

国際協力事業団

エジプト国エネルギー計画機構

エジプト国
エネルギー経済モデル策定調査

ファイナル・レポート
本 文

2001 年 1 月

(財)日本エネルギー経済研究所

エジプト国エネルギー経済モデル策定調査

目次

第1章 はじめに	1
1.1 背景および目的	1
1.1.1 背景	1
1.1.2 調査の目的および目標	2
1.2 調査スケジュールと現地調査の内容	3
1.2.1 第1次現地調査	3
1.2.2 第2次現地調査	5
1.2.3 第3次現地調査	6
1.2.4 第4次現地調査	8
1.3 モデルの構成	9
1.4 ステアリング・コミッティおよび調査メンバー	10
第2章 転換期の経済とエネルギー需要	11
2.1 転換期の経済	11
2.1.1 概観	11
2.1.2 経済構造の特性	13
2.1.3 エジプト経済の現況と将来への課題	17
2.2 経済とエネルギー需給の転換点	20
2.2.1 エネルギーと経済との関係	20
2.2.2 国内エネルギー価格のトレンド	21
2.2.3 要因分析	25
第3章 エネルギー需給概要	31
3.1 一次エネルギーとその流れ	31
3.2 エネルギー供給	33
3.2.1 一次エネルギー生産	33
3.2.2 石油精製部門	36
3.2.3 電力部門	37
3.3 最終エネルギー消費	41
3.3.1 産業部門	42
3.3.2 民生部門	44
3.3.3 運輸部門	45
3.3.4 農業部門	46
第4章 エネルギー経済モデルのツール	47
4.1 エコノメトリック・シミュレーション・システム	47
4.1.1 マクロ経済モデル: 基本原理	47
4.1.2 計量経済モデル	48
4.1.3 エコノメトリック・シミュレーション・ツール: Simple E.	49

4.2	線形計画法	52
4.2.1	線形計画法 (Linear Programming :LP) モデルの意義	52
4.2.2	線形計画法モデルの構造	52
4.2.3	時間経過の配列	54
4.2.4	単価とコスト	55
4.2.5	原単位	56
4.2.6	データの入出力形態	56
第5章	マクロ経済・エネルギー需要予測モデル	57
5.1	マクロ経済ブロック	57
5.1.1	目的と基本機能	57
5.1.2	モデルの概念と構造	58
5.2	エネルギー需要予測ブロック	64
5.2.1	モデル構築の概念	64
5.2.2	エネルギー需要予測ブロックの枠組み	67
5.3	シミュレーション結果	71
5.3.1	価格シナリオ別シミュレーション結果	72
5.3.2	ベース・ケースのシミュレーション結果	75
5.4	応用分析：マクロ経済・エネルギー需要予測統合シミュレーション	90
5.4.1	参照ケース	90
5.4.2	ERSAP：経済改革・構造調整政策の影響	92
5.4.3	原油価格変化の影響	95
5.4.4	国内エネルギー価格の影響	97
5.4.5	テクノロジーの影響：エネルギー・コスト削減ケース	101
5.4.6	エネルギー代替：交差価格弾性値	104
第6章	エネルギー供給計画モデル	107
6.1	目的と機能	107
6.1.1	目的	107
6.1.2	機能	107
6.2	モデルの概念と構造	108
6.2.1	モデルの概念	108
6.2.2	モデルの構造	113
6.3	ベース・ケースのシミュレーション結果	133
6.3.1	ベース・ケースの前提	133
6.3.2	ベース・ケースのエネルギー・バランス	137
6.4	シミュレーション結果と考察	145
6.4.1	シナリオ設定	145
6.4.2	シナリオ別計算結果	146
6.4.3	戦略指数の比較	149
第7章	環境影響評価モデル	151
7.1	環境問題の現状と環境戦略	151

7.1.1	環境問題の現状	151
7.1.2	環境法および環境戦略	154
7.2	環境影響評価モデルの作成	163
7.2.1	エジプト独自のデータに基づく温室効果ガス（GHG）の評価	163
7.2.2	GHG 排出量評価のフロー・チャート	165
7.2.3	OEP が作成したエジプトのエネルギー・バランス表	166
7.2.4	OEP の推計によるエジプトの GHG 排出係数	168
7.2.5	産業プロセスと廃棄物からの CO ₂ および CH ₄ の排出	171
7.3	GHG 排出量推計の結果とその意味	173
7.3.1	GHG 排出構造	173
7.3.2	GHG 排出量の推移	177
7.3.3	経済成長、人口と GHG 排出量の関係	182
第 8 章	データベース	187
8.1	データ収集状況	187
8.2	エネルギー・フロー	188
8.3	データベースの基本構成	191
8.3.1	データベースのファイル・リスト	191
8.3.2	一組のデータベース・ファイル	192
8.3.3	ファイル構成の詳細	193
8.3.4	データベース・ファイル内の Excel シート・リスト	194
8.3.5	エネルギー・フロー上の項目定義	195
8.4	各 Excel シートの説明	196
8.5	計算手法	205
8.5.1	物理単位から石油換算単位への変換	205
8.5.2	エネルギー・バランス表の作成	207
8.6	データ・リンク	208
8.6.1	データの流れ	208
8.6.2	ファイル間のデータ参照	209
8.6.3	データ・リンク	209
8.7	データ・リンク手法	213
8.7.1	マクロ経済エネルギー需要予測モデル	213
8.7.2	エネルギー供給計画モデル	216
8.8	各データの定義	218
第 9 章	結び	221
9.1	モデルの構築	221
9.2	技術移転	221
9.3	主な調査結果	222
9.4	提言	225

表 一 覧

表 1.1.1	主な政策課題と分析項目	2
表 1.2.1	訪問機関のリスト	4
表 1.2.2	第1次現地調査ワークショップのプログラム	5
表 1.2.3	第2次現地調査ワークショップのプログラム	6
表 1.2.4	技術移転のためのカリキュラム	7
表 2.2.1	対 GDP 弾性値	21
表 5.3.1	エネルギー価格の分類	72
表 5.3.2	シナリオ別シミュレーション結果の要約	73
表 5.3.3	主な石油製品の需要予測結果	74
表 5.3.4	電力需要、電力用燃料需要の予測結果	74
表 5.3.5	シミュレーション結果の要約（ベース・ケース）	75
表 5.3.6	輸送用燃料の年平均伸び率	80
表 5.3.6	石油製品生産予測	87
表 5.4.1	参照ケース：主要前提条件とマクロ経済指標	90
表 5.4.2	参照ケース：最終エネルギー需要	91
表 5.4.3	「構造改革」1% 上昇の影響（マクロ経済指標%）	93
表 5.4.4	「構造改革」1% 上昇の影響（エネルギー消費%）	94
表 5.4.5	「原油価格」1% 上昇の影響（マクロ経済指標%）	95
表 5.4.6	「原油価格」1% 上昇の影響（エネルギー消費%）	96
表 5.4.7	「電力価格」1% 上昇の影響（マクロ経済指標%）	97
表 5.4.8	「電力価格」1% 上昇の影響（エネルギー消費%）	98
表 5.4.9	「石油製品価格」1% 上昇の影響（マクロ経済指標%）	99
表 5.4.10	「石油製品価格」1% 上昇の影響（エネルギー消費%）	100
表 5.4.11	エネルギーコスト 1% 減少の影響（マクロ経済%）	101
表 5.4.12	エネルギーコスト 1% 減少の影響（エネルギー消費%）	103
表 5.4.13	価格弾性値と交差価格弾性値（電力 vs 石油製品）	104
表 5.4.14	交差価格弾性値（天然ガス vs その他エネルギー）	105
表 6.2.1	モデルの EXEL ワーク・シート	108
表 6.2.2	LP モデルの要素（エネルギー源別）	108
表 6.2.3	エネルギー供給計画モデルのエネルギー部門	109
表 6.2.4	エネルギー源とエネルギー転換部門	110
表 6.2.5	供給・消費項目と上限・下限	110
表 6.2.6	エネルギー転換バランス	111

表 6.2.7	自家消費バランス	111
表 6.2.8	連産品バランス	112
表 6.2.9	受入部門に対応する払出部門	112
表 6.2.10	払出バランス	112
表 6.2.11	“ PIM “ シートの原油プラント・コスト推定	114
表 6.2.12	原油価格とコストの推定	114
表 6.2.13	天然ガス・プラント・コストの推定	114
表 6.2.14	天然ガス価格とコストの推定	115
表 6.2.15	NGL プラント・コストの推定	115
表 6.2.16	NGL 価格とコストの推定	115
表 6.2.17	LPG 販売部門価格とコストの推定	116
表 6.2.18	石油精製プラント・コストの推定	116
表 6.2.19	石油精製コストの配分	116
表 6.2.20	ガソリン価格とコストの推定	117
表 6.2.21	灯油の価格とコストの推定	117
表 6.2.22	軽油価格とコストの推定	118
表 6.2.23	重油価格とコストの推定	118
表 6.2.24	電力販売部門価格とコストの推定	119
表 6.2.25	発電機別プラント・コストの推定	119
表 6.2.26	水力発電の価格とコストの推定	120
表 6.2.27	ガス・コンバインド発電の電力価格とコストの推定	120
表 6.2.28	重油火力発電の価格とコストの推定	120
表 6.2.29	入力データと入力形式	121
表 6.2.30	“ EBT “ シートの消費項目	124
表 6.2.31	“ EBT “ シートの供給項目	125
表 6.2.32	“ EBT “ シートでの利益性	126
表 6.2.33	“ GRT “ シートの伸び率	127
表 6.2.34	“ PEC “ シートの一次エネルギー生産	128
表 6.2.35	“ PEC “ シートのパートナー・シェア	128
表 6.2.36	“ PEC “ シートの輸入量	129
表 6.2.37	“ PEC “ シートの購入量	129
表 6.2.38	“ PEC “ シートの輸出量	130
表 6.2.39	“ PEC “ シートのバンカー・オイル販売量	130
表 6.2.40	“ PEC “ シートの一次エネルギー消費量	131
表 6.2.41	“ PEC “ シートの一次エネルギー消費量 (toe)	131
表 6.3.1	価格・コスト推定のための外生変数	133
表 6.3.2	原油・天然ガスの価格・コストの推定	133
表 6.3.3	LPG・ガソリンの価格・コストの推定	134

表 6.3.4	灯油・軽油の価格・コストの推定	134
表 6.3.5	重油・電力の価格・コストの推定	135
表 6.3.6	ベース・ケースのパートナー・シェア	135
表 6.3.7	ベース・ケースの原単位と得率	136
表 6.3.8	ベース・ケースの生産能力	136
表 6.3.9	ベース・ケースの前提条件	137
表 6.3.10	原油の需給バランス	138
表 6.3.11	天然ガスの需給バランス	139
表 6.3.12	LPG の需給バランス	140
表 6.3.13	ガソリンの需給バランス	141
表 6.3.14	灯油の需給バランス	142
表 6.3.15	軽油の需給バランス	143
表 6.3.16	重油の需給バランス	144
表 6.4.1	ベース・ケースの前提	145
表 6.4.2	ベース・ケースの計算結果	145
表 6.4.3	エネルギー供給政策のためのシナリオ設定	146
表 6.4.4	シナリオ 1 の計算結果 (2005/06 年度)	146
表 6.4.5	シナリオ 2 の計算結果 (2005/06 年度)	147
表 6.4.6	シナリオ 3 の計算結果 (2005/06 年度)	148
表 6.4.7	シナリオ 4 のデータ設定	148
表 6.4.8	シナリオ 4 の計算結果 (2005/06 年度)	149
表 6.4.9	シナリオ 5 の計算結果 (2005/06 年度)	149
表 6.4.10	ベース・ケースとシナリオ 1～5 戦略指数の比較 (2005/06 年度)	149
表 6.4.11	ベース・ケースとシナリオ 3 と 4 の比較 (2005/06 年度)	149
表 7.1.1	大カイロの大気汚染濃度 (microgram/m ³)	153
表 7.1.2	大カイロの SO ₂ 濃度 (microgram/m ³)	153
表 7.1.3	大カイロの年平均 TSP 濃度 (microgram/m ³)	154
表 7.1.4	大気汚染に関する法律と規制	155
表 7.1.5	室外大気汚染物質の上限値 (microgram/m ³)	158
表 7.1.6	自動車に対する上限値	158
表 7.1.7	大気汚染物質排出の許容基準	159
表 7.1.8	CAIP 大気モニター・ネットワーク	161
表 7.2.1	エネルギー・バランスの簡易な要約表 (1997/98 年度)	167
表 7.2.1	エネルギー・バランスの簡易な要約表 (1997/98 年度) (続き)	168
表 7.2.2	エジプトの CO ₂ 排出係数	169
表 7.2.3	エジプトの SO ₂ 排出係数	169
表 7.2.4	エジプトの NO _x 排出係数	170

表 7.2.5	エジプトの非 CO ₂ ガス排出係数	170
表 7.2.6	石灰石 (CaCO ₃) の CO ₂ 排出係数	172
表 7.2.7	産業プロセスからの CO ₂ 排出量	172
表 7.2.8	産業廃棄物等からの CH ₄ 排出量と CO ₂ 排出量	173
表 7.3.1	1998/99 年度における化石燃料消費と CO ₂ 排出量	174
表 7.3.2	1998/99 年度における非 CO ₂ ガス排出量	176
表 7.3.3	1998/99 年度におけるエネルギー消費量当たりの非 CO ₂ ガス排出量	177
表 7.3.4	エネルギー消費と CO ₂ 排出量の比較	178
表 7.3.5	エネルギー源別化石燃料消費とそのシェア	178
表 7.3.6	部門別エネルギー源のシェア	179
表 7.3.7	輸送部門のエネルギー源別シェア	180
表 7.3.8	転換部門のエネルギー源別シェア	180
表 7.3.9	各非 CO ₂ ガス排出量の増加率	181
表 7.3.10	各非 CO ₂ ガス排出量のエネルギー源別シェア	181
表 7.3.11	経済成長と GHG 排出量との関係	183
表 7.3.12	人口増加と GHG の対人口原単位	186
表 8.3.1	Excel シート定義	194
表 8.3.2	エネルギー・フローの定義一覧表	195
表 8.4.1	“ u ” ファイルのマクロ指標項目	199
表 8.4.2	“ NCV ” シートの例	200
表 8.4.3	エネルギー・バランス表の例	201
表 8.4.4	“ Fuel ” シートの例示	202
表 8.4.5	“ Transfer ” シートの一部例示	203
表 9.3.1	主なエネルギー需要予測結果	222
表 9.3.2	感度分析結果	223
表 9.3.3	シナリオと主な結果 (LP モデル)	223
表 9.3.4	シナリオと主な結果 (環境影響評価モデル)	224

図 一 覧

図 1.2.1	調査スケジュール	3
図 1.3.1	モデル構成概念図	9
図 2.1.1	GDP 成長率への消費要素別寄与	11
図 2.1.2	GDP 成長率へのセクター別寄与	12
図 2.1.3	民営化の進捗	13
図 2.1.4	慢性的貿易赤字	14
図 2.1.5	セクター別民間部門のシェア	14
図 2.1.6	セクター別 GDP 成長率と民間部門のシェア	15
図 2.1.7	実質 GDP 成長率と見通し	17
図 2.2.1	エネルギーと経済のトレンド	20
図 2.2.2	一次エネルギーと電力需要の年平均伸び率	21
図 2.2.3	電気料金の推移（名目）	22
図 2.2.4	燃料価格の推移（名目）	23
図 2.2.5	卸売物価指数(WPI)と消費者物価指数(CPI)の推移	24
図 2.2.6	電気料金の推移（実質）	24
図 2.2.7	燃料価格の推移（実質）	25
図 2.2.8	一次エネルギー需要の増加要因	26
図 2.2.9	期間別一次エネルギー需要の増加要因	27
図 2.2.10	電力需要の増加要因	27
図 2.2.11	最終エネルギー需要の増加要因	29
図 2.2.12	部門別最終エネルギー需要の増加要因	29
図 3.1.1	一次エネルギー供給の推移	31
図 3.1.2	一次エネルギー供給とパートナー・シェア	32
図 3.2.1	一次エネルギー生産量の推移	33
図 3.2.2	原油生産量の推移	33
図 3.2.3	天然ガス生産量の推移	34
図 3.2.4	燃料別一次エネルギー国内総供給の推移	35
図 3.2.5	燃料別一次エネルギー国内総供給構造の推移	35
図 3.2.6	石油製品生産量の推移	36
図 3.2.7	原油処理量の推移	36
図 3.2.8	発電設備容量の推移	37
図 3.2.9	発電形態別発電電力量の推移	38
図 3.2.10	火力発電における燃料消費量の推移	38
図 3.2.11	発電所別発電電力量	39

図 3.2.12	主要火力発電所における熱効率の推移	39
図 3.2.13	火力発電効率の推移	40
図 3.3.1	燃料別最終エネルギー消費量の推移	41
図 3.3.2	燃料別最終エネルギー消費構造の推移	42
図 3.3.3	部門別エネルギー消費量の推移	42
図 3.3.4	産業部門の燃料別エネルギー消費量の推移	43
図 3.3.5	産業部門の燃料別エネルギー消費構造の推移	43
図 3.3.6	民生部門の燃料別エネルギー消費量の推移	44
図 3.3.7	民生部門の燃料別エネルギー消費構造の推移	44
図 3.3.8	運輸部門の燃料別エネルギー消費量の推移	45
図 3.3.9	運輸部門の燃料別エネルギー消費構造の推移	46
図 3.3.10	農業部門の燃料別エネルギー消費量の推移	46
図 4.1.1	メイン・メニュー	50
図 4.1.2	Simple E. 基本構成と概念	51
図 4.2.1	ソルバー・メニュー	54
図 4.2.2	横に時間を配列した例	55
図 4.2.3	横に時間と変数を配列した例	55
図 4.2.4	供給計画モデルの配置	56
図 5.1.1	マクロ経済・エネルギー需要予測モデルの基本概念	57
図 5.1.2	モデル・フロー	59
図 5.2.1	エネルギー需要予測モデル（ブロック）の構成概略図	67
図 5.2.2	最終エネルギー需要サブ・ブロックの枠組み	68
図 5.2.3	電力部門の枠組み	69
図 5.2.4	石炭部門の枠組み	70
図 5.2.5	石油・ガス部門の枠組み	71
図 5.3.1	部門別最終エネルギー需要	76
図 5.3.2	エネルギー源別最終エネルギー需要	77
図 5.3.3(a)	主な石油製品需要	77
図 5.3.3(b)	石油製品需要の構成比	78
図 5.3.4(a)	農業部門のエネルギー需要	79
図 5.3.4(b)	農業部門のエネルギー需要構造	79
図 5.3.5	産業部門のエネルギー需要	81
図 5.3.6	産業部門の石油製品需要	81
図 5.3.7	運輸部門のエネルギー需要	82
図 5.3.8(a)	民生部門のエネルギー需要	83
図 5.3.8(b)	民生部門のエネルギー需要構造	83

図 5.3.9(a)	部門別電力需要	84
図 5.3.9(b)	部門別電力需要構造	85
図 5.3.10	電力需要と発電量	85
図 5.3.11	電力用燃料	86
図 5.3.12	主な石油製品の生産量予測	87
図 5.3.13	一次エネルギー総需要	88
図 5.3.14	原油生産・消費見通し	89
図 6.1.1	エネルギー経済モデルのブロック・フロー	107
図 6.2.1	データベースと "ESPM" とのデータ連結	132
図 7.1.1	測定地別大気中の PM10 の平均濃度 (1998 年、9—11 月)	162
図 7.2.1	GHG 排出の概念図	163
図 7.2.2	IPCC の GHG 排出評価手法	164
図 7.2.3	エジプトにおける GHG 排出量評価のフロー・チャート	166
図 7.3.1	1998/99 年度における CO ₂ 排出構造	175
図 7.3.2	1998/99 年度における非 CO ₂ ガスの排出構造	176
図 7.3.3	非 CO ₂ ガス排出量指数 (1981/82 = 100)	180
図 7.3.4	GDP、エネルギー消費および CO ₂ 排出量の指標 (1981/82 = 100)	184
図 7.3.5	エネルギー源別エネルギー消費 (単位: TJ)	185
図 7.3.6	人口と GHG の対人口原単位の指数 (1981/82 = 100)	186
図 8.2.1	エジプトにおける一次エネルギー・フロー	189
図 8.3.1	一組のデータベース・ファイル	192
図 8.3.2	データベース・ファイルの詳細構成	193
図 8.4.1	エネルギー・フロー図の例	198
図 8.4.2	"Total" シートの説明	204
図 8.5.1	単位の変換	205
図 8.5.2	"v" ファイル "Crude Oil" シート上の目標セル	205
図 8.5.3	"u" ファイル "Crude Oil" シート上の目標セル	206
図 8.5.4	"u30" ファイル "EB" シート上の説明	207
図 8.6.1	ファイル間のデータの流れ	208
図 8.7.1	モデル・ファイルの "Simulation" シート上の説明	213
図 8.7.2	モデル・ファイルの "Data-T" シート上の説明	213
図 8.7.3	データベース "Elec" シート (GWh) 上の説明	214
図 8.7.4	データベース "NCV" シート上の説明	214
図 8.7.5	データベース "Elec" シート (ktoe) 上の説明	215
図 8.7.6	LP モデル "EBT" シート上の説明	216

図 8.7.7	LP モデル “ Data ” シート上の説明	216
図 8.7.8	データベース “ Crude Oil ” シート(kton)上の説明	217
図 8.7.9	データベース “ Crude Oil ” シート(ktoe)上の説明	217

略語

CAIP	The Cairo Air Improvement Project
CAPMAS	Central Agency for Public Mobilization and Statistics
EEA	Egyptian Electricity Authority
EEAA	Egyptian Environmental Affaires Agency
EGPC	Egyptian General Petroleum Corporation
ERSAP	Economic Reform and Structural Adjustment Program
FEI	Federation of Egyptian Industries
GOFI	General Organization For Industrialization
IDSC	The Cabinet Information and Decision Support Center
IEA	International Energy Agency
IEEJ	The Institute of Energy Economics, Japan
IMF	International Monetary Fund
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JICA	Japan International Cooperation Agency
MOI	Ministry of Industry
MOP	Ministry of Planning
NREA	New and Renewable Energy Authority
OEP	The Organization for Energy Planning
WB	World Bank

第1章 はじめに

1.1 背景および目的

1.1.1 背景

エジプト国は、1991 年、ERSAP(経済・構造調整政策)を策定し、抜本的な構造調整および自由化政策を推し進めてきた。これらの対策には、政府主導から民間主導への経済開発の方向転換、為替レートの安定、緊縮財政政策等が含まれている。こうした経済政策によって、1990 年代には安定した経済成長が生み出された。実質経済成長率は、1990～1996 年平均で 4.2% に、そして 1997 年には 5.7%に達した。1990 年代におけるエジプト経済の特徴は、民間部門の成長率が政府部門の成長率よりも高く、民間主導の経済成長となっている点である。しかも、民間部門では労働生産性が高く、同部門の産業構造に占める役割は益々大きくなっている。他方、政府部門には石油輸出収入やスエズ運河の収入などが含まれており、政府部門はエジプト経済において依然として大きな役割を果たしており、一種の混合経済的な様相を呈している。

エネルギー部門において ERSAP と経済開発 5 カ年計画とに共通する重要な問題点は、エジプト国内のエネルギー政策、特に価格政策である。エジプト政府は、エネルギー関連国庫補助を削減し、財政収支を改善する手段として、石油製品や天然ガスの国内価格を国際市場価格にまで引き上げること、また国内電力料金も発電・配電原価に見合った価格に設定し直すことを考えている。こうした政策は、直接的な経済効果に加えて、エネルギー価格の調整(引き上げ)による省エネルギー効果(エネルギー消費量の減少)が期待でき、さらには省エネルギーによる国内エネルギー消費の減少が原油並びに石油製品の輸出を増加させ、財政収支を改善できること、他方では、省エネルギーによって各種産業の競争力が強化されることが期待されている。

近年、エジプトのエネルギー事情は大きく変化している。原油生産の頭打ち、ガス田開発と天然ガスの利用拡大、新エネルギーの利用などとあいまって、これまでの原油・石油製品依存体質からエネルギーの多様化へと転換が進行している。より具体的に数値をみると、原油生産量は 1994/95 年度の 44.3 百万トン(石油換算)から、1997/98 年度には 40.1 百万トンに、そして 1998/99 年度には 39.3 百万トンに低下している。この主たる原因は、エジプトの原油生産の 80%を占める Suez 石油会社の生産量が低下していることによる。一方、天然ガスの生産は、1994/95 年度の 11.8 百万トンから 1997/98 年度には 16.2 百万トンと増加しており、天然ガスは今後のエネルギー供給において重要な役割を果たすものと考えられる。電力に関しては、BOOT(Build Own Operate & Transfer)による発電所の建設制度を導入し、民営化を前提とした外国資本での発電所の建設を推進している。また、新エネルギー分野では、試験的ではあるが風力発電が行われており、電力供給の新たな道を模索している。

1.1.2 調査の目的および目標

(1) 目的

本調査の目的は、エジプト国のエネルギー経済モデル(エネルギー政策の効果・影響等を評価する短期予測型シミュレーション・モデル)を開発するとともに、その構築、運用に関する技術移転を実施することにある。具体的には、様々な政策変数の影響分析が可能になるように、計量経済モデル手法と数理計画法を中心として、エネルギーおよび関連経済データの整備、エネルギーと経済との相互依存関係の分析、エネルギー需要予測とその最適化供給計画、エネルギー消費とその環境影響を評価するモデルを開発することにある。なお、調査対象地域は、「エジプト国のエネルギー経済モデル策定調査」の目的からして、エジプト国全域とする。

(2) 目標

1999年5月19日に署名された S/W および M/M によると、エジプト国カウンターパート(OEP)が求めている主な政策課題と分析項目は表 1.1.1 のように纏められる。したがって、現地調査・モデル開発については、こうした政策課題に答えるべく、以下のポイントに留意して行った。

統制型経済から市場経済への移行期にあるエジプトの産業構造の変化、エネルギー需給構造の変化の要因を分析し、その結果をモデルに反映させること。

経済の変革期におけるエネルギー価格の変動が産業と経済に及ぼす影響を定量的に分析して、政府の政策決定の判断に寄与できるようにモデルを構築すること。

エネルギーと環境に関する技術要因や政策がエネルギー部門や経済に及ぼす影響について分析すること。

産業・経済政策あるいは石油代替エネルギーの導入等に関するエネルギー政策がエネルギー需要に及ぼす影響を分析して、エネルギーのベスト・ミックスをモデルから出力できること。

表 1.1.1 主な政策課題と分析項目

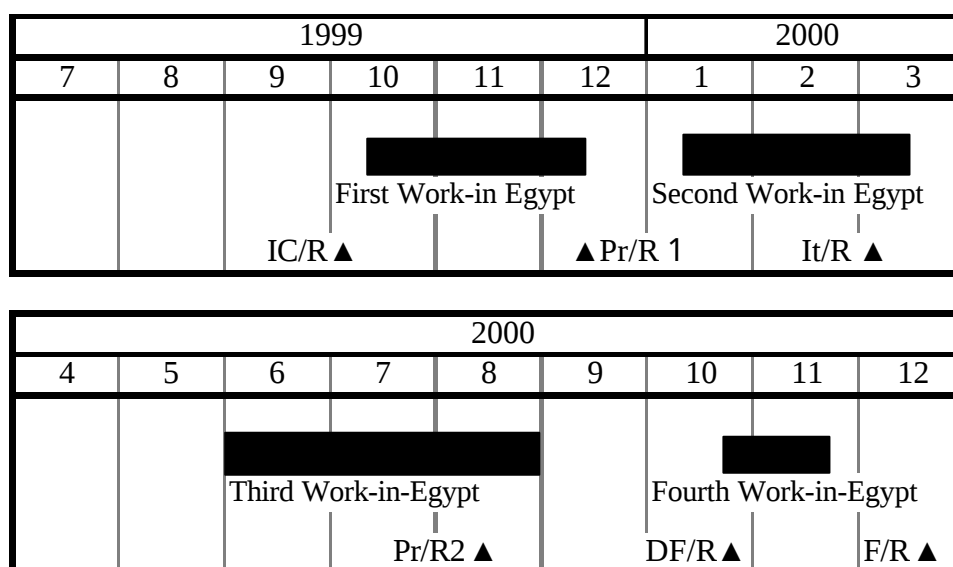
NO	政策課題	分析項目
1	エネルギー価格 政策問題	エネルギー価格の変動がエネルギー需要パターンと経済成長 (GDP)に及ぼす影響 原油価格の変動がエジプト経済に及ぼす影響 ERSAP 政策が国内エネルギー部門へ与える影響
2	エネルギー効率 省エネルギー、環 境問題	エネルギー生産・消費に関する技術的变化がエネルギー部門と エジプト経済に及ぼす影響 エネルギー政策とエネルギー効率との相関分析 エネルギー消費が大気汚染や地球環境等に及ぼす影響
3	エネルギー代替 政策問題	石油代替エネルギーの導入がエネルギーや社会・経済部門に及 ぼす影響

		天然ガスや特定石油製品に関する政府の政策がエネルギーや社会・経済部門に及ぼす影響 エネルギー・ミックスにおける新エネルギー・再生可能エネルギーの役割
4	エネルギー需要予測問題	経済・産業政策の変化がエネルギー需要に与える影響 生活用水を供給するに必要なエネルギー(淡水化プラントのエネルギー需要) 経済開発に最も有利なエネルギー・ミックスのあり方

1.2 調査スケジュールと現地調査の内容

本調査は、1999年10月から2000年12月までの15ヶ月間に亘る。図1.2.1に、エジプトにおける現地調査のスケジュールを示す。

図 1.2.1 調査スケジュール



(注) IC/R : Inception Report、 Pr/R1: Progress Report 1
 It/R : Interim Report、 Pr/R2: Progress Report 2
 DF/R: Draft Final Report、 F/R : Final Report

1.2.1 第1次現地調査

第1次現地作業(2ヶ月、10/17~12/15)の主な作業項目は、インセプション・レポートを説明し、カウンターパートとの協議により調査方針を確定した後、エネルギー政策の現状調査、エネルギー需給構造の現状分析、必要なデータの収集とデータベースの設計、各モデルの枠組みに関する基本設計などを行うことである。また、エネルギー・モデル開発に係わるツールおよび手法に関する教育セミナー(ワーク・ショップ)を開催した。

1) インセプション・レポートの説明および協議

インセプション・レポートをエジプト国側に提出し、その内容について説明、協議の上、結果を M/M としてまとめ、相互に内容を確認した。併せて技術移転計画を提示し、本件調査における技術移転の概要についてエジプト国側の理解を得た。

2) 調査に必要な資料収集

調査の実施、特にモデル開発をする上で、必要となる各種資料および情報を収集した。

3) 社会・経済・エネルギーに関する現状調査(その 1)

社会・経済・エネルギーに関する政策を把握するために、カウンターパートである OEP と協力して、関連政府機関や研究所および典型的な工場(発電所、製油所)等を訪問して、エジプト国の政策課題や最近のデータ・動向を調査した。訪問調査した機関を表 1.2.1 に示す。

表 1.2.1 訪問機関のリスト

No	Date	Visited Organizations and Institutions
1	Nov. 3	New and Renewable Energy Authority (NREA)
2	Nov. 7	General Organization for Industrialization (GOFI, Ministry of Industry)
3	Nov. 7	Egyptian General Petroleum Corporation (EGPC)
4	Nov. 8	Egyptian Environmental Affaires Agency (EEAA)
5	Nov. 9	The Cabinet Information and Decision Support Center (IDSC)
6	Nov. 9	Egyptian Electricity Authority (EEA)
7	Nov. 10	Central Agency for Public Mobilization and Statistics (CAPMAS)
8	Nov. 10	Ministry of Planning (MOP)
9	Nov. 11	Federation of Egyptian Industries (FEI)
10	Nov. 15	Shoubra El Khiena Power Plant (Cairo Electricity Company)
11	Nov. 18	Ameria Oil Refining Company (Alexandria)
12	Nov. 22	Tabbin Institute for Metallurgical Studies (Ministry of Industry)

4) モデル開発手法に関するワークショップの開催

モデル開発に関する予備知識と共通認識を得るために、講義資料を前もって準備して、1 週間ワークショップを開催した。ワークショップでは、モデル構築のツール、エネルギー経済の基礎、計量経済学の基礎を講義すると共に、エネルギー需要予測や供給計画に関する簡単なモデルを実際に作成する実技演習を行った。実際にコンピュータを使つての実技セミナーであり、このセミナーを通して、カウンターパートはモデル構築のイメージを実感することが出来たと理解している。表 1.2.2 にワークショップのスケジュールを示す。

表 1.2.2 第1次現地調査ワークショップのプログラム

Date	Time	Program
Oct. 31 (Sun)	9:00 –15:00	Introduction to Econometrics and Simple E.
Nov. 1 (Mon)	9:00 –15:00	Introduction to Macroeconomic Models
Nov. 2 (Tue)	9:00 –15:00	Introduction to Energy Economics
Nov. 3 (Wed)	9:00 –15:00	Introduction to Energy Demand Forecasting Model Building
Nov. 4 (Thu)	9:00 –15:00	Introduction to LP Methods and LP Model Building

5) 各種モデルの枠組みの検討

モデル開発手法に関するセミナー終了後、モデルの構造・枠組みに関する協議をおこなった。

6) プロGRESS・レポート 1 の説明および協議

PROGRESS・レポート 1 をエジプト国側に提出し、その内容について説明、協議の上、結果を M/M としてまとめ、相互に内容を確認した。

1.2.2 第2次現地調査

第2次現地作業(2ヶ月、1/15～3/14)では、モデルとデータベースの骨格を完成し、これまでの調査分析結果とモデルの基本構成をインテリム・レポートにまとめた。この間、データベース、エネルギー経済モデルの設計・開発を行うと共に、これに必要な社会・経済データの収集と分析、エネルギー需給構造分析に必要なデータ・情報の収集を引き続き行った。この期間の主な作業項目は、以下の通りである。

1) エジプト国の現状分析(その2)

エジプト国の経済とエネルギーに関する現状分析を行った。また、第1次調査で出来なかったエジプトの現状調査、前回の調査での継続案件、または、情報収集待ちとなっていた案件について、ここで検討、分析した。

2) 既存データベースの分析、検討および更新(その1)

まず、カウンターパートにおけるデータベースを調査し、データベース化すべき項目、年数、数値精度について検討し、データベースの構築を開始した。

3) モデルの開発(その1)

これまでに収集した資料や情報およびエジプト国の現状分析を基に、エジプト国に適したエネルギー経済モデル(マクロ経済モデル、エネルギー需要予測モデル、エネルギー供給計画モデル)の設計・開発を行った。

4) ワークショップの開催

表 1.2.3 に示したようなワークショップを開催して、技術移転に努めた。

表 1.2.3 第2次現地調査ワークショップのプログラム

Date	Time	Program
Feb. 9 (Wed)	10:00 –14:00	Energy Flow & Energy Balance 表 Concept of Macroeconomic Model
Feb. 10 (Thu)	10:00 –14:00	Results of Factor Analysis Framework of Energy Supply Planning Model
Feb. 21 (Mon)	10:00 –15:00	Practice of Macroeconomic Model
Feb. 22 (Tue)	10:00 –15:00	Practice of Macroeconomic Model Explanation of Energy Demand Forecasting Model
Feb. 23 (Wed)	10:00 –15:00	Explanation of Energy Supply Planning Model
Feb. 24 (Thu)	10:00 –11:30	Practice of Energy Demand Forecasting Model

5) インタリム・レポートの作成および協議

第2次現地調査の内容をインタリム・レポートに取りまとめ、協議の上、結果を M/M としてまとめ、相互に内容を確認した。

1.2.3 第3次現地調査

第3次現地調査(3ヶ月、6/5～9/2)においては、モデルの構築、モデルを使ったシミュレーション、モデルに関するマニュアルの作成、モデル開発およびオペレーションに係わる技術移転、プログレス・レポート2の作成などを行った。第3次現地調査の主な業務を列挙すると、以下の通りである。

1) 既存データベースの分析、検討および更新(その2)

第2次現地調査に引き続き、データベースの構築を行った。

2) モデルの開発(その2)

第2次現地調査に引き続き、エネルギー経済モデルの開発・試算を行い、エジプト国に適合しているかどうかを検証し、必要に応じてモデルを修正した。

3) 技術移転

技術移転計画に関する大枠には変更はないが、カウンターパートの要望(OEP と JICA 調査団との間で交わされた 2000 年 3 月 12 日付けの M/M)により、カリキュラムに基づいた講義・実習を、従来計画より具体的かつ集中的に行った。技術移転の内容については、個々のモデル特有の理論と概念、モデル構築のためのツールと方法論、エネルギー経済モデル構築の手法、エネルギー・データベースとデータベース開発ツール、モデル・メンテナンス、を含めている。環境影響評価モデルについては、地球温暖化ガスについてエジプト独自の排出係数を設定して、排出ガス量の推定を行った。

講義・実習による技術移転は、モデルごとに割り当てられたカウンターパートに対して、第3次調査期間の前半7週間を割り当てて徹底的に行った。

マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデルは、計量経済学的手法(ツール Simple E.)に基づいてモデル構築を行うので、マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデル担当のカウンターパートが両方に参加できるカリキュラム編成とした。エネルギー供給計画モデルは、数理計画法(ツール Large Scale LP)に基づいてモデル構築を行い、エネルギーの知識を必要とするので、エネルギー供給計画モデルとデータベース担当のカウンターパートを対象にカリキュラムを編成した(表 1.2.4 参照)。すなわち、講義・演習による技術移転は、2チームに対して並行して行った。

表 1.2.4 技術移転のためのカリキュラム

	Macroeconomic Model	Energy Demand Forecasting Model	Energy Supply Planning Model
1 st week	Simple-E	Code name Agriculture sector	Guidance Coal flow
2 nd week	Basic practice	Agriculture sector Industrial sector	Coal flow Gas flow
3 rd week	Basic study	Industrial sector Residential/Commercial	Gas flow
4 th week	Applied practice	Transportation sector Non-energy use	Total flow of energy system
5 th week	Test of model	Simulation Conversion sector	Total flow of energy system
6 th week	Simulation	Oil refining sector Electricity sector	Simulation Prices & cost
7 th week	Simulation	Total flow of model	Simulation

4) プログレス・レポート2の提出および協議

第3次現地調査の内容をプログレス・レポート2として取りまとめ、エジプト国側に提出し、その内容について説明、協議の上、結果を M/M としてまとめ、相互に内容を確認した。

5) モデルのマニュアル作成

モデル開発は、本プロジェクトの重要課題の一つであるが、同時にモデルの的確な運用のための技術移転も重要である。そのために、モデルの構造を記述したモデル・マニュアル、データ収集、モデル操作、モデル・メンテナンスを記述したオペレーション・マニュアルを提供した。

モデル・マニュアル

モデル・マニュアルはモデル内容の説明書で、内容は以下の項目を含む。

- a) マクロ経済モデル(エネルギー価格、マクロ経済、産業生産額の各モジュールを含む)
- b) エネルギー需要予測モデル
- c) エネルギー供給計画モデル
- d) 環境影響評価モデル

オペレーション・マニュアル

オペレーション・マニュアルはモデル・ツールを含むシステムの操作説明書で、内容は以下の項目を含む。

- a) Simple E. オペレーション・マニュアル
- b) Large Scale LP オペレーション・マニュアル
- c) データベース・オペレーション・マニュアル

1.2.4 第4次現地調査

第4次現地調査(1ヶ月、10/23~11/21)では、ドラフト・ファイナル・レポートを提出・協議すると同時に、技術移転セミナーを開催した。

1) ドラフト・ファイナル・レポートの提出、協議

ドラフト・ファイナル・レポートをエジプト国側に提出し、その内容について説明・協議の上、結果をM/Mとしてまとめ、相互に内容を確認した。

2) 技術移転セミナーの開催

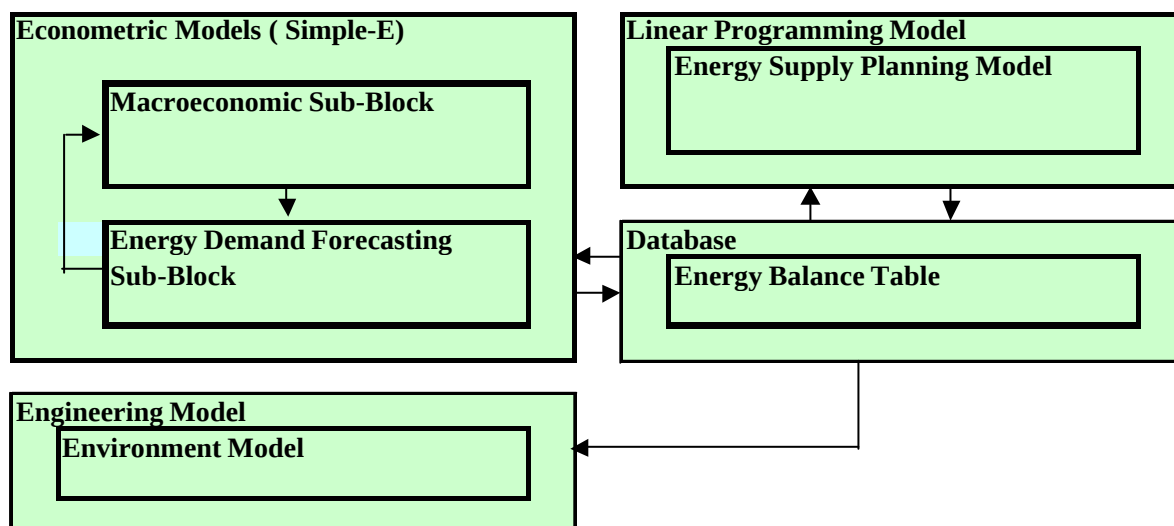
技術移転セミナーを実施し、エジプト国側のプロジェクト関係者に対して、最終的な技術移転を図ると共に、広くエジプト側関係者に本調査の成果を伝えた。

1.3 モデルの構成

図 1.3.1 にエネルギー経済モデルの構成を示す。モデル群は、計量経済学的ツールによって開発されるモデル(マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデル)と、数理計画法によって開発されるモデル(エネルギー供給計画モデル)とに大別される。モデル開発はモデル毎に並行して行われたが、マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデルはマクロ経済・エネルギー需要予測モデルとして一つのモデル体系とした。エネルギー供給計画モデルは、エネルギー供給システムの効率を評価する最適化モデルであり、目的関数や制約条件を入れるので、計量経済モデルとは別体系のモデルとなっている。環境影響評価モデルは、データベースを介在して、マクロ経済・エネルギー需要予測モデルとエネルギー供給計画モデルの両方にリンクしている。

