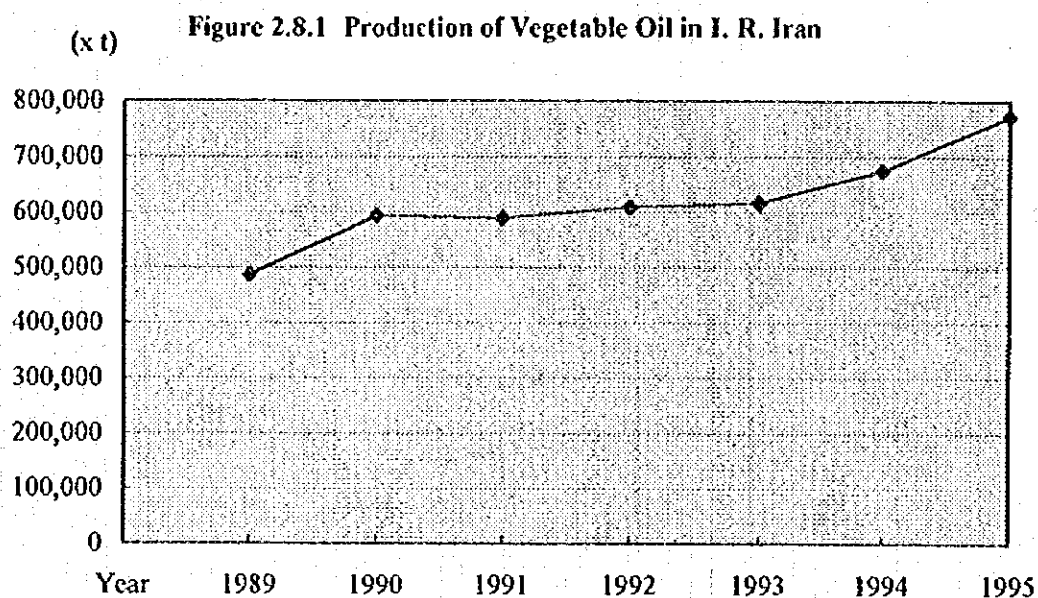


2.8 食品工業(植物油工業)

2.8.1 植物油工業界の概要

(1) 生産の推移

工業省発行の Industry Statistics Year Book 1374 により、1989 年以降の植物油の生産推移を Figure 2.8.1 に示す。



これによれば、1992 年以降は国内生産が 600 千 t/y を突破し、1995 年には人口一人当たりの年間供給量が約 13kg と日本の水準(1993 年 14.4kg)に近づいてきた。

しかし、Table 2.8.1 に示す如く、このうち約 90-95% は輸入原料油の精製によって生産されており、国内産の原料から搾油・精製によって生産されているものは約 10~5% に過ぎない。国内産の原料供給は Table 2.8.2 に示す如く、かなりの変動があり安定していない。

また、生産の約 90~95% は水素添加による硬化油タイプのもので、常温で油状のものはサフラワー油、オリーブ油等約 10~5% に過ぎないことも特徴的である。

Table 2.8.1 Raw Materials of Vegetable Oil in I. R. Iran

(unit : t)

	Domestic		Crude Oil		Total
			Import		
1991	41,000	7.8%	486,000	92.2%	527,000
1992	64,000	11.6%	487,000	88.4%	551,000
1993	80,000	11.4%	620,000	88.6%	700,000
1994	80,000	10.9%	656,000	89.1%	736,000
1995	54,000	7.0%	721,000	93.0%	775,000

Source: Oilseed Research & Development Co.

Table 2.8.2 Domestic Supply of Oilseed for Vegetable Oil Industry

(unit : t)

	Sunflower	Soyabean	Cottonseed	Total
1974	43,055	34,918	449,000	526,973
1979	4,055	94,558	184,000	282,613
1984	4,620	45,480	166,450	216,550
1989	23,023	90,388	134,240	247,651
1990	22,020	72,316	149,318	243,654
1991	19,938	55,891	121,715	197,544
1992	58,451	103,946	126,444	288,841
1993	72,650	178,070	ca.100,000	350,720
1994	52,578	208,726	ca.120,000	381,301
1995	29,359	69,268	187,991	286,618

Source: Oilseed Research & Development Co.

(2) 工場の概要

イランの植物油工場は、現在 15 工場あるが、いずれも Tehran をはじめとする主要都市近郊に立地している。

Table 2.8.3 に植物油工場の所在地、生産開始時期、設備能力、最近の生産実績及び主な使用燃料を示す。

このうち、Behshahr が業界シェアの 30%、上位 3 社で 55% を超えている。

なお、使用燃料については、一部工場のものが明らかになったのみで、全体像の把握ができなかった。また、関係筋によれば水素は大部分の工場が水電解法より天然ガス変成法に転換を終えているとしているが、確認できなかった。

2.8.2 エネルギー消費の現状

イランの植物油製造工場におけるエネルギー消費の現状を把握するに当たって、今回工場診断を実施した Behshahr Ind. 及び訪問調査を行った Shiraz Vegetable Oil のエネルギー消費原単位を Table 2.8.4 に示す。

他の 13 工場については、エネルギー消費原単位のみならず、各工場の業態に関する十分なデータ及び情報が得られなかった。

これによれば、両工場直近の実績原単位は Behshahr Ind. 3,782 Mcal/t と Shiraz Vegetable Oil 2,980 Mcal/t に比して格差が大きい。この原因は Behshahr Ind. は関連会社に対する蒸気、電気等の供給が含まれているためと思われる。従って、当業界の代表値としては Shiraz Vegetable Oil の直近値で当業界全体を推定することとする。なお、燃料については、各工場の使用実態が充分把握できなかったため、全て天然ガスとして計算した。

また、電力については、代表値として用いた Shiraz Vegetable Oil の原単位は全量が購入電力によっているので、エネルギー原単位に二重計上はなく、Table 2.8.5 における電力消費量は実質電力消費量を示している。

今後、この推定値の精度を高めるためには、燃料の使用実態のみならず次の観点から補正を必要とする。

Table 2.8.3 Vegetable Oil Factories in I. R. IRAN

Company	Location	Start up	Employee (1981)	Capacity (t/y)	Production (1995)	Fuel	Share
1 Echshahr	Tehran	1953		227,500	243,475	NG/Gas Oil	31 %
2 Pars	Tehran		1012	140,000	112,106	N. Gas	14.4%
3 Shiraz Vegetable Oil	Shiraz	1969	966	140,000	80,151	N. Gas	10.3%
4 Jahaan Vegetable Oil	Karadj	1956	417	70,000	67,421	Gas Oil	9.3%
5 Margarin	Tehran	1960	647	140,000	60,121	N. Gas	
6 Naab	Tehran	1963	131	35,000	40,600	Gas Oil	
7 Golnaz	Kerman	1989		37,500	37,892	G.O/F.O	
8 Kesht Va Sanat	Sari			35,000	34,261		
9 Naz-Esfahan	Esfahan			35,000	30,649		
10 Fazle Neishaboor	Neishaboor		195	17,500	20,055		
11 Etko Co.(Processing oil)	Varamin		245	35,000	16,724		
	Shar Ray				15,931		
12 Gorgan Center Cutton	Kordkooy		157	5,250	6,869		
13 Ganje Roodbar	Roodbar	1959		(30T/D)	5,863	Fuel Oil	(Olive oil)
14 Shokufeh Oil Industry	Babol		182	11,900	3,195		
15 Tehran Golnaab	Arak	1995-96	--	3,000	0		
	(Sub-total)			932,650	775,313		

Source : Oil Seed Research & Development Co.

Table 2.8.4 Energy Consumption of the Representative Vegetable Oil Factories

Company	Location	Capacity (t/y)	Production	Energy Consumption				
				Kind	Quantity	(Mcal/t)		
Behshahr Industry	Tehran	227,500	(in 1994)	Gas Oil	6,460 (kl/y)	59,432	297	
				Natural Gas	70,620 (1,000Nm ³ /y)	692,076	3,460	
				Electricity	2,227 (MWh/y)	5,010	25	
				(Total)			3,783	
				(in 1993)	Gas Oil	7,191 (kl/y)	66,157	396
Shiraz Vegetable Oil	Shiraz	140,000	(in 1994)	Natural Gas	65,460 (1,000Nm ³ /y)	641,508	3,841	
				Electricity	2,249 (MWh/y)	5,060	30	
				(Total)			4,268	
				(in 1993)	Natural Gas	19,888 (1,000Nm ³ /y)	194,902	2,117
				Electricity	35,298 (MWh/y)	79,421	863	
Behshahr Ind., Shiraz Vegetable Oil			(in 1993)	(Total)			2,980	
				Natural Gas	21,887 (1,000Nm ³ /y)	214,493	1,941	
				Electricity	26,040 (MWh/y)	58,590	530	
				(Total)			2,471	

Source : Ministry of Industry
Behshahr Ind., Shiraz Vegetable Oil

- (1) 出発原料について：製品に対する種類別割合
- (2) 製品について：全製品に占める水素添加油の割合
- (3) 水素の製造方法：天然ガス変成法 (299 Mcal/t-V.oil)

水の電気分解法 (563 Mcal/t-V.oil)

B社、S社の場合は天然ガス変成法によっているが、水の電気分解法によっている工場もあるとされている。

- (4) 兼業製品等について：石鹼等の生産状況、製品包装用缶の自給割合、

2.8.3 省エネルギーポテンシャルと対策コスト

前節で述べたごとく、イランの植物油工場 15 工場のうち 今回消費エネルギーデータの収集できた 2 工場以外は前記 (1)～(4) 項で示した業態も明らかでなく エネルギー消費の分析は困難である。

従って、省エネルギーポテンシャル推定及び対策は、Behshahr 工場診断の結果として提案されたものを中心に示す。

(1) 運転管理・設備管理の強化によるもの

a. 脱臭工程の真空度調整 (3 Torr から 6 Torr へ)

エゼクターのスチーム圧調整 (10 kg/cm^{3G} から 7 kg/cm^{3G})

パロコン水温管理 (24 °C から 21 °C)

(Behshahr Ind.)	省エネルギー効果	天然ガス換算	5,534 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		0 Rial

(全工場)	省エネルギー効果	天然ガス換算	13,193 M m ³ /y
	対策コスト		0 Rial

b. ボイラーの燃焼管理

(Behshahr Ind.)	省エネルギー効果	天然ガス換算	1,342 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		525 M Rial

