

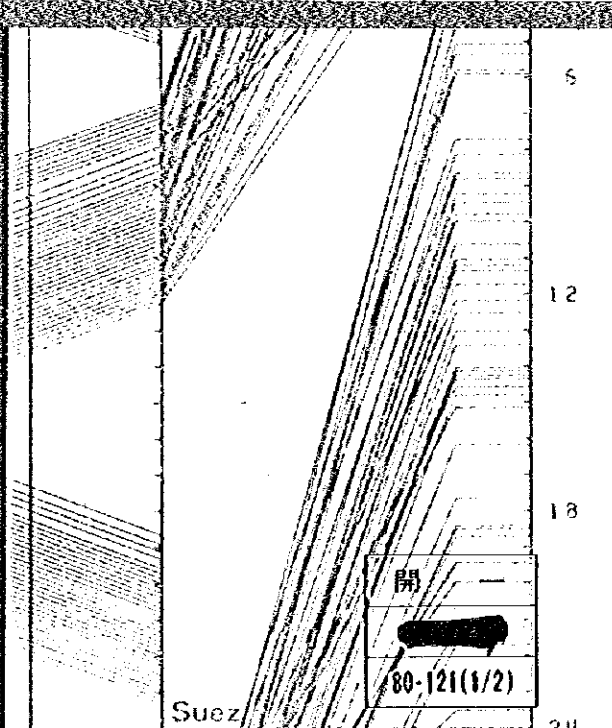


エジプト・アラブ共和国

スエズ運河 第二期拡張計画 調査報告書



昭和55年7月



国際協力事業団

Suez

80-121(1/2)

JICA LIBRARY



1029415[6]

エジプト・アラブ共和国

スエズ運河
第Ⅱ期拡張計画
調査報告書

昭和55年7月

国際協力事業団	
入 船	55.9.19 84.8.22
登録No.	7053 13597
	405 729 SDF

序 文

エジプト・アラブ国政府の要請に対応して、日本国政府は、スエズ運河第二次拡張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。当事業団は運輸省港湾局建設課長前田進氏を委員長とする作業監理委員会及び財団法人国際臨海開発研究センター常務理事間孝氏を団長とする調査団を編成し、1979年12月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、必要な現地調査を行った。調査団帰国後、国内において解析作業がすすめられ、ここに報告書提出のはこびとなった。

本報告書が本計画の実現に役立つとともにエジプト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。

1980年7月

国際協力事業団
総裁 有田 圭 輔

伝 達 文

拝 啓

ここにエジプト・アラブ共和国スエズ運河第Ⅱ期拡張計画調査報告書を提出致します。

この調査報告書は、国際協力事業団の要請に基づき、(財)国際臨海開発研究センター、(財)海事産業研究所及び(株)三菱総合研究所が共同で行った調査結果をとりまとめたものであります。本調査団は、1979年12月4日から15日間エジプトにおいて本プロジェクトに関する現地調査を行い、その調査と国内においてしゅう集した資料とに基づいて、第Ⅰ期拡張計画に引き続いて実施すべきスエズ運河の拡張計画案を策定し、その技術的、経済的及び財務的フィージビリティの検討を行いました。また、報告書草案の提出後に提起された諸点については、検討結果を別冊にとりまとめました。

本調査団は、調査報告書に記載されたスエズ運河の拡張計画は、同運河の通航需要予測から見て緊急性があり、かつ、技術的、経済的及び財務的に実現可能であると考えます。国際水路としての同運河の重要性にかんがみ、この計画が早期に実施に移されることを期待して止みません。

本調査団のエジプト滞在中に寄せられた絶大なる御協力、御支援及び御厚遇に対し、調査団を代表して、スエズ運河公社当局その他エジプト政府関係機関に対し心から感謝の意を表します。

さらに、現地調査及び本報告書のとりまとめに当り、有益な御教示、御援助をいただいた国際協力事業団、運輸省、外務省、在エジプト日本大使館の皆様は厚く御礼申し上げます。

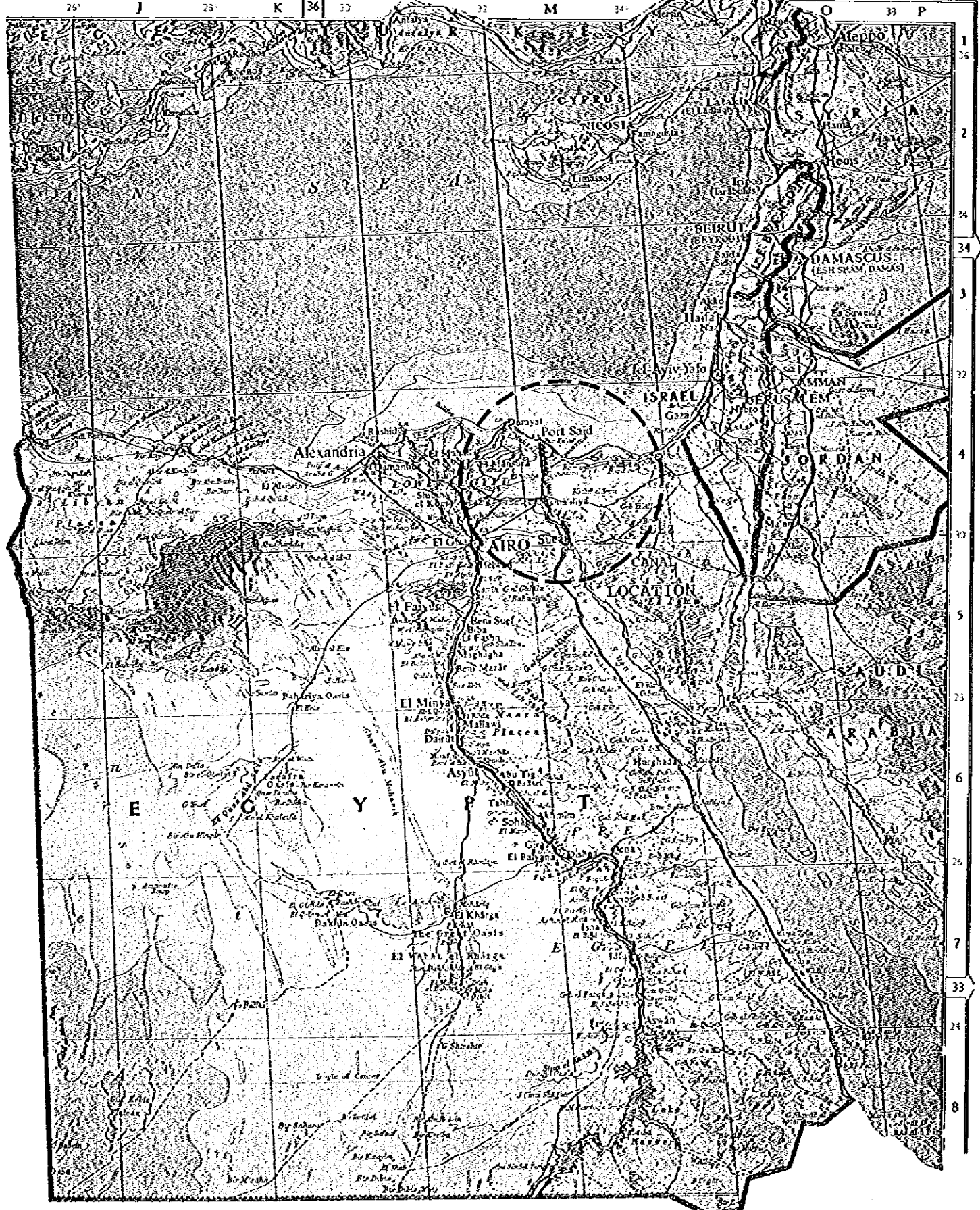
敬 具

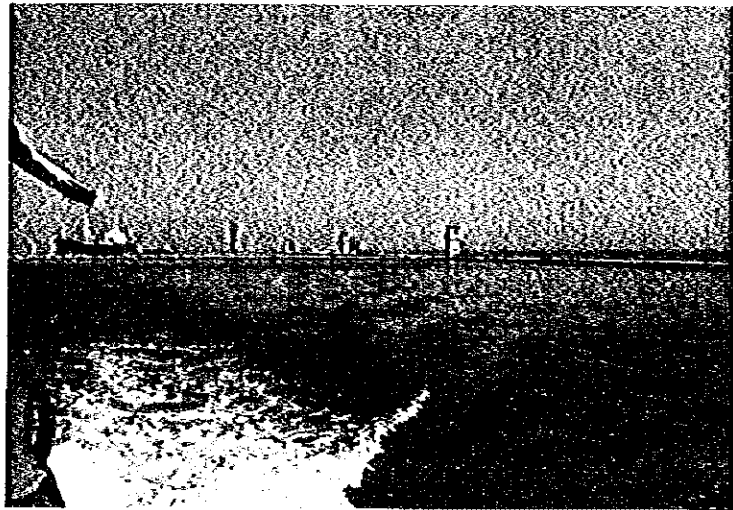
昭和55年7月

エジプト・アラブ共和国スエズ運河
第Ⅱ期拡張計画調査団

団 長 間 孝
(財団法人 国際臨海開発研究センター
常務理事)

LOCATION OF SUEZ CANAL

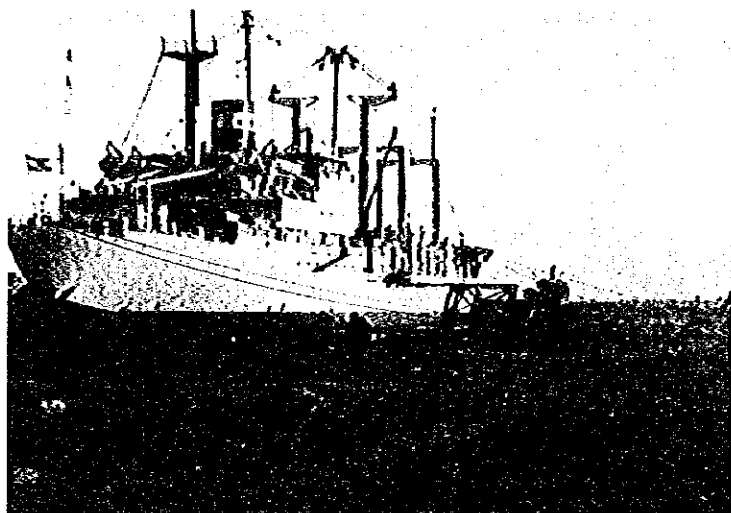




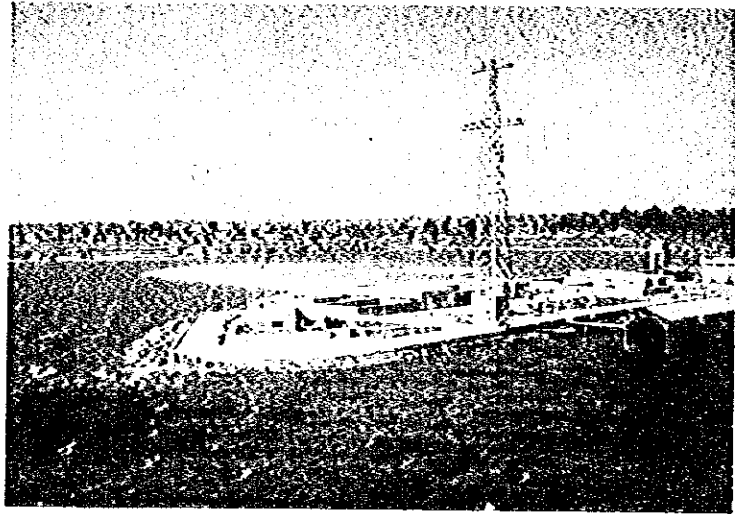
ポートサイド・東防波堤



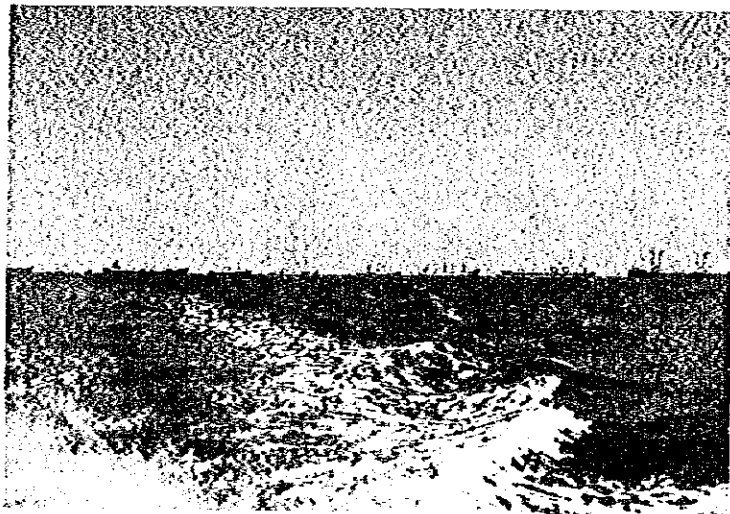
建設中のポートサイド・バイパス



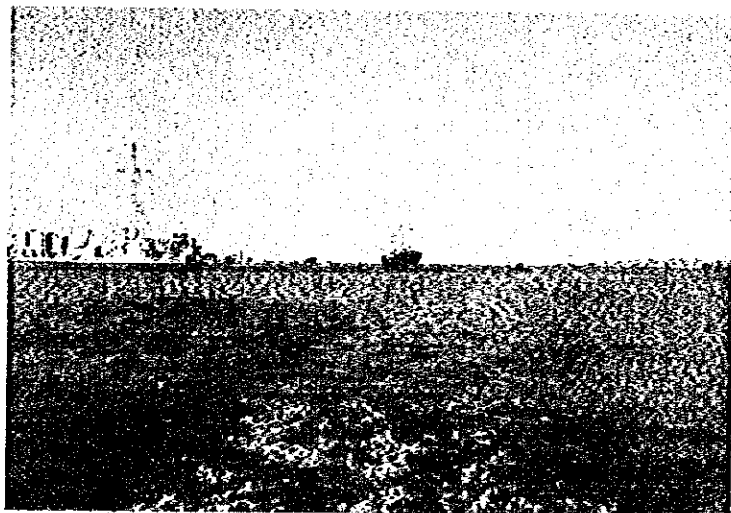
バラード・バイパスでのコンボイ待ち



グレートビターレイクの信号所



グレートビターレイクでのコンボイ待ち



スエズの入航航路

外貨交換率

US\$1.00 = LE 0.69 = 240 円

US\$1.30 = SDR 1.00

目 次

結 論
要 約

		ページ
第 I 編	序 論	1
	第 1 章 調査の背景	1
	第 2 章 調査の目的	1
	第 3 章 調査の概要	2
	第 4 章 調査の構成	3
第 II 編	スエズ運河の現況	9
	第 1 章 運河の概況	9
	第 2 章 運河利用実態	11
	第 3 章 第 I 期計画の進捗状況	14
第 III 編	スエズ運河公社	17
	第 1 章 組織と業務	17
	第 2 章 保有施設	21
	第 3 章 通航料および施設利用料	22
	第 4 章 財務状況	25
第 IV 編	スエズ運河通航量の予測	29
	第 1 章 序	29
	第 2 章 世界経済及び貿易	30
	2-1 概 説	30
	2-2 世界経済の推移と現状	30
	2-3 国際貿易	31
	2-4 先進国経済	33
	2-5 地域経済及び貿易	35
	2-6 世界経済の将来展望	46
	2-7 まとめ	51
	第 3 章 国際海上貿易と運河通航貨物	52
	3-1 概 説	52
	3-2 国際海上貿易と海運市況の推移	52
	3-3 石 油	61

	3-4	乾貨物	64
	3-5	まとめ	110
第4章		船腹需給・市況および海上輸送コスト	111
	4-1	概説	111
	4-2	船腹需給	111
	4-3	海上輸送コストと運河通航	117
	4-4	船種船型の変化	124
	4-5	まとめ	125
第5章		スエズ運河通航量予測	126
	5-1	概説	126
	5-2	タンカー通航量予測	129
	5-3	ノンタンカー通航量予測	136
	5-4	通航量予測結果	141
第6章		予測結果の評価	150
第 V 編		長期計画	151
第1章		基本方針	151
	1-1	基本方針	151
	1-2	計画目標	151
第2章		基本計画	152
	2-1	長期計画の設定	152
	2-2	運河の通航対象最大船型	152
	2-3	運河断面計画	153
	2-4	法線計画	158
	2-5	工事量	159
	2-6	工事費	162
第3章		評価	165
第4章		長期計画実施上の課題	166
第Ⅱ期計画			169
第1章		基本方針	169
	1-1	方針	169
	1-2	計画目標	169
第2章		段階計画案	171
	2-1	運河設計	171
	2-2	段階計画案の設定	185

第3章	第Ⅱ期計画の実施順序	191
	3-1 検討方法	191
	3-2 計画の特徴	192
	3-3 計画案の比較	202
	3-4 総合的評価	210
第Ⅵ編	通航方式、通航容量の検討	215
第1章	現行の通航方式	215
	1-1 船団通航方式	215
	1-2 運河の交通管理及び規制	216
第2章	第Ⅰ期工事完了後の通航方式	218
	2-1 第Ⅰ期工事完了後のSCA提案の通航方式	218
	2-2 第Ⅰ期工事完了後の航行管制システムの導入	218
第3章	運河通航の実態	219
	3-1 通航船の致着分布	219
	3-2 待船状況	222
	3-3 船間々隔	223
	3-4 すれ違い時のロス・タイム	223
	3-5 船速	226
第4章	通航シミュレーション・テスト	228
	4-1 目的	228
	4-2 予測のフローとモデルの構造	228
	4-3 シミュレーション	229
	4-4 結果と考察	235
第5章	第Ⅰ期計画および第Ⅱ期計画の通航容量と通航方式	242
	5-1 第Ⅰ期計画の通航容量	242
	5-2 第Ⅱ期計画の通航容量	242
	5-3 通航方式に関する諸考察	246
第Ⅶ編	技術的検討	259
第1章	船舶航行に伴なり水理現象	260
	1-1 水面低下	260
	1-2 戻り流れ	264
	1-3 航跡波	265
第2章	運河断面に関する一般的検討	267
	2-1 通航船舶の標準船型	267

	2-2	運河の所要水深	270
	2-3	航路巾	275
	2-4	運河断面積	275
第3章		運河内の潮流, 潮位	279
	3-1	潮位状況	279
	3-2	潮流解析	280
第4章		運河法面の安定	292
	4-1	スエズ運河沿線の土質	292
	4-2	運河法面の円形すべりに対する安定性	308
第5章		運河の埋没	329
	5-1	埋没量の予測	329
	5-2	維持浚渫土量	336
第Ⅹ編		実施計画	337
	第1章	工事概要	337
		1-1 陸上掘削工事	337
		1-2 護岸工事	337
		1-3 浚渫工事	338
		1-4 その他の工事	338
		1-5 工事数量	338
	第2章	施工計画	340
		2-1 陸上掘削工事	340
		2-2 護岸工事	340
		2-3 浚渫工事	340
		2-4 その他の工事	343
	第3章	工程計画	345
	第4章	建設費	350
		4-1 工事単価	350
		4-2 建設費	350
		4-3 年次資金計画	352
	第5章	施工管理計画	355
第Ⅹ編		管理運営計画	357
	第1章	管理運営	357
		1-1 Suez Canal Traffic Management System(SCVTMS)	357
		1-2 SCVTMSによる業務	357