マクロ経済・エネルギー需要予測モデルは、シナリオ別にマクロ経済活動水準やエネルギー需要をシミュレートし、エネルギー供給モデルは、そのエネルギー需要予測結果を受けて、エネルギー産業の設備能力等を制約条件とし、利益最大となるエネルギー・ミックスをシミュレートする。両モデルは独自に運用することが本来の目的に合うが、データベースを介在して同時に運用することが可能である。

図 1.3.1 モデル構成概念図



1.4 ステアリング・コミッテ－及び調査メンバー

(1) Steering Committee (in Alphabetical Order)

Dr. Hani Alnakeeb	Chairman, OEP
Eng. Ismail Karara	Deputy Chairman, EGPC.
Eng. Mahmoud Zanoun	NREA, Chairman
Prof. Mohamd Hassan	Professor, Electric Department, Cairo University
Mr. Moustafa Mohamd Ahmed	Undersecretary for S/W Department, CAPMAS
Mr. Reda Awadallah	First Undersecretary, Ministry of Planning
Mr. Sherif Abou El-nasr	First Undersecretary, Ministry of Electricity & Energy

(2) OEP Study Team

Mr. Adel Mahmoud	Environmental Model
Mr. Tawfik Faik	Energy Supply Planning Model
Mr. Osama Kamal El-Din	Macroeconomic Model
Mr. Alaa Abu Samra	Macroeconomic Model
Ms. Neveen Hassan Ahmed	Macroeconomic Model
Ms. Sohair El-Tahawy	Energy Demand Forecasting Model
Mr. Kamal Moussa	Energy Demand Forecasting Model
Mr. Ahmed Roshdy	Energy Demand Forecasting Model
Mr. Alaa Taima	Database (Energy Balance Table)
Mr. Mohamed Khafagy	Energy Supply Planning Model
Mr. Wahid Roshdy	Database (Energy Balance Table)
Ms. Amal Hussin	Environmental Model / Database
Ms. Heba Atef	Environmental Model
Ms. Amany Nagy	Database (Energy Balance Table)
Ms. Shrouk Abdel Hameed	Energy Supply Planning Model

(3) JICA Study Team

Dr. Atsushi Fukushima	Team Leader, Energy Demand Forecasting Model
Dr. Kaoru Yamaguchi	Macroeconomic Model
Mr. Tomoyuki Inoue	Energy Supply Planning Model
Mr. Yoshihiko Kaneda	Database (Energy Balance Table)
Mr. Toshiaki Yuasa	Environmental Model

第 2 章 転換期の経済とエネルギー需要

2.1 転換期の経済

2.1.1 概観

エジプトはアラブ諸国の中で人口は第 1 位、経済規模は第 2 位を占める。また、地理的にはスーダン、リビア、およびイスラエルに近接し、中東の中心に位置する。このため、伝統的にこの地域の主役を演じてきた。1952 年の革命以来、エジプト経済はいくつかの段階を経てきた。まずナセル大統領の指導下で、エジプトは国家主導の経済政策を追求した。スエズ運河の国有化とイスラエル、フランス、およびイギリスによる 1956 年 11 月の攻撃後、公共部門はさらに強化された。銀行業、保険、輸送、ユーティリティ、多くのホテル、デパート、および重要な貿易は国家の管理下におかれた。しかしながら、70 年代前半にナセル大統領の後を引き継いだサダト大統領の時代になると、国家政策は大きく転換した。すなわち、膨張した公共部門を減少させ、外国資本と地方投資を奨励するために門戸開放政策を開始した。この方向転換により民間部門の役割は増加したものの、依然として公共部門は、経済の中では、中心的役割を演じるという状況が維持されてきた。したがって、1981 年に、ホスニ・ムバラクが大統領に就任した時は、公共部門への依存からくる慢性的経済問題は、未解決のまま、国際原油価格が低迷するにつれ問題はより深刻になり、1987 年には経済構造改革プログラムを打ち出した。

図 2.1.1 は GDP 構成要素の観点からみた経済成長率への寄与率を示す。70 年代半ばから 80 年代前半までの高原油価格の時期は、強い消費と強い投資で特徴付けることができる。輸入と政府消費支出は毎年大きく変動している。80 年代央に、国際原油価格が急落して以来、1993 年までは、投資の減少と弱い政府消費支出の低迷が見て取れる。

図 2.1.1 経済成長率への GDP 構成要素別寄与

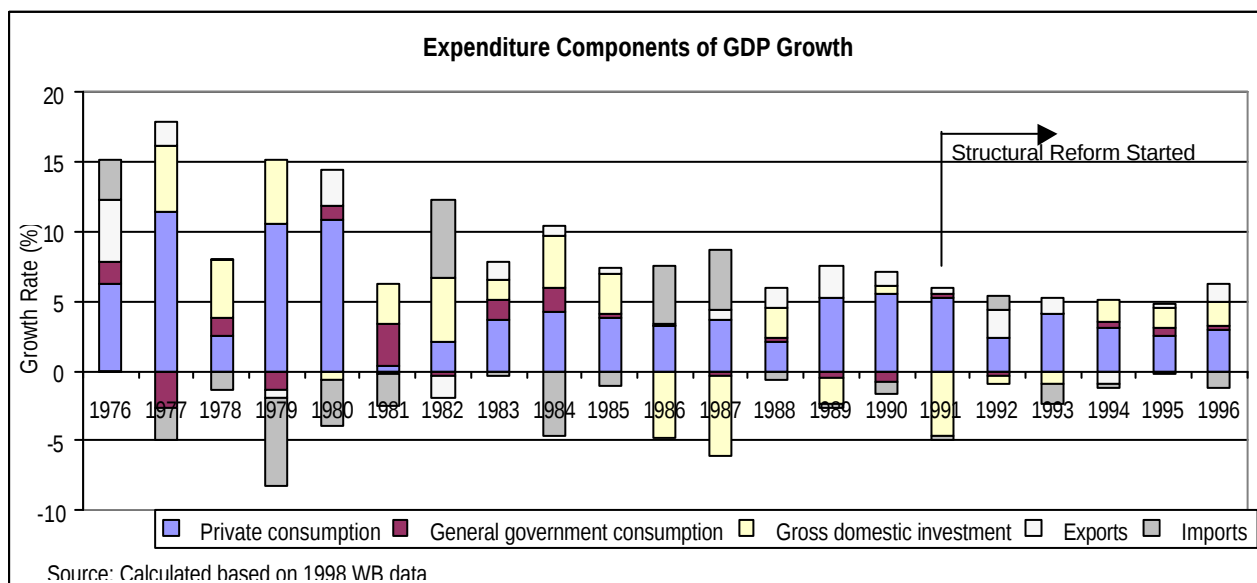
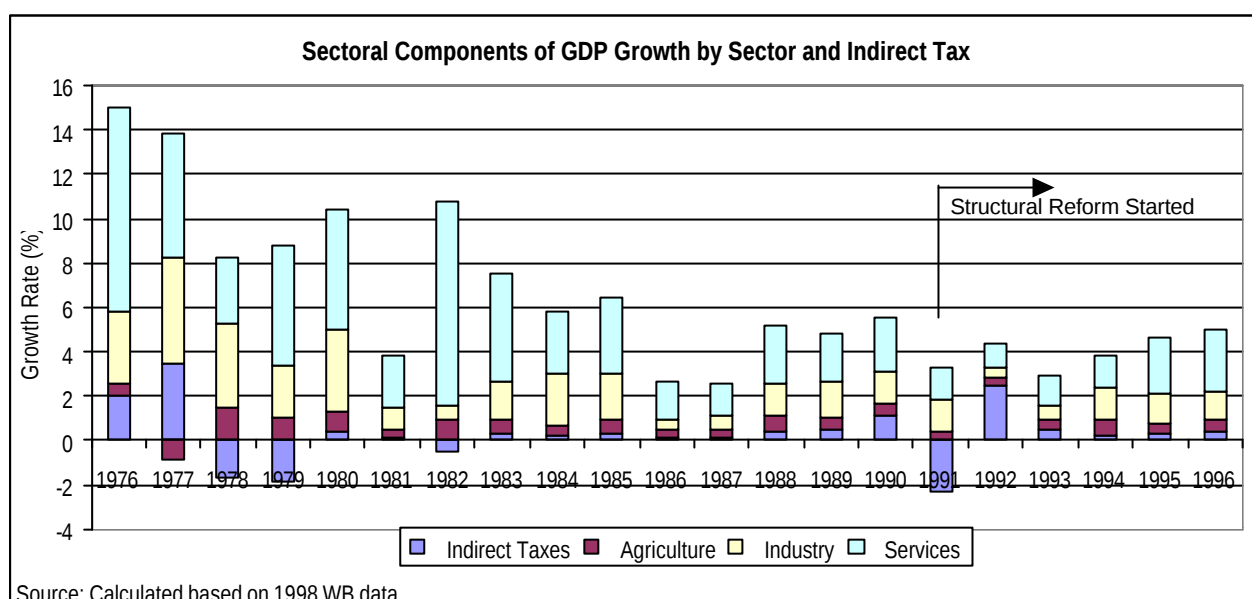


図 2.1.2 は経済成長率への部門別寄与率を示す。グラフ全体の期間を通して、農業部門に比べ、サービス部門と工業部門の寄与が顕著である。しかしながら、サービス部門と工業部門の寄与は 80 年代前半から縮小し始め、原油価格の崩落直後の 1987 年には最低になった。なお、政府予算の赤字を減少させるために 1991 年に導入された消費税の影響で、1991 年の間接税はマイナスに寄与し、1992 年はプラスにしている。1993 年以降は徐々に安定成長に戻ってきている。

図 2.1.2 GDP 成長率への部門別寄与



構造改革は 1991 年に開始されたが、最初に、国家財政委員会は、外国為替への管理をほとんど廃止し、為替レートを統一した。さらに消費税を導入、財政赤字を減少させた上、金利に対する制約を外し、国債による財政赤字の補填を始めた。こうして、1993 年以降の安定成長が実現してきている。

特に、厳しい財政政策の効果には著しいものがあった。厳しい財政政策の結果、エジプトは 1990 年にインフレーションを 25%からおよそ 7%まで減少させた。財政赤字は 1990/1991 年度の GDP の 17%から 1997/98 年度には GDP の 1%まで減少した。さらに、医薬品、砂糖、食用油などの商品を除いて、工業製品の上の価格統制が解かれた。エネルギー価格は現在では国際的なレベルのほぼ 88%に達している。

さらに、国際通貨基金(IMF)と世界銀行のプログラムによって銀行と資本市場の自由化、活性化が促進された。1993 年には、IMF の "Extended Fund Facility Agreement" とともに民営化を強調する構造改革のフェーズ II が始まった。1996 年には新しい内閣の創設に続いて構造改革のフェーズ III に入ると、その焦点はエジプトでの投資環境の改良により民間部門のビジネスの活性化を図り、エジプトの国際競争力、特に輸出競争力を改善することにおかれるようになった。

2.1.2 経済構造の特性と改革の要素

(1) 経済構造の特性

エジプト経済は 90 年代前半までは、国家主導と大きな公共部門によって特徴付けられる。原油価格が高かった時期には、国家は成長に必要な投資収入を得ることができた。しかしながら、公共部門の肥大化、財政赤字、貿易赤字および高い失業率は、経済の慢性的問題であった。最近のエジプト経済の状況を見ると、構造改革のプログラムはこれらの問題を多少なりとも改善してきていると評価できる。

図 2.1.3 は徐々に進んでいる民営化の進捗を示す。図 2.1.4 は慢性的貿易赤字を示す。80 年代と比較すると、貿易赤字は徐々に改善されている。図 2.1.5 はセクター別民間部門のシェアを示す。石油、電気、スエズ運河、金融、および保険等の民間部門のシェアは、まだ半分未満である。

図 2.1.3 民営化の進捗

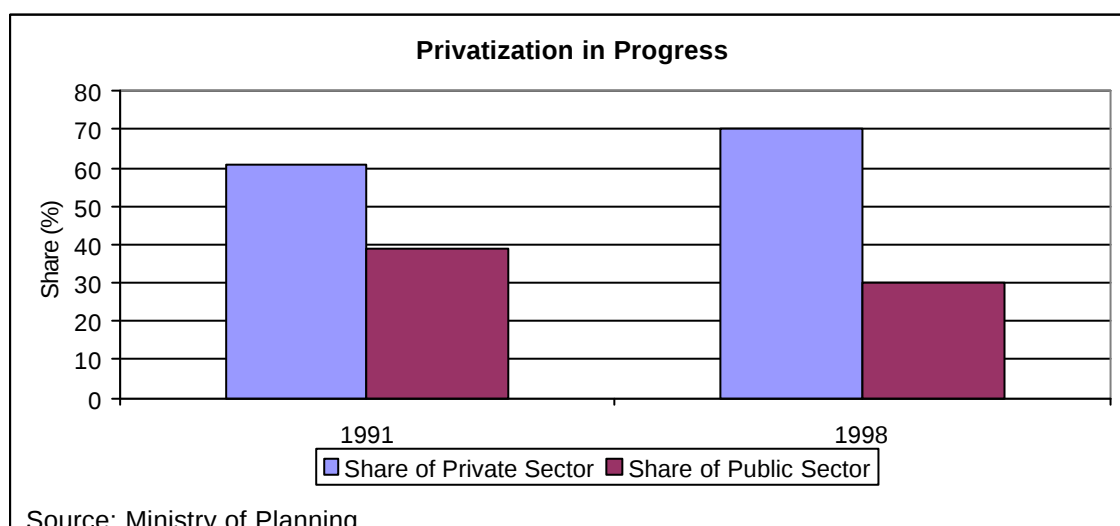


図 2.1.4 慢性的貿易赤字

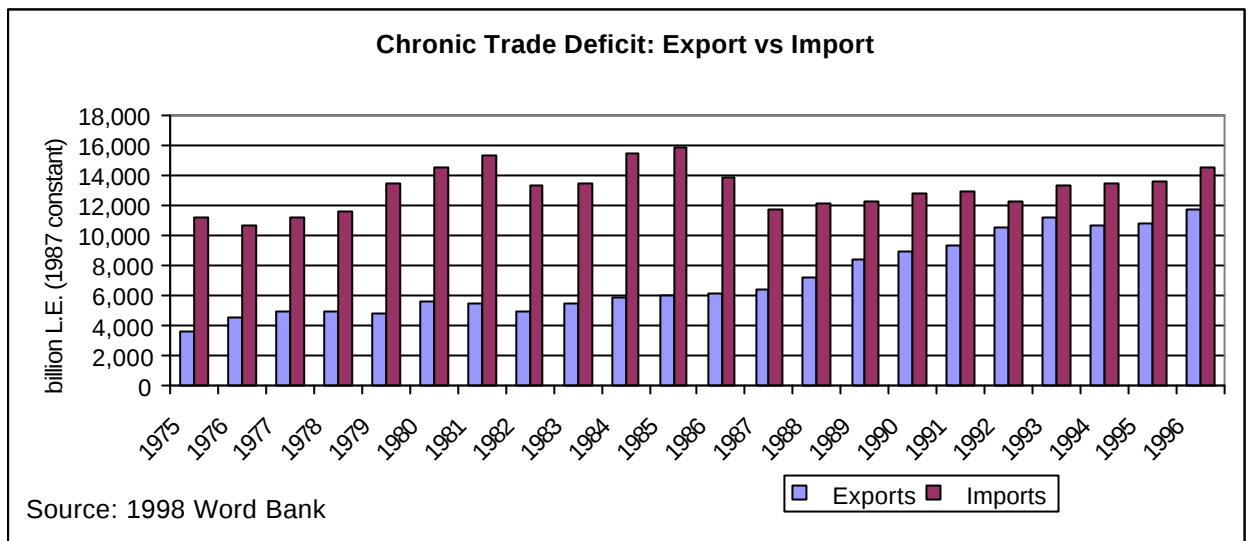
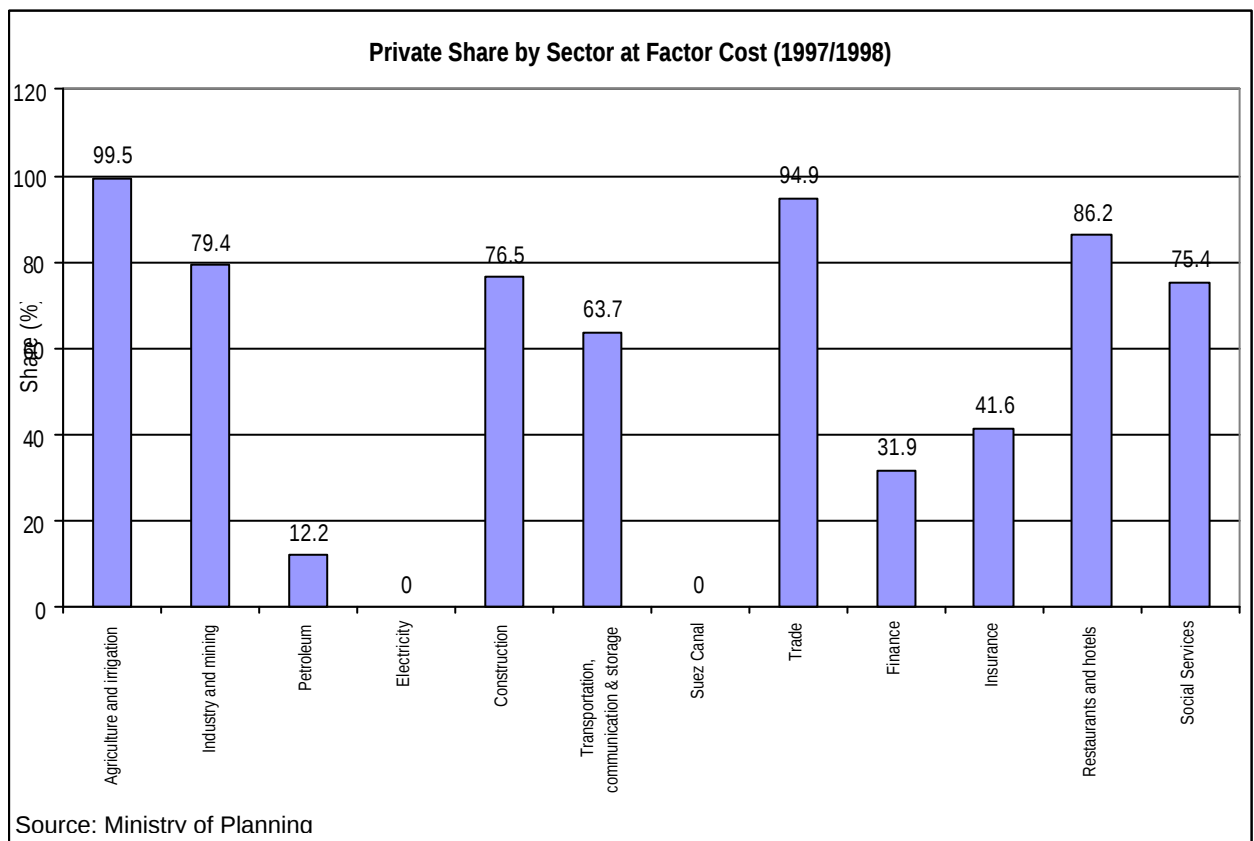


図 2.1.5 部門別民間部門のシェア



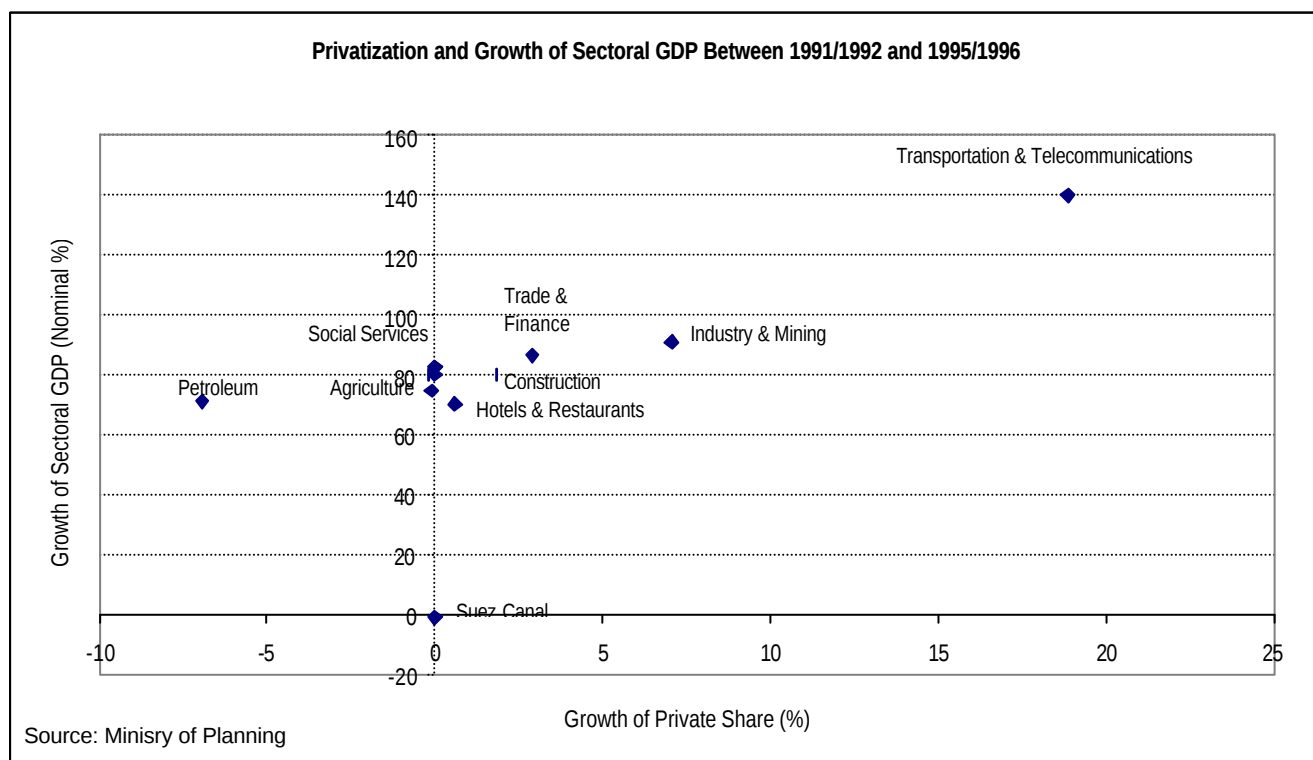
(2) 経済構造改革の要素

エジプトの経済構造改革の主要な要素としては、以下の 1) 民営化、2) 為替レート・金融改革、3) 価格・税政策の改革および 4) 負債の減少があげられる。

1) 民営化

1993 年に、314 の公共部門企業が 17 の持株会社に組織化された(持株会社は会社の資産を販売するか、賃貸するか、または株式化を行ない、その株式を販売するのが許可されている)。政府見積りによると、国有企業の資産は LE900 億(270 億ドル)に達する。エジプトの国有企業の民営化は経済構造改革の中核である。図 2.1.6 は、部門別経済成長率と民間部門シェアを示す。民営化のより早く進んでいる部門が、より速い成長を示しているのが全体として見て取れる。

図 2.1.6 部門別 GDP 成長率と民間部門のシェア



2) 為替レート・金融改革

1991 年 11 月に、為替レートを一本化、US ドル連動の変動相場制に移行、為替市場への介入は中央銀行のみとした。また、高金利政策と安定した為替レートによって外国資本流入が促進された。1996 年 6 月には外国投資を奨励、銀行の競争力を高めるための法案、すなわち、外国との合併銀行における外資のシェアを、49 パーセントまで許容する銀行業法が議会を通過した 1996 年 7 月には、エジプトの国外に住んでいる外国人所有によるエジプト国内不動産の売却金額に対する 5 年間国外持ち出し制限を撤廃した。

3) 価格・税政策の改革

エジプトの政府は、医薬品、タバコ、砂糖、食用油を除き、ほとんどの価格統制を撤廃した。それでもまだパンの消費に対しては助成金を支給し、過剰消費をもたらしている。また、エネルギー、輸送および水の価格は、当分の間、価格統制の完全撤廃はないとされている。この結果、前述したように、国内の石油製品価格の上昇は国際価格のおよそ 88 パーセントに達し、電気料金も長期限界生産コストの 77 パーセントにまで上昇した(Ministry of Planning)。

エジプトは 1991 年 5 月に一般的な消費税(GST)を提起したが、政府は社会不安を引き起こすことを恐れ、完全な付加価値税にすることができなかった。その結果、輸入業者とメーカーだけに適用されている。その他、所得税率を全体に低下させ、税レート構造を簡素化、税体系の整理を行った。

4) 負債の減少

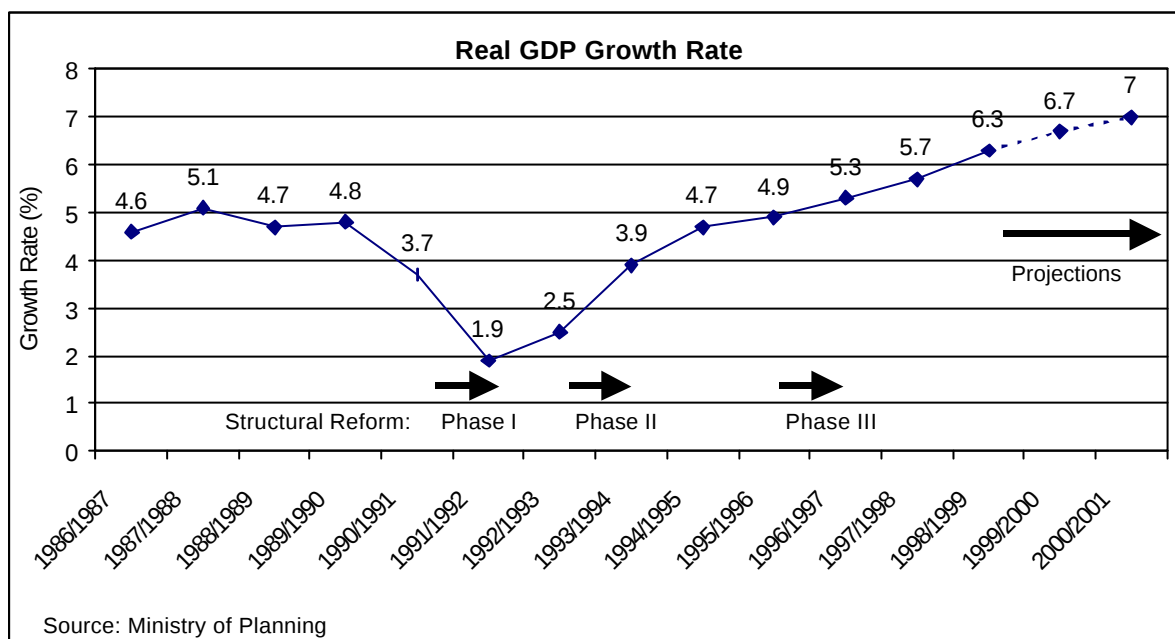
パリクラブの債権者は、1991 年前半にエジプトの純負債額を半分に減額することに同意した。ほぼ同時に、合衆国は湾岸戦争へのエジプトの貢献への感謝として、68 億ドルにのぼるエジプト軍の合衆国への負債を免除した。その結果、エジプトの中期、長期の対外負債が減少した。これによって、財政赤字を劇的に減少させ、経済の安定と貯蓄の向上をもたらした。

これらの改革の成果は他の経済指標にも現れている。すなわち、インフレーションは 1991/92 年度の 21%に対し、1996/97 年度には 6.4%にまで下がった。外貨準備高と銀行預金は増加し、国家財政赤字は 1990/91 年度の GNP の 17%から 1996/97 年には GNP の 1%未満まで低下した。

2.1.3 エジプト経済の現況と将来への課題

MOP(計画庁)によれば、30%から50%にも達するかもしれない非公式セクター(闇市場)を除けば、実質 GDP 成長率は1996/97年度の5.3%から1997/98年度には5.7%にまで上昇した。1998/1999年度には6.3%、それ以後も順調に上昇するように見積もられている(図2.1.7参照)。

図 2.1.7 実質経済成長率と見通し



これら最近の経済成長は、経済構造改革によるところが大きい。上図2.1.7に示されるように、1991年に始まるフェーズⅠでは、経済成長率は徐々に高まり、1993年以降のフェーズⅡでは、国家財政収支が改善され、民営化に焦点が移されて来ている。1996年10月以降の改革はフェーズⅢに入る。その目的は、前述したように、外資導入による国内企業の競争力の強化である。その政策は、貿易の民営化と自由化による安定性と構造改革の拡大を目標とし、さらに、物価上昇率をおさえ、失業を減少させることを目指している。

エジプト国将来の繁栄のためのガイドラインとして、エジプトの政府は「Egypt & 21st Century」を作成し、その中で開発戦略概要(Development Strategy Outline)として、将来戦略をまとめている(開発戦略概要参照)。

開発戦略概要

(“Development Strategy Outline”, Egypt & 21st Century から訳出)

経済の安定化段階が成功したことは、エジプト経済にとってまさに突破口となった。古い行政的・立法的インフラの規制緩和、経済の再構築が行われ、1982年から1997年に至る3期連続5カ年計画の下で、マクロ経済指標が大きく改善されるまで、エジプトが実際に自由市場のルールに従って運営される輸出指向型の経済に移行していくとは考えられなかった。

この過去15年間に達成された準備段階を基に、次のような野心的計画が立てられている。

- 1) 労働市場における新規参入者を受け入れる雇用機会の創出
- 2) エジプトと世界経済との交流と相互作用チャンネルの提供
- 3) 政府と民間企業の相互の信頼と理解に基づいた協調関係の樹立
- 4) 国際的品質に適合し、厳しい競争条件の中でも新市場に参入できるエジプト商品の提供

2017年までの20年間をカバーする4期連続5カ年計画の期間中に、これらを段階的に実現していくためには、そのための必要な条件が、完全に満たされることが重要である。これらの計画では、開発戦略を通じて、次のような一連の目標を達成することが求められている。これらの戦略はエジプトの投資地図に反映されており、その際、様々な経済的・社会的基準が考慮されている。この投資地図では、エジプトの有望地域における利用可能な潜在的資源を考慮し、物的開発の様々な要素を最大限効率的に利用することが求められている。それはまた、新規地域の発展と結びつけて人口を再配置することが求められている。

その目標は次のとおりである。

- 1) 開発の範囲をエジプト全土に広げる。峡谷(国土の最大でも5.5%しか占めない)以外の場所に居住している何百万のエジプト人のために資源を開発し、開発の機会を提供する。こうして、居住地域を25%に拡大する。次の20年間は、こうした拡大の重要な時期となる。天然資源の豊富な地域を開発し、徐々に利用を拡大させる。人口を長期的に、これらの地域に移動する。
- 2) 過去に蓄積された国家資産に基づいて、経済成長率を、過去15年間の実質経済成長率4.8%から第4次5カ年計画(1997-2002)では6.8%へ、その後2017年までの5カ年計画では7.6%へ引き上げる。
- 3) 10年毎にGNPを2倍にし、2017年には現在の4倍にする。また、一人あたりGNPを現在の約LE4270から2017年には約LE13750へ引き上げる。

4) 開発を促進して、貿易赤字を解消させるため、貿易赤字改善は、第 4 次 5 カ年計画から始め、五カ年計画の最終年に均衡させ、第 6 次 5 カ年計画中に黒字を発生させ、第 7 次 5 カ年計画期には大幅な黒字とする。将来の各計画期間を通じて国際収支を均衡させる。

5) 柔軟な一連の経済、金融、通貨政策を採用し、経済成長が大きくてもインフレが 5%を超えないように抑える。安定経済の中で財政黒字を継続的に生み出し、財政均衡を達成する。安定経済の下で、市場メカニズムにより外国通貨に対するエジプト通貨を安定させる。

6) 約 550,000 人の雇用創出。人口の自然増加に対応するため、第 4 次 5 カ年計画の最終年には失業者を限りなくゼロにする。

これらの目標を達成するためには、次の 20 年間に年平均で少なくとも LE1,000 億の投資が必要である。GNP の少なくとも 25%がこうした投資需要を満たすために必要となる。

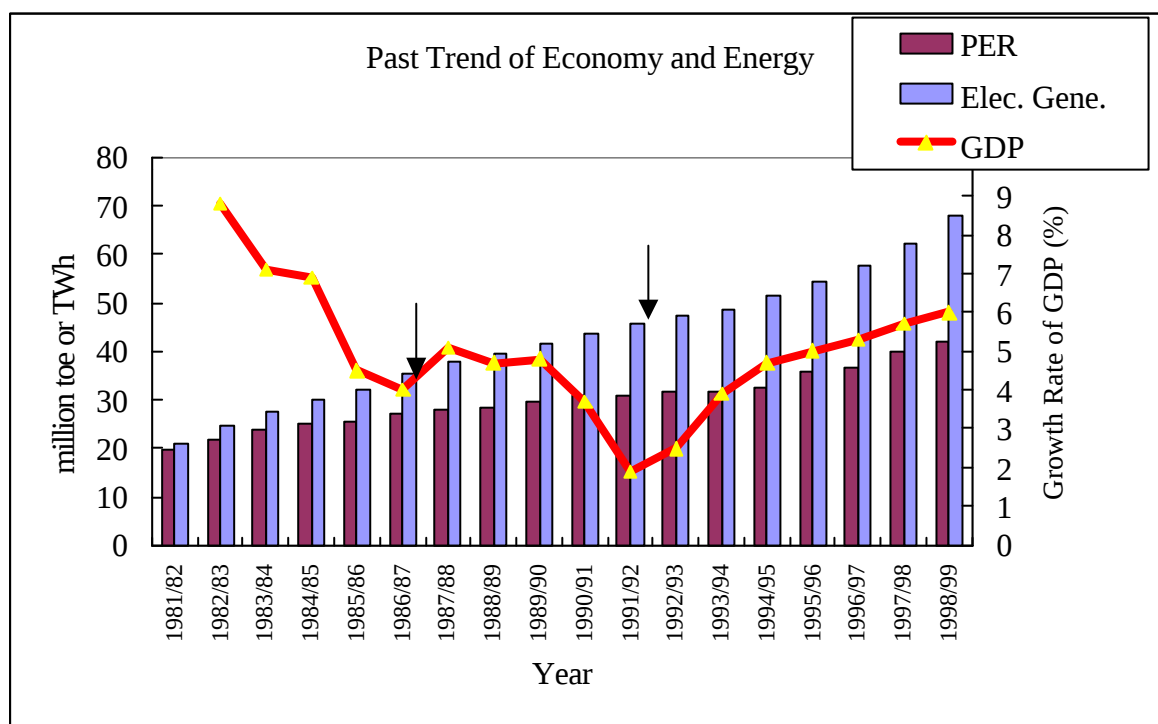
2.2 経済とエネルギー需給の転換点

2.2.1 エネルギーと経済との関係

(1) GDP

図 2.2.1 にエジプト経済とエネルギーの過去のマクロ・トレンドを示す。同図において、折れ線グラフは GDP 伸び率(%)を、棒グラフは一次エネルギー供給(PER, million toe)と発電量 (Elec. Gene., TWh)を示す。GDP トrendを見てみると、1986/87 年度と 1991/92 年度の二つの転換点を見付けることが出来る。1991/92 年度は新経済政策 ERSAP(Economic Reform and Structural Adjustment Program)を発表した年である。

図 2.2.1 エネルギーと経済のトレンド



(2) エネルギー需給

図 2.2.2 に一次エネルギー国内供給 (PER)、発電量 (Elec. Gene.) と電力消費量 (Elec. Cons.) の年平均伸び率(%)のトレンドを示す。これらと GDP 成長率の変化とを対応させると、転換点が二年ほど遅れて見受けられる。すなわち、1988/89 と 1993/94 年度である。これらの年度は、モデル構築時の回帰分析の開始年度として、しばしば用いられる。

表 2.2.1 は、期間 1981/82 ~ 1986/87、1986/87 ~ 1991/92 と 1991/92 ~ 1998/99 間の GDP とエネルギー需給の年平均伸び率を示す。同表には、また対 GDP 弾性値も示してある。一般的

にいえば、期間 1981/82～1986/87 はエネルギー過剰消費型、次の 1986/87～1991/92 は調整期間、そして 1991/92 以降がエネルギー需要回復期と言えよう。なお、電力の対 GDP 弾性値は年と共に改善基調にある。

図 2.2.2 一次エネルギーと電力需要の年平均伸び率

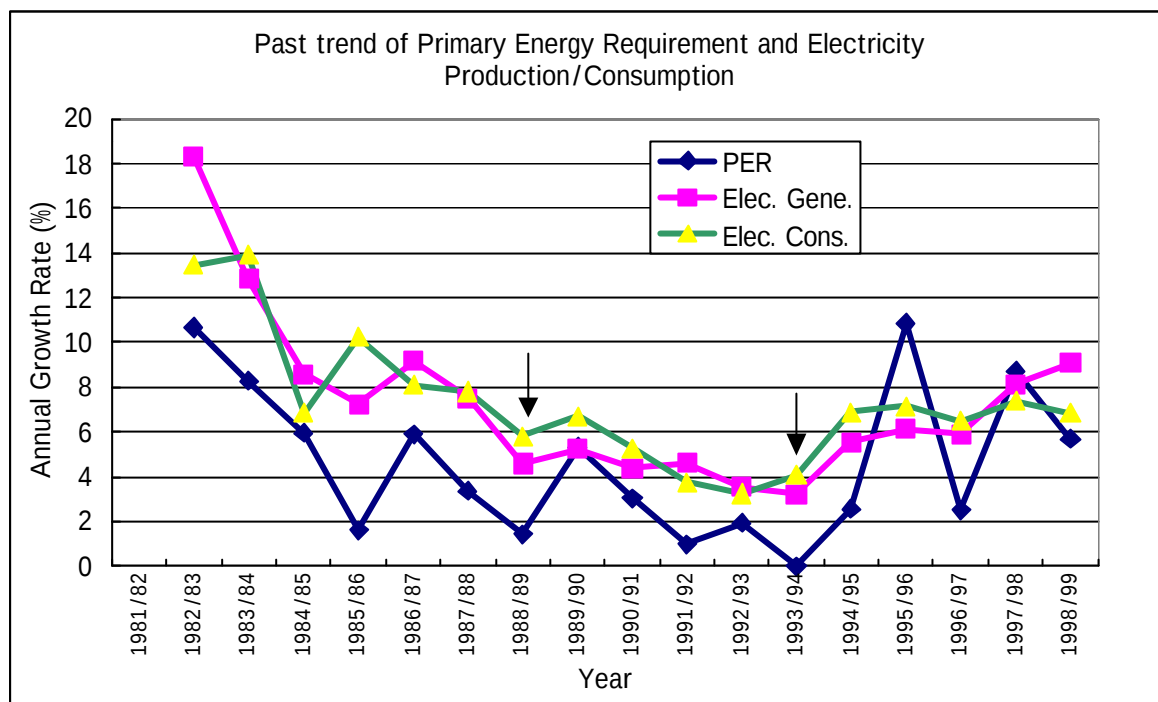


表 2.2.1 対 GDP 弾性値

	1981/82-86/87	1986/87-91/92	1991/91-98/99
Growth rate (%)			
GDP	6.24	4.03	4.72
Primary Energy Requirement (PER)	6.43	2.81	4.54
Final Energy Consumption (FEC)	7.21	2.30	4.63
Electricity Generation	11.15	5.26	5.91
Electricity Consumption	10.46	5.86	5.99
Elasticity to GDP			
Primary Energy Requirement (PER)	1.03	0.70	0.96
Final Energy Consumption (FEC)	1.15	0.57	0.98
Electricity Generation	1.79	1.30	1.25
Electricity Consumption	1.68	1.45	1.27

2.2.2 国内エネルギー価格のトレンド

1988/89 年度以前には、国内エネルギー価格は低く抑えられて、コスト割れを補助金で補っていた。その後、市場経済へ向けた新エネルギー政策によって、1988/89 から 1993/94 年度にかけて、エネルギー価格を上昇させた。

(1) 名目価格

図 2.2.3 は部門別電力価格の推移を示す。同図の折れ線は、上から商業部門、政府・公共部門、産業部門、農業部門、家庭部門を示している。商業部門の電力価格は 1986/87 年度には 4.56 PT/kWh(1LE = 100PT)であったが、1993/94 年度に 28.89 PT/kWh に上昇した(6.3 倍)。同時期において、産業用電力は 2.16 PT/kWh(1986/87)から 13.27 PT/kWh(1993/94)と 6.1 倍の上昇、農業用は 2.2 PT/kWh から 11.46 PT/kWh(5.1 倍)、家庭用は 2.41 PT/kWh から 8.39PT/kWh(3.5 倍)、政府・公共部門用は 3.36 PT/kWh から 22.55 PT/kWh(6.7 倍)へと上昇した。

図 2.2.4 に燃料価格の推移を示す。同図中の折れ線は、上からガソリン、灯油、軽油、LPG、天然ガス、重油を示している。灯油と軽油、また天然ガスと重油の価格はほぼ同様な傾向を示している。ガソリン価格は 1986/87 年度では 355 LE/toe であったが、1993/94 年度には 1305 LE/toe に上昇した(3.7 倍)。同期間中に、灯油は 37.8 LE/toe から 504 LE/toe(13.3 倍)へ、軽油は 36 LE/toe から 504 LE/toe(14 倍)、重油は 7.5 LE/toe から 130 LE/toe (17.3 倍)へ、LPG は 52 LE/toe から 200 LE/toe(3.8 倍)へ、そして天然ガスは 8.7 LE/toe から 152 LE/toe(17.5 倍)へと、それぞれ上昇した。

図 2.2.3 電気料金の推移(名目)

