚渫深さは、図Ⅳ-1に示す水深構成から $(-a-b-c)-(d+e-f)-(g+h)-(i+j+k)-l=19.6\sim 19.8\text{m}$ と計算される。

PIANCの勧告結果および日本政府が定めている港湾施設にかかわる基準に基づき評価すれば、現在のスエズ運河の設計水深 $-19.5\text{m}$ （対象船舶：150,000 DWT級タンカー）は妥当であるといえる。



図Ⅳ-1 水深構成モデル

## 2) 航路の幅員

運河の幅員について、諸外国の規則および実例を含めた種々の基準に基づき評価した結果、150,000 DWT級タンカーの航行には航路幅員230mが必要であると考えられる。

従って、現在のスエズ運河のうちPort Said Approach Channel, Great Bitter Lakeの航路を除く航路の大部分の区域で幅員が不十分であるといえる。

このことから運河、特に危険度の高い区域については、事故による損失を最小にするためまた、重大事故を防ぐために拡幅が必要である。

## 3) 自然条件

- (i) 1km以下の視界不良の出現は、事故の発生と密接に関連している。
- (ii) 同様に、22ノット以上の風速の出現は、事故の発生と密接に関連している。
- (iii) 運河のBypassやEl Kabritの周辺、またPort Said Approach Channelにおいて航路を横切る流れがみられる。これらの場所では事故の発生率が高い。
- (iv) Port Said Approach Channel周辺の海域では波高の大きい波が襲来する。

## (2) 通航および停泊の現状

### 1) 通航の現状

- (i) 通航システム

現在の北航1船団、南航2船団の通航システムは、永年の経験と実績に基づいて完成された、運河の現状によく調和した最良の交通システムである。

### (ii) 通航速力・船間距離

S C Aの定めている通航速力に対する船間距離の基準は妥当なものである。

但し、前述のTraffic Diagramの分析の結果では、通航速力は80~94ノットと基準を大幅に上回っており、S C Aの定めた基準を厳しく守るように指導すべきである。

### (iii) Canal Pilotの資格および教育・訓練

i) 特別に高度な技術と豊富な経験が必要なスエズ運河のPilotになるためとしては、現在の訓練期間は短すぎるように思われる。

ii) 定期的に身体適性のチェック、操船技術等の再教育・再訓練を行うべきである。

### (iv) Escort Tugの配備

大型船の場合、緊急停止および強風下の操船の補助として、Escort Tugは不可欠である。

### (v) 運河利用者調査の検討

3種類の調査結果は、次のように要約することができる。

運河通航に際して感じられる危険は衝突と乗り揚げであり、衝突の原因は、Improper Aids to Navigation, Narrow Water 及びComplexity of Meetingが多く、乗り揚げの原因は、Improper Aids to Navigation 及びStrong Currentが多い。

危険を感ずる場所は、Port Said 及びSuezの回答が多い。

航路標識の整備、Port Said 及びSuezの安全対策及びコミュニケーションの改善の3点が強く要求されている。

## 2) 錨泊の現状

### (i) 錨地の使用状況

Great Bitter Lakeの錨地は比較的平均に使用されているが、Port Said Waiting Areaは東側半分だけが使用されている。

また、航路内あるいは錨泊禁止区域に投錨している船舶が見受けられる。

錨地はできるだけ平均に使用し、投錨位置は厳しくコントロールすべきである。

### (ii) 航跡の検討

Great Bitter Lakeでは、ほとんどの船舶が錨地内を航行し錨泊位置に向っている。

できるだけ航路を航行するように指導すべきである。

Port Said Waiting Areaでは、殆どの船舶が錨泊船の中を通過し錨泊位置に向っており、揚錨後も錨泊船の間を避航しながら航路に向っている。

錨地内の航行が最少になるように指導すべきである。

### (iii) 錨地の容量

Great Bitter Lake Anchorage, Port Said Waiting Areaとも現状では十分な容量である。

## (3) 航路標識

#### 1) 設標率

運河内の設標率は、他運河等と比較しても現状で十分である。しかし、Approach, Waiting Areaについては増設が必要である。

#### 2) 航路標識について

Canal Buoyは機能的にも構造的にも適当であるが、Approach部の浮標は一部大型化や電波標識の取付けなど改善が必要である。

#### 3) メンテナンス

特に、Approach部の浮標の十分なメンテナンスが強く望まれる。

### (4) 通航管制および規則

#### 1) 通航管制

##### (i) 通航管制システム

現在のTraffic Diagramによる管制システムは、永年の経験に基づいて形成された合理的なシステムである。

しかし、運河の安全性の向上のために、SCVTMSによる管理運営の早い実現を望むものである。

##### (ii) Deversoir 等での通航船の出会い

Deversoir North Junction, Kabrit South Junctionのように南北両通航船の出会い地点のコントロールは、安全を考慮し注意深く行うべきである。

##### (iii) 錨地のコントロール

現状では、各錨地のコントロールが不十分なように見受けられる。錨地の十分なコントロールを行うように指導すべきである。

#### 2) SCVTMS

##### (i) システムの評価

SCVTMSは、その機能が完全に計画どおり発揮されれば、運河の能率的な管理・運営、航行安全にとって極めて有力なシステムである。

しかし、システムは、現在Loran-C船位測定システムに問題があり、実際には使用されていない。

##### (ii) SCVTMSと東京湾海上交通センターのシステムとの比較

細部については相違点があるものの極めてよく似たシステムであり、SCVTMSがその仕様のおり運用され機能を発揮すれば、東京湾浦賀水道の事故率が東京湾海上交通センターの設置によって2分の1に低下した実績からみて、運河の航行安全に大いに寄与するものと思われる。

##### (iii) 類似運河等のVTMSとSCVTMSとの比較

レーダーによって船舶の動静を把握し、航行のために必要な情報を船舶に提供しているVTMSが多い。

Loran-Cを使用しているのはSCVTMSだけである。

船舶の位置の情報をコンピュータ処理しているのは、東京湾海上交通センターのシステムとSCVTMSだけである。

SCVTMSは最も進んだVTMSの一つである。

### 3) 規 則

Rules of Navigationは通航規則として適当なものである。

#### (5) 建設, 維持工事

建設, 維持工事にかかわる事故に関しては, 第1期拡張工事開始後の1977年1月から1982年12月迄の6年間で, 1977~1980に31件, 1981~1982年に9件, 合計40件の事故が発生している。

事故の85%は浚渫船およびフローターが関係しており, 第1期拡張工事完了後はフローターとの事故は減少しているが, 浚渫船との事故が増加している。

事故原因としては, 事故発生時の浚渫船の位置が明確ではないが浚渫船側にあるのではなく, むしろ, 通航船舶の人為的要因, 特に, 高速航行に起因している。

#### (6) 防災資機材の評価

防災資機材および施設については, 徐々に整備されつつあるが全体的に質量とも不十分である。又事故処理チームなど防災のための組織, 人員等の体制については欠如している。

## 第 V 編 リスクアナリシス

### 第 I 章 前提条件の設定

#### (1) 土木工学的要因

リスクアナリシスの前提条件とするスエズ運河の現状断面形状としては、表 II-1-(1)-1 に示している断面を使用する。

運河の将来計画断面としては、SCAの拡幅増深案、1980年に日本調査団が提案した複線化案（スエズ運河第II期拡張計画調査報告書）、その他、この2案の折中案等種々の案があるが、本調査ではSCA案を使用することとし、その計画断面形状を表V-1-(1)-1に示す。

第II期拡張工事期間中の運河断面は、施工速度、作業船の位置等の施工条件で変化するが、現在第II期拡張計画の実施時期が決定されていないので、本調査ではリスクアナリシスの前提条件として、現状と同じであると仮定した。

第II期拡張計画を3年で完了させるため、運河内における浚渫船の隻数としては、8,000馬力級の非航ポンプ式浚渫船20隻を工事期間中に投入することとした。

#### (2) 自然条件

##### 1) 視 界

視界については、Port Said, Ismailia, Suezにおける視界不良の発生頻度を前提条件とした。（表V-1-(2)-2参照）

##### 2) 風

風については、Port Said, Ismailia, Suezにおける最頻の風の状態と、強風（22ノット以上）の状態を前提条件とした。（表V-1-(2)-3参照）

##### 3) 潮 流

潮流については、流向と流速の出現頻度を前提条件とした。（表V-1-(2)-4参照）

#### (3) 運河通航量

世界の海上輸送貿易の予測量をもとに1990年と2000年における運河の通航貨物量を予測すると以下のとおりとなる。

		(M/T)
Year	Volume	
1990	349	
2000	474	

1990年と2000年にこの貨物量の運送に必要な船舶の数と種類を予測すると以下のようになる。

				(1,000,000 DWT)
	Tankers	Non-Tankers	Total	
1990	488	488	976	
2000	568	714	1,282	

これらを前提条件とした。

#### (4) 航行関係の条件

##### 1) 通航および錨泊条件

###### (i) 通航条件

通航には、1日南航2船団、北航1船団の船団通航システムが採られている。この通航システムは、第Ⅱ期拡張工事完了後も原則として変らないとした。

###### (ii) 最大吃水等

最大吃水、通航速力および船間々隔は、SCAによって定められている数値とした。

###### (iii) 操船性能

SCAの行った停船実験によると、運河内の停止距離は71,000 DWTの満載タンカーで約1,000 mであり、日本船渠長協会の資料によれば、外海では同じ初速、同型船舶で約550 mであることから、これら両方を分析の前提条件とした。

###### (iv) 錨泊状況

全体として錨地の容量は、すべての通航船を停泊させるのに十分であるとした。

##### 2) 安全対策

###### (i) 航路標識

運河内に設置されている浮標は数並びに機能の面で適当であるとし、Approach部分の浮標は増強されるものとした。

###### (ii) SCVTMS

通航をコントロールし管理するためのSCVTMSが設置されているが、使用されていない現状を前提とした。

###### (iii) Pilot

Harbour Pilot および Canal Pilot が、300 SCG以上の船舶に対して強制であるとした。

###### (iv) Escort Tug

特定の通航船に対して、1隻または2隻のEscort Tugが配備されるものとした。

###### (v) 通航管制

運河の通航は、SCAの定めたRules of Navigationに基づいて、SCAのTransit Departmentが管理している。

船舶の通航は、Port Said, SuezのHarbour Office,各信号所,各Pilot等とIsmailiaのHead OfficeがVHF, UHFで連絡し合い、Traffic Diagramを作成しながらコントロールされている。

これらの現状を前提とした。

##### 3) 運河利用者調査の結果

航路標識の整備, Port Said および Suez の安全対策, 並びにコミュニケーションの改善等の要望を考慮した。

##### 4) 事故記録の分析結果

下記の事故記録の分析結果についても考慮した。

(i) 事故率は第Ⅰ期拡張工事後著しく減少している。



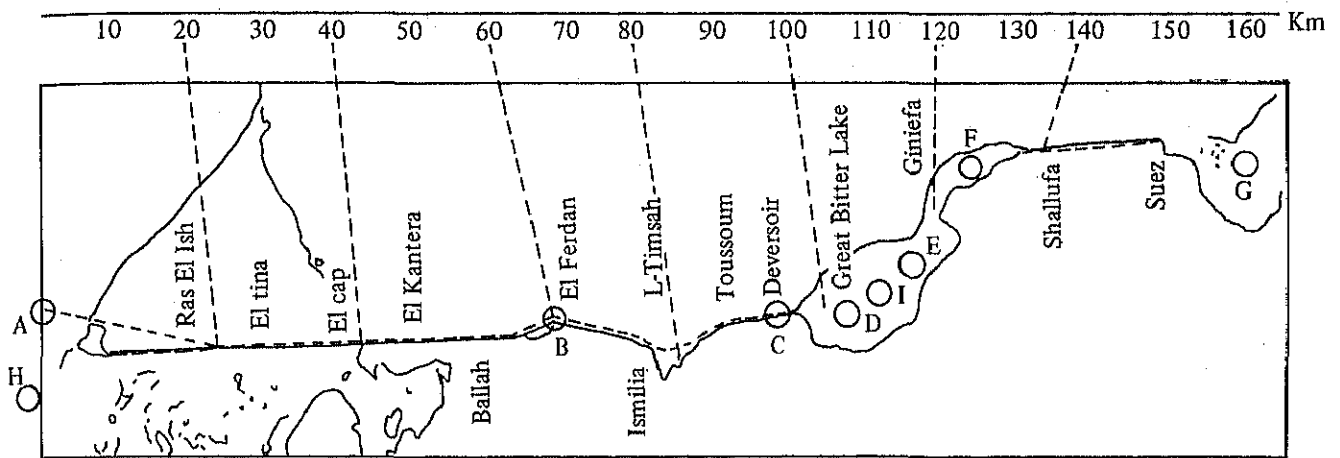
- (ii) 事故の発生は Sandstorm と密接に関連している。
- (iii) 衝突および接触事故は Port Said に集中しており、乗り揚げ・運河壁接触事故は、El Ballah が多い。
- (iv) 人為的要因による事故が全体の大部分である。
- (v) 事故率は、船舶の大きさにはそれほど関連がない。これは大型船舶に対する安全対策の効果である。
- (vi) 衝突は係留・錨泊作業中に多く、乗り揚げは航行中に多い。
- (vii) 乗り揚げは他船の影響なしで発生しているものが多く、乗り揚げた場所は運河壁が大部分である。

5) 設定ケース

リスクアナリシスは発生することが予想されるすべての種類の事故について検討する必要があり、本調査において想定した事故及び事故の発生場所は表V-1, 図V-1に示すとおりである。

表V-1 想定事故

Type	Location	
Grounding	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Throughout the Canal</li> <li>- Bypass</li> <li>- Main channel</li> </ul>	
Collision	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rear-end collision</li> <li>- Throughout the Canal</li> <li>• Between vessels</li> <li>- Cross at Port Said Approach Channel and East Bypass</li> <li>- Junctions</li> <li>- Around South Light and North Light</li> <li>- Waiting area at Great Bitter Lake and Port Said</li> <li>• Between a vessel and a dredger</li> <li>- Throughout the Canal</li> </ul>	A B, C, D F, F M, I
Secondary Disasters	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffusion of spilled oil</li> <li>- Port Said</li> <li>- Great Bitter Lake</li> <li>- Suez</li> </ul>	A I G



図V-1 設定場所

## 第2章 評価結果

### (1) 事故確率の算定

本調査で検討した事故（乗り揚げ事故，追突事故，衝突事故）の発生確率はフェイズ別（現状，第Ⅱ期拡張工事中，第Ⅱ期拡張工事後），区域別（Port SaidとSuez湾，Ballah-Bypass，Great Bitter Lake，その他区域）に表V-2のようにまとめられる。

表V-2は一隻の船舶が一度運河を通航する場合に事故に遭遇する確率を示すものであり，たとえば1年に10,000隻の船舶が通航すると仮定すると，現状では年30.1回の事故発生があるが，第Ⅱ期拡張工事後では年間16.5回に事故発生の減少が予測されることを示している。