	1-3	要員計画	360
	1-4	レーダー及びレーダーデータ処理に伴う問題点	361
第2章		管理運営と施設	365
	2-1	管理運営施設の現状	365
	2-2	第I期計画完了後の管理運営計画	367
第3章		管理運営の評価と課題	369
	3-1	SCVTMSの設置	369
	3-2	VLCCの運河における緊急停止	370
	3-3	大型タンカーの災害対策の推進	370
	3-4	液化ガスタンカーの消防対策の推進	371
	3-5	夜間航行時の対向船舶のライトの影響	374
第4章		運河経営計画情報システムの整備	375
第Ⅺ編		経済分析	377
第1章		方針および方法	377
第2章		First Phase Plan(Phase I)の評価	379
	2-1	国民経済的評価	379
	2-2	世界経済的評価	383
	2-3	感度分析	385
第3章		第Ⅱ期計画の評価	388
	3-1	国民経済的評価	388
	3-2	世界経済的評価	388
第4章		評価	390
第Ⅻ編		運河収入の感度分析	421
第1章		概説	421
第2章		運河容量が収入と世界海運コストに与える影響	422
第3章		バンカー油価格の上昇が通航隻数と収入に与える影響	427
第4章		運河通航料金の変更が通航隻数と収入に与える影響	429
第5章		タンカー市況の変化が通航隻数と収入に与える影響	430
第Ⅼ編		財務分析	433
第1章		DCF法によるプロジェクトの評価	433
	1-1	分析方法	433
	1-2	運河通航料金からの収益	433
	1-3	営業経費	440
	1-4	建設コスト	440

1-5	FRRによる評価	443
第2章	財務比率による評価	445
2-1	分析方法	445
2-2	営業費用	447
2-3	スエズ運河公社の固定資産	448
2-4	長期借入金	455
2-5	Phase 1の評価	459
第3章	財務分析による総合評価	466

表　　り　　ス　　ト

表番号	表　　名	ページ
表 2-2-1	スエズ運河の閉鎖前および再開後の通航量	11
表 2-2-2	船種別通航隻数	12
表 2-2-3	船型方向別タンカー通航隻数	12
表 2-2-4	品目別通航量	13
表 2-3-1	各区間の施工業者および工事量	15
表 3-1-1	スエズ運河公社の職員数	20
表 3-2-1	スエズ運河公社の保有浚渫船	21
表 3-3-1	水先案内料	23
表 3-3-2	パース変更料	23
表 3-3-3	タグボート使用料	24
表 3-4-1	スエズ運河公社損益計算書	27
表 3-4-2	スエズ運河公社貸借対照表	28
表 4-2-1	世界貿易の地域別シェア	32
表 4-2-2	地域間貿易シェア	32
表 4-2-3	O E C D 諸国の経常収支推移	34
表 4-2-4	中東経済の基礎データ	36
表 4-2-5	国民所得及び国民可処分所得の合計と 1 人当りの推移	38
表 4-2-6	東欧諸国の純物的生産 (N M P) 成長率	43
表 4-2-7	世界経済の将来展望 (1990年, 2000年)	50
表 4-3-1 (a)	主要貨物海上荷動量の推移 (1960-64)	57
表 4-3-1 (b)	主要貨物海上荷動量の推移 (1965-69)	58
表 4-3-1 (c)	主要貨物海上荷動量の推移 (1970-73)	59
表 4-3-1 (d)	主要貨物海上荷動量の推移 (1974-78)	60
表 4-3-2	東京サミットにおける石油輸入枠	62
表 4-3-3	スエズ運河関連の石油海上荷動予測結果	63
表 4-3-4	スエズ運河関連の L N G 荷動量	64
表 4-3-5	鉄鉱石地域間海上荷動量	65
表 4-3-6	南・北航別鉄鉱石通航量	66
表 4-3-7	運河通航鉄鉱石推定量	68
表 4-3-8	石炭地域間海上荷動量	70
表 4-3-9	石炭生産量	70

表番号	表名	ページ
表4-3-10	主要積揚地別石炭通航実績	71
表4-3-11	運河通航石炭推定量	71
表4-3-12	運河通航穀物量	73
表4-3-13	穀物地域間海上荷動量	74
表4-3-14	主要積揚地別穀物通航実績	75
表4-3-15	運河通航穀物推定量	76
表4-3-16	主要積揚地別肥料通航実績	79
表4-3-17	磷酸肥料の消費量	80
表4-3-18	磷酸石の生産と輸出	80
表4-3-19	カリ肥料の消費量	81
表4-3-20	カリの生産と輸出	81
表4-3-21	アジア及び中近東諸国における窒素肥料の生産量及び消費量	82
表4-3-22	世界の窒素肥料の消費量	83
表4-3-23	世界の窒素肥料の生産	83
表4-3-24	アンモニアの生産能力	83
表4-3-25	最近のアジアにおけるアンモニア生産計画	84
表4-3-26(a)	主要積揚地別北行鋼材の通航実績	87
表4-3-26(b)	主要積揚地別南行鋼材の通航実績	88
表4-3-27	主要諸国の鋼材消費量	89
表4-3-28	1965, 1970 及び 1973-78年 鉄鋼輸出国別半製品及び完成品の輸出状況	90
表4-3-29	仕向地別鉄鋼の半製品及び完成品輸入状況	91
表4-3-30	アラブ諸国の鉄鋼消費量	93
表4-3-31	主要積揚地別南行セメントの通航実績	95
表4-3-32	主要積揚地別セメントの生産・輸出と運河通航実績	96
表4-3-33	中東及びその他のアジア諸国のセメント統計	97
表4-3-34	1965-78年(一般貨物その他)貨物の荷動	103
表4-3-35	1976-1978年スエズ運河(一般貨物その他)の地域別荷動	106
表4-4-1	タンカー関係基礎データ	113
表4-4-2	引渡期別発注船腹量(1979年7月1日現在)	114
表4-4-3	将来船腹量	114
表4-4-4	世界バルク船隊の推移	115
表4-4-5	ドライ・バルク・キャリア船腹需給指数	115

表番号	表名	ページ
表4-4-6	引渡期別タンカー発注船腹量	116
表4-4-7	バルク・キャリア将来船腹量	116
表4-4-8	1976-'79年VLCC運賃指数	118
表4-4-9	代表船種、船型別コスト	122
表4-5-1	品目区分	128
表4-5-2	船種区分	128
表4-5-3	スエズ運河関連石油海上荷動量	131
表4-5-4	輸送コスト算定の必要データ	132
表4-5-5	コスト推定式	132
表4-5-6	ルート別トン当り輸送コスト	133
表4-5-7	原油ルート別船型構成	135
表4-5-8	タンカー運航料金	135
表4-5-9	タンカーの船型別の運河通航可能性	135
表4-5-10	品目別船種構成	138
表4-5-11	船種別積載率	138
表4-5-12	船型構成	139
表4-5-13	通航料金	140
表4-5-14	予測ケース	141
表4-5-15	品目別通航貨物量：Base Case	143
表4-5-16	船種別通航トン数：Base Case	147
表4-5-17	通航隻数と運河収入：Base Case	148
表5-2-1	世界のタンカーの船型別隻数	153
表5-2-2	タンカーの船型一吃水	154
表5-2-3	タンカーの船型一船中	155
表5-2-4	陸上掘削土量	159
表5-2-5	護岸工事延長	160
表5-2-6	浚渫土量	161
表5-2-7	関連施設の移設	161
表5-2-8	長期計画の工事費	162
表5-4-1	硬さ別時間当り浚渫土量	167
表5-4-2	月間浚渫時間	167
表5-4-3	硬さ別浚渫単価	167
表5-4-4	硬い地層の分布割合	168

表番号	表名	ページ
表5-4-5	各計画断面の硬さ別土量	168
表6-2-1	運河水深の設定(Ⅱ期計画)	171
表6-2-2	第Ⅱ期拡張計画の運河標準断面	174
表6-3-1	段階計画案の比較	193
表6-3-2	理論通航容量(標準船)	201
表6-3-3	段階計画案の建設費	202
表6-3-4	標準船の予測隻数(Base Case)	204
表6-3-5	経済評価指標	205
表6-3-6	標準船の日当り通航隻数	206
表6-3-7	日平均通航容量	208
表6-3-8	運河容量の飽和年次	209
表7-3-1	船間々隔の記録	224
表7-3-2	バラ・バイパスに於けるロスタイム	226
表7-3-3	平均通航速度の記録	227
表7-4-1	コンボイ編成の優先順位	234
表8-1-1	船舶航行時の水理現象	263
表8-1-2	船体沈下と船型	263
表8-1-3	戻り流れ	265
表8-1-4	航跡波	265
表8-2-1	タンカーの船型	268
表8-2-2	船型(計算値)	269
表8-2-3	所要運河水深	273
表8-2-4	運河諸元(計算値)	277
表8-3-1	潮位状況	279
表8-3-2	潮汐成分	281
表8-3-3	スエズ運河諸元	282
表8-4-1	粘着力	309
表8-4-2	土質試験結果	311
表8-4-3	円型すべり計算結果	322
表8-5-1	戻り流れによる流砂量	335
表8-5-2	維持浚渫土量	336
表9-1-1	第Ⅱ期工事の工事量	339
表9-4-1	第Ⅱ期工事の工事費	351

表番号	表名	ページ
表9-4-2	年次別資金計画 1	352
表9-4-3	# 2	353
表9-4-4	# 3	353
表9-4-5	Phase I と Phase II の工事費	354
表10-2-1	タグボート	366
表10-2-2	港内タグボート	366
表10-2-3	パイロット船	366
表11-2-1	都市部に於ける失業率(1961, 1970, 1975)	380
表11-2-2	Phase I による運河収入増(Base Case)	382
表11-2-3	交通プロジェクトの内部収益率	383
表11-2-4	使益予測(Base Case)	384
表11-A-1	IRR計算シート	391
	{	
表11-A-29	#	419
表13-1-1	Phase I 実施後の損益計算書	434
表13-1-2	第 I 期計画完了後の損益計算書	437
表13-1-3	Phase I の建設コスト	442
表13-1-4	FRRの比較	443
表13-2-1	第 I 期計画工事進捗状況	449
表13-2-2	固定資産推移表	450
表13-2-3	#	451
表13-2-4	Phase I 投資後の固定資産推移表	453
表13-2-5	第 I 期計画完了後の固定資産推移表	454
表13-2-6	第 I 期計画の資金調達額	455
表13-2-7	Phase I の資金調達額	456
表13-2-8	海外ローンの借入条件	457
表13-2-9	長期借入金	458
表13-2-10	長期借入金	458
表13-2-11	財務比率の比較	459
表13-2-12	財務比率推移表(A)	462
表13-2-13	# (B)	463
表13-2-14	資金運用表	465

表番号	表名	ページ
表13-A-1	FRR計算シート	467
)		
表13-A-4	FRR計算シート	470
表13-A-5	海外ローン借入条件	471

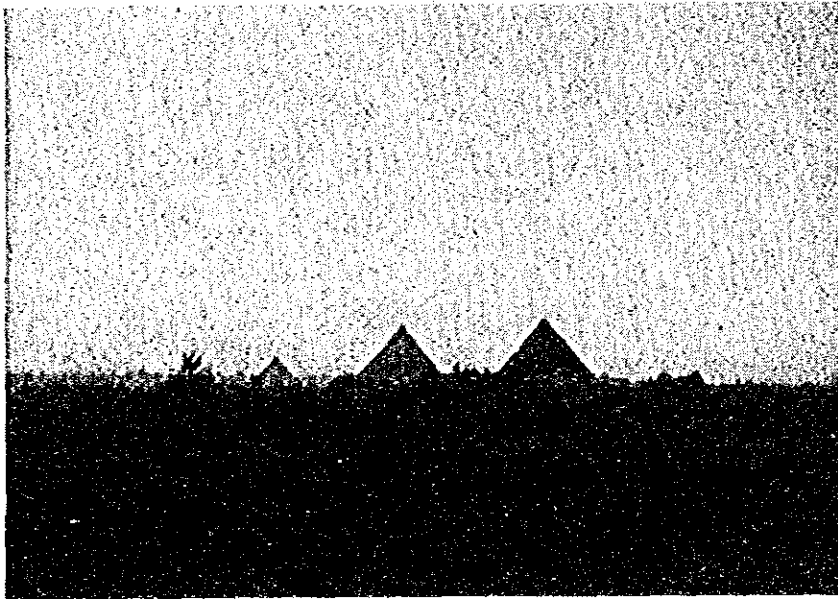
図 面 リ ス ト

図面番号	図 面 名	ページ
図1-4-1	第Ⅱ期拡張計画の調査フロー	5
図2-1-1	スエズ運河の現状	10
図3-1-1	スエズ運河公社の組織	19
図4-3-1	GDPと品目別荷動量との関係	56
図4-3-2	中東諸国の原油生産量	61
図4-3-3	一人当り鋼材消費量	86
図4-4-1	運賃水準とV L C C運河通航隻数との関係	119
図4-5-1	長期予測のフロー	127
図4-5-2	タンカー通航量予測フロー	130
図4-5-3	市況パラメータと運賃率	134
図4-5-4	ノンタンカー通航量予測のフロー	137
図4-5-5	スエズ運河潜在通航隻数	142
図4-5-6	潜在運河収入	142
図4-5-7	品目別通航貨物量	144
図4-5-8	船種別通航隻数：Base Case	149
図4-5-9	運河収入の船種別内訳：Base Case	149
図5-2-1	運河標準断面	157
図5-2-2	運河拡張計画図	
図5-2-3	運河拡張計画詳細図(1)～(5)	
図5-4-1	浚渫断面の分割	168
図6-2-1	第Ⅱ期拡張計画の運河標準断面(1)(2)	173
図6-2-2	船体沈下と船速(150,000 DWT Tanker)	177
図6-2-3	Heaving Caused by Head Sea	178
図6-2-4	Pitching Angle Caused by Head Sea	179
図6-2-5	Heaving and Diagonal Wave	179
図6-2-6	種々の運河複線化案	186
図6-2-7	運河複線化の順序	188
図6-2-8	段階計画案	189
図6-3-1	段階計画案の評価フロー	191
図6-3-2	コンボイダイアグラム(1)	195
図6-3-1 2	" (1)	200
図6-3-1 3 (1)	通航需要と通航容量	207

図面番号	図 面 名	ページ
図 6-3-13(2)	通航需要と通航容量(2) (Base Case of Demand)	207
図 6-3-14	Plan 5 の投資スケジュール案	210
図 6-3-15	運河複線化のプログラム	211
図 6-3-16	供用開始プログラム	213
図 6-3-17	" (改良案)	213
図 6-3-18	コンボイダイアグラム(12)	214
図 7-3-1	タンカーの日当り通航頻度(1978)	219
図 7-3-2	ノンタンカーの "	220
図 7-3-3	時間別到着分布	221
図 7-3-4	Suez および Port Said における待時間(到着~出発)	222
図 7-3-5	船種別船間々隔の分布	225
図 7-4-1	シミュレーションモデルの概要	229
図 7-4-2	船間々隔の分布	232
図 7-4-3	コンボイダイアグラム(13)	235
図 7-4-4	36hr-cycle の通航方式の効果	236
図 7-4-5	小型船をすれかわせる通航方式の効果	237
図 7-4-6	船速増加(1km/h)による効果	238
図 7-4-7	船間々隔変更の効果	239
図 7-4-8	運河閉鎖後の待船	241
図 7-5-1	待船の発生頻度	244
図 7-5-2	待 船 数	244
図 7-5-3	待船時間	245
図 7-5-4	通航方式変更の効果(N-1, S-3 Convoys)	245
図 7-A-1	シミュレーションによるコンボイダイアグラム(Existing Canal, 1984)	255
図 7-A-2	" " (Existing Canal, 1984)	256
図 7-A-3	" " (Step 1, Phase 1, 1984)	257
図 8-1-1	船体沈下と船速	262
図 8-1-2	戻り流れ	264
図 8-1-3	航 跡 波	266
図 8-3-1	運河断面(潮流解析)	281
図 8-3-2	運河沿いの低潮位	286
図 8-3-3	潮位変化(a), (b), (c)	287
図 8-3-4	潮位変化	288

図面番号	図 面 名	ページ
図 8-3-5	潮流(a), (b), (c)	289
図 8-3-6	潮流(a), (b), (c)	290
図 8-4-1	土質試験実施位置図	296
図 8-4-2	土質柱状図 (Port Said New Bypass)	297
図 8-4-3	qu の深さ方向分布 (km 5, Port Said New Bypass)	298
図 8-4-4	サンプリング位置	301
図 8-4-5	qu 及び ϵ_f の深さ方向分布 (km 35.2)	302
図 8-4-6	" " (km 25.2)	303
図 8-4-7	" " (km 17.6)	304
図 8-4-8	qu と N 値の相関図	305
図 8-4-9	qu と N 値の深度別分布	306
図 8-4-10	qu と N 値の相関関係	307
図 8-4-11	運河断面 (円形すべり)	309
図 8-4-12	qu の深さ方向分布	310
図 8-4-13	円形すべり計算結果	312
図 8-4-14	安全率と粘着力の関係	328
図 8-5-1	F と r_0/t_c の関係	330
図 8-5-2	流砂量式の比較	331
図 8-5-3	戻り流れによる流砂量(a)(b)(c)(d)	333
図 9-1-1	東側護岸	338
図 9-2-1	東側航路の浚渫	342
図 9-2-2	西側航路の浚渫	342
図 9-2-3	浚渫船の間隔	343
図 9-2-4	沈設管	343
図 9-2-5	新サイフォン工事	344
図 9-3-1	実施プログラム 1	347
図 9-3-2	" 2	348
図 9-3-3	" 3	349
図 12-2-1	運河容量と通航隻数	424
図 12-2-2	運河容量と収入	425
図 12-2-3	運河容量と世界海運コストの増加	425
図 12-2-4	運河容量と収入	426
図 12-2-5	運河容量と世界海運コストの増加	426

図面番号	図 面 名	ページ
図 1 2 - 3 - 1	バンカー油価格の上昇とタンカー通航隻数	4 2 8
図 1 2 - 3 - 2	バンカー油価格の上昇とタンカー収入	4 2 8
図 1 2 - 4 - 1	通航料金の変更とタンカー通航隻数	4 3 1
図 1 2 - 4 - 2	通航料金の変更とタンカー収入	4 3 1
図 1 2 - 5 - 1	市況とタンカーの通航隻数	4 3 2
図 1 2 - 5 - 2	市況とタンカー収入	4 3 2
図 1 3 - 2 - 1	財務比率の推移	4 6 1



結 論

- 1) スエズ運河の第Ⅱ期拡張計画として、運河の通航隻数の増大に対応して運河の複線化を進める複線化計画案のほか、第Ⅰ期拡張計画が完了しても通航不可能な350,000DWT以上の空船タンカー（最大500,000DWT）を対象として西側水路の拡巾計画と複線化計画を組合せた複線・拡巾計画案についても検討した。

複線化計画案

- 2) 複線化計画案は、第Ⅰ期拡張計画で対象とした船舶の大型化に対応する増深計画または拡巾計画案と異なっており、将来の運河の通航隻数の増加に対応するため運河の複線化により運河容量を拡張することを目的とするものである。よって、北航船の最大船型は積載150,000DWTタンカー、空荷350,000DWTタンカーで、第Ⅰ期拡張計画の対象船型と全く同じである。
- 3) 複線化計画案のスタディの結果は次のとおりである。

(1) 通航需要予測

	実 船(隻/日)	標準船(隻/日)
1978	58	53
81	72	65
85	84	75
90	103	93
2000	140	123

(2) 第Ⅱ期拡張計画の概要

複線化段階	複線化実施区間	完成時期	通航容量 (標準船) 隻/日
Phase I Step 1	km 61~95 (km61~73.4 西側水路) (km73.4~95 東側水路)	遅くとも1984年	87
	Step 2 km 16~51 (東側水路) km122~135 (西側水路)	遅くとも1987年	98
Phase II (完全複線化)	km135~162 (km135~144 西側水路) (km144~162 東側水路) km 0~16 (西側水路) West Approach Channels (Suez, Port Said)	遅くとも1994年	248 *現行運河の 通航容量 65隻/日

(3) 建設費

	数量(10 ⁶ m ³)		建設費		
	浚 渫	陸上掘削	内 貨 (10 ⁶ LE)	外 貨 (10 ⁶ \$)	計 (10 ⁶ \$)
Phase I Step 1	1418	990	145	179	388
Step 2	1875	480	132	128	319
計	3293	1470	277	307	707
Phase II	2265	790	163	236	473
合 計	5558	2260	440	543	1,180

注 建設費は浚渫，陸上掘削，護岸等の工事費および機器類の購入費のすべてを含み，
1979年9月価格である。

(4) 運河収入

(10⁶ \$)