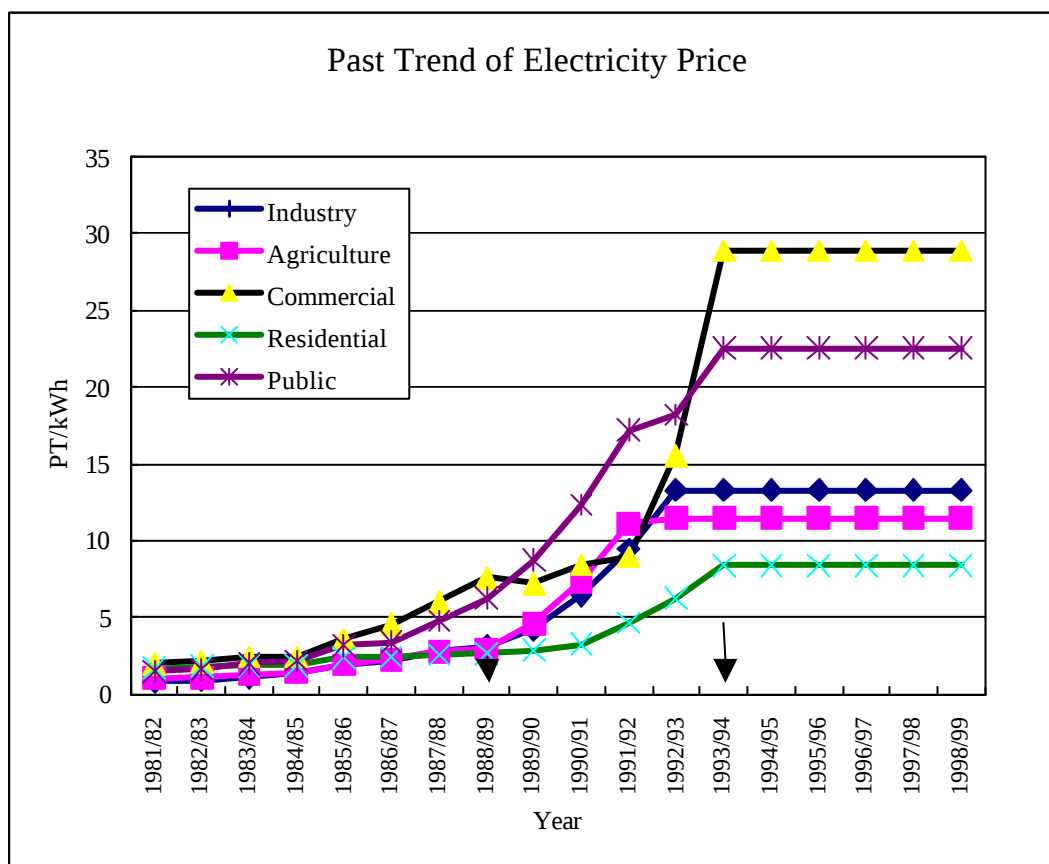
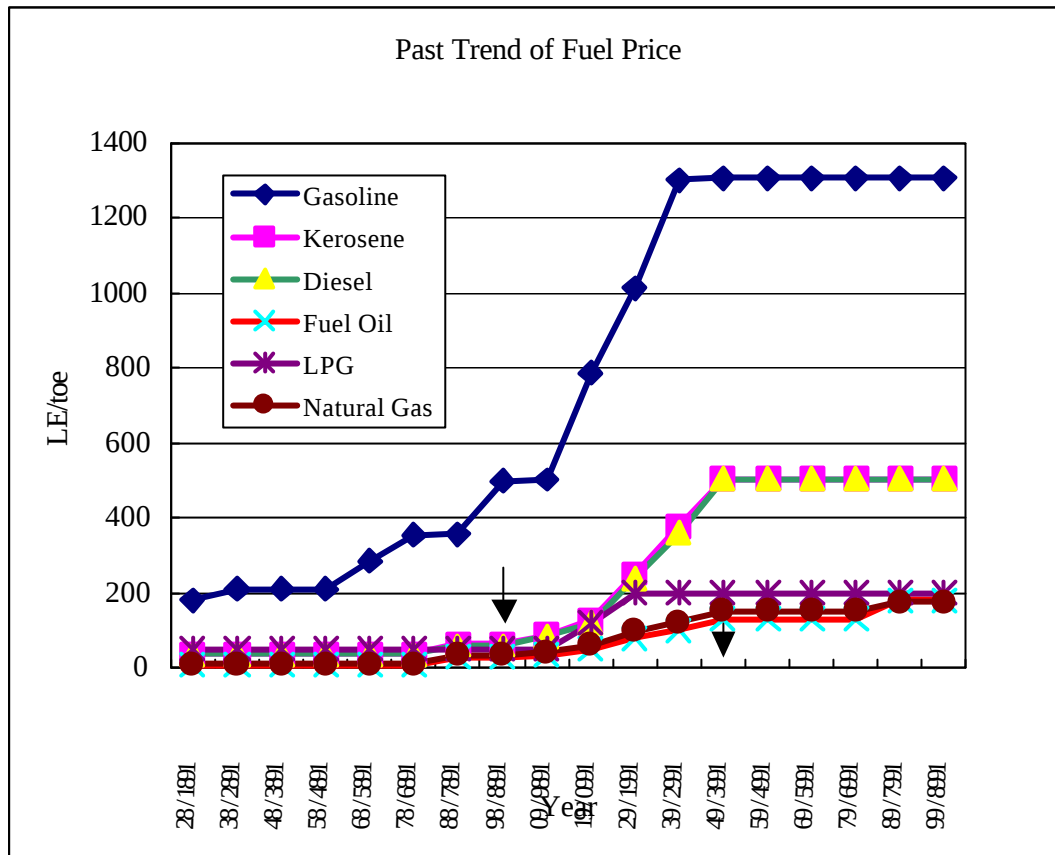


図 2.2.4 燃料価格の推移(名目)



(2) 実質価格

1988/89 ~ 1993/94 の期間中にエネルギー価格が上昇したが、卸売物価指標(WPI)も 1.9 倍 (43.1 から 82.3)に、消費者物価指標(CPI)は 2.1 倍(37.1 から 77.2)になった。図 2.2.5 は WPI と CPI の推移を示す。両者とも 1996/97 値が 100。両者はほぼ同様の傾向を示し、1986/87 から 1993/94 年度の期間中の年平均伸び率は、それぞれ 17 %(WPI)と 16 %(CPI)であった。その後、1993/94 ~ 1997/98 年度の年平均伸び率は 5 %(WPI)と 7 %(CPI)である。したがって、電力や燃料の相対価格(実質価格)は、図 2.2.6 と図 2.2.7 に示したような推移となる。

図 2.2.5 卸売物価指数(WPI)と消費者物価指数(CPI)の推移

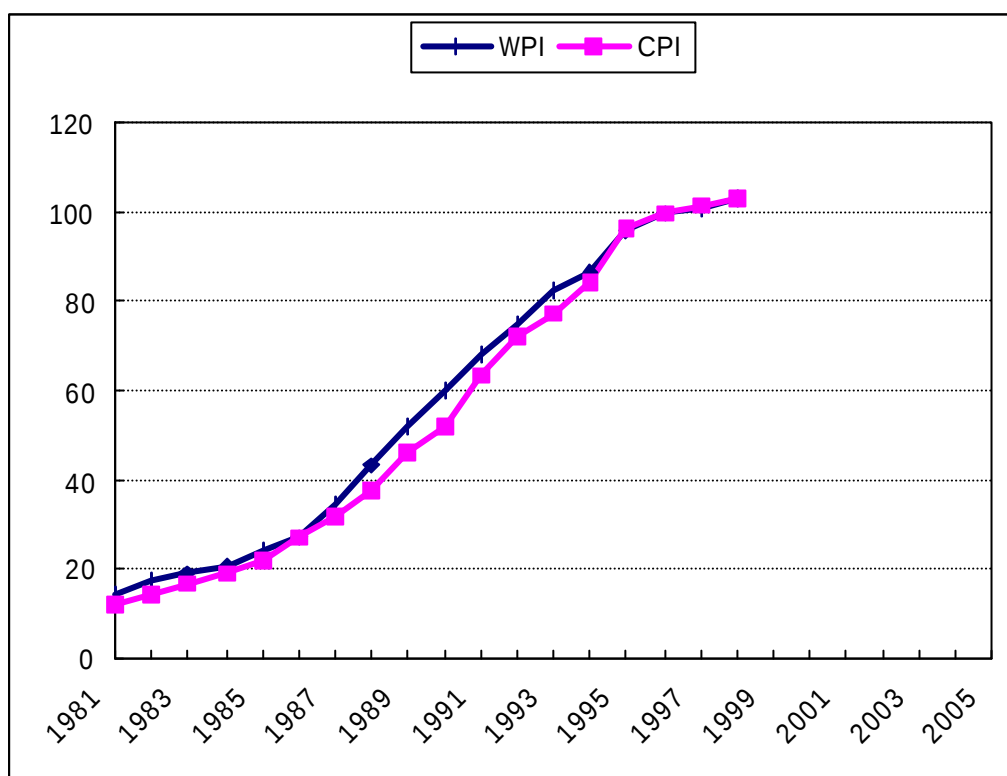


図 2.2.6 電気料金の推移(実質)

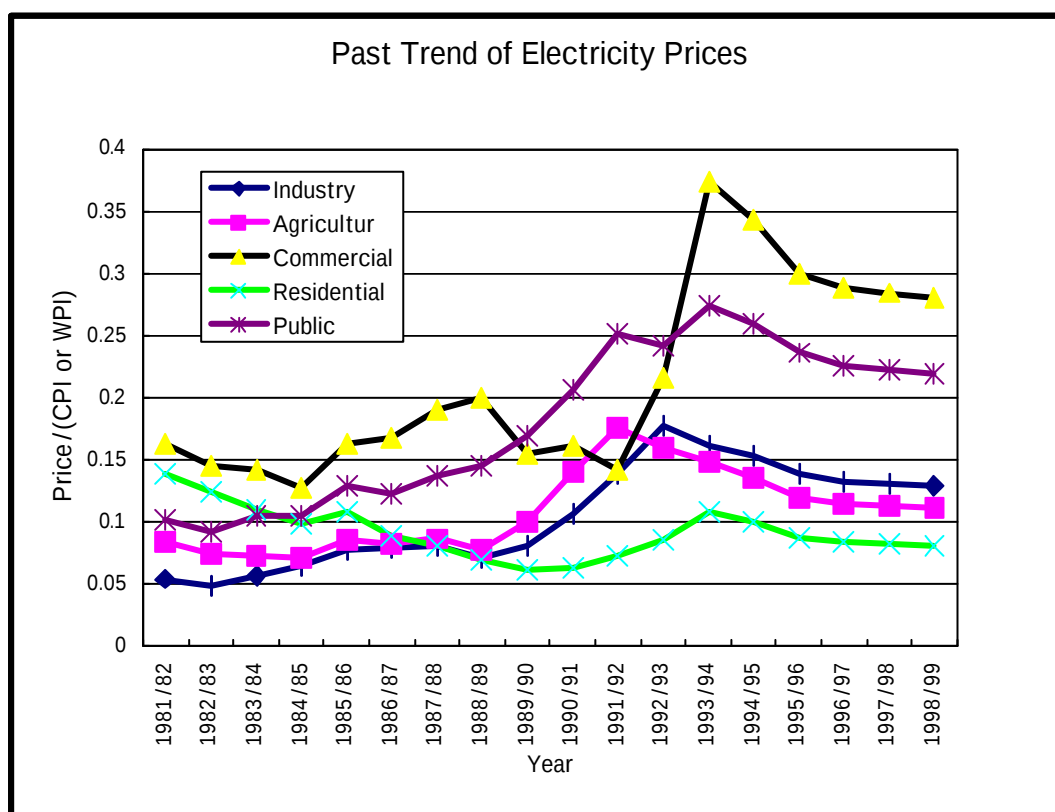
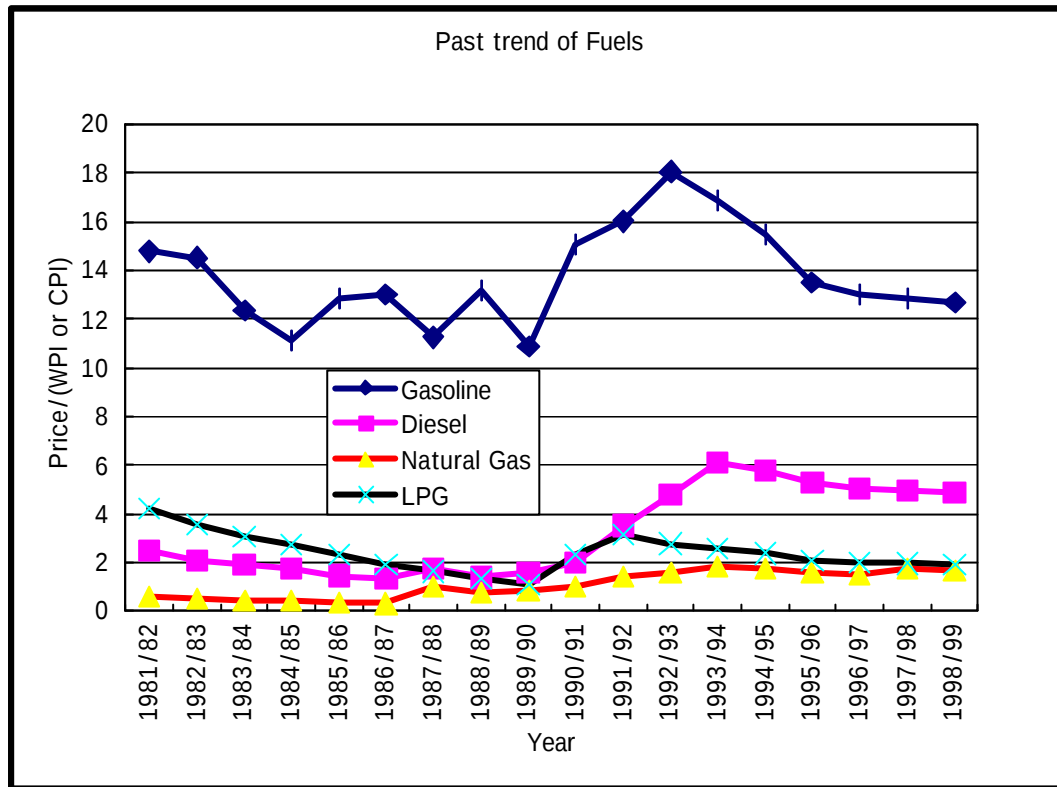


図 2.2.7 燃料価格の推移(実質)



2.2.3 要因分析

(1) エネルギー需要の増加要因

一次エネルギー国内総需要(Primary Energy Requirement)を三つの要因、すなわち、対 GDP 原単位、経済水準(GDP per capita)、人口要因に、分けて分析してみる。対 GDP 原単位は、単位生産量(あるいは付加価値)当たりのエネルギー消費量を意味する。同原単位の減少傾向は生産性の向上あるいはエネルギー効率の向上をマクロ的に意味する。分析に使った式は以下の通りである。

基本式 $E = I \cdot G \cdot P$ ($E = (E/GDP) \cdot (GDP/P) \cdot P$)

E =エネルギー消費量

$I=E/GDP$ (エネルギー原単位要因)

$G=GDP/capita$ (経済成長要因)

P =人口 (人口増加要因)

ここで、

$$dE = dI \cdot (E/I) + dG \cdot (E/G) + dP \cdot (E/P)$$

dE エネルギー消費の増分

$dI \cdot (E/I)$ 原単位変化によるエネルギー消費の増減

$dG^*(E/G)$ 経済成長によるエネルギー消費量の増加

$dP^*(E/P)$ 人口増加によるエネルギー消費量の増加

上式は、解析時においては下式と同様である。

$$E = I^*(E/I) + G^*(E/G) + P^*(E/P) + \text{Residual}$$

$$E = I^*G^*P + I^*G^*P + I^*G^*P + \text{Residual}$$

図 2.2.8 は各要因の一次エネルギー消費増減への寄与の推移を示す。同図からは大きな要因変化を見て取ることは難しいが、原単位は、1994/95 以降減少傾向にある。図 2.2.9 もまた各要因の一次エネルギー消費増減への寄与を示すが、期間を 1981/81 ~ 1988/1989、1988/89 ~ 1993/94、1993/94 ~ 1998/99 の 3 期間に分けて分析してある。同図から、原単位の改善が最近 5 ヶ年間において多少見られることが分る。他方、電力部門においては各期間とも原単位の改善が見受けられる(図 2.2.10 参照)。

図 2.2.8 一次エネルギー需要の増加要因

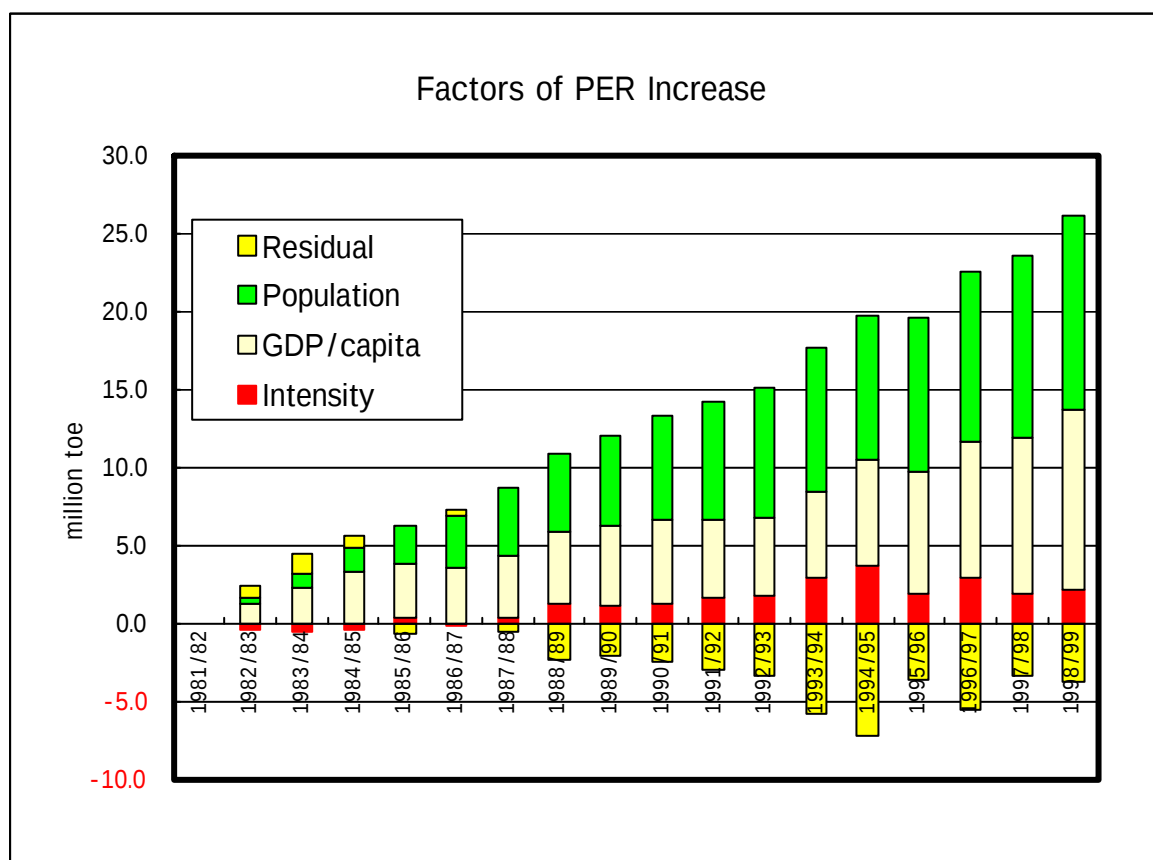


図 2.2.9 期間別一次エネルギー需要の増加要因

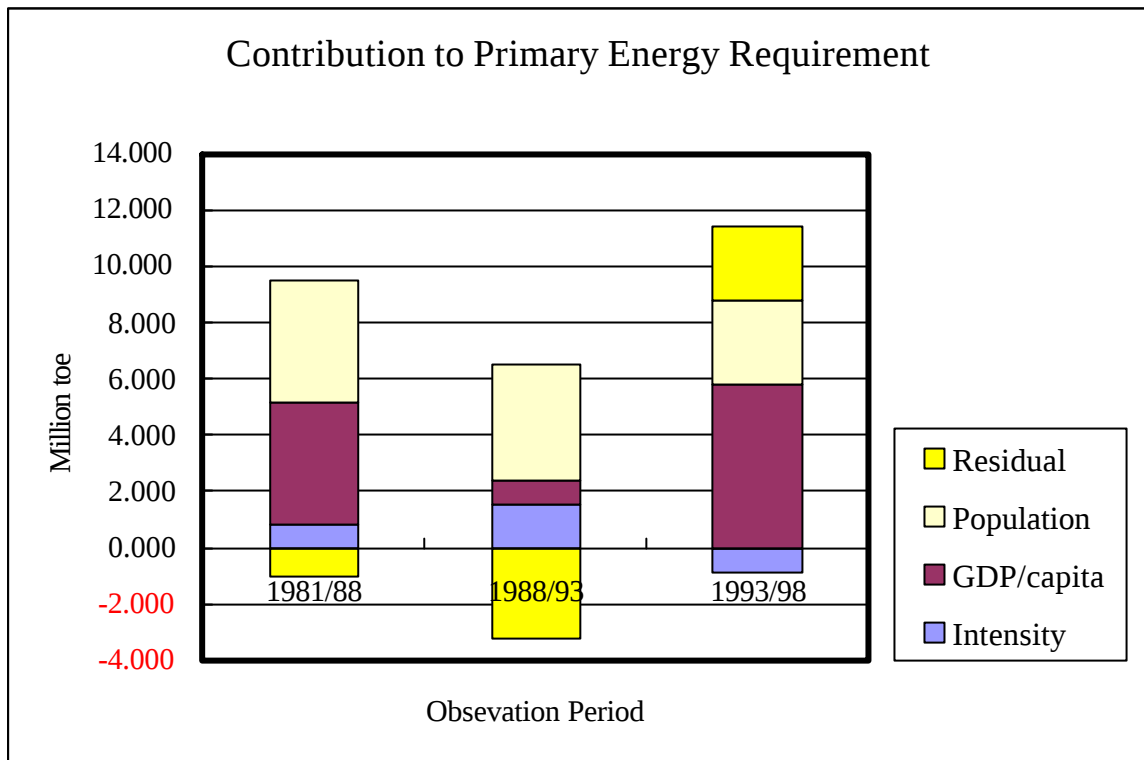
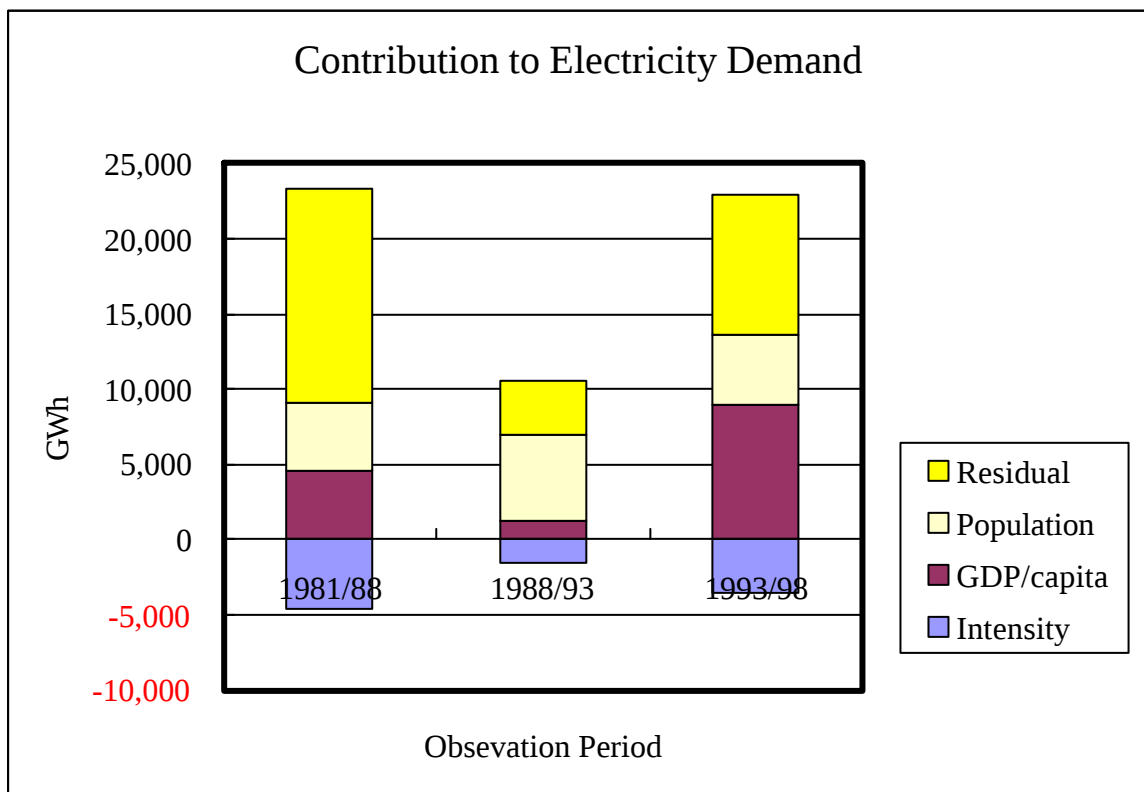


図 2.2.10 電力需要の増加要因



(2) エネルギー需要構造に係わる要因分析

本項では、エネルギー需要構造に変化をもたらす要因について分析してみる。要因としては、各部門(農業、産業、運輸、商業、政府・公共)のエネルギー原単位の変化、各部門の役割の変化(構造変化)、経済成長に分けて分析してみる。使用した式は以下のとおりである。

基本式 $E = I \cdot S \cdot G$

$$E = \sum (E_i) \\ = \sum (I_i \cdot S_i \cdot G) + \sum (I_i \cdot \Delta S_i \cdot G) + \sum (I_i \cdot S_i \cdot \Delta G) + \text{Residual}$$

ここで、

E_i = i-部門のエネルギー消費量

I_i = E_i / GDP_i (i-部門のエネルギー原単位)

S_i = $\text{GDP}_i / \text{GDP}$ (i-部門のGDPに占める相対位置)

G = GDP (経済成長)

E = エネルギー消費量の増分

$I_i \cdot \Delta S_i \cdot G$ = 原単位の変化によるエネルギー消費量の増減

$\Delta S_i \cdot I_i \cdot G$ = 部門別役割の変化(構造変化)によるエネルギー消費の増減

$\Delta G \cdot S_i \cdot I_i$ = 経済成長によるエネルギー消費の増加

図 2.2.11 は最終エネルギー消費への各要因の寄与を示す。同図からは大きな変化を見出すことは出来ない。エネルギー需要は基本的に経済成長に依存しているが、最近 5 年間の傾向としては、構造変化要因がエネルギー需要を押し上げている。このことは、産業活動がエネルギー消費産業へとシフトしていることを示している。原単位要因は、1990/91 から 1993/94 年度まで減少傾向にあったが、その後 1995/96 年度まで増加したのち、再び 1998/99 まで減少傾向に転じている。

図 2.2.12 もまた最終エネルギー消費への各要因の寄与を示すが、解析は過去 10 年間 (1988/89 ~ 1998/99 年度)の各要因の寄与を、産業、農業、商業、政府・公共、運輸と部門別に分析している。原単位の改善が産業と商業部門に見られる。他方、運輸部門では、構造変化はエネルギー消費を抑制したが、原単位要因はエネルギー需要を押し上げている。

図 2.2.11 最終エネルギー需要の増加要因

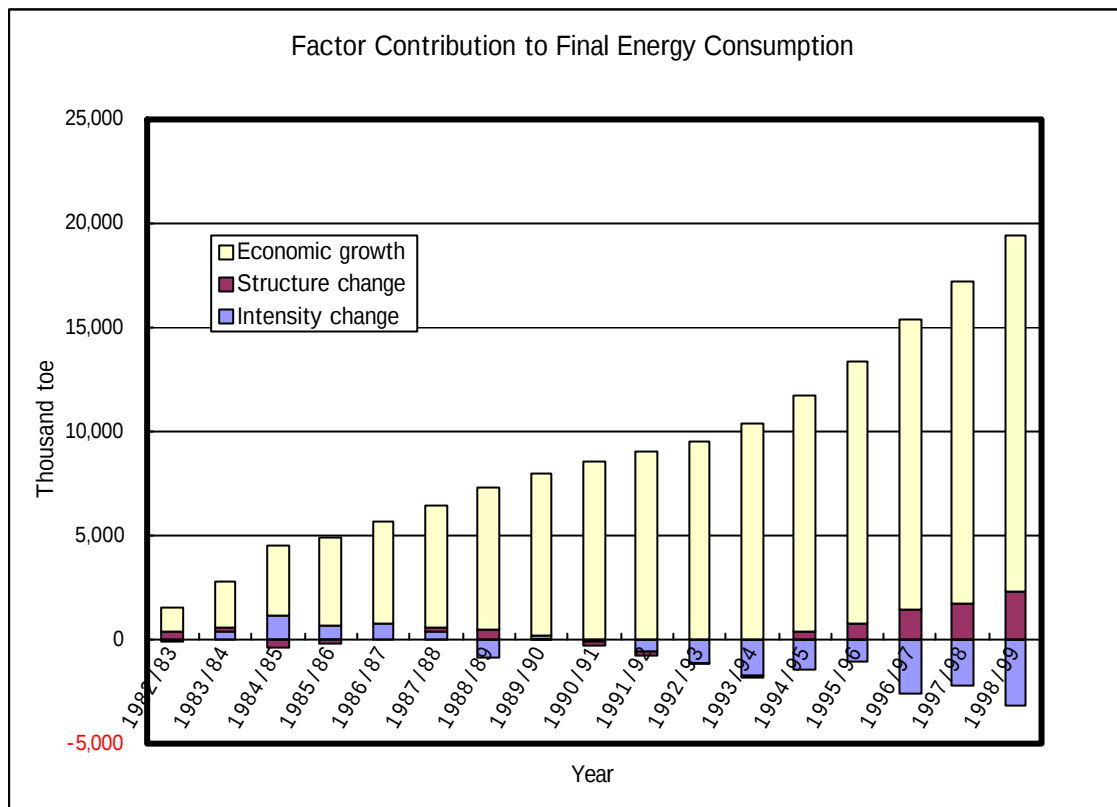
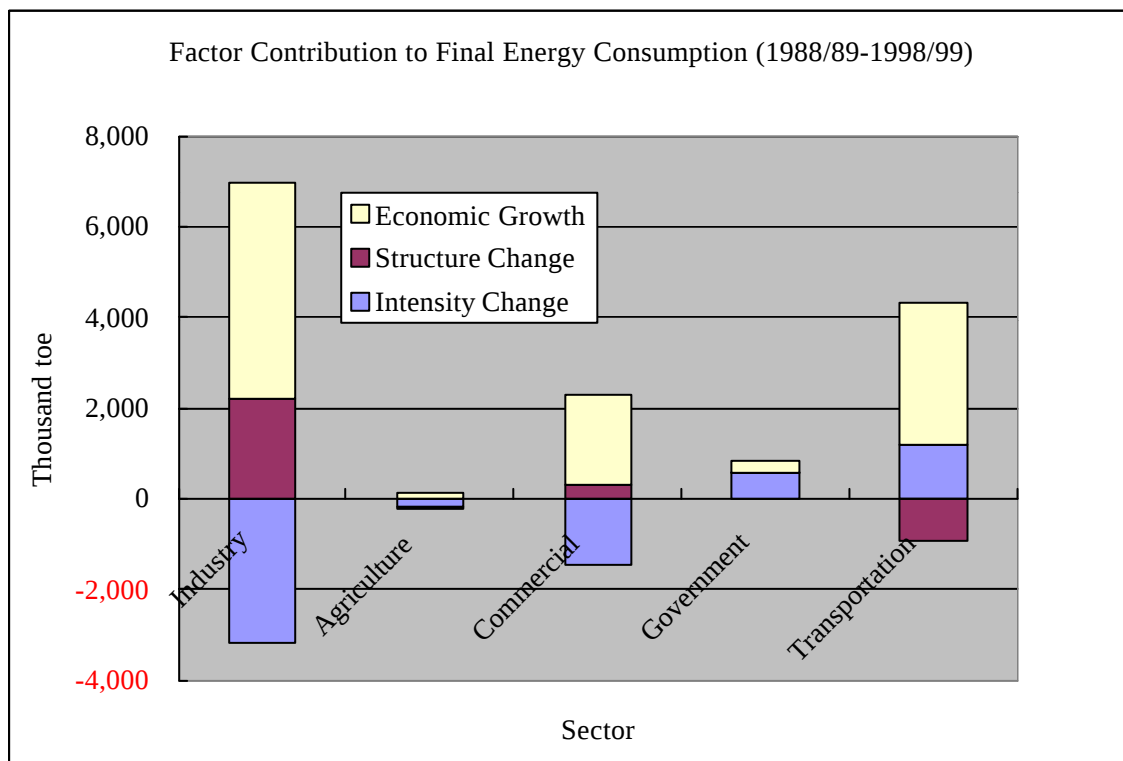


図 2.2.12 部門別最終エネルギー需要の増加要因



第3章 エネルギー需給概要

本章では、エジプトのエネルギー需給とエネルギーの流れに関する概要を述べる。まず、一次エネルギーの生産の状況について触れ、次にエネルギー転換部門の主力である石油精製部門と電力部門、最後に部門別エネルギー消費の現況を述べる。

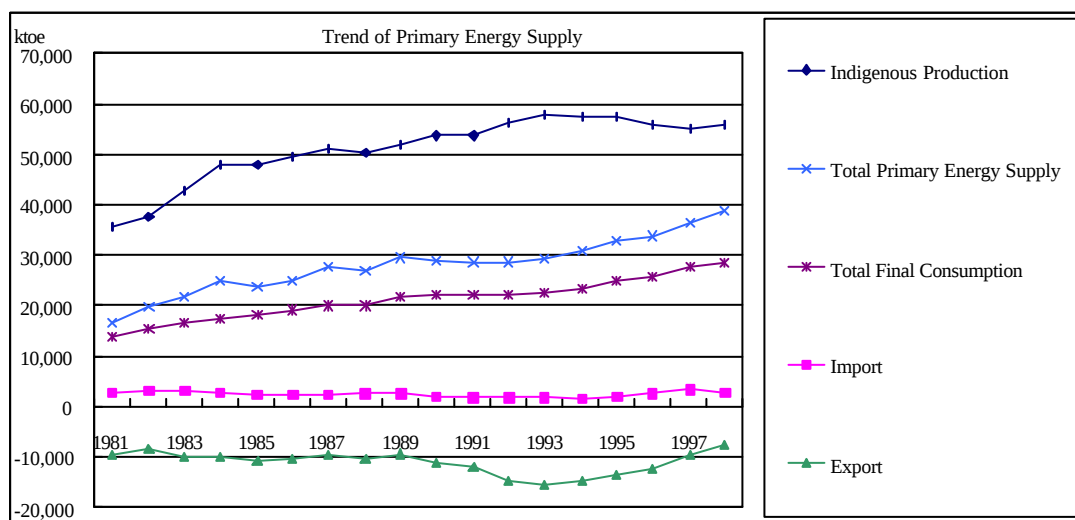
3.1 一次エネルギーとその流れ

エジプトの原油および天然ガスの確認埋蔵量は、それぞれ 3.5 億バレル(最近の調査結果によると 5 億バレル)、および 31.5tcf(兆立方フィート：最近の調査値)で、国内のエネルギー需要は、これらの生産量内で賄われている。

一次エネルギー生産は、スエズ湾を中心とする各油田からの原油が主力で、次いで、近年その増加が目覚ましい天然ガスと原油に随伴して生産されるコンデンセートとなっている。

図 3.1.1 は、一次エネルギー生産から一次エネルギー総供給(TPES, Total Primary Energy Supply)に至るまでの過去の推移を示す。同図によると、近年、一次エネルギー生産量が伸び悩み、一方で国内エネルギー需要の伸びもあり、輸出が年々減少してきている。輸入については、原料炭は全量輸入されており、その他わずかに石油製品のスポット輸入がある。一次エネルギー生産量の約 69%が一次エネルギー国内総供給(TPES)として国内に向けられ、転換部門を経て、一次エネルギー生産量の約 52%(TPES の約 75%)が最終エネルギー消費に向けられている。

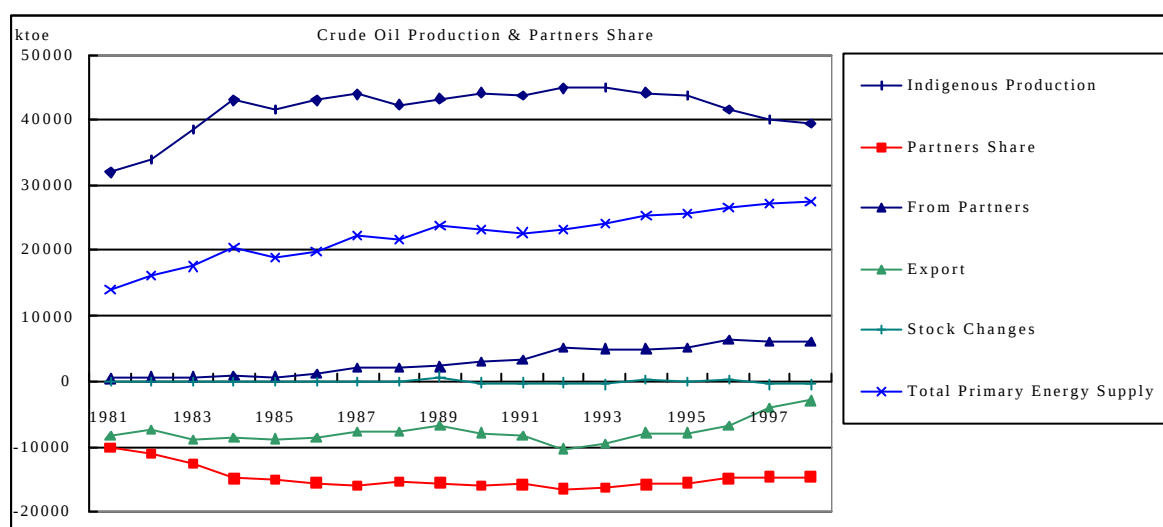
図 3.1.1 一次エネルギー供給の推移



(出所) OEP Annual Report “Energy in Egypt”より作成(凡例順は上から)

エジプトの一次エネルギー生産は、その殆どを「パートナー」と称する外国資本の投資と技術に頼っている。その見返りとして、生産された一次エネルギーは、採掘契約に従ってエジプトと資本提供者間でシェアされ、更にエジプトは、その操業経費を、生産原油などの一次エネルギーにより、輸出市場価格と等価評価で「パートナー」に支払っている。その後、エジプトは「パートナー」からその一次エネルギー生産品を国際市場価格 (FOB) で買い入れる。天然ガスとコンデンセートは全量エジプト側が入手するが、原油は「パートナー」の手に残る仕組みとなっている。

図 3.1.2 原油供給とパートナー・シェア



(出所) OEP Annual Report “Energy in Egypt”より作成(凡例順は上から)

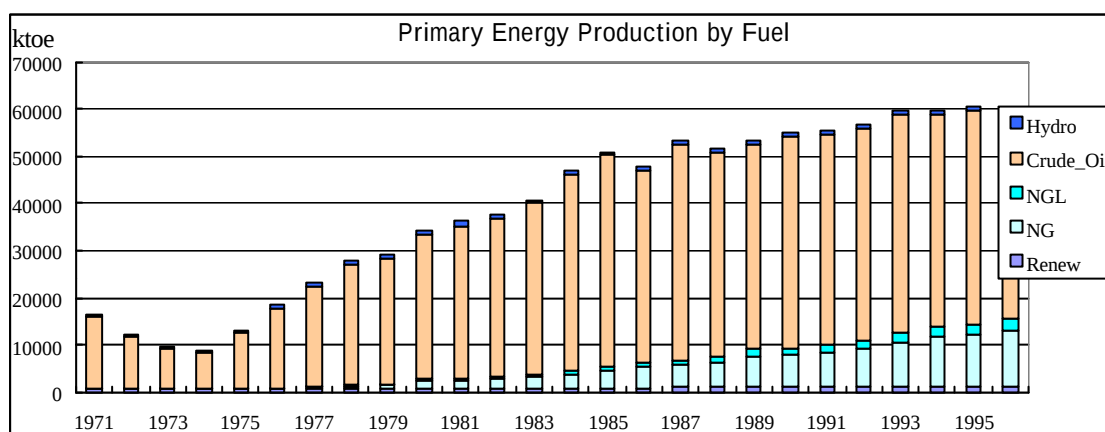
原油に限って、図 3.1.2 にその推移を示したが、原油の生産量が近年その減少傾向が止まらないにも拘わらず、操業経費を含めた「パートナー」の取り分は、殆ど変化無いか、むしろ天然ガスとコンデンセートを加えたトータルでは、じわじわ増加している。その結果、エジプト国内の石油製品需要の伸びにより、原油の処理量は年々増加している半面、輸出に回せる原油がかなりなハイピッチで減少している。

3.2 エネルギー供給

3.2.1 一次エネルギー生産

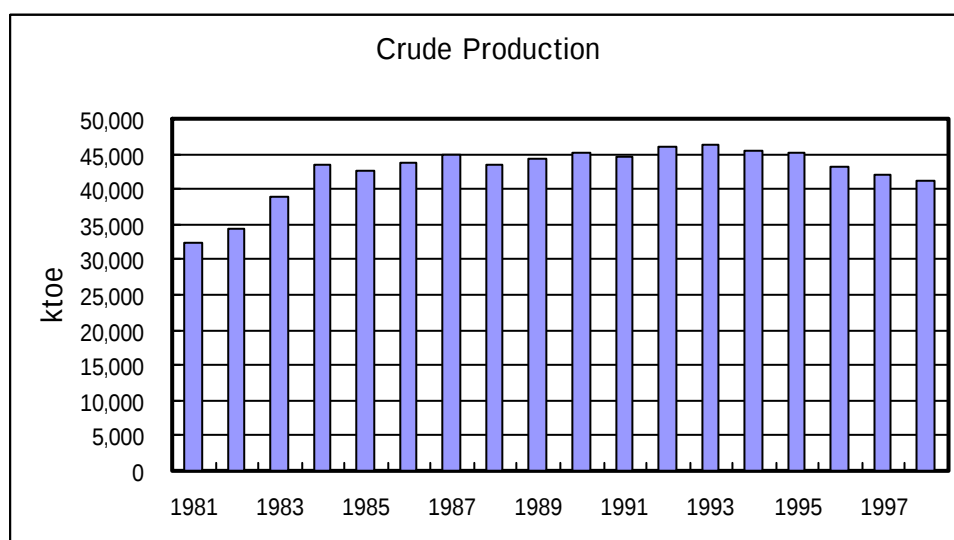
エジプトの一次エネルギー生産量の推移を図 3.2.1 に示す。エジプトは伝統的に原油生産が主であったが、スエズ湾を主力とするその油田地帯も近年産出量の自然減が目立ち、生産量回復の投資が行われてはいるものの、生産量の減少は止まらない。一方で西方砂漠を中心とする新規油田発見が続き、全体として原油生産量の減少速度を緩めている。