表V-2 事故確率のまとめ（通航回数あたりの事故発生数）

Phase Location	Phase I (at Present)				During the Execution		Phase II (after the Expansion)			
	Grounding	Rear-end Collision	Collision	Total	Collision with Dredger	Grounding	Rear-end Collision	Collision	Total	
Port Said and Suez	$4.53 \times 10^{-4}$	—	$4.65 \times 10^{-4}$	$9.18 \times 10^{-4}$	$9.74 \times 10^{-4}$ $5.62 \times 10^{-5}$	$2.10 \times 10^{-4}$	—	$4.65 \times 10^{-4}$	$6.75 \times 10^{-4}$	
Ballah Bypass	$1.59 \times 10^{-5}$	$2.60 \times 10^{-7}$	—	$1.62 \times 10^{-5}$	$7.03 \times 10^{-5}$ $5.40 \times 10^{-5}$	$1.74 \times 10^{-6}$	$1.39 \times 10^{-8}$	—	$1.75 \times 10^{-6}$	
Bitter Lakes	—	—	$8.11 \times 10^{-5}$	$8.11 \times 10^{-5}$	$8.11 \times 10^{-5}$ —	—	—	$8.11 \times 10^{-5}$	$8.11 \times 10^{-5}$	
Other Parts of the Canal	$1.49 \times 10^{-3}$	$2.24 \times 10^{-5}$	$4.82 \times 10^{-4}$	$1.99 \times 10^{-3}$	$3.09 \times 10^{-3}$ $1.10 \times 10^{-3}$	$4.13 \times 10^{-4}$	$4.15 \times 10^{-6}$	$4.82 \times 10^{-4}$	$8.99 \times 10^{-4}$	
Total	$1.96 \times 10^{-3}$	$2.27 \times 10^{-5}$	$1.03 \times 10^{-3}$	$3.01 \times 10^{-3}$	$4.23 \times 10^{-3}$ $1.21 \times 10^{-3}$	$6.25 \times 10^{-4}$	$4.16 \times 10^{-6}$	$1.03 \times 10^{-3}$	$1.65 \times 10^{-3}$	

Note: Phase I : The First Stage Development Project  
Phase II : The Second Stage Development Project

## (2) 貨物の流出による事故規模の推計

1) 原油, LPG, LNGの一般的性質を述べ1000 $m^3$ のCargoが流出した場合の液及びガスの拡散計算を元良, Shaw-Briscow及び坂上の式を用いて実施した。結果は, 原油による燃焼(爆発)範囲のひろがりは液化ガスのそれより狭いが蒸発時間は液化ガスのものより長かった。

2) SCAの希望によりPort Said, Great Bitter Lake, Suez湾における原油各々5,000トン, 10,000トン, 20,000トンの流出拡散計算を, 一連の事故想定のもと, 一般的潮流, 平均的な強風を加味し元良の式を用いて実施した。

一般的傾向として, Port Said 港外では潮流はほぼ東西方向に流れているが, 最頻風向が北寄りであるため流出油の流向は南の方向すなわち陸岸に漂着する傾向がある。同様に Suez 湾においては潮流はほぼ南北方向となっているが, 最頻風向が北寄りであるため全体として紅海の方向に流れる。

また, 運河内に発生した流出油は潮流と吹送流の合成流に乗り運河内を移動する。

3) 流出油は, 水産動植物の生息条件に悪影響を与え着臭させたり成育繁殖等の生物機能を阻害したり死滅させたりする他, それから発生する可燃性ガスが完全に消失する迄船舶の航行を実行上不自由ならしめる。

4) 原油, 液化ガス流出後の火災発生可能性及び火災について言及した後, 汚染と火災の最大事故規模の推定を行った。

結果は原油の流出規模は30,000 $m^3$ , 原油火災は2,045 $m^3$ のタンク火災, 又液化ガス火災は起りそうにもないが, 発生したとしても小規模のものとなるであろうと推測された。

## 第 VI 編 リスク評価

### 第 I 章 許容危険基準

#### (1) SCA 基準に基づいた許容危険基準 (J-1)

SCA より提示された現状危険水準からの減少率は Port Said と Suez 区域 23.8%, Ballah Bypass と Great Bitter Lake 区域 18.8%, その他区域 74%, であるので, 現状危険水準にこれらの減少率を乗じることにより SCA 提示の許容危険基準は表 VI-1 のように設定される。

表 VI-1 SCA 提示の許容危険基準

Location	Risk Levels at Present (1982)	Acceptable Risk Levels (SCA)
Port Said and Suez (approach channel and harbour)	$4.66 \times 10^{-4}$ ( $5.83 \times 10^{-5}$ )	$1.11 \times 10^{-4}$ ( $1.39 \times 10^{-5}$ )
El-Ballah Bypass	$1.62 \times 10^{-5}$ ( $2.02 \times 10^{-6}$ )	$3.05 \times 10^{-6}$ ( $3.79 \times 10^{-7}$ )
Other Parts of the Canal	$1.55 \times 10^{-3}$ ( $9.57 \times 10^{-6}$ )	$1.15 \times 10^{-4}$ ( $7.08 \times 10^{-7}$ )
Bitter Lakes	$2.93 \times 10^{-4}$ (-)	$5.51 \times 10^{-5}$ (-)

\* Figures in parentheses are risk levels per km.

#### (2) 他の水路等に基づいた許容危険基準

SCA 提案の危険水準以外の許容危険基準案を設定するためには

1. ヨーロッパの運河 (キール運河) と同水準
2. 浦賀水道と同水準
3. 第 I 期拡張工事後の減少水準

などを参考にすることなどが考えられる。本調査によると, ヨーロッパの運河の危険水準はスエズ運河とほぼ同じであり, 浦賀水道の危険水準は, スエズ運河の約 1/50 倍である。さらに第 I 期拡張工事による危険水準の減少率は約 40% と算定されている。

これらの水準を平均すると現状危険水準の 40% となる。この危険水準を本分析のひとつの許容危険基準案とし, さらに同値の 1/2 倍, 2 倍を他の許容危険基準案とした。これら 3 個の案に SCA 提案の許容危険基準案を加え合計 4 個の案を検討対象とし, 以下基準の厳しい順に J-1, J-2, J-3, J-4 と表すこととした。

- J-1 : SCA 提案の危険水準 (現状危険水準の約 10%) - 約 90% の減少
- J-2 : 現状危険水準の 20% - 80% の減少
- J-3 : 現状危険水準の 40% - 60% の減少
- J-4 : 現状危険水準の 80% - 20% の減少

現状危険水準に上記の減少率を乗じることにより表VI-2のように許容危険基準が設定される。

表VI-2 他の水路に基づいた許容危険基準

Criterion Location	Acceptable Risk Levels Based on Other Channels			
	(J-1)	(J-2)	(J-3)	(J-4)
Port Said and Suez (approach channel and harbour)	$1.11 \times 10^{-4}$ ( $1.39 \times 10^{-5}$ )	$9.36 \times 10^{-5}$ ( $1.17 \times 10^{-5}$ )	$1.86 \times 10^{-4}$ ( $2.34 \times 10^{-5}$ )	$3.72 \times 10^{-4}$ ( $4.66 \times 10^{-5}$ )
El-Ballah Bypass	$3.05 \times 10^{-6}$ ( $3.79 \times 10^{-7}$ )	$3.23 \times 10^{-6}$ ( $4.04 \times 10^{-7}$ )	$6.46 \times 10^{-6}$ ( $8.08 \times 10^{-7}$ )	$1.29 \times 10^{-5}$ ( $1.62 \times 10^{-6}$ )
Other Parts of the Canal	$1.15 \times 10^{-4}$ ( $7.08 \times 10^{-7}$ )	$3.11 \times 10^{-4}$ ( $1.92 \times 10^{-6}$ )	$6.20 \times 10^{-4}$ ( $3.83 \times 10^{-6}$ )	$1.24 \times 10^{-3}$ ( $7.66 \times 10^{-6}$ )
Bitter Lakes	$5.51 \times 10^{-5}$ (-)	$5.85 \times 10^{-5}$ (-)	$1.17 \times 10^{-4}$ (-)	$2.34 \times 10^{-4}$ (-)

\* Figures in parentheses are risk level per km.

## VI-2 危険水準の評価

### (1) 許容危険基準の比較

図VI-1に区域毎の第II期拡張工事終了後の危険水準と許容危険基準を示す。同図より現状の危険水準はすべての区域でSCA提案許容危険基準J-1を満たさないことが理解され、さらに、第II期拡張工事終了後でさえもすべての区域でJ-1を満たさないことが理解される。このことはJ-1は現状の危険水準を約90%減少させるように設定されているが第II期拡張工事終了後では平均70%程度の危険水準減少となるにすぎないことによっている。

J-1, J-2, J-3, J-4と第II期拡張工事終了後の危険水準を比較したのが表VI-3である。J-1と比較するとほとんどすべての区域において同危険基準を超える危険水準が算定される。J-1, J-2, J-3, J-4基準と比較すると、これらの基準を満たすために拡幅を要する運河の延長はそれぞれ152 Km, 52 Km, 23 Km, 13 Kmと算定される。特にKm 115~129区域は上記4許容危険基準のいずれによっても拡幅を要する区域である。

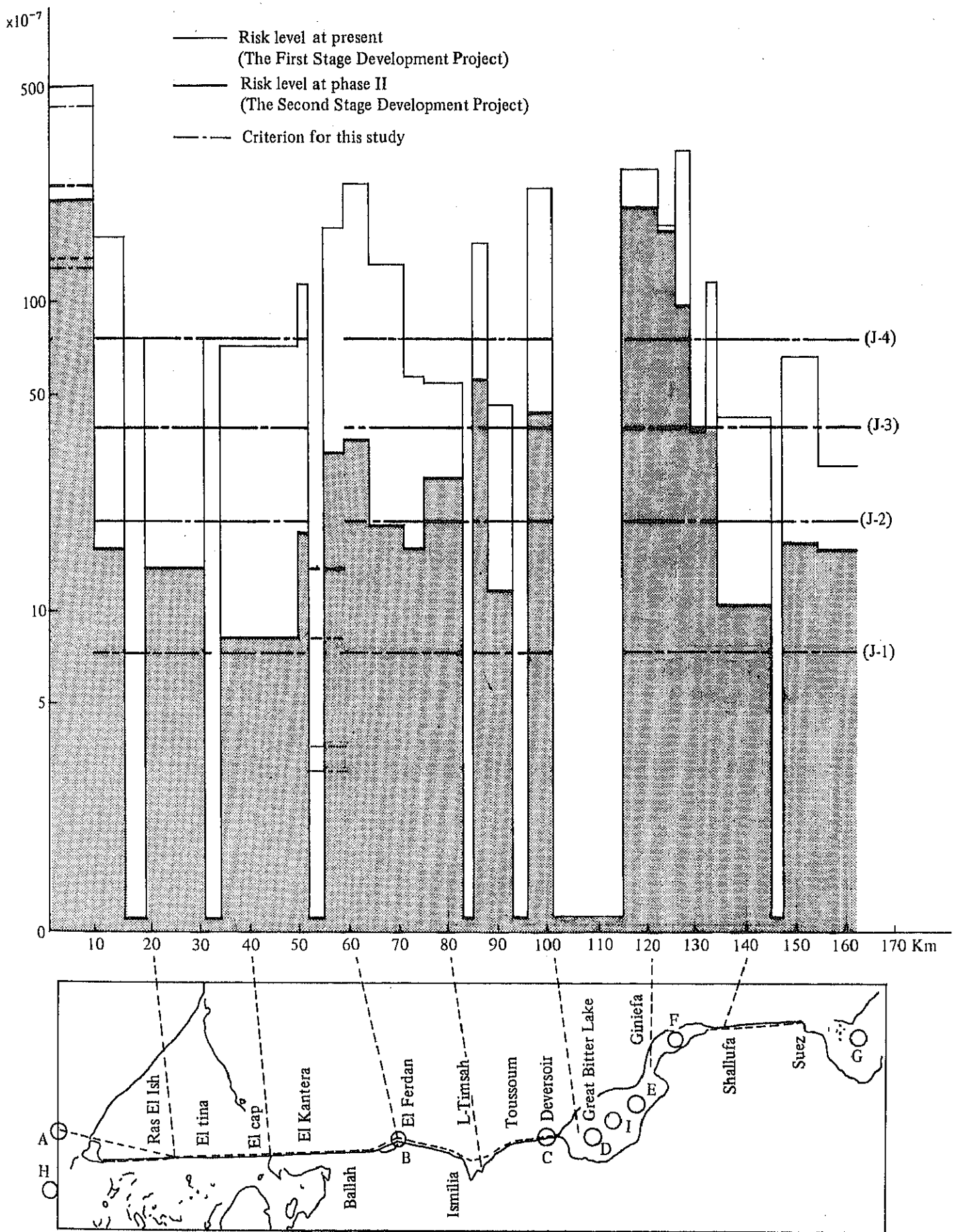


図 VI - 1 許容危険基準と推計危険水準

表 VI - 3 許容危険基準による第 II 期拡張工事終了後の危険水準の評価

Locations		Risk Level at Phase II	Criterion			
			J-1	J-2	J-3	J-4
1	Km 19 ~ 34	$1.36 \times 10^{-6}$	X			
2	31 ~ 34	0				
3	34 ~ 50	$7.73 \times 10^{-7}$	X			
4	64 ~ 71	$1.81 \times 10^{-6}$	X			
5	83 ~ 85	x 0				
6	88 ~ 93	$1.09 \times 10^{-6}$	X	X	X	
7	132 ~ 134	$7.27 \times 10^{-6}$	X			
8	134 ~ 145	$9.97 \times 10^{-7}$	X			
9	145 ~ 147	0				
10	147 ~ 154	$1.57 \times 10^{-6}$	X			
11	1E ~ 15E	$1.70 \times 10^{-6}$	X			
12	15E ~ 19E	0				
13	50W ~ 52W	$1.68 \times 10^{-6}$	X			
14	52W ~ 55W	0				
15	55W ~ 59W	$2.71 \times 10^{-6}$	X	X		
16	59W ~ 64	$3.35 \times 10^{-6}$	X	X		
17	51E ~ 60E	$1.94 \times 10^{-7}$				
18	71 ~ 75	$1.58 \times 10^{-6}$	X			
19	75 ~ 83	$2.45 \times 10^{-6}$	X	X		
20	85 ~ 88	$4.62 \times 10^{-6}$	X	X	X	
21	93 ~ 94	0				
22	94 ~ 96	0				
23	96 ~ 101	$4.48 \times 10^{-6}$	X	X	X	
24	116 ~ 122	$1.75 \times 10^{-5}$	X	X	X	X
25	122 ~ 126	$1.17 \times 10^{-5}$	X	X	X	X
26	126 ~ 129	$8.95 \times 10^{-6}$	X	X	X	X
27	129 ~ 132	$2.68 \times 10^{-6}$	X	X		
28	154 ~ 162	$1.05 \times 10^{-6}$	X			
29	Hm 0 ~ Hm 90	$2.34 \times 10^{-5}$	X	X		

Note: 1) Phase II: The Second Stage Development Project

2) x shows that the locations that do not reach the criteria.

Acceptable risk levels: (J-1) = 87.4% down, (J-2) = 80% down, (J-3) = 60% down, (J-4) = 20% down from present levels.