(全工場)	省エネルギー効果	天然ガス換算	3,174 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		2,100 M Rial

(2) 設備の改造を伴うもの

a. 蒸気ラインの保温強化

(Behshahr Ind.)	省エネルギー効果	天然ガス換算	266 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		333 M Rial
(全工場)	省エネルギー効果	天然ガス換算	629 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		1,330 M Rial
b. ディーゼル発電プラント排ガス熱回収			
(Behshahr Ind.)	省エネルギー効果	天然ガス換算	798 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		875 M Rial
(全工場の 50%)	省エネルギー効果	天然ガス換算	944 * 1,000m ³ /y
	対策コスト		4,375 M Rial

2.8.4 省エネルギーポテンシャルの経済評価

Behshahr Ind. の工場診断で挙げられた省エネ対策と、前節で挙げた植物油製造工場全体の省エネルギーポテンシャルについて、2000 年時点で対策を実施するとして、次の 2 ケースについて経済性を検討した。

ケース 1 : 省エネルギー促進ケース

ケース 2 : 省エネルギー・ケース

各ケースにおけるエネルギー価格は、Table 2.1.2 に示す値を用い、Rial の対 US\$ レートは、1993 年の 1,750 Rial/ US\$ を用いた。

検討結果を Table 2.8.6, Table 2.8.7 に示す。

この結果を要約すると、ケース 1 でも、設備又はプロセスの改善を必要とする省エネルギー対策は経済性がないので、省エネルギーの進捗は運転管理・設備管理の強化に依存せざるを得ない。

一方、一部の工場では、老朽化設備の更新が進められ、これによって製品の歩留が向上し、運転管理・設備管理技術も改善されることが期待されるので、省エネルギーもこれに伴って促進されると思われる。

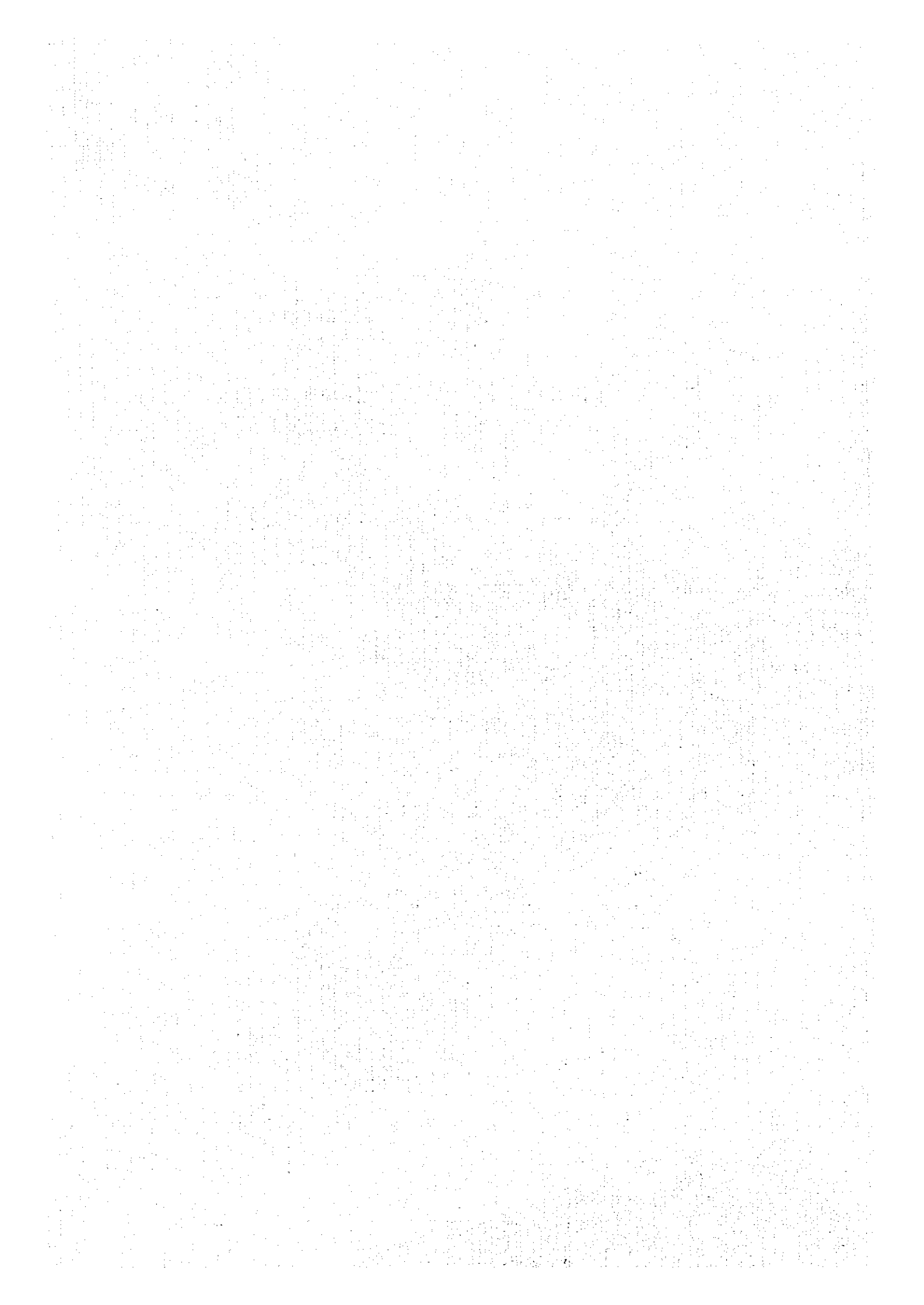
Table 2.8.6 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Vegetable Oil Industry
 (Natural Gas 123 Rial/Nm³, Fuel Oil 75 Rial/l, Electricity 100 Rial/kWh)
 A. E. C. Case
 (1,750 Rial/US\$)

Energy Conservation Potential	Factory	Benefit		Countermeasure Cost		Economic Evaluation	Note		
		Natural Gas (1,000m ³ /v)	Electricity (MWh/v)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)			(M Y)	(M Rial)
Improvement of Management	Behshahr Ind.	5,534		681	1,688	4,179	0	0	feasible
	Adjustment of Vacuum Degree								
	Ejector Steam Pressure								
CW Temp. for B. Condenser	All Veg. Oil F.	13,193		1,623	4,024	9,964	0	0	feasible
	Behshahr Ind.	1,342		165	409	1,014	30	525	feasible for 10 Ys.
	All Veg. Oil F.	3,174		390	968	2,397	120	2,100	feasible for 10 Ys.
Modification of Facility	Behshahr Ind.	266		33	81	201	19	333	not feasible
	All Veg. Oil F.	629		77	192	475	76	1,330	not feasible
Recovery of Exhaust Gas Heat from Diesel Generator	Behshahr Ind.	798		98	243	603	50	875	not feasible
	All Veg. Oil F.	944		116	288	713	250	4,375	not feasible
Modification of Process									

Table 2.8.7 Economic Evaluation of Measures for Energy Conservation in the Vegetable Oil Industry
E.C. Case (Natural Gas 22.4 Rial/Nm³, Fuel Oil 17.0 Rial/l, Electricity 40.7 Rial/kWh, for 2000-2002)
 (Natural Gas 30.0 Rial/Nm³, Fuel Oil 22.7 Rial/l, Electricity 54.5 Rial/kWh, for 2000-2009)
 (1,750 Rial/US\$)

Energy Conservation Potential	Factory	Benefit			Countermeasure Cost		Economic Evaluation	Note	
		Natural Gas (1,000m ³ /y)	Electricity (MWh/y)	(M Rial/v)	for 3 years (M Rial)	for 10 years (M Rial)			(M ¥)
Improvement of Management									
Adjustment of Vacuum Degree	Behshahr Ind.	5,534		124	307	1,019	0	0	feasible
Ejector Steam Pressure									
CW Temp. for B. Condenser	All Veg. Oil F.	13,193		296	733	2,430	0	0	feasible
Boiler Combustion Control	Behshahr Ind.	1,342		30	75	247	30	525	not feasible
	All Veg. Oil F.	3,174		71	176	585	120	2,100	not feasible
Modification of Facility									
Modification of Process									

3. エネルギー利用計画



3 エネルギー利用計画

3.1 目的

本章の目的は、省エネルギー対策の経済評価による省エネルギーポテンシャルの推定、並びにエネルギー需要予測の結果に基づいてイラン国社会経済全体の立場から見て特に有効であると考えられるエネルギー利用計画を調査することにある。

従って、本調査項目においては、イラン経済と社会を可能な限り広い視野からとらえた分析が求められる。

実際には、本調査項目に関わる分析の対象は6つのエネルギー多消費産業における将来の生産量と、これら産業の石油を中心とするエネルギー資源の消費量、それらの国際価格、国内価格とイラン経済全体との関係である。この関係をモデル化し評価することが主な作業となる。

3.2 アプローチ

本調査項目においては、エネルギーだけでなく、イラン国経済と産業の様々な要素が関わってくる。このようなエネルギーと経済の因子を含んだエネルギー利用計画においては、数ある選択肢を評価するためにいくつかのモデルを用いる。特に定量的評価のためには最適モデルによるシミュレーションを行う。

特に、この最適モデルによるシミュレーションには信頼できる現実のデータが必要である。本調査においては、その調査の焦点はエネルギー多消費産業の省エネルギーポテンシャルにあり、これに関するデータとモデルは特に重要である。一方、イラン国より発表されているデータは信頼性に欠けるとというのが日本並びにイランの両チームの共通した認識である。このような統計状況においては、あまり重要でない要素を取り込んだモデルや、信頼性の薄いデータを用いてモデル化した場合、モデルによる分析結果だけでなく、モデルそのものの信頼性を損なう。

従って、本調査項目においては、省エネルギーの観点からイラン経済に特に重要で、なおかつ統計として信頼できる要素に焦点を絞った、可能な限りシンプルで理解しやすいモデルの構築を目指した。

実際には、イランにおいて最も重要なエネルギーであり、なおかつ経済的にも重要な要素はGDPの60%以上を占める石油である。従って、定量最適化モデルも、以下に示すようにこの石油の最適利用に絞って構築された。なお、本調査においては、最適モデルと同時にそのモデルを解くためのツールも、特に汎用性を考慮して開発した。従って、たとえば石炭や天然ガス等をも含めた分析も、データの入手とコンピュータの性能の向上次第で、いつでも可能となる。