	1980	1985	1990	2000
a) 現行運河	785.2	833.1	833.1	833.1
b) Phase I	785.2	1,021.6	1,290.6	1,290.6
(Phase I+Phase II)	(785.2)	(1,021.6)	(1,290.6)	(1,730.5)
c) b) - a) Phase I	0	188.5	457.5	457.5
(Phase I+Phase II)	(0)	(188.5)	(457.5)	(897.4)

(5) 経済・財務的収益性

a. 経済的収益性

運河の複線化によって期待される内部収益率は、次のとおりである。

	国民経済的評価	世界経済的評価
Phase I	24.2%	49.8%
Phase I+Phase II	23.8%	49.0%

b. 財務的収益性

運河の複線化(Phase I)によって期待されるFRRは、次のとおりである。

FRR 17.3%

複線・拡巾計画案

4) 複線・拡巾計画案は、複線化計画案に500,000DWT空船タンカーを対象として西側水路を拡巾する計画を組合せたものである。

5) 複線・拡巾計画案のスタディの結果は、次のとおりである。

(1) 通航需要予測

西側水路を拡巾することにより、500,000DWT空船タンカーが通航可能となり通航隻数は1985年で0.16隻/日、90年で0.24隻/日、95年で0.28隻/日、2000年で0.30隻/日増加する。(以上は潜在通航隻数)

(2) 第Ⅱ期拡張計画の概要

第Ⅱ期拡張計画としての複線・拡巾案の概要は次のとおりである。

西側水路の拡巾は、Phase Iにおいては、将来西側水路となる既存水路の一部を先行的に実施することとし、Phase IIにおいて西側水路の新設が完了する1988年に同時に350,000DWT以上の空船タンカーを対象とする南航用水路が完成することとなる。

複線化段階	工 事 区 間		完成時期
	複線化区間	拡巾区間	
Phase I Step 1	km 61-95 (km 61-734 西側水路) (km 734-95 東側水路)	km 16-61 西側水路 km 73-122 # km 145-162 #	遅くとも 1984年
	Step 2	km 16-51 東側水路 km 122-135 西側水路	
Phase II (完全複線化)	km 135-162 (km 135-144 西側水路) (km 144-162 東側水路) km 0-16 西側水路 West Approach Channels (Suez, Port Said)	Approach Channel (Suez)	遅くとも 1994年 但し西側水路 の拡巾完成は 1988年

(3) 建設費

複線・拡巾計画案では、複線化計画案に較べて、Phase I では浚渫土量が36百万 m^3 、総建設費が66百万\$増加する。

Phase	数 量		建 設 費		
	浚 渫 ($10^6 m^3$)	陸上掘削 ($10^6 m^3$)	内 貨 ($10^6 LE$)	外 貨 ($10^6 \$$)	計 ($10^6 \$$)
Phase I Step 1	175.8	99.0	161	217	450
Step 2	189.7	48.0	133	131	323
計	365.5	147.0	294	348	773
Phase II	234.9	79.0	164	241	479
合 計	600.4	226.0	458	589	1,252

注 建設費は、浚渫、陸上掘削、護岸等の工事費および機器類の購入費のすべてを含み、1979年9月価格である。

(4) 運河収入

350,000DWT以上の空船タンカーの通航が可能となることにより期待される運河収入増は、1989年29百万ドル、1990年に30百万ドル、2000年には38百万ドルと予測される。

(5) 経済・財務的収益性

a. 経済的収益性

運河の複線・拡巾によって期待される国民経済的な内部収益率は、複線化の場合とほぼ同じである。

	複線・拡巾案	複線化案
Phase I	22.7%	24.2%
Phase I+Phase II	23.4%	23.8%

b. 財務的収益性

運河の複線・拡巾(Phase I)によって期待されるFRRは、次のとおりである。

	複線・拡巾案	複線化案
FRR	15.8%	17.3%

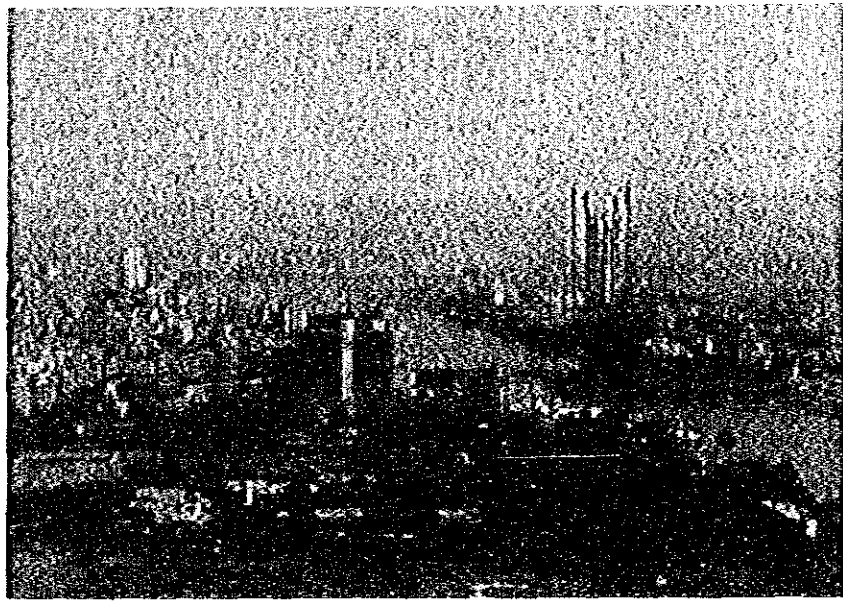
評 価

(6) 第II期計画として運河の複線化を順次進めてゆくことは、技術的・経済的・財務的にフィージビリティが高いと結論される。また、複線化を南航水路の拡巾案と組合せて実施することも、第II期計画の代替案の一つとして十分なフィージビリティが確認される。

(7) 第I期計画完成後の運河は、1981年には待給が発生し始め、1984年にはほぼ慢性的な待給が発生することが予想される。よって第I期計画に引続く第II期計画のPhase Iとして、遅くとも1984年までに容量の拡大に効果のあるkm51~122区間の、また遅くとも1987年までにkm0-135区間の運河の複線化を実施すべきである。

なお、将来の通航隻数の増加にそなえて、早期にPhase Iを完成させておけば待給の発生を回避できると同時に大型船がケーブ経由に転換することによる運河収入の減小という危険をさけることができ、かつPhase Iの完工時期を早めてもプロジェクトの国民経済的および財務的な収益性はほとんど影響を受けない。

(8) 全線複線化を早期に実施する案も世界経済が安定的に推移すれば、投資効果が期待できる案である。全線複線化を早く行なうことにより運河両端におけるコンボイ待時間を減小させることができ、ほかに事故による運河機能停止の回避など計算外の効果が大きい。



要 約

要 約

目 次

	ページ
第 1 章 ま え が き	(1)
第 2 章 スエズ運河の現況	(3)
第 3 章 スエズ運河公社	(5)
第 4 章 スエズ運河通航需要予測	(7)
第 5 章 長 期 計 画	(14)
第 6 章 第Ⅱ期計画	(17)
第 7 章 通航方式, 通航容量の検討	(22)
第 8 章 技 術 的 検 討	(25)
第 9 章 実 施 計 画	(27)
第 10 章 管 理 運 営 計 画	(32)
第 11 章 経 済 分 析	(33)
第 12 章 運河収入の感度分析	(36)
第 13 章 財 務 分 析	(38)

要 約

第 1 章 ま え が き

日本政府は、エジプト・アラブ共和国の要請に答えて、スエズ運河の第Ⅱ期開発計画のフェージビリティ・スタディを技術協力プログラムの一環として実施することに同意した。

本調査はスエズ運河開発の長期計画を設定しさらに第Ⅰ期計画完了後の通航需要増大に対応しうる第Ⅱ期開発の段階計画を作成し、それらの計画のフェージビリティを技術、経済、財務面から検討するものである。

1. 調査の目的

本調査の目的は、第Ⅰ期計画完成後に引続いて実施すべきスエズ運河第Ⅱ期開発計画のフェージビリティレポートを作成することである。

2. 調査の概要

調査内容の概要は次の通りである。

- a) 運河通航量予測
- b) 長期計画の作成
- c) 第Ⅱ期計画に対する段階計画の作成
- d) 通航容量の検討
- e) 技術的検討
- f) 施工計画および工費積算
- g) 運河通航料分析
- h) 経 済 分 析
- i) 財 務 分 析

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 の 構 成

国際協力事業団は本調査業務を次の三者に委託した。

国際臨海開発研究センター

海事産業研究所

三菱総合研究所

本調査は上記三者の共同で行なわれたものである。

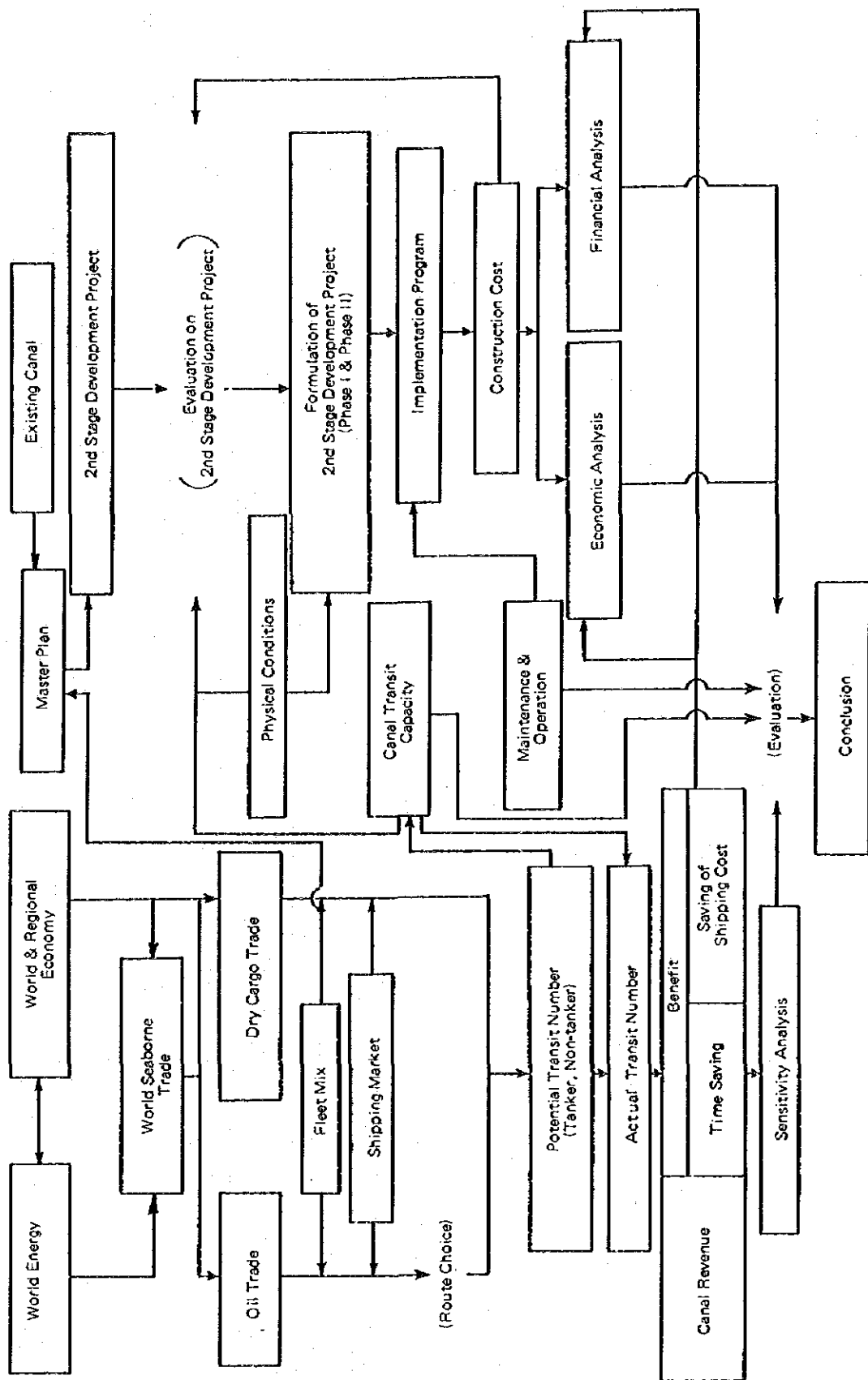


図1. 第二期拡張計画の調査フロー

第 2 章 スエズ運河の現況

1. 運河の概況

- 1) スエズ運河は地中海と紅海を結ぶ延長 162.5 km の運河で、地中海側では Port Said、紅海側では Suez の Port Tewfik がそれぞれの入口となっている。
- 2) 運河を通航できる最大船型は、満載船で 6 万 DWT、空船では 25 万 DWT 級の実績がある。運河の理論的な通航容量は約 80 隻と考えられる。

2. 運河利用実態

- 1) 第 3 次中東戦争により閉鎖されていた運河は、8 年間の閉鎖期間を経て、1975 年 6 月 5 日に再開された。
- 2) 1978 年の通航実績によれば、1 日当り運河通航隻数は 58.3 隻、年間船舶通航量は 248 百万 NRT とは、閉鎖前の水準を回復したが、貨物通航量は 150 百万トンと閉鎖する前の 62% の水準にしか達していない。(表-1 参照)
- 3) 閉鎖前は、タンカーの通航隻数が全体の 50% 前後を占めていたが、再開後は、10~15% を占めるに過ぎず、隻数も閉鎖直前の 1/4 程度である。

表-1 運河通航隻数実績

Year	Number of transit ships	Ships volume of transit (10 ³ NRT)	Cargo volume of transit (10 ³ tons)	Number of transit ships per day
1966	21,250	274,250	241,893	58.2
1976	16,807	186,859	117,653	45.9
1977	19,703	220,471	128,699	54.0
1978	21,266	248,260	147,779	58.3
'78/'66	100.1%	90.5%	61.9%	100.1%

- 4) タンカー隻数の減少は、閉鎖中にタンカー船型が大型化し、運河を通航できる船型のものが少なくなったことと、オイル・ショックを契機とするタンカー市況の悪化が影響している。
- 5) 一方、ノン・タンカーは、再開後急激な増加を見せており、78年にはタンカー隻数の減少をうめて、全体の通航隻数でも閉鎖直前の水準に達している。
- 6) 閉鎖前は北航の石油通航量が全体貨物の 69% を占めていたものが、1978年には、20

劣弱に過ぎない。1977年に中東から欧州・米国へ流れた石油量は650百万トンであるが、運河を通航した量は僅か4.4%にあたる28百万トンに過ぎない。

3. 第I期拡張工事

7) 1975年より進められている第I期工事は、満載で6万DWT級の船舶が航行可能なスエズ運河を拡巾・増深し、15万DWT級の船舶の航行を可能とするものである。第I期計画の運河諸元は次のとおり。

	Present	First Stage Development
Water depth (m)	15.0	19.5
Area of standard canal cross section (m ²)	1,850	3,600
Maximum draught (ft.)	38	53
Maximum size of ship (thousand DWT)	60	150

8) 第I期工事の総浚渫土量は約6億m³で、総工費は12億ドルと言われる。全工区の工事終了は、1980年央となり、それに引続いて竣工検査等の期間を見込むと、第I期工事完了による運河の開通は1980年末に予定されている。

第 3 章 スエズ運河公社

1. 組織と業務

- 1) スエズ運河公社(以下SCAという)は、Ismailia に本部を置き、Port Said と Port Tewfik(Suez) に現場業務を担当する支所を、そしてCairo に連絡事務所を置いている。
- 2) SCAは、大統領が任命する Board of Directors と Chairman により運営されている。SCA の本部組織は、8つの Department と Chairman 直属の4室から成っている。
- 3) SCA には現在約1,800人の職員と約10,200人の労務者がいる。
- 4) SCA は、運河の通航管理と、運河・港湾の維持・改良に当るほか、Port Said の管理を行っている。また、付常事業として、Port Tewfik の管理、Port Said , Ismailia , Suez 三市の上水道設備の管理、学校・病院の経営、フェリーボート施設の運営を行っている。さらに、造船、船舶修理、港湾サービス等の分野で8つの関連子会社を有している。

2. 保有施設

SCA は、運河の維持運営のため Dredger 14 隻、Salvage Tug 19 隻、Harbour Tug 13 隻、Pilot Boat 2 隻を保有し、2 隻の Dredger を発注している。

3. 通航料および施設利用料

SCA は、Rules of Navigation の定めるところにより運河通航船から通航料を徴収している。通航料は、300総トン以上の船舶を対象とし、タンカー・兼用船・バルクキャリア、その他の船舶別に、それぞれのトン数に応じて料率が以下の通り定められている。空船は積載の場合の80%の通航料を課せられる。

1) 満 載 船

(i) Tanker and Combined Carrier

1,611 SDR/NRT

(ii) Bulk Carrier

最初の1,000t …… 2,420 SDR/NRT

次の4,000t まで …… 2,000 SDR/NRT

これを越える分について …… 1,611 SDR/NRT

(iii) Other vessels

最初の1,000t …… 2,660 SDR/NRT

次の4,000t まで …… 2,180 SDR/NRT

これを越える分について …… 1,772 SDR/NRT

- 2) 運河に関連した施設利用料としては、埠頭料、水先案内料、パース変更料、被曳航料、

Tug Boat 使用料 があり、いずれも Rules of Navigation で料率を定めている。

4. 財務状況

- 1) 1978年におけるSCAの営業収益は292.4百万LE、営業経費は22.3百万LEで、これに減価償却費14.4百万LEを加えて差引いた営業利益は255.7百万LEである。このうちから、利子・特許料、税金等の支払いを控除し、107.2百万LEの余剰金を計上している。
- 2) 営業収益のうち約97%は通航料収入で、1975年の運河再開後毎年着実に増加しているが、通航料金はSDR建であるため、1979年1月のエジプト・ボンドの平価切下げによりボンド表示による通航料収入は1979年以降さらに大巾な増加を示すものと考えられる。
- 3) 一方、第1期工事の完了後は減価償却費、支払利子の負担額が増大するものと予想される。
- 4) 下記に示す過去3年間の主要財務比率から見られるように、現在のSCA財務の状態は良好であるといえる。

%	1976年	1977年	1978年
運営経費率	16.8	18.6	12.6
純固定資産利益率	189.5	57.0	56.0
支払利息補填率	2900.0	2490.0	2580.0

第4章 スエズ運河通航需要予測

1. 序

- 1) 本章におけるスエズ運河通航需要予測は、当面、2000年までをその対象期間とするものであるが、とりわけ、その重点は、1985年におけるスエズ運河通航船舶を方向別及び船種・船型別に予測することにある。
- 2) これらの予測では、世界経済・貿易の背景分析、とりわけ既往の国際諸機関等の2000年までの世界経済予測のレビューを通じて、妥当と考えられる世界経済のフレームを念頭に置くこととしている。
- 3) スエズ運河通航需要予測に当っては、運河通航貨物の方向別・品目別に予測することとしている。これらの品目としては、原油、石油製品、LNG、鉄鉱石、石炭、穀物、肥料、鋼材、セメント及び一般貨物その他の10品目に仕分けている。
- 4) 運河通航船舶量の算出については、1978年7月分の品目別運河通航貨物の船種別の運送実績及び同貨物の船種別積載率に基づくとともに、船型の大型化及び一般貨物船からコンテナ船のようなユニタイズド・カーゴ・シップへのシフトを考慮している。
- 5) スエズ運河第1次開発計画完了後スエズ運河通航の可能性を秘める潜在的貨物の主要なものは、石油、鉄鉱石及び石炭の3種であると考えられる。これらのスエズ運河の潜在通航貨物は、品目別及び輸入地域別の運河通航貨物のO/D表の数量として、加味している。
- 6) 大型船のスエズ運河航路等の選択については、船腹需給及び輸送コスト分析を通じ、市況の影響を考慮することとしている。

2. 予測方法

スエズ運河通航量予測は下記の項目の予測から成り立っている。

- 1) 世界のエネルギー需給と石油貿易
- 2) 世界経済の動向と乾貨物輸送
- 3) 海上輸送コストと市況見通しに基づく経路選択
- 4) 品目別スエズ運河通航貨物量
- 5) 船種別スエズ運河通航隻数
- 6) 運河収入

通航隻数は、タンカー、バルク・キャリア、ゼネラル・カーゴ、その他船の4区分に従って予測する。通航隻数を求めるためには事前に、通航貨物量を予測する必要があるが、貨物量は北行・南行別、品目別に世界貿易の将来見通しに基づいて算定される。