(2) 危険水準の評価

危険水準は、運河の幅員、曲率といった地形条件、風や潮流といった自然条件、および船速等により決定されるが、感度分析結果によると運河の拡幅が危険水準の減少に最も大きく寄与する要因である。

4種類の許容危険基準（J-1, J-2, J-3, J-4）を満たすために必要なSCAの第Ⅱ期拡張計画にさらに追加して拡幅する運河の幅員は、表Ⅵ-4のように推計される。

表Ⅵ-4 許容危険基準を満たすために必要な拡張幅  
(第Ⅱ期拡張工事終了後に対する)

(Unit: meters)

Divisions	Criterion	(J-1)	(J-2)	(J-3)	(J-4)
	1	19 ~ 31	11		
2	31 ~ 34				
3	34 ~ 50	1			
4	64 ~ 71	15			
5	83 ~ 85				
6	88 ~ 93	7			
7	132 ~ 134	40	23	10	
8	134 ~ 145	6			
9	145 ~ 147				
10	147 ~ 154	13			
11	1E ~ 15E	15			
12	15E ~ 19W				
13	50W ~ 52W	15			
14	52W ~ 55W				
15	55W ~ 59W	35	12		
16	59W ~ 64	31	12		
17	51E ~ 60E				
18	71 ~ 75	14			
19	75 ~ 83	29	7		
20	85 ~ 88	53	30	9	
21	93 ~ 94				
22	94 ~ 96				
23	96 ~ 101	32	15	2	
24	115 ~ 122	130	90	66	40
25	122 ~ 126	190	130	80	35
26	126 ~ 129	54	35	20	5
27	129 ~ 132	71	33		
28	154 ~ 162	6			
29	Hm 0 ~ Hm 90	13	18		



## 第Ⅶ編 安全対策

### 第1章 基本概念

スエズ運河の安全性の概念は「運河が有する機能」と「安全計画による受益者」の2つの観点からみることができる。すなわち、運河が持っている機能は、「通航船舶を安全に航行させること」とおよび「運河周辺を生活および仕事の場としている住民に安全な空間を提供すること」の2つであり、安全計画による第一義的な受益者は「運河を通航する船舶およびその乗組員」と「周辺の住民」である。

スエズ運河の安全対策とは、「運河が有する機能」を十分たらしめることにより「安全計画による受益者」の充足度を極大にすることと理解される。

### 第2章 運河形状

リスクアナリシスの結果に従ってスエズ運河の安全性を高め各許容危険基準を達成するためには、SCAが計画している第Ⅱ期拡張計画の航路をさらに拡幅する必要がある。

各許容危険基準に対する追加拡幅幅および場所を表Ⅶ-1に示す。

表Ⅶ-1 追加拡幅幅 ( SCA の第Ⅱ期拡張計画に追加する幅 )

(Unit: meters)

Location	J-1		J-2		J-3		J-4	
	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width	Results of Risk Analysis	Proposed Additional Width
Hm 90 <sup>E</sup> ~ Hm 0 <sup>E</sup>	18	20	18	20				
Hm 0 <sup>E</sup> ~ Km 1 <sup>E</sup>	0	20						
Km 1 <sup>E</sup> ~ 15 <sup>E</sup>	15	15						
Km 15 <sup>E</sup> ~ 19	0	0						
Km 19 ~ 31	11	10						
Km 31 ~ 34	0	0						
Km 34 ~ 50	1	0						
Km 50 ~ 51 <sup>E</sup>	0	0						
Km 51 <sup>E</sup> ~ 60 <sup>E</sup>	0	0						
Km 50 ~ 52 <sup>W</sup>	15	15						
Km 52 <sup>W</sup> ~ 55 <sup>W</sup>	0	15						
Km 55 <sup>W</sup> ~ 59 <sup>W</sup>	35	35	12	10				
Km 59 <sup>W</sup> ~ 64 <sup>W</sup>	31	30	12	10				
Km 64 ~ 71	15	15						
Km 71 ~ 75	14	15						
Km 75 ~ 83	20	30	7	10				
Km 83 ~ 85	0	30						
Km 85 ~ 88	53	55	30	30	9	10		
Km 88 ~ 93	7	10						
Km 93 ~ 94	0	0						
Km 94 ~ 96	0	0						
Km 96 ~ 101 <sup>E</sup>	32	35	15	15	2	0		
Great Bitter Lake								
Km 115 <sup>E</sup> ~ 122 <sup>E</sup>	130	130	90	90	66	70	40	40
Km 122 <sup>E</sup> ~ 126	190	190	130	130	80	80	35	35
Km 126 ~ 129	54	55	35	35	20	20	5	5
Km 129 ~ 132	71	70	33	35	0	20		
Km 132 ~ 134	40	40	23	25	10	10		
Km 134 ~ 145	6	10						
Km 145 ~ 147	0	0						
Km 147 ~ 154	13	15						
Km 154 ~ 162	6	10						

### 第3章 建設, 維持工事

#### (1) 工事概要

第Ⅱ期拡張計画の詳細はまだ決定されていないが, SCAが計画している基本案はPort Said Approach Channelおよび運河内の主航路の拡幅増深, Great Bitter LakeのEastern Anchorageの増深である。(以後「SCA案」という)。

本調査ではSCA案を基本にリスクアナリシスを行った。

その結果, 基本的にはSCA案で問題はないが, 各許容危険基準を達成するために部分的にはSCA案より航路を拡幅する必要があるとの結論に達した。

代替案の実施に当っては, SCA案の計画との整合を図る必要がある。

表Ⅶ-2はSCA案および4つの代替案J-1, J-2, J-3およびJ-4の危険水準を達成するための工事量を示したものである。

SCA案の場合は浚渫工事だけであるが, 代替案の場合は護岸および係留用ケーソンの移設が必要である。

表Ⅶ-2 第Ⅱ期拡張計画の工事量

km	SCA Plan	Alternative Plans											
		J-1				J-2				J-3		J-4	
		Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Bank Work (km)	Removal Caisson (Number)	Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Bank Work (km)	Removal Caisson (Number)	Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Removal Caisson (Number)	Dredging ( $10^3 \text{ m}^3$ )	Removal Caisson (Number)
Port Said Approach Channel	61,400	65,300			64,800			61,400			61,400		
Km 1.5 ~ 61.0	42,700	55,300	9.5		43,900	0.2		42,700			42,700		
Km 61.0 ~ 79.0	30,200	39,200	16.9		31,900	3.5		30,200			30,200		
Km 79.0 ~ 94.5	21,300	31,300	13.7		24,300	6.2		21,900			21,300		
Km 94.5 ~ 101.0	11,700	16,000			13,300			12,300			11,700		
Km 101.0 ~ 115.0	19,000	20,400			19,600			19,400			19,200		
Km 115.0 ~ 122.0	4,300	24,300			18,200		16	14,900	16		10,300		
Km 122.0 ~ 145.0	36,600	67,600	10.5		54,900		36	47,300	36		40,200	13	
Km 145.0 ~ 162.25	25,100	29,400	11.1		25,100		5	25,100			25,100		
Great Bitter Lake Anchorage	83,900	83,900			83,900			83,900			83,900		
Total	336,200	432,700	61.7	57	379,900	9.9	52	359,100	52		346,000	13	

(2) 施工工程

第Ⅱ期拡張計画の本格的な施工開始時期等はまだ決定されていないので次のように仮定した。

1) SCAは1985年末までに第Ⅱ期拡張計画の本格的な実施を決定し、リスクアナリシスの結果に従って事故発生確率の高い工区より開始する。

2) SCA直営浚渫船は1986年1月より施工を開始し、外国請負浚渫船が1986年から施工を開始し、請負浚渫工事開始後3～4年で第Ⅱ期拡張計画を完了する。

図Ⅶ-1～5に各案の施工工程を示す。

必要な浚渫船の馬力数は、SCAの浚渫船35,500馬力を含んで最大195,500馬力である（代替案J-1の場合はSCA浚渫船41,000馬力を含んで最大225,000馬力）。

3) 施工工程は次のような条件で作成している。

(i) 浚渫船の月当り揚土量は第Ⅰ期拡張工事の各工区の実績に基づき、第Ⅱ期拡張計画の条件の相違を調整して算出した。

(ii) 浚渫船の標準的配置としては、施工量、施工条件を考慮してPort Said Approach Channel, Km1.5～60.0および代替案J-1の場合を除いてKm115.0～122.0の工区はSCA直営浚渫船で施工し、その他の工区は請負浚渫船で施工する。

Hm, Km	Works	Work Volume	1986	1987	1988	1989	1990	Remarks
Hm 220 ~ 80	Dredging	$36,100 \times 10^3 m^3$						SCA Hopper Drd $6,000 m^3 \times 2$
Hm 80 ~ Km 15	Dredging	$25,300 \times 10^3 m^3$						SCA Hopper Drd $6,000 m^3 \times 2$
Km 15 ~ 6.10	Dredging	$42,700 \times 10^3 m^3$						SCA Drd 15500HP → 35500HP
Km 6.10 ~ 7.90	Dredging	$30,200 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
Km 7.90 ~ 9.45	Dredging	$21,300 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
Km 9.45 ~ 10.10	Dredging	$11,700 \times 10^3 m^3$						Drd 16000 HP
Km 10.10 ~ 11.50	Dredging	$19,000 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
Km 11.50 ~ 12.20	Dredging	$4,300 \times 10^3 m^3$						SCA Drd 20000HP
Km 12.20 ~ 14.50	Dredging	$36,600 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
Km 14.50 ~ 16.25	Dredging	$25,100 \times 10^3 m^3$						Drd 16000 HP → 32000HP
Great Bitter Lake Anchorage	E <sub>1</sub>	$16,200 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
	E <sub>2</sub>	$8,300 \times 10^3 m^3$						Drd 16000 HP
	E <sub>3</sub>	$6,800 \times 10^3 m^3$						Drd 24000 HP
	E <sub>4</sub>	$32,300 \times 10^3 m^3$						Drd 32000 HP
	E <sub>5</sub>	$20,300 \times 10^3 m^3$						Drd 16000 HP

图 VII-1 施工工程表 (SCA 案)

Hm. Km	Works	Work Volume	1986	1987	1988	1989	1990	Remarks
Hm220 ~80	Dredging	$36,500 \times 10^3 \text{ m}^3$		5 5	8			SCA Hopper Drd $6000 \text{ m}^2 \times 2$
Hm80 ~Km1.5	Dredging	$28,800 \times 10^3 \text{ m}^3$	1					SCA Hopper Drd $6000 \text{ m}^2 \times 2$
Km1.5 ~61.0	Bank Works	200m			8			
	Dredging	$51,100 \times 10^3 \text{ m}^3$	1				9	SCA Drd 38,000HP
Km51.477w ~60.8w	Bank Works	9300m			6			
	Dredging	$4,200 \times 10^3 \text{ m}^3$	5				12	SCA Drd 11,000HP
Km61.0 ~79.0	Bank Works	16,900m		12				
	Dredging	$39,200 \times 10^3 \text{ m}^3$			10			Drd 32,000HP
Km79.0 ~94.5	Bank Works	13,700m			1	6		
	Dredging	$31,300 \times 10^3 \text{ m}^3$			10		5	Drd 32,000HP
Km94.5 ~101.0	Dredging	$16,000 \times 10^3 \text{ m}^3$		12				Drd 16,000HP
	Dredging	$20,400 \times 10^3 \text{ m}^3$		12	11			Drd 32,000HP
Km115.0 ~122.0	Bank Works	Caisson 16 Pieces		12				
	Dredging	$24,300 \times 10^3 \text{ m}^3$				6		Drd 16,000HP
Km122.0 ~145.0	Bank Works	Bank 10500.7m Caisson 36 pieces		12				
	Dredging	$67,600 \times 10^3 \text{ m}^3$			12		9	Drd 40,000HP
Km145.0 ~162.25	Bank Works	Bank 11,100m Caisson 5 Pieces		12				
	Dredging	$29,400 \times 10^3 \text{ m}^3$			5		10	Drd 16,000HP → 32,000HP
Great Bitter Lake Anchorage	Dredging	$16,200 \times 10^3 \text{ m}^3$			11	10		32,000HP
	Dredging	$8,300 \times 10^3 \text{ m}^3$				2		Drd 16,000HP
	Dredging	$6,800 \times 10^3 \text{ m}^3$				10	4	24,000HP
	Dredging	$32,300 \times 10^3 \text{ m}^3$		12				Drd 32,000HP
	Dredging	$20,300 \times 10^3 \text{ m}^3$					4	Drd 16,000HP

图 VII-2 施工工程表 (代替案 J-1)

Hm, Km	Works	Work Volume	1986	1987	1988	1989	1990	Remarks
Hm 220 ~ Km 80	Dredging	36,500 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Hopper Dred 60,000 m <sup>3</sup> × 2
Hm 80 ~ Km 15	Dredging	28,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Hopper Dred 60,000 m <sup>3</sup> × 2
Km 15 ~ Km 50.5 w ~ 60.8 w	Bank Works	200 m						
	Dredging	42,900 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Dred 35,500 HP → 15,500 HP → 35,500 HP
	Dredging	1,000 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 5500 HP
Km 610 ~ 790	Bank Works	3500 m						
	Dredging	31,900 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km 790 ~ 945	Bank Works	6200 m						
	Dredging	24,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km 945 ~ 1010	Dredging	13,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP
Km 1010 ~ 1150	Dredging	19,600 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km 1150 ~ 1220	Bank Works	Caisson 16 Pieces						
	Dredging	18200 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Dred 20,000 HP
Km 1220 ~ 1450	Bank Works	Caisson 38 Pieces						
	Dredging	54900 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km 1450 ~ 16225	Dredging	25,100 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP → 32000 HP
Great Bitter Lake Anchorage	Dredging	16,200 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
	Dredging	8,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP
	Dredging	6,800 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 24000 HP
	Dredging	32,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
	Dredging	20,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP

图 VII-3 施工工程表 (代替案 J-2)



Hm, Km	Works	Work Volume	1986	1987	1988	1989	1990	Remarks
Hm220 ~ 80	Dredging	36,100 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Hopper Dred 6000m <sup>2</sup> × 2
Hm80 ~ Km15	Dredging	25,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Hopper Dred 6000m <sup>2</sup> × 2
Km15 ~ 610	Dredging	42,700 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Dred 35500HP
Km610 ~ 790	Dredging	30,200 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km790 ~ 945	Dredging	21,900 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km945 ~ 1010	Dredging	12,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 6000 HP
Km1010 ~ 1150	Dredging	19,400 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km1150 ~ 1220	Bank Works	Caisson 16 Pieces						
	Dredging	14,900 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						SCA Dred 20000HP
Km1220 ~ 1450	Dredging	Caisson 36 Pieces						
	Dredging	47,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
Km1450 ~ 16225	Dredging	25,100 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP → 32000HP
Great Bitter Lake Anchorage	E1	16,200 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
	E2	8,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP
	E3	6,800 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 24000 HP
	E4	32,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 32000 HP
	E5	20,300 × 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>						Dred 16000 HP

图VII-4 施工工程表 (代替案 J-3)

Hm, Km	Works	Work Volume	1986	1987	1988	1989	1990	Remarks
Hm 220 ~ Hm 80 ~ Km 15 ~ 61.0 Km 61.0 ~ 79.0 Km 79.0 ~ 94.5 Km 94.5 ~ 101.0 Km 101.0 ~ 115.0 Km 115.0 ~ 122.0	Dredging	$36,100 \times 10^3 m^3$						SCA Hopper Drd $6,000 m^3 \times 2$
	Dredging	$25,300 \times 10^3 m^3$						SCA Hopper Drd $6,000 m^3 \times 2$
	Dredging	$42,700 \times 10^3 m^3$						SCA Drd 15,500 HP → 35,500 HP
	Dredging	$3,020 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
	Dredging	$21,300 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
	Dredging	$11,700 \times 10^3 m^3$						Drd 16,000 HP
	Dredging	$19,200 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
	Dredging	$10,300 \times 10^3 m^3$						SCA Drd 20,000 HP
Km 1220 ~ 1450	Bank Works	Caisson 13 Pieces						
	Dredging	$4,020 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
Km 1450 ~ 16225	Dredging	$25,100 \times 10^3 m^3$						Drd 16,000 HP → 32,000 HP
Great Bitter Lake Anchorage	Dredging	$16,200 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
	Dredging	$8,300 \times 10^3 m^3$						Drd 16,000 HP
	Dredging	$6,800 \times 10^3 m^3$						Drd 24,000 HP
	Dredging	$32,300 \times 10^3 m^3$						Drd 32,000 HP
	Dredging	$20,300 \times 10^3 m^3$						Drd 16,000 HP

图 VII-5 施工工程表 (代替案 J-4)