その他、エネルギー利用計画に伴う様々な政策要因、たとえば国内エネルギー価格、労働生産性、補助金、税金等の様々な社会的要因の絡む重要事項についても、可能な限り定量的分析を試みた。

3.3 最適モデル

最適化の目的と最適化の対象

3.3.1 モデル1： 省石油を目的とする最適投資計画

このプロジェクトで調査対象になった6つの業種毎に、またこの6つをまとめた全体に対し、省エネルギーによる潜在石油輸出利益を最大にするような省エネルギー投資資金の最適配分スケジュールを見いだす。この際の制約は、省エネルギーに割り当てられる政府補助金、あるいは、個々の企業内資金や、エネルギー価格がある。

3.3.2 モデル2： 産業全体の付加価値増大を目的とする最適投資計画

このプロジェクトで調査対象になった6つの業種全体に対する省エネルギー投資がもたらす、イラン国全体としての付加価値を最大にするような、省エネルギー投資資金の最適配分スケジュールを見いだす。この際の制約は、省エネルギーに割り当てられる政府補助金、あるいは、個々の企業内資金や、エネルギー価格がある。

このモデル2に関しては、実際の信頼し得る付加価値データが無いため、実データに基づくシミュレーションはできない。将来のデータ入手に期待し、モデル1からいつでも拡張できるように全体モデルを設計する。

3.4 本調査における最適化の基本的概念と「ベスト」最適点

イラン経済全体への利益から省エネルギーを考えた時、最適エネルギー利用計画における最も重要な前提は、イランにおける最も価値ある資源は石油であること、ならびに、国内産業におけるもっとも費用のかさむ部分は国外から輸入せざるを得ないプラントやプラント部品であることである。

すなわち、省エネルギー対策に要する費用の大半が輸入品目であり、また、節約されるべきエネルギーの大きな部分が輸出対象の石油である。一方、経済理論では、限界費用と限界便益が等しくなるところに最適点がある。ここでは、単位石油あたりの石油消費削減の限界コストが単位石油の輸出収入の限界便益（輸出価格）に等しくなるところが最適値となる。一般的に、石油消費削減の限界コストは投資を進めるにつれ徐々に上昇すると考えられるのに対し、その限界便益は輸出価格としてほぼ一定と見なされる。これら限界コスト、限界便益はFigure 3.4.1とFigure 3.4.2において、それぞれCost CurveとBenefit Curveの接線勾配によって示される。従って両接線勾配の値が等しくなった投資額もしくは省石油量が「最大ネット利益」を与える最適値となる。すなわち、ここで「便益(Benefit)」マイナス「費用(Cost)」が最も大きくなる。

Figure 3.4.1は現在の市場価格での省エネルギーによる最適点を示す。これは国内の石油価格を基準とする国内企業（工場）からみた省エネルギーの最大ポテンシャルを示す。縦軸は通貨単位 (Rial または Dollar) で、費用あるいは便益である。省エネルギー対策の費用のほとんどが輸入品目に当てられることを前提に、FigureではCost Curveは輸入プラントまたはその部品の費用を示している。Benefit Curveは、石油の国内価格と節約された石油量の積であり、もし省エネルギー投資が無かった場合にそれぞれの工場が払わなければならない石油代金の総和である。

イラン経済全体から見直したのがFigure 3.4.2である。Cost Curveを構成するプラント関連費用の潜在価格は、元々輸入価格を用いているため前ケースと同じとなる。しかしながら、石油価格に関しては、イランは世界でも有数の石油輸出国であり、石油の潜在価格、すなわち輸出価格は国内消費の機会費用と見なされる。従って、この図においては、Benefit Curveは石油価格を国際石油価格を潜在価格として置き換えたものとなる。ここでの便益は、この国際石油価格と節約される総石油量の積である。

この2つの図を比較することにより、石油の潜在価格（国際価格）を用いたイランの経

济全体への便益は、市場価格による便益よりはるかに大きいことが分かる。

以上はイラン経済を非常に単純化した場合のモデルである。

しかしながら、本調査においてはイラン国における様々な制約、例えば政府補助金限度、国内エネルギー価格への政治的制約、さらに国際石油価格の予期できぬ変動などが重要な政策要因であり、かつ、エネルギー利用計画の分析には、どうしても避けては通れない制約要因でもある。このような制約要因が存在するため、Figure 3.4.1、3.4.2で示した最適値は静止することのない常に変動する移動標的であり、到達困難な非現実的目標といえる。

従って、上記のような単純化した場合の「ベスト」最適値を求めるのではなく、次に示すように、考えられる予算制約や価格制約を現実的に考慮した「セカンド・ベスト」な最適値を求めることが現実的であり現実の政策への指針となるであろう。

Figure 3.4.1
Potential Optimum in Domestic Market Value

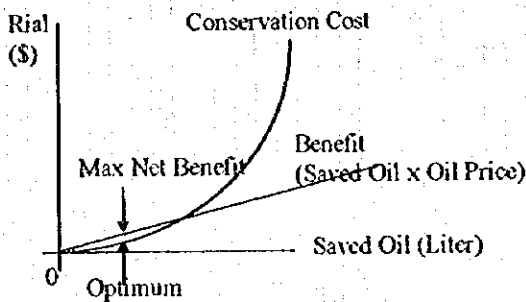
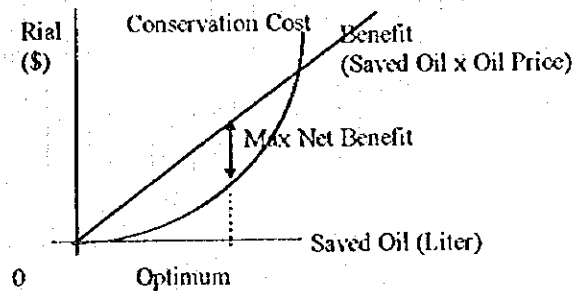


Figure 3.4.2
Potential Optimum in Economic Value



3.5 省石油を目的とする最適投資計画： 手法と概念

3.5.1 費用便益関数の推定

(1) 必要データ

- a. それぞれの産業毎に、3つまたはそれ以上の省エネルギー技術適用ケースと、そのケース毎の投資コスト並びに節約された石油の量
- b. 石油輸出価格

(2) モデル化する関係：

それぞれの産業毎に

- a. 費用関数 (Cost Function) : 費用(投下資金) 対 潜在省石油量
- b. 便益関数 (Benefit Function) : 便益(潜在石油輸出収入) 対 潜在省石油量
- c. 費用便益関数 (Cost-Benefit Function) : 費用 対 便益

(3) モデルの考え方

輸出収入の観点からは、どの産業から節約された石油でも、その便益は同等である。一方、費用関数は産業毎に異なる。

Figure 3.5.1は省石油が高コスト低ポテンシャルである産業Aを、Figure 3.5.2は省石油が低コスト高ポテンシャルである産業Bを、それぞれ単純化した費用便益関数を示す。

Figure 3.5.1
Potential Optimum for Industry A

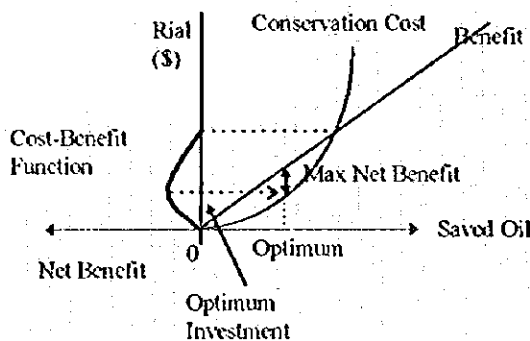
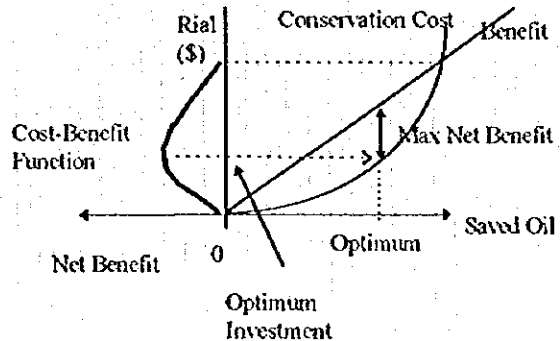


Figure 3.5.2
Potential Optimum for Industry B



これら単純化されたモデルにおいては、費用関数が凹型であるため、便益から費用を差し引いた純便益は投資を進めるにつれだんだん大きくなり、この費用曲線の接線勾配が便益の接線勾配に等しくなる、すなわち限界費用と限界便益が等しくなるところで純便益を最大とする最適投資量と最適石油節約量が求められる。この純便益は水平右向き石油節約量の反対側に水平左向きの軸で示されている。

この左向き軸方向で示される量として太線で示された曲線が費用便益関数である。すなわち便益（純便益）を費用（投資額）の関数として表したものである。

3.5.2 基本的最適モデルの定式化

(1) 必要データ

なし

(2) モデル化する関係：

調査対象の7業種のそれぞれと7業種をあわせた全体に対し

a. 目的関数：純便益を最大にする

b. 制約条件：全体投資額の限度（予算額）

(3) モデルの考え方

Figure 3.5.3、3.5.4は業種Aと業種Bの仮想費用便益関数である。

Figure 3.5.3
Benefit-Cost Function of Industry A

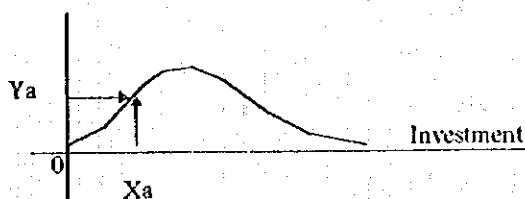
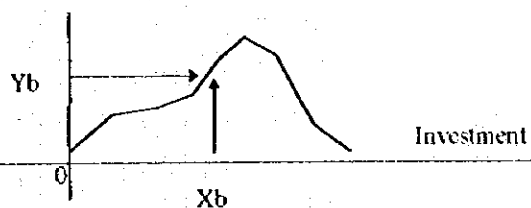


Figure 3.5.4
Benefit-Cost Function of Industry B



この単純2セクターモデルでは目的関数は $Y_a + Y_b$ であり、制約条件は $X_a + X_b$ である。したがって最適モデルは $X_a + X_b$ を制約として $Y_a + Y_b$ を最大にするような X_a と X_b の配分を求めるように定式化される。