図 3.2.1 一次エネルギー生産量の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

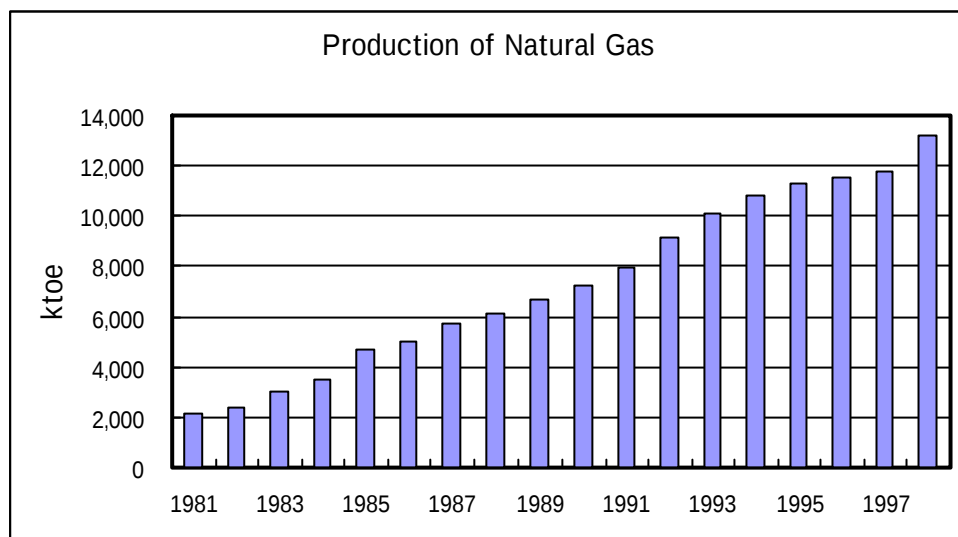
図 3.2.2 原油生産量の推移



(出所) OEP Annual Report より作成

むしろ、最近のエジプトでは、天然ガス田の新規発見が相次ぎ、急速にその生産量を伸ばすと共に、国内燃料需要の天然ガスへの転換を進め、石油製品の内需の伸びを抑えようとしている。ナイル・デルタと地中海沿岸・沖合は、その地質構造から、世界的規模の天然ガス埋蔵地域と推定されており、現在活発な開発投資が行われている。

図 3.2.3 天然ガス生産量の推移

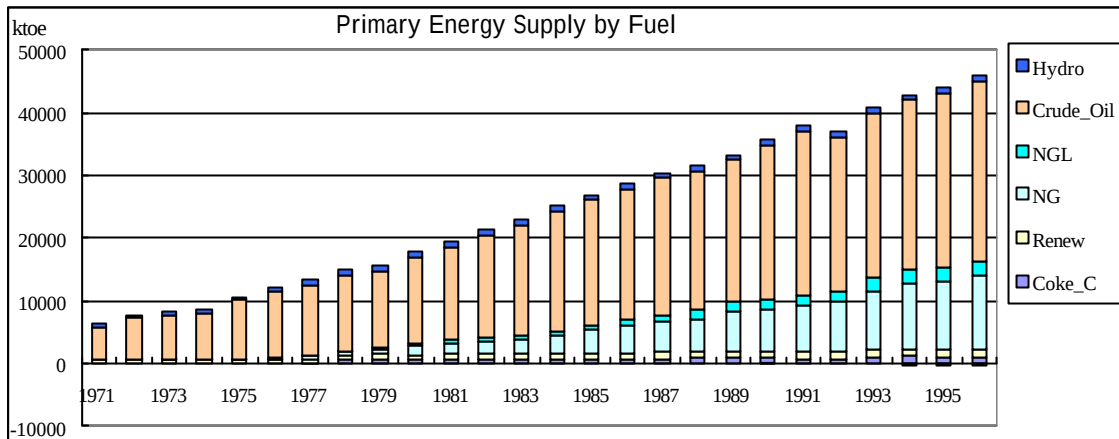


(出所) OEP Annual Report より作成

図 3.2.3 は天然ガスの生産量の推移を示す。西部砂漠地帯では、Badr El-Din および Khalda ガス田等があり、また主力のナイル・デルタ地区および沖合海底などで、近年相次いで大規模なガス田が発見され、試掘の結果、一部でかなりな量のガス量が確認されている模様で、これらは 2000 年初頭の早い時期に相次いで生産に入ると想定される。このようなガス田の発見を受けて、エジプトは、国内の石油製品消費を順次天然ガスに代替させ、石油の消費を抑えると共に、各隣国との間に長距離ガス・パイプラインを設置することに加え、更にトルコに対する LNG 輸出計画が 2004 年を目標に進められることになった。

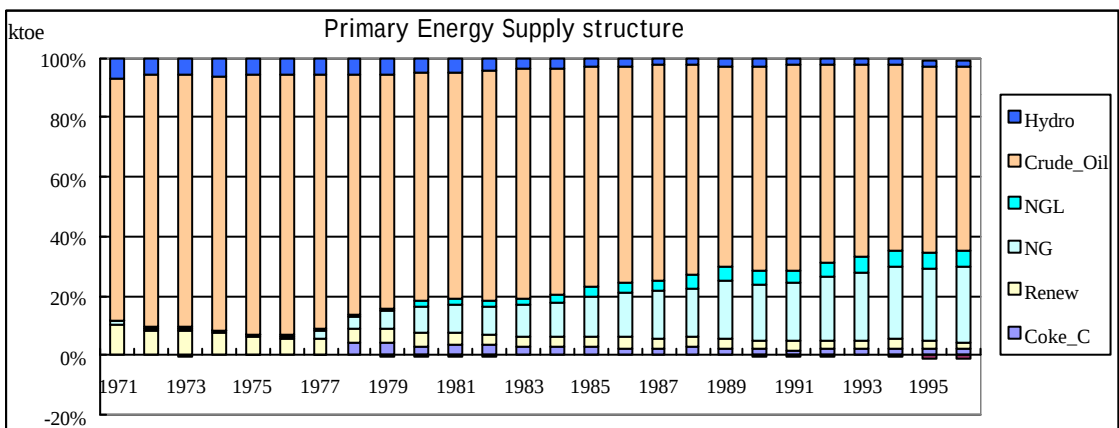
次に、一次エネルギー国内総供給について見てみる。図 3.2.4 は一次エネルギー供給量の推移を示し、図 3.2.5 はその燃料別割合の推移を示している。それによれば、供給量は 1992 年を除いて順調に伸びている。ここ 5 年間は年平均 5% 前後の伸びを示している。燃料別では圧倒的に原油が多く、そのシェアは 1998 年で 60.9% である。次いで天然ガス 29.3%、NGL 3.7%、原料炭 3.0%、水力発電 2.9% 等となっている。

図 3.2.4 燃料別一次エネルギー国内総供給の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997”(凡例順は上から)

図 3.2.5 燃料別一次エネルギー国内総供給構造の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997”(凡例順は上から)

過去約 10 年間の推移を見ると、その間の一次エネルギー総供給増分は、殆ど天然ガスと NGL で賄われており、原油の供給量は横ばいから減少傾向を示している。

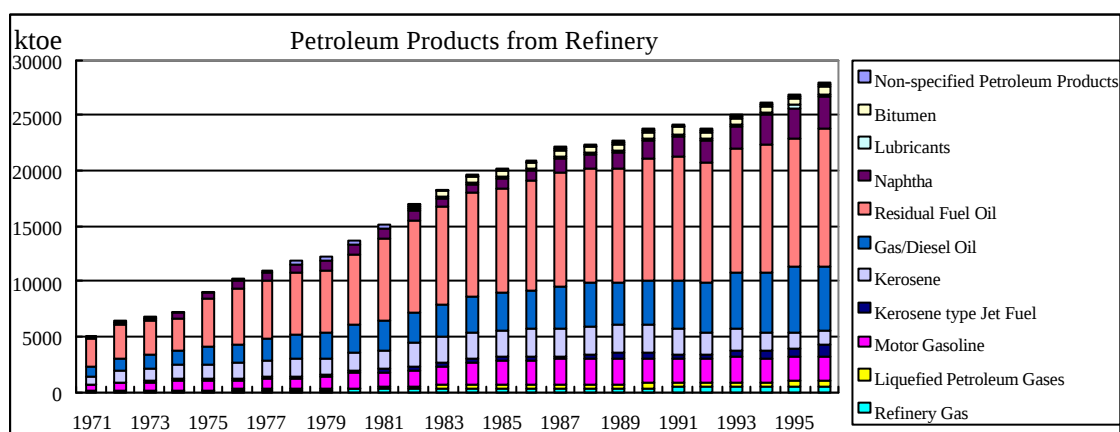
石炭については微小ながらシナイ半島において国内炭(一般炭)が存在し、輸出に向けられている。一方、原料炭は全量輸入され、コークス生産に向けられている。

3.2.2 石油精製部門

国内に向けられた原油は、EGPC(Egyptian General Petroleum Corporation)傘下の各精油所で精製され、主に石油製品の国内需要に向けられている。石油製品の輸出は、重油およびナフサがその主なもので、石油製品の輸入は現在のところ僅かである。

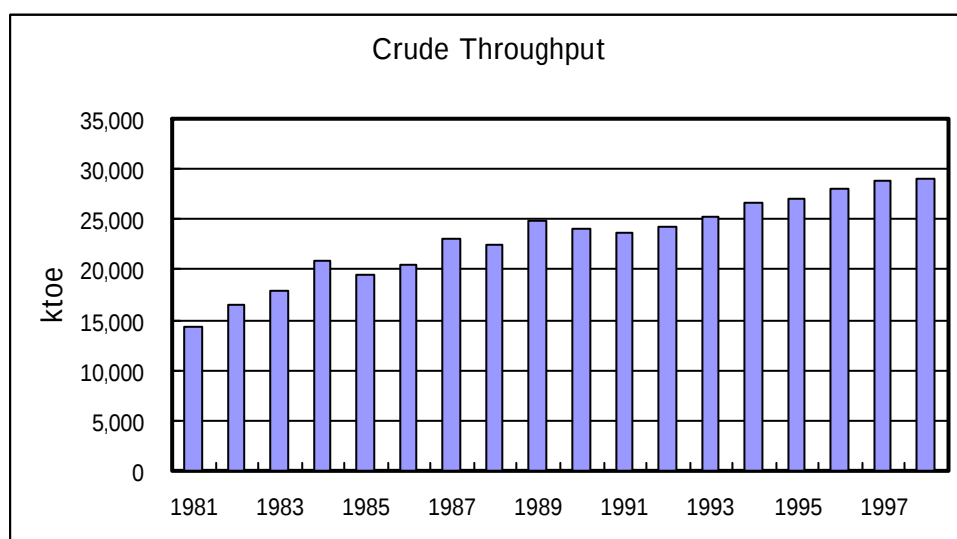
製油所の状況を見ると、エジプトの現在の製油能力は原油処理 578,000b/d であり、図 3.2.6 にエジプト全体の石油精製状況を、また図 3.2.7 製油所での原油処理量の推移を示す。

図 3.2.6 石油製品生産量の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997”(凡例順は上から)

図 3.2.7 原油処理量の推移



(出所) OEP Annual Report より作成

石油製品は、年々接触分解装置の導入などによって、付加価値の高い低沸点溜分の増産に傾斜してきている。その結果、国内需要の伸びの著しい軽油生産の増加が目立つ。ガソリンの

シェアはほぼ横ばい、重油のシェアは減少傾向にある。

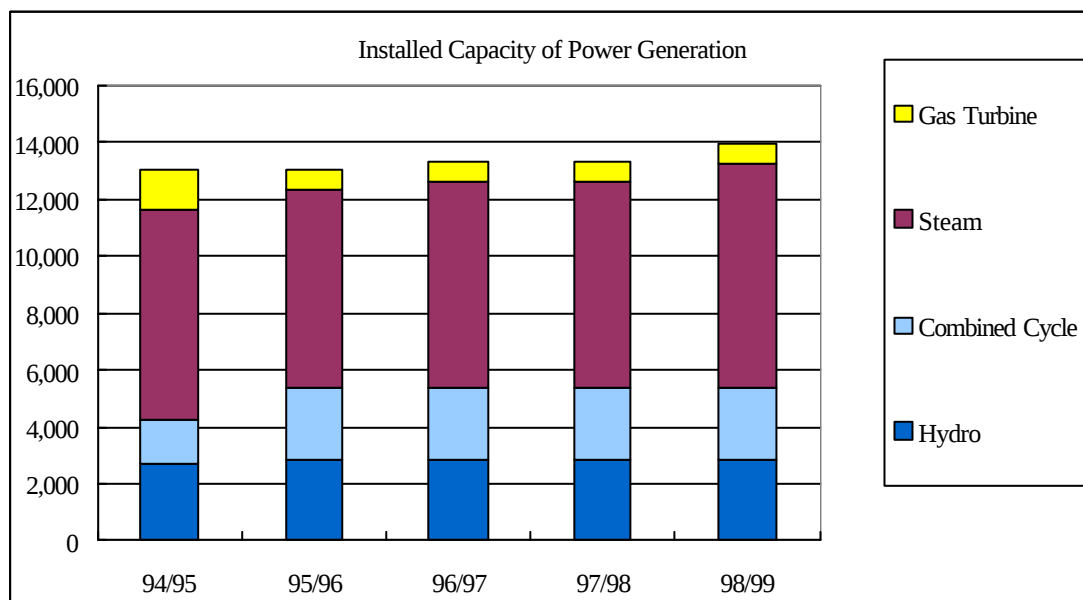
図 3.2.7 に示したように、精油所別の原油処理量では、カイロ近郊にある Mostard 精油所の原油処理量が最大で、次いで、El Nasr Suez と アレキサンドリアにある El Mex が並び、4 番目に同じくアレキサンドリアの Ameria 精油所が続いている。なお、Assiut 精油所は、1999 年末にその能力を 100,000b/d に拡張し、併せて近代化を行った。

今後の精油所増設については、国营企業の民営化の動きと併せて、外資の導入を図りつつ、充実させていく考えを有している。EGPC とイスラエルの合弁である Midor による、アレキサンドリア西の Sidi Kerir に建設中の精油所計画は、その魁となるもので、EGPC はその株の 60%を保有し、残りの 40%の内、20%づつをイスラエル企業とエジプト企業が等分に持っている。

3.2.3 電力部門

EEA(Egyptian Electrical Authority)によれば、1999 年末の発電設備容量は、火力発電が 11,125MW、水力発電が 2,810MW で合計 13,935MW である。1998 年の最大電力は、独立電源を除いて、10,919MW で年負荷率は 71.1%と比較的高い。

図 3.2.8 発電設備容量の推移

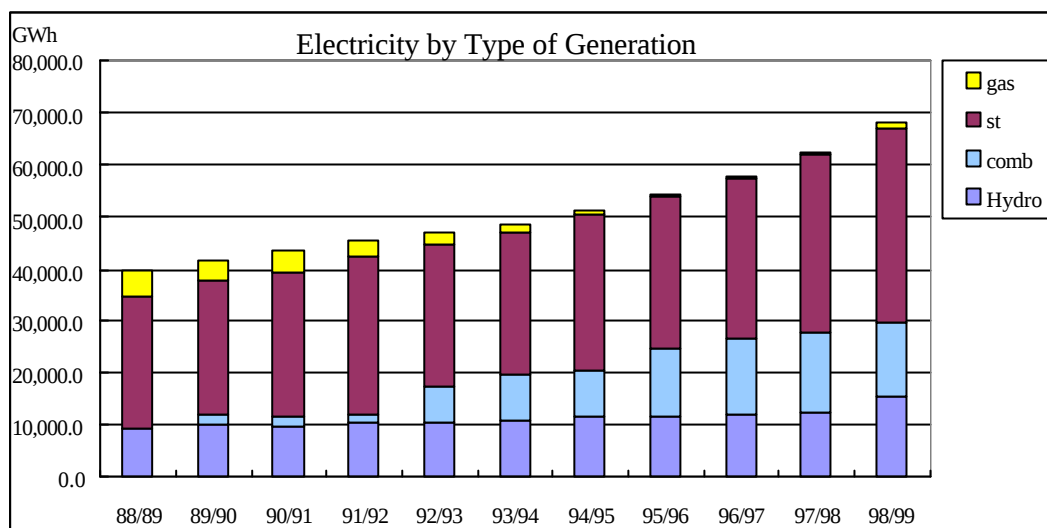


(出所) EEA Annual Report より作成(凡例順は上から)

図 3.2.8 は近年における発電設備容量推移を示す。これによれば発電設備の増強は既存火力のリパワリングを含めて、コンバインドサイクルの増強と大容量通常火力の増強に力を入れている。また、図 3.2.9 に示した発電実績推移と、図 3.2.10 に示した燃料消費推移の双方から、電力需要増に対応した発電電力の増加は、殆どを火力発電における天然ガスの使用増

加で充足してきていることが分かる。しかし、近年、ガス供給ネックから再び燃料油の消費が増加してきている。

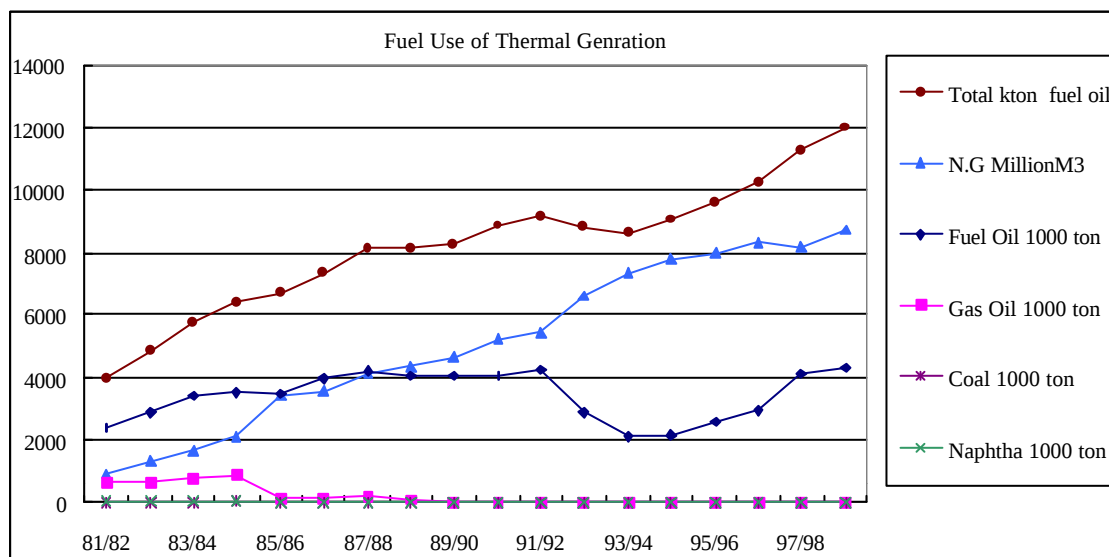
図 3.2.9 発電形態別発電電力量の推移



(出所) EEA Annual Report より作成(凡例順は上から)

(注) 「gas」はガス・タービン、「st」は通常火力、「comb」はコンバインドサイクル、「Hydro」は水力発電を表す。

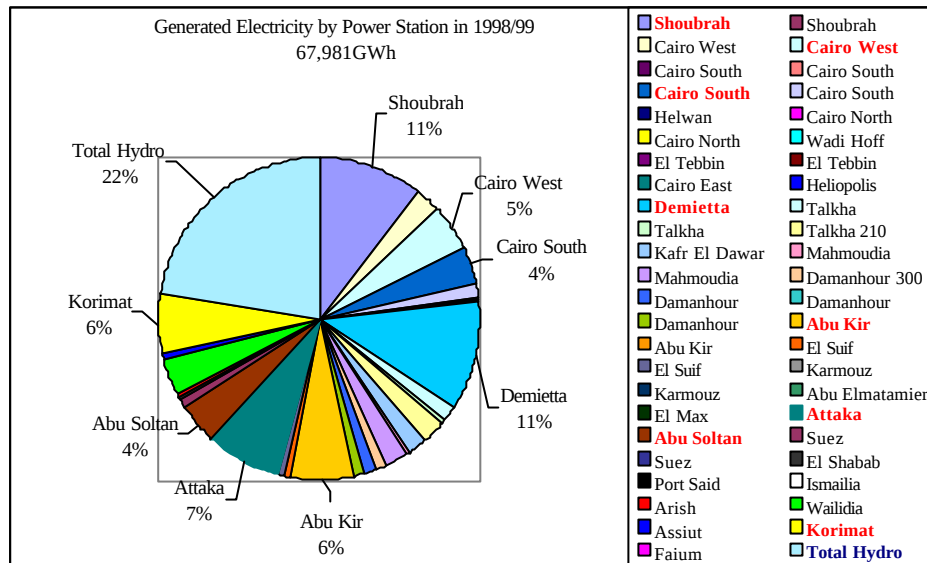
図 3.2.10 火力発電における燃料消費量の推移



(出所) EEA Annual Report より作成(凡例順は上から)

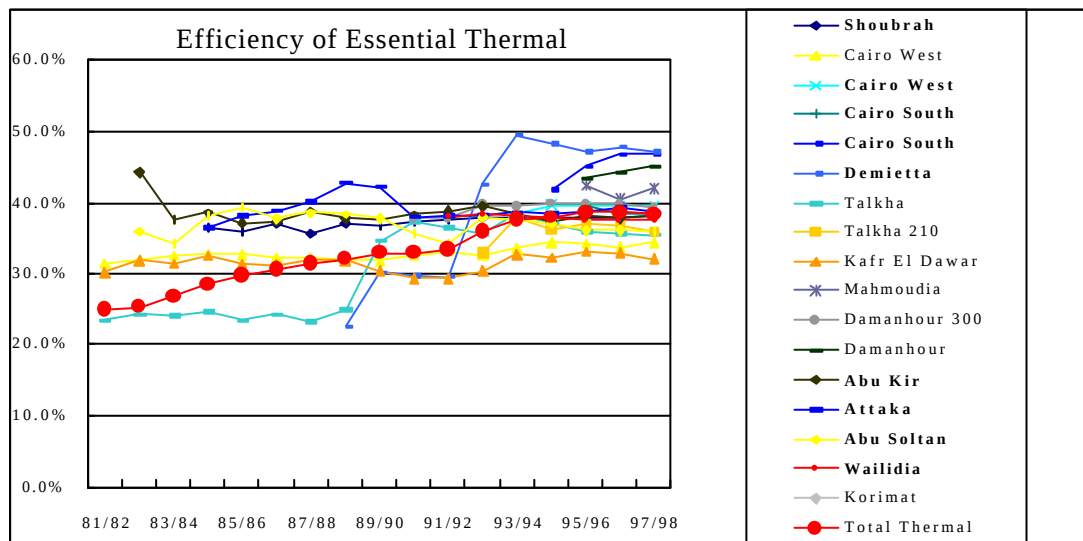
図 3.2.9 は発電形態別発電電力量推移を示す。同図から、エジプトの発電電力は、その出力増加分を、なかんずくコンバインドサイクルの出力増で補ってきていることが分かる。コンバインドサイクルの燃料は、その殆どがガス・油混焼で、国策に応じて次第に天然ガスの使用量を増やしているものと思われる。火力発電所の現地調査でも、優先燃料は天然ガスであるが、不足分は重油を使用している状況である。

図 3.2.11 発電所別発電電力量



(出所) EEA Annual Report より作成

図 3.2.12 主要火力発電所における熱効率の推移

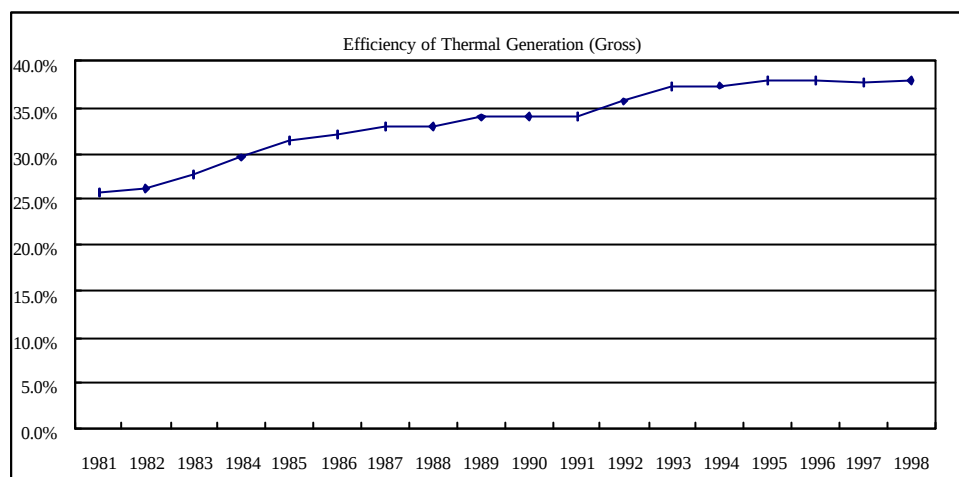


(出所) EEA Annual Report より作成

図 3.2.11 はエジプト全土の発電所別発電電力量を示す。国土の広さに比べて、電力系の規模はまだ小さく、主力発電所はナイル・デルタにある Damietta、カイロ市内の Shoubrah、Cairo West、アレキサンドリアの Abu Kir、スエズ運河の Attaka、Abu Soltan などが挙げられる。これだけで、火力発電電力の 60%、全電力需要の約 50%を供給している。なお、カイロの南方で、米国の援助による Kureimat(Korimat)火力発電所(出力 1,200MW)の試運転が始まった。また、エジプトにおける通常火力の蒸気条件は亜臨界圧級である。

図 3.2.12 は主要火力発電所の熱効率の推移を示す。また、図 3.2.13 に、データベースから算出した熱効率の推移を示す。最近の10年間は比較的効率のよい運転がおこなわれていることが伺える。

図 3.2.13 火力発電効率の推移

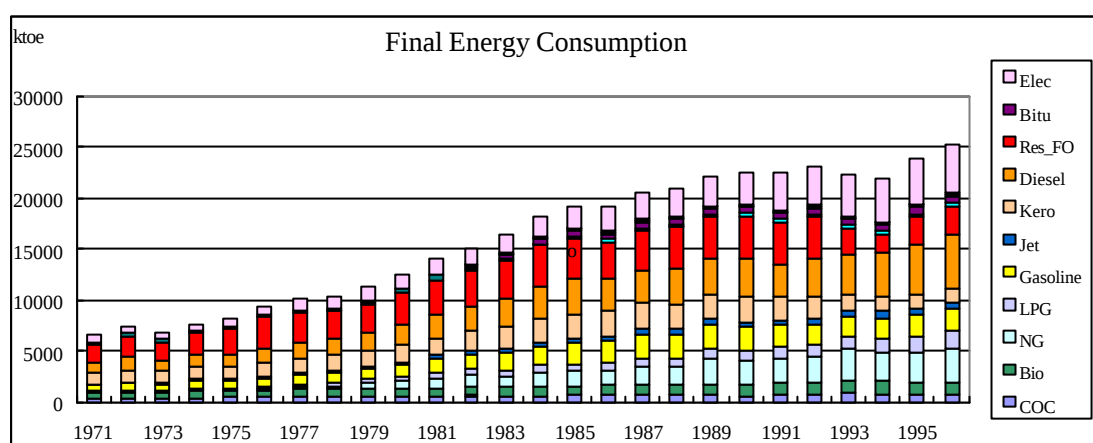


(出所) EEA Annual Report より作成

3.3 最終エネルギー需要

エジプトのエネルギー消費の動きを見ると、1990 年代初頭からやや伸び悩んだあと減少し、再び上昇に転じている。エジプト経済は、ERSAP(経済・構造調整政策)により国家統制経済から、市場経済への転換を図ってきており、またエジプトは、産油国であり、スエズ運河を持ち、観光と周辺諸国への労働力提供という伝統的な国家収入源があることなどから、経済ならびにエネルギー消費の立ち上がりは比較的順調であったと思われる。

図 3.3.1 燃料別最終エネルギー消費量の推移



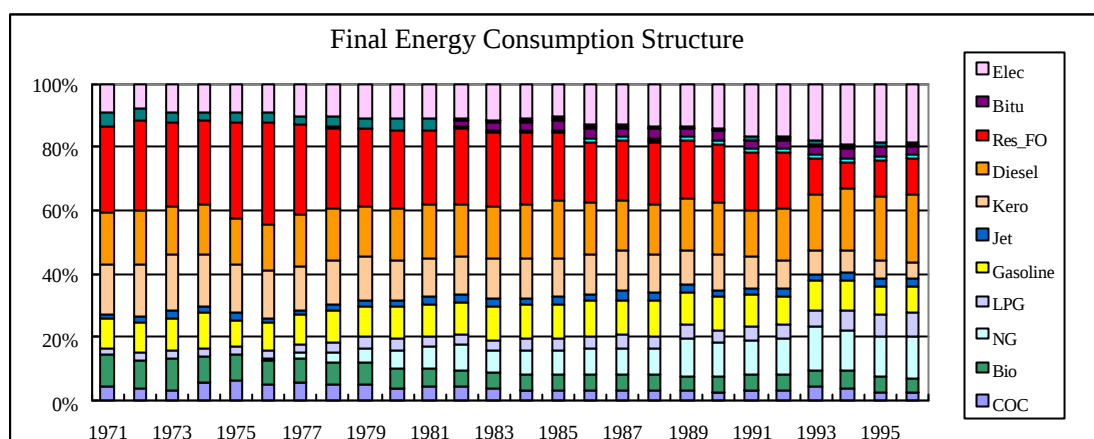
(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

図 3.3.1 は燃料別最終エネルギー消費量のトレンドを示す。その内訳をみると、電力、天然ガス、LPG の消費の伸びが目立ち、逆に重油、灯油などが減少してきている。また、経済の発達による交通部門のエネルギー消費の伸びが大きく、これを反映して、軽油、ガソリンの消費の伸びも著しい。

これを図 3.3.2 で示した燃料別エネルギー消費シェアの推移でみると、最大の伸びを示しているのが LPG で、年率 12%強から 14%弱で伸びており、全エネルギー消費シェアは、1990 年の 4.4%から 1998 年には 8.4%に達した。次いで、軽油が年率 10%を超える伸びを示し、1990 年のシェア 20.6%が 1998 年には全エネルギー消費の 24.8%を占め、電力消費は毎年 7%前後と堅調に伸び、1998 年の消費シェアは 17.2%と軽油に次いで大きくなっている。

なお、国策として燃料の天然ガスへの転換が積極的に行われているが、現状では電力向けを中心に、供給体制整備見合いで消費が増加してきている。

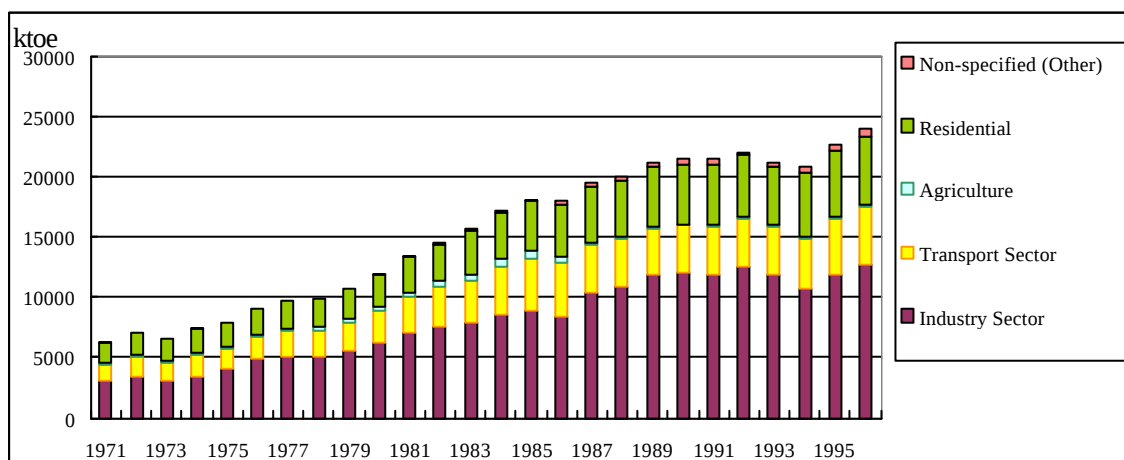
図 3.3.2 燃料別最終エネルギー消費構造の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

次に、部門別エネルギー消費の推移をしてみる。図 3.3.3 は部門別エネルギー消費推移を示す。同図によれば、現在最大のエネルギー消費は産業部門であり、次いで運輸、民生部門が続いている。特に運輸部門の伸びの著しいことが伺える。

図 3.3.3 部門別エネルギー消費量の推移

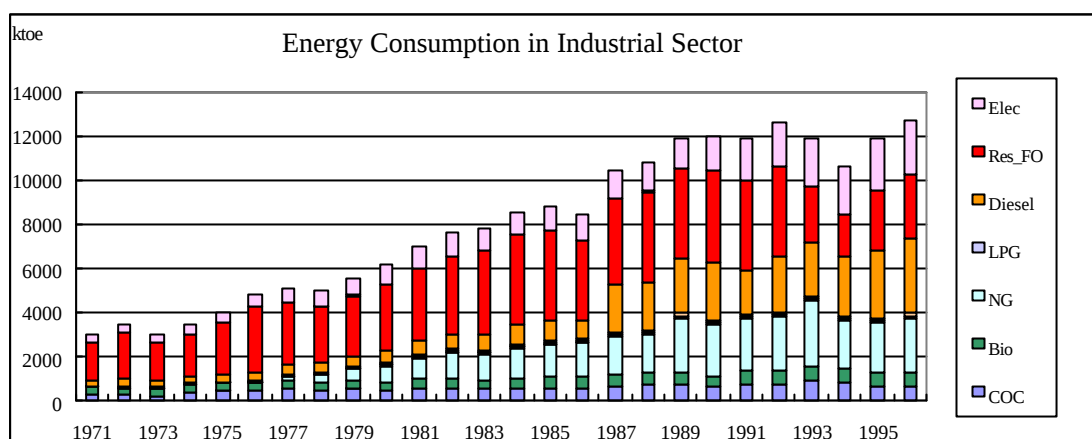


(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

3.3.1 産業部門

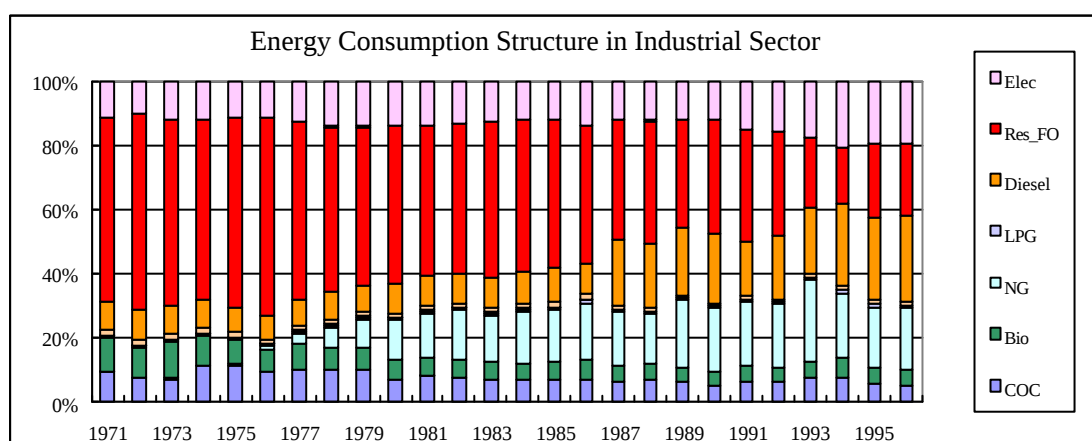
図 3.3.4 は産業部門の燃料別エネルギー消費の推移を示す。産業部門のエネルギー消費についてみると、1990 年代に入ってからは一進一退で、経済改革によるエネルギー消費構造の変化などがあったものと見られる。

図 3.3.4 産業部門の燃料別エネルギー消費量の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

図 3.3.5 産業部門の燃料別エネルギー消費構造の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

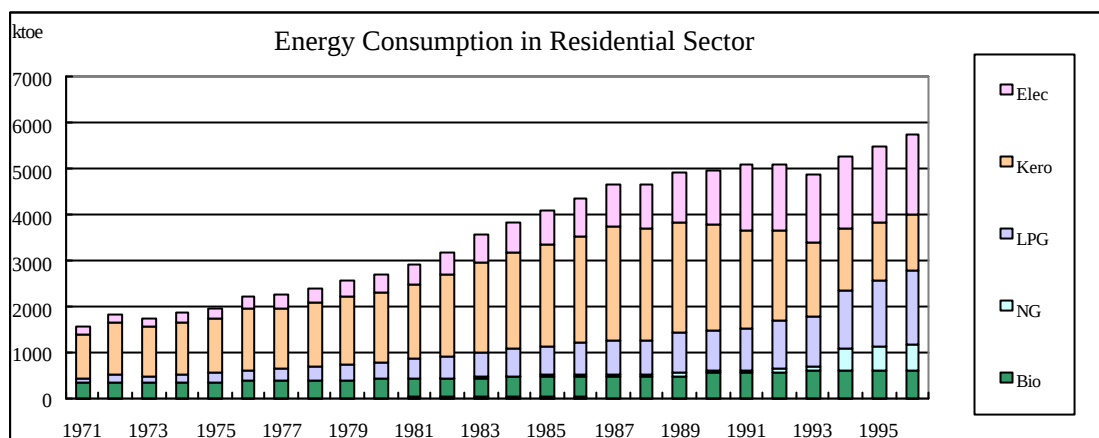
しかし、燃料別消費の推移を見ると、電力と天然ガス、軽油の消費の伸びが目立ち、その一方で、重油の消費が減少している。図 3.3.5 は産業部門の燃料別エネルギー消費の割合を示す。

エジプトの産業部門のエネルギー統計は、各種工業を中心とするサブ部門へ細分化したものが無く、産業部門合計でのみ集計されている。これは、産業部門全体の統計が、部門合計で行われていることによる。細分化されたデータを求めようとすると各個のソース・データを全て集計整理する必要があり、これには膨大な時間と資金を要する。

3.3.2 民生部門

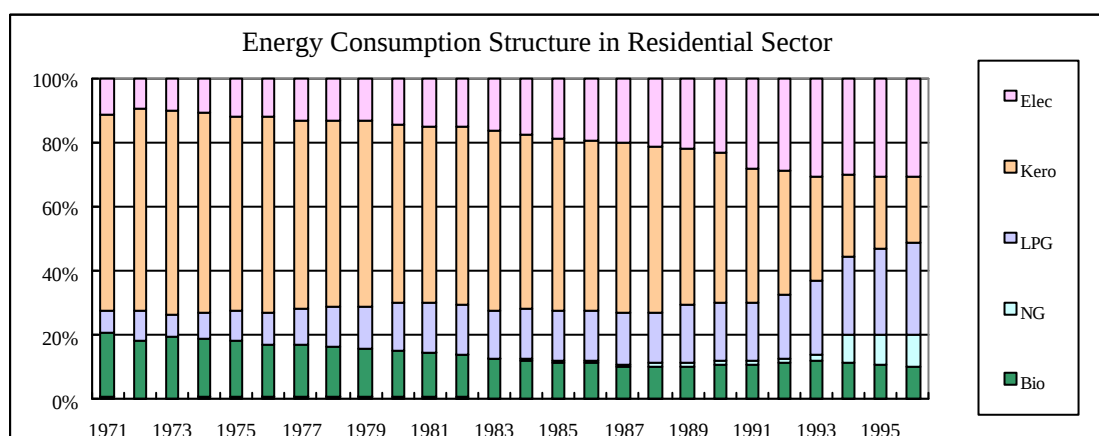
民生部門の燃料別エネルギー消費と燃料別シェアの推移を、図 3.3.6 と図 3.3.7 に示す。

図 3.3.6 民生部門の燃料別エネルギー消費量の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

図 3.3.7 民生部門の燃料別エネルギー消費構造の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

民生部門では、まず全体のエネルギー消費の伸びが高いことを特徴としている。ここ4年間は年率6～8.5%の堅調な消費増加を示している。中でもLPG消費の伸びは大きく、年率13%を超える。1998年の民生部門エネルギー消費では最大の41.3%を占めて、急速に普及して来ている。

その反面、灯油は段階を経ながらも急速に減少し、LPGとの代替が行われていることが伺える。次いで民生部門での電力消費は、年率8%前後で増加し、そのシェアは31.7%に達している。天然ガスについては、1994年からその消費シェアを増やし、現在民生部門全体の5.8%を占めるに至っており、エジプトの民生部門を含めての天然ガス使用の奨励政策が行われて

いることが見受けられる。

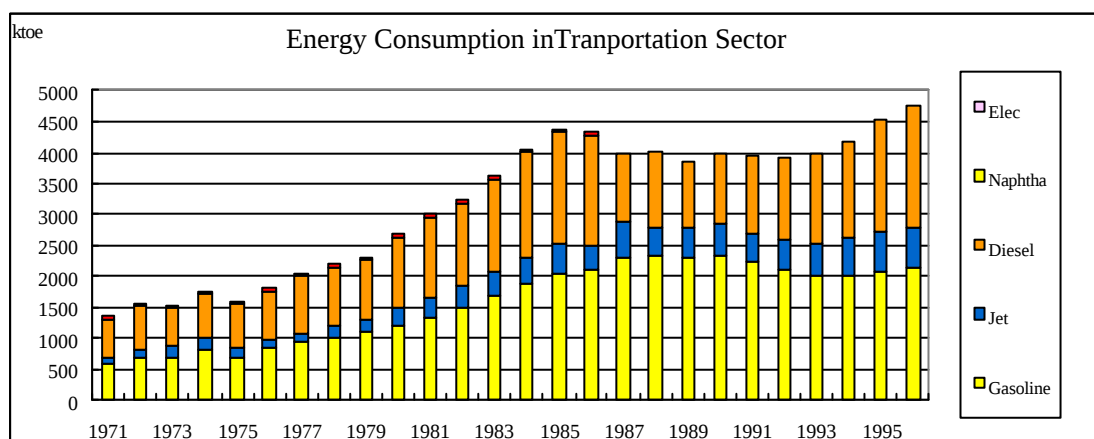
民生(家庭)部門については、調理と並んで、空調用のエネルギー消費が大きい割合を占めると推定されるが、これらを分析する統計データは現在見つけることができなかった。

3.3.3 運輸部門

運輸部門のエネルギー消費状況を、図 3.3.8 と図 3.3.9 でみると、経済体制の変革を受けて、燃料別消費構造に、変化が見られる。近年の経済発展に伴って燃料消費は急速に伸びてきており、特に陸上輸送の燃料消費が増えているものと推察される。中でも軽油の消費の伸びが著しく、年率 10%を超える伸びを近年示している。