### (3) 建設費

第Ⅱ期拡張計画の建設費は1983年価格に基づき次の様に積算している。

請負浚渫価格は、第Ⅰ期拡張工事の実績に基づいて計算した各工区の月当り浚渫土量と月当り浚渫経費から算出した。

S C A浚渫船の単価は、S C A浚渫経費不明のため請負浚渫経費算出と同じ方法で算出した。算出した。

ケーソン移設費は第Ⅰ期拡張工事の実施単価に物価上昇率を考慮して算出した。

工事単価に10%のコンティンジェンシーは含んでいるが、将来のインフレーションによる単価上昇は見込んでいない。

工事単価は内貨(L C)と外貨(F C)に分けている。請負浚渫単価は実際に必要な浚渫経費の率で配分した。

その他の工種の内貨、外貨の比率は第Ⅰ期拡張工事の実績に基づき配分した。各案の建設費を表Ⅶ-3に示す。

外貨分は日本円で計算し250円=1 U S \$で換算しU S \$で表示している。

表VII-3 第II期拡張計画の建設費

1.40 LE = 1 US\$ = 250 ¥

	Alternative Plan														
	SCA Plan			J-1			J-2			J-3			J-4		
	Dredging		Bank Works	Dredging		Bank Works	Dredging		Bank Works	Dredging		Bank Works	Dredging		Bank Works
LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC
Port Said Approach Channel	10 <sup>3</sup> LE 38,928	10 <sup>3</sup> \$ 10,806	10 <sup>3</sup> LE 41,400	10 <sup>3</sup> \$ 11,493	10 <sup>3</sup> LE 41,083	10 <sup>3</sup> \$ 11,405	10 <sup>3</sup> LE 10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> LE 10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> LE 10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> LE 10 <sup>3</sup> \$	10 <sup>3</sup> \$
Km 1.5 ~ 61.0	70,882	14,048	108,984	21,608	78,387	15,538	104	21	70,882	14,048				70,882	14,048
Km 61.0 ~ 79.0	11,869	57,501	14,073	68,051	11,548	56,016	1,824	376	11,869	57,501				11,869	57,501
Km 79.0 ~ 94.5	10,011	48,479	11,456	55,589	9,744	47,239	3,230	666	10,162	49,144				10,011	48,479
Km 94.5 ~ 101.0	4,411	21,388	5,296	25,664	4,668	22,610			4,637	22,484				4,411	21,388
Km 101.0 ~ 115.0	14,136	68,476	14,994	72,542	14,582	70,638			14,434	69,918				14,285	69,197
Km 115.0 ~ 122.0	9,322	1,849	8,505	41,213	22,786	4,532	126	362	18,863	3,740	126	362	15,069	2,987	
Km 122.0 ~ 145.0	19,325	94,574	32,042	156,832	25,144	122,756	283	815	23,224	113,520	283	815	20,984	102,590	102
Km 145.0 ~ 162.25	16,792	86,846	17,464	90,199	16,792	86,846			16,792	86,846			16,792	86,846	
Great Bitter Lake Anchorage	29,508	142,905	29,508	142,905	29,508	142,905			29,508	142,905			29,508	142,905	
Mobilization & Demobilization	-	65,440	-	75,256	-	65,440			-	65,440			-	65,440	
Total	225,184	612,312	283,722	761,352	254,242	645,925	5,567	2,240	239,298	636,352	409	1,177	232,739	622,187	102
Grand Total	773,158 × 10 <sup>3</sup> US\$		995,209 × 10 <sup>3</sup> US\$		833,743 × 10 <sup>3</sup> US\$				808,748 × 10 <sup>3</sup> US\$				788,796 × 10 <sup>3</sup> US\$		

#### (4) 施工中の事故未然防止対策

運河の拡幅・増深浚渫および維持浚渫のような運河機能を確保する保全作業は、通航船舶の航行安全のため不可欠な作業である。

通航船舶と運河内で浚渫作業を行っている作業船との事故を避けるため、原則として、浚渫船は通航船舶の通過予定時刻の最底30分前には航路ブイラインの外に移動し、航路を空けて通航船舶の通過を待つことになっている。しかし、今後、安全対策について、Pilot、浚渫船船長および航行管制官等の関係者で会議を設置し、工事施工中のSCAの安全対策を検討、文書に作成して関係者全員にこれを徹底すべきである。

### 第4章 航行関係の対策

#### (1) 航路標識等の整備

各Approach部及びGreat Bitter Lakeの安全性の向上並びにコントロールのために、それらの水域の航路標識を増強すべきである。

以下は、航路標識の改善等に関する提言である。

- 1) Port Said Breakwater Endに灯台を建設する。
- 2) Port Said Approach Buoy, Suez分離帯No.1浮標を大型化する。
- 3) Suez湾の灯台建設計画を早期に実現する。
- 4) Great Bitter Lake東西岸に灯台4基を建設する。
- 5) Approach部の浮標のメンテナンス体制を強化する。
- 6) Canal Buoyの位置を正確に維持する。
- 7) 最新の権威のある海図を運河利用者に提供する。

#### (2) Canal Traffic Communication Systemの確立

通航船にとって、情報の不足やコミュニケーションの悪さが安全運行を阻害する大きな要因となることは明らかである。従って、Communication Serviceに従事する者にその重要性をよく理解させるとともに、定時・臨時放送、個別の情報提供及びコントロール等の内容のCommunication Systemを確立すべきである。

#### (3) 事故発生時の通航管制体制の確立

事故発生時の混乱を防止し、組織的・統一的に対処するためには、あらかじめ次のような点を考慮して組織・体制を確立し、起り得る事故災害を想定して訓練を実施しておく必要がある。

- 1) 事故の正確な把握
- 2) 対策本部の設置
- 3) 対策の検討
- 4) 航行管制
  - (i) 緊急放送
  - (ii) 危険区域の判断
  - (iii) 各船舶への行動の指示
  - (iv) 曳船等の出動
  - (v) 事故船の処置の検討

#### (Ⅳ) 通航の再開

##### (4) Port Said Bypass の活用

Port Said 港内は、事故発生率が運河の他の部分およびSuezをはるかに上回っており、効果的な安全対策の最も必要な水域である。

Port Said Bypass の使用されていない時間帯を利用し、従来West Branch を経由している船舶をできるだけEast Branch を経由させ、現在West Branch 南部に建設中のブイパスに係留し、通航準備の上その位置からSuez に向わせる。

この方法によって、Port Said 港内を通過する通航船の数を減らせば、事故率の確実な低下を期待することができる。

##### (5) Sandstorm に対する対策

事故統計から、Sandstorm がかなりの事故の要因となっていることは明らかであり、その対策が必要である。

SCA が通航停止の基準としている風速  $50 \text{ km/h}$  ( $13.9 \text{ m/sec}$ ) は、一般的にタンカーに対しては妥当であるが、コンテナについては  $12 \text{ m/sec}$  程度、PCC については  $10 \text{ m/sec}$  程度にすべきである。

運河閉鎖の視界基準は、他の水路との比較等からSCA が基準としている  $300 \text{ m}$  は、ややひく過ぎるように思われる。

##### (6) Ballah West Channel における接岸時の安全対策

南航第2船団の、Ballah West Channel における乗り揚げ・運河壁接触の事故が多い。

Pilot に対して、岸壁吸引力や傾斜底の影響を考慮した接岸操船を行うように指導すべきである。

##### (7) Pilot の資格・適正および教育・訓練について

大部分の事故が人為的要因によって発生している。

国際水路としてのスエズ運河の重要性を認識し、その運河をきよう導するPilot の知識・技能を高い水準に維持することはSCA の義務であり、SCA は以下の各点を考慮し努力すべきである。

###### 1) 資 格

Pilot になる年齢に上限を設け、資格は外航1等航海士とし、若い優れた人材を採用し十分に教育・訓練する。

###### 2) 適 性

定期的に身体適性、業務遂行能力・適性検査を行いその確保を図る。

###### 3) 教育・訓練

Pilot の専門的知識・技能の維持向上のため、定期的に再教育・再訓練の機会を設ける。

その内容には、技術革新に伴うものだけでなく、事故の知識、その対応、通信連絡、通航管制およびそれらの連携等も含まれるべきである。

操船技術の訓練には、操船シミュレーターを導入すべきである。

##### (8) 錨地のコントロール

各錨地のコントロールが、現状では不十分である。

投・揚錨時の錨地の使用、および錨地内の航行について、きめ細かいコントロールを行う必要がある。

#### (9) SCVTMS

現在、SCVTMSは、Loran-Cによる船位測定システムに問題があり実際には使用されていないが、SCVTMSが運河の安全性の向上に極めて有効であることは明らかであり、以下を参考にその早期使用開始に積極的に努力すべきである。

- 1) Loran-C System以外の、Tracking Radar System, Computer Network System, Communication Systemを使用し、定時・臨時放送、個別情報提供サービス、コントロール・サービス等を開始すべきである。
- 2) SCVTMSの運用には、SCVTMS技術者と通航管理関係者との相互理解・連携が重要であり不可欠である。
- 3) Loran-C Systemの各主従局、モニター局の位置関係、その数、地図との対応、使用電波の種類等基本設計全般の見直しを行う。
- 4) Loran-Cの代りに他の測位システム、例えばRadar Chain Systemの採用を検討する。Radar Chain Systemは、所要の精度を得ることは比較的容易であるが、システムの運用・保守・管理がかなりの負担となるなどの問題がある。

#### (10) Port Said 港内の衝突防止対策

事故統計の最も大きな特徴は、Port Said 港およびその付近で衝突・接触事故が多いことであり、Port Said 港周辺は有効な安全対策の最も必要な水域である。

以下は、その解決のための参考である。

- 1) Port Said West Branchの新しいWaiting Buoy Berthの使用開始。
- 2) Port Said Bypassの複線化。
- 3) 物流機構を変更し、Port Said 港の寄港船をできるだけ他の港に寄港させ、Port Said 港の港としての規模を縮小し、港内の船舶・舟艇の数を少なくする。

実行にあたっては、委員会を設置するなどして本格的に対策を検討する必要がある。

#### (11) Escort Tug の配備

船舶の曳航抵抗および風圧力、運河内における曳船の制動力による船舶の停止等の検討から、SCAが行ったEscort Tug の配備基準の10万DWTから11万DWTへ変更は不適當であり、むしろ、10万DWT以下に引き下げるべきであったと考えられる。

#### (12) 航行関係の安全対策費用

おもな航行関係の対策の費用は、次の表のとおりである。

表VII-4 航行関係の対策費用

	Great Bitter Lake Light Houses		Port Said Approach LAN Buoy		Suez Separation Zone LAN Buoy		Port Said Breakwater Light House		Manoeuvring Simulator		Total	
	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$	LC x10 <sup>3</sup> LE	FC x10 <sup>3</sup> US\$
1986	767	456	0	320	0	320	599	412	0	999	1,366	2,507
1987	577	344	0	80	0	80	599	412	0	999	1,176	1,915
1988							201	136			201	136
Total	1,344	800	0	400	0	400	1,399	960	0	1,998	2,743	4,558
Maintenance Cost per Year	x10 <sup>3</sup> US\$ 36		x10 <sup>3</sup> US\$ 11		x10 <sup>3</sup> US\$ 11		x10 <sup>3</sup> US\$ 20		x10 <sup>3</sup> US\$ 60		x10 <sup>3</sup> US\$ 138	
Durable Years	15		15		15		15		15		15	



## 第5章 事故処理対策

防災拠点には現在の Port Said, Ismailia 及び Suez の3 基地とし、現有資機材を平均且つ効率的に再配置したうえで次に示す資機材施設及び構造物を整備する。

可燃性ガス測定器	低毒性油分散剤	回収油処理用ベーション
防爆型 V H F	オイルフェンス積載船	油回収用ポンド
保護具	油防船	事故船処分用入江又はブイ
研修所	消防船	

同時に専門家の養成を行った後、Execution Team の設立、防災マニュアルの作成及びその他の事故処理のための環境整備を行い、関係者の教育及び各種訓練を実行することにより事故処理に当って臨機応変に対応できるようにする。

さらに事故発生時に対応しやすいよう通航危険物船へはファイヤーワイヤーの垂下を義務付けるとともに、防災能力を有する曳船にエスコートさせる。

事故処理対策に必要な費用を次表に示す。

表Ⅶ-5 費用リスト

Equipment, Materials and Facilities Upper Row: Foreign Currencies Lower Row: Domestic Currencies		Total Costs	The Year					Maintenance Cost per Year	Durable Years
			1986	1987	1988	1989	1990		
A. Urgently-needed Counter-measures									
①	Oil Booms	186	186				10	10	
②	Skimming Equipment	1,166	1,166				56	25	
③	Oil Boom Tender Boats	420	420				20	25	
④	Detector-VHF	240	240				12	15	
⑤	Protective Apparatuses	204	204				12	15	
⑥	Air Refilling Sets	43	43					25	
⑦	Basins	2	2					Long time	
		19	19						
⑧	Fire-fighting Vessels	18,000	18,000				866	25	
B. Measures for Dealing with Accidents									
①	Oil-spill Control Boats	6,000		2,000	2,000	2,000	289	25	
②	Dispersant	2,508		836	836	836	24	5	
③	Protective Apparatuses	46		46			2	15	
④	Training School	3,918		1,371	1,371	1,176	151	Long time	
⑤	Stockpile at Base (Transfer Pump Systems)	1,128		376	376	376	33	25	
	(Buckets Scoops Ladles)	9		3	3	3		25	
⑥	Stockpiles at Pond (Skimmer)	494		247	247		14	25	
	(House, Bollard)	46		23	23		1	50	
C. Preliminary Contingency Plan									
①	Inlet × 2	30,253	17,173	13,080				Long time	
		42,068	4,615	37,453					
②	Buoy × 1	5,200	2,600	2,600			250	50	
Total	× 10 <sup>3</sup> US\$	65,890	40,034	15,680	3,505	3,459	3,212	1,586	
	× 10 <sup>3</sup> LE	46,060	4,634	37,453	1,397	1,397	1,179	152	

## 第 6 章 航行安全対策の経済評価

### (1) プロジェクト評価

スエズ運河の安全性を向上させるための 4 つの代替案について費用・便益分析を行い、IRR（内部収益率）を計算して比較、評価した。

現状および各代替案の推計危険水準は表 VII-6 に示すとおりである。

表 VII - 6 推計危險水準

Case	SCA Plan	Alternatives			
		J-1 Current Risk Level $\times 0.126$ $= 0.25 \times 10^{-3}$	J-2 Current Risk Level $\times 0.2$ $= 0.40 \times 10^{-3}$	J-3 Current Risk Level $\times 0.4$ $= 0.79 \times 10^{-3}$	J-4 Current Risk Level $\times 0.8$ $= 1.58 \times 10^{-3}$
Risk Level Accident Area	After Completion of the Second Stage Development Project $0.62 \times 10^{-3}$				
Port Said & Suez	$1.36 \times 10^{-6}$	$1.39 \times 10^{-5}$	$1.17 \times 10^{-5}$	$2.34 \times 10^{-5}$	$4.66 \times 10^{-5}$
	$*1.84 \times 10^{-4}$	$*0.43 \times 10^{-4}$	$*0.37 \times 10^{-4}$	$*0.74 \times 10^{-4}$	$*1.48 \times 10^{-4}$
Ballah Bypass	$1.94 \times 10^{-7}$	$3.79 \times 10^{-7}$	$4.04 \times 10^{-7}$	$8.08 \times 10^{-7}$	$1.62 \times 10^{-6}$
	$0.15 \times 10^{-8}$	$0.24 \times 10^{-7}$	$0.26 \times 10^{-7}$	$0.51 \times 10^{-7}$	$1.02 \times 10^{-7}$
Great Bitter Lake	—	—	—	—	—
	$*2.93 \times 10^{-4}$	$*5.51 \times 10^{-5}$	$*5.85 \times 10^{-5}$	$*1.17 \times 10^{-4}$	$*2.34 \times 10^{-4}$
Other Ports	$1.75 \times 10^{-5}$	$7.08 \times 10^{-7}$	$1.92 \times 10^{-6}$	$3.83 \times 10^{-6}$	$7.66 \times 10^{-6}$
	$2.3 \times 10^{-7}$	$0.95 \times 10^{-8}$	$0.26 \times 10^{-7}$	$0.51 \times 10^{-7}$	$1.02 \times 10^{-7}$

Note: 1. G stands for grounding accidents and C for collisions.

2. \* Numerals are levels per total area (not per Km figures).