限界（純）便益の考え方をを用いてこの最適点の性質を見てみよう。Figure 3.5.5、3.5.6は単純な（収穫逓減の法則に基づく）限界純便益のモデルを示す。

Figure 3.5.5

Marginal Net Benefit for Industry A

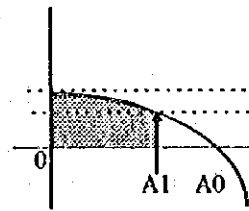
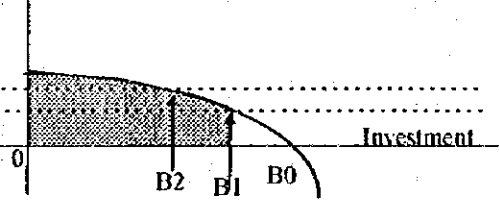


Figure 3.5.6

Marginal Net Benefit for Industry B



この例において、限界便益とは投資一単位あたりがもたらす純便益、すなわちその投資により生ずる便益からその一単位の投資を差し引いたものである。しかるに、この限界便益は費用便益関数の投資での第一微分としても定義できる。

原理上、投資家が常に限界（純）便益が最も高い選択枝を選ぶことができれば、当然、その限界便益の総和である便益は最大になる。上のケースでは業種Aと業種Bの二つの投資対象があるが、この原理に基づくと、

総予算 $< B2$ （業種 B）の場合：すべての予算を業種 B に投資すべきである。なぜならこの予算内では業種 B において常に限界便益が業種 A よりも大きいからである。

$B2 < \text{総予算} (A1+B1) < A0+B0$ の場合：業種 B に $B2$ まで投資した後、残った予算は業種 A と業種 B にそれぞれ限界便益が等しくなるように配分する。（たとえば図における網掛け領域：網掛け領域総和=総予算）なぜなら、もし限界便益が等しくなければ、どちらか小さい方から大きい方へ投資を一部移動することにより、さらに便益を増やすことができるからである。

$A0+B0 < \text{総予算}$ の場合：業種 A は $A0$ まで、業種 B は $B0$ まで投資する。それ以上の投資は便益を逆に減少させることになり無意味である。

3.5.3 時間制約（現在価値）の導入：将来の投資プランの現在価値への変換

(1) 必要データ

- a. それぞれの業種毎に： 考えられる省エネルギー手法が正当化される、あるいは、意味を持つような生産レベル等の条件
- b. それぞれの業種毎に： 将来生産予測またはそれに代わるような例えば付加価値データ
- c. 割引率

(2) モデル化する関係：

それぞれの産業毎に

- a. 現在価値での費用便益関数、または限界費用便益関数
- b. 将来生産予測を考慮した費用便益関数

(3) 考え方

省エネルギーへの実際の投資は必ずしも同時期に一斉に行われるわけではない。投資のタイミングはしばしば予算の都合や将来の需要予測（生産予測）等に依存する。例えば、生産量が増えれば、プラントの改良などより、一気に新しい省エネルギープラントを導入した方がはるかに省エネルギーにとっては効果的であるかもしれない。また、企業にとっての資金繰りから見ても今はまだ予算が無いが何年後には省エネルギー投資が可能な資金が得られる、という事情があるかもしれない。

こういった場合のように、投資やその効果が何年も後の将来にわたる場合、現在と将来における価値を同等に扱うわけにいかない。一般的には適当な割引率を用い、将来における価値を現在価値に修正する必要がある。

Figure 3.5.7 は業種Aへの投資スケジュールであるが、1996年と2000年の二回に分けられている。2000年の投資と便益は現在価値に直すと割引率に従って割り引かれるため、図に見られるように限界費用便益関数それ自体が縮小されることになる。結果として2000年の投資から得られる総便益は1996年にすべて投資するより小さくなっている。

この投資時期の遅れは省エネルギー手法やその業界の利益や資金調達力等に依存する。一般的には、その業界が急速に伸びていればそれだけ資金も稼げるし現プラントの生産能力の限界も速まり、結果として新しい省エネルギープラントへの投資を早めると考え

られる。従って、この業界の将来生産予測が大きければ大きいほど、より早い省エネルギー投資を招来し、結果として、より大きな省エネルギーによる経済性をもたらすと考えられる。

Figure 3.5.8 は2つの違った業種における違った投資スケジュールを示す。業種Bの限界費用便益関数の現在価値は1996年の軸に沿って点線で示されている。最初は現在価値に直せば業種Aの方が業種Bに比べて大きい。従って、現在価値に直さない便益は業種Bの方が大きいけれども、現在価値に置き換えれば、限られた予算は2000年での業種Bへの投資を待たずに業種Aに投資した方が経済的であることがわかる。

これらの例が示すように「時間」の要素は最適投資のスケジュールを根本的に変更させる可能性をもつ。

3.5.4 石油輸出価格変動の影

(1) 必要データ

a. 石油輸出価格予想

(2) モデル化する関係

a. 石油輸出価格とそれぞれの業種毎の最大便益

b. 石油輸出価格と最適投資配分

(3) 考え方

石油輸出価格は便益関数における最も重要な要素である。またこの石油輸出価格は国際石油マーケットに依存する外部要因であると共に最も変動する要因の一つでもある。

本モデルにおいては将来の石油輸出価格は外部変数として仮定され、この仮定の上で最大便益と投資の最適配分への影響を調べる。

Figure 3.5.9 は石油価格が2000年に急上昇した場合のモデルを示す。このモデルでは国際石油価格の上昇は将来の投資にのみ影響を及ぼす。結果として、この例では、業種Bの限界便益現在価値は2000年における価格上昇に比例して上昇する。この価格上昇の結果、業種Bの初期限界便益が業種Aより大きくなる。従って、もし将来の石油価格上昇が確実に見込まれ、かつ予算が限られているならば、その予算を2000年まで確保

しておいて業種Bに投資した方が経済性があることになる。

3.5.5 国内価格変動の影響

(1) 必要データ

- a. 将来の国内石油価格の仮定
- b. 価格弾性値またはそれを導くに必要なデータ

(2) モデル化する関係：

- a. 国内石油価格とそれぞれの業種毎の最大便益
- b. 国内石油価格と最適投資配分

(3) 考え方

- a. エネルギー少消費生産物への移行が可能な産業

国内石油価格の変動による経済の影響に関しては、価格弾性値が最もよく使われる、その影響の程度を示す指標である。価格弾性値には長期と短期があり、通常、長期弾性値が短期弾性値よりも大きい。すなわち、価格弾性値は価格変動に対する消費変動の割合であり、長期弾性値が大きいということは長期の方が価格に対する消費変動が大きいことを示す。

Figure 3.5.10 が短期と長期の違いがもたらす省エネルギーの経済性への影響を示すモデルである。

すなわち、1995年頃に石油製品の国内価格が2倍になったと想定しよう。価格が上昇することで、両業種とも長期的には主力製品を、生産にエネルギーをあまり要しない生産物に転換することができるものとする。なお、国内価格が2倍になることで石油の国内消費による機会費用（石油輸出価格マイナス国内価格）が若干減少することになるが、現在のイランの低国内価格からして2倍や3倍程度では石油輸出価格の変動内であり、ここでの考察では単純のため機会費用の減少は無いものとする。（実際のモデルでは考慮する）

1996年にエネルギー多消費製品の生産工程に対し省エネルギー投資を始める予定の業種Aでは、急な価格上昇でこの価格上昇に対応した生産工程や生産物の転換が困難なため、従来通りのエネルギー多消費型主力製品の生産は、その生産を若干程度落とす

程度で操業を続ける。従って、業種Aにおけるこの製品の生産工程に対する省エネルギー投資による便益は、生産が若干少なくなった分による便益減少があるだけであり、その全体の便益はほとんど変わらない。

一方、2000年に省エネルギー投資を始める予定だった業種Bは、石油価格上昇に伴い主力製品を石油をあまり使わない製品に移す時間的余裕がある。従って2000年にはすでに石油多消費製品の生産は減少してしまっているため、予定の省エネルギー型プラントへの投資による便益はずっと小さくなる。従ってその現在価値もさらに小さくなる。

すなわち、こうしたエネルギー小消費生産物への移行が可能な業種では、国内価格の上昇は、全体として省エネルギー投資の経済性と同時に、省エネルギー投資への意欲を減少させる。従って、こうした柔軟性のある産業構造、需要構造の下では、あえて省エネルギーへの投資を急ぐことなく、国内価格上昇のみで国全体の石油消費削減による経済性を得ることが可能となる。

b. エネルギー小消費生産物への移行が困難な産業

反対に、エネルギー小消費生産物への移行が困難な産業では、たとえ1995年に価格上昇があったとしても、製品への需要が減らない限り、2000年における省エネルギー投資の経済性には変化がないか、むしろ上昇する。

すなわち、一工場における省エネルギー投資を行うかどうかは、その投資コストと、その投資によりもたらされる便益、すなわち節約できるであろう石油燃料代とのバランスによるが、こうした業種では燃料コストの上昇のため省エネルギー投資を急いの方が長期的に利潤をあげられる。従ってこの国内石油価格の上昇は省エネルギー投資への早期前倒しとなって現れる可能性がある。この投資が早まった場合、Figure 3.5.11に示されるように、今までその現在価値が業種Aよりも小さかった業種Bの現在価値が大きくなる可能性がある。この場合、予算が限られていれば1998年の業種Bへの省エネルギー投資を優先した方が経済性がある。もちろん予算が十分あれば業種Aにも当然投資するべきであろう。