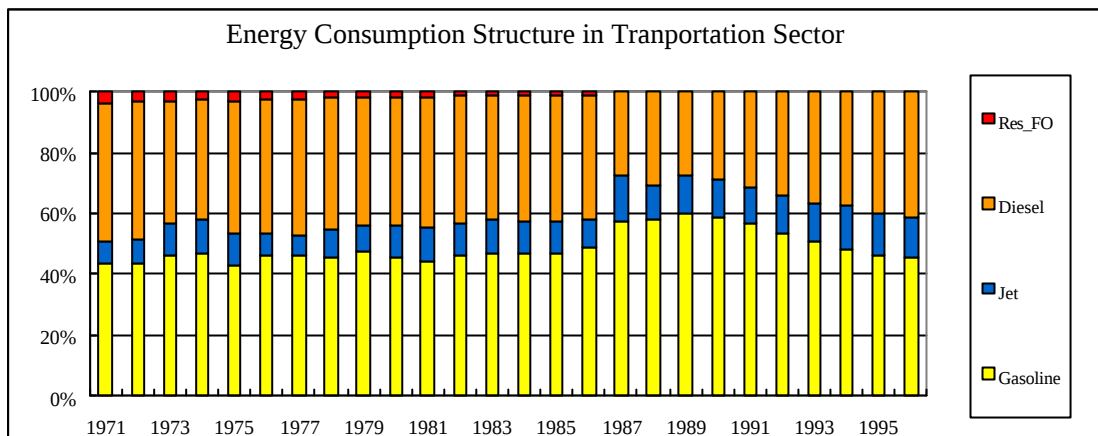
それに対し、ガソリンの伸びが鈍い。エジプトのガソリンは、現在 100%有鉛ガソリンで、環境対策の面から無鉛化が叫ばれている。この対策として、現在一部のタクシーなどで CNG 車(Compressed Natural Gas Vehicles)の導入が試みられている。

図 3.3.8 運輸部門の燃料別エネルギー消費量の推移



(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

図 3.3.9 運輸部門の燃料別エネルギー消費構造の推移

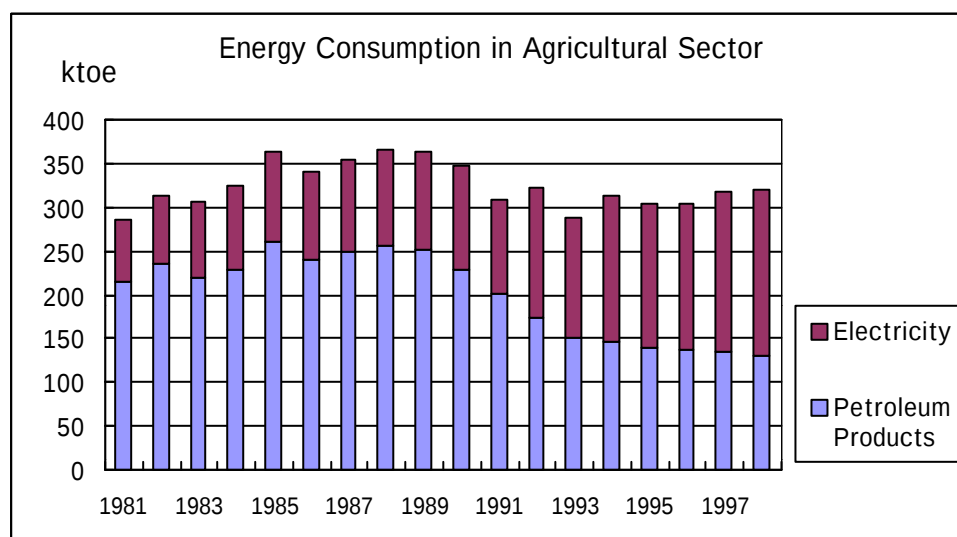


(出所) IEA, “Energy Balance and Statistics of Non-OECD Countries, 1997(凡例順は上から)

3.3.4 農業部門

エジプトは伝統的な農業国でもあり、ナイル・デルタを中心に、活発な農業生産活動が行われている。農業部門のエネルギー消費は次第にその絶対量が減少してきている。また燃料が一般的に減少し、電力消費が増えつつあり、灌漑用電力需要を中心に、今後エネルギー消費パターンの変化が予想される。

図 3.3.10 農業部門の燃料別エネルギー消費量の推移



(出所) OEP Annual Report より作成 (凡例順は上から)

第4章 エネルギー経済モデルのツール

4.1 計量経済モデル手法

4.1.1 マクロ経済モデルの考え方

マクロ計量経済モデルは経済方程式群から成る(一般的に方程式は国民経済計算体系と他の主要統計、政策変数との関係を表す)。方程式のパラメタは時系列データとクロス・セクション・データに基づいて経験的、統計的に推定される。

マクロ経済モデルの形態に関しては、実際に応用する経済のタイプによって異なり、そのマクロ経済体系に基づかなければならない。モデルの主要な部分は、(1)消費、(2)投資、(3)輸出/輸入、(4)賃金およびデフレータである。次に示すのは典型的な定式化の例である。

例1 個人消費

< 恒常所得仮説 >

家庭収入は恒常的な部分と一時的な部分から構成されると仮定され、長期消費は収入の恒常的な成分によるとされる。この仮説に基づいたモデルは次のように書くことができる。

$$C = a + bY + gC_{-1}, \quad b: \text{短期限界消費性向}$$

長期的均衡状態では、すべての変数が均衡し、次のように表現できる。

$$C = (a+bY)/(1-g), \quad b/(1-g): \text{長期限界消費性向}$$

例2 投資: 民間投資

< 利潤原理 >

一般的に、プラントと設備への投資は事業主体のキャッシュ・フローに密接に関連している。利潤原理は、企業がそれらのキャッシュ・フローの一部をプラントと設備に投資すると仮定する。これによれば投資関数は次のように表現される。

$$I = a + b * \text{キャッシュ・フローの余剰項目}$$

< 加速度原理 >

加速度原理では、生産量と資本ストックのレベルの間に安定した技術的な関係があるとする。すなわち、

$$K = bY$$

資本形成は、資本ストックの純増に新規置換投資を加えたものに等しいので、 d を一定の置換比率とすると、

$$I = K_{+1} - K + dK$$

Y_{+1}^e を次期の期待される生産レベルとおくと、

$$I = K_{+1} - K + dK = b(Y_{+1}^e - Y) + dK = b(Y(Y/Y_{-1}) - Y) + dK$$

ここで、 $Y(Y/Y_{-1})$ は成長率が変わらないとしたときの生産レベルの期待成長率である。

例 3 輸出と輸入

輸出、輸入の両方とも、一般的に実質所得と相対価格の関数として定式化される。輸出方程式における実質所得は、世界の実質 GDP、世界貿易、または貿易相手国の GDP に関連しているとも考えられる。輸入方程式に関しては収入要素を自国 GDP で代表する。

輸出方程式による相対価格要素は次のどちらでもよい。すなわち、

輸出物価(US ドル)/貿易相手国の卸値加重平均、または、

輸出物価(US ドル)/輸出競争相手の輸出物価の加重平均

輸入方程式においては、国内通貨表示での輸入価格/国内の卸売物価指数とする。

例 4 賃金と価格デフレーター

一般的に、賃金はフィリップス・カーブとの関係によって決定すると仮定される。すなわち、

$$\Delta w = f(U)$$

Δw は名目賃金の変化で、 U は失業率である。フィリップス・カーブはインフレーション(消費者物価指数の上昇)に対して調整する。企業の賃金支払能力を反映するため関数に企業収入を含めることもある。卸値はコスト(輸入価格と賃金コスト)に利益の一部が加えられたもので決定される。説明変数としては需要・供給の制限条件、たとえば、稼働率や GDP ギャップ(潜在 GDP との)等がある。

サービス・セクターでは消費デフレーターが卸売物価指数よりも大きいので、消費デフレーター関数には賃金レートが重要になる。投資デフレーターは材料価格(したがって、卸値)と建築業者の賃金に依存する。輸出デフレーターは国内の生産者価格(卸値)と為替レートに依存する。輸入デフレーターは、主要な輸入商品価格および世界物価上昇率を考慮に入れて、外生的に決定されることが多い。

4.1.2 計量経済モデル(エコノメトリック・モデル)

計量経済モデルは、上に示したような経済における変数の間の関係を経済理論に照らし、統計的に定量化し、検定する方法である。

一般的に、計量モデルは外部から与えられる外生変数と内部で計算される内生変数よりなっている。内生変数と外生変数に関する情報は観測データのセットであり、通常変数間の関係パラメータは未知である。計量経済学においては通常回帰分析を用いる。最もポピュラーな回帰分析は最小二乗法(OLS)と呼ばれる手法である。OLS は、内生変数の観測値と外生変数で決定される直線相関の違いの二乗和を最小にすることによって、パラメータ(回帰係数)を決定する。通常、変数間の正確な定量的関係(数学的関係式)は経済理論によっては定義されていない。したがって、計量経済モデルの目的はこの経済変数間の関係に関して最も適切な関係式を見つけることである。モデル・ビルディングのプロセスは考えられる関係式から最も適切と思われる関係式を導き出すことである。

例:

計量経済モデルにおける方程式は 4 つのカテゴリに分類される。

- 1) 行動方程式: 家族の消費と企業の投資などの実体経済の行動を記述する。
- 2) 技術方程式: 生産関数のような、例えば、資本、労働力と生産能力との技術的な関係を示す。
- 3) 制度方程式: 税レートなどの制度上のパラメータを示す。
- 4) 定義式: 算術的恒等式で計算される。

$$GDE = \text{final consumption} + \text{capital formation} + \text{exports} - \text{imports}$$

変数は、次の 3 つのタイプによって区別される。

- 1) 内生変数: モデルの方程式で決定される(内生変数の数は方程式の数に等しい)。
- 2) 外生変数: モデルの外部から与えられる。たとえば、政府消費、公定歩合、海外の変数など(モデルの範囲による)。
- 3) 先決内生変数: 内生変数のなかでも過去の値を表す変数。

例えば、以下の方程式は簡単なマクロ経済モデルを示している。

方程式:

$$Y = C + I + G \quad (\text{定義式})$$

$$C = a + bY \quad (\text{行動方程式})$$

$$I = f + g(Y - Y_{-1}) + hI_{-1} \quad (\text{行動方程式})$$

変数: Y: GDE(内生)、Y-1: 前の期間の GDE(先決内生)
C: 消費(内生)、I: 投資(内生)、G: 政府消費(外性)

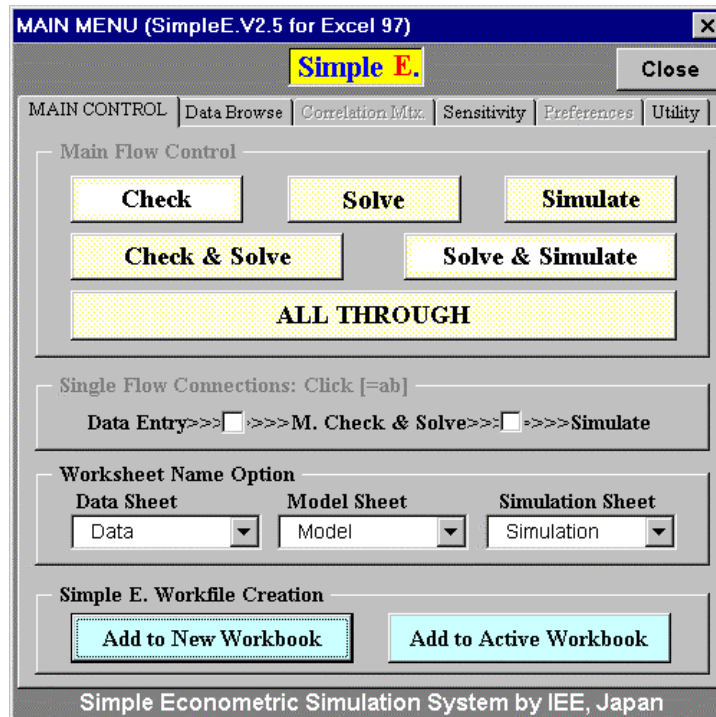
このモデルをテストし、適切な関係を見つけるために、計量経済学を行動方程式の と とに適用する。すなわち、回帰分析により、係数 a、b、f、g および h の具体的値を見つけるとともに、その統計的信頼性を分析する。

4.1.3 エコノメトリック・シミュレーション・ツール: Simple E.

エコノメトリック・シミュレーションのための主要なツールとしては、(財)日本エネルギー経済研究所の Simple Econometric Simulation System(Simple E.)を用いる。Simple E.は Excel アドイン・ソフトウェアであり“Data”、“Model”、および“Simulation”の 3 枚のワークシートを含む Excel ワークブック・ファイルで稼働する。これら 3 枚のワークシート上の入力と出力データは、Simple E.とは独立したワークシートとして用いることもできる。

Simple E.のメイン・メニュー(図 4.1.1)に示されるように、Simple E.には 3 つの大きなプロセス 1)Check(データおよびモデルのチェック)、2)Solve(係数の Estimation)、および 3)Simulation である。この 3 つの流れは Simple E.によって自動化される

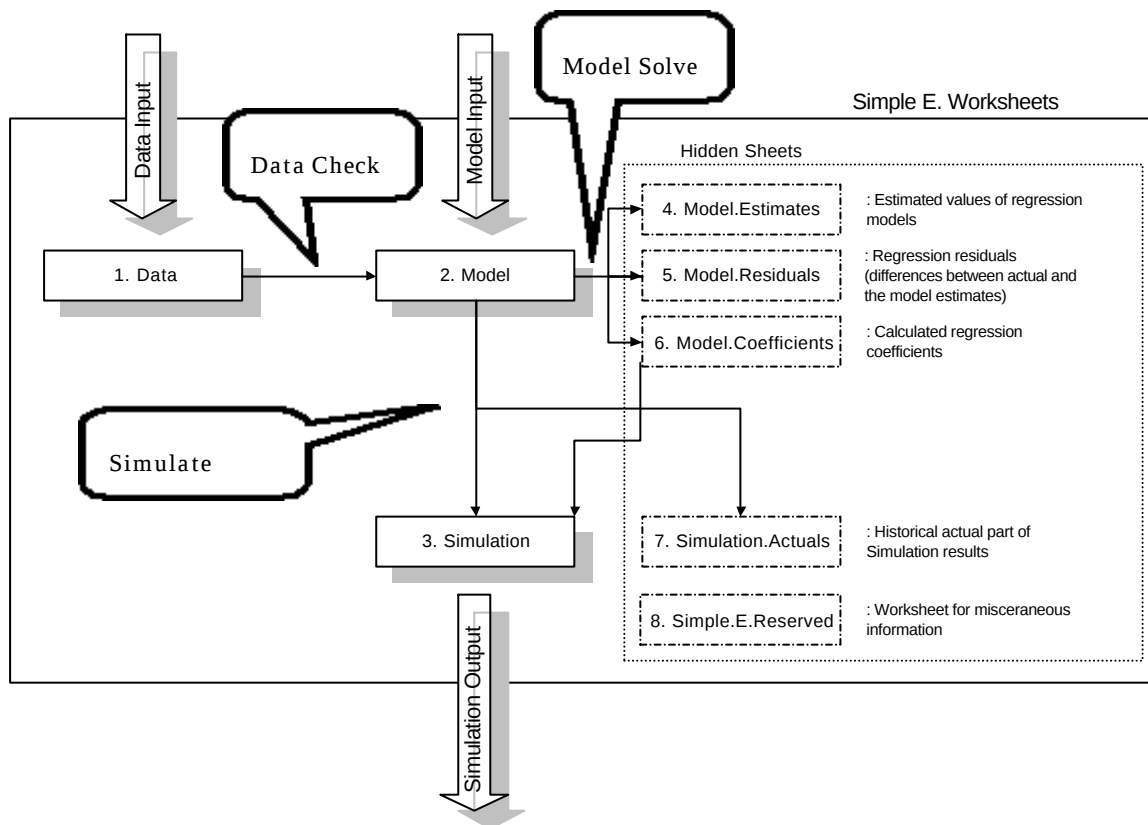
図 4.1.1 メイン・メニュー



各プロセスは、この目的のために特別にデザインされたワークシート上で処理される。次の図 4.1.2 は Simple E. を構成するワークシートの構成とこれらのプロセスとの関係を示す。

図 4.1.2 Simple E. 基本構成と概念

Conceptual Diagram of Simple E. Worksheets



上図 4.1.2 に示されるように、ユーザーは必要なデータと基本的モデルを準備しなければならない。次に、データを「データ」シートに、モデルを「モデル」シートに入力する。それが済めば、データのチェックからシミュレーション結果の表示までは Simple E. が行う。モデル分析の結果である推定値、誤差、係数は、それぞれ隠れシートの Model.Estimates、Model.Residuals、および Model.Coefficients にセットされる。その要約は「モデル」シートに提示される。将来に対するシミュレーション結果は「シミュレーション」シートで計算される。過去の部分は隠れシート「Simulation.Actuals」に保存される。

4.2 線形計画法

4.2.1 線形計画法(Linear Programming :LP) モデルの意義

線形計画法は、「設定された変数すべてが、共通に動ける範囲を形成したとき、各変数がどの位置にいたときに目的関数が最大(最小)になるか」という手法である。したがって、線形計画法による供給計画モデルは、以下のように問題を定式化したとき、与えられた変数に目的関数が最大(最小)になるような解を与えることができる。

- 1) LP による供給計画モデルでは、変数としては、製品の生産量、輸入量、販売量、輸出量、在庫量などが設定できる。
- 2) LP による供給計画モデルでは、変数の取り得る範囲として、需要量、生産能力、輸入制限などが設定できる。
- 3) LP による供給計画では、通常、目的関数は、コスト最小、または、利益最大である。

4.2.2 線形計画法モデルの構造

以下は、線形計画法モデルの目的関数、変数、制約条件の設定のための一般的な手順である。

(1) 目的関数

LP モデルの目的関数は、通常、コスト最小か、利益最大であるが、どちらを設定するかは、モデルの目的、データ収集状況により異なる。供給計画や生産計画では、事業主体の効率を求めることが多いので、目的関数を利益最大にすることが多い。しかし、事業主体に明確な効率の定義のないインフラ事業のような場合は、目的関数をコスト最小にすることもある。このときモデルは、適正な資源配分問題として捕られる。

目的関数の違いにより制約条件の設定は変わってくる。たとえば、以下のように、販売、在庫、生産に対する条件は、目的関数がコスト最小のときと、利益最大のときでは、設定が異ってくる。

例1 コスト最小のとき

最小販売量	販売量
最小在庫量	在庫量
販売量	生産量 + 輸入量

すなわち、コスト最小の目的関数では、最低限販売しなければならない販売量、最低限持たなければならない在庫量、最低限生産しなければならない生産量が制限事項として設定されている。

例2 利益最大のとき

需要量	販売量
最大在庫量	在庫量
販売量	生産量 + 輸入量

利益最大の目的関数では、最大販売できる需要量、最大持つことができる在庫量、最大販売できる供給量が制限事項として設定される。

(2) 変数

線形計画法で言うところの変数とは、内部的に決定される項である。変数は、通常は線形計画法が起動するごとに、初期値(通常は 0)から、順次最適解に収斂して行く。したがって、Excel 上で、線形計画法を扱うときは、変数となったセルには、値、式などは、一切記入することはできない。たとえ、記入したとしても線形計画法を起動する都度、値や式は、クリアされてしまう。LP モデルの中で、どれを変数にするかは、モデル構築者の主観によるところが多いが、基本的には考えられるすべてが、変数として扱うことができる。以下は、変数として扱ったときの内部処理の事例である。

例 1 初期在庫を変数としたが、初期在庫は外部的に定数(1500)で与えたい。

最小初期在庫(1500) 初期在庫(変数) 最大初期在庫(1500)

このように設定することにより、外部的に初期在庫 = 1500 と設定することができる。

例 2 ある副産物の生産量は、主製品の生産量の 30% である。

$0.3 \times \text{主製品生産量変数} - \text{副産物生産量} = 0$

このようにバランス式を設定することにより、主製品生産量の 30% が副産物の生産量となる。

例 3 需給バランスに関係するすべての項目を変数としたい。

$\text{初期在庫} + \text{生産量} + \text{輸入量} - \text{国内販売量} - \text{輸出量} - \text{最終在庫} = 0$

これらの項目は、すべて変数であったとしても個々の変数が制約条件を持つことで、目的関数が最大になるように設定できる。ただし、この制約条件を忘れると、誤った計算結果がでてくる。たとえば、生産コストより、輸入価格の方が安かったとき、輸入量に何の制約条件もなかったら、生産量は 0 で、すべての供給が輸入で賄われるといった事態が起こる。このような事態を避けるためには、変数となる項目は何らかの上限制約または下限制約を持つのが普通である。

(3) 制約条件

制約条件には、大きく分けて 3 種類ある。上限値、下限値、バランス式である。上限値として、販売量に対する最大需要量、生産量に対する生産能力、在庫量に対する最大在庫能力、輸入量に対しては最大輸入量などがある。下限としては、在庫量に対する最小保有在庫量、生産量に対する最小生産量、輸入に対する最小輸入量などが設定される。バランス式には、先に示した式のように、等号(または不等号)で結ばれた関係式が設定され、これらの条件を満足する範囲内で、各供給量や需要量が決定される。

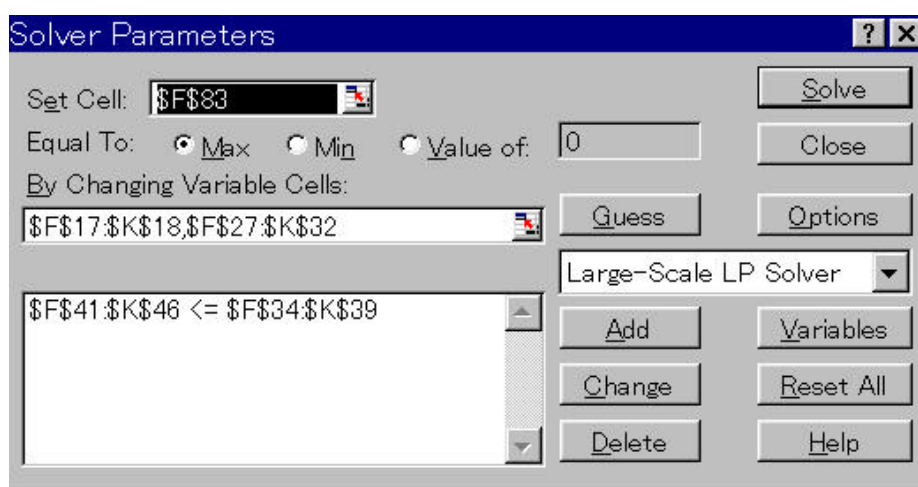
$0.3 \times \text{主製品生産量変数} - \text{副産物生産量} = 0$

$\text{初期在庫} + \text{生産量} + \text{輸入量} - \text{内販売量} - \text{輸出量} - \text{内消費量} - \text{最終在庫} = 0$

一般的に、線形計画法の制約式は、実際の需給構造関係を表現する形で設定される。したがって、制約式の設定には、製品の製造順、取引順などのように、製品の流れの順に設定するのが普通である。ただし、あまり多くの制約式を設定したばかりに、実行可能領域をなくするような条件を設定すると線形計画法は、「実行可能領域がない」として、計算を止めてしまう。

以上、目的関数、変数、制約式の設定に関して述べてきたが、これらを線形計画法モデルとして作るときは、線形計画法パッケージプログラムを使うのが一般的である。Figure 4.2.1 は、Excel の、「Large-Scale LP Solver」を使ったときの目的関数、変数、制約式の設定の例である。

図 4.2.1 ソルバー・メニュー



Excel 上で定義された目的関数、変数、制約式は、このメニューに指定される。上段に目的関数の位置、中段に変数の位置、下段に制約式を配置する。

4.2.3 時間経過の配列

モデル内で、どのように時間経過を表現するかは、モデルが使っているデータ(月データ、四半期データ、年データ)により違ってくる。一般的にコンピュータ・シミュレーション・モデルは、時間の経過を伴う問題を扱うことが多い。今回のエネルギー供給計画モデルは、時間の経過は年単位で生じるが、これをどのように表現するかは、構築されたモデルの見やすさに関係してくる。比較的簡単な線形計画法モデルであれば、縦にすべての項目を配列し、横に年データを配列することで、比較の見やすいモデルとなる。ところが、複雑なモデルになると縦軸だけでは、構造が表現できないことが多い。このようなときは、横軸も項目の配列となる。そのときの、横軸は、いくつかの列が1年(年データの場合)を構成することになる。また、基本的には、各年は(年データの場合)は、それぞれ独立に計算されるが、各年毎の情報の受け渡しは、在庫を仲介として行われる。

図 4.2.2 横に時間を配列した例

	2000	2001	2002	2003	2004	2005
初期在庫						
生産						
輸入						
輸出						
期末在庫						
バランス	=0	=0	=0	=0	=0	=0
目的関数	$F(x, y, z)$					

図 4.2.3 横に時間と変数を配列した例

2000		2005
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス
在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス	——	在庫・生産・輸入・輸出・在庫・バランス

4.2.4 単価とコスト

モデルの目的関数をコスト最小にしても利益最大にしても、各変数毎(多くは製品毎)の単価とコストは必要である。生産コスト、輸入単価、販売単価、輸出単価などは、現実に取り引きされる単価が存在するので、これをもとに各エネルギーの単価やコストを設定すればよい。しかし、在庫評価、自家消費、工場内原料供給などでは、仕切単価が公表されない場合が多いので、一般的には、客観的単価やコストの公式数字はない。したがって、このような単価やコストに対しては、他の単価やコストで推定する。

例 1 国内で生産されている製品の評価

初期在庫評価 = 生産コスト
 最終在庫評価 = 生産コスト
 自家消費 = 生産コスト
 企業内原料供給 = 生産コスト

例 2 国内で生産されてなくてほとんどが輸入されている製品の評価

初期在庫評価 = 輸入単価
 最終在庫評価 = 輸入単価
 自家消費 = 輸入単価
 企業内原料供給 = 輸入単価

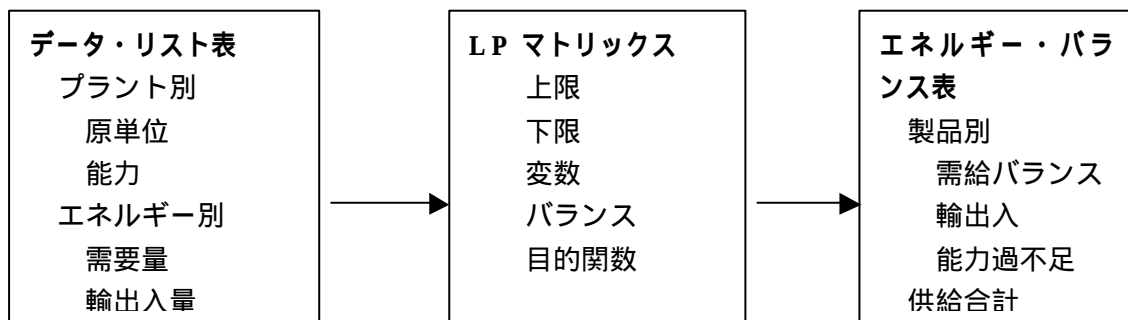
4.2.5 原単位

原油から石油製品ができる生産原単位、石炭からコークスができる生産原単位、原油から NGL、LPG の随伴量が発生する原単位、各種燃料から発電のための発電効率などが、線形計画法の中で使われる。このような原単位は、本来は製造装置に付随するものであるが、全国的規模の供給計画モデルでは、それらの平均を求めてモデルの生産原単位とするのが一般的である。ところが、全国平均原単位を求めるのは、厳密には困難な作業であり、多くの情報と時間を必要とする。そのため、当初は平均と思われる推定値を原単位として設定し、時間をかけて(3～4 年)真の平均に近づけるのが適当と思われる。

4.2.6 データの入出力形態

線形計画法のデータ配置は、LP マトリックスの中に、変数を中心として制約上限・下限の配置、バランス式の配置、目的関数の配置などによって行なわれる。しかし、この配置は、利用者にとってデータの入力しやすい配置とは限らない。また、見やすい出力配置とは限らない。そこで、一般的には、LP マトリックスの前に、データを入力しやすく配置した「データ・リスト表」を置き、LP マトリックスの後に計算結果である「エネルギー・バランス表」を置く。こうすることにより、LP マトリックスの構造とは関係なく、入力しやすい配置と見やすい出力データの配置が可能になる。

図 4.2.4 供給計画モデルの配置



第 5 章 マクロ経済・エネルギー需要予測モデル

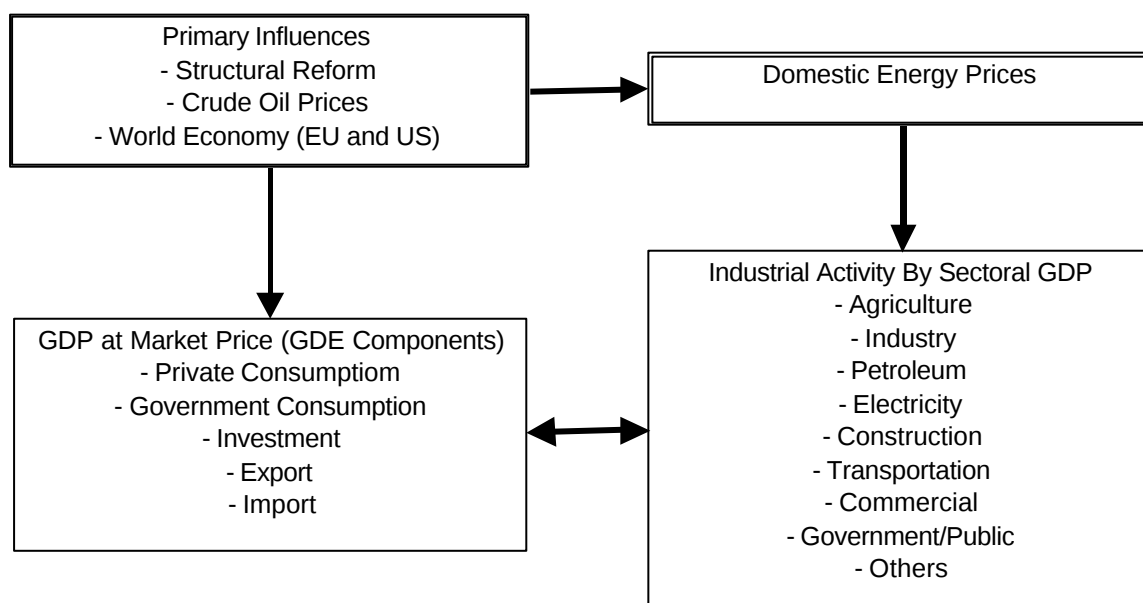
5.1 マクロ経済ブロック

5.1.1 目的と基本機能

本プロジェクトにおけるマクロ経済モデルの目的は、ERSAP(経済改革・構造調整政策)、国際石油価格、国内石油価格、ならびに主要な産業活動をマクロ経済の観点から分析できるよう、これらの関係を定式化することにある。

図 5.1.1 に示したブロック図はモデルの基本概念を示す。すなわち、国内エネルギー価格ならびに GDP に代表される経済全体の成長力を説明する主要な要素として、構造改革、国際石油価格、ならびに世界経済を取り上げた。産業活動は部門別 GDP により代表される。この部門別 GDP は全体の経済活動指標 GDP とは相互依存関係にあると同時に、国内エネルギー価格には直接影響を受けるものと考えられる。

図 5.1.1 マクロ経済エネルギー需要予測モデルの基本概念



基本的考え方として、GDP 全体の大きさは、主に 3 種の外部変数、すなわち、構造改革、国際石油価格、ならびに世界経済で決められるとした。なぜなら、構造改革、世界経済の国内経済への影響はさまざまで、特に決まった部門が対象になるとは考えられないからである(石油価格は特に石油産業が対象になるが)。国内エネルギー価格等の個々の要素が経済全体に及ぼす影響は間接的である。他方、産業活動については、エネルギー価格等の個々の産業に直接関係する要素の影響の方がより直接的である。

こうした考え方に基づき、変数としての GDP の機能は、上に示した 3 種の主要外部変数に基づき、その全体の大きさを示すことにある。一方、産業別付加価値額、すなわち部門別 GDP に関しては、その変数としての機能は産業構造を示すことにあり、このため特に国内エネルギー価格、すなわちエネルギー・コスト等との関係を重視した。実際のモデルでは、産業構造は部門別 GDP のシェアとして示され、これを基に、主要外部変数により GDP 全体に再配分される構造となっている。

5.1.2 モデルの概念と構造

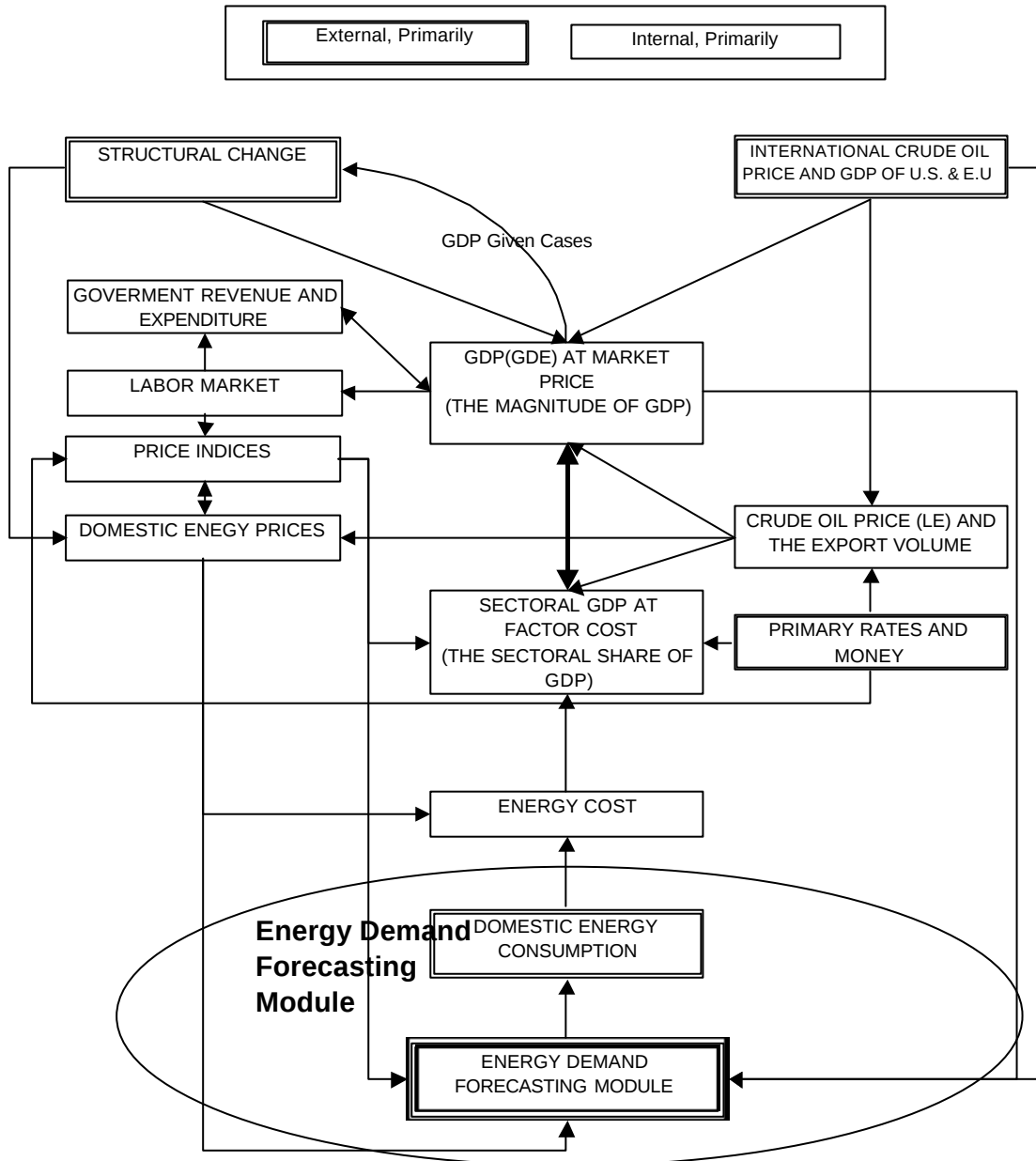
(1) モデル・フロー

上に示した考え方、ならびに現在利用可能なデータの種類に基づき、政策変数を次のように 12 のグループに分けた。

- 1) 構造改革 (Structural reform)
- 2) 国際石油価格ならびに世界経済 (International crude oil price and GDP of US & EU)
- 3) GDP (GDP at market price)
- 4) 産業別付加価値額 (Sectoral GDP)
- 5) 国家財政 (Government revenue and expenditure)
- 6) 労働市場 (Labor market)
- 7) 価格指数 (Price indices)
- 8) 国内エネルギー価格 (Domestic energy prices)
- 9) 主要レートとマネー (Primary rates and money)
- 10) 石油輸出額・量 (Crude oil price in LE and the export volume)
- 11) エネルギー・コスト (Energy cost)
- 12) エネルギー消費量 (Energy consumption from Energy Demand Forecasting Model)

これらグループ間の関係を示すモデル・フローを図 5.1.2 に示す。矢印で示された関係は本モデルでのデフォルト設定を示す。本モデル・システムの透明性と柔軟性は、これら関係のすべてが必要に応じ変更できることにある。たとえば、GDP のデフォルト設定は内生変数となっているが、外部から指定する場合、たとえば、構造改革の変数を修正する、GDP を外生変数に変更する、といった操作にも柔軟に対応している。

図 5.1.2 モデル・フロー



(2) モデル構成グループ

モデル構成は上述した 12 の政策変数に対応して構築されている

1) 構造改革 (Structural reform)

構造改革は 1 つの政策変数をもって代表させることはできない。なぜなら、構造改革は経済成長を促進するための国内のさまざまな性格やその時期を異にする変革、政策の集まりであるからである。これらの改革は 1991 年の債務削減、為替改革、金利の自由化に始まり、それ以後、民営化等のさまざまな政策をもって継続されている。したがって、構造改革の最も顕著な性質として、1991 年に始まりそれ以降も継続しているということが上げられる。この性質を用い、構造改革を 1991 年以前とそれ以降を区別するような定性変数として定義することができる。本モデルでは 1990 年以前を 1、1991 年以降を 1.1 以上として定義している。

なお、構造改革変数は前述の通り外生変数とした。

2) 国際石油価格ならびに世界経済 (International crude oil price and GDP of US & EU)

この変数は外生変数である。国際石油価格は輸出ならびに石油産業付加価値額にリンクさせている。その伸び率については、1990 年からの各年伸び率の平均値 6% を、初期設定値とした。米国と EU の GDP はエジプトの輸出相手国としての重要性から世界経済の代替とし、GDP 構成要素の輸出にリンクさせている。将来値の設定値は最近の伸び率を用いた。

3) GDP (GDP at market price)

内生変数(デフォルト)として定義されている。すなわち、民間消費、政府消費、投資、輸出、ならびに輸入の総和(輸入はマイナス)である。

民間消費は、そのラグ付き変数、GDP マイナス税収(収入レベルの代替)、ならびに構造改革変数で説明されている。構造改革変数の直接影響は負である。なぜなら構造改革は貯蓄の増大、すなわち消費の減少を招くと考えられるからである。

政府消費は、そのラグ付き変数、税収、ならびに構造改革変数で説明されている。構造改革変数の直接影響は負である。なぜなら、構造改革変数のなかでも重要な民営化政策は公共セクターの縮小を期待しているからである。

投資は、産業活動レベルを代表する産業付加価値額総和、構造改革変数、ならびに金利の関数とした。借り入れ金利の影響は、金利が低いほど投資のための借入金を増やせることからその影響は負である。逆に、預け入れ金利の影響は、高いほど投資に回る貯蓄が増えるためその影響は正である。

輸出は、輸出相手国先である米国ならびに欧州の経済成長ならびに為替レート(LE/\$US)の関数である。また、原油価格、原油輸出量にも関連する。

輸入は、産業活動を代表する産業付加価値額総和と為替レートの関数とした。為替レート(LE/\$US)が上昇すれば、輸入物価の上昇を招き、輸入は低下する。したがって、為替レートの影響は負である。

4) 産業別付加価値額(Sectoral GDP)

産業別付加価値額(8 セクター)は内生化されている。各セクターはそれぞれ、農業、製造業、石油、電力、建築、運輸、商業、政府、ならびにその他である。

各セクターの付加価値は、そのラグ付き変数、付加価値額総和、ならびに関連エネルギー・コストまたはエネルギー収入によって説明されている。エネルギー・コストの影響は負であるが、石油と電力に関しては、それぞれ他産業の石油製品コスト、電力コストが収入になるため、その影響は正が期待される。

5) 国家財政(Government Revenue and Expenditure)

国家収入は GDP に代表される所得レベルならびに賃金の関数とした。また、関係する変数として、EGPC 余剰がある。消費は総収入、賃金ならびに失業率の関数とした。なぜなら、政府のもっとも大きな役目の 1 つとして失業率の減少とそのための 1 つの施策としての政府雇用が考えられるからである。

6) 労働市場(Labor Market)

このグループに属する変数は、人口、労働力人口、失業率、ならびに賃金である。人口は外生とし、最近の伸び率 2.1%を初期設定とした。労働力人口は人口で説明されている。失業率は労働力の供給側圧力のレベルとして労働力人口、また需要側圧力として産業付加価値額総和を説明変数とした。賃金は、生産性のレベルとして労働者一人あたりの GDP、ならびに賃金上昇への労働者側要求圧力(生活コストからの圧力)の指標として物価指数(ここでは卸売物価指数)を用いて説明した。

7) 物価指数(Price Indices)

価格指数に属する変数は、卸売物価指数、消費者物価指数、ならびに国内インフレ率である。卸売物価指数は、労働力コストレベルを示す賃金、マネー・サプライ、また輸入物価の指標である為替レートを説明変数とした。消費者物価指数は、供給側コスト圧力の指標である賃金とマネー・サプライ、ならびにエネルギー価格の影響を代表するものとして石油製品価格の平均を説明変数とした。また、国内インフレ率は、消費者物価指数の伸び率として定義されている。

8) 国内エネルギー価格(Domestic Energy Prices)

国内エネルギー価格に属する変数は、電力価格、石油製品価格、ならびに石炭価格に分けられる。電力価格は、さらに産業、農業、商業、民生、ならびに政府と分けられる。石油製品価格にはガソリン、軽油、輸送用軽油、LPG、ならびに天然ガスがある。

電力価格は政治的に決定される。しかしながら、長期的にはコスト上昇圧力に追従するものと見なした。またエネルギー価格は構造改革の対象でもある。これらの点に鑑み、産業用電力価格を代表とし、そのラグ付き変数、卸売物価指数、ならびに構造改革をこの説明変数とした。他の電力価格はこの産業用電力価格の伸び率に従うものとした。

石油製品価格も政治的に決定される。しかしながら、長期的には国際価格で代表される市場潜在価格に追従するものと見なした。また、電力価格同様、コスト上昇と構造改革の圧力下にあるものと考えられる。これらの点に鑑み、ガソリン価格を代表とし、これに対し、そのラグ付き変数、原油価格、卸売物価指数、ならびに構造改革を説明変数とした。他の石油製品の価格はガソリン価格の伸び率に従うものとした。