3. The risk level of each alternative is not equal to the total of the numerals in each column.

## 1) 費用の算定

各案の総費用は「運河の浚渫」, 「航行援助施設の改良」および「事故処理対策」の費用から構成されている。これらの費用は, 各代替案の危険水準を達成するために, SCAが計画している第Ⅱ期拡張計画にさらに追加して必要な費用である。

浚渫費用は各代替案毎に異っているが, 航行援助施設の改良費用および事故処理対策費用は各代替案とも同一費用となっている。その理由は, 各代替案において想定されている航行援助施設の改良および事故処理対策が, スエズ運河の安全を確保するため最小限具備すべき要件(Safety Minimum)であると考えられたからである。

これらの費用は, 内貨(エジプシャンポンド: LE)および外貨(US\$)に区分して積算されている。

内貨を外貨に換算する必要がある場合は, シャドウプライスとして換算率  $1.40 \text{ LE} = 1 \text{ US\$}$  を用いている。

この換算率は, 公開市場で用いられている実勢の外貨換算率の平均値と考えてよいものである。なお, エジプト政府が定めている公式換算率は  $0.82 \text{ LE} = 1 \text{ US\$}$  である。

プロジェクトのための初期投資は, 現在SCAが行っている浚渫工事の進捗度, 安全対策のための諸資機材の入手の困難さ, 整備能力等を勘案して1986~1990年の5年間に行われるものと想定した。

表Ⅶ-7は各案の費用を示したものである。

表Ⅶ-7 プロジェクト費用

(Unit: LC in Million LE, FC and total in Million US\$)

Study Case	Canal Widening			Improvement of Aids to Navigation			Preparation for Disaster Response			Total		
	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total	LC	FC	Total
J-1	91.1	157.0	222.1	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	139.9	227.5	327.4
J-2	34.6	35.9	60.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	83.4	106.4	165.9
J-3	14.5	25.2	35.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	63.3	95.7	140.9
J-4	7.6	10.2	15.6	2.7	4.6	6.5	46.1	65.9	98.8	56.4	80.7	120.9

Note: An exchange rate of 1.40 LE per US\$ is used in consideration of the shadow price.

## 2) 便益の算定

各代替案の便益は, 各代替案の危険水準の低下がもたらす事故率の減少により生じる事故損失額の減少分の総計とみなすことができる。

表Ⅶ-8は各代替案の便益計算の対象とした項目を示したものである。便益の算定は, プロジェクトが完成した時点からプロジェクトライフの終了時点まで(15年間), 各年毎に行なわれている。

推計された便益の結果を表Ⅶ-9に示す。

表 VII - 8 損失項目の分類

	Dangerous Cargo Carriers		General Cargo Carriers (Incl. Working Vessels)
	With Cargo Spill	Without Cargo spill	
Item 1	Damage to the Accident Vessel(s) Damage to the Canal *Personal Damage Watchmen, Vessels, and/or Helicopters		
Item 2	Tanker Hiring and Cargo Transferring Tanker Cleaning and Gas Discharging		
Item 3	Treatment of Spilled Cargo Manpower Equipment Disposal of Spilled Cargo Fire Fighting Manpower Equipment Losses due to Oil Pollution Fishery Marine Sports Water Supply *Environmental Impacts Losses due to Fire *Inhabitants Houses and Goods Facilities Losses by Regulations Detour by Road Ferry Closing and/or Railway Closing		
Item 4	Refloating Work Manpower Equipment Salvage Work Hiring Working Vessels Manpower Equipment Loss due to Waiting At Port Said At Suez In the Canal *Insurance Premiums		

\* : Items difficult to calculate in monetary terms.

表 VII - 9 代替案の便益

(Unit: Million US\$)

Study Case Item	J-1		J-2		J-3		J-4	
	~ 1999	2000 ~	~ 1999	2000 ~	~ 1999	2000 ~	~ 1999	2000 ~
1	3.9	4.0	2.9	3.1	1.4	1.5	0.8	0.8
2	0.5	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
3	0.8	0.9	0.6	0.7	0.3	0.3	0.2	0.2
4	35.0	37.5	26.5	28.4	12.7	13.6	7.3	7.8
Total	40.2	43.0	30.4	32.6	14.6	15.6	8.4	8.9

Note: Item numbers refer to Table VII-8

3) 代替案の評価

各代替案の費用および便益の推計結果に基づき、各代替案の比較、評価を行った。

各プロジェクトの価値は、割引率を用いた純現在価値 (NPV) として評価されている。

このNPVの概念は、プロジェクトに投じられる費用を機会費用として把握し、これを代替案の現在価値と見なして相対的に比較する場合に極めて有用である。

分析に当っては、5%、10%および15%の割引率を適用した。

本プロジェクトのプロジェクト・ライフについては、初期投資終了後15年を想定しているが、安全対策によりもたらされる便益のあるものは15年以上継続するものと思われる。

各代替案毎および各割引率毎の費用・便益分析の結果を表VII-10に示す。

表 VII - 10 費用・便益比率 (B/C Ratio)

(Unit: Million US\$)

Study Case Item	J-1			J-2			J-3			J-4		
	Discount Ratio 5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%	15%
Cost	308.2	273.4	246.3	165.8	146.6	132.4	145.6	130.2	119.1	128.8	115.8	106.7
Benefit	350.8	212.4	131.1	265.5	160.7	103.0	127.4	77.1	49.4	73.1	44.3	28.4
B/C Ratio	1.138	0.777	0.532	1.601	1.096	0.778	0.875	0.592	0.415	0.568	0.382	0.266

この費用・便益比率の結果から、代替案 J - 2 がいずれの割引率に対しても最も高い便益性を有しているものと結論された。また、このNPVに基づきIRRを計算した結果を表VII-11に示す。同表に見るとおり、代替案 J - 2 のIRRが最も高く、かつIRR値が11.4%であったということは、この案が実施するにたるものであると判断してよい。

表 VII - 11 IRR 計算結果

J-1	J-2	J-3	J-4
6.6%	11.4%	3.5%	-

#### 4) 許容危険基準

各割引率について計算された許容危険基準の値を表Ⅶ-12に示す。

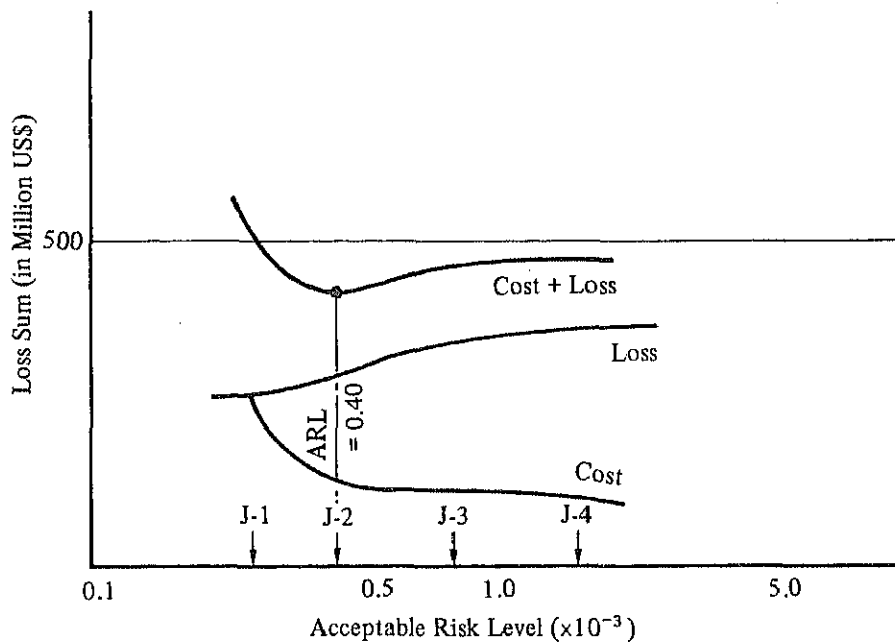
また、割引率15%の場合の期待損失額の合計と危険水準の関係を図Ⅶ-5に示す。この図から、プロジェクトの費用とプロジェクトの実施後残存する期待損失額の合計の最小値を与える危険水準は  $0.40 \times 10^{-3}$  であり、また、この許容危険基準の値は代替案J-2の危険水準に既ね等しい。

各割引率に対する許容危険基準が  $0.34 \sim 0.40 \times 10^{-3}$  の範囲にあり、また、プロジェクトの実現性から10~15%の割引率が相当である点を勘案すれば、本プロジェクトの最適許容危険基準は  $0.40 \times 10^{-3}$  と考えてよい。

この意味においても、代替案J-2が最もフィージブルであると結論される。

表Ⅶ-12 許容危険基準

Discount Ratio	5%	10%	15%
Acceptable Risk Level	$0.34 \times 10^{-3}$	$0.38 \times 10^{-3}$	$0.40 \times 10^{-3}$



図Ⅶ-5 許容危険基準と損失額の関係



## (2) 財務状況

現状の運河の容量については、1990年および2000年の時点において予想される通航量を受け入れるに十分であると判断される。

経済評価に際して前提とした大事故による50日間の運河閉鎖は、平均して約3,000隻の船舶の通航を不可能にするものと予想される。すなわち、運河閉鎖が生じた日から運河再開の5日前までにPort Said および Suez に到着した総ての船舶が、スエズ運河の通航を回避するであろうと仮定したものである。

コンボイの船種・船型の構成を考慮した場合の1隻当りの通航料収入の荷重平均は約50,000 US\$である。1990年および2000年に運河を通航する推定船舶隻数は各々27,262隻および28,273隻であり、これを1日当りに換算すると、各々74.7隻および77.5隻となる。

各代替案の許容危険基準の低下に伴う事故発生率の低下を考慮し、50日間の運河閉鎖による運河収入の期待減少額(年間)を算定した結果は、表Ⅶ-13に示すとおりである。

表Ⅶ-13 1年間当りの推定損失減少額

(Unit: Million US\$)

Year	Study Case			
	J-1	J-2	J-3	J-4
1990	34.1	25.8	12.4	7.1
2000	36.7	27.8	13.3	7.6

I R R の算定手法と同様に F R R の計算を行った結果、その値は代替案 J-1 の場合は 4.6%、J-2 の場合は 9.0% および J-3 の場合は 1.4% であった。これらの結果を表Ⅶ-14 および図Ⅶ-6に示す。従って、代替案 J-2 が財務評価の結果からも最適対策と結論してよい。

表Ⅶ-14 F R R 計算結果

J-1	J-2	J-3	J-4
4.6%	9.0%	1.4%	-

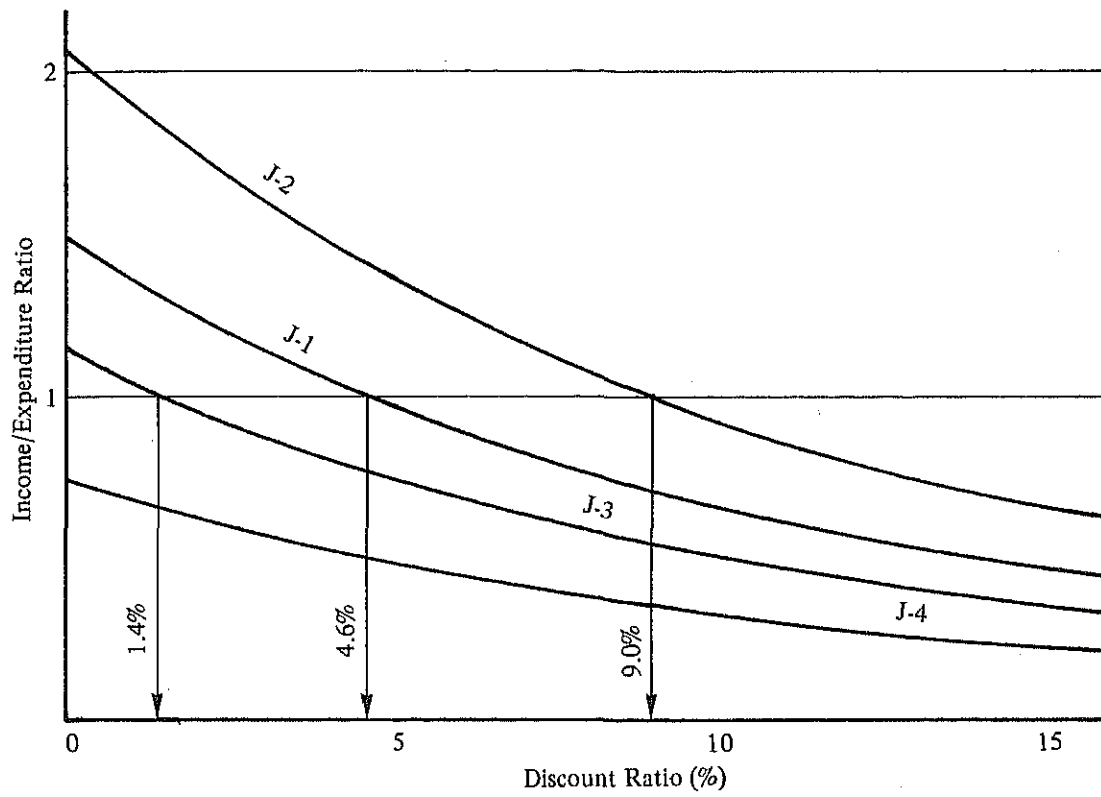
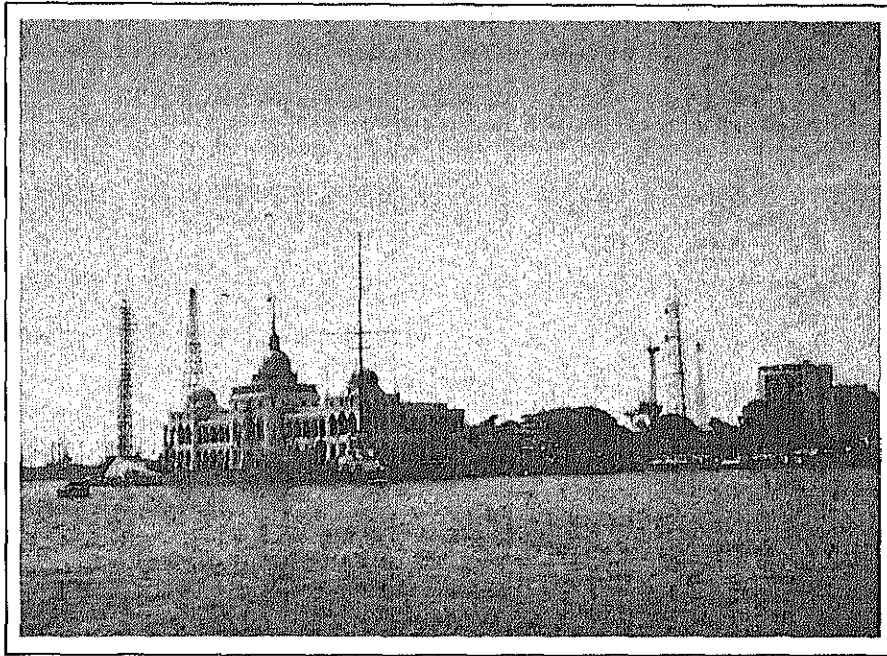


図 VII - 6 代替案の F R R



# 第 I 編 序

# 論



SCAのPort Said庁舎



# 第 I 編 序 論

エジプト・アラブ共和国の要請に応じ、日本国政府はエジプト国スエズ運河航行安全計画に関する調査（以下「調査」と言う。）を日本国の諸法規に従って実施することを決定した。

日本政府の技術協力に関する公的实施機関である国際協力事業団（JICA）がエジプト・アラブ共和国の関係機関と緊密に協力しつつ本調査を実施した。

## 第 1 章 調査背景

スエズ運河は、シナイ半島の北西端に位置する地中海と紅海を結ぶ約 160 Km のショートカットであり、国際海運の要路として、また、エジプト国経済の中核として、重要な役割を果たしている。

この運河は、1980年12月に完了した第 I 期拡張工事によって、満載状態の 150,000 DWT 級船舶および空載状態 350,000 DWT 級船舶の通航が可能となったが、さらにこれを拡幅・増深する第 II 期拡張工事が計画、検討されているところである。