Figure 3.5.7 Effect of Discount

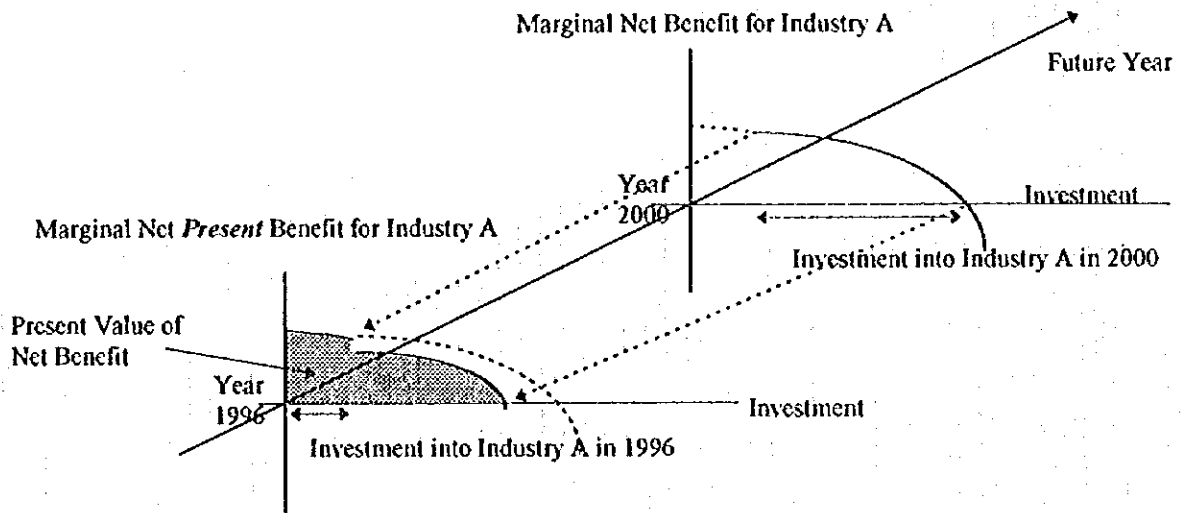


Figure 3.5.8 Different Investment of Different Industry

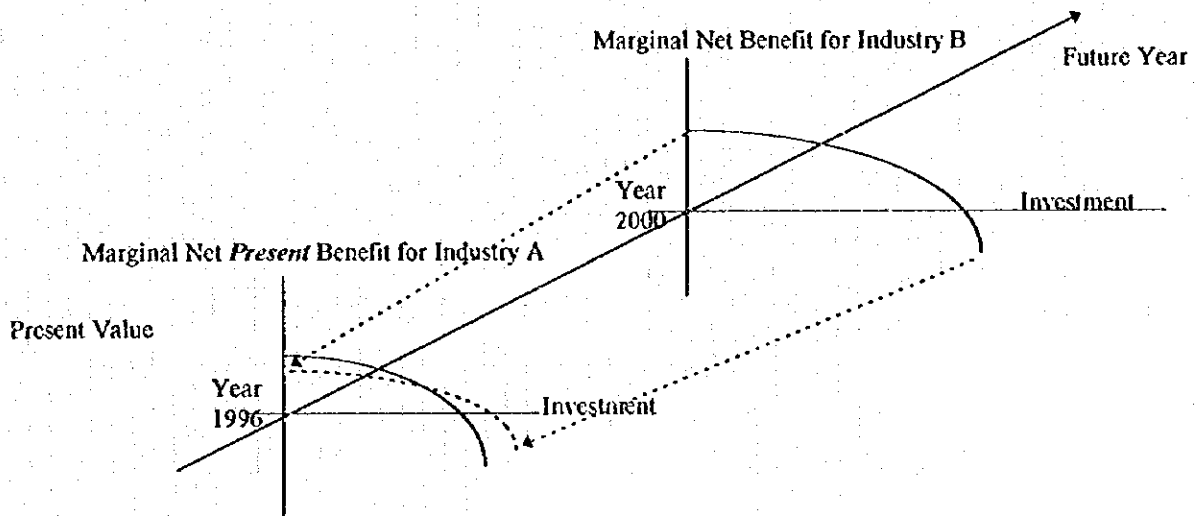


Figure 3.5.9 Effect of International Oil Price

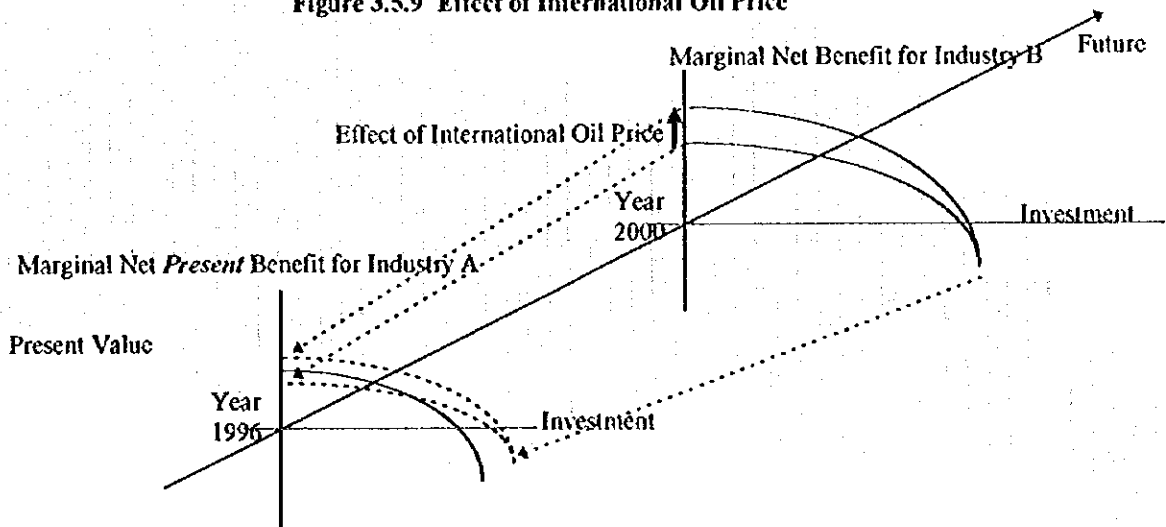


Figure 3.5.10 Effect of Domestic Oil Price 1

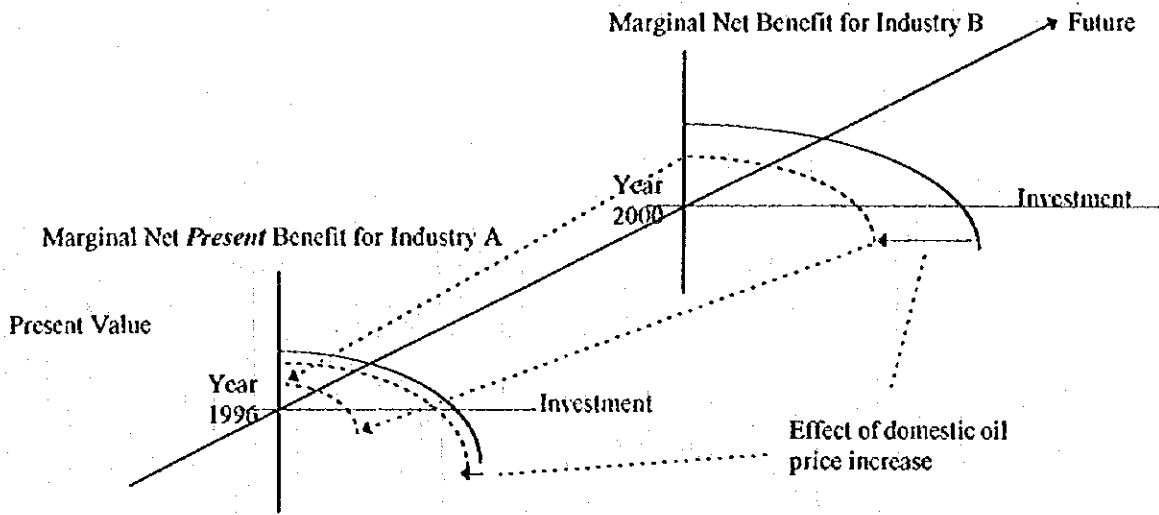
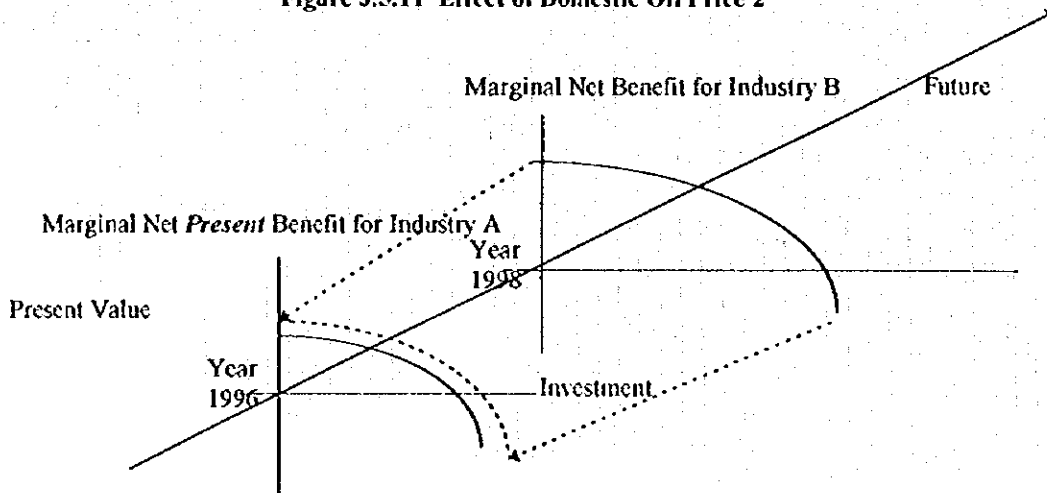


Figure 3.5.11 Effect of Domestic Oil Price 2



3.6 最適モデルシミュレーションツール

本調査項目における最適モデルの解決とシミュレーションにはスプレッドシートの EXCEL を用いる。その理由は、データベースをも含めたウィンドウズ 95 上でのシステム全体の統合が容易であることと、その全体の操作性を高めることにある。