9) 主要レートとマネー(Primary Rates and Money)

個々に属する変数は、中央銀行レート、借入レート、預金レート、為替レート、ならびにマネー・サプライ(M2)である。中央銀行レートとマネー・サプライは政策変数として外生扱いであるが、本モデルでは、将来値としての中央銀行レートはラグ付き変数の関数として、マネー・サプライはGDPと同じ伸び率を用いた。借入レートと預金レートは、中央銀行レート、マネー・サプライ、ならびにインフレーションを説明変数とした。為替レートについては、米国とエジプトとの間の購買力平価を考慮し、エジプトと米国のGDPデフレーター - の比として定義した購買力平価による為替レートを説明変数とした。

10) 原油輸出額・量(Crude Oil Price in LE and the Export Volume)

エジプトポンド建て原油価格に原油輸出量をかけたものは、エジプトの実質的原油輸出収入と見なせる。本モデルでは、原油輸出量は外生値とし最近値と同じ値がそのまま将来値となっている。

11) エネルギー・コスト(Energy Cost)

各セクター毎のエネルギー・コストはそれぞれのセクターの付加価値を説明する要素である。電力コストはその価格ならびにセクター毎の消費量で定義される。セクター毎の消費量は本マクロ経済モデルから見れば外生値であり、その値はエネルギー需要予測ブロックより与えられる。石油製品の消費コスト計算も同様であり、価格は本マクロ経済モデルで、消費量はエネルギー需要予測ブロックより与えられる。

12) エネルギー消費量(Energy Consumption)

マクロ経済ブロックにおいて、エネルギー消費量は外生値としてエネルギー需要予測ブロックより与えられる。

(3) モデルの動的性質

本モデルはマクロ経済とエネルギーセクターの部分均衡モデルである。また、マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデルとは、その性質上、同時方程式によりリンクされている。たとえば、最初、GDP の計算には同時期のエネルギー消費量が必要である。さらに、この計算された GDP を用いエネルギー消費量が計算される。次にこの計算されたエネルギー消費量が GDP の計算にフィードバックされ、GDP とエネルギー消費量の計算は収束値に落ち着くまで計算が継続される。

こうした同時計算は、 GDP とその構成要素間、 産業別付加価値総和とその構成要素間、 GDP グループと産業別付加価値グループ間、 産業別付加価値グループと需要予測ブロック間、において使われている。

5.2 エネルギー需要予測ブロック

5.2.1 モデル構築の概念

(1) 経済モデルとエネルギー・モデルとの連動

一般にエネルギー需要を予測する場合、原油価格等の一次エネルギー価格が最も重要な想定値となるが、これらは、将来における不確実性あるいは振れ幅が大きいと考えられるため、想定値もいくつかのシナリオとして扱うのが一般的である。原油価格等の変動は、単に価格効果としてエネルギー需要に直接的に影響を及ぼすだけでなく、経済・産業活動の水準、一般物価、二次エネルギー価格にも少なからず影響を与える。したがって、これら直接・間接の波及効果を含んだ形での分析が重要である。

エネルギー需要は、一般に所得と価格の関数として表すことができる。

$$E = f(I, PE) \text{ ----- (1)}$$

ここで、

E: エネルギー需要

I: 所得(生産) (+ 要因)

PE: エネルギー価格 (- 要因)

すなわち、所得(生産)水準の上昇はエネルギー需要を増加させ、価格の上昇は需要を減少させる。さらに考慮しなければならないのは所得もエネルギー価格の関数であるということである。この影響は(1)式の価格効果より大きい場合もある。

$$I = f(PE, Z) \text{ ----- (2)}$$

ここで、 Z: その他の要因、さらに $Z = f(PE, \dots)$

したがって、(1)式(エネルギー・モデル)だけでは、エネルギー価格と需要との関連を計量的に分析するには不十分な場合もある。その場合、(2)式(経済モデル)を加えて検討することが重要である。所得(生産)の構造変化、例えばサービス化、高付加価値化といった生産活動の構造変化は、エネルギー需要を決定する要因でもある。また二次エネルギー価格も原油価格や一般物価と独立ではなく、これらの相対物価が各エネルギー源間の競合を考えるうえで重要な要因となる。

(2) エネルギー需要の特徴

- 1) エネルギーは、それ自身の需要としてではなく、満足できるサービスを生み出すための要因と結び付いた需要である(派生需要)。したがって、用途別需要に着目した需要分析が重要である。
- 2) また、家庭などにおいて直接消費される最終消費財であると同時に、生産活動を行うための中間財としても用いられる。消費原単位からのアプローチが重要である。

例えば、

エネルギー消費量 = 消費原単位 * 生産量

3) エネルギー消費はまた、耐久財等のストック(エネルギー消費機器)の保有状況やその稼働率に依存する(ストック・アプローチ)。例えば、

$$\begin{array}{ccccccc} \text{エネルギー需要} & = & \text{技術係数} & * & \text{稼働率} & * & \text{エネルギー使用資本ストック} \\ (\text{ガソリン}) & & (\text{燃費}) & & (\text{走行 km}) & & (\text{自動車保有台数}) \end{array}$$

しかし、究極的には上記の諸要因は、価格や所得の関数と考えられる。

(3) モデル構築に関する基本的な考え方

エネルギー需要は、大きく電力と非電力(燃料)とに区分して、回帰分析による推計を行う。燃料需要については、二つの選択肢を視野にいて、需要予測を行う。すなわち、燃料ごとに、回帰分析による需要を予測する方法と、燃料トータルを推計したのち、シェア関数を導入して、エネルギー源ごとに配分する方法である。この概念を式で表示すれば次のようになる。

$$E = EL + F$$

$$\begin{array}{ll} \text{ここで、最終エネルギー需要} & E = \sum E_i \\ \text{電力需要} & EL = \sum EL_i \\ \text{燃料需要} & F = \sum \sum F_{ij} \\ i: i \text{ 部門 (i 産業)} & \\ j: j \text{ 燃料 (石油、石炭、ガス等)} & \end{array}$$

上式は、最終エネルギー消費をエネルギー源別から見れば、電力と燃料の合計で求められることを示し、これが需要部門からみた各産業、各需要部門の合計と一致することになる。電力の合計および燃料の合計は、各需要部門を足しあげることによって求められる。電力と燃料を区分して推計する理由は、電力とそれ以外のエネルギーとの間では、大きな代替がなされないと仮定しているためである。また、燃料別に積算する理由は、石油、ガス、石炭などのエネルギー間では比較的容易に代替がなされるためである。そのために、燃料合計を推計し、その中でのシェアは競争させるという推計方法が考えられる。

エネルギー需要予測式においては、エネルギー原単位を可能な限り、導入することとする。各需要部門や細分化された産業部門ごとの電力需要式および燃料需要式は、各部門の活動水準当たりの原単位と活動水準を乗じて求められる。一般的に、これらの原単位を最小二乗法で推計し、一方の活動水準は外部から外生的に与えることによって、将来のエネルギー需要が計算される。最終的には、活動水準はマクロ経済モデルで得られるため、予測全体のシステムとしては、これらも内生変数として扱うことになる。

$$EL_i = a_i * Y_i$$

$$F_i = b_i * Y_i$$

$$a_i = EL_i / Y_i \quad (a_i: \text{活動水準に対する電力原単位}(Y_i))$$

$$b_i = F_i / Y_i \quad (b_i: \text{活動水準に対する燃料原単位}(Y_i))$$

この場合のエネルギー需要は以下の式で求められる。

$$E = \sum (a_i * Y_i) + \sum (b_i * Y_i)$$

非電力のエネルギー源である燃料については、燃料合計を求めた後、個別エネルギー源のシェアを想定し、石油、ガス、石炭などに配分する。これは、前述のようにエネルギー間代替や競合を考慮したものであり、各々のシェアはエネルギー間の相対価格によって説明される。

$$F_{ij} \text{ (fuel } j) = F_i * S_{ij}$$

ここで、 S_{ij} : エネルギー源別シェア

$$S_{ij} = f (P_{eij} / P_{ei})$$

P_e : エネルギー価格

さらに、一次エネルギー需要の算出は、最終エネルギー需要と転換部門での自家消費やロスを足しあげて求める。このとき、転換部門での自家消費が明確になれば、それを足した上で、転換効率によって割返す。しかし、そうでない場合は、最終エネルギー需要と一次エネルギー需要とのかい離が、自家消費分を含んだ転換効率と考えて、その比率で除すことにより、一次エネルギー需要が求められる。

また、この転換効率は通常、新規設備の投入や技術革新によって向上する。関数型としては、技術革新の代理変数としてのタイム・トレンドや実質エネルギー価格などが説明変数となる。

$$PER = EL / \alpha + F_j / \beta_j$$

ここで、 PER : 一次エネルギー需要

α 、 β_j : 転換効率

$$\alpha = f (T, P_e)$$

$$\beta = f (T, P_e)$$

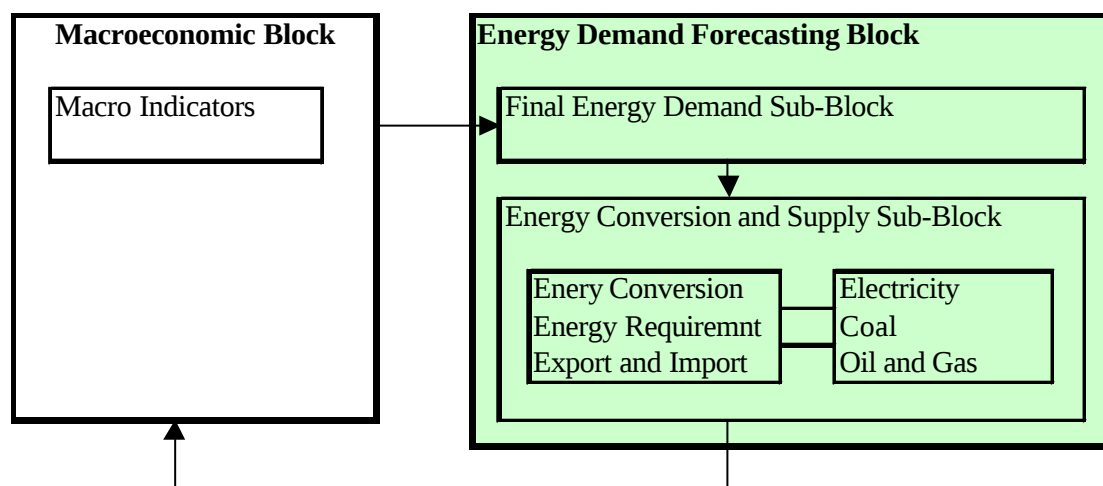
T : タイム・トレンド

5.2.2 エネルギー需要予測ブロックの枠組み

エネルギー需要予測モデル・ブロックは、最終エネルギー需要予測サブ・ブロック、エネルギー転換・供給サブ・ブロックから成る(図 5.2.1 参照)。本モデルでは、マクロ経済モデル・ブロックで得られた経済指標を使用して、最終エネルギー需要を部門別に先ず計算し、次に、電力や石油精製の転換部門のロスや燃料投入量を算定して、一次エネルギー供給量を求める。

最終的に、需要から供給までのエネルギー・フローをエネルギー・バランス表にしたがって取り扱うが、原油・天然ガスの生産、電源開発計画のような政策課題は外生値として導入することもできる。

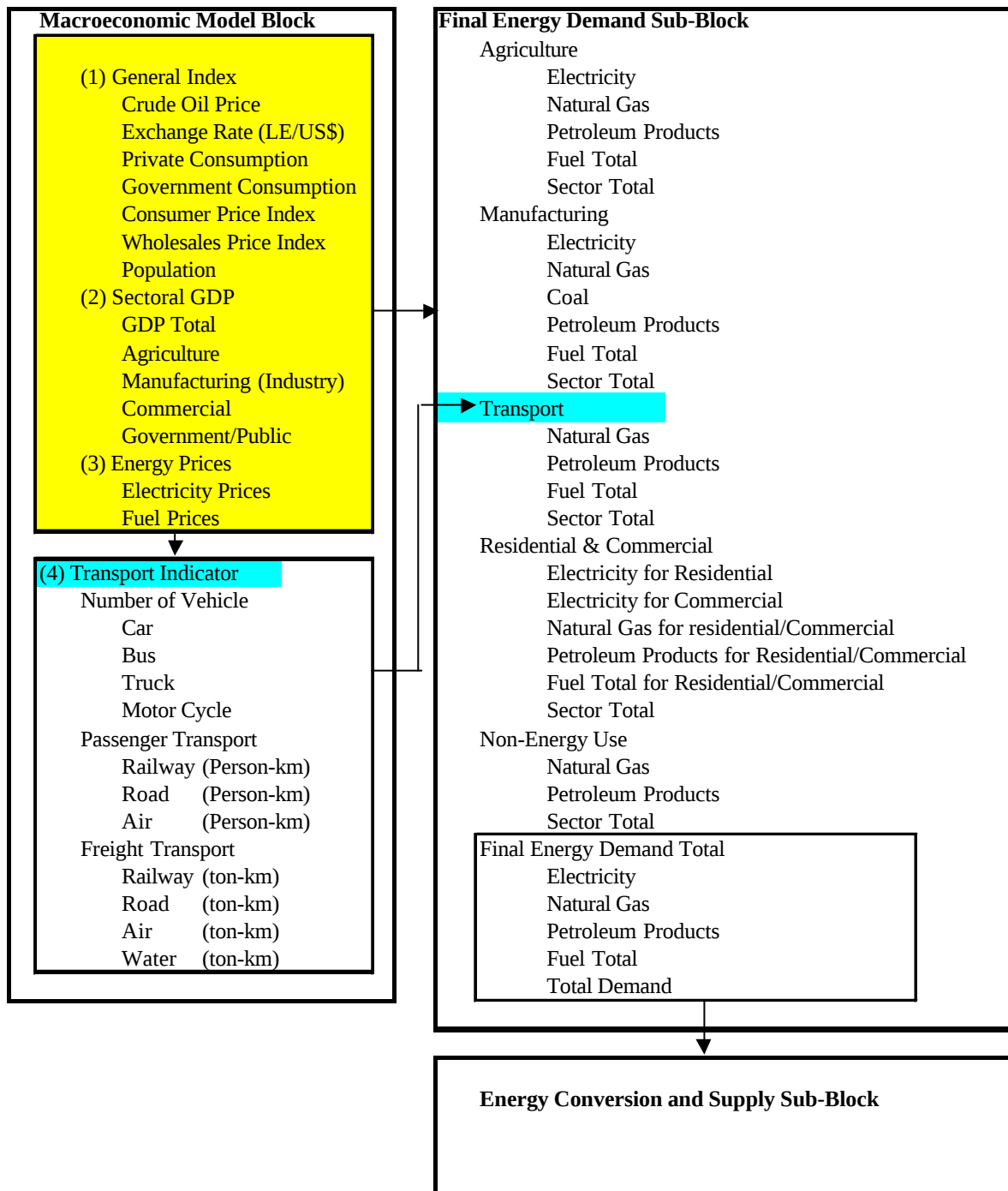
図 5.2.1 エネルギー需要予測モデル(ブロック)の構成概略図



(1) 最終エネルギー需要サブ・ブロック

図 5.2.1 は最終エネルギー需要の枠組みを示す。マクロ経済指標は、一般指標、GDP コンポーネント、国内エネルギー価格と運輸指標から成る。前者 3 項目は、価格上昇や GDP 成長の影響をみるため、サブ・ブロックとしては、外生値として取り扱っている。最終需要ブロックは、部門別、エネルギー源別(電力、天然ガスおよび灯油、LPG、ガソリン、軽油、重油等の石油製品)に構造方程式を作成する。需要関数は、部門(農業、製造業、運輸、民生、政府・公共、非エネルギー)別に回帰分析によって、推計される。最終エネルギー需要は各部門トータルを足すことによって求められる。

図 5.2.2 最終エネルギー需要サブ・ブロックの枠組み



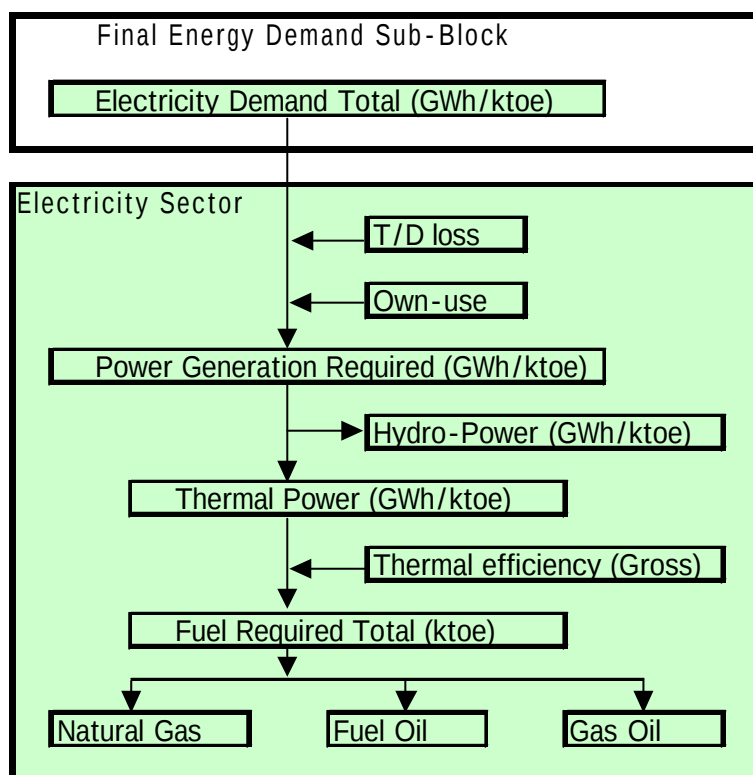
(2) エネルギー転換・供給サブ・ブロック

エネルギー転換・供給(国内総需要)サブ・ブロックは、電力、石炭、石油・ガスの各部門および輸出入から成る。

1) 電力部門

図 5.2.3 は電力転換部門の枠組みを示す。本部門では、電力需要が最終エネルギー需要サブ・ブロックから引き継がれる。送・配電ロスと自家消費を加えて、必要な発電量が計算される。火力発電量は、総発電量から水力発電分を差し引いて得られる。火力発電に必要な投入燃料は、熱効率と燃料のシェア関数を使用して求められる。本モデルでは、全ての変数を内生化しているが、技術的な見地から、送・配電ロスや自家消費の割合、水力発電量、熱効率を外生値として入力することもできる。

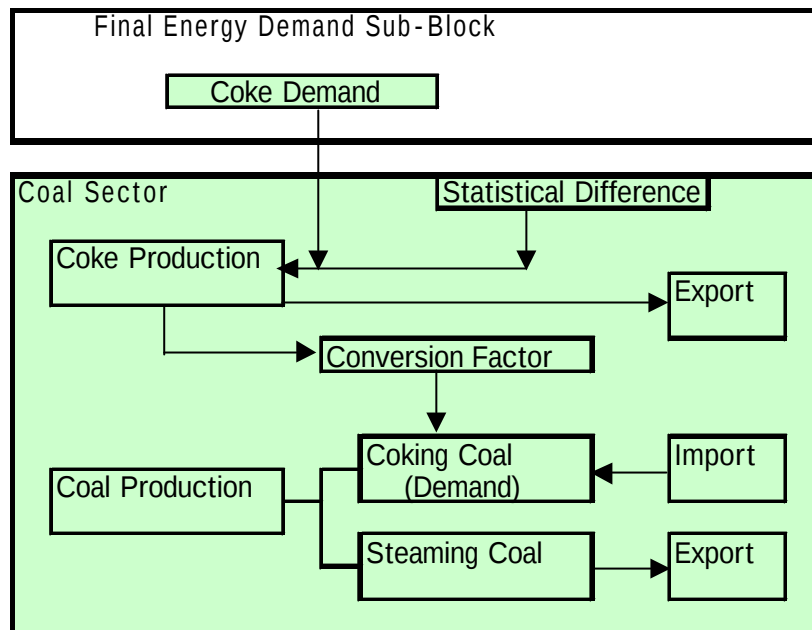
図 5.2.3 電力部門の枠組み



2) 石炭部門

図 5.2.4 は石炭部門の枠組みを示す。石炭部門もまた、コークス需要を最終エネルギー需要サブ・ブロックから引き継ぐ。本部門のおもな目的は、原料炭需要を求めることにある。一般炭需要については、生産、消費(輸出)とも現時点では小さい。全ての変数は本モデルにおいて内生化しているが、コークスの輸出、一般炭の輸出、原料炭からコークスへの転換係数等を外生値として取り扱う事もできる。現時点では、生産されたコークスは産業部門の内需と輸出用に回されている。

図 5.2.4 石炭部門の枠組み



3) 石油・ガス部門

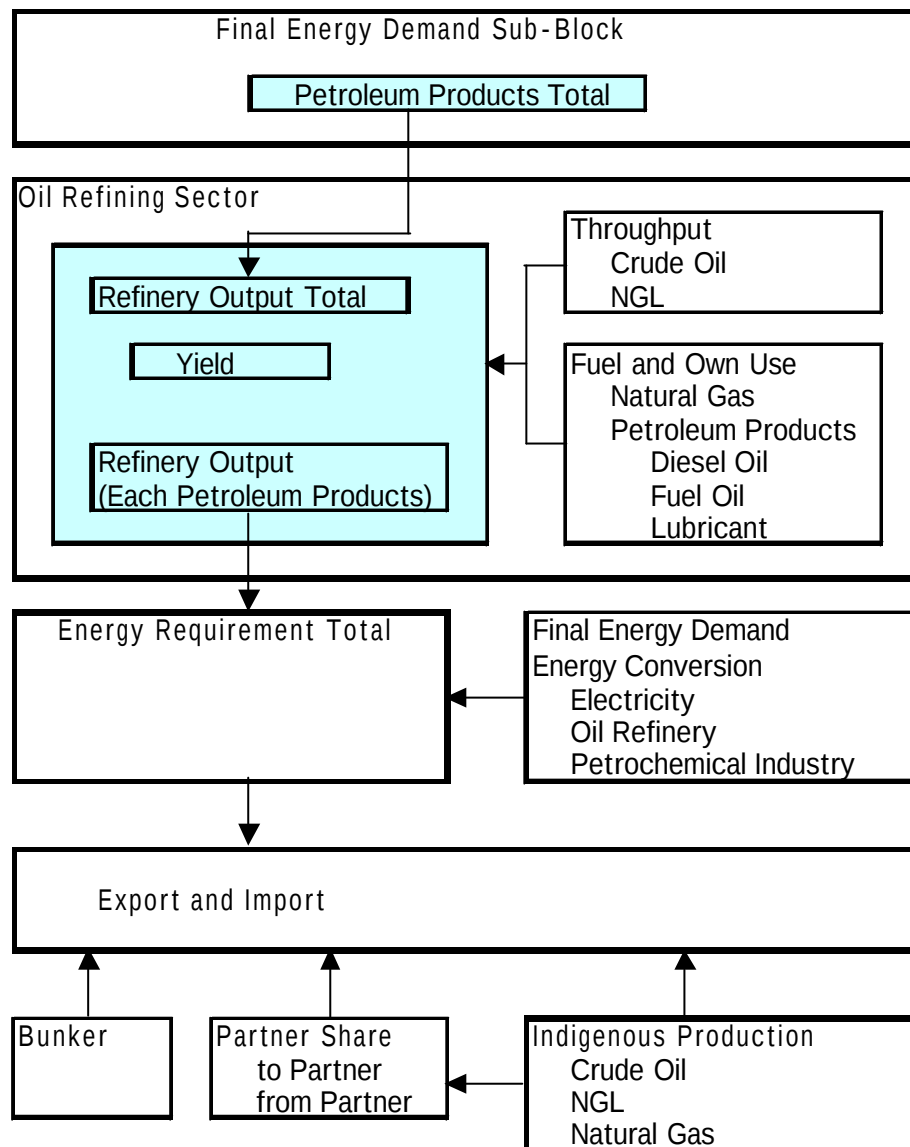
図 5.2.5 は石油・ガス部門の枠組みを示す。本部門では精油所が重要な役割を果たしている。精油所操業は、個々の石油製品ではなく、国内石油製品総需要を満たすように仮定されている。石油製品需要もまた、最終エネルギー需要サブ・ブロックから引き継がれる。

最初に、石油製品の総合計が過去の石油製品総合計と国内消費総合計のトレンドから予測される。精油所出力を決定した後、原油・コンデンセートの投入量や燃料投入量が予測される。各石油製品は、各製品の収率を使用して計算される。収率は外生値として入力することも出来る。

本モデル・ブロックでは、最終エネルギー需要サブ・ブロック、エネルギー転換(電力、石油製品、石油化学等)、LPG トランスファー、一次エネルギー供給を通して、国内エネルギー総需要を求める。

天然ガスと NGL の国内生産は、需給(特に輸出入)の不整合を避けるために、国内総需要に合わせた。国内生産、パートナー・シェア、バンカー・ストックを考慮して、輸出入が計算される。天然ガスと NGL のパートナーからの出し入れはそれぞれバランスさせている。パートナーからの原油の出し入れは、過去のトレンドを表現したシェア関数を使用して計算される。原油生産は、回帰分析によって求め、輸出入で需給をバランスさせている。各石油製品もまた、輸出入の項目で需給バランスが取られている。

図 5.2.5 石油・ガス部門の枠組み



5.3 シミュレーション結果

本説では、マクロ経済・エネルギー需要予測モデルによるシミュレーション結果を述べる。本予測モデルの基準年度次は 1998/1999 年度であり、目標年度次は 2005/2006 年度である。いろいろなシナリオが考えられるが、以下の 3 種のエネルギー価格に関するシナリオが設定された。

- 1) 名目価格現状維持（低価格シナリオ）
- 2) 実質価格一定（ベース価格シナリオ）
- 3) 実質価格年率 10 % 上昇（高価格シナリオ）

上記価格シナリオをエネルギー需要サイドからみた場合には、低価格シナリオは需要ハイ・ケース、高価格シナリオは需要ロー・ケースとなる。ベース・ケースは、2)の実質価格一定シナリオである。なお、本シミュレーションにおいては、エネルギー価格は表 5.3.1 のように分類されている。

表 5.3.1 エネルギー価格の分類

Electricity		Fuel	
Agriculture	PT/kWh	Gasoline	LE/toe
Industry	PT/kWh	Kerosene	LE/toe
Commercial	PT/kWh	Diesel Oil for Boiler	LE/toe
Residential	PT/kWh	Diesel Oil for Transportation	LE/toe
Government/Public	PT/kWh	Fuel Oil	LE/toe
		LPG	LE/toe
		Natural Gas	LE/toe
		Coking Coal	LE/toe

5.3.1 価格シナリオ別シミュレーション結果

表 5.3.2 は、上記価格シナリオに基づいたシミュレーション結果を示す。同表では、上から一次エネルギー国内総需要、一次エネルギー、二次エネルギー、最終エネルギー需要の順に示してある。一次エネルギー国内総需要の年増加率(G.R)は、高価格シナリオ、ベース価格シナリオ、低価格シナリオ別に、それぞれ 5.44%、5.64%、6.01% であった。シミュレーション期間(1998/1999-2005/2006)の GDP 年平均成長率は、それぞれ 5.77%、5.74%、5.68% であるので、結果として、一次エネルギーの対 GDP 弾性値は、それぞれ 0.94、0.98、1.06 となった。

最終エネルギー需要については、各シナリオ別の増加率はそれぞれ 5.04%、5.27%、5.71% であり、対 GDP 弾性値はそれぞれ 0.87、0.92、1.01 となった。各ケースとも、最大の伸び率は天然ガスの需要で、8 % を越える。原油や石油製品の伸び率はほぼ 4 % 前後の伸び率であった。

表 5.3.2 シナリオ別シミュレーション結果の要約

	1998/99 (ktoe)	High Price Case		Real Price Constant		Low Price Case	
		G.R (%)	2005/06 (ktoe)	G.R (%)	2005/06 (ktoe)	G.R (%)	2005/06 (ktoe)
Energy Requirement Total	44,064	5.44	63,845	5.64	64,675	6.01	66,291
Primary Energy							
Coking Coal	1,360	2.04	1,567	2.44	1,610	2.96	1,669
Natural Gas	12,799	8.38	22,476	8.47	22,610	8.64	22,862
Crude Oil	27,400	3.79	35,547	4.10	36,294	4.70	37,800
NGL	1,671	3.79	2,168	4.10	2,213	4.70	2,305
Secondary Energy							
Petroleum Products	24,057	3.63	30,877	3.91	31,467	4.46	32,652
Electricity (Generation)	5,848	6.23	8,925	6.33	8,989	6.53	9,107
Final Energy Demand							
Agriculture	320	3.77	414	4.39	432	5.34	460
Industry	10,775	5.96	16,163	6.06	16,265	6.21	16,428
Transportation	9,113	4.08	12,058	4.49	12,394	5.37	13,145
Residential/Commercial	5,652	4.87	7,884	5.16	8,041	5.66	8,308
Government/Others	714	7.96	1,220	7.97	1,221	7.97	1,221
Non-Energy Use	1,923	3.66	2,474	3.66	2,474	3.66	2,474
Electricity (Demand)	4,868	6.48	7,555	6.59	7,609	6.79	7,710
Total	28,498	5.04	40,213	5.27	40,827	5.71	42,037
Elasticity to GDP							
Final Energy Demand		0.87		0.92		1.01	
Energy Requirement		0.94		0.98		1.06	
Electricity Demand		1.12		1.15		1.20	
Electricity Requirement		1.08		1.10		1.15	
Gross Domestic Product	268,341	5.77	397,500	5.74	396,544	5.68	395,071

石油製品需要の総合計増加率は、シナリオ別にそれぞれ年率 3.6%、3.9%、4.5% となると予測された。主な石油製品需要の予測結果を表 5.3.3 に示す。最大の増加率は、LPG 需要で、それぞれ 6.8%、7.3%、8.2% の伸び率となり、軽油需要が 5.8% 前後の伸び率で続く。ガソリン需要の伸び率は、価格シナリオで大きく異なり、3.3% から 7.6% まで変動している。このことから、ガソリン需要は価格に最も敏感であると言える。LPG 需要の伸び率もまた価格に敏感であり、6.8%から 8.2%まで変動している。灯油需要は、表 5.3.3 から分るように、年率-10%前後で急激に減少する傾向にある。

したがって、石油製品から天然ガスへの燃料シフトを考慮する場合、その主な目標は、需要の大きさから判断すると LPG と軽油となるであろうし、価格操作の容易さから判断すると LPG とガソリンと考えることも出来る。重油は、その供給能力から判断して、天然ガスの短期的供給能力不足を補完しうるであろう。

表 5.3.3 主な石油製品の需要予測結果

Petroleum Products	1998/99 (ktoe)	High Price Case		Real Price Constant		Low Price Case	
		G.R (%)	2005/06 (ktoe)	G.R (%)	2005/06 (ktoe)	G.R (%)	2005/06 (ktoe)
LPG	2,376	6.76	3,756	7.32	3,895	8.19	4,123
Gasoline	2,432	3.26	3,045	4.71	3,356	7.59	4,060
Jet Fuel	454	2.00	522	2.13	526	2.38	535
Kerosene	1,166	-11.04	514	-10.27	546	-9.11	598
Diesel	7,670	5.71	11,316	5.76	11,351	5.85	11,419
Fuel Oil	8,979	2.34	10,555	2.42	10,612	2.56	10,720
Lubricant	338	3.72	437	4.08	448	4.64	465
Bitumen	883	3.04	1,088	3.17	1,098	3.39	1,114
Petroleum Products Total	24,057	3.63	30,877	3.91	31,467	4.46	32,652

電力部門の予測結果を表 5.3.4 に示す。電力需要は、年率 6 % 強、すなわち、シナリオ別に 6.5%、6.6%、6.8% であり、対 GDP 弾性値は 1.12、1.15、1.20 であった(表 5.3.2 参照)。何れのケースにおいても、最大の伸び率は商業部門であり、次いで政府・公共・その他部門、家庭部門、農業部門と続く。

表 5.3.4 電力需要、電力用燃料需要の予測結果

Electricity Sector	1998/99 (GWh)	High Price Case		Real Price Constant		Low Price Case	
		G.R (%)	2005/06 (GWh)	G.R (%)	2005/06 (GWh)	G.R (%)	2005/06 (GWh)
Demand by Sector							
Agriculture	2,200	6.88	3,505	6.95	3,522	7.05	3,545
Industry	22,900	4.78	31,750	4.94	32,097	5.20	32,658
Residential	21,066	7.28	34,449	7.28	34,449	7.28	34,454
Commercial	2,134	9.23	3,959	10.20	4,213	12.25	4,792
Government/Others	8,300	7.96	14,190	7.97	14,201	7.97	14,202
Electricity Demand Total	5,604	6.48	8,698	6.59	8,760	6.79	8,876
Electricity Generation	68,000	6.23	103,776	6.33	104,518	6.53	105,900
Hydro-power	15,000	1.56	16,713	1.56	16,713	1.56	16,713
Thermal-power	53,000	7.35	87,063	7.48	87,804	7.72	89,187
Fuel Required							
Fuel Total	12,012	7.35	19,731	7.48	19,899	7.72	20,213
Petro. Products Total	4,337	4.16	5,770	4.29	5,819	4.52	5,910
Diesel Oil	129	-6.50	81	-6.50	81	-6.50	81
Fuel oil	4,208	4.40	5,689	4.53	5,738	4.77	5,830
Natural Gas	7,675	8.92	13,962	9.06	14,080	9.30	14,302

5.3.2 ベース・ケースのシミュレーション結果

ここでは、ベース・ケース(実質価格一定)のシミュレーション結果について述べる。ベース・ケースの結果の要約を表 5.3.5 に示す。

表 5.3.5 シミュレーション結果の要約 (ベース・ケース)

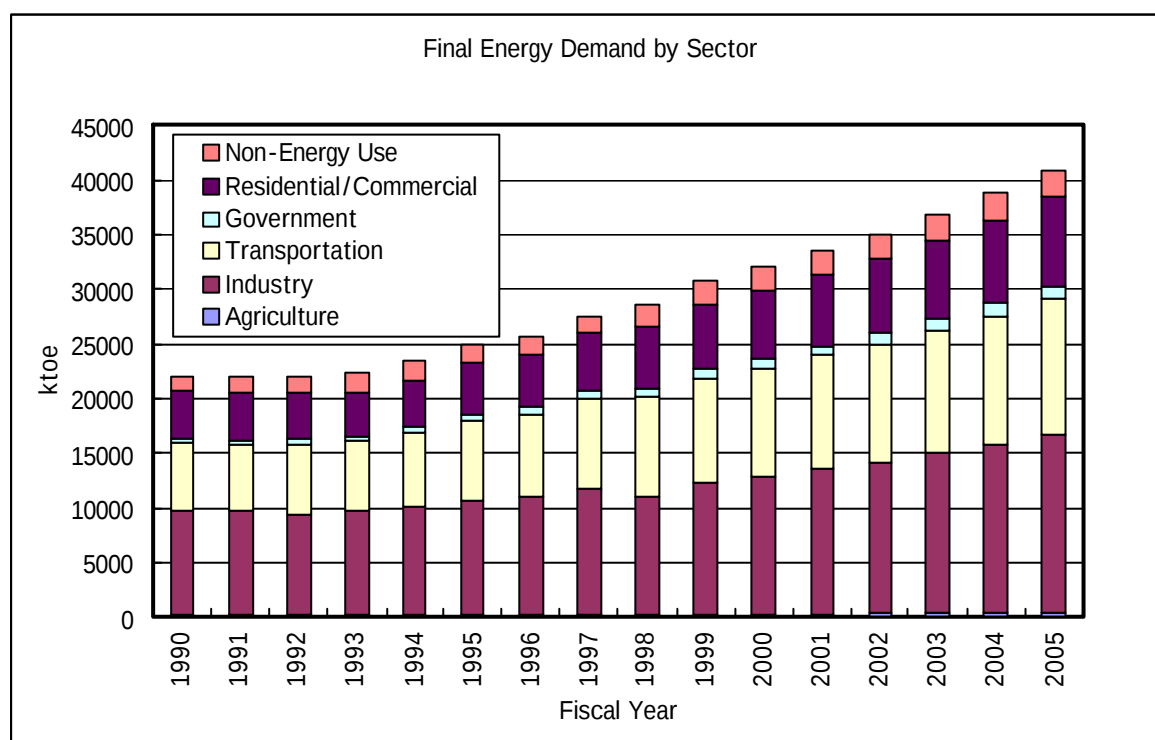
	1998 value (ktoe)	Forecast	
		Growth Rate (%)	2005 Value (ktoe)
Final Energy Demand			
Agriculture	320	4.39	432
Industry	10,775	6.06	16,265
Transportation	9,113	4.49	12,394
Residential/Commercial	5,652	5.16	8,041
Government/Others	714	7.97	1,221
Non-Energy Use	1,923	3.66	2,474
Electricity	4,868	6.59	7,609
Fuel Total	20,505	5.19	29,213
Final Demand Total	28,498	5.27	40,827
Energy Requirement for Domestic Use			
Primary Energy Requirement			
Coking Coal	1,360	2.44	1,610
Natural Gas	12,799	8.47	22,610
Crude Oil	27,400	4.10	36,294
NGL	1,671	4.10	2,213
Secondary Energy Requirement			
LPG	2,376	7.32	3,895
Gasoline	2,432	4.71	3,356
Jet	454	2.13	526
Kerosene	1,166	-10.27	546
Diesel	7,670	5.76	11,351
Fuel OIL	8,979	2.42	10,612
Naphtha	0	0.00	0
Lubricant	338	4.08	448
Bitumen	883	3.17	1,098
Petro. Coke	121	1.77	137
Non-specified	520	1.97	596
Petro. Total	24,057	3.91	31,467
Fuel Total	22,836	3.94	29,922
Electricity	5,848	6.33	8,989
Energy Requirement Total	44,064	5.64	64,675
GDP	268,341	5.74	396,544

(1) 最終エネルギー需要

図 5.3.1 および図 5.3.2 に、部門別およびエネルギー源別の最終エネルギー需要予測結果を示す。また、石油製品別需要予測結果とその構成比をそれぞれ図 5.3.3(a)と図 5.3.3(b)に示す。

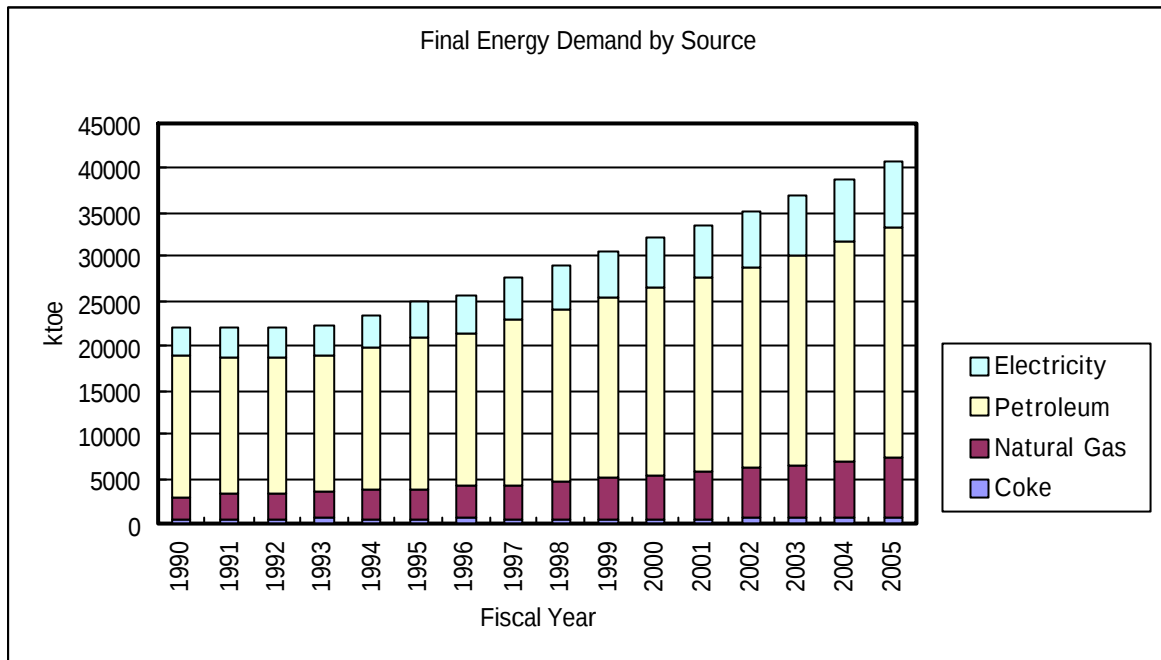
最終エネルギー需要を部門別にみると、大半は産業部門、運輸部門、民生部門であり、それらでほぼ最終需要の 90%を占める。シミュレーション結果によれば、その需要構造は、目標年度(2005)内では、ほとんど変化しない。僅かに産業部門が 37.8%(1998/99)から 39.8%(2005/06)に増加する程度である。

図 5.3.1 部門別最終エネルギー需要



最終エネルギー需要をエネルギー源別にみると、石油製品需要が大半を占める。石油製品のシェアは、68%(1998/99)から 63%(2005/06)に減少するが、なお 60%以上のシェアを占めつづけるであろう。他方、天然ガスのシェアは 15%(1998/99)から 17%(2005/06)に、電力のシェアは 17%(1998/99)から 19%(2005/06)に増加するものと見込まれる。ちなみに、電力のシェアは、1985/86 年度 12%、1990/91 年度 14%、1995/96 年度 16%であった。

図 5.3.2 エネルギー源別最終エネルギー需要



主な石油製品需要についてみると、軽油、LPG、ガソリン共に増加基調にある(図 5.3.3(a)参照)。各石油製品のシェアについても、軽油、LPG、ガソリンのシェアが幾分拡大し、その分、重油のシェアが減少している。軽油が石油製品需要の太宗を占め続けるシミュレーション結果となっている(5.3.3(b)参照)。