スエズ運河の通航は、現在 20 隻程度の船団方式をとっており、これら船団の航行はスエズ運河船舶通航管理システム（SCVTMS）によってコントロールされている。しかしながらスエズ運河を通航する船舶隻数の増加、特に大型タンカーやガスカリヤー等の危険物運搬船の増加に伴い、運河の安全確保、環境の保全が重要視されるようになった。また、大型タンカーの通航と建設工事がお互いに影響しあう第 II 期拡張工事の期間中についても同様の問題が予想されている。

運河における事故の発生は、運河の形状、航行システム、管理・運営体制等と密接に関係している。従って、運河での事故の発生を未然に防止するためには、まず、運河の形状、建設工事、航行援助施設、航行管制システム、通航船舶等の現況を把握し、これら事故の発生の要因となる各因子が、事故や事故に伴い流出する危険物のタイプ、程度および場所、さらには、船舶の通航、運河自身におよぼす損害や影響などについて明きらかにする必要がある。その後、スエズ運河としての適正な安全基準が、これら要因と事故の発生との因果関係を分析することにより求められる。この結果、運河における事故の発生率を最少とし、また、事故を回避するためにとるべき手段、すなわち安全対策が確立されることとなる。

スエズ運河が国際海上輸送に果している重要性に鑑み、スエズ運河における船舶航行の安全を確保することは、エジプト国のみならず世界の海運関係諸国にとっても極めて緊急な課題といえる。以上、安全対策を明きらかにし、スエズ運河における事故率の減少を目的とする本調査が、今回実施されることとなったものである。

## 第 2 章 調査目的

本調査の目的は、運河の利用状況、周辺的环境等運河の現況を明きらかにするとともに、危険物積載船等運河を通航する船舶隻数の増加、船型の大型化を考慮し、現状、第 II 期拡張工事中および第 II 期拡張工事完了後の運河に係る事故の未然防止対策を策定することである。

このため、本調査においては以下の 2 段階の手順に従うこととした。

## 第1段階

### 緊急に対処すべき安全対策の提言

- 事故の実態および要因の分析
- 運河の現況評価（特に消防，汚染防止対策）

## 第2段階

### 恒久的安全対策の提言

- リスクアナリシスの実施
- リスク評価および管理・運営システム評価

## 第3章 調査内容

上記の目的を達成するため，本調査は具体的に以下の項目について実施した。

### (I) 運河現況調査

既存データおよび調査団が実施した現地調査に基づき，安全確保の観点から，運河の現況を調査・分析する。

調査項目は以下のとおりである。

- 1) 運河形状（幅員，延長，水深，曲率）
- 2) 自然条件
  - (i) 気象条件（天候，視程，風）
  - (ii) 海象条件（波浪，潮流，漂砂，埋没）
- 3) 通航量
  - (i) 船舶（船種船型別，方向別隻数）
  - (ii) 貨物（品目別，方向別貨物量）
- 4) 通航，停泊実態
  - (i) 通航実態（船団通航システム，速度，航跡分布）
  - (ii) 港湾，湖沼停泊実態
  - (iii) 運河における操船性能（速度性能，操舵性能，停止距離）
- 5) 安全対策の現況
  - (i) 航行援助施設
  - (ii) 航行管制及び諸規則
  - (iii) 運河のメンテナンス
  - (iv) 工事施工実態
  - (v) 事故処理資機材

## 6) 運河利用者調査

運河の各地点における船舶の操船状況に関する船長，Pilot の意見

## 7) 運河周辺の環境条件

- (i) 人口，資産の分布
- (ii) 保全すべき環境

## (2) 運河事故例の分析

運河における事故の記録を分析し，事故の性格，原因，被災の程度，講じられた処置等について調査を行う。

## (3) 運河の安全性の評価

1) 1 及び 2 の結果に基づいて運河の現況の危険水準を明らかにする。

2) 安全性の観点から以下の項目について運河の諸条件を評価する。

- (i) 幅員，延長，水深，曲率等の運河形状
- (ii) 通航，停泊条件
- (iii) 航行援助施設
- (iv) 航行管制及び諸規則
- (v) 運河のメンテメンス
- (vi) 工事施工条件
- (vii) 事故処理資機材（特に消防及び汚染に対する処理）

## (4) 緊急対策の検討

1) 運河の安全性を向上させるための基本的理念について検討する。

2) 緊急に必要とされる対策を検討する。

- (i) 事故処理のための資機材及び対策チーム
- (ii) 予備的事故対策計画

## (5) リスクアナリシス

調査の対象とする事故を決定し，詳細なリスクアナリシスを実施して，現状，第Ⅱ期拡張工事中，第Ⅱ期拡張工事後の危険水準を推計する。推計の過程は以下のとおりである。

- 1) 条件の設定：運河の将来形状，通航量，航行管制
- 2) 通航障害，運河の閉塞，貨物の流出とこれに伴う障害等の発生可能性の推計
- 3) 貨物の流出の速度，流出量の推計
- 4) 貨物流出の影響の推計（危険性のあるガス及び／又は液体の拡散状況並びにこれらの船団



及び航行の安全、人命、環境への影響等)

5) 将来の危険水準を決定するためのすべての推計のとりまとめ

(6) リスク評価

1) 他のシステム(及び方法)の危険水準及び/又はスエズ運河庁(SCA)の設定する基準と比較検討することにより、許容危険基準を設定する。

2) (5)において推計された危険水準を設定した許容危険基準と比較することにより、評価する。

3) 制御すべき事故を明確にする。

(7) 運河安全対策の検討

上記までの検討結果に基づき、現状、第Ⅱ期拡張工事中、第Ⅱ期拡張工事後の事故の未然防止対策及び事故処理対策について検討し、これらの対策の評価を行う。

1) 事故の未然防止対策

(i) 運河形状計画(幅員、延長、水深、曲率等)

(ii) 第Ⅱ期拡張工事の施工方法

(iii) 運河のメンテナンス計画及び管理計画

(iv) 航行援助施設

(v) 航行管制計画

2) 事故処理対策

(i) 事故処理用資機材の配置計画

(ii) 事故処理チームの計画

(iii) 油流出、危険性ガスの緊急処理計画

3) 上記対策の評価

## 第4章 調査方法

(i) 調査の基本計画

1) 調査のフロー

本調査のフローチャートを図I-4-(1)-1に示す。

2) エジプトにおける調査(1983, 1984, 1985年)

(i) Ismailiaにおいて、SCAにインセプションレポートを提出し、調査方法、日程等について打合せを行うとともに、関係機関を訪問し、インタビューを行うなど、必要なデー

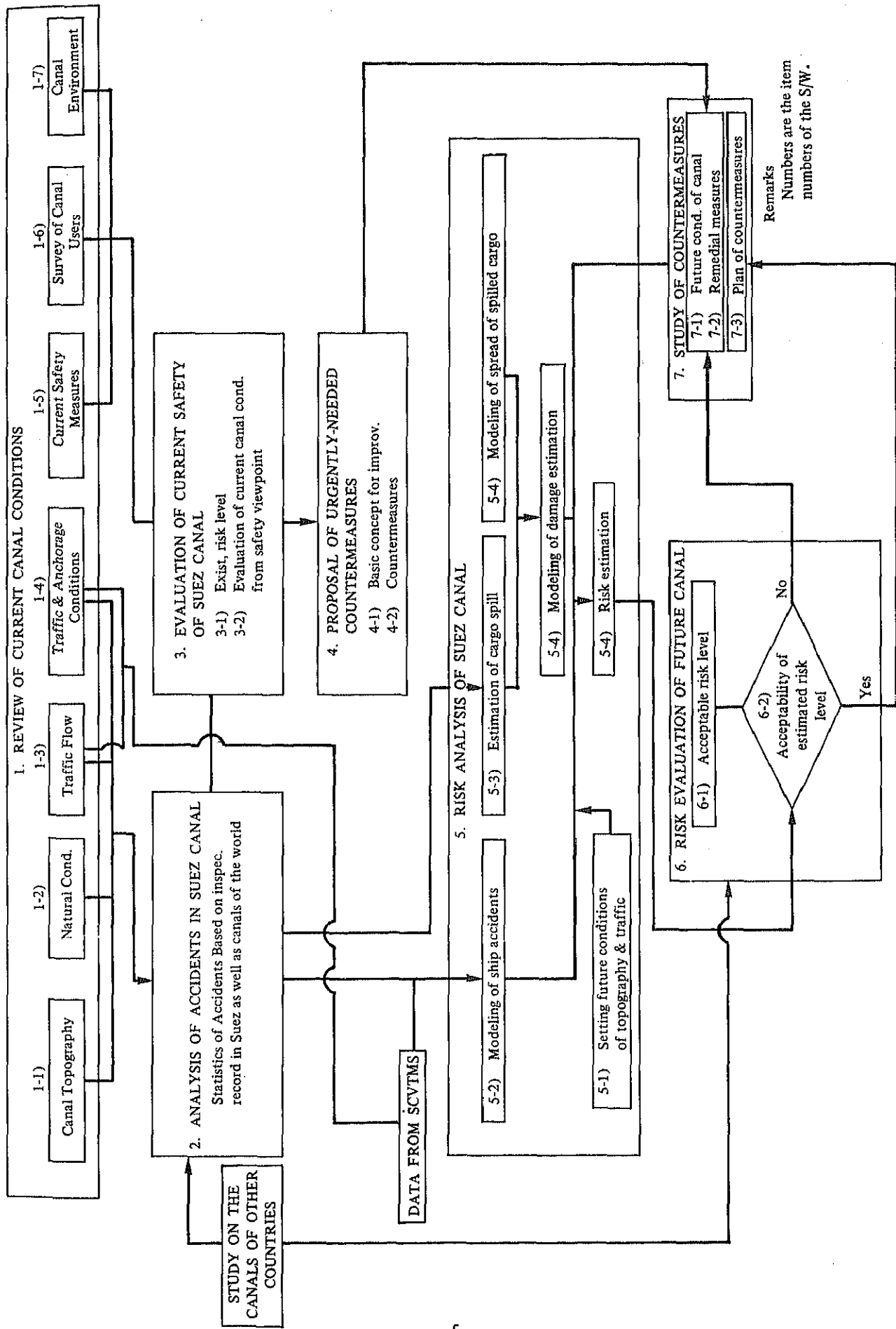


図 I - 4 - (1) - 1 スエズ運河航行安全計画調査フロー

タの収集を行った。

(ii) 調査団員によるスエズ運河の体験航海を行いPilotおよび通航船船長と情報を交換するとともに、運河の通航実態の現状把握をした。また、潮流観測を実施した。

(iii) 現地調査は、エジプト政府機関やその他関係機関とも協議の上実施した。

3) 日本およびエジプトにおける分析(1983, 1984, 1985年)

現地調査で得られたデータや情報を整理し分析を行った。

## (2) 主要項目の調査方法

### 1) 運河現況調査

#### (i) 運河形状

運河の全延長にわたり一定間隔の測線を定め、航路中心線の曲率および運河断面(幅員および水深)を調査する。

海図および最新の深淺測量図(第I期拡張工事および維持浚渫の竣工図)を利用する。

#### (ii) 自然条件

気象条件: 船舶航行に関するデータとして、天候、視程および風(風向および風速)の頻度を調査しヒストグラムに図化する。

Sandstormが航行に影響を与えた事例があれば、場所、継続時間および気圧等について調査する。

資料としては、近傍の測候所並びにPort SaidおよびSuezの観測記録を利用する。

海象条件: 潮流に関しては、収集したデータおよびJICAが供与した潮流計による実測データを分析し、Port SaidおよびSuezを含めてスエズ運河の潮流の方向および速度を明らかにするとともに、潮汐と潮流の関係を分析する。

波浪に関しては、収集データを分析し、波向別および波高別に出現回数を整理する。過去に異常波の例がある場合は、事例毎に分析する。

漂砂に関しては、深淺測量図を経年的に比較し航行に影響を与えと思われる地点については埋没量および範囲を明らかにする。なお、飛砂および流砂についても調査する。

#### (iii) 環境条件

運河沿いの人口、家屋、農地、工場およびその他資産について調査し、図化する。

水質に関しては、既存データを分析し、汚染の程度を明らかにする。

#### (iv) 通航量

船舶: 過去5年間のSCAの統計資料を分析し、船種、船型、方向別に通航船舶数を明らかにする。タンカー、LNG船等の危険物運搬船については、別途その比率を求める。

過去5年間に於いて最大通航隻数を記録した月の日別記録を集計し、その最大通航日のコンボイ数、コンボイに所属する船舶の船種、船型、隻数を明らかにする。

貨物：過去5年間のSCAの統計資料を分析し、品目別、方向別、貨物量を明らかにする。原油、石油類、LNG等の危険物については、別途その比率を求める。

#### (V) 通航および停泊条件

通航条件：運河通航時にSCVTMSによって記録されたデータを磁気テープに収録し、分析を行い、通航船舶の属性（船種、船型）、航路内の分布、航路中心線からの偏位、およびコンボイ速度を明らかにする。又、特定の船舶を選定し、ケース・スタディとして、時間と運河内での船位を追跡する。

調査団員を北航および南航の通航船に乗船させ、運河通航の実態を把握させる。

停泊条件：レーダーの記録、土質資料等を分析しPort Said, Suez, Lake TimsahおよびBitter Lakeにおける停泊状況を明らかにし、これを図化する。なお、危険物積載船についてはその中で区分して表示する。なお、岸壁又はブイバースへの係留状況に関しては、それら施設の実態（延長、水深、バース数等）を明らかにする。

待船条件：港湾部および湖沼部における待船状況（コンボイ編成時、行き合い時）については、最混雑時の実態を調査する。又、船舶の到着分布、待船隻数の時間的分布を明らかにする。

操船性能：以上の結果に基づき、特定の船舶（危険物積載船、VLCC等）についてケース・スタディとして運河内の操船特性を分析する。

#### (VI) 安全対策

航行援助施設：浮標、灯標、レーダーリフレクター、ロランおよびデッカシステム等の通航船舶に対する航行援助施設について、その設置位置、性能（灯質、灯色、周波数等）を調査する。又、メンテナンスの方法、人員および費用等について、関係者からヒヤリングを行う。

航行管制：航行管制のための機器、施設について、名称、設置位置、管制範囲および相互の連携を調査する。又、航行管制のための法規、組織図を収集する。

事故処理資機材：事故処理のための消防船、オイルフェンス等の資機材について、量、能力、処理範囲等を調査するとともに、メンテナンスの方法、人員、および費用等について、関係者からヒヤリングを行う。

事故処理体制：緊急連絡体制、指揮体制、要員等について調査する。

#### (VII) 運河利用者調査

スエズ運河通航船のPilotや船長を対象にアンケート調査を実施し、危険を感じた場所、その形態、原因、その際の行動を把握するとともに、スエズ運河に関する一般的な対応状況（舵取り、危険な場所等）およびメンテナンスに対する要望等を調査する。又、日本国内において、これを補足するため同様の調査を行う。

#### (vii) メンテナンス

運河の維持浚渫等のメンテナンスの頻度、場所、土量、工法、費用、土砂処理方法、工事仕様書、作業船の種類、隻数、船だまり、施工時間および通航船に対する配慮内容等について調査し、調査結果を運河利用者の要望と照合、分析する。

### 2) 事故例分析

#### (i) スエズ運河での事故例

スエズ運河で発生した事故記録の調査・分析を行い、次の基準で評価する。

事故船舶の属性：事故船舶の船種、船型、積載物の種類、事故発生時の船団の速度、船間距離、運河内での航行位置

事故の種類：衝突、乗り揚げ、火災等

事故発生場所：事故の種類ごとの事故発生場所および分布状況

事故発生時の状況：設備の状況、事故時の行動、可燃物、エンジントラブルの有無等、衝突事故については事故の対象（相手船、護岸等）を調査する。

事故原因：事故原因はリスクアナリシスをするために階層的（関連樹木図）に整理する。

被害：船舶およびその他施設の被害の程度

危険物の流出：流出した危険物の種類、量および影響を受けた範囲

事故処理：事故発生から収拾にいたるまでの処理作業について、事故発生の伝達方法、処理作業の内容を調査する。

火災：消防船の発動状況、その基地および消火活動の効果

#### (ii) 他国運河での事故例

Kiel Canal および Essen Canal（西ドイツ）並びに Eems Canal および Amsterdam Canal（オランダ）における事故例について現地調査を行い、調査結果を比較、分析する。又、パナマ運河について日本でデータを収集し分析する。