運河通航隻数の予測に際しては、Ⅱ期計画に対応した運河通航容量の制約を考慮する必要がある。そこで、まず運河の容量制約がない場合の通航隻数(潜在通航隻数)をまず予測し、そ

の後、容量制約がある場合の通航隻数を求める。運河収入は、通航隻数（船種、船型別）に対応して、料金体系に基づいて算定する。

3. スエズ運河通航量

3-1 世界経済・貿易

1) 今日の世界経済・貿易について、就中、市場経済先進諸国は、ドル価値の下落に伴う国際通貨制度の混乱下にあつて、折り重なる石油価格の引き上げとそれに伴う関連物資の物価上昇に悩み、いわゆる「スタグフレーション」といわれる状況にある。一方、開発途上諸国は、一部新興工業諸国（NICs）のめざましい経済発展を遂げつつあるが、概して、石油資源のない諸国の経済状況は、より深刻なものがある。中央計画経済下にある東欧諸国の経済は、厳しい気象条件に伴う農業不振及び1970年代後半、伸び悩みの傾向が顕著である。一方、以上何れのグループにも属しない中国は、今や修正10カ年計画に基づき、近代化の足音が高いが、なお、技術・資金を外国に依存する度合いも高い。一方、龐大な石油資金を保有する産油諸国においても、ドル価値の低落と急激なインフレーションの影響を受け、石油価格引上げという堂々めぐりが続けられようとしている。

2) このような状況下にあつて、このスエズ運河通航需要予測において、2000年までの世界経済・貿易のフレームをどのように設定するかについては難しい局面が多いが、一応、既往の国際機関の予測をレビューして、この報告書では、OECD Interfutures シナリオB2（基本的には、現状の世界経済のフレームがそのまま推移するとする考え方）を念頭におくこととする。このシナリオによると2000年までの世界経済の年平均伸び率は、全体で4.4%、OECD 諸国3.5%、東欧諸国4.8%及びその他の諸国6.0%となっている。

3-2 世界の海上貿易とスエズ運河通航貨物

第3章ではまず世界の海上荷動きが、どのような経済情勢、構造のもとで、如何なる推移を示してきたかを概観することから始めたが、これは次にくるスエズ運河通航量予測のシナリオ設定に不可欠の要素となるからである。

スエズ運河通航貨物量の推定に当っては運河通航貨物の大宗である一般貨物を中心とする“その他貨物”を始めとして、セメント、鋼材、肥料についても考察した。ここでは各品目別に運河関連のOD表を作成し、輸出入地域の特徴を加味して、それぞれの品目の伸び率を設定し、通航量を算出している。

(1) 石油および石油製品は、中東/北西ヨーロッパ、地中海ヨーロッパ、北アメリカの3航路を抽出し、最近の先進輸入地域の消費抑制構造を折り込んだOD表を作成、さらにパイプラインの影響を考慮して推定作業を行なった。またLNGについては計画中および検討中のプロジェクトをもとにして、その量を算定している。

- (2) 鉄鉱石はアジア、豪州仕出、英国、西欧、その他欧州向けが北航で、将来伸び率を2.5%と仮定、また南航は日本、アジアNICSがソ連、東欧からの輸入の伸びを仮定して3%の成長を見込んでいる。
- (3) 石炭は原料炭より、むしろ石油エネルギー代替の一般炭の動向に注目すべきであり、南航は3%の伸びとしたものの、豪州炭を中心とする北航はその伸びを1985年まで18%増、1990年まで9.5%、その後は5%の伸びとした。
- (4) 穀物は輸入地域の自給率と輸入依存度を勘案して、南航の場合主として米国からの供給に対して、アジア地域は1985年まで6%、1990年まで6.5%、その後は3.9%と仮定、また中東地域のそれは1990年まで4.9%、2000年までを5%の伸びと仮定した。また北航は全期間の伸び3%とした。
- (5) セメント：イラン、サウジアラビア、アラブ首長国連邦、クウェート、イラクなどスエズ経由でセメントを輸入している主要国の消費動向及び自国内生産の急上昇を考慮、これら諸国の輸入は1980年をピークとして減少すると予想される。
- (6) 肥料：インド、中国、イラン、パキスタンの諸国がスエズ経由での主要輸入国である。これら4カ国の過去7年間の磷酸肥料消費の伸び率は年11%であったが1990年迄の伸び率は8%それ以降は6%と予想される。カリ肥料は主にソ連、東西ドイツからアジア諸国にスエズ経由で輸出されているが、やや低く1990年迄年率6%以後5%で伸びると予想される。窒素肥料はアジア主要国において近年消費が年10%生産は16%の割で増加した。今後消費は1990年迄年8%以後6%の伸びが予想されるが輸入は自給率の向上で減少しよう。
- (7) 鋼材：南航スエズ経由鋼材の主要揚地国であるアラブ諸国の消費は現在一人当たり年160kgであるが急速に現在先進工業国の600kgの水準に達しよう。従って1985年迄10%1990年迄7%以後5%の伸びと予想される。自給率は1985年に20%2000年に50%水準になると考えられる。アラブ以外のアジア諸国への欧州からの輸出は自給率の向上で徐々に減少しよう。
- (8) 一般貨物その他の貨物は、運河通航全乾貨物の60%強を占めており、スエズ運河の最重要貨物となっている。方向別には、特に、南行の一般貨物その他の貨物の伸び(1976-78年間の年平均伸び率36.2%)に大きな期待がもたれる。これに関しては、龐大な石油資金を有し、かつ、農業及び工業両面で大きな開発の可能性を秘める中東地域(同期の年平均伸び率35.5%)への期待が大きい。その他の地域については、北行輸入地の場合を含め、将来のGDPにほぼ推移するか、又は、それ以下の伸びも設定してある。

3-3 船腹需給・市況及び海上輸送コスト

(1) タンカー船腹需給

1973年秋のオイル・ショック以降、タンカー市況は急速に悪化した。これを運賃指数で

みると、1973年を100とした場合、1975年32、1978年35、1979年63となるが、これはその後の景気後退から貿易量が伸び悩んだ上、ブーム時に1億DWTを超える発注船舶が竣工し始めたこともあって、需給バランスの完全な崩壊を示している。現在産油国は原油価格を相次いで値上げしており、このため輸入国は消費の抑制を余儀なくされているが、代替エネルギーの開発にも留意せねばならない状態である。

一方北海およびノキニコからの産出量の増大は、西欧および米国のトン・マイル・ベースの荷動き量を著しく減少させる効果を有するため、特に大型船分野の就業機会がさらに狭められようとしている。1978年に至って船腹の供給圧力はようやく減少の兆を示したものの、余剰船腹は市況がやや上向いた1979年末現在でも未だ3,500万DWT(78年には1億DWTを超えていた)にものぼっており、この大半は大型船である。またDD、GG原油の取引形態の増大は扱ひ量のロットが比較的小さいところからこれも大型船への需要喚起には結びつかない。このような事情から中・小型船分野はともかく、IMCOのSBT設置規定など若干の船腹増をもたらす要因を除いては、大型船分野での需給均衡をもたらす好材料は至って少ない。それ故、大型タンカー部門でのバランス時期は1985年以降にずれ込むものとみられる。

(2) ドライ・バルク・キャリア船腹需給

ドライ・カーゴ部門の方は1973年のオイル・ショック後すぐバランスを崩すことはなかったがタンカー部門ほどにはダメージは大きくはなかったが徐々にアンバランスがみられるようになった。74年以降もトン・マイル・ベースでの荷動き量は僅かではあるが増大している。しかし船腹量もまた増大しており、荷動き量および船腹量指数の差は、1973年を0として、'76年23、'78年40と増大する傾向を示している。この余剰船腹量は係船その他スロー・スティーミング、バート・カーゴでかなりの量が吸収されているのが現状である。しかし船腹の供給圧力は1978年を境いに急速に減少しており、また石油代替エネルギーとして今後一般炭の荷動き増がみられるところから、このアンバランスは大型船の分野でも比較的早期に解消されよう。

(3) 海上輸送コストと運河通航

1) VLCC が空船で南航通航するのは一般的に運賃マーケットが次の水準を超える場合である。

アラビア湾 / 地中海 W29 (W22)

“ / 欧州大西洋岸 W39 (W31)

“ / カリブ海 W80 (W51)

(注)カッコ内は1980年1月以降のWorld scale レート

1976、77、78年のVLCC運賃マーケットは夫々28.8、24.7、29.1 即ち大略地中海向けの分岐点の水準又はそれ以下であったが、1979年に45.7と欧州大西洋岸の水準を超えた。この為VLCCの通航が1978年後半から1979年にかけて急増した。

しかし1980年に入るとW30の水準に戻った。世界の石油需給状況を見るとVLCC/UICCの需給バランス回復に伴う本格的なマーケットの上昇は1985年以降と見られそれ迄VLCCの通航量に多くを期待出来ない。

- 2) 大型バルクキャリアーの市況は、1979年急回復したが今後は石炭の荷動きの増大もあって市況は堅調に推移、オーストラリア/欧州間鉄鉱石、石炭の輸送は大部分スエズ経由となる。
- 3) 今後の運河通航荷動きの増大に伴う隻数増が船型の大型化によって相殺される程度はゆるやかに2000年迄に船種毎に見て平均20%程度であろう。世界船腹の大型化も現在全般に頭打ちの状態である。
- 4) 雑貨輸送に占めるコンテナ船の割合は不確定要素が多いが2000年迄に現在の2倍程度に上昇しよう。

4. 潜在通航隻数と潜在運河収入

将来の通航隻数は、High Case、Base Case、Low Caseの3ケースについて予測した。タンカーについては、タンカー市況の回復時期を、ノンタンカーについては、中東諸国の経済成長率を変動要因と考え、下記の3ケースを設定した。

予 測 ケ ー ス

ケース	タンカー	ノンタンカー
High Case	タンカーの需給ギャップが、1980年代の中頃にバランスするケース	中東諸国の経済成長がやや高めに推移したケース
Base Case	タンカーの需給ギャップが1980年代の後半にバランスするケース	中東諸国の経済成長が平均的に推移したケース
Low Case	タンカーの需給ギャップが1990年の中頃にバランスするケース	中東諸国の経済成長がやや低めに推移したケース

ケース別の潜在通航隻数とそれに対応した運河収入は下記の通りである。乾貨物の海上荷動量とタンカー市況の回復に伴って、スエズ運河通航隻数は順調に増加し、第1期計画完了後の通航隻数 68隻(Base Case)が2000年には約2倍前後になるものと予想される。

運河収入は、Base Caseにおいて、1980年の7億8500万米ドルが2000年には17億

5000万米ドルに増大するものと見込まれる。

潜在通航隻数と潜在運河収入

区分		年次				
		1980	1985	1990	1995	2000
通航隻数 (隻/日)	High Case	70.3	91.8	118.1	141.5	170.8
	Base Case	68.3	83.9	103.3	120.1	139.6
	Low Case	66.2	76.5	92.5	107.9	125.3
運河収入 ($\times 10^6$ \$/年)	High Case	835.0	1126.4	1448.1	1723.9	2045.8
	Base Case	785.2	1021.6	1290.6	1506.7	1730.5
	Low Case	730.5	890.9	1125.5	1336.4	1548.4

Base Case における通航隻数と収入の詳細は、以下のとおりである。

- ① タンカー・LNG 船は、1980年の11.38隻/日から、2000年に15.39隻/日に増加する。石油の海上貿易量は、将来も横ばい傾向と予想されているので、タンカー・LNG船の伸び率はノンタンカー程高くない。
- ② ノンタンカーは、20年間に約2倍に見込まれているが、船種別にみるとGeneral Cargo のシェアが増大する。その理由は、中東諸国の輸入増に伴う南行貨物（特に雑貨）の増大によるところが大きい。
- ③ 収入面からみれば、タンカー収入は1980年において3億1000万米ドルであり、全体の約4割を占める。2000年には、潜在タンカー収入として5億5000万米ドル（運河収入の32%）が見込める。
- ④ ノンタンカーの潜在収入は、1980年において4億7500万米ドルが、2000年には11億8000万米ドルに増大する。

5. 予測結果の評価

- (1) 需要予測は、Base Case を中心として、High Case、Low Case の予測も併せて行っている。スエズ運河の通航貨物量は、中東諸国のスエズ運河以西からの輸入貨物の伸びによって大きく影響されるが、Base Case では、中東諸国の輸入貨物の伸びを実績に比べて低めに予測しており、この結果、Base Case の予測値は、すう勢からみてやや低い予測値となっている。この意味では、今回の予測ケースのうちLow Case は、世界経済および中東諸国の輸出入の伸びが急激に低下しないかぎりあり得ないと考えられる。
- (2) High Case は、中東諸国の輸入が1970年代と同じ勢いで伸びると想定した場合であり近年における中東諸国の世界経済に占める位置を考えるも、スエズ運河通航貨物量がこのHigh Case で推移する可能性も十分起りうると考えられる。

- (3) 今回の予測結果を総合的に判断するならば、全般的には Base Case の予測値で推移すると思われるが、1990年まではむしろ High Case に近い数値で推移し、1990年以降は Base Case の予測値に近づく可能性が強い。
- (4) 今回の予測結果を、スエズ運河の拡張計画の策定に使用するにあたって次の点を考慮する必要がある。
- a) 経済分析、財務分析においては、評価を安全側で行なうために Base Case の数値を基準とすべきであろう。
 - b) 運河の拡張プログラムを検討する場合には、運河両端における待船の回避およびそれに起因する大型船のケーブルルートへの転換あるいは陸上輸送への転換を防ぐ意味から High Case の予測値についても十分留意すべきである。

第 5 章 長 期 計 画

1. 概 要

マスタープランはスエズ運河の将来の理想的な発展の方向づけを行なうために必要であり、2000年を目標とした完全複線運河を計画する。計画の対象とする運河通航最大船型は、東側の北航水路を25万DWT満載タンカー、西側の南航水路を空船の500,000DWTタンカーまたは、積載時の50,000GTコンテナ船とする。運河法線は船舶航行の安全化、投資額の節減、環境の保全に重点をおいた計画とする。

2. 運河の設計

運河断面の設計条件は次のとおりとする。

	西側水路	東側水路
設計標準船型	500,000DWTタンカー(空船) 50,000GTコンテナ船(積載)	250,000DWTタンカー(積載)
吃水	43フィート(50,000GTコンテナ船)	68フィート
給中	203フィート(500,000DWTタンカー)	180フィート
Area Ratio	4.6	4.8
Lane Ratio	2.7	2.6

以上の設計条件から各区間の運河断面を設計すると次のとおりとなる。

$k_{a1.5} \sim k_{a61.0}$	西側水路	東側水路
水深	-16.0m	-24.0m
幅員(-11.0mレベル)	200.0m	240.0m
法面勾配	1:4	
$k_{a61.0} \sim k_{a161.0}$ ($k_{a103.7} \sim k_{a114.8}$ を除く)		
水深	-16.0m	-24.0m
幅員(-11.0mレベル)	200.0m	240.0m
法面勾配	1:3	
$k_{a103.7} \sim k_{a114.8}$ (グレートピターレイク内)	西側水路	東側水路
水深	-15.0m	-23.0m
幅員(底面)	430.0m	390.0m
ポートサイドアプローチ航路		
水深	-17.0m	-25.0m
最大幅員(底面)	880.0m	800.0m
スエズエントランス航路		

水深	-16.0m	-24.0m
巾員(底面)	430.0m	390.0m

3. 工事費

マスタープランの工事量と工事費は次のとおりである。

	工事量	工事費
陸上掘削工事	226×10 ⁶ m ³	202.4×10 ⁶ LE+25.5×10 ⁶ \$
護岸工事	245.4km	96.2 " +40.3 "
{ 撤去 撤去新設 新設	13.5 "	
	11.5 "	
	220.4 "	
浚渫工事	1,028×10 ⁶ m ³	310.4 " +1022.0 "
{ km1.5~km161.0 アプローチ航路	816.5 "	
	211.5 "	
その他の工事		12.5 "
{ 鉄道移設 道路移設 導水路移設	26 km	
	31 "	
	7 "	
合計		621.5×10 ⁶ LE+1,087.8×10 ⁶ \$

この工事費総額をドル換算すると約20億ドルとなり、内外貨の比率は内貨45%、外貨55%である。この工事費は1979年価格を基準とし、インフレ等による単価上昇は見込まず、またボートサイド防波堤の工事費とタグボート、航路標識などの施設費を含まない金額である。なお、工事費積算の根拠とした通貨換算率は0.69LE=1ドル=240円である。

4. 評価と課題

マスタープランの実施は、次のような経済的および技術的理由で、複線化計画を増深計画より先行して実施すべきである。

- ① 増深計画を先行して、第1期計画後の水路を増深するとマスタープランで西側の南航水路に予定しているところまで東側の北航水路の断面に拡張することになり無駄な投資となる。
- ② 複線化を先行すると、部分的に開通することに通航容量の増大または通航時間の短縮の効果があらわれるが、増深を先行すると全線が開通するまで投資効果が現われない。
- ③ 複線化計画は第1期計画の実績と経験から確実に工事を遂行できる見通しがあるが、増深計画は増深部分に第1期工事以上の硬い地層の存在が予想されるので工事が難行し、工事費の増大と工事期間の遅延が懸念される。

マスタープランの実施に際して、次の課題について十分に研究し検討することが望ましい。

- ① 運河断面の拡大にともなう基本水準面の再検討
- ② 東西両水路の合流部の航行安全対策
- ③ ボートサイド防波堤の必要延長とレイアウトの検討
- ④ 非常に硬い地層の浚渫の効率と経済性

第6章 第Ⅱ期計画

1. 基本方針

第Ⅱ期計画に引続く運河の拡張計画として、増深計画に先行して運河の完全複線化を第Ⅱ期計画として実施する。第Ⅱ期計画の目標を次のように定める。

- (1) 完全複線化を目的とする第Ⅱ期計画の中で、当面実施すべき段階をFirst Phase Plan (Phase I という) とし、Phase I の計画目標年次を1990年とする。Phase I に引続く段階をSecond Phase Plan (Phase II という) によって、運河の完全複線化を完成する。
- (2) 運河の通航可能最大船型は、第Ⅰ期計画の完了後通航可能となる最大船型と同じとする。つまり、Eastern Channel は 150,000DWTタンカー (fully laden) Western Channel は最大で350,000DWTタンカー (in ballast) および 50,000G/T コンテナ船が最大通航可能船型となる。

2. 段階計画案

第Ⅱ期計画の実施プログラムを検討するに先立って、第Ⅱ期計画に関して運河設計を行なうとともに、いくつかの段階計画を設定する。

2-1 運河設計

(1) 運河部

1) 東側水路

東側水路は150,000DWTタンカーを対象として設計している。

水深は、吃水に船体沈下量 (squat および trim), under keel clearance および siltation (埋没) に対する余裕水深 (clearance for siltation) から決定した。断面はArea ratio (Ra) および Lane ratio (Rl) は、それぞれ4.8 および 2.6 を目標として設計した。

2) 西側水路

西側水路は、最大350,000DWTタンカーによって断面設計を、50,000G/T コンテナ船によって水深を決定した。

水深の決定は、東側水路の場合と同様であり、断面は、Area ratio (Ra) 4.6 Lane ratio (Rl) 2.7 として設計した。

東側水路と西側水路の設計断面諸元は、次に示すとおりである。

Name of Channel	Area (m ²)	Depth (m)	Width (m)		
			Surface	-11.0m level	Bed
East Channel 0-60 km	3,510	19.5	258	170	102
	3,461	19.5	236	170	119
West Channel 0-60 km	3,503	15.5	288	200	164
	3,313	15.0	266	200	176

なお、Bitter Lake 内の水路は

Eastern Channel Depth 18.5m Width 361m(at bottom)

Western Channel Depth 14.5m Width 417m(at bottom)

(2) 外海チャネル

水路水深は、運河部の設計とほぼ同じ考え方によっている。水路巾員は外海部であることから、風および潮流の影響を考慮して設計した。但し、東側水路は、第Ⅰ期計画で完成するので、第Ⅱ期計画ではそのまま東側水路として利用し、西側水路だけを新たに建設する。