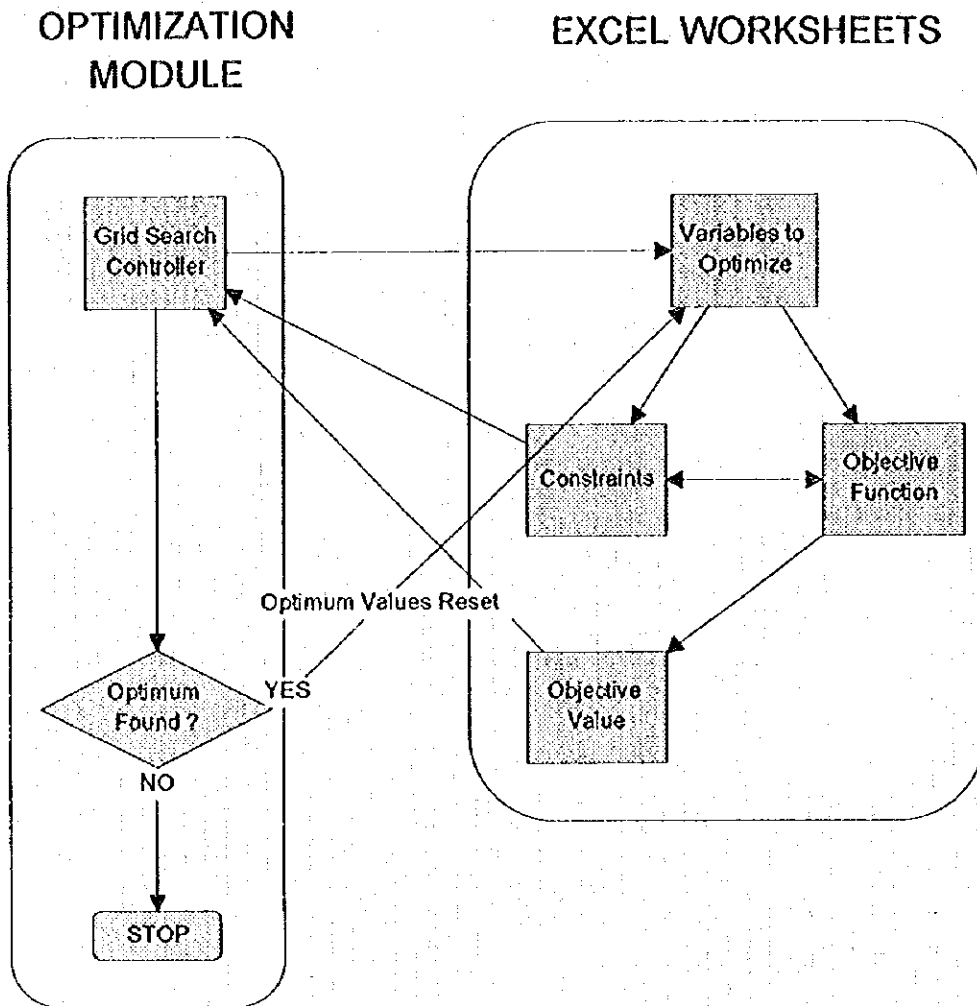
しかしながら上記に概念的に示した最適モデルを実際に定式化すれば、非線形かつ動的モデルになる。この場合、EXCEL の標準機能だけでは、この最適モデルを解くことはできない。このため、本調査における最適化問題に対応するため、新たに最適問題を解くためのプログラムを EXCEL のモジュールとして開発した

このモジュールはせいぜい数百ステップの Visual Basic で書かれた小さなプログラム群である。このプログラムの主な役割は EXCEL によって計算された目的関数の値が最適かどうか判断することであり、最適な値に近づくよう変数の値を変化させることにより EXCEL の計算の流れをコントロールする。

最適値を見つけるアルゴリズムは基本的にはグリッドサーチと呼ばれる手法であり、グローバルな最適値を求めるアルゴリズムとして汎用性が高い。具体的には探さなければならない最適値の変数の全てを分割し、これらの全ての変数の組み合わせであるグリッドの全てに対し、目的関数の値を計算、次に最も目的に近い値をもたらすグリッドの近傍をさらに細かなグリッドに分け、その中からさらに最も目的値に近い目的関数の値を与えるグリッドを選び出す。指定された精度、または繰り返し回数になるまでこのグリッドサーチを繰り返す。

Figure 3.6.1 はこの最適化モジュールと EXCEL との関連を示す概念図である。なお、この最適化モジュールのソースコードを本章 Appendix に添付した。

Figure 3.6.1 EXCEL and the Optimization Module



3.7 最適モデル・シミュレーション

3.7.1 基本データ

本章においては、本調査で対象とする7つの産業全体の省エネルギー対策の費用とそれによる便益を、モデルを用いてシミュレーションし、省エネルギー対策の効果的投資計画の作成に資することを目的とする。しかし、実際には、第2章において、万遍なく省エネルギー対策とその便益のデータが得られたのは板ガラス産業とセメント産業であった。そこで、本シミュレーションでは、板ガラス産業とセメント産業に対する省エネルギー対策の中から特に重油を直接節約できる対策を抜き出し、できるだけ具体的な最適省エネルギー投資計画のシミュレーションを試みた。従って、7産業全体のすべての省エネ対策を対象にしたわけではないが、板ガラスとセメント産業を例に取ったケーススタディとして有益な示唆を与えてくれる。なお、本ケーススタディにおいては、節約される重油は原油の節約につながるものではなく、実際にそのまま輸出可能な製品であり、輸出額を増加させるものとみなした。

このシミュレーションに用いた省エネ対策とその費用便益データを次の Table 3.7.1 に示す。

Table 3.7.1 Energy Conservation Measures and the Cost-Benefit Data for Simulation

Base Assumptions (1994)							
	Exchange Rate: \$US1=1750R1						
	Fuel Oil Caloric Value: 1kl=9250 Mcal						
	Caloric Share of Fuel Oil in the Fuel Mix: 0.8						
	International Price of Fuel Oil: \$US 100.00 /kl						
	Domestic Fuel Oil Price: \$US 5.00/kl (8.5R1)						
Sheet Glass (production in 1994: 259,000 ton/year)							
	Unit Cost	Unit Caloric	Unit Fuel	Applicable	Saved Fuel	Cost 1000	Benefit 1000
	\$US/ton/year	Benefit	Benefit	Share of	Benefit kl/yea	\$US/year	\$US/year
		Mcal/ton/year	Litter/ton/year	Production			
Improvement of Yield	0.000	107	9.25	1.00	2.4	0.0	239.7
Combustion Control	0.633	218	18.85	1.00	4.9	163.8	488.3
Light Insulation	2.468	216	18.68	0.37	1.8	236.5	179.0
Mod'n. of Forming Machine	3.899	394	34.08	0.81	7.1	818.1	714.9
Modification of Regenerator	31.793	313	27.07	0.81	5.7	6669.8	567.9
Heavy Insulation	9.592	213	18.42	0.68	3.2	1689.3	324.4
Cement (production in 1994: 16,840,000 ton/year)							
	Unit Cost	Unit Caloric	Unit Fuel	Applicable	Saved Fuel	Cost 1000	Benefit 1000
	\$US/ton/year	Benefit	Benefit	Share of	Benefit kl/yea	\$US/year	\$US/year
		Mcal/ton/year	Litter/ton/year	Production			

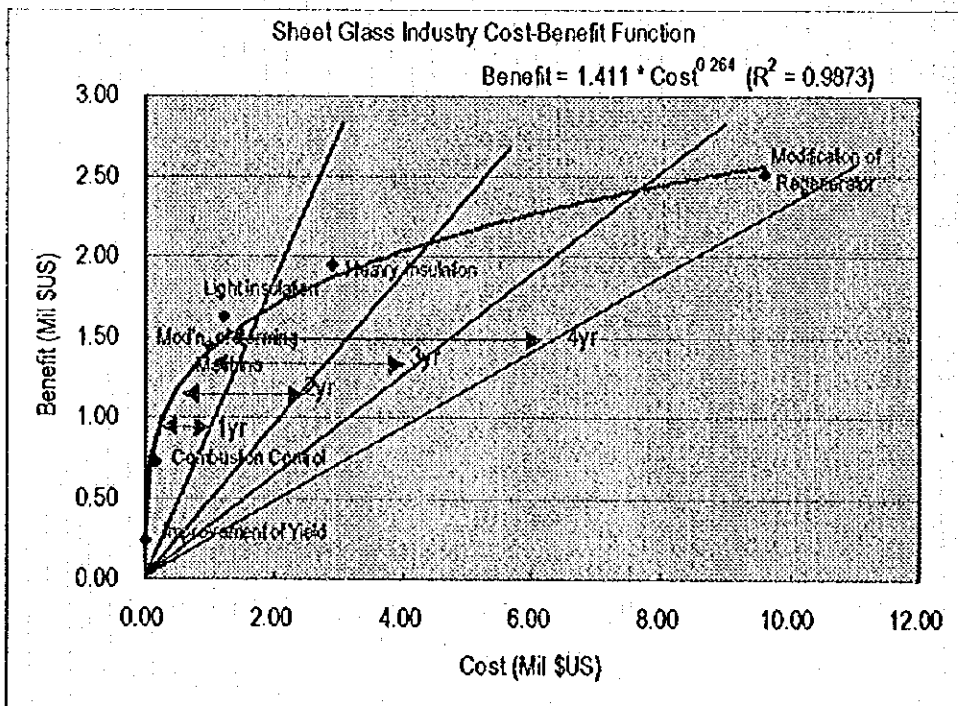
3.7.2 費用便益関数の推定

上記データに基づき、それぞれの産業毎に費用便益関数を求めるための手順を次に示す。

- (1) 可能な省エネルギー対策とその費用、ならびにその石油（重油）節約量（あるいは節約額）をリストアップする。
- (2) 限界便益の大きい順に並べ替える。すなわち、節約額を費用で割ったものの大きい順に並べ替える。ここでは、安くて、なるべく多く省石油可能な省エネルギー対策から投資するのが最も大きな便益をもたらす、という既述の原理に基づき、その順に投資が可能であるという前提にたっている。
- (3) 限界便益の大きい順に省エネルギー対策を実行したとして、その積み上げられた総費用(Cost)と総節約額(Benefit)をプロットする。
- (4) プロットされた点を結ぶ曲線を近似する関数を求める。

この手順により求められた板ガラス産業とセメント産業の費用便益関数を以下のFigure 3.7.1とFigure 3.7.2に示す。(近似の程度は決定係数 R^2 で示されている)