### 3) 現運河の安全性の評価

#### (i) 運河の危険水準

スエズ運河の許容危険基準は、SCAより与えられた基準および他国類似運河の危険水準を参照しつつ、リスク評価の結果に基づき決定する。

現運河の危険水準は、事故記録のリスク分析を行い、事故形態毎に定める。

#### (ii) 現状運河条件の評価

運河形状：事故発生場所と運河形状（幅員、水深、曲率）の相互関係を分析し、事故発生確率の高い場所を明らかにする。

自然条件：事故発生場所と事故発生時の自然条件（気象条件：風、視程、天候等、海象条件：潮流、波浪等）の関係を整理し、自然条件が事故発生におよぼす寄与率を分析する。

通航および停泊条件：通航および停泊条件の調査結果と事故分析結果を総合的に比較し、

現在の通航方法と停泊条件が事故発生におよぼす寄与率を推定する。

航行援助施設：航行援助施設と事故発生の関係について事故記録を分析するとともに、運河利用者に対するアンケート調査結果を考慮の上、現運河の航行援助施設の評価を行う。

航行管制：事故発生時の航行管制状況と運河利用者のアンケート調査結果を分析し、現行航行管制システムの効果を明らかにするとともに、必要な措置内容を摘出する。

事故処理：事故発生時の対応状況を分析し、処理方法、処理資機材（消防船を含む）の効果、充足率を明らかにする。

施工条件：維持浚渫工事等の運河の機能の保全作業中に発生した事故を分析し、保全作業と通航船の事故の関係を調査する。この際、作業船が関連した事故については、その時の作業船の挙動を分析し、安全確保のための施工条件について整理する。

#### 4) リスクアナリシス

##### (i) 前提条件の設定

運河形状：現状、第Ⅱ期拡張工事中および第Ⅱ期拡張工事完了後の水深、幅員等をもって前提条件とする。

自然条件：各運河形状に対応した最頻の現象（風、潮流等）の推計結果を前提条件とする。

環境条件：現況並びに1990年および2000年の状況の推計結果を前提条件とする。

通航量：船舶および貨物については、現況および目標年次の推計結果を前提条件とする。

通航および停泊条件：通航および停泊の実態並びに運河利用者へのアンケート調査結果に基づく最頻の通航および停泊方法の推定結果を前提とする。

##### (ii) 対象事故の決定

現状および将来の安全対策上考慮に入れるべきすべての事故を対象とする。

##### (iii) 事故率モデルの作成

事故原因となる各種の事象を考慮して、運河事故率を推定するモデルを構築する。

F T Aモデル：運河事故例と事故発生原因とを関連樹木図として整理した事故発生確率を推計するモデル

航跡モデル：航跡データと運河形状とから事故発生確率を推計するモデル

閉塞モデル：各種事故による運河閉塞の確率を推計するモデル

貨物流出モデル：各種事故による貨物流出の確率を推計するモデル

貨物流出拡散モデル：流出した貨物の拡散を時系列的に推計するモデル

##### (iv) 損失推計モデル

運河事故および二次災害がおよぼす各種損失の推計および損害額を算定するモデル

(v) 事故発生確率および事故の損失について事故率モデルおよび損失推計モデルに、上記前提条件を入力し算定する。

(vi) 危険水準の推計

現況，第Ⅱ期拡張工事期間中および第Ⅱ期拡張工事完了後の，総合的な危険水準を推計する。

(vii) 損害の期待値の推計

推定した危険水準に対応する損害の期待値を求める。

5) リスク評価

(i) 許容危険水準（安全基準）の設定

他国の類似運河調査結果とSCAの意向を参考とし，仮の許容危険水準（安全基準）を2～3設定する。

この2～3の設定された危険水準に対し，以下の評価を行い，これらの分析結果に基づき，最終的にスエズ運河の許容危険基準（安全基準）を決定する。

(ii) 計画案の評価

リスクアナリシスによって求められた現況，第Ⅱ期拡張工事期間中および第Ⅱ期拡張工事完了後の危険水準と，設定された許容危険水準（安全基準）とを比較し，各水準に対して発生が予想される事故の種類，内容，規模を明らかにする。

(iii) 制御因子（限界因子）の抽出

各危険水準に対して，危険水準に寄与する因子を抽出し，寄与率の最も大きな因子の順に整理する。

この場合，自然条件等，人為によらない因子と，人為的に制御可能な因子に区分する。

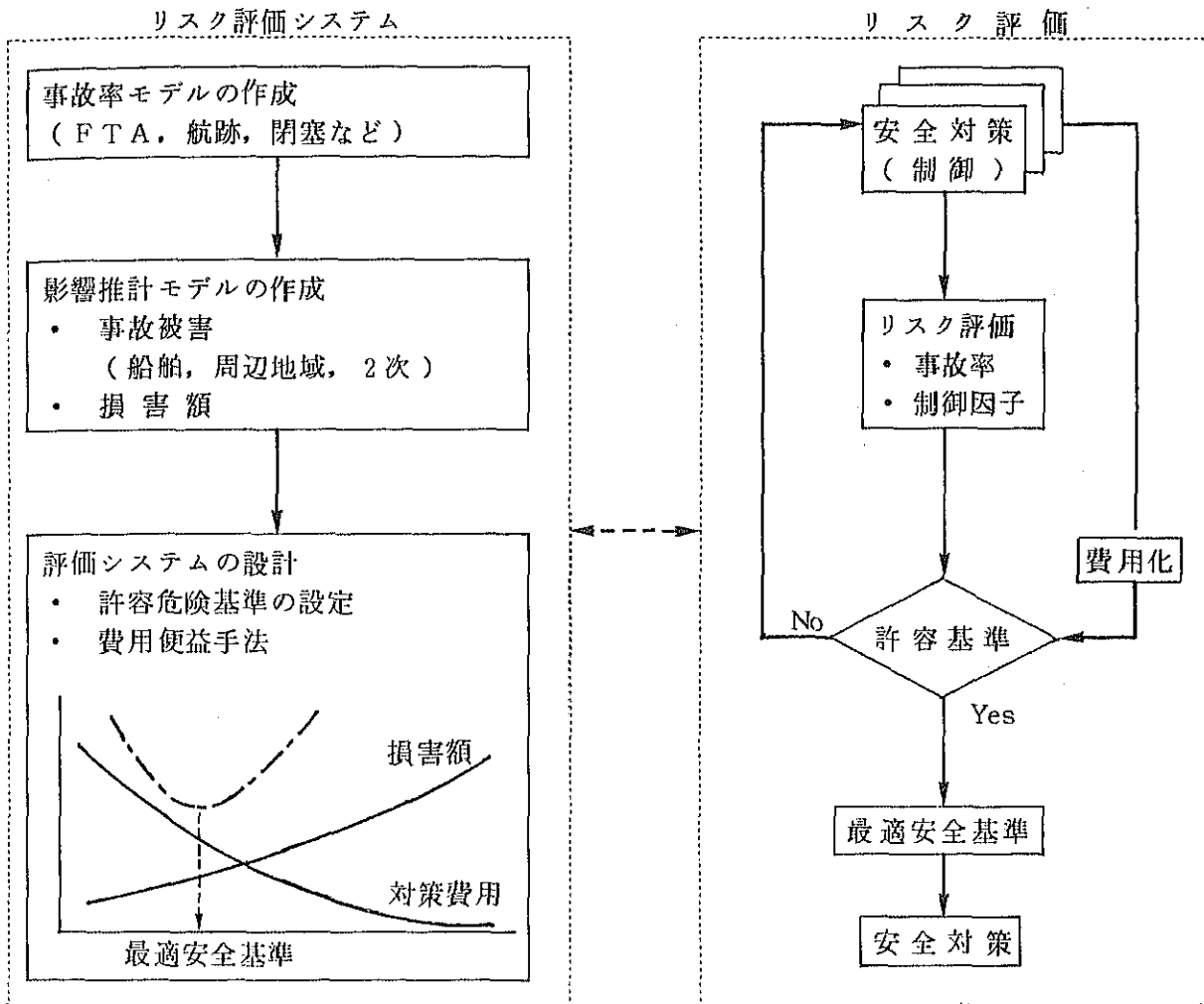
(iv) 許容危険基準の費用化

許容危険水準に寄与する人為的因子に対して，各計画案の危険水準を充足させるための対策を講じた場合に必要となる費用を推計し，許容危険基準－費用曲線を作成する。

(v) 許容危険基準の損害の費用化

許容危険基準を充足してもなお予想される事故に関し，許容危険基準毎の期待損害額を推計し，許容危険基準－期待損害額曲線を作成する。

〔参考〕 リスクアナリシス及びリスク評価の概念図



6) 安全対策の基本理念

スエズ運河の安全性向上のための基本理念は、スエズ運河の特性、SCAの意向等を踏まえ、他国の類似運河の安全対策をも考慮の上確立する。

この基本理念は、緊急に対処すべき安全対策と恒久的な安全対策の確立とに区分される。

7) 緊急対策

(i) 現状の対策

現在実施されている安全対策について、現運河の安全性の評価に基づき改良すべき問題点を抽出する。

これらの諸項目を、排除すべき事故の種類、対策の普遍性、所要の費用、対策の効果等の観点から分類する。

(ii) リスクアナリシス

抽出された緊急対策の項目について、シナリオライティング(条件の設定→発生する障害



の想定→運河への影響→対策の効果)を行い、各シナリオごとに総合的な危険度(事故発生確立)を推計(リスクアナリシス)する。

#### iii) 緊急対策の決定

リスクアナリシスの結果に基づき、基本方針および許容危険基準を達成する為に必要な緊急対策を決定する。

#### iv) 実施計画

緊急対策について、運河、航行援助施設、対策チーム、航行管制方法、事故処理資機材等の整備スケジュールを明らかにする。

#### v) 経済評価

事故発生によって生じる運河収入の減少額のうち安全対策によって救済される部分を便益とし、また、緊急対策に必要な支出を費用として、安全対策の費用-便益率を概算する。

#### vi) 予備的事故処理対策

典型的かつ、影響度の大きな事故例を想定し事故発生から収拾に至るプロセスを机上シミュレートし、これを事故処理計画としてまとめる。

### 8) 恒久的航行安全対策の提言

#### (i) 事故の未然防止対策

リスク評価の結果に基づき、スエズ運河における事故の発生を未然に防止するための対策として、以下の計画代替案を作成する。

運河計画：運河形状(幅員、水深、曲率、護岸勾配等)に関して、第Ⅱ期拡張計画において提案されている諸元を考慮し、具体的な実行計画案を作成する。

施工計画：維持工事、運河改良工事に関して、第Ⅱ期拡張計画において提案されている諸元を考慮し、具体的な実行計画案を作成する。

航行援助施設計画：新設、改良すべき航行援助施設(船舶を含む)の数、種類、設置位置等の整備計画を作成する。

航行管制計画：現行の航行管制システムに対する提言および整備すべき新制度、関係法規等を含む航行管制計画案を作成する。

メンテナンス計画：運河、航行援助施設、航行管制システム等、スエズ運河のメンテナンス計画を作成する。

#### (ii) 事故処理計画

リスク評価(影響推計モデルによる影響の範囲、影響の度合等)の結果に基づき、運河における事故発生後速やかにこれを収拾するための対策として以下の計画代替案を作成する。

事故処理資機材整備計画：事故処理に必要な資機材(船舶を含む)について、種類、量、

配置場所，移動方法等の整備計画を作成する。

事故処理チーム整備計画：事故処理に必要な人員数，連絡体制，訓練，教育，チームの配置場所等についての整備計画を作成する。

危険物処理計画：油等の危険物の流出事故について，事故処理計画の各代替案ごとに机上シュミレーションを行う。

#### ③ 航行安全対策の経済評価

事故の未然防止対策および事故処理計画の各代替案について，費用（計画に基づく対策に必要な経費）および便益（危険水準の低下に伴う損害期待値の低減分）を算定し経済評価を行う。

#### ④ 航行安全対策の提言

上記分析結果に基づき，スエズ運河の航行安全対策を提言する。

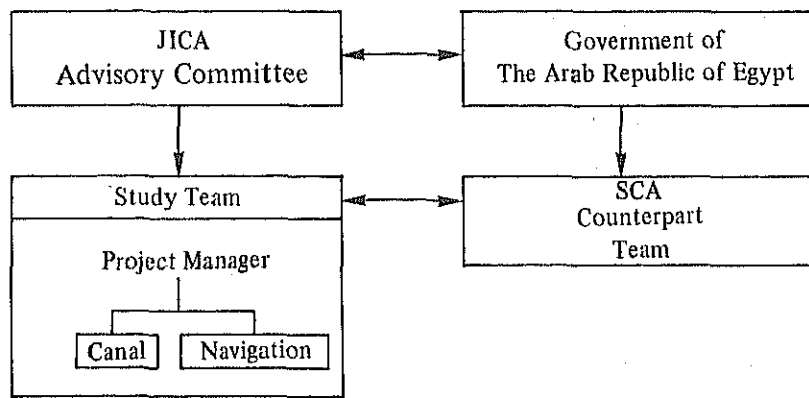
## 第5章 調査組織

### (1) 作業監理委員会

本調査を円滑に遂行するため，国際協力事業団は作業監理委員会を設置した。作業監理委員会は調査団が作成した計画案に対し，助言，指導，審査を行うものとする。

作業監理委員会の委員および組織は次のとおりである。

<u>Name</u>	<u>Assignment</u>	<u>Present Post</u>
Prof. Dr. Yoshimi Nagao	Chairman	Kyoto University
Assist. Prof. Dr. Katsuhiko Kuroda	Risk Analysis	Kyoto University
Assist. Prof. Dr. Kinzo Inoue	Navigation	Kobe Merchant Marine University
Mr. Hisao Ouchi	Canal Planning	Deputy Director of Construction Division, Ports and Harbours Bureau, MOT
Mr. Ryuichi Takei (Mr. Kunio Tashima)	Disaster Prevention	Deputy Director of Navigation Safety Division, Guard and Rescue Department, Maritime Safety Agency, MOT
Mr. Masao Wada	Ship Safety Planning	Chief of International Cooperation Division, Bureau of International Transport and Tourism, MOT
Mr. Tokuji Ohara	Marine Economy	Chief of Overseas Division, Bureau of International Transport and Tourism, MOT



## (2) 調査団

本調査の団員構成は次のとおりである。

<u>Title</u>	<u>Name</u>	<u>Responsibility</u>
Project Manager	Mr. Takashi Hazama	Overall Management
Deputy Manager	Capt. Koichi Kuwazaki	Canal Planning (I)
Expert	Mr. Yasuyuki Nakayama	Canal Planning (II) and Economic Evaluation
Expert	Capt. Masaaki Saito	Navigation Safety Plan (I)
Expert	Mr. Masaharu Sugawara	Navigation Safety Plan (II)
Expert	Mr. Akira Takahashi	Marine Economy
Expert	Mr. Kimito Suzuki	Disaster Prevention (I)
Expert	Mr. Kanji Fujioka (Mr. Yoshiro Kanetomo)	Disaster Prevention(II)
Expert	Mr. Tetsuo Yoshida	Risk Analysis (I)
Expert	Mr. Yasunori Shibahara	Risk Analysis (II)
Expert	Mr. Taro Ochiai	Risk Analysis (III)
Expert	Mr. Tadayuki Yokoyama	Execution Conditions
Expert	Mr. Yukio Koga	Natural Conditions

## (3) カウンターパート

SCAのカウンターパートは以下のとおりである。

Canal Planning  
 Safe Navigation  
 Maneuverability  
 Marine Economy  
 Disaster Treatment