Port Said Approach Channel および Suez Entrance Channel の断面諸元は、次に示すとおりである。

Name of Channel	Channel Direction	Depth (m)	Width (m)
Port Said Approach Channel	East Channel	20.0	max. 700
	West Channel	16.5	max. 840
Suez Entrance Channel	East Channel	19.5	289
	West Channel	16.0	417

なお、第Ⅱ期計画の法線は、Master Plan の西側法線と第Ⅱ期計画の西側法線を一致させて第Ⅱ期計画の断面を確保する。

また、第Ⅱ期計画に関連して、Bitter Lake 内には新たに泊地を整備する必要はない。Suez 側の待機泊地は、第Ⅰ期計画での泊地計画で十分であり、Port Said 側は、Port Said Approach Channel の西側に待機用 space を確保する。

2-2 段階計画案の設定

運河が完全に複線化される段階として図2に示す8つの段階計画案を設定した。

2-3 段階計画案の比較・評価

第2期計画のうち、Phase Iとして実施すべき段階を策定するために、各段階計画案の経済性および通航容量の比較を行なった。

(1) 経済性の比較

各段階計画案を第1期計画完了に引続いて実施した場合の各計画案の内部収益率を算定した。ただし、こゝでの比較は、各計画案相互の概略的な優劣関係を調べるためのものであることから、必ずしもすべての費用や便益を含むものでなく、方法も極めて大胆な前提に基いている。経済性についての比較検討の結果は、次のように要約される。

- ① Plan・0は収益性が高く、工期も短いので当面の需要に対応する案として、有力である。
- ② Plan・1の収益性は各案ともほぼ同じであるが、時間短縮効果が期待できる点からすると、Plan・1-2又はPlan・1-3の方が運河の国際的役割からしてすぐれている。
- ③ Plan・1~Plan・3に大きな優劣はなく、Plan・4およびPlan・5は運河の南部を複線化するにしたがって浚渫単価が上昇するので、ケース番号が大きくなるにつれて、収益性は低下する。

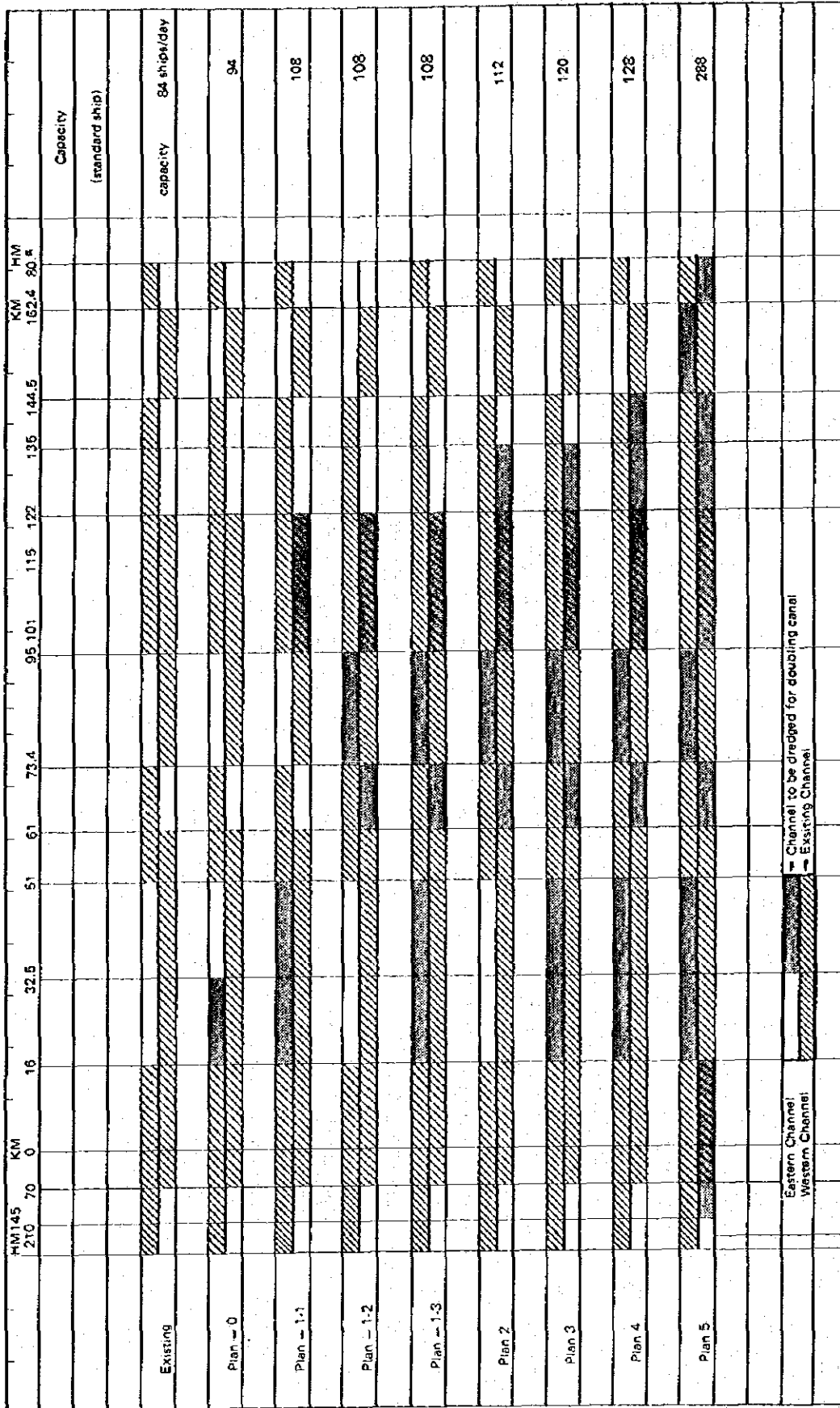
(2) 通航容量の検討

需要予測の結果と各計画案の通航容量（いずれも10分間隔で航行する標準船での数値）から第1期計画完成後の運河と第2期計画の各段階計画案の容量が飽和する時期を検討した。本スタディの結果は、次のように要約される。

- ① 第1期計画の運河は、1980年に完成しても1981~82年の間に容量に到達することとなり、本来はそれまでに容量の拡大が必要となる。
- ② 第1期計画の容量不足に対して、Plan・0を先行させることが望ましいが、このPlan・0も1984年末には容量が不足し、次の段階へ容量を拡大する必要がある。
- ③ 目標年次を1990年とする第2期計画のPhase Iでは、Plan・3の複線化を進めておかなければならない。
- ④ Phase IIとしては、1995年までにPlan・5の全線複線化が必要となる。
- ⑤ 以上は需要のBase Caseに基いた結果であり、需要が高めに推移するとPlan・3でも1990年以前に飽和することが予測される。よって、この場合にはPhase Iを1980年代の早い時期に完成させる必要がある。

(3) 計画案の評価

以上の検討結果からすると、本プロジェクトの場合、需要に合わせて順次運河の容量を拡大してゆくの望ましい。よって、第2期計画を需要に合わせてPhase IおよびPhase IIに分



图一2 段 階 計 画 案

けて実施するとすれば、次のように分けられる。

	Doubled Section	Section Dredged for Doubling
First Phase Plan (Phase I)	Km 0 - 135	Km 16-51, Km 61-95, Km 122-135
Second Phase Plan (Phase II)	Km 0 - 162	Km 135-162, Km 0-16 Port Said Approach Channel Suez Entrance Channel

Phase I は遅くとも 1987 年までには完成させる必要があり、需要が高めに推移する公算も大きいことを考慮すると、1980年代の前半に完成するのが望ましい。

Phase II についても、1994年には全線複線化を完成させなければならないことが予測される。ただし、Phase II の建設プログラムについては、必要があれば第 I 期計画完成後の通航状況を見極めるとともに、世界経済ならびにタンカー・マーケットのコンディション等国際海運の動向を踏まえて再調整することが望ましい。

4-3 Phase I の建設プログラム

Phase I の建設プログラムとしては、容量を増大させるために Plan・0 を先行させることも考えられるが、Plan・0 も完成 1・2 年後には容量が飽和してしまうことが予測されるのでむしろ Plan・1-2 の段階を先行させ、引続き Plan・3 の段階に進めるのが望ましい。よって、Phase I は需要と関連させて遅くとも次のスケジュールで進める必要がある。

	Section Dredged for Doubling	Year of Completion
Step 1	Km 61-95	1984
Step 2	Km 16-51, Km 122-135	1987

以上は、需要が Base Case の予測結果にもとづいて推移した場合であるが、需要が高めに推移する公算も大きいので、1980年代の前半に Step 2 まで実施して運河容量に余力を持たせるのが望ましい。

第7章 通航方式、通航容量の検討

1. 第Ⅰ期計画後の通航方式

第Ⅰ期計画完了後における通航方式は、原則的には現行方式が踏襲されるが、次の変更が行なわれる。

- ① 北航船団は、Non Stop 航行し、Great Bitter Lake から新設の Deversoir Bypass および Port Said を経由して地中海に出る。
- ② 南航船団のうち38'以上の吃水を有する大型船は、防波堤外の待機泊地から直接 Port Said Bypass を経由して Great Bitter Lake に向う。
- ③ 第Ⅰ期計画の完了にともない通航可能な船型は、満載で150,000DWTクラス空船で300,000DWTクラス(350,000DWTタンカーも一部は通航可)に拡大される。
またSCAでは更に運河の航行安全を確保することを目的としてSuez Canal Vessel Traffic management System (SCVTMS)の導入をはかる予定である。

2. 運河通航の実態

運河通航船舶の実績記録によると、一般的な港湾の船舶到着分布と同様、ポアソン分布にしたがってPort SaidとSuezに到着している。

時間的な到着分布は、時間的なピークがほとんど見られず、ほぼ一様にランダム到着していると思わせる。

コンボイの出発時間まで到着船舶が到着後から待機するまでの時間は、通航手続きに必要な時間を除外すると、少くとも北航は約15時間、南航は11時間程度である。

運河通航船の船間々隔は、実績記録によると、一般貨物船はほぼ8分間隔、コンテナ船(RO/RO, LASH Car Carrier, Other, Shipsを含む)は8~10分間隔、Bulk Carrierは10分間隔以上、タンカーは0~30,000DWTクラスで11分、30,000DWTを越えるとladen shipは12分、tanker in ballastは16分間隔が平均的である。

船速は、実績のコンボイ・ダイアグラムより計算すると、平均でも16~17kn/h程度で通航しており、Rules of Navigationの規定されている速力を大巾に上廻っている。

3. 通航シミュレーション・テスト

運河の容量がどのようなelementに影響されるかを見るため各種の通航方式について容量飽和の状況を調べることと、第Ⅰ期および第Ⅱ期の飽和時について第Ⅵ篇で平均的にスタディした結果の見直しのため、運河通航シミュレーション・モデルを開発した。

シミュレーション・モデルにより第Ⅰ期計画完成後の容量飽和の状況を検討すると次のとおりである。

第Ⅰ期計画完成後の運河は、1980年には待船が発生し始め、1984年にはPort SaidとSuezで合計21件の待船が発生し、ほぼ慢性的な状況になることが予測される。この結果は、第Ⅳ篇で行なったスタディの結果とほぼ一致する。

需要が高めに推移した場合には、1982年には慢性的な待船が予測され事態は深刻となる。

第Ⅱ期計画の各開発段階に応じた待船状況をみると

Step1(Plan・1-2)は、1989年

Step2(Plan・3)は、1993年

Plan・4は、1995年

には、需要がBase Caseで推移しても、慢性的な滞船が予測され、待船の発生は、これより数年前に始まることが予測されている。よって、各開発段階は、これより数年前に次のステップに進めておく必要があり、第Ⅳ篇の検討結果とほぼ一致する。

需要がHigh Caseで推移するとPhaseⅠも1986年以降は待船が急激に増加すると予測されるので、遅くとも1985年迄には完成させる必要がある。

4. 通航方式に関する諸考察

(1) VLCC通航にともなう諸問題

第Ⅰ期計画完成後航行する大型タンカーの操船上の技術的課題について検討した。

運河航行中、先航船あるいは自船に事故が発生した場合、大型タンカーを緊急停止させる必要が生ずる。大型タンカーが後進をかけて、運河の法面に乗揚げることなく自力で行足を止めることは不可能であるが、十分な馬力のタグ・ボートの援助があれば、運河内においても7 knot航行の大型タンカーが4～6 Lの距離で停止可能であろう。最大風速を12m/s、流れは水路に平行で最大2knotとするとタグ・ボートの必要隻数(3,000HP換算)は、次のように計算される。

Ship Size	Laden	In Ballast
～60,000DWT	1	1
～150,000DWT	2	2
200,000DWT～		3

大型タンカーの緊急停止に必要な距離は、150,000DWTタンカーでも、安全をみて12L=3,480mであり、VLCCの船間々隔としても他のタンカー・グループと同一の時間々隔1.6分、距離3.5kmとして統一することが、管制上もパイロットにも好都合だろう。

(2) 運河通航方式

運河の容量を増大させる方式としては、

- ① 通航サイクル・タイムを増加させる方式

- ② 小型船の対面交通を許容する方式
- ③ 速力をアップさせる方式
- ④ 船間々隔を短縮させる方式

が考えられる。この中で、容量増に比較的効果のあるのは、通航サイクル・タイムを増加させる方式と船間々隔を短縮させる方式である。

船間々隔を短縮させる方式は、第Ⅰ期計画後稼動する SCVTMS の信頼性によっては、速度調節が比較的容易な小型の一般貨物船に限定して実施することが期待できよう。

通航サイクル時間を 24 hrs から 36 hrs に長くすると、25%程度の容量増は期待できるが、コンボイの出発時刻が毎日定時とはならないこと、大型タンカーの夜間通航が避けられないこと等の不便が予想される。さらに、運河利用者にとっては、Port Said および Suez での待時間が増大し、輸送コストの増大を招く。

以上より、通航サイクルタイムの span を長くする方式は、運河通航の恒常的な方式とすべきでなく、事故発生、天候不順等によって大量の待船が発生した場合に対する緊急対策のための暫定方式として活用すべきであろう。

よって、第Ⅰ期計画後の運河は、従来どおり 24 hr-cycle で北航 1 コンボイ (ノンストップ) 南航 2 コンボイの方式を継続することとなるが、第Ⅱ期計画の通航方式は次のように考えられる。

	Southbound	Northbound
Step 1. (Phase I)	S-1: Stop at Bitter Lake S-2: Non-Stop	N-1: Non-Stop
Step 2. (Phase I)	S-1: Non-Stop	N-1: Non-Stop

つまり、Step 1 の段階では、北航以外に南航にも一部ノン・ストップ・コンボイを走らせることができるが、Phase I が完成すると、南、北航ともノン・ストップ・コンボイが走ることとなり、南航コンボイは Bitter Lake で待機する必要はなくなる。

第 8 章 技術的検討

今回の調査の対象である、スエズ運河開発の第Ⅱ期計画およびマスター・プランについては、既に広範囲な分野に亘って詳細な解析が行なわれ、技術的な問題点については、その殆んどが検討済である。従って今回の調査では、新たに行なった需要予測等の結果に基づいて提案した開発計画、運河断面について、既往の研究結果によってその技術的妥当性を確認し、又運河内の潮流、運河法面の安定性等については新たに検討を行なった。

検討結果を要約すれば以下の通りである。

1. 運河断面

運河断面の設計法 Area Ratio Lane Ratio の採り方については、既往の研究成果に基づき、第Ⅱ期、マスター・プランとも次の値を用いた。

	Lane Ratio	Area Ratio	Ship Speed(Max)
Laden	2.6	4.8	13kn/h
Ballast	2.7	4.6	14kn/h

バラスト・タンカーの Area Ratio、について、運河の埋没を考慮し、既往の値よりも大きく採った、その他については既往の値に準じている。又、運河断面は最終的に Area Ratio によって決まり、例えば法面勾配 1/3 の場合 Lane Ratio は約 3.0 が採られる。

2. 潮流法面の安定等

運河内の潮流については今回新たに数値計算によって解析を行なった、今後更に詳細な解析を要するものの、定性的には以下の問題点を指摘できよう。

- 1) 運河断面の拡大により、Bitter Lake の潮位差が増大する、これは運河沿いの基準水面に影響し、又特に Bitter Lake より北側の運河内の潮流を増大させる。
- 2) 運河が複線化した時点では、断面積の差によって二つの運河内で潮流特性（水位、流速、位相）に差が生じ、運河合流部（途中の結合点、外洋、湖との結合点）で、二つの流れが干渉する。合流部では、船舶航行時にも複雑な流れが発生するものと考えられ、今後水理模型、数値解析等による詳細な検討を要する。
- 3) 運河法面の円形すべりに対する安定性については、今回新たに得られた土質調査結果を用いて数値計算を行なった。その結果、4ヶ所の断面の安全率は次の通りであり、殆んどが安定である。

Location	k#5	k#17.6	k#25.2	k#35.2
Canal Depth -19.5m	0.89 (1.70)	1.85	2.19	3.18
-24.0	0.92 (1.68)	1.78	2.14	3.14
(at +0.0m) 粘着力 t/㎡	0.25	2.235	2.0	2.5

()内は Berm を設けた場合の斜面先崩壊

k#5 地点の土質試験結果には疑問があり、粘着力が過小評価されている可能性がある。

- 4) 運河の埋没量は、船舶の航行によって生じる戻り流れおよび運河内の潮流に起因する。埋没量の予測は、標砂機構が理論的に未解明な現在、困難であり、今後維持浚渫計画の立案に当っては、運河沿いの埋没量の調査が必要である。

第 9 章 実 施 計 画

1. 概 要

第Ⅱ期計画の工事量は表 2 のとおりである。また、Phase 1、Phase 2、第Ⅱ期計画およびマスタープランそれぞれの工事量は次のとおりである。

	Phase 1	Phase 2	第Ⅱ期計画	マスタープラン
陸上掘削 (10^6 m^3)	147	79	226	226
護 岸 (km)	143.2	90.7	233.9	245.4
浚 渫 (10^6 m^3)	329.3	226.5	555.8	1028.0

マスタープランの全工事量のうちで第Ⅱ期計画で実施する工事量は、陸上掘削が100%、護岸がka133~ka144の区間の護岸撤去移設を残して全部、浚渫は土量の比率で54%である。

陸上掘削工事はモータースクレーパーの容量 16 m^3 を標準型として1日7時間実運転で計算すると、Phase 1のka16~ka94.5の区間で同時に工事を実施するためには230台のモータースクレーパーが必要となる。陸上掘削の工事単価は排送距離にほぼ比例して増加するために、第Ⅱ期計画では第Ⅰ期工事よりも排送距離が遠くなり工事単価も増大し、ka52から北側の浚渫単価の安い区間では浚渫工事単価よりも高くなることが明らかである。しかし、エジプトの国内事情として外国企業が施工して外貨支出の多い浚渫工事よりも、国内企業が施工して国内通貨支払の多い陸上掘削工事が優先されることはまず確実であり、陸上掘削から浚渫への切替えは検討していない。

護岸工事は設計、施工ともに第Ⅰ期工事と同様とするが、第Ⅰ期工事では、粗雑あるいは手抜き工事のために完成後間もない護岸の崩壊が頻発しているので、確実な施工が行なわれるように工事管理面を充実強化する必要がある。

第Ⅱ期計画の浚渫工事は新しく水路を浚渫する工事が主で、浚渫船が稼働できる水域は既設水路から掘込んで行ける限られた部分であり、投入できる浚渫船の船団数は第Ⅰ期工事よりも制約される。浚渫船の浚渫能力は第Ⅰ期工事の各LOTごとの浚渫実績を調査し第Ⅱ期計画の施工条件に置きかえて算出した。SCAの直営浚渫工事と請負浚渫工事の施工区分は工事量と施工条件を配慮してka1.5~ka52とポートサイドアプローチ航路のHm50から外海側を優先的にSCA直営工事に確保し、残りの区間を請負工事とする。