図 5.3.3 (a) 主な石油製品需要

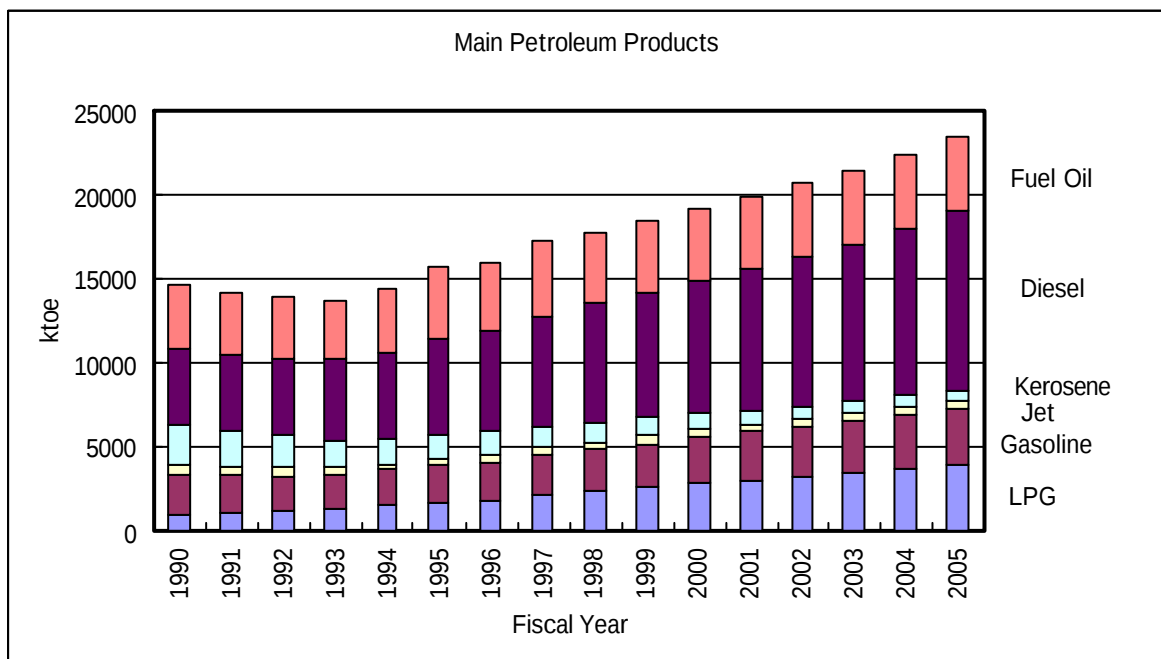
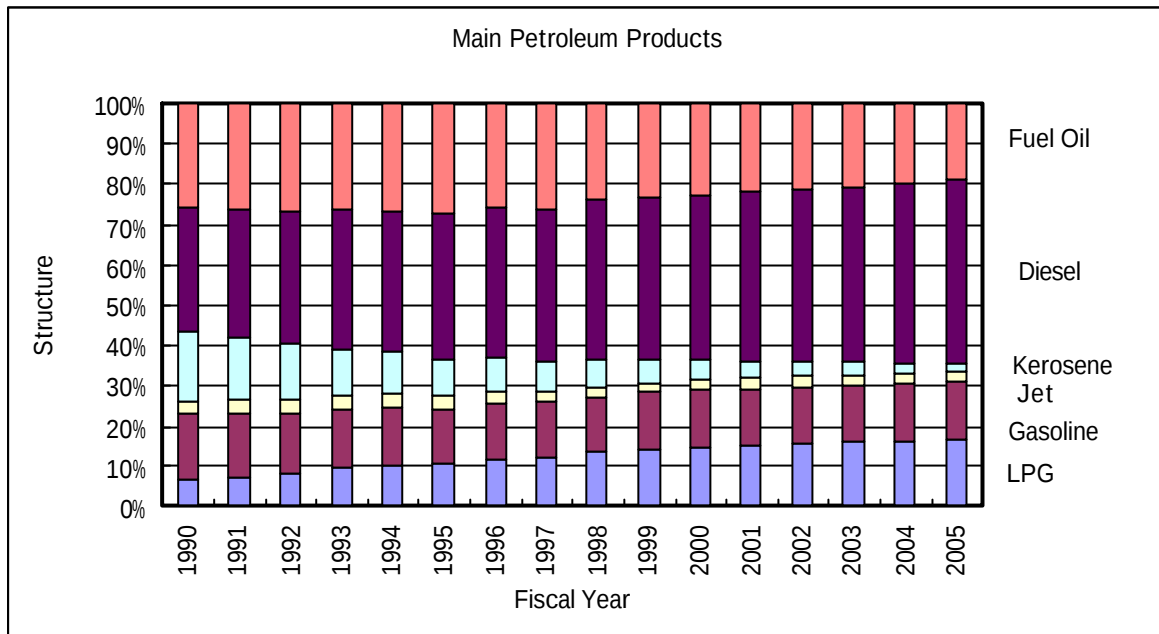


図 5.3.3(b) 石油製品需要の構成比



1) 農業部門

農業用エネルギー需要は、1998/99 年度の 320 ktoe から、年率 4.4%の成長で、2005/06 年度に 432 ktoe になると予測される。ただし、農業用需要は全体の 1%程度を占めるに過ぎない。

農業部門では、電力以外には、燃料として、灯油と僅かに軽油が現在使用されている。何れも灌漑用の揚水に使用されているものと推察される。農業部門のエネルギー需要見通しを図 5.3.4(a)に、その構成比を図 5.3.4(b)示す。両図から、灯油の需要が急激に減少し、代わりに電力需要が増加していることがわかる(図 5.3.4(a)参照)。2005 年度以降についても、この傾向はますます強まるであろうと推測される。

電力のシェアは、1990/91 年度当時、40%弱であったが、1998/99 年度に 70%、そして 2005/06 年度には 80%強に達する見込みである(図 5.3.4(b)参照)。シミュレーション結果によれば、灯油需要は長期的にほとんど電力に代替されていくことが窺われる。

図 5.3.4 (a) 農業部門のエネルギー需要

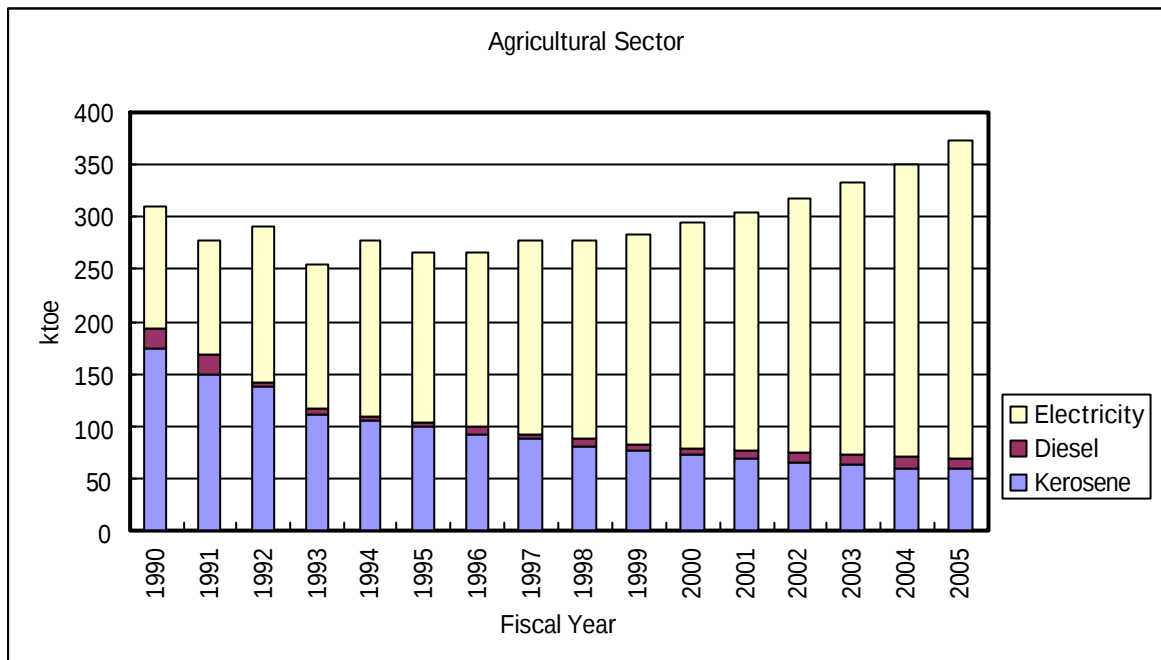
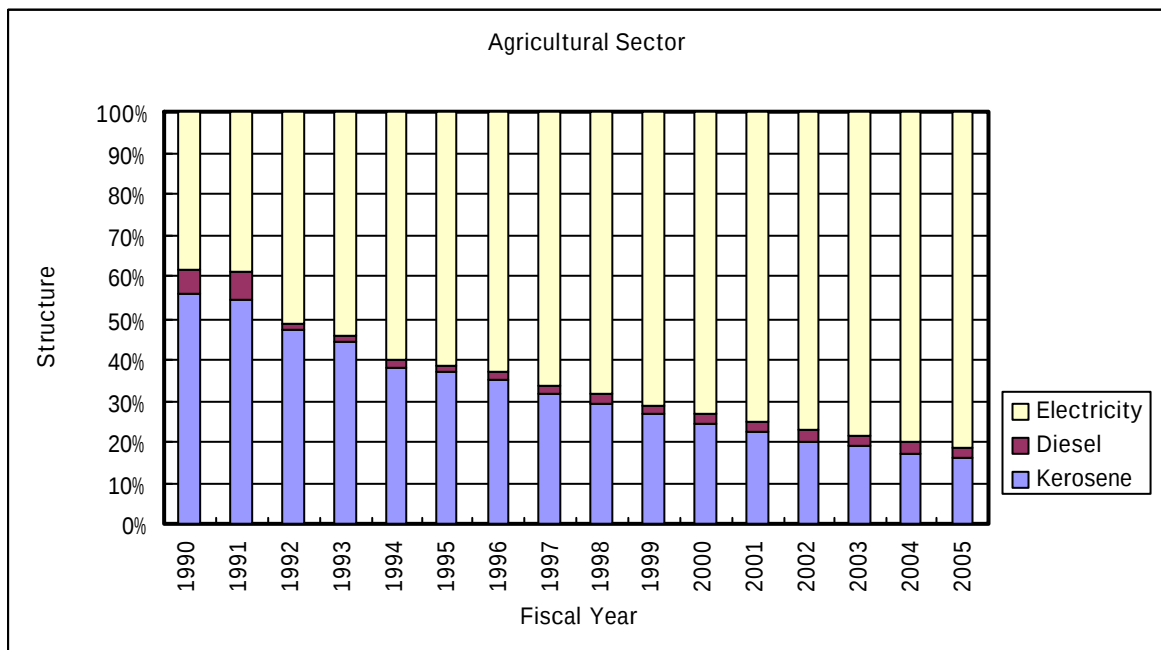


図 5.3.4 (b) 農業部門のエネルギー需要構造



2) 産業部門

産業部門は、最大のエネルギー消費部門であり、1998/99 年度の 10,775 ktoe から年率 6.1% の伸びで、2005/06 年度には 16,265 ktoe に達するものと予想される。その結果、最終エネルギー総消費に占める産業用需要は、38%から 40%に増加する。

産業部門のエネルギー源別需要予測結果を図 5.3.5 に、石油製品別需要を図 5.3.6 に示す。特徴は、天然ガス需要が増えており、そのシェアを拡大しつつあることである。石油製品需要も増加基調にあるが、そのシェアは縮小している。電力は徐々にシェアを拡大している。

石油製品需要について言えば、従来重油が主要な位置を占めてきたが、その相対的な位置を低下するであろう。他方、軽油需要が増加して、そのシェアを拡大するものと予想される。LPG 需要も増加するが、量的には小さい(図 5.3.6 参照)。

3) 運輸部門

運輸部門は、産業部門に次ぐエネルギー消費部門である。シミュレーション結果によれば、年率 4.4%の伸び率で、1998/99 年度の 9,113 ktoe から 2005/06 年度には 12,394 ktoe に達する。最終エネルギー消費に占める運輸用需要は 30%強を維持する。

運輸部門のエネルギー需要予測結果を図 5.3.7 に示す。最大の特徴は、軽油需要が増加し続けることである。続いて、ガソリン需要が増える。運輸部門の主要燃料であるガソリン、航空用燃料、軽油、重油の 2005/06 年度の需要予測結果と年平均伸び率を下表 5.3.6 に示す。

表 5.3.6 輸送用燃料の年平均伸び率

F.Y	1998	2005	G.R
	(ktoe)	(ktoe)	(%)
Gasoline	2,432	3,356	4.71
Jet	454	526	2.13
Diesel	5,242	7,337	4.92
Fuel Oil	717	810	1.75

前節で触れたように、ガソリン需要は価格政策によって需要が大幅に異なるので、この結果はあくまで実質価格一定という前提におけるシミュレーション結果と判断するべきであろう。

図 5.3.5 産業部門のエネルギー需要

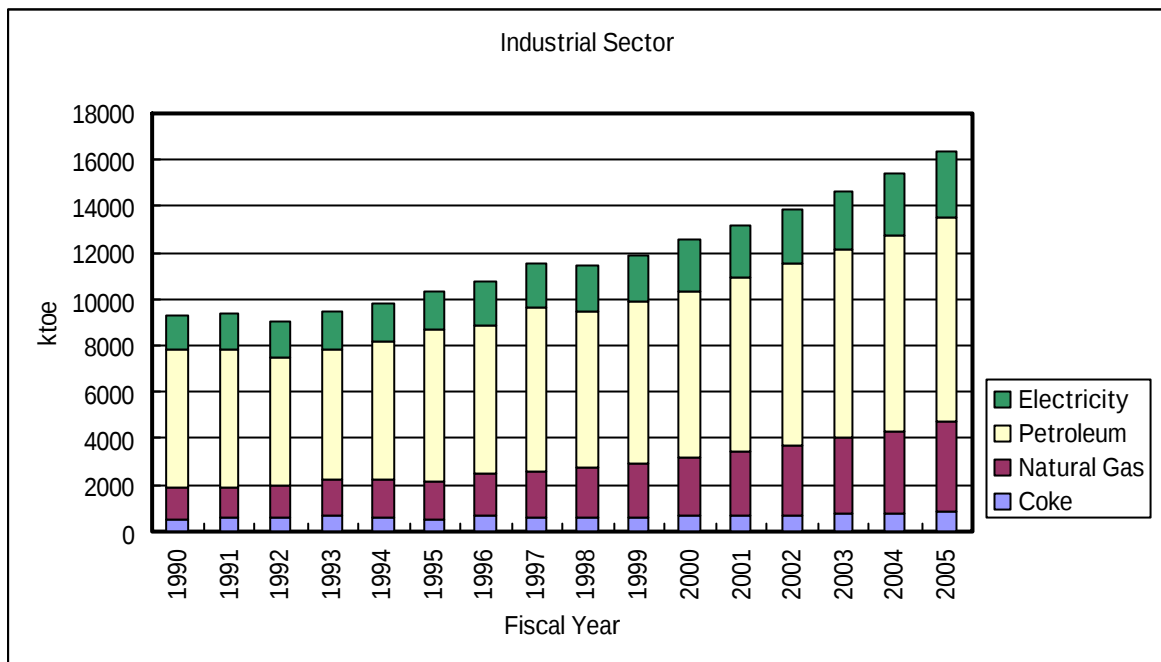


図 5.3.6 産業部門の石油製品需要

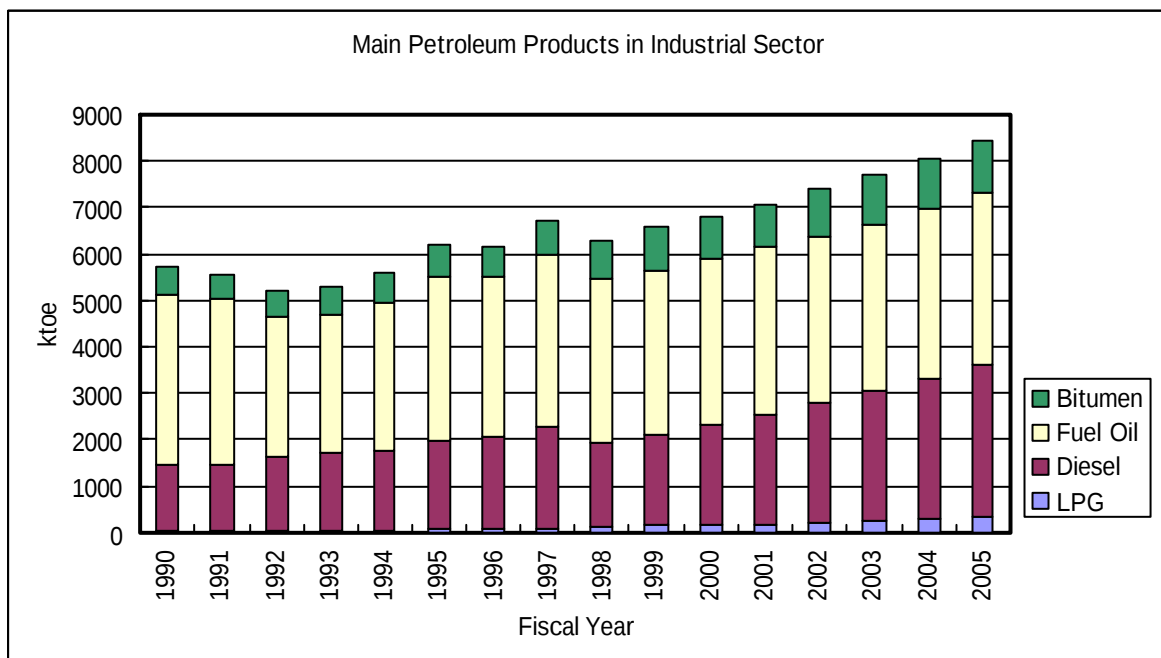
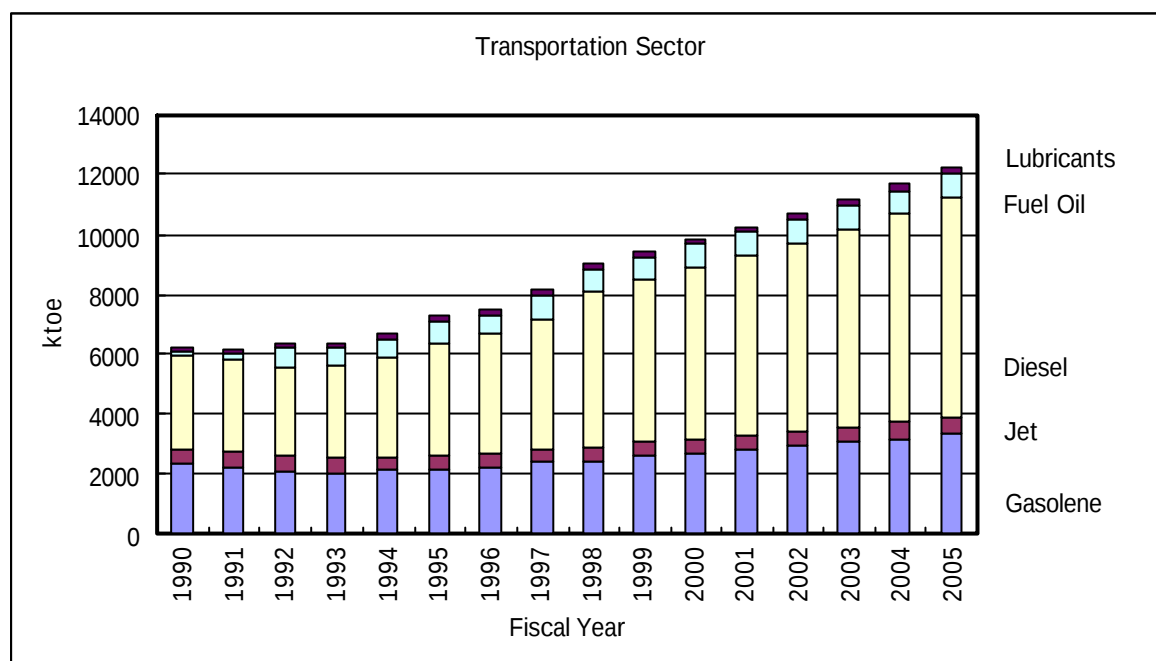


図 5.3.7 運輸部門のエネルギー需要



4) 民生部門

民生用エネルギー需要は、年率 5.2%で成長して、1998/99 年度の 5,652 ktoe から 2005/05 年度には 8,041 ktoe になるものと予想される。

民生部門のエネルギー需要予測とそのエネルギー源別構成を図 5.3.8(a)と図 5.3.8(b)に示す。民生部門は、産業、運輸部門に次いで高いエネルギー需要が見込まれており、且つエネルギー需要構造は、大きく変化している。

シミュレーション結果によれば、LPG と電力需要の伸びが著しく、灯油需要は急激に減少する(図 5.3.8(a)参照)。天然ガス需要も伸びるであろう。その結果、図 5.3.8(b)に示してあるように、エネルギー需要構造は明確に変化するであろう。すなわち、過去にエネルギー消費の大半を占めた灯油は将来ほとんどそのシェアを失い、電力と LPG とで民生部門のエネルギー源を制する勢いである。天然ガスはインフラ投資次第で伸びるであろう。

図 5.3.8 (a) 民生部門のエネルギー需要

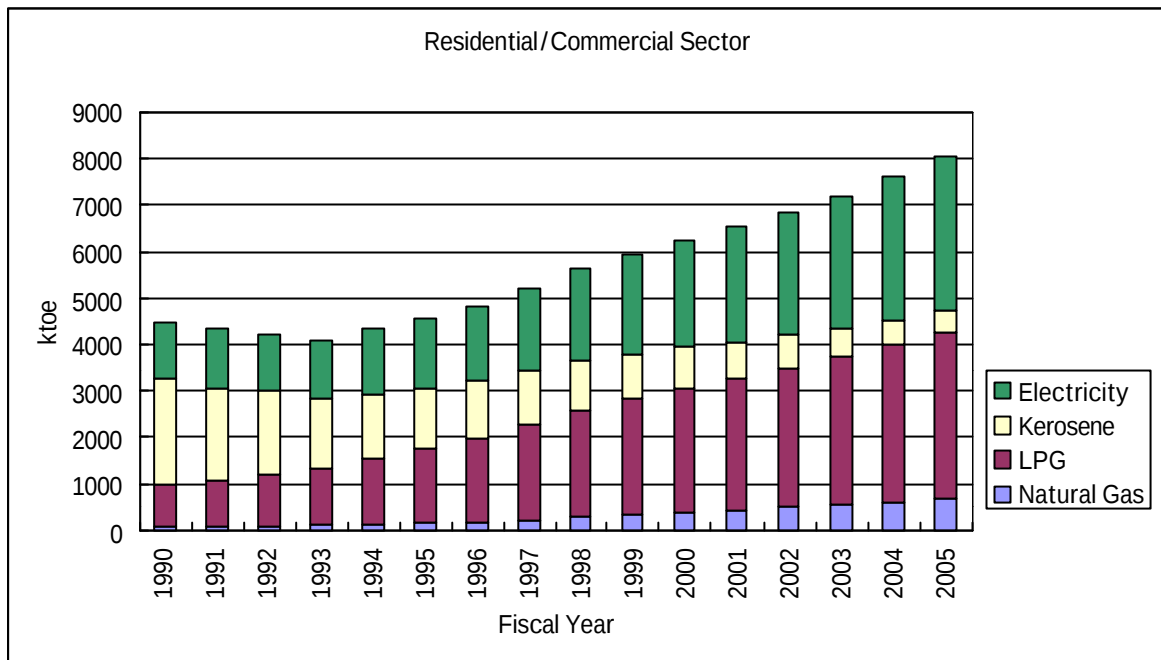
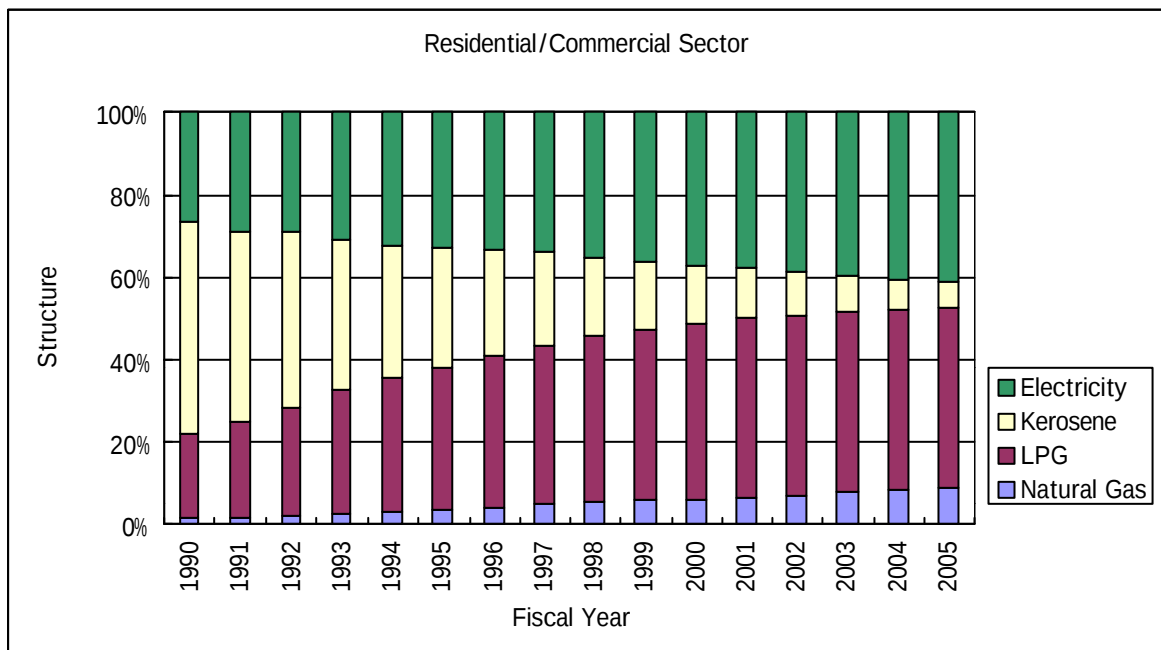


図 5.3.8 (b) 民生部門のエネルギー需要構造



(2) エネルギー転換部門

1) 電力部門

電力部門は成長著しい部門であり、6.6%の年平均伸び率が期待される。部門別電力需要をみると、産業部門は、1998/99 年度の 22,900 GWh から年率 4.8 %で伸びて 2005/06 年度には 32,097 GWh になるであろう。家庭部門は、1998/99 年度の 21,006 GWh から年率 7.3%の伸びで 2005/06 年度には 34,449 GWh に達する見通しである(表 5.3.4 参照)。

図 5.3.9(a)は需要先(部門)別需要予測結果を、図 5.3.9(b)はその構成比を示す。電力需要は産業部門が第一で、次いで家庭部門であったが、家庭用電力の伸び(7.3%)と商業用電力の伸び(10.2%)が著しく、家庭用、商業用合わせた民生用需要は産業用需要を凌駕するであろう。

電力需要に占める部門別シェアを図 5.3.9(b)にみると、農業、商業、政府・公共・その他部門のシェアはほとんど変わっていない。家庭部門がシェアを拡大し、その分、産業部門がシェアを落としていると読むことができよう。

図 5.3.9(a) 部門別電力需要

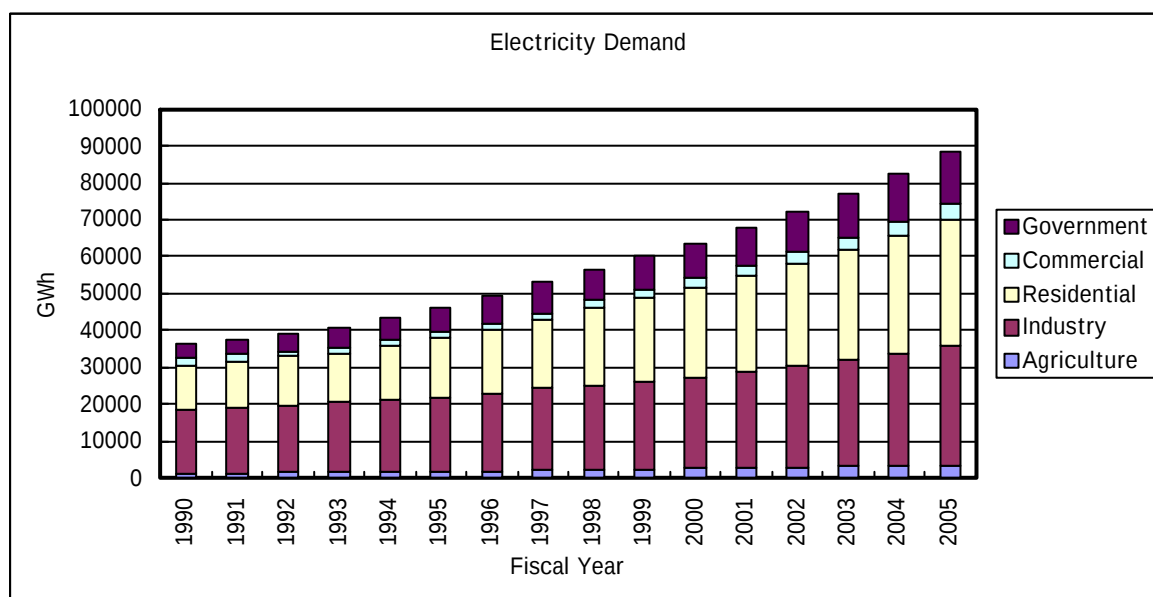
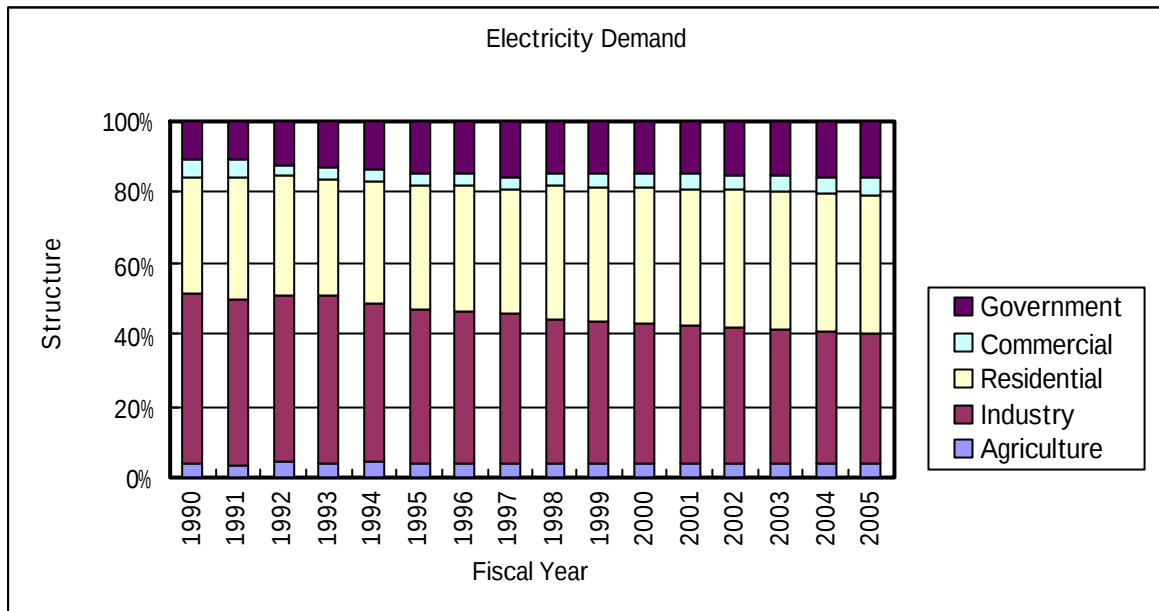
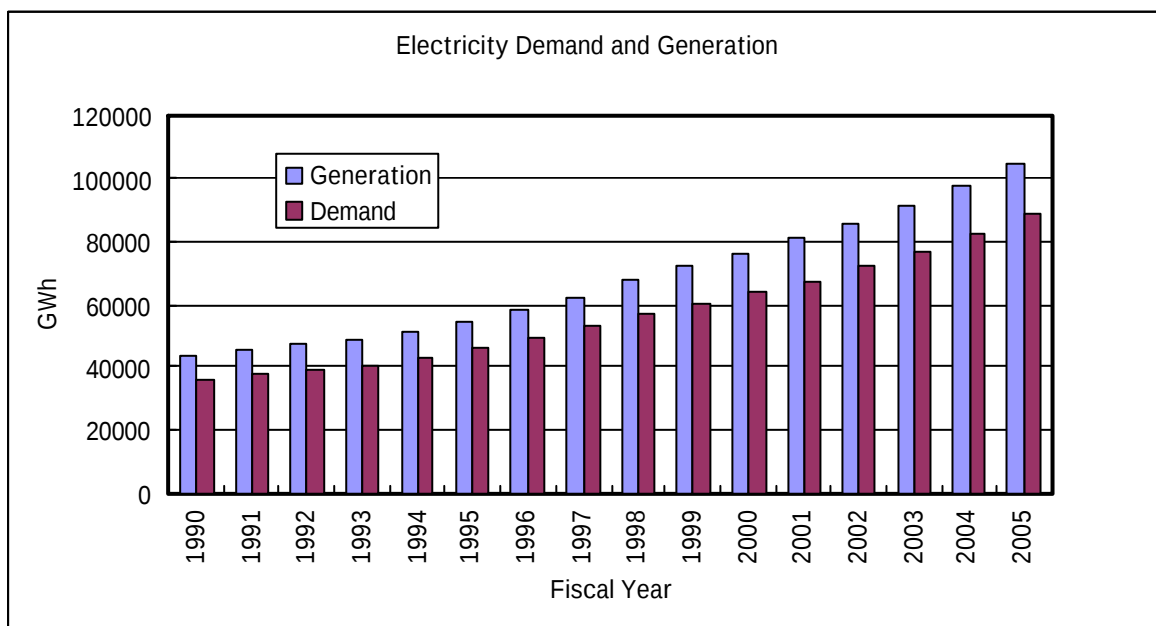


図 5.3.9 (b) 部門別電力需要構造



発電量は 1998/99 年度の 68,000 GWh から 2005/06 年度には 104,518 GWh になるであろう (表 5.3.4 参照)。電力需要と発電電力量のトレンドと見通しを図 5.3.10 に示す。発電用電源については、水力が過去のトレンドから頭打ちとなるため、増加分の設備は大部分火力となる。

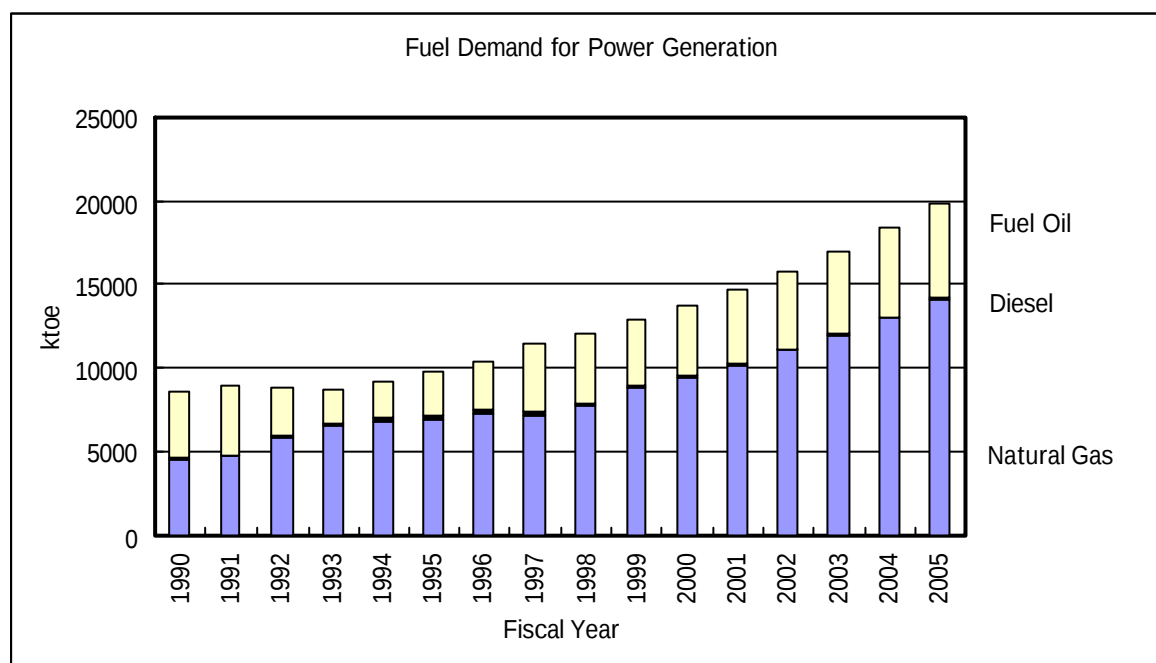
図 5.3.10 電力需要と発電量



火力発電用燃料は、天然ガスが年率 9.1%の伸びで、1998/99 年度の 7,675 ktoe から 2005/06 年度に 14,080 ktoe と倍増する勢いである。重油は 4.2%の伸びで 1998/99 年度の 4,208 ktoe から 2005/06 年度に 5,738 ktoe となると見通される(表 5.3.4 参照)。軽油は減少し続ける。

図 5.3.11 は電力用燃料の燃料別見通しを示す。天然ガスはほぼ 70%のシェアを占め続ける。他方、重油は 30%弱というところである。

図 5.3.11 電力用燃料



2) 石油精製部門

精油所による石油製品の生産は、国内の石油製品需要に見合って生産を行うという前提のもとに推定されている。各石油製品は精油所の得率に依存しているので、各石油製品の国内需要と生産量の間には当然アンバランスが生じる。本モデル・シミュレーションでは、これらのアンバランスを石油製品の輸出入でバランスを取っている。

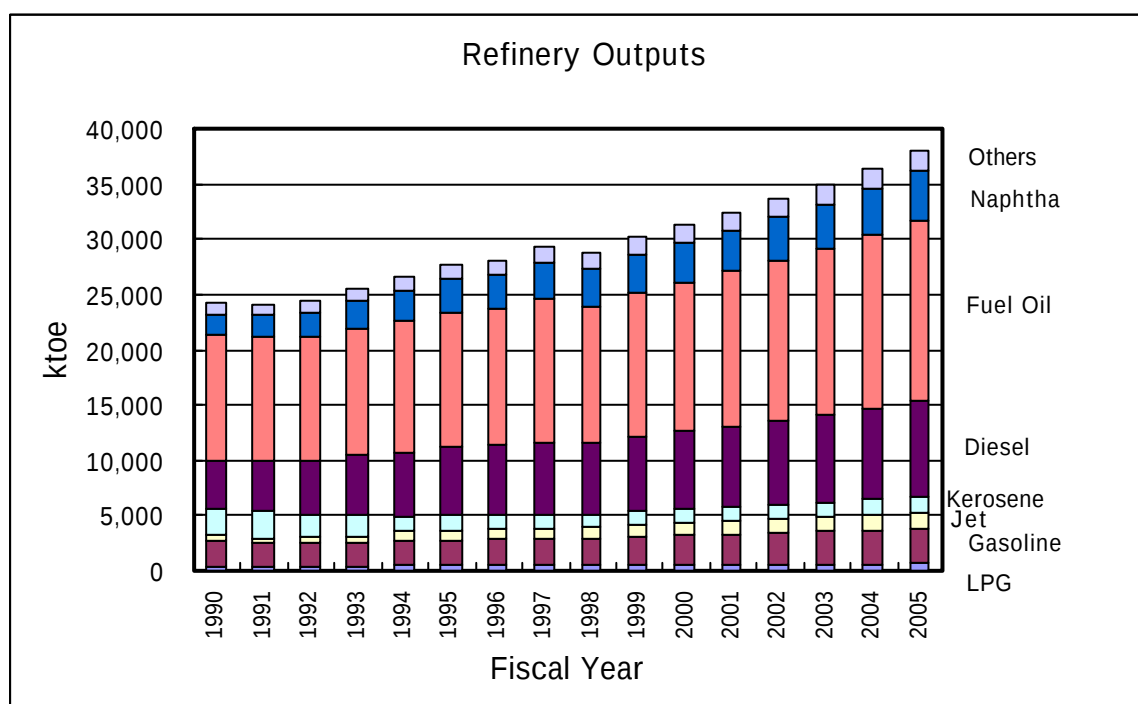
石油製品の生産予測を表 5.3.6 に、主な石油製品の生産トレンドと見通しを図 5.3.12 に示す。石油製品生産合計は、1998/99 年度 28,745 ktoe から 2005/06 年度には 38,075 ktoe に達するものと期待される(年率 4.1%)。

表 5.3.6 石油製品生産予測

(単位：KTOE)

Fiscal Year	Actual			Forecasted			
	1990	1995	1998	1999	2001	2003	2005
LPG	384	507	491	515	554	597	650
Gasoline	2,358	2,232	2,432	2,552	2,746	2,962	3,222
Jet	441	920	1,020	1,070	1,151	1,242	1,351
Kerosene	2,447	1,378	1,164	1,221	1,314	1,418	1,542
Diesel	4,402	6,193	6,456	6,773	7,289	7,864	8,552
Fuel Oil	11,372	12,205	12,415	13,025	14,016	15,122	16,445
Naphtha	1,800	2,980	3,284	3,445	3,707	3,999	4,349
Non-Specified	115	170	176	185	199	215	234
Lubricants	206	223	259	271	292	315	342
Bitumen	636	707	927	973	1,047	1,129	1,228
Petro. Coke	90	117	121	127	137	148	161
Non-Specified	115	170	176	185	199	215	234
Petroleum Products Total	24,252	27,632	28,745	30,157	32,452	35,012	38,075

図 5.3.12 主な石油製品生産予測

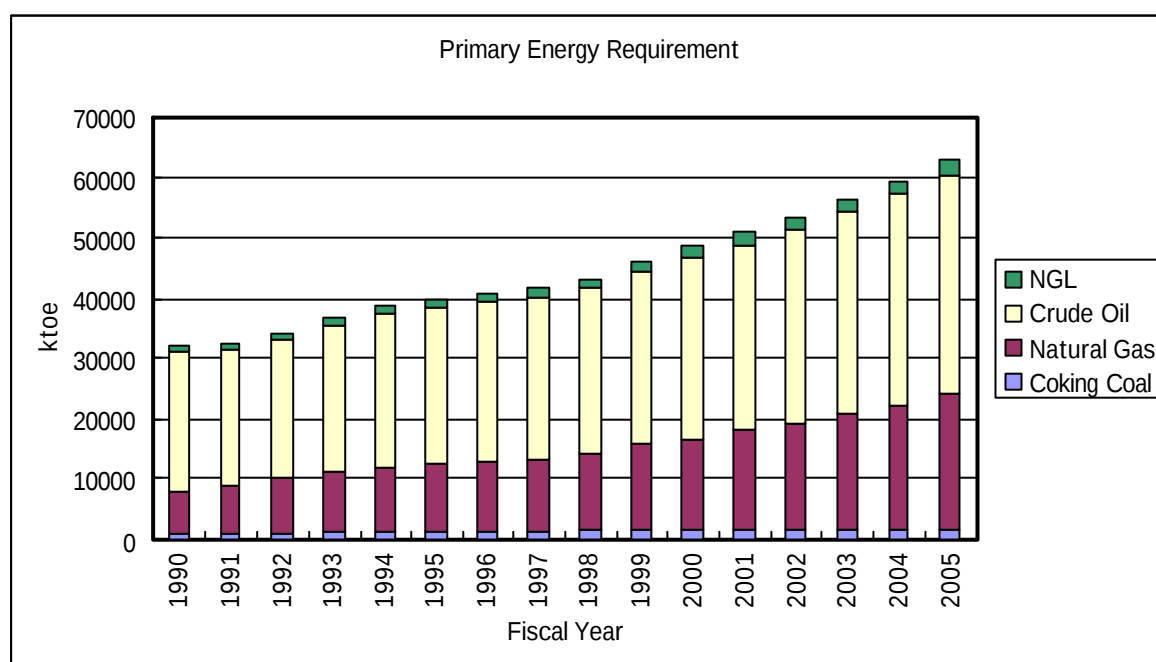


(3) 一次エネルギー

エネルギー源別一次エネルギー国内総需要(総国内供給)のシミュレーション結果を、図 5.3.13 示す。シミュレーション結果によれば、一次エネルギー総需要は、1998/99 年度の 44,064 ktoe から 2005/06 年度には 64,675 ktoe になるであろう(年率 5.6%)。最も伸び率の高いのは、天然ガスで、年率 8.6%で伸び、2005/06 年度には 22,610 ktoe となり、1998/99 年度の 12,799 ktoe を大幅に上回る。原油は 4.1%の伸び率である。