Figure 3.7.1 Sheet Glass Industry Cost-Benefit Function



Note: R^2 is the Coefficient of Determination

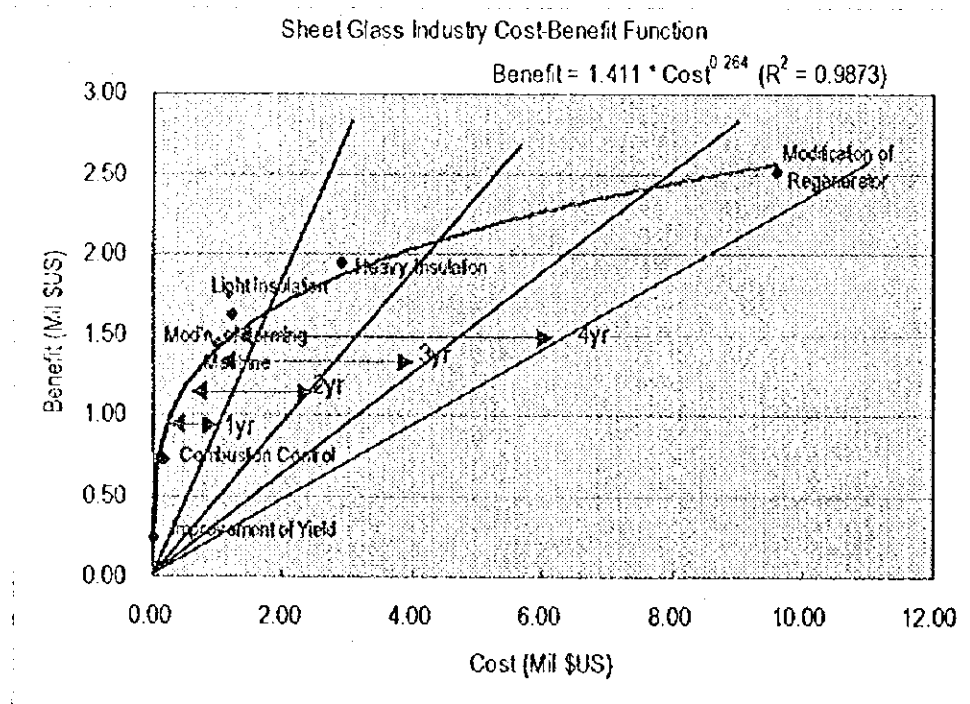
3.7.2 費用便益関数の推定

上記データに基づき、それぞれの産業毎に費用便益関数を求めるための手順を次に示す。

- (1) 可能な省エネルギー対策とその費用、ならびにその石油（重油）節約量（あるいは節約額）をリストアップする。
- (2) 限界便益の大きい順に並べ替える。すなわち、節約額を費用で割ったものの大きい順に並べ替える。ここでは、安くて、なるべく多く省石油可能な省エネルギー対策から投資するのが最も大きな便益をもたらす、という既述の原理に基づき、その順に投資が可能であるという前提にたっている。
- (3) 限界便益の大きい順に省エネルギー対策を実行したとして、その積み上げられた総費用(Cost)と総節約額(Benefit)をプロットする。
- (4) プロットされた点を結ぶ曲線を近似する関数を求める。

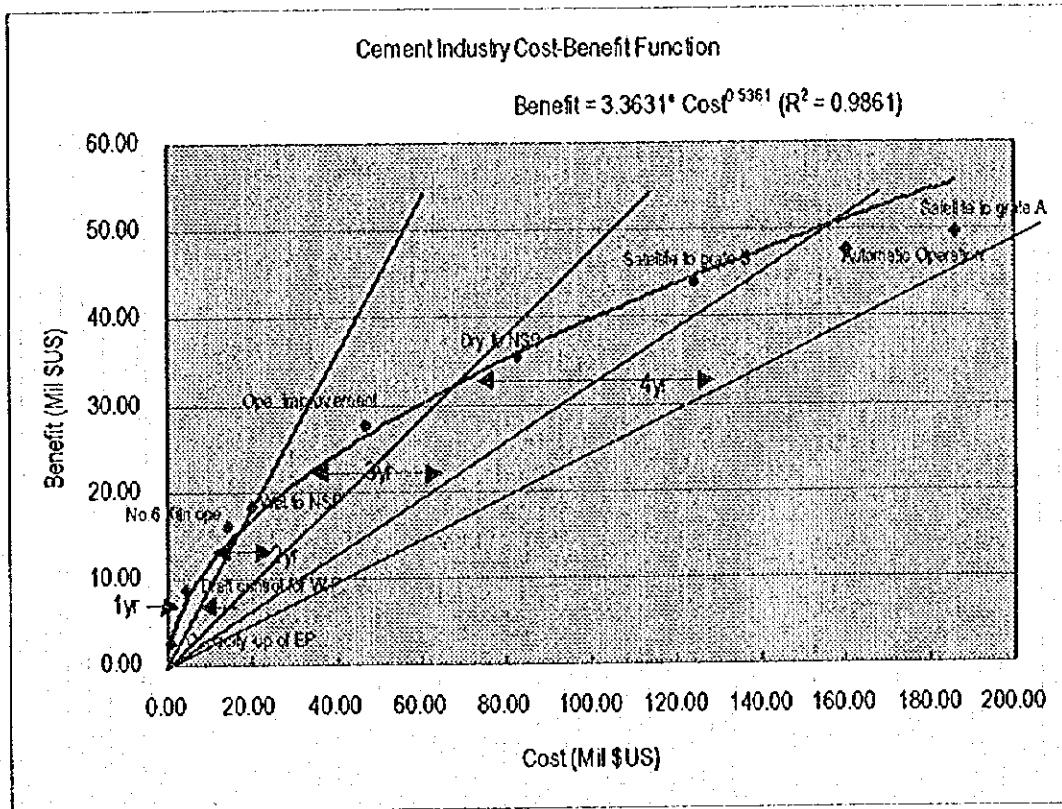
この手順により求められた板ガラス産業とセメント産業の費用便益関数を以下のFigure 3.7.1とFigure 3.7.2に示す。(近似の程度は決定係数 R^2 で示されている)

Figure 3.7.1 Sheet Glass Industry Cost-Benefit Function



Note: R^2 is the Coefficient of Determination

Figure 3.7.2 Cement Industry Cost-Benefit Function

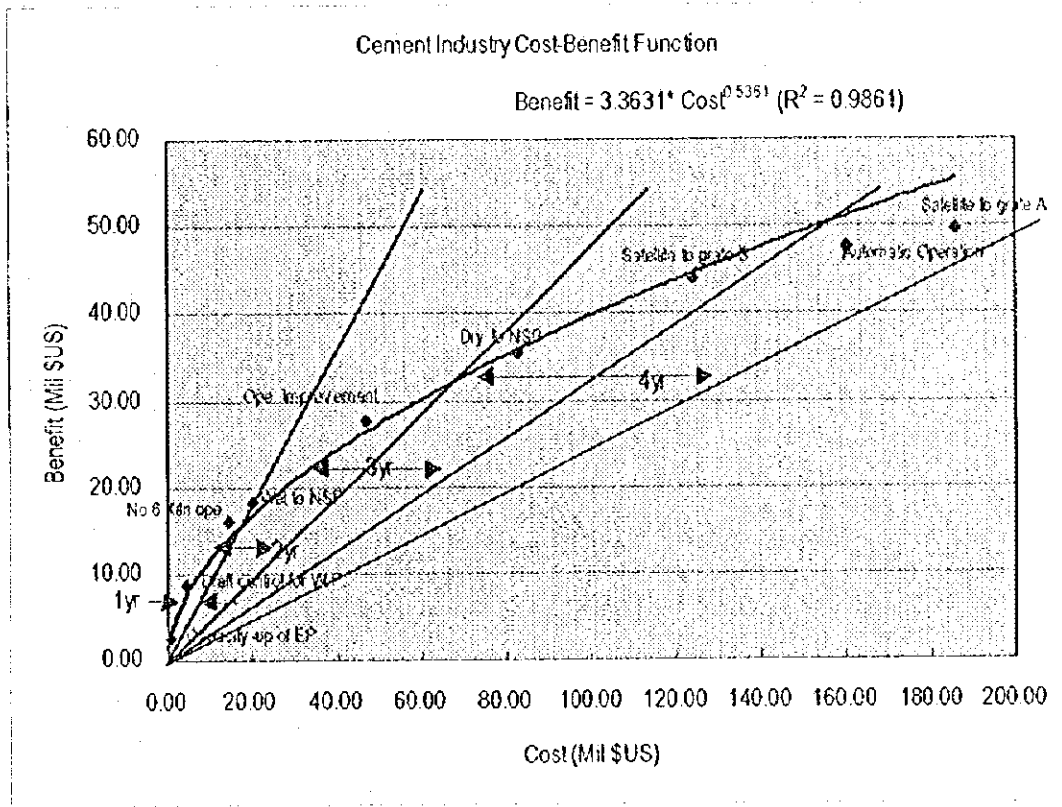


Note :R² is the Coefficient of Determination

上に示した図の中での右上がりの直線は $Cost = Benefit * Year(s)$ を示し、図には 1 年から 4 年間の直線が描かれている。費用便益関数がこの直線より左側にある限り、費用がその年数にわたる便益より小さいことを示し、その水平距離の差が純便益を与える。また 1 年から 4 年までの各直線について、この差が最大、すなわち純便益が最大になる場所が両方向矢印「←→」で示されている。従って、投資しなければならない省エネ対策は、原点から、矢印と交わっている費用便益曲線上の場所にいたるまでの間にあるもの、ということになる。

これらの図から、板ガラス産業においては、本調査に基づくデータによれば、その省エネの費用も便益もセメント産業に比べ 1/10 以下である一方、その費用便益関数がセメント産業に比べ急カーブであることがわかる。すなわち、板ガラス産業においては数種類の省エネ投資 (Light Insulation まで) を行えば、その便益は数年で急激に上昇する一方、それ以上の投資は投資効率が悪く、回収するのに時間がかかることを示唆し

Figure 3.7.2 Cement Industry Cost-Benefit Function



Note: R² is the Coefficient of Determination

上に示した図の中での右上がりの直線は Cost = Benefit * Year(s) を示し、図には1年から10年間の直線が描かれている。費用便益関数がこの直線より左側にある限り、費用がその年数にわたる便益より小さいことを示し、その水平距離の差が純便益を与える。また1年から10年までの各直線について、この差が最大、すなわち純便益が最大になる場所が両方向矢印「←→」で示されている。従って、投資しなければならぬ省エネ対策は、原点から、矢印と交わっている費用便益曲線上の場所にいたるまでの間にあるもの、ということになる。

これらの図から、板ガラス産業においては、本調査に基づくデータによれば、その省エネの費用も便益もセメント産業に比べ 1/10 以下である一方、その費用便益関数がセメント産業に比べ急カーブであることがわかる。すなわち、板ガラス産業においては数種類の省エネ投資（Light Insulation まで）を行えば、その便益は数年で急激に上昇する一方、それ以上の投資は投資効率が悪く、回収するのに時間がかかることを示唆し