2. 工程計画

工程計画は需要予測の Base Case に対応して 1984 年までに km 51~km 122 の区間、1987 年までに km 1.5~km 135 の区間を複線化する Base Case の工程計画と、需要予測の High Case に対応して 1984 年までに km 1.5~km 135 の区間、1986 年までに km 1.5~km 145 の区間、1988 年までに全区間を複線化する High Case の工程計画と、さらに複線化を早めて 1984 年までに km 1.5~km 145 の区間、1986 年までに全区間を複線化する工程計画の 3 案を作成した。図-3 は Base Case の工程計画であり、ポンプ浚渫船の所要総馬力数は 91,500 PS (うち SCA 35,500 PS) である。High Case の工程計画では 115,500 PS (うち SCA 35,500 PS)。High Case よりも施工を早める工程計画の場合で 163,500 PS (うち SCA 35,500 PS) である。この最も急速な施工工程でも第 1 期工事の浚渫船の総馬力数よりも少なく、施工能力に関してはまったく問題はなく現在スエズ運河に集結している浚渫船の隻数でまだ相当の余裕がでるくらいである。

表-2 第 II 期計画の工事量

Km	Dry Excavation Volume	Bank Works		Dredging Volume	Relocation		
		Removal	Con- struction		Railway	Road	Sweet water canal
	10 ³ m ³	km	km	10 ³ m ³	km	km	km
1.5 - 16.0		1.5	28.0	60,538			
16.0 - 32.5	14,000	1.5	28.0	67,913			
32.5 - 52.0	34,000	1.5	36.4	83,914			
58.0 - 73.5	37,000	2.4	31.0	54,669	19.0	19.0	
72.5 - 94.5	62,000	2.4	40.0	79,645			
94.5 - 134.5				43,182			
134.5 - 145.0	7,000	2.1	21.0	38,526	7.0	12.0	7.0
145.0 - 161.0	72,000	2.1	36.0	62,857			
Port Said Approach				46,109			
Suez Approach				18,475			
Total	226,000	13.5	220.4	555,828	26.0	31.0	7.0

Km	Works	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Remarks
Port Said Approach 1.5-17	Dredging 1						4		11							SCA Hopper Dred 6,000m ³
	Dredging 2						3		11							Hopper Dred 9,000m ³
	Bank Works						1		7							
	Dredging						3		11							SCA Dred 35,500 HP
17-32.5	Dry Excavation		5													M-S 48
	Bank Works		5													
	Dredging		7													SCA Dred 35,500 HP
	Dry Excavation		1				10									M-S 48
32.5-53	Bank Works		4				10									SCA Dred 35,500 HP
	Dredging		8				3									Railway and Road
	Railway Relocation		3													M-S 72
	Dry Excavation		3													
57.5-74.5	Bank Works		6													
	Dredging		7													Dred 24,000 HP
	Sweet Water Pipeline		1													
	Dry Excavation		7													M-S 110
72.5-94.5	Bank Works		9													
	Dredging		11													Dred 32,000 HP
	Dredging		11													Dred 16,000 HP
	Dredging		8													Dred 24,000 HP
122.1-135	Railway Relocation						7									and Road, Sweet Water
	Dry Excavation						7		7							M-S 16
	Bank Works						9		7							
	Dredging						12		1							Dred 24,000 HP
145-161	Dry Excavation						7		7							M-S 80
	Bank Works						10		10							
	Dredging						1		1							Dred 24,000 HP
	Dredging						5		5							Hopper Dred 9,000 m ³
Suez Approach	Dredging 1															Dred 8,000 HP
	Dredging 2															Dred 8,000 HP
SCA, Cutter Suction Dredger																
Contractor, Cutter Suction Dredger																
32,000HP 56,000HP 35,500HP 24,000HP																

圖-3 工程計圖

3. 工 事 費

第Ⅱ期計画の工事単価は1979年価格を基準にしてそれぞれ次のように算出した。陸上掘削は第Ⅰ期工事の実績単価をもとに、その後の1979年までの価格上昇と第Ⅱ期計画の施工条件のうち排送距離による補正を行なって算定した。護岸は設計断面から積算した。浚渫のうち請負工事単価は各LOTごとの月間浚渫土量と浚渫経費から算出し、SCAの直営浚渫工事とアプローチ航路については第Ⅰ期工事の実績単価と価格上昇率と各LOTの浚渫効率とから算出した。工事単価の内貨と外貨の配分は、請負浚渫工事以外は第Ⅰ期工事の比率で配分し、請負浚渫工事は浚渫経費を内貨と外貨に分け、外貨は日本円で計算して240円=1ドルで換算した。

なお、浚渫単価算出の根拠とした第Ⅰ期工事の浚渫実績は1979年9月末までの中間集計であり、浚渫船の回航費は計上していない。

第Ⅱ期計画の工事費は表-3のとおりである。

この全工事費をドル換算すると約11.5億ドルとなり、そのうち内貨が56%、外貨が44%である。これらをPhase IとPhase IIとに区分すると、

Phase I	276.6×10^6 LE	+	270.6×10^6 \$
Phase II	163.2	"	+ 236.2 "

となり、Phase Iが59%、Phase IIが41%である。

ただし、これらの工事費はそれぞれコンディンジェンシーを10%含んだ金額である。

なお、第Ⅱ期計画の投資額としては以上の工事費の他にダッグポート、航路標識などの施設費として35.6百万ドルの外貨を必要とする。

表-3 II期計画の工事費

Km	Dry Excavation		Bank Works		Dredging		Others	Remarks
	L·C	F·C	L·C	F·C	L·C	F·C	L·C	
1.5 - 16	10 ⁶ LE	10 ⁶ \$	10 ⁶ LE 11.1	10 ⁶ \$ 4.6	10 ⁶ LE 15.1	10 ⁶ \$ 8.5	10 ⁶ LE	
16 - 32.5	12.4	1.5	11.8	5.0	21.3	12.0		
32.5 - 52	31.2	4.0	15.3	6.4	33.6	18.9		
52 - 58								
58 - 73.5	29.4	3.7	12.3	5.2	8.3	59.2	8.4	
72.5 - 94.5	57.0	7.2	15.8	6.6	11.9	84.2		
94.5 - 134.5					7.9	56.7		
134.5 - 145	5.6	.7	12.2	5.1	6.8	48.2	4.1	
145 - 161	66.8	8.4	14.2	5.9	16.0	119.8		
Port Said Approach					6.5	15.7		
Suez Approach					4.8	19.4		
Total	202.4	25.5	92.7	38.8	120.9* 11.3**	407.5* 35.1**	12.5	* Km 1.5-161 Total **Approach Channel Total
Grand Total	L·C 439.8 x 10 ⁶ LE + 506.9 x 10 ⁶ \$						F·C ≐ 1,150 x 10 ⁶ \$	

第10章 管理運営計画

第1期工事完了以降、SCAに要請される管理運営計画の主要点は、以下のとおり要約出来る。

1. Suez Canal Vessel Traffic Mangement System(SCVTMS)

SCAは1980年末を目標にSCVTMSの導入を推進中であるが、第1期工事完了に伴う大型タンカーの安全航行に目標を置いたことは、時宜を得たものである。

しかし、当システムによる管制業務の導入に当って以下の課題がある。

- (1) 管制官及び保守要員の育成
- (2) 既存の信号所の併用
- (3) 位置通報制度の採用
- (4) 管制官マニュアルの作成
- (5) レーダ及びレーダデータ処理に伴う問題点への対策
- (6) 管制室に必要な資器材の充実
- (7) システム利用者(船長)への同システムの周知徹底

2. 災害安全対策

大型タンカーの災害防止、緊急停止に備え、以下の体制確立が必要である。

- (1) Tugboat 及び消防設備の充実
- (2) 油防除資器材の充実
- (3) 航路標識の維持管理の強化と資器材の充実

更にSCAは、早急に運河におけるタンカー火災油流出事故の想定を行い、防災計画を樹立する必要がある。防災計画には、下記事項を盛り込むものとする。

- (1) 火災、流出油事故防止対策
- (2) 事故処理対策(事故の処理要領、救難作業)
- (3) 事故処理体制
- (4) 非常時の通信連絡
- (5) 資器材の整備
- (6) 職員の防災訓練

第 11 章 経済分析

1. 方針および方法

Phase I および第 II 期計画が経済的に feasible であるかどうかを検討した。スエズ運河の性格からしてエジプト国だけの国民経済的な評価のみならず、世界経済的な観点からの評価を行なった。

評価の方法は、プロジェクトの費用と便益から内部収益率を求める方法によった。

費用としては、初期投資および一般管理費および維持浚渫費等の維持費とした。便益は、国民経済的分析の場合は第 II 期計画による運河収入の増分を、世界経済的分析の場合は、原則として第 I 期計画の容量不足からオーバー・フローした船舶のケーブ迂回費および運河通航時間の短縮等の輸送コストの節減費用とした。プロジェクト・ライフは原則として工事完了後 20 年間としている。

2. First Phase Plan (Phase I) の評価

(1) 国民経済的評価

Phase I の国民経済的な内部収益率は、標準的な Schedule-1 のプログラムで実施した場合少なくとも 24% は期待でき、十分な feasibility を確認することができる。

また、感度分析の結果の IRR は、次のとおりである。

通航需要が変動した場合	Low Case	18.1%
	High Case	28.0%
建設費が増加した場合	10% 増加した場合	22.9%
(Base Case)	20% "	21.5%
	30% "	20.3%
建設時期を早めた場合	Base Case	22.1%
(Schedule 2)	High Case	25.3%

いずれのケースともプロジェクトの経済的な feasibility は失なわれない。需要が高めに推移するとすれば、建設時期を早めても (Schedule-2) 内部収益率は標準的な建設工程 (Schedule-1) と大差なく、運河容量を早めに拡大できることから需要に弾力的に対応できて望ましい。

(2) 世界経済的評価

Phase I の世界経済的な IRR は少なくとも 50% は期待できる。この 50% のうち約 1/2 にあたる 24% をエジプト経済が、残り収益率を直接的には世界の海運経済が享受することとなる。

3. 第Ⅱ期計画の評価

Phase Ⅱについても需要の増加に応じて順次複線化を進めてゆけば (Schedule 1) 23%の国民経済的な内部収益率が得られ、Phase Ⅰとほぼ同じ効果が期待される。しかし需要に弾力的に対処し得るよう容量を需要に先行させて拡大させてゆく Schedule-2 およびさらに先行させた Schedule-3 の建設プログラムで実施しても 20%前後の内部収益率は期待でき投資効果としては十分である。さらに需要が高めに推移した場合には、より高い収益率が期待される。

また、世界経済的な内部収益率も Schedule-1 で進めれば、Phase Ⅰとほぼ同じ程度が期待できる。Schedule-1 または Schedule-2 の建設プログラムで実施しても 40%を越える IRR が期待できるので十分な投資効果を期待できる。

以上より、運河を全線複線化する Phase Ⅱについても十分な投資効果が期待できることより、資金調達が目途がつけば早い機会に実施することも考えられる。さらに全線複線化を早く行うことにより、運河両端におけるコンボイ待時間の減小、事故による運河機能停止の回避などの効果も大きい。

4. 経済分析による総合評価

経済分析の結果からは、次のように結論される。

- ① 本プロジェクト (Phase Ⅰ) の国民経済的な内部収益率は、24%以上を期待でき、エジプトにおける交通プロジェクトの投資機会費用としての内部収益率は 15%程度であるので、国民経済的には極めて収益性の高いプロジェクトである。
- ② 本プロジェクトは、国民経済的な便益が期待できるだけでなく、ケーブ迂回の資本的節約および運河通航時間の短縮等の輸送コストの節減効果を世界経済が享受することになる。この便益から、本プロジェクトの世界経済的な内部収益率を算出すると少なくとも 50%は期待し得る。この 50%の内部収益率のうち、エジプト経済は運河の料金収入を通じて約 24%の IRR を、エジプト経済以外の世界経済、直接的には世界海運および、荷主が輸送量の節減便益を通じて残りの IRR を分けあっていることとなる。
- ③ 需要が高めに推移する (High Case) 可能性が強いことから、建設工期を短縮して早めに Phase Ⅰを完成させた場合、需要が Base Case で推移しても十分な内部収益率を期待でき、需要が High Case で推移すれば、標準的な工期で実施した場合に比較して内部収益率はほとんど変わらない。早期に完成していれば需要が高めに推移した場合 (High Case) にも容量不足による待船が避けられ、需要に対する弾力性を確保できて望ましい。
- ④ 本プロジェクトは、各種の感度分析を試みても、いずれも高い内部収益率を期待でき、経済収益性の観点からプロジェクトの実施に障害になることはない。
- ⑤ 全線複線化を早期に実施すると、運河の両端におけるコンボイ編成のための時間待を節約

できるほか、需要が予想以上のペースで増加しても対応でき、また事故による運河の全面閉鎖もさけることができ望ましくかつ、全線複線化を早期に実施しても十分な収益性を期待でき、第Ⅱ期計画の代替案の1つとなり得る。

第12章 運河収入の感度分析

1. 序

ここではスエズ運河拡張計画に基づいた容量制約を考慮に入れて、容量制約下での運河収入の予測を行なう。また、スエズ運河の容量制約が世界の海運コストに与える影響について分析し、運河容量の増加によってもたらされる便益（総海運コストの節約額）を算定する。

2. 容量制約下の運河収入

運河容量は、複線化区間の長さ、コンボイ・ダイアグラム及び通航船の船型構成等によって異なる。通航隻数が運河容量に到達するまでは、運河収入は潜在運河収入と同一と考えてよいが、容量到達後は、日平均通航容量によって隻数が制約されるので、収入もまた制約をうける。

第Ⅴ編と第Ⅵ編における運河容量の検討結果によれば、第Ⅰ期計画の運河の場合には、1981年に待船が発生する。また第Ⅱ期計画 Phase 1の運河の場合には1992年に待船が発生する。この1981年と1992年の一日当り通航隻数は、次のように予測された。

	標準船 (隻/日)	実際船 (隻/日)
1981年	65.0	71.2
1992年	98.3	109.6

1981年と1992年の上記通航隻数が、各々第Ⅰ期計画と第Ⅱ期計画の日平均通航容量と考えてよい。（第Ⅴ編参照）

すなわち、第Ⅰ期計画運河の場合、日平均通航隻数が1981年に標準船換算で65隻/日の容量に到達し、その後一定となる。また、第Ⅱ期計画 Phase 1の運河の場合、1992年に標準船で98.3隻/日の容量に到達し、その後一定となる。2000年における潜在通航隻数は、標準船で123隻/日（実際船で140隻/日）に達し、このような大量の需要下では、多くの船がケーブ廻りに転換せざるを得ない。

運河収入は、スエズ経由からケーブ経由の転換した船の隻数とその船種・船型によって大巾に異なる。そこで、次の2つのケースについて収入への影響を検討した。

ケース1：容量到達年次以降にあふれた船の全てが、その船種・船型構成に従って、ケーブ経由へ転換する場合

ケース2：容量到達年次以降において、各年の潜在通航隻数の構成比のもとで各船種の大形船からケーブ経由へ転換する場合各ケースの運河収入は、次のとおりである。

容量制約下での運河収入

ケース	1980	1985	1990	1995	2000
潜在収入	785.2	1021.6	1290.6	1506.7	1730.5
ケース1 第Ⅰ期計画	785.2	833.1	833.1	833.1	833.1
第Ⅱ期計画	785.2	1021.6	1290.6	1373.3	1373.3
ケース2 第Ⅰ期計画	785.2	692.3	586.3	520.5	473.6
第Ⅱ期計画	785.2	1021.6	1290.6	1213.7	1015.7

- (a) ケース1の場合、運河収入は容量到達後一定であり、その収入額は、第Ⅰ期計画の運河では8億3300万米ドル、第Ⅱ期計画の運河では13億7300万米ドルである。
- (b) ケース2の場合、大型船がケーブ廻りに転換することによって、運河収入は容量到達後急速に減少する。

実際には、スエズ経由とケーブ経由の航海コストの差が少ない大型船（タンカー、バルクキャリアなど）はケーブ経由に転換することが考えられるので、容量制約による待給が発生した場合、運河収入は大巾に減少する可能性がある。

3. 容量制約が総海運コストに与える影響

容量制約は、運河収入に影響を与えると同時に、数多くの船をケーブ経由へ転換させることによって海運コストの増大を生み出す。そこで、前節のケースと同様に、ケース別に、海運コストの増加分を算定した。総海運コストの増加分とは、スエズからケーブへ転換した船の隻数に各船のコスト増をかけた値である。この結果は、以下に示すように、容量の制約は膨大な金額の海運コストの増大をもたらす。

容量制約による総海運コストの増大

ケース	1980	1985	1990	1995	2000
ケース1 第Ⅰ期計画	0	608.4	1523.7	2309.3	3195.1
第Ⅱ期計画	0	0	0	489.9	1375.7
ケース2 第Ⅰ期計画	0	875.1	2008.9	2935.3	3941.2
第Ⅱ期計画	0	0	0	758.4	2032.9

第 13 章 財 務 分 析

運河収益を便益とし、建設コストを費用としてDCF法によって算出したFRRと財務諸表を作成し、算出した財務比率によるPhase Iの投資結果についての財務分析の要約は以下のとおりである。

1. FRRによる分析と評価

ケースNo	FRR	ケ ー ス
ケース1	17.3	Base ケース
ケース6	9.8	Low ケース
ケース7	23.4	High ケース
ケース8	16.3	Base ケースの施工繰り上げ
ケース9	23.0	High ケースの施工繰り上げ

全てのケースについてFRRは高い値を示し、Phase Iの投資は優れて妥当なものと云える。特にPhase Iの繰り上げ施工を実施した場合、需要が高目に推移した時、容量不足による待給が避けられる利用者にとっての利点と共に、投資収益率の向上を図ることが出来る。施工繰り上げによるPhase IのFRR(ケース9)は、標準的な建設工期のFRR(ケース1)と殆んど差がないと云えるし、他方プライスコンテンションが建設コストに折り込まれているので、約1,800万LE(約3%)の投資額が節約出来ることからいって、Phase Iの施工繰り上げの利点は、特記に値する。

2. 財務比率による分析と評価

Phase I 実施後の主要財務指標 (単位:百万LE)

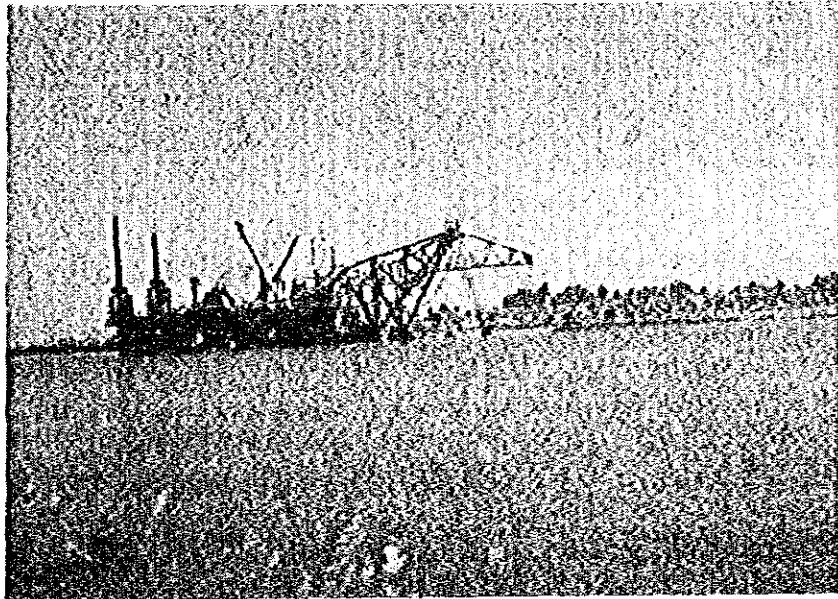
	1981	1985	1987	1992	1987 1996
営業収益	584(584)	716(584)	785(584)	958(584)	908(584)
税引前利益	456(457)	592(483)	656(486)	840(491)	789(491)
税引後余剰金	258(258)	336(274)	372(276)	478(279)	449(279)
運営経費率(%)	16(16)	12(14)	12(14)	10(14)	11(14)
純固定資産利益率(%)	45(45)	42(50)	42(49)	52(47)	49(49)
金融債務補填率(%)	692(700)	530(756)	660(1147)	1415(1383)	1149(1167)