Risk Analysis  
Environment  
Economic Evaluation

SCA Team

Capt. Aman Allah Mohy Eldin,  
Chief Pilot,  
Transit Dept.  
“Maneuverability – Disaster treatment”

Dr. Eng. Mohamed S/El Ghamry,  
Deputy Head Research Section,  
Planning, Research and Project Dept.  
“Environment – Canal Planning”

Dr. Eng. Mahmoud E. Shukry,  
Deputy Head Research Section,  
Planning, Research and Project Dept.  
“Navigation Modeling”

Mr. Reda Negm,  
Economic Unit,  
Planning, Research and Project Dept.  
“Economic Evaluation”

Eng. Medhat El Magrabi,  
Economic Unit,  
Planning, Research and Project Dept.  
“Marine Economy”

Eng. Maged Abou Zead,  
Salvage Section,  
Shipyards Dept.  
“Disaster Treatment”

Eng. Mostafa  
Marine Engineer,  
Transit Dept.  
“Safe Navigation”

Eng. Hussein Kamel,  
Research Section,  
Planning, Research and Project Dept.  
“Environmental Modeling”

Mr. Rizk  
Economic Unit,  
Planning, Research and Project Dept.  
"Risk Analysis"

Eng. Yaser,  
Research Section,  
Planning, Research and Project Dept.  
"Navigation Modeling"

## 第6章 調査日程

本調査の現地エジプトにおける日程は次のとおりである。

- |                        |                          |
|------------------------|--------------------------|
| (1) First Survey       | August ~ October, 1983   |
| (2) Second Survey      | December, 1983           |
| (3) Third Survey       | March, 1984              |
| (4) Fourth Survey      | October ~ November, 1984 |
| (5) Draft Final Report | May, 1985                |

(1) First Survey (August ~ October, 1983)

Members: Dr. K. Kuroda (Vice Chairman of the Advisory Committee)  
 T. Ohara (Member of the Advisory Committee)  
 S. Naruse (JICA)  
 T. Hazama (Leader of the Study Team, OCIDI)  
 K. Kuwasaki (Co-Leader of the Study Team, OCIDI)  
 Y. Nakayama (Member of the Study Team, OCIDI)  
 M. Saito (Member of the Study Team, JAPMA)  
 M. Sugawara (Member of the Study Team, JAPMA)  
 A. Takahashi (Member of the Study Team, OCIDI)  
 K. Suzuki (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yoshida (Member of the Study Team, JAPMA)  
 Y. Shibahara (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yokoyama (Member of the Study Team, OCIDI)  
 Y. Koga (Member of the Study Team, OCIDI)

Date	Itinerary	Activities
Aug. 15 Mon.	Tokyo →	
16 Tue.	↘ Athens → Cairo	
17 Wed.	Cairo	Courtesy call and explanation of the outline of the study to the Japanese Embassy and JICA
18 Thu.	Cairo → Ismailia	Call at the SCA Research Center
19 Fri.	Ismailia	Team meeting
20 Sat.		Courtesy call to SCA and explanation of the Inception Report
21 Sun.		Discussion of the schedule with the SCA counterparts
22 Mon.		Data collection in SCA
23 Tue.		Discussion on the sphere of the study with the SCA counterparts, observation of SCVTMS and exchange of signatures on R/D
24 Wed.		Data collection
25 Thu.		Data collection
26 Fri.		Team meeting
27 Sat.	Ismailia → Port Said	Observation of the Canal and Port Said Harbour (by car and boat)
28 Sun.	(Group 1) Port Said → Ismailia	Observation of Ballah signal station on the way to Ismailia
	(Group 2) Port Said → Suez	Experimental navigation by a container ship (SCANDUTCH CORONA)

Date	Itinerary	Activities
Aug. 29 Mon.	(Group 1) Ismailia → Suez	Observation of Suez Harbour by boat
30 Tue.	Suez → Ismailia	Observation of Kabrit signal station on the way to Ismailia
31 Wed.	Ismailia	Data collection and analysis
Sep. 1 Thu.	Ismailia	Data collection and analysis
2 Fri.		Holiday
3 Sat.		Data collection and analysis
4 Sun.		Data collection and analysis
5 Mon.	(Group 1) Ismailia	Data collection and analysis
	(Group 2) Ismailia → Suez → Ismailia	Move to Suez for experimental navigation in the Canal, but return to Ismailia as there was no appropriate vessel
6 Tue.	(Group 1) Ismailia	Data collection and analysis
	(Group 2) Ismailia → Suez	Move to Suez for experimental navigation
7 Wed.	(Group 1) Ismailia	Data collection and analysis
7 Wed.	(Group 2) Suez → Port Said → Ismailia	Experimental navigation by a container ship (KAMAKURA MARU) and return to Ismailia (by car)
8 Thu.	Ismailia	Data collection and analysis
9 Fri.		Observation of Lake Timsah by boat and team meeting
10 Sat.		Data collection and analysis, and lecture on Risk Analysis
11 Sun.		Data collection and analysis, and lecture on Risk Analysis
12 Mon.		Data collection and analysis
13 Tue.		Data collection and analysis
14 Wed.		Data collection and analysis 4 members: Cairo → ← Tokyo
15 Thu.		
16 Fri.		Holiday
17 Sat.		Data collection and analysis
18 Sun.		Data collection and analysis
19 Mon.		Data collection and analysis
20 Tue.		Data collection and analysis
21 Wed.		Data collection and analysis
22 Thu.		Data collection and analysis
23 Fri.		Team meeting
24 Sat.		Data collection and preparation of the Progress Report

Date	Itinerary	Activities
Sep. 25 Sun.		Preparation of the Progress Report, and lecture on Disaster Prevention
26 Mon.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
27 Tue.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
28 Wed.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
29 Thu.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
30 Fri.		Preparation of the Progress Report
Oct. 1 Sat.	Ismailia	Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
2 Sun.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
3 Mon.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
4 Tue.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
5 Wed.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
6 Thu.	Ismailia → Damietta → Ismailia	Observation of Damietta Port construction site
7 Fri.	Ismailia	Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
8 Sat.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
9 Sun.		Preparation of the Progress Report, and data collection and analysis
10 Mon.		Preparation of the Progress Report and lecture on the contents of this study
11 Tue.		Submission and explanation of the Progress Report and exchange of signatures on R/D
12 Wed.	Ismailia → Cairo	Courtesy call and report to the Japanese Embassy and JICA
13 Thu.	Cairo → Athens	
14 Fri.	→ Tokyo	



(2) Second Survey (December, 1983)

Members: Dr. K. Inoue (Member of the Advisory Committee)  
 H. Ouchi (Member of the Advisory Committee)  
 R. Takei (Member of the Advisory Committee)  
 S. Naruse (JICA)  
 K. Kuwasaki (Co-Leader of the Study Team, OCIDI)  
 Y. Nakayama (Member of the Study Team, OCIDI)  
 M. Saito (Member of the Study Team, JAPMA)  
 K. Suzuki (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yoshida (Member of the Study Team, JAPMA)  
 Y. Koga (Member of the Study Team, OCIDI)

Date	Itinerary	Activities
Dec. 6 Tue.	Tokyo →	
7 Wed.	↘ Cairo	
8 Thu.	Cairo → Ismailia	Courtesy call and explanation on the Interim Report [I] to the Japanese Embassy and JICA
9 Fri.	Ismailia	Team meeting
10 Sat.	Ismailia	Submission and explanation of the Interim Report [I] to SCA
11 Sun.		Explanation of the Interim Report [I] and discussion with the SCA counterparts
12 Mon.		Explanation of the Interim Report [I] and discussion with the SCA counterparts
13 Tue.		Discussion with the SCA counterparts on the Interim Report [I]
14 Wed.		Discussion with the SCA counterparts and preparation of R/D
15 Thu.		General discussion on the Interim Report [I] and exchange of signatures on R/D
16 Fri.	Ismailia → Cairo	Move to Cairo
17 Sat.	Cairo	Courtesy call and report to the Japanese Embassy and JICA
18 Sun.	(Group 1) Cairo → Hamburg	Discussion on the schedule with the consul of the Japanese Consulate and data collection
	(Group 2) Cairo → Amsterdam	
	(Group 3) Cairo →	
19 Mon.	↘ Tokyo	Discussion on the schedule with the secretary of the Japanese Embassy

Date	Itinerary	Activities
Dec. 19 Mon.	(Group 1) Hamburg	Call at Traffic Control Office of Kiel Canal, data collection and observation of the Canal
	(Group 2) Amsterdam	Call at Rotterdam Port Authority and observation of Rotterdam Port and Maas River
20 Tue.	(Group 1) Hamburg	Observation of Kiel Canal by boat and discussion
	(Group 2) Amsterdam	Observation of Amsterdam Port and Noordzee Canal
21 Wed.	(Group 1) Hamburg	Call at Hamburg Port Authority, data collection and observation of radar station
	(Group 2) Amsterdam → Groningen	Investigation of Amsterdam Port and Noordzee Canal, and move to Groningen
22 Thu.	(Group 1) Hamburg → Dusseldorf	Observation of traffic vessels in the Rhine River
	(Group 2) Groningen	Investigation and observation of Delfzijl Port, Eems Port and Eems Canal
23 Fri.	(Group 1) Dusseldorf	Call at Essen Canal Authority, data collection and of the Canal by boat, and discussion
	(Group 2) Groningen → Amsterdam	Data analysis and move to Amsterdam
24 Sat.	Dusseldorf	
	(Group 2) Amsterdam	
25 Sun.	Tokyo	

(3) Third Survey (March, 1984)

Members: Dr. Y. Nagao (Chairman of the Advisory Committee)  
M. Wada (Member of the Advisory Committee)  
S. Kohiyama (JICA)  
T. Hazama (Leader of the Study Team, OCIDI)  
Y. Nakayama (Member of the Study Team, OCIDI)  
M. Saito (Member of the Study Team, JAPMA)  
K. Suzuki (Member of the Study Team, JAPMA)  
T. Yoshida (Member of the Study Team, JAPMA)

Date	Itinerary	Activities
Mar. 9 Fri.	Tokyo	
10 Sat.	→ Cairo	Courtesy call and explanation on the Interim Report [II] to the Japanese Embassy and JICA
11 Sun.	Cairo → Ismailia	Discussion on the schedule with the SCA counterparts
12 Mon.	Ismailia	Explanation of the Interim Report [II] (plenary session) and data collection
13 Tue.		Explanation of the Interim Report [II] (plenary session) and data collection
14 Wed.		Discussion with the SCA counterparts by field on the Interim Report [II], and data collection
15 Thu.		Discussion with the SCA counterparts by field on the Interim Report [II], and data collection
16 Fri.		Team meeting
17 Sat.		Discussion with the SCA counterparts by field
18 Sun.		Discussion with the SCA counterparts by field
19 Mon.		Preparation of R/D and data collection, and general discussion on the Interim Report [II] including the chairman and Director of SCA
20 Tue.	Ismailia → Cairo	Exchange of signatures on R/D
21 Wed.	Cairo	Courtesy call and report to the Japanese Embassy and JICA
22 Thu.	Cairo → Athens	
23 Fri.	→ Tokyo	

(4) Fourth Survey (October ~ November, 1984)

Members: Dr. K. Inoue (Member of the Advisory Committee)  
 H. Ouchi (Member of the Advisory Committee)  
 K. Tashima (Member of the Advisory Committee)  
 T. Hazama (Leader of the Study Team, OCDI)  
 Y. Nakayama (Member of the Study Team, OCDI)  
 M. Saito (Member of the Study Team, JAPMA)  
 K. Suzuki (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yoshida (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yokoyama (Member of the Study Team, OCDI)  
 Y. Koga (Member of the Study Team, OCDI)

Date	Itinerary	Activities
Oct. 2 Tue.	Tokyo	
3 Wed.	→ Cairo	Courtesy call and explanation on the Interim Report [III] to the Japanese Embassy and JICA
4 Thu.	Cairo → Ishmailia	Submission of the Interim Report [III] to SCA
5 Fri.	Ismailia	Team meeting
6 Sat.		Team meeting
7 Sun.		Explanation on the Interim Report [III] to the Director and the counterparts of SCA (plenary session)
8 Mon.		Discussion on the Interim Report [III] by field, and arrangement of the schedule of the field survey of the Canal
9 Tue.		Discussion on the Interim Report [III] by field, and field survey of the Canal (Km 50 ~ 53)
10 Wed.		Discussion on the Interim Report [III], and field survey of the Canal (Km 50 ~ 53) and lecture on the survey method of this project to SCA counterparts
11 Thu.		Preparation of draft of R/D with the SCA counterparts and field survey of the Canal (Km 145 ~ 148)
12 Fri.		Team meeting
13 Sat.		Arrangement of draft of R/D, exchange of signatures on R/D, and field survey of the Canal (Km 16 ~ 19)
14 Sun.		Field survey of the Canal (Km 16 ~ 19) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
15 Mon.		Field survey of the Canal (Km 145 ~ 148) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
16 Tue.		Field survey of the Canal (Km 93 ~ 96) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
17 Wed.		Field survey of the Canal (Km 118 ~ 121) and video photographing of Port Said anchorage

Date	Itinerary	Activities
Oct. 18 Thu.		Report to the Japanese Embassy and JICA, field survey of the Canal (Km 93 ~ 96), and video photographing of Port Said anchorage
19 Fri.		Video photographing of Port Said anchorage
20 Sat.		Discussion with a counterpart in charge of SCVTMS, field survey of the Canal (Km 59 ~ 62), and video photographing of Port Said anchorage
21 Sun.		Discussion with members of the Economic Unit, field survey of the Canal (Km 59 ~ 62), and video photographing of Port Said anchorage
22 Mon.		Field survey of the Canal by CORTs (Km 59 ~ 62) and video photographing of Port Said anchorage
23 Tue.		Discussion with a counterpart in charge of SCVTMS
24 Wed.		Field survey of the Canal by CORTs (Km 145 ~ 148) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
25 Thu.		Field survey of the Canal by CORTs (Km 118 ~ 121) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
26 Fri.		Field survey of the Canal by CORTs (Km 16 ~ 19) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
27 Sat.		Field survey of the Canal by CORTs (Km 93 ~ 96) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
28 Sun.		Experimental navigation by a container ship (Ismailia → Port Said) and video photographing of Great Bitter Lake anchorage
29 Mon.	Ismailia → Cairo	Video photographing of Great Bitter Lake anchorage, arrangement of SCA's comments, and exchange of signatures
30 Tue.	Cairo	Courtesy call and report to the Japanese Embassy and JICA
31 Wed.	Cairo	
Nov. 1 Thu.	Cairo → Tokyo	

(5) Draft Final Report (May, 1985)

Members: Dr. K. Kuroda (Vice Chairman of the Advisory Committee)  
 K. Suzuki (Japanese Government)  
 J. Kugimiya (JICA)  
 T. Hazama (Leader of the Study Team, OCIDI)  
 Y. Nakayama (Member of the Study Team, OCIDI)  
 M. Saito (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yoshida (Member of the Study Team, JAPMA)  
 T. Yokoyama (Member of the Study Team, OCIDI)

Date	Itinerary	Activities
May 12 Sun.	Tokyo →	
13 Mon.	↘ Athens → Cairo	
14 Tue.	Cairo → Ismailia	Courtesy call and explanation on the Draft Final Report to the Japanese Embassy and JICA
15 Wed.	Ismailia	Courtesy call to SCA and explanation on the Draft Final Report (plenary session)
16 Thu.		Discussion on the Draft Final Report by field
17 Fri.		Team meeting
18 Sat.		Discussion on the Draft Final Report by field
19 Sun.		Discussion on the Draft Final Report by field
20 Mon.		General discussion and preparation of R/D
21 Tue.	Ismailia → Cairo	Exchange of signatures on R/D
22 Wed.	Cairo	Courtesy call and report to the Japanese Embassy and JICA
23 Thu.	Cairo → Athens →	
24	↘ Tokyo	