その結果、天然ガスのシェアは 1998/99 年度の 29%から 2005/06 年度には 35%に拡大する。他方、原油のシェアは 62%から 56%に減少する。

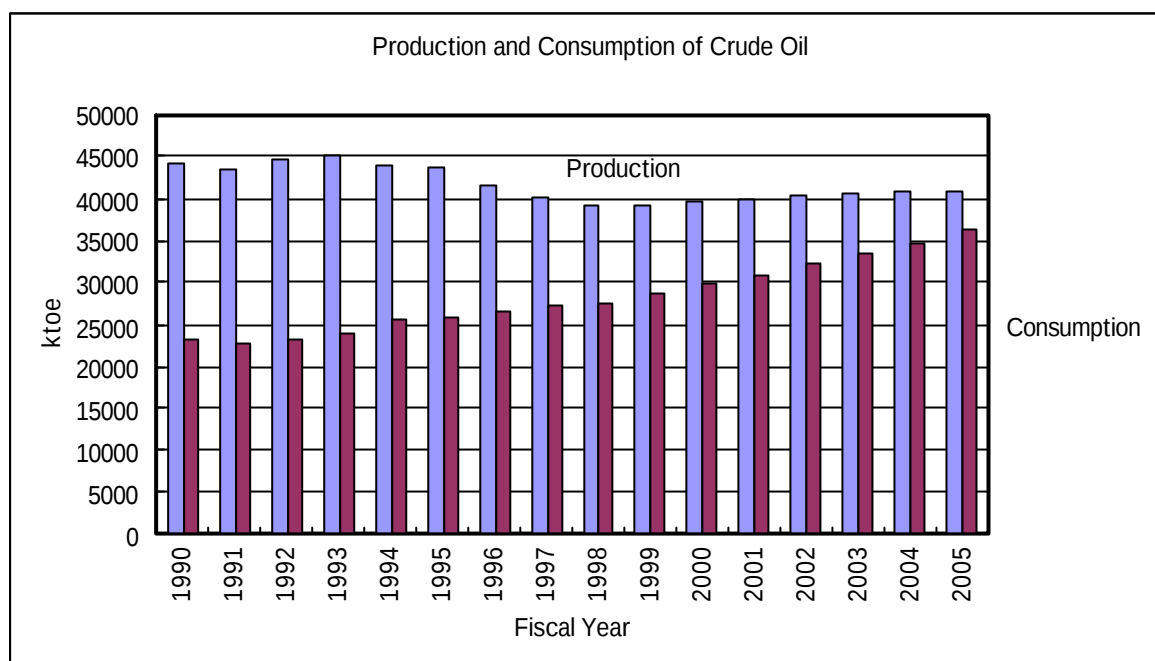
図 5.3.13 一次エネルギー総需要



一次エネルギー生産に関しては、国家的な計画であるので、本来外生値として入力すべきところであるが、本シミュレーションでは、天然ガスと NGL は需要見合いとし、原油は国際価格と過去のトレンドから回帰分析により求めている。

図 5.3.14 は、原油の生産・国内消費見通しを示す。生産はほぼ横ばいで推移し、国内需要が増加し続ける様子が窺われる。

図 5.3.14 原油生産・消費見通し



5.4 応用分析：マクロ経済・エネルギー需要予測統合シミュレーション

本説では、マクロ経済ブロックとエネルギー需要予測ブロックを統合した応用シミュレーションの例を述べる。

5.4.1 参照ケース

本節 5.4 における応用分析例においては、それぞれの政策変数の影響を見るため、感度分析に際して比較基準となる参照ケースを用意した。その主要前提条件、2000 年、2005 年における主要マクロ経済指標と最終エネルギー需要予測を、表 5.4.1 ならびに表 5.4.2 に示した。なお、5.3 節のベース・ケース(本レポート全体を通して使われている)では、エネルギー価格(電力、石油製品)の将来値を実質価格固定としたのに対し、本参照ケースではエネルギー価格が卸売物価指数、原油価格、ERSAP を説明変数とし、これらと連動している点のみが異なり、他の前提条件はベース・ケースとすべて同じである。結果として、参照ケースとベース・ケースとは若干(GDP 成長率にして 0.08%程度)異なる。本節においては、エネルギー価格への ERSAP 等の影響を見るために、エネルギー価格を内生化する必要があったからである。

表 5.4.1 参照ケース：主要前提条件とマクロ経済指標

Reference Case Major Assumptions				
Structural Reform	Before 1991: 1 1991 and after: 1.1 plus 0.001 each Year			
Crude Oil Price	6% Growth			
GDP of US and EU	4% and 2% Growth			
Money Supply	Growth at the same rate of GDP			
Central Bank Rate	12% Constant			
Population	2.1% Growth			
Macro Economic Indicators				
Name		2000	2005	Growth Rate %
Private Consumption	mil. 1996/1997 LE	231170	299181	5.29
Government Consumption	mil. 1996/1997 LE	30732	40454	5.65
Investment	mil. 1996/1997 LE	82513	120425	7.85
Export	mil. 1996/1997 LE	56730	69435	4.12
Import	mil. 1996/1997 LE	81421	108425	5.90
Electricity Price (Industry)	PT/kWh	14.19	19.33	6.38
Price of Petroleum Products (Gasoline)	LE/toe	1630.40	2786.91	11.32
GDP	mil. 1996/1997 LE	298999	393777	5.66
Agriculture	mil. 1996/1997 LE	48888	60448	4.34
Industry	mil. 1996/1997 LE	59958	85780	7.43
Petroleum	mil. 1996/1997 LE	16612	18739	2.44
Electricity	mil. 1996/1997 LE	5494	7401	6.14
Construction	mil. 1996/1997 LE	18653	28943	9.18
Transportation	mil. 1996/1997 LE	19987	25076	4.64
Commercial	mil. 1996/1997 LE	69908	93621	6.02
Gov./Pub.	mil. 1996/1997 LE	24627	32875	5.95
Others	mil. 1996/1997 LE	34871	40894	3.24
Unemployment	%	7.45	6.21	-3.58
CPI	%	119.75	162.29	6.27

表 5.4.2 参照ケース：最終エネルギー需要

Final Energy Demand

Sector	2000	2005	Growth Rate %	Sector	2000	2005	Growth Rate
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)		Residential/Commercial		(ktoe)	
Kerosene	67.07	25.14	-17.82	LPG	2589.97	3215.12	4.42
Diesel	7.25	9.95	6.54	Kerosene	863.12	441.35	-12.55
Petroleum	120.11	90.29	-5.55	Diesel	0.00	0.00	0.00
Lubricants	45.79	55.20	3.81	Petroleum	3453.09	3656.48	1.15
Fuel Oil	74.32	35.08	-13.94	Natural Gas	393.55	709.01	12.49
Natural Gas	0.00	0.00		Elec	2314.93	3301.19	7.36
Elec	214.85	300.94	6.97	Res Elec	2088.93	2939.53	7.07
Total	334.95	391.23	3.15	Comm Elec	226.00	361.65	9.86
				Total	6161.57	7666.67	4.47
Industry							
Steam Coal	0.00	0.00	0.00				
Coke	670.55	842.31	4.67	Total Final Consumption			
Natural Gas	2511.28	3831.63	8.82	Steam Coal	0.00	0.00	0.00
LPG	163.66	340.07	15.75	Coke	670.55	842.31	4.67
Kerosene	3.07	2.66	-2.79	Crude Oil	0.00	0.00	0.00
Diesel	2109.97	3095.08	7.96	NGL	0.00	0.00	0.00
Fuel Oil	3555.20	3668.52	0.63	LPG	2753.62	3555.20	5.24
Naphtha	0.00	0.00	0.00	Gasoline	2646.35	2665.20	0.14
Lubricants	100.37	119.49	3.55	Jet	473.63	516.45	1.75
Bitumen	913.60	1065.54	3.12	Kerosene	933.25	469.15	-12.85
Petro Coke	0.00	0.00	0.00	Diesel	7841.70	10371.70	5.75
Non Specified	282.61	300.63	1.24	Fuel Oil	4302.20	4478.37	0.81
Petroleum	7128.47	8591.99	3.81	Naphtha	0.00	0.00	0.00
Fuel	9296.32	12080.90	5.38	Non Specified	541.98	595.55	1.90
Natural Gas	2511.28	3831.63		Lubricants	340.35	406.30	3.61
Elec	2144.37	2763.89	5.21	Bitumen	913.60	1065.54	3.12
Total	12454.66	16029.82	5.18	Petro Coke	126.43	137.18	1.65
				Petroleum	20873.13	24260.64	3.05
Transportation				Natural Gas	4808.30	6699.19	6.86
Gasoline	2646.35	2665.20	0.14	Fuel Total	22902.98	27856.41	3.99
Jet	473.63	516.45	1.75	Elec	5489.35	7598.51	6.72
Diesel	5724.48	7266.67	4.89	Total	31841.33	39400.66	4.35
Fuel Oil	747.01	809.85	1.63				
Lubricants	194.18	231.60	3.59				
Non Specified	94.22	116.76	4.38				
Petroleum	9879.89	11606.54	3.27				
Natural Gas	0.00	0.00					
Total	9879.89	11606.54	3.27				

5.4.2 ERSAP：経済改革・構造調整政策の影響

(1) 経済改革・構造調整政策

経済改革・構造調整政策に関し、本項では、その中心的政策である 1) 為替レート・金融安定化政策、2) 民営化政策、ならびに 3) エネルギー部門の価格調整政策を取り上げる。

1) 為替レート・金融安定化政策

1991 年に、為替レートを一本化、US ドル連動の変動相場制(ドルペッグ制)に移行、為替市場への介入は中央銀行のみとした。その結果としての高金利政策と安定した為替レートは外国資本の流入を促した。1996 年 6 月には外国投資をさらに奨励し、銀行の競争力を高めるための法案、すなわち、外国との合併銀行に外資を 49 パーセントまで許容する銀行業法が議会を通過した。また 1996 年 7 月には、エジプトの外に住んでいる外国人によって所有されていたエジプト国内不動産の売却金に対する 5 年間国外持ち出し制限を撤廃した。

これら政策の目的は投資への資金の流入を促進することであることから、これら政策の最も重要な影響は投資額の増加に見られる。

2) 民営化政策

1993 年に、314 の公共部門企業が 17 の持株会社に組織化された(持株会社は会社の資産を販売するか、賃貸するか、または株式化を行ない、その株式を販売するのが許可されている)。政府見積りによると、国有企業の資産は LE900 億(270 億ドル)に達する。エジプトの国有企業の民営化は経済構造改革の中核である。

この政策の直接影響は公共セクター企業の減少であり、マクロ経済の観点からは、これら企業への支出の減少から政府支出の減少が見られるはずである。

3) 価格調整政策

エジプトの政府は、医薬品、タバコ、砂糖、食用油を除きほとんどの価格統制を解放した。それでもまだパンの消費に対しては助成金を支給し、過剰消費をもたらしている。また、エネルギー、輸送および水の価格は当分の間、価格統制の完全撤廃はないとされている。その結果、国内の石油製品価格の上昇は国際価格のおよそ 88 パーセントに達し、電気料金も長期限生産コストの 77 パーセントにまで上昇した(Ministry of Planning)。

エネルギー価格上昇の影響は GDP 固定ケースとしてセクション 3.3.4 項 で取り上げたが、後のセクション 5.4.3 項では特に GDP への影響分析も含めている。

(2) シミュレーション結果

1) マクロ経済への影響

変数“構造改革”を2000年度のものに限り1%上昇させた。その影響をマクロ経済主要指標ならびに主要エネルギー消費量に関して示したのが次の2つの表5.4.3と5.4.4である。

「Direct Impact：直接影響」とは他の変数の影響を排除した同時計算前の影響である。

「Short-term equilibrium：短期影響」とは2000年度の同じ年における他の変数からの影響も含めた同時計算後の影響である。「Mid-term equilibrium：中期影響」とは同時計算後の2005年度、すなわち5年後における影響を指す。影響は変化前の値からの伸び率%で示した。

GDPへの影響は、短期で0.87%、中期で0.68%となった。政府支出の減少は予想通りである。民間消費における直接影響が比較的小さいのは、投資の増加、すなわち貯蓄の増加の反映と考えられる。民間消費の短期均衡状態での増加が直接影響よりも大きいのは所得レベル向上の影響と考えられる。また、為替安定化政策に代表される金融安定化政策による投資の上昇は、短期で1.65%と大きい、中期ではその影響は小さくなる。民営化政策に帰せられる政府消費の減少は、短期でマイナス0.34%であるが、中期ではプラスに転じる。これら中期でのプラスへの転換は、輸出を除き、GDP自身の増加による所得上昇効果によるものと考えられる。

表 5.4.3 「構造改革」1% 上昇の影響 (マクロ経済指標 %)

Name	Direct Impact	Short-term Equilibrium	Mid-term Equilibrium
Private Consumption	0.16	0.77	0.64
Government Consumption	-0.34	-0.34	0.81
Investment	1.70	1.65	0.88
Export	0.46	0.80	0.44
Import	n/a	0.90	0.70
Electricity Price (Industry)	2.46	2.46	0.76
Price of Petroleum Products (Gasoline)	0.45	0.45	0.66
GDP	n/a	0.87	0.68
Agriculture	n/a	0.71	0.54
Industry	n/a	0.73	0.64
Petroleum	n/a	0.81	0.42
Electricity	n/a	0.68	0.25
Construction	n/a	0.67	0.51
Transportation	n/a	0.92	0.77
Commercial	n/a	1.17	0.94
Gov./Pub.	n/a	1.02	0.92
Others	n/a	0.73	0.41
Unemployment	n/a	-3.02	-2.36
CPI	n/a	1.42	0.845

産業別付加価値額を見ると、構造改革のエネルギー部門(石油・電力)への影響は中長期になると他の部門に比べ小さい。部門別に見ると、商業部門への貢献(短期 1.17%、中期 0.94%)が際立っている。

2) エネルギー消費への影響

エネルギー消費量は、短期で 0.4%、中期で 0.57%の増加が見込まれる。エネルギー消費の増加原因としては、全体の経済活動レベルの上昇すなわち GDP の上昇が考えられる。短期では天然ガスの減少が見られるが中期では顕著に増加に転じている。

表 5.4.4 「構造改革」1% 上昇の影響 (エネルギー消費 %)

Sector	2000	2005	Sector	2000	2005
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)	Residential/Commercial		(ktoe)
Kerosene	0.32	0.64	LPG	0.36	0.39
Diesel	0.00	0.00	Kerosene	0.36	0.39
Petroleum	0.39	0.61	Diesel	N/A	N/A
Lubricants	0.55	0.68	Petroleum	0.36	0.39
Fuel Oil	0.30	0.54	Natural Gas	-0.86	1.50
Natural Gas	N/A	N/A	Elec	1.12	0.90
Elec	1.15	0.81	Res Elec	1.09	0.81
Total	0.86	0.75	Comm Elec	1.46	1.55
			Total	0.56	0.70
Industry			Total Final Consumption		
Steam Coal	N/A	N/A	Steam Coal	N/A	N/A
Coke	0.08	0.07	Coke	0.08	0.07
Natural Gas	0.32	0.68	Crude Oil	N/A	N/A
LPG	1.72	1.40	NGL	N/A	N/A
Kerosene	0.00	0.00	LPG	0.44	0.48
Diesel	1.10	0.73	Gasoline	1.40	1.22
Fuel Oil	0.00	0.00	Jet	0.16	0.15
Naphtha	N/A	N/A	Kerosene	0.36	0.41
Lubricants	0.47	0.41	Diesel	0.54	0.65
Bitumen	-0.12	0.56	Fuel Oil	0.00	0.00
Petro Coke	N/A	N/A	Naphtha	N/A	N/A
Non Specified	0.00	0.00	Non Specified	0.00	0.00
Petroleum	0.36	0.40	Lubricants	0.36	0.54
Fuel	0.38	0.45	Bitumen	-0.12	0.56
Natural Gas	0.32	0.68	Petro Coke	0.00	0.00
Elec	0.05	0.32	Petroleum	0.46	0.54
Total	0.29	0.44	Natural Gas	0.10	0.55
Transportation			Fuel Total	0.45	0.58
Gasoline	1.40	1.22	Elec	0.44	0.72
Jet	0.16	0.15	Total	0.40	0.57
Diesel	0.33	0.62			
Fuel Oil	0.00	0.00			
Lubricants	0.25	0.57			
Non Specified	0.00	0.00			
Petroleum	0.59	0.71			
Natural Gas	N/A	N/A			
Total	0.59	0.71			

5.4.3 原油価格変化の影響

原油価格変化の影響を評価するために、変数“原油価格”を2000年度のものに限り1%上昇させた。その影響をマクロ経済主要指標ならびに主要エネルギー消費量に関して示したのが次の2つの表5.4.5と5.4.6である。

(1) マクロ経済への影響

本モデルにおいては、原油価格は輸出、石油製品価格、ならびに石油部門付加価値に直接リンクしている。その直接影響は以下の表のとおりである。GDPに関しては、短期では0.0027%の上昇、中期では0.0125%押し上げる影響力をもつ。全体として短期での影響は小さく(0.03-0.05%前後)、中期での影響は大きくばらつく(-0.007-0.13%前後)。すなわち、原油価格の影響は、時間の遅れを伴うことが伺えるが、特に石油部門の伸びが他に比べ際立っている。また、中期ではその影響がマイナスになる部門が存在する(電力、建築、その他)。これはモデルで、国内石油製品価格が国際価格に連動するように設定されているため、国内エネルギー価格上昇に伴うエネルギー・コストの上昇が所得効果を上回ったためと考えられる。

表 5.4.5 「原油価格」1% 上昇の影響 (マクロ経済指標 %)

Name	Direct Impact	Short-term Equilibrium	Mid-term Equilibrium
Private Consumption	n/a	0.0027	0.0125
Government Consumption	n/a	0.0000	0.0274
Investment	n/a	-0.0002	0.0153
Export	0.0079	0.0167	0.0105
Import	n/a	0.0040	0.0144
Electricity Price (Industry)	n/a	0.0000	0.0110
Price of Petroleum Products (Gasoline)	0.3400	0.3400	0.5060
GDP	n/a	0.0039	0.0139
Agriculture	n/a	0.0032	0.0087
Industry	n/a	0.0035	0.0050
Petroleum	0.0117	0.0030	0.1310
Electricity	n/a	0.0029	-0.0006
Construction	n/a	0.0032	-0.0011
Transportation	n/a	0.0041	0.0135
Commercial	n/a	0.0053	0.0175
Gov./Pub.	n/a	0.0045	0.0155
Others	n/a	0.0031	-0.0072
Unemployment	n/a	-0.0135	-0.0485
CPI	n/a	0.00369	0.0161

(2) エネルギー消費への影響

エネルギー消費は、短期で 0.001%、中期で 0.04%の減少であり、ほとんど無視できる程度である。しかし中期では、農業部門における灯油と燃料油の減少が顕著である。全体として中期ではその総消費量が減少する傾向にあることから、時間とともに価格上昇効果が所得上昇効果を上回ってくることが伺える。

表 5.4.6 「原油価格」1% 上昇の影響 (エネルギー消費 %)

Sector	2000	2005	Sector	2000	2005
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)	Residential/Commercial		(ktoe)
Kerosene	0.001	-0.994	LPG	0.002	-0.121
Diesel	0.000	0.000	Kerosene	0.002	-0.121
Petroleum	0.002	-0.474	Diesel	N/A	N/A
Lubricants	0.002	-0.103	Petroleum	0.002	-0.121
Fuel Oil	0.001	-0.830	Natural Gas	0.000	0.051
Natural Gas	N/A	N/A	Elec	0.006	0.018
Elec	0.006	0.013	Res Elec	0.005	0.017
Total	0.004	-0.125	Comm Elec	0.010	0.030
			Total	0.003	-0.048
Industry					
Steam Coal	N/A	N/A	Total Final Consumption		
Coke	-0.048	-0.039	Steam Coal	N/A	N/A
Natural Gas	0.002	0.004	Coke	-0.048	-0.039
LPG	0.008	-0.069	Crude Oil	N/A	N/A
Kerosene	0.000	0.000	NGL	N/A	N/A
Diesel	0.004	-0.050	LPG	0.002	-0.116
Fuel Oil	0.000	0.000	Gasoline	0.006	-0.309
Naphtha	N/A	N/A	Jet	0.001	-0.023
Lubricants	0.002	-0.049	Kerosene	0.001	-0.205
Bitumen	0.000	-0.026	Diesel	0.002	-0.014
Petro Coke	N/A	N/A	Fuel Oil	0.000	0.000
Non Specified	0.000	0.000	Naphtha	N/A	N/A
Petroleum	0.001	-0.025	Non Specified	0.000	0.000
Fuel	-0.002	-0.017	Lubricants	0.002	-0.076
Natural Gas	0.002	0.004	Bitumen	0.000	-0.026
Elec	0.000	0.002	Petro Coke	0.000	0.000
Total	-0.001	-0.014	Petroleum	0.002	-0.070
Transportation			Natural Gas	0.001	0.007
Gasoline	0.006	-0.309	Fuel Total	0.001	-0.058
Jet	0.001	-0.023	Elec	0.003	0.015
Diesel	0.001	0.002	Total	0.001	-0.040
Fuel Oil	0.000	0.000			
Lubricants	0.001	-0.084			
Non Specified	0.000	0.000			
Petroleum	0.003	-0.083			
Natural Gas	N/A	N/A			
Total	0.003	-0.083			

5.4.4 国内エネルギー価格の影響

本項では、電気料金全体と石油製品価格全体の2つのケースに分けて、シミュレーションを行った。

(1) 電気料金

電気料金の変化による影響を評価するため、電気料金のすべての変数を2000年度のみに限って1%上昇させた。その影響をマクロ経済主要指標ならびに主要エネルギー消費量に関して示したのが次の2つの表5.4.7と5.4.8である。

1) マクロ経済への影響

GDPへの影響は0.017%(直接)、-0.0014(短期)、および0.0001(中期)である。エネルギー部門(石油・電力)への短期の影響を除き、電気料金上昇の影響は負またはほとんどゼロである。しかし、その正負の程度は小さく、その程度も時間とともに減少していることから、中期での影響は無視できる程度である(0.003%以下)。

電気料金の上昇を構造改革の政策としてみた場合、この結果の示すところでは、電気料金上昇の経済成長への影響はあまり大きくないということを示唆している。しかし同時に、無視できる程度の影響ということは、また、その料金が市場価格レベルに達していないことを示唆している。

表 5.4.7 「電気料金」1% 上昇の影響 (マクロ経済指標 %)

Name	Direct Impact	Short-term Equilibrium	Mid-term Equilibrium
Private Consumption	n/a	-0.0010	0.0001
Government Consumption	n/a	0.0000	0.0006
Investment	n/a	-0.0016	0.0001
Export	n/a	-0.0036	0.0001
Import	n/a	-0.0014	0.0002
Electricity Price (Industry)	1.0000	1.0000	0.0000
Price of Petroleum Products (Gasoline)	n/a	0.0000	0.0000
GDP	-0.0147	-0.0014	0.0001
Agriculture	-0.0125	0.0000	-0.0005
Industry	-0.0303	-0.0188	0.0006
Petroleum	0.0000	0.0183	0.0027
Electricity	0.0058	0.0168	-0.0010
Construction	-0.0301	-0.0173	-0.0010
Transportation	0.0000	0.0102	-0.0011
Commercial	-0.0188	-0.0022	-0.0007
Gov./Pub.	-0.0048	0.0070	-0.0007
Others	0.0000	0.0122	0.0033
Unemployment	n/a	0.0048	-0.0005
CPI	n/a	0.2420	0.0001

2) エネルギー消費への影響

電気料金のエネルギー消費への影響はマクロ経済への影響と同様あまり大きくない。すなわち、全エネルギー消費量は短期で 0.0081%、中期で 0.0027%の上昇である。短期での上昇は、電力の他のエネルギーでの代替、たとえば農業での灯油および産業での軽油の上昇が原因と思われる。

表 5.4.8 「電気料金」1% 上昇の影響 (エネルギー消費 %)

Sector	2000	2005	Sector	2000	2005
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)	Residential/Commercial		(ktoe)
Kerosene	0.0801	0.0459	LPG	0.0335	0.0004
Diesel	0.0000	0.0000	Kerosene	0.0335	0.0004
Petroleum	0.0571	0.0197	Diesel	N/A	N/A
Lubricants	0.0285	0.0002	Petroleum	0.0335	0.0004
Fuel Oil	0.0732	0.0384	Natural Gas	0.0000	0.0011
Natural Gas	N/A	N/A	Elec	-0.0476	0.0000
Elec	-0.0403	-0.0007	Res Elec	-0.0184	0.0002
Total	-0.0031	0.0051	Comm Elec	-0.3180	-0.0011
			Total	0.0018	0.0003
Industry					
Steam Coal	N/A	N/A			
Coke	-0.0001	0.0000	Total Final Consumption		
Natural Gas	-0.0084	0.0002	Steam Coal	N/A	N/A
LPG	-0.0009	0.0014	Coke	-0.0001	0.0000
Kerosene	0.0000	0.0000	Crude Oil	N/A	N/A
Diesel	0.1100	0.0007	NGL	N/A	N/A
Fuel Oil	0.0000	0.0000	LPG	0.0315	0.0005
Naphtha	N/A	N/A	Gasoline	0.0323	0.0383
Lubricants	0.0147	0.0004	Jet	0.0021	0.0015
Bitumen	0.0205	0.0004	Kerosene	0.0371	0.0048
Petro Coke	N/A	N/A	Diesel	0.0306	0.0002
Non Specified	0.0000	0.0000	Fuel Oil	0.0000	0.0000
Petroleum	0.0359	0.0004	Naphtha	N/A	N/A
Fuel	0.0232	0.0003	Non Specified	0.0000	0.0000
Natural Gas	-0.0084	0.0002	Lubricants	0.0224	0.0004
Elec	-0.0161	-0.0083	Bitumen	0.0205	0.0004
Total	0.0162	-0.0012	Petro Coke	0.0000	0.0000
Transportation			Petroleum	0.0229	0.0052
Gasoline	0.0323	0.0383	Natural Gas	-0.0044	0.0002
Jet	0.0021	0.0015	Fuel Total	0.0189	0.0046
Diesel	0.0006	-0.0001	Elec	-0.0373	-0.0029
Fuel Oil	0.0000	0.0000	Total	0.0081	0.0027
Lubricants	0.0249	0.0004			
Non Specified	0.0000	0.0000			
Petroleum	0.0099	0.0101			
Natural Gas	N/A	N/A			
Total	0.0099	0.0101			

(2) 石油製品価格

石油製品価格の変化の影響を評価するために、石油製品価格のすべての変数を 2000 年度のみに限って 1% 上昇させた。その影響をマクロ経済主要指標ならびに主要エネルギー消費量に関して示したのが次の 2 つの表 5.4.9 と 5.4.10 である。

1) マクロ経済への影響

GDP への影響は -0.01% (直接)、0.0023% (短期)、および 0.054% (中期) である。全体にこの価格上昇の影響は短期よりも中期の方が大きい。構造改革の観点からは、石油製品価格の上昇は、政策としてその程度は小さいものの、電気料金の場合に比べ経済成長に貢献していると言える。短期においては、石油部門の成長は大きく、逆に運輸、建設部門では少々の痛みを伴う。しかし、中期においてその利害が逆転、石油部門の伸びは逆に負に転じてしまう。これは、石油製品価格の上昇が、中期・長期において、その消費量を抑える省エネ効果を伴っていることを示唆している。

表 5.4.9 「石油製品価格」1% 上昇の影響 (マクロ経済指標 %)

Name	Direct Impact	Short-term Equilibrium	Mid-term Equilibrium
Private Consumption	n/a	0.0016	0.0051
Government Consumption	n/a	0.0000	0.0056
Investment	n/a	-0.0001	0.0072
Export	n/a	0.0099	0.0035
Import	n/a	0.0024	0.0055
Electricity Price (Industry)	n/a	0.0000	0.0062
Price of Petroleum Products (Gasoline)	1.00	1.0000	0.0083
GDP	-0.01	0.0023	0.0054
Agriculture	0.00	0.0060	0.0035
Industry	-0.02	-0.0065	0.0048
Petroleum	0.20	0.1930	-0.0190
Electricity	-0.01	-0.0055	0.0014
Construction	-0.03	-0.0224	0.0048
Transportation	-0.09	-0.0703	0.0122
Commercial	-0.02	-0.0112	0.0072
Gov./Pub.	-0.01	0.0034	0.0069
Others	0.00	0.0073	0.0114
Unemployment	n/a	-0.0080	-0.0187
CPI	n/a	0.0022	0.0068

2) エネルギー消費量への影響

最終消費量は短期で 0.0448%、中期で 0.0153%の減少を示す。上記マクロ経済への影響を考慮すると、この減少は価格効果と考えられるが短期の方の影響が大きい。この価格効果による減少ならびに代替効果と考えられる電力消費の増加は時間とともに少なくなっている。油種別にみると、中期におけるガソリン消費の減少と天然ガスと軽油の増加が対照的である。

表 5.4.10 「石油製品価格」1% 上昇の影響 (エネルギー消費 %)

Sector	2000	2005	Sector	2000	2005
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)	Residential/Commercial		(ktoe)
Kerosene	-0.3300	-0.3180	LPG	-0.1390	-0.0020
Diesel	0.0000	0.0000	Kerosene	-0.1390	-0.0020
Petroleum	-0.2340	-0.1380	Diesel	N/A	N/A
Lubricants	-0.1130	-0.0046	Petroleum	-0.1390	-0.0020
Fuel Oil	-0.3010	-0.2650	Natural Gas	0.0000	0.0104
Natural Gas	N/A	N/A	Elec	0.0010	0.0071
Elec	0.0103	0.0052	Res Elec	0.0030	0.0065
Total	-0.0830	-0.0353	Comm Elec	-0.0172	0.0119
			Total	-0.0790	0.0029
Industry					
Steam Coal	N/A	N/A	Total Final Consumption		
Coke	0.0002	0.0006	Steam Coal	N/A	N/A
Natural Gas	-0.0029	0.0036	Coke	0.0002	0.0006
LPG	-0.1760	0.0101	Crude Oil	N/A	N/A
Kerosene	0.0000	0.0000	NGL	N/A	N/A
Diesel	-0.1390	0.0052	LPG	-0.1410	-0.0008
Fuel Oil	0.0000	0.0000	Gasoline	-0.1380	-0.2170
Naphtha	N/A	N/A	Jet	-0.0243	-0.0082
Lubricants	-0.1030	0.0028	Kerosene	-0.1530	-0.0326
Bitumen	-0.0843	0.0036	Diesel	-0.0469	0.0042
Petro Coke	N/A	N/A	Fuel Oil	0.0000	0.0000
Non Specified	0.0000	0.0000	Naphtha	N/A	N/A
Petroleum	-0.0583	0.0028	Non Specified	0.0000	0.0000
Fuel	-0.0362	0.0028	Lubricants	-0.1070	-0.0010
Natural Gas	-0.0029	0.0036	Bitumen	-0.0843	0.0036
Elec	-0.0006	0.0012	Petro Coke	0.0000	0.0000
Total	-0.0342	0.0026	Petroleum	-0.0677	-0.0268
Transportation			Natural Gas	-0.0015	0.0032
Gasoline	-0.1380	-0.2170	Fuel Total	-0.0572	-0.0229
Jet	-0.0243	-0.0082	Elec	0.0006	0.0050
Diesel	-0.0121	0.0038	Total	-0.0448	-0.0153
Fuel Oil	0.0000	0.0000			
Lubricants	-0.1070	-0.0021			
Non Specified	0.0000	0.0000			
Petroleum	-0.0486	-0.0555			
Natural Gas	N/A	N/A			
Total	-0.0486	-0.0555			

5.4.5 テクノロジーの影響：エネルギー・コスト削減ケース

本モデルを科学技術の進歩の影響分析に応用する一例として、エネルギー・コスト・プロセス削減の場合を考えてみる。エネルギー・コストはエネルギー価格にその消費量を掛けたものである。したがって、エネルギー価格を所与として、エネルギー・コストを削減するにはその消費量を削減するしかない。例えば、生産プロセスの改良やエネルギー変換部門でのエネルギー変換効率を改善することなどがある。

シミュレーションの目的で、比較用モデル(参照ケース)のある年(2000 年)におけるエネルギー・コストを強制的に 1 %減少させると同時に、参照ケースの結果に比べたコスト減少分を投資における増加分として、参照ケース用修正前モデルの投資関数に付加したものを修正モデルとして計算した。技術変化によるコスト削減であるため、そのコスト削減効果はその年だけではなく、以後すべての年についても有効となる。

科学技術の進歩によるコスト削減と政策的に価格が下がった場合のコスト削減との違いは、科学技術の進歩によるコスト削減が全体として付加価値を生ずる点である。ここでは、削減されたコスト分を付加価値とし、これがそのまま投資に付加されるものとみなした。

表 5.4.11 エネルギー・コスト 1 % 減少の影響 (マクロ経済 %)

Name	Direct Impact	Short-term Equilibrium	Mid-term Equilibrium
Private Consumption	n/a	0.021	0.895
Government Consumption	n/a	0.000	0.454
Investment	0.080	0.080	2.090
Export	n/a	0.012	0.612
Import	n/a	0.031	1.120
Electricity Price (Industry)	n/a	0.000	0.384
Price of Petroleum Products (Gasoline)	n/a	0.000	0.385
GDP	0.006	0.030	1.090
Agriculture	0.002	0.023	0.860
Industry	0.016	0.042	0.946
Petroleum	-0.204	0.009	0.784
Electricity	0.014	0.002	0.670
Construction	0.033	0.040	0.842
Transportation	0.085	0.018	1.220
Commercial	0.023	0.045	1.530
Gov./Pub.	0.005	0.025	1.340
Others	0.000	0.010	0.828
Unemployment	n/a	-0.105	-3.800
CPI	n/a	0.029	1.110

1) マクロ経済への影響

マクロ経済への直接影響を見ると、部門別 GDP については、エネルギー消費量が下がった場合と基本的には同じであり、石油部門でのおおきな減少が目立つ。違うのは投資 (Investment) の増加である。

GDP を見ると、直接影響 0.006%、短期 0.03%、中期 1.09%で、時間とともに効果が大きくなるのが科学技術による貢献の特徴である。部門別には、特に運輸、商業、公共への貢献が大きいものの、エネルギー産業への貢献は相対的に小さい。エネルギー産業における微増は、この場合、コスト削減効果よりも、GDP 増加による所得効果と考えられる。

2) エネルギー消費量への影響

科学技術の進歩を修正モデルとした場合、エネルギー消費量がモデル修正前に比べ 1%削減すると仮定している。したがって、消費量以外何も変わらなければすべて-1%の値を示すはずである。しかしながら、前に示したような投資の増加に始まる所得効果によりエネルギー消費量は増加し、シミュレーション結果はほとんどが-1%以上を示す。上述の結果では、特に運輸、商業部門がエネルギー・コスト削減技術からの恩恵を受けている。実際、エネルギー消費量に関しても、特に大きい増加を示すのは農業の電力、産業の LPG、運輸のガソリン、民生・商業の電力であり、全体としては、特にガソリンが技術革新による削減にもかかわらず、高い伸びを示すことが予想される。

表 5.4.12 エネルギー・コスト 1% 減少の影響 (エネルギー消費 %)

Sector	2000	2005	Sector	2000	2005
Agriculture	(ktoe)	(ktoe)	Residential/Commercial		(ktoe)
Kerosene	-0.9905	-0.1820	LPG	-0.9882	-0.4240
Diesel	-1.0000	-1.0000	Kerosene	-0.9882	-0.4240
Petroleum	-0.9882	-0.2380	Diesel	N/A	N/A
Lubricants	-0.9827	-0.1550	Petroleum	-0.9882	-0.4240
Fuel Oil	-0.9913	-0.3170	Natural Gas	-1.0000	-0.1520
Natural Gas	N/A	N/A	Elec	-0.9562	0.4800
Elec	-0.9601	0.3200	Res Elec	-0.9606	0.3200
Total	-0.9709	0.1600	Comm Elec	-0.9154	1.7700
			Total	-0.9772	-0.0230
Industry					
Steam Coal	N/A	N/A	Total Final Consumption		
Coke	-0.9973	-0.9053	Steam Coal	N/A	N/A
Natural Gas	-0.9811	-0.3970	Coke	-0.9973	-0.9053
LPG	-0.9043	1.1500	Crude Oil	N/A	N/A
Kerosene	-1.0000	-1.0000	NGL	N/A	N/A
Diesel	-0.9514	0.0600	LPG	-0.9833	-0.2770
Fuel Oil	-1.0000	-1.0000	Gasoline	-0.9520	0.6500
Naphtha	N/A	N/A	Jet	-0.9942	-0.7620
Lubricants	-0.9756	-0.3490	Kerosene	-0.9884	-0.4040
Bitumen	-0.9976	-0.6280	Diesel	-0.9792	-0.2450
Petro Coke	N/A	N/A	Fuel Oil	-1.0000	-1.0000
Non Specified	-1.0000	-1.0000	Naphtha	N/A	N/A
Petroleum	-0.9824	-0.4710	Non Specified	-1.0000	-1.0000
Fuel	-0.9817	-0.4650	Lubricants	-0.9858	-0.4040
Natural Gas	-0.9811	-0.3970	Bitumen	-0.9976	-0.6280
Elec	-0.9953	-0.7850	Petro Coke	-1.0000	-1.0000
Total	-0.9852	-0.5290	Petroleum	-0.9827	-0.3240
			Natural Gas	-0.9901	-0.5660
Transportation			Fuel Total	-0.9824	-0.3270
Gasoline	-0.9520	0.6500	Elec	-0.9779	-0.1200
Jet	-0.9942	-0.7620	Total	-0.9833	-0.3380
Diesel	-0.9898	-0.3770			
Fuel Oil	-1.0000	-1.0000			
Lubricants	-0.9917	-0.4910			
Non Specified	-1.0000	-1.0000			
Petroleum	-0.9803	-0.1710			
Natural Gas	N/A	N/A			
Total	-0.9803	-0.1710			

5.4.6 エネルギー代替：交差価格弾性値

交差価格弾性値は価格による代替ポテンシャルの尺度である。本来ならば、問題とする過去の実際のエネルギー消費量とその価格、ならびに代替用エネルギー消費量とその価格を、両対数回帰式の需要モデルの係数として求めるのが一般的である。しかしながら、エジプトのような政府統制の強い発展段階にある市場では、交差価格弾性値を回帰式から統計的に導くことは困難であり、実際、統計的にまた経済的に意味のある結果を導き出すことはできなかった。

一方、マクロ経済・エネルギー統合モデルをひとつの現実を近似するシステムとして考えると、このエネルギー代替の問題をモデルのシミュレーション応用問題として捕らえることもできる。ここでは、統合モデルをひとつの現実のシステムとし、交差価格弾性値を統計的にではなく、モデルのシミュレーション結果として求めた。すなわち、エネルギー・タイプ A のエネルギー・タイプ B に対する交差価格弾性値は、B の価格を 1% 増加させたときの A の消費量の変化%として定義され、これを統合モデル・シミュレーションの応用として計算した。回帰モデルの係数として導き出す場合と決定的に違うのは、回帰式係数を用いた場合、他の説明変数を固定し、価格のみが変化した場合を考えているのに対し、シミュレーションにおいては、価格が他の経済変数に影響を及ぼした最終結果としての変化を計算することができる点で、シミュレーションの方がより現実に近い値が期待できる。

1) 電力と石油製品

次の表 5.4.13 は、統合モデルを用いて計算した電力全般、石油製品全般のそれぞれの価格弾性値ならびに交差価格弾性値を示す。電力全般ならびに石油製品全般の統合シミュレーションを用いた価格弾性値はそれぞれ -0.0331、-0.0717 ときわめて小さく、価格が市場レベルにないこととその影響はいまだ限られたものであることを示している。一方、交差価格弾性値をみると、電気料金の 1% の上昇は石油製品の 0.025% の増加、石油製品価格の 1% の上昇が、電力消費の 0.000072% の増加をもたらす。これらの値は無視できる程度の大きさであり、現在のエネルギー価格レベルでは、エネルギー価格政策をエネルギー代替政策とするには無理があることを示唆している。

表 5.4.13 価格弾性値と交差価格弾性値（電力、石油製品）

Price Change 1%	Consumption Change of Electricity in %	Consumption Change of Petroleum Products in %
Electricity	-0.0331	0.0249
Petroleum Products	0.0000722	-0.0717

2)天然ガスのその代替燃料価格に対する交差価格弾性値

下の数字に見るように交差価格弾性値はほとんど無視できる程度であり、また負の値は代替よりもむしろ補足を示す。この結果の意味することは、すなわち、天然ガス消費量を増やすために他のエネルギー価格を引上げるという手段は現在の価格レベルを少し変える程度ではほとんど意味をなさないことがこの分析の示唆するところである。したがって、天然ガスの普及は価格操作以外の政策、例えばインフラ整備等の供給政策の方がむしろ有効であろう。(しかしながら、価格レベルが2倍、3倍に上昇する場合に対して本モデルを適応することは無理があり、結論も違ったものになる可能性がある)

表 5.4.14 交差価格弾性値(天然ガス vs その他エネルギー)

Price Change 1%	Consumption Change of Natural Gas in %
Electricity All	-0.00271
Petroleum All	-0.00243
Gasoline	-0.00026
Kerosene	0.000201
Diesel	-0.00202
Diesel for Transportation	-1.4E-05
Fuel Oil	-0.00083
LPG	0.00043
NG	9.53E-13