注：()内は、Phase Iが実施されなかったケースの指標

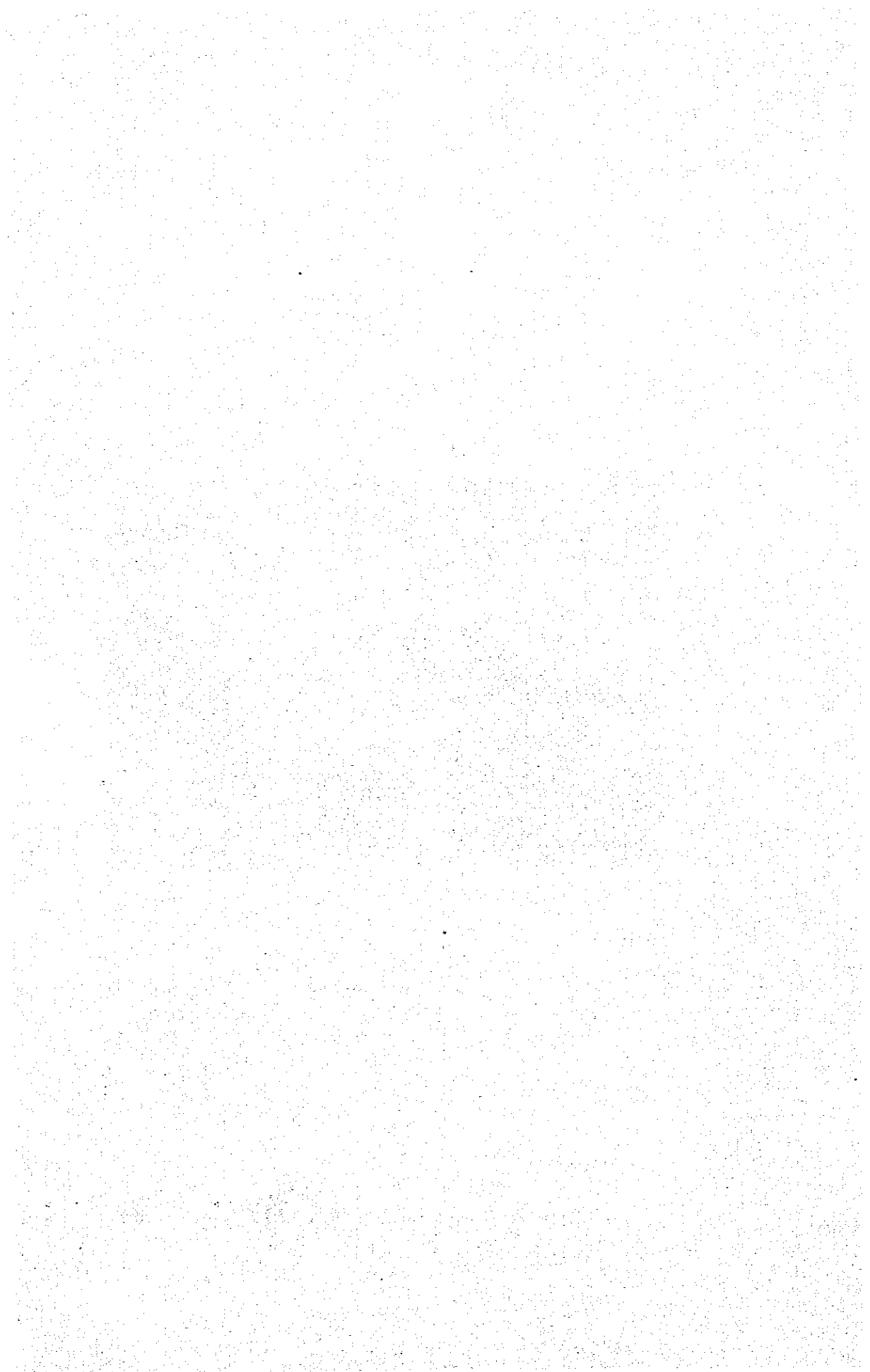
Phase Iの投資の結果、財務の健全性は容易に確保され、むしろ、その内容は好転の傾向を示す。

Phase I 投資に伴う収益力を実施されなかったケースと比較するために、純固定資産利益率でみた場合、投資されたケースの同比率が良いことは特記に値する。他方、Phase I の繰り上げ施工が実施されれば、投資額の節約により同比率は向上するし、同様に他の財務比率も向上する。

さらに、財政状態変動表から判断して、Phase I 投資に伴う資金繰りについて問題はない。その他の財務諸表から判断しても、財務のバイアビリティは十分に確認出来る。



I . 序 論



第 I 編 序 論

日本政府は、エジプト政府の要請に答えて、スエズ運河の長期およびⅡ期計画に対して必要な調査を技術協力プログラムの一環として実施する事に同意した。

本調査は、Ⅰ期計画完成後の通航需要増大に対応する長期計画を設定しさらにⅡ期計画のための段階計画を作成するものである。

第 1 章 調 査 の 背 景

スエズ運河は、1967年から1975年6月まで閉鎖されていたが、その再開後着実に実績を延している。1978年の運河通航実績は1967年の閉鎖前より増大した。

さて、スエズ運河公社は、150,000トン級の満載タンカーが通航可能な第Ⅰ期拡張工事を1975年に開始した。工事は1980年に完成の予定である。

エジプト・アラブ共和国は、第Ⅰ期工事に続く第Ⅱ期開発計画のためのフィージビリティスタディの実施を1978年10月に日本政府に依頼した。これに答えて、国際協力事業団は1979年3月、"技術協力プログラム協議ミッション"を"スエズ運河公社計画調査部"に派遣した。運河公社との協議の結果協議ミッションは、第Ⅱ期開発計画遅延の影響に関する概略調査を"スエズ運河公社計画調査部"に対する技術協力プログラム"のシステム分析の一環として、直ちに行なうことに同意した。

国際協力事業団は調査を行ない中間報告書"スエズ運河の第Ⅱ期拡張工事に関する調査"をまとめた。国際協力事業団が派遣した事前調査団は1979年10月中間報告書の運河公社に対する説明をイスマイリアで行ない、第Ⅱ期拡張計画に対するフィージビリティ・スタディに関する調査業務範囲(Scope of Work: S/W)を決定した。調査業務範囲の決定締結後直ちに4名から成る調査チームによりエジプトに於いて第一次事前調査が行なわれた。さらにS/Wにもとづき、6名の専門家から成る第二次調査が組織され1979年12月にエジプトを訪れ、詳細な現地調査、担当部門との協議、データ収集を行なった。これらの調査結果をもとに1980年3月に中間報告書が作成されスエズ運河公社に提出された。

第 2 章 調 査 の 目 的

本調査の目的は、第Ⅰ期工事完成後に引続いて行なう第Ⅱ期開発計画に関するフィージビリティ・スタディを行うことである。

第3章 調査の概要

1) 運河通航量の予測

- a) 海上荷動量および船腹需給
- b) 船種, 船型による海上輸送費
- c) 船種, 船型, 方向別の運河通航量予測

2) 長期計画の設定

長期的観点から, 完全二連化水路に対する長期計画を, 通航最大船型を考慮して設定する。

3) 第Ⅱ期開発計画に対する段階計画の評価

第Ⅱ期開発計画に対する段階計画を作成し評価する。運河断面および配置を, 航行の安全, 水理現象その他を検討して決定する。

4) 通航容量の検討

シミュレーション・モデルを用いて, I期およびⅡ期計画後の通航容量を, 種々の船団編成方式を考慮して検討する。

5) 技術的検討

運河公社から提供された既往の報告書, 資料にもとづき運河開発の技術面について検討する。

6) 建設計画および工費積算

- a) 適切な施工計画, 浚渫船の所要量, 建設機材その他を考慮して, 建設計画を立案する。
- b) 陸削, 浚渫, 護岸工事その他について工費を積算する。

7) 通航料分析

運河通航料および収入への運河を取巻く諸情勢の変化による影響について分析する。

8) 経済分析

第Ⅱ期開発計画に伴なう投資効果を, 運河公社, エジプト国, 全世界に対する便益に分けて分析する。

9) 財務分析

現在のスエズ運河公社の財務状況にもとづき, 第Ⅱ期開発計画に対する財務分析を行なう。企業会計原則に基づく財務諸表を作成する。

第4章 調査の構成

4-1 調査方法

本調査のフローチャートを図1-4-1に示す。

4-2 調査団の構成

国際協力事業団は本調査を以下の三者に委託した。

国際臨海開発研究センター(OCDI)

海事産業研究所(JMRI)

三菱総合研究所(MRI)

本調査は上記三者の共同によるものである。

4-3 調査団員

本調査の団員構成は次の通りである。

Title and Duties	Name and Position
1) Economist Project Manager	Takashi Hazama Executive Director, OCDI
2) Civil Engineer Canal Development Plan	Masahiko Matsuyama Director of Engineering, OCDI
3) Civil Engineer Canal Transit Analysis & Economic Analysis	Takashi Hashikawa Deputy Director of Engineering, OCDI
4) Economist Canal Administration & Financial Analysis	Kozo Tanaka Senior Economist, OCDI
5) Civil Engineer Technical Examination	Hisanori Kato Civil Engineer, OCDI
6) Civil Engineer Construction Plan & Cost Estimation	Ryosuke Komine Civil Engineer, OCDI
7) Maritime Economist Maritime Transportation Cost, Shipping Market & Canal Traffic	Katsumi Akiba Chief Maritime Economist, JMRI
8) Maritime Economist World Economy, Seaborne Trade & Fleet	Shojiro Miyanaga Senior Researcher, JMRI
9) System Engineer Transit Forecasting	Yoichi Aoki Manager, Social Systems Sec. II, MRI

10) Transportation System Analyst
Transit Toll Analysis

Akira Tani
Deputy Manager, Social Systems Sec. I,
MRI

11) System Engineer
Modeling and Forecasting of the
Canal Traffic

Nobuharu Miyatake
Chief Researcher, Social Systems Sec. II,
MRI

4-4 調査日程

調査日程は以下の通りである。

- | | |
|-----------------------------------|----------------|
| (1) Preliminary Survey | October, 1979 |
| (2) Secondary Survey | December, 1979 |
| (3) The First Final Draft Report | March, 1980 |
| (4) The Second Final Draft Report | May, 1980 |

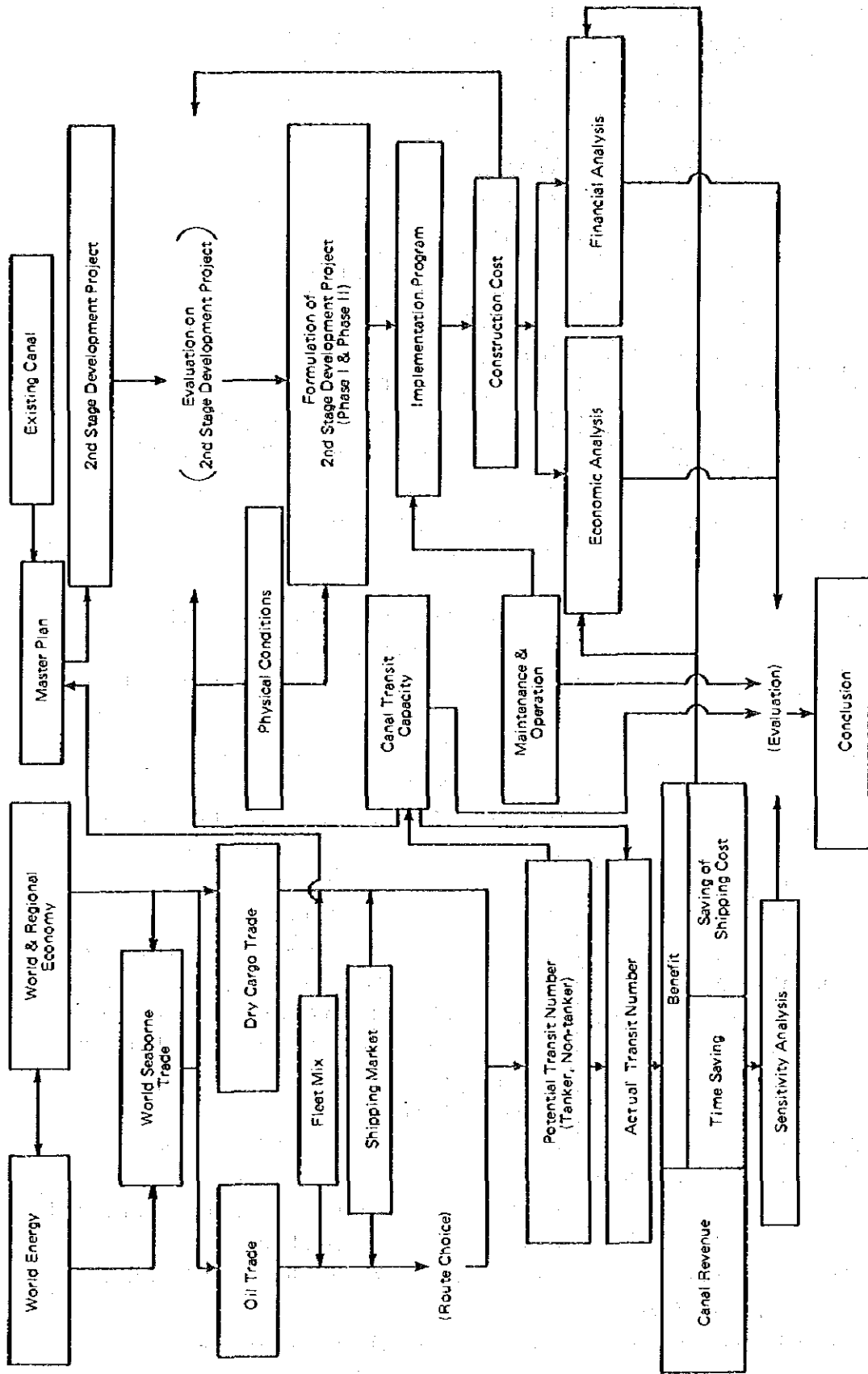


図 1 - 4 - 1 第Ⅱ期拡張計画の調査フロー

(1) Preliminary Survey (October, 1979)

Member: S. Maeda (Head – Japanese Government)
 Y. Aoki (Japanese Government)
 K. Matsumoto (Japanese Government)
 H. Nishijima (JICA)
 T. Hazama (OCDI)
 M. Matsuyama (OCDI)
 T. Hashikawa (OCDI)
 K. Akiba (JMRI)

Date	Itinerary	Activities
Oct. 16 Tue.	Tokyo – Cairo	Tokyo – Cairo
17 Wed.	Cairo – Ismailia	Courtesy call to the Japanese Ambassador
18 Thu.	Ismailia	Courtesy call to SCA
19 Fri.	Ismailia – Port Said	Discussion on the schedule with officials of SCA Observation of the Canal and Port Said Harbour (by car)
20 Sat.	Ismailia	Reporting and discussion on the progress report
21 Sun.		Discussion on the progress report and explanation of S/W
22 Mon.		(Group 1) Observation of the Canal and Suez Port (by boat on the Canal) (Group 2) Meeting with officials of Transit Dept. on the transit system
23 Tue.		(Group 1) Final discussion on S/W and preparation of R/D (Group 2) Meeting with officials of Engineering Dept. on construction methods, etc.
24 Wed.	(Group 1) Ismailia – Cairo	(Group 1) Agreement of S/W and R/D (Group 2) Meeting with officials of Planning and Research Dept. on the Second Stage Project
25 Thu.	(Group 1) Cairo	(Group 1) Courtesy call to the Japanese Ambassador (Group 2) Meeting with officials of Planning and Research Dept. on the Second Stage Project
26 Fri.	(Group 1) Cairo – Tokyo	(Group 1) Cairo – Tokyo (Group 2) Data analysis
27 Sat.	(Group 2) Ismailia – Port Said	Survey and data collection in Port Said and Ismailia
28 Sun.	Ismailia	Final meeting with officials of Planning and Research Dept. on the Second Stage Project
29 Mon.	(Group 2) Ismailia – Suez	Survey and data collection in Suez and Ismailia
30 Tue.	Ismailia – Cairo	Survey and data collection in Ismailia
31 Wed.	Cairo	Courtesy call to the Japanese Ambassador
Nov. 1 Thu.	Cairo – Tokyo	Cairo – Tokyo

(2) Secondary Survey (December, 1979)

Member: T. Hazama (Head – OCDI)
 T. Okimoto (Japanese Government)
 S. Miyanaga (JMRI)
 K. Tanaka (OCDI)
 H. Kato (OCDI)
 A. Tani (MRI)

Date	Itinerary	Activities
Dec. 4 Tue.	Tokyo – Cairo	Tokyo – Cairo
5 Wed.		Courtesy call to Japanese Embassy & JICA Data collection in Cairo
6 Thu.	Cairo – Ismailia	Meeting with officials of Planning & Research Dept.
7 Fri.	Ismailia – Port Said	Survey and data collection in Port Said
8 Sat.		Meeting with officials of Planning & Research Dept. on Inception Report and Questionnaire
9 Sun.		Data collection in SCA
10 Mon.		"
11 Tue.		"
12 Wed.		"
		Courtesy call to the Chairman of SCA Observation of the construction site of siphon
13 Thu.		Data collection in SCA Observation of the Canal by a container ship (Ismailia – Suez)
14 Fri.		Data collection in Ismailia
15 Sat.	Ismailia – Cairo	Final meeting with officials of Planning & Research Dept.
16 Sun.		Courtesy call to Japanese Embassy & JICA Data collection in Cairo
17 Mon.		Data collection in Institute of National Planning and others
18 Tue.	Cairo – Tokyo	Cairo – Tokyo

(3) The 1st Final Draft Report (March, 1980)

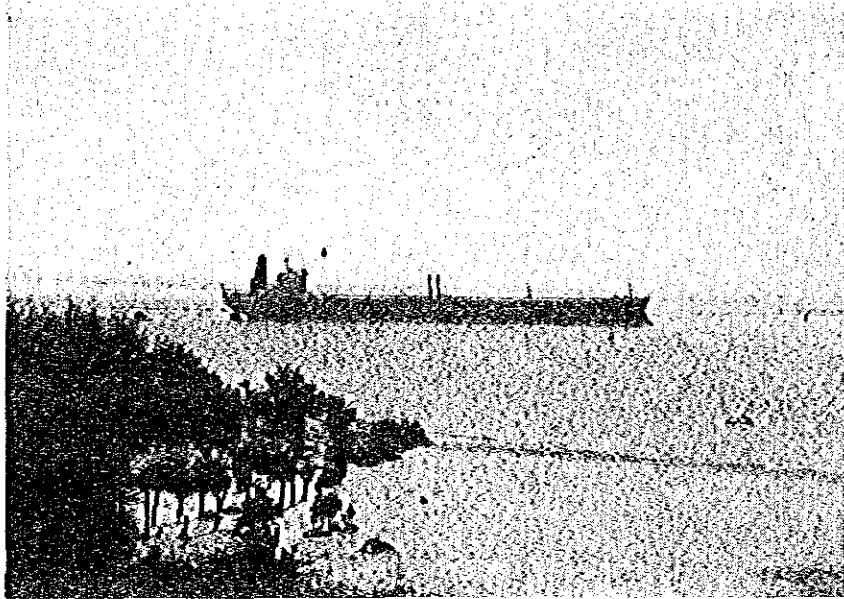
Member: S. Maeda (Head – Japanese Government)
T. Kaibara (JICA)
T. Hazama (OCDI)
M. Matsuyama (OCDI)
T. Hashikawa (OCDI)
K. Akiba (JMRI)

Date	Itinerary	Activities
Mar. 18 Tue.	Tokyo – Cairo	Tokyo – Cairo
19 Wed.	.	Courtesy call to Japanese Embassy & JICA
20 Thu.	Cairo – Ismailia	Courtesy call to SCA and Submission of Draft Final Report
21 Fri.		Preparation and data collection
22 Sat.		Explanation of Draft Final Report
23 Sun.		"
24 Mon.		"
25 Tue.	Ismailia – Cairo	Meeting with the Chairman of SCA
26 Wed.		Reporting to Japanese Embassy
27 Thu.	Cairo – Tokyo	Cairo – Tokyo

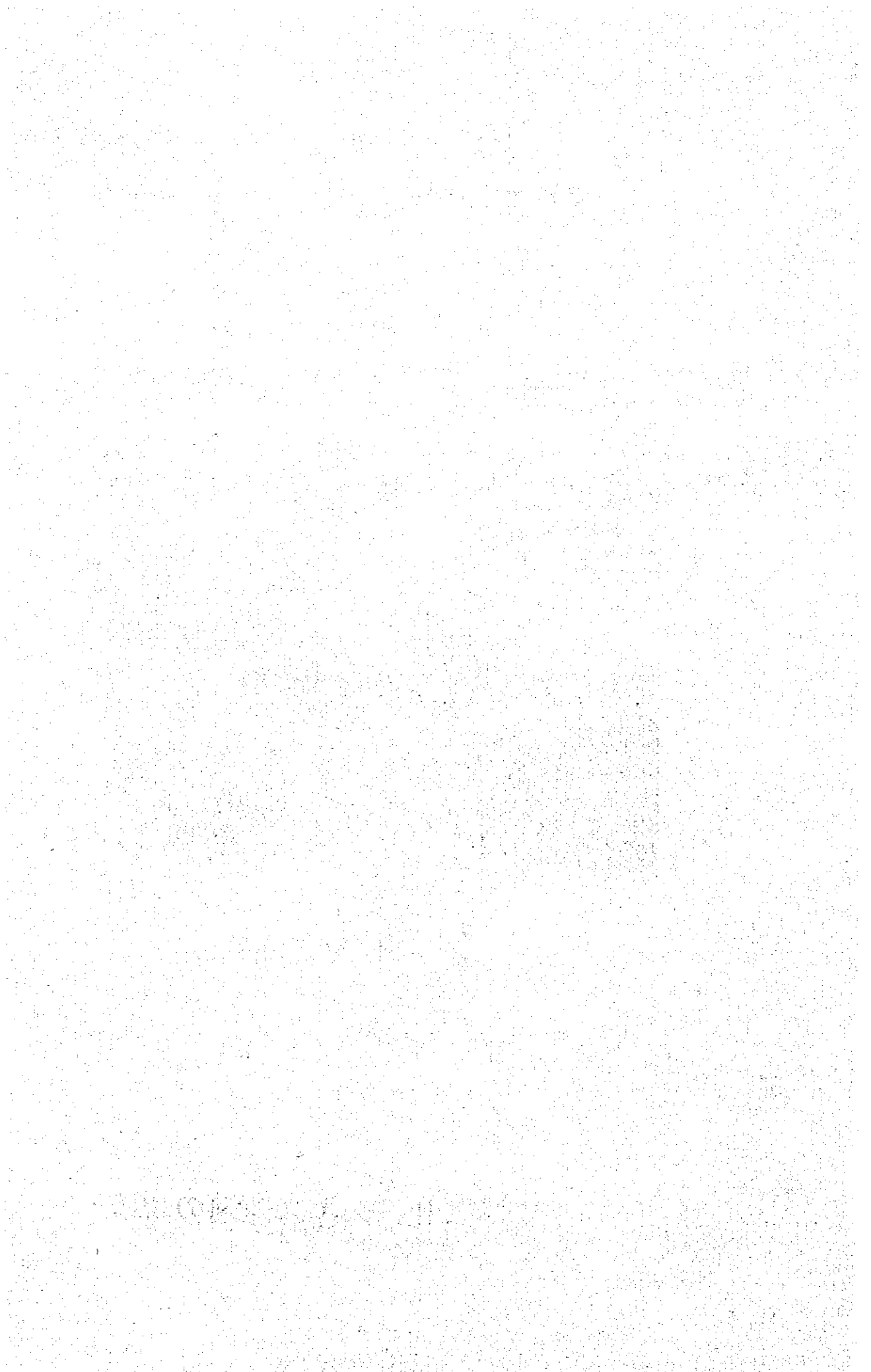
(4) The 2nd Final Draft Report (May, 1980)

Member: S. Maeda (Head -- Japanese Government)
H. Ohta (Japanese Government)
T. Hashikawa (OCDI)
K. Akiba (JMRI)

Date	Itinerary	Activities
May 24 Sat.	Tokyo – Cairo	Tokyo -- Cairo
25 Sun.		Courtesy call to Japanese Embassy & JICA
26 Mon.	Cairo – Ismailia	
27 Tue.		Explanation of the Draft Final Report
28 Wed.		"
29 Thu.		"
30 Fri.	Ismailia -- Cairo	
31 Sat.		Reporting to Japanese Embassy & JICA
Jun. 1 Sun.	Cairo	Cairo
2 Mon.	– Tokyo	– Tokyo



II. スエズ運河の現況



第 II 編 スエズ運河の現況

第 1 章 運 河 の 概 況

スエズ運河は地中海と紅海を結ぶ延長 162.5 km の運河で、地中海側では Port Said 紅海側では Suez の Port Tewfik がそれぞれの入口となっている。

運河のルート延長は、

Port Said Approach Channel 入口から Suez 港の Port Tewfik まで 173.5 km

Port Said 港から Port Tewfik まで 162.5 km

である。(図 2-1-1 参照)、スエズ運河の各地点の位置を表わすために、Port Said 港の灯台を基点とした距離表が用いられる。この表示法でいくと、7.6 km ~ 8.1 km で Timsah Lake 9.7 km ~ 12.0 km で Great Bitter Lake, 12.0 km ~ 13.4 km で Little Bitter Lake の 3 つの湖を通り抜ける。また、運河には 3 つの Bypass が設けられている。3 km ~ 17 km に Port Said Bypass, 5.0 km ~ 6.2 km に Ballah Bypass, 11.4 km ~ 12.3 km に Kabret Bypass がある。

次に航路断面であるが、図 2-1-1 に現在の運河の断面図が示してある。断面は位置によって変化する。水深は全ルートを通じて 13.5 ~ 16.0 m であり、また斜面勾配も $\frac{1}{8}$ ~ $\frac{1}{4}$ と巾がある。土質が loose で soft な北部地域では斜面勾配は $\frac{1}{4}$ であり、この地域より南方の土質条件が良くなる地域では $\frac{1}{8}$ となっている。

この断面で通航可能な船型は、満載船で 6 万 DWT 級タンカー、空船では 2.5 万 DWT 級タンカーの通航実績がある。

運河の通行方式は 24 時間サイクルで行なわれており、次のとおりである。

Suez から北に向う北航船団は、積載タンカー群で構成される ㊤グループと空荷タンカー、一般貨物船の ㊦グループに分けられて船団編成がされ、㊤グループは Suez から Port Said まで直行する。㊦グループは、㊤グループに引続いて Suez を出発した後 Great Bitter Lake の North Anchorage において out sea に向う船と Port Said に向う船団に再編成されて、out sea へ向う船団を先行させて Port Said に直行する。

一方、南航船団は、第 1 船団と第 2 船団に分けられ、第 1 船団は Port Said を出発して Great Bitter Lake の South Anchorage に錨泊し北航船の通過を待つ。北航船団の最後尾が Great Bitter Lake に入ったら、第 1 船団は Suez に向け進行する。

第 2 船団は、第 1 船団の出発約 7 時間後に Port Said を出発し、Ballah Bypass で北航船の通過を待つ。北航船団の最後尾の船が km 6.0 地点を通過したら、第 2 船団は Suez に向け進行を開始する。

運河の通航は、スエズ運河公社の Rules of Navigation にしたがって行なわれる。

TYPICAL CROSS SECTION
(in m)

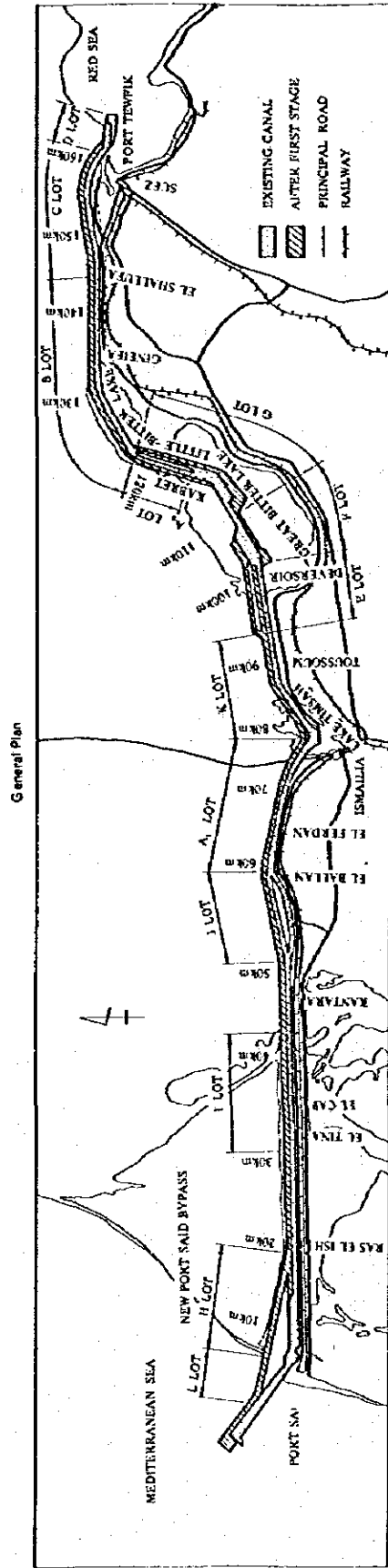
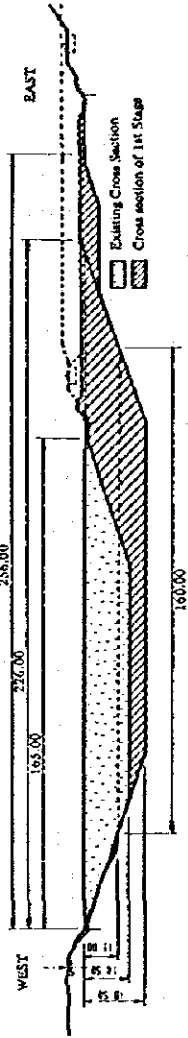


図 2-1-1 スエズ運河の現状

第 2 章 運河利用実態

2-1 通航実績

第 3 次中東戦争の勃発により閉鎖されたスエズ運河は、8年間の閉鎖期間を経て1975年6月5日に再開された。再開された'75年以降通航量は着実に増大しており、1978年は通航隻数が閉鎖前の'66年を凌駕するに至っている。

したがって船舶通航量(NRT)もほぼ閉鎖前の水準に近づきつつあるが、貨物通航量は'66年の60%程度にしか回復していない。表2-2-1にスエズ運河の閉鎖前の1950年から'66年までと、再開後の3年間('76~'78)の通航隻数、船舶通航量、貨物通航量を示してある。

表 2-2-1 スエズ運河の閉鎖前および再開後の通航量

Year	Number of transit ships	Net tonnage (10 ³ NRT)	Cargo traffic volume (10 ³ ton)	No. of transit ships per day	Remarks
1950	11,750	81,796	72,609	32.2	
55	14,666	115,756	107,508	40.2	
60	18,734	185,322	168,883	51.3	
66	21,250	274,250	241,893	58.2	
76	16,807	186,859	117,653	45.9	
77	19,703	220,471	128,699	54.0	
78	21,266	248,260	149,779	58.3	
'78/'66	100.1%	90.5%	61.9%	100.1%	

Notes: 1. Derived from the Suez Canal Report.

2. NRT stands for Net Registered Tonnage which forms the basis for computing the transit tariff rates.

表 2-2-2 はタンカーとノン・タンカーの船種別隻数の推移を示すものである。

再開前はタンカーの通航隻数が全体の50%前後を占めていたが、再開後は10~15%を占めるに過ぎず、隻数も再開前に較べて1/4程度である。つまり閉鎖期間中にタンカーの大型化が進んだことと、オイル・ショック以降のタンカー・マーケットの不況の影響を受けて、運河再開後も中近東と欧米を結ぶ石油の流動はスエズ経由から希望峰経由に転移したことを示している。南航、北航別にみると再開前はほぼ平衡していたものが再開後は南航隻数が北航隻数よりも多くなっている。つまり積載時は希望峰を廻り、空船時にはスエズ運河を利用するタンカーのあることを示している。船型別にみると、満載では60,000 DWT以下しか通航できない北行ルートにおいても、60,000 DWT以上のタンカーの通航実績が見受けられる。

これは60,000-150,000 DWTのタンカーがバートカーゴで通航しているためである。(表2-2-3参照)南行ルートにおいては当然大型船が通航しているが、1977年は200,000 DWT以上の隻数が減少しているが、これはタンカー・マーケットの不況の影響を受け、希望

峰廻りへ転移したためと思われる。

一方、ノン・タンカーは、再開後急激な増加を見せており、'78年にはタンカー隻数の減少をうめて、全体の通航隻数でも再開前の水準に達している。

表 2 - 2 - 2 船種別通航隻数

Year	No. of transits	Tanker			Non-tanker		
		North-bound	South-bound	Total	North-bound	South-bound	Total
1958	17,842	4,761	4,827	9,588			8,254
59	17,731	4,526	4,685	9,211			8,520
60	(100%) 18,734	4,811	4,944	(52.1%) 9,755			(47.9%) 8,979
61	18,148	4,526	4,604	9,130			9,018
62	18,518	4,723	4,707	9,430			9,088
63							
64	19,943	4,856	4,910	9,766			10,177
65	(100%) 20,289	4,762	4,901	(47.6%) 9,663			(52.4%) 10,626
66	(100%) 21,250	4,759	5,171	(46.7%) 9,930			(53.3%) 11,320
76	(100%) 16,807	1,010	1,600	(15.5%) 2,610	6,834	7,363	(84.5%) 14,197
77	(100%) 19,703	1,083	1,537	(13.3%) 2,620	8,459	8,624	(86.7%) 17,083
78	(100%) 21,266	1,041	1,448	(11.7%) 2,489	9,790	8,987	(88.3%) 18,777

表 2 - 2 - 3 船型方向別タンカー通航隻数

Size	1976			1977			1978		
	South-bound	North-bound	Total	South-bound	North-bound	Total	South-bound	North-bound	Total
under 20,000	213	179	392	246	207	453	230	219	449
20,001-40,000	452	450	902	435	495	930	390	429	819
40,001-60,000	202	178	380	150	154	304	181	162	343
60,001-80,000	136	87	223	126	98	224	116	98	214
80,001-100,000	215	103	318	196	109	305	176	119	295
100,001-150,000	201	13	214	241	20	261	163	13	175
150,001-200,000	35	-	35	42	-	42	43	1	44
over 200,000	146	-	146	100	-	100	149	-	149
Total	1,600	1,010	2,610	1,187	1,083	2,270	1,488	1,041	2,489

表 2 - 2 - 4 品目別通航量

(10³ ton)

Year	Crude oil (including petroleum products)			Dry cargo			Total		
	North-bound	South-bound	Total	North-bound	South-bound	Total	North-bound	South-bound	Total
1965	(84.5%) 155,086	(18.8%) 7,908	(72.3%) 162,994	(15.5%) 28,355	(81.2%) 34,093	(27.7%) 62,448	(100%) 183,441	(100%) 42,001	(100%) 225,442
66	(34.4%) 166,718	(18.8%) 8,953	(72.6%) 175,671	(65.5%) 27,440	(81.2%) 38,772	(27.4%) 66,212	(100%) 194,158	(100%) 47,725	(100%) 241,883
76	(41.5%) 29,855	(8.7%) 3,969	(27.8%) 33,824	(58.5%) 42,165	(91.3%) 45,633	(72.2%) 87,798	(100%) 72,020	(100%) 45,633	(100%) 117,653
77	(42.5%) 30,878	(7.3%) 4,068	(27.2%) 34,946	(57.5%) 41,758	(92.7%) 56,036	(72.8%) 97,794	(100%) 72,636	(100%) 56,036	(100%) 128,672
78	(40.8%) 28,363	(6.0%) 4,816	(22.1%) 33,179	(59.2%) 41,234	(94.0%) 80,812	(77.9%) 122,046	(100%) 69,597	(100%) 80,182	(100%) 149,779

2-2 通航収入

スエズ運河公社は、Rules of Navigation に定めるところにより運河を通航する船舶より通航料を徴収している。

再開後の通航料による収入は、再開年の '75年は 39 百万千 L E (91 百万 \$) であつたが、'76年には 139 百万 L E (323 百万 \$) '77年には 167 百万 L E (388 百万 \$) '78年には 285 百万 L E (662 百万 \$) と順調に増加を示している。(L E と \$ の換算は旧レートでの 1 \$ = 0.43 L E とした。)

第 3 章 第 I 期計画の進捗状況

1975年よりスエズ運河拡張のための第I期工事が進められている。第I期工事は、満載で6万DWT級の船舶が航行可能なスエズ運河を拡張、増深し、15万DWT級の船舶の航行を可能とするものである。現在のスエズ運河の諸元と第I期工事完了後の運河の諸元は以下のとおりである。

	現 状	第I期拡張計画
水 深 (m)	15.0	19.5
標準運河断面積 (m ²)	1,850	3,400-3,600
最大吃水 (t)	38	53
最大船型 (万DWT)	60	150

運河の拡張平面図は図2-1-1のとおりである。運河総延長はPort SaidからSuezまで16.25kmの運河区間と、1.8kmのPort Said Approach Channelと約8kmのSuez Entrance Channelで構成される。運河部は前述の運河諸元で増深、拡張されるが、運河の通航容量を増すために、Port-Said-Bypass(16km)、Ballah Bypass(10km)、Deversoir Bypass(km)およびKabret Bypassを整備するほか、Great Bitter Lake内に南航船団のための待機泊地が整備される。

第I期拡張工事の内容として以下の5工種が主要工事として掲げられる。

- (1) 浚 渫：運河の拡張および増深ならびにBypassの浚渫
- (2) 陸上掘削：運河東側堤防の陸上掘削
- (3) 護 岸：旧東護岸撤去および拡張位置での新設（ボラードの撤去、移設を含む）
- (4) けい留ケーン：旧ケーンの撤去、新設
- (5) 防砂堤突堤：Port Said Bypassの地中海出口部の防護

主要工事の工区毎の施工者および工事量は表2-3-1に示すとおりである。浚渫土量はbypass部分を含め約6億m³で、総工費は12億\$といわれている。

工程は、工事着手時には1975年年末から78年年末までの3.5年で完了の予定であったが、契約の遅れとBitter Lake南部の固い岩盤掘削による工事の遅れにより工期も2年間延長される見込みである。即ち全工区の工事終了は、1980年中となり、それに引続いて竣工検査等の期間を見込むと、最終的な第I期工事は完了は1980年年末となろう。

表 2 - 3 - 1 各区間の施工業者および工事量

Works classified	Work lot	Canal section	Constructor	Work volume required	Remarks
Dredging	A ₁	61.00 - 78.00	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	39.45	
	A ₂	114.80 - 122.10	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	9.20	
	B	122.10 - 145.00	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	36.00	
	C	145.00 - 161.05	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	30.30	
	D	161.05 - Hm 77	Vianini (Italy)	13.00	
	E	94.50 - 101.05	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	31.80	
	F	101.05 - 109.00	U.M.D. (France)	28.55	
	G	109.00 - 122.10	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	28.35	
	H	1.50 ^E - 16.00 ^E	Mitsui Harbour and Urban Construction Co., Ltd.	49.50	
	I	29.50 - 42.00	Toa Harbour Works Co., Ltd.	27.20	
	J	50.50 - 61.00	Penta-Ocean Construction Co., Ltd.	31.60	
	K	78.00 - 94.50	Dredging International (Dutch)	42.60	
	L	1.50 - Hm 110	Vianini, Mitsui Harbour and Urban Construction Co., Ltd.	52.00	
	M	-19.00 - Hm 0	SCA	31.37	
	N	0 - 3.60	SCA	4.10	
	O	3.60 - 16.275	SCA	25.38	
	P	16.275 - 30.00	SCA	29.75	
Q	42.00 - 50.50	SCA	18.38		
R	53.51 - 56.87	SCA	7.00		
		Total		535.5	
Excavation			6 Local constructors	93.3 10 ⁶ m ³	
Revetment			Arab contractors	144 km	
Breakwater/ jetty			Local constructors	2,400 m	
Others					

Note: Compiled from the data supplied by OECF.