ている。言い換えれば、ガラス産業は数種類の安上がりの投資ですぐに利益がもたらされる一方、可能な省エネ対策がすぐに尽きることを意味している。

セメント産業は板ガラス産業とは対照的で、本調査に基づくデータによれば、その費用便益曲線は緩やかに上昇する一方、その上昇カーブもすぐには減速しない。すなわち、セメント産業においては安価な省エネ対策が少ない一方、地道に投資することができれば非常に大きな省エネ便益をもたらしてくれる可能性がある。

この2つの費用便益曲線を観察することにより、現状を前提にしたそれぞれの産業への省エネ投資からもたらされる便益の概観をつかむことができる。

以下では、ここで用意されたデータと費用便益関数に基づき輸出重油価格、国内重油価格、補助金等を考慮した最適投資のシミュレーション結果を提示した。またその応用として、政府ならびに産業界双方に利益をもたらす省エネ投資計画の一例をシミュレーションした。

なお、分析の前提として、すべての省エネ対策への投資はごく短時間で終了すると同時に、その効果もすぐに得られるものとする。また、社会的割引率は、以下の本モデル・シミュレーションによる分析では、すべて年率 10% とした。

3.7.3 輸出と重油価格上昇に伴う最適投資配分の変化

目的：

今ある投資予算を、その予算内で可能な省エネ手段に直ちに投資する場合を考える。その目的はこの投資によって得られる経済価値、すなわち、純便益（現在価値）を最大にすることにある。

ケース想定：

輸出重油価格に対し、年率0%、10%、20%の上昇シナリオを想定した。結果ケースは、もっとも効果的な省エネ手段から投資資金を配分するとして、投資時点より3年後と10年後までにそれぞれ累積される総純便益をシミュレートした。

結果：

省エネ投資の優先順位とその累積純便益についての結果をFigure 3.7.3 と Figure 3.7.4に示す。Figure 3.7.3は投資を始めてから3年後の純便益、Figure 3.7.4は10年後の純便益を示す。投資の優先順位はx軸に左から示された省エネ対策の順である。なお、太線はセメント産業と板ガラス産業両方への投資の積算を示し、太破線は板ガラス産業への投資の積算を示す。従ってセメント産業への投資の積算は太線と太破線の間の差で示されることになる。

結果をみると、省エネ投資の効果を3年の累積で見たケースでは、図に示されるように、油価の上昇が0%の場合はセメント産業の「Wet to NSP」まで、油価の上昇が10%、20%の場合は同じくセメント産業の「Ope. Improvement」まで、それぞれ、対策を実施することにより、その純便益を最大にすることができる。

省エネ投資の効果を10年の累積で見たケースでは、図に示されるように、油価の上昇が0%の場合は板ガラス産業の「Heavy Insulation」まで、油価の上昇が10%の場合はセメント産業の「Automatic Operation」への投資まで、油価の上昇が20%の場合は最後のセメント産業の「Satellite to grate A」まで、それぞれ、投資をおこなうことにより、その純便益を最大にすることができる。

ここで注意したいのは、油価の上昇は投資のスコープが長くなればなるほどその影響が大きくなるということであり、油価上昇率 0% と20%の違いは3年ケースではせいぜい30%程度であるのが10年ケースでは一気に300%にもなっている。省エネ対策実施のためには、投資のスコープは長いほど良いが、将来の油価上昇への判断が重要である。

3.7.4 最適投資優先順位が変化する場合

目的：

投資優先順位は投資の時期や利益をもたらす時期の変化の違いにより変化する可能性がある。これは社会的割引率や油価上昇の程度によって、その投資の費用と便益の変化に違いが出てくるためである。ここでは、一部の産業への投資が別の産業への投資より優先され投資時期に違いが出る場合の最適投資計画を考える。その目的はこのような投資制限下における経済価値、すなわち、純便益（現在価値）を最大にすることにある。

ケース想定：

板ガラス産業とセメント産業の両産業に対し今すぐ投資を開始したケースと、政治的制約もしくは予算上の制約でセメント産業への投資を板ガラス産業より5年遅らせたケースを想定した。それぞれのケースについて、年率20%の重油価格上昇で投資後5年後の累積便益をシミュレートした。

結果：

板ガラス産業とセメント産業の同時投資ケースでの5年後の累積総便益をFigure 3.7.5に示す。セメント産業5年遅れケースでは、セメント産業の累積総便益は今から5年後の投資から数え、今から10年後の5年間の間に累積された総便益の現在価値をもって計る。セメント産業5年遅れケースの累積総便益はFigure 3.7.6に示した。

Figure 3.7.5は投資時期が同じ場合である。今、投資予算は \$US 15 Millionしか無いとしよう。その際、板ガラス産業もセメント産業も同時に投資を進め、5年後の現在価値を最大にするためには前と同様、次の優先順序で投資するのが最適である。

- 1) Improvement of Yield (Glass)
- 2) Combustion Control (Glass)
- 3) Capacity-up of EP (Cement)
- 4) Draft control for W.P. (Cement)
- 5) Mod'n. of Forming Machine (Glass)
- 6) Light Insulation (Glass)
- 7) No. 6 Kiln Operation (Cement)
- 8) Wet to NSP (Cement)

Figure 3.7.6はセメント産業への投資時期が5年遅れた場合である。すなわち、同額の予算を持ちながらセメント産業への投資は5年後からと限定されていた場合の最適投資優先順位は次のようになる。なお、この優先順位は投資時期の優先順位ではないことに注意されたい。

- 1) Improvement of Yield (Glass)
- 2) Capacity-up of EP (Cement)
- 3) Draft control for W.P. (Cement)

- 4) Combustion Control (Glass)
- 5) No. 6 Kiln Operation (Cement)
- 6) Wet to NSP (Cement)
- 7) Mod'n. of Forming Machine (Glass)

板ガラス産業については1), 4), 7)の対策に投資するだけで、「Light Insulation」には投資しない。残った予算を5年後のセメント産業での対策2), 3), 5), 6)に回す。

ここでわかるのはセメント産業の優先順位が上昇することである。これはすなわち、5年後には油価が上昇しているためセメント産業への投資効率が上昇し、板ガラス産業への投資効率が相対的に減少したからである。

すなわち、簡単な例で言えば、\$1,000の予算しかない場合、対策Aは現在 \$1,000投資して\$1100得られる投資であり、対策Bは5年待つことにより \$1,000の投資により \$2,000得られる投資である。この場合、当然、投資Bを選ぶであろう、ということである。省エネ投資の場合、将来の油価の上昇により対策Bのような可能性も有り得ることを上に示した。

3.7.5 投資費用を投資利益でバランスさせる最適投資スケジュール

目的：

これまでは投資予算があらかじめ存在するという仮定の下で、その最適配分を考えてきたが、ここでは、実際には投資予算が無いことを前提に最適投資計画を考えてみる。幸い、板ガラス産業の「Improvement of Yield」は管理だけで重油節約を計れるもので、この省エネ対策から始め、資金を貯めながら次の投資を計れば初期投資は一切いらなくなる。このように最初の便益をもとに、そこから得られた便益を次の投資に振り向けることにより、省エネ対策の一つ一つを、徐々に外部からの支援なしで行なう最適スケジュールを求めるのがここでの目的である。

ケース想定：

ここには1) 油価 \$100/k1、年率20%で上昇する場合、2) 油価 \$100/k1で変化しない場合、3) 油価 \$5/k1、年率20%で上昇する場合、4) 油価 \$5/k1で変化しない場合、

5) 油価 \$5/k1で変化せず投資費用が半分になった場合、の5つのケースをシミュレーションした。

結果：

シミュレーションの結果をFigure 3.7.7に示す。ここにリストされたすべての省エネ対策の投資を完了するために要する年数は1)から5)までのケースそれぞれで、5.83、9.09、19.17、108.17、67.41である。油価 \$100/k1で始まる前2者はいずれも10年以内で投資完了であり、国家政策としてみた場合、十分実現可能な計画であろう。後の油価 \$5/k1で始まる3ケースは、現在の国内価格(1097/k前後)を想定し、民間の立場からシミュレーションしたものである。国内価格一定の場合は100年以上を要するこのような投資計画は全く論外である。現在の国内価格では省エネ投資への民間主導の意欲がいかにも期待できないものであるかがわかる。なお、省エネ投資へのコストの半分以上を政府が肩代わりしたとした場合でも70年近く要する計算になる。これはあまりにも現在の国内価格が低いせいである。これに対して国内価格を年率20%上昇した方が、108年から19年へと、はるかに所要年数を短縮できる。とはいえ、まだとても現実的な数字とはいえない。

ここで見るように現状の国内価格では省エネ投資を民間に期待することには無理がある。企業に省エネ対策を採らせるには、少しでも国内価格を上昇させることが1つの政策であるが、大幅な上昇が政治的制約で困難であれば、政府主導の強い刺激策が必要となる。一例として、政府がすべての投資コストを補助する場合の政策シミュレーションを次に示した。

3.7.6 政策シミュレーション：省エネルギーの実現の程度に応じ政府補助を行った場合の最適投資スケジュール

目的：

前記シミュレーションでは政府あるいは企業が自分で重油を輸出し、外貨を稼ぎ、これを省エネ投資にまわした場合、10年以内に外部からの借入れなしに投資を完了することができた。ここではその結果を参考に、政府がすべての投資コストを補助する場合の一例を示し、その政策シミュレーションを行った。

ケース想定：

Figure 3.7.8は油価を \$50/k1、年20%の上昇率として前述(3.7.5)の最適投資スケジュールのシミュレーションを行う。すなわち、実際には \$100/k1、年20%の上昇で売れることが期待されると仮定し、また、政府が企業の節約した重油の輸出価値の半分をそのままその企業での省エネルギー投資補助金として支給すると仮定した場合である。しかしこの場合でも、その企業では補助金をすべて投資に回した場合、利益として残るものがないため、奨励金として投資資金以外に節約重油輸出価値の25% を支給する。政府には残りの25% が残る計算になる。

すなわち、省エネルギー投資の期間中は、節約された重油輸出価値の半分が次のステップに回され、残りの半分の便益を政府と省エネ実施企業で等分に分ける、という政策である。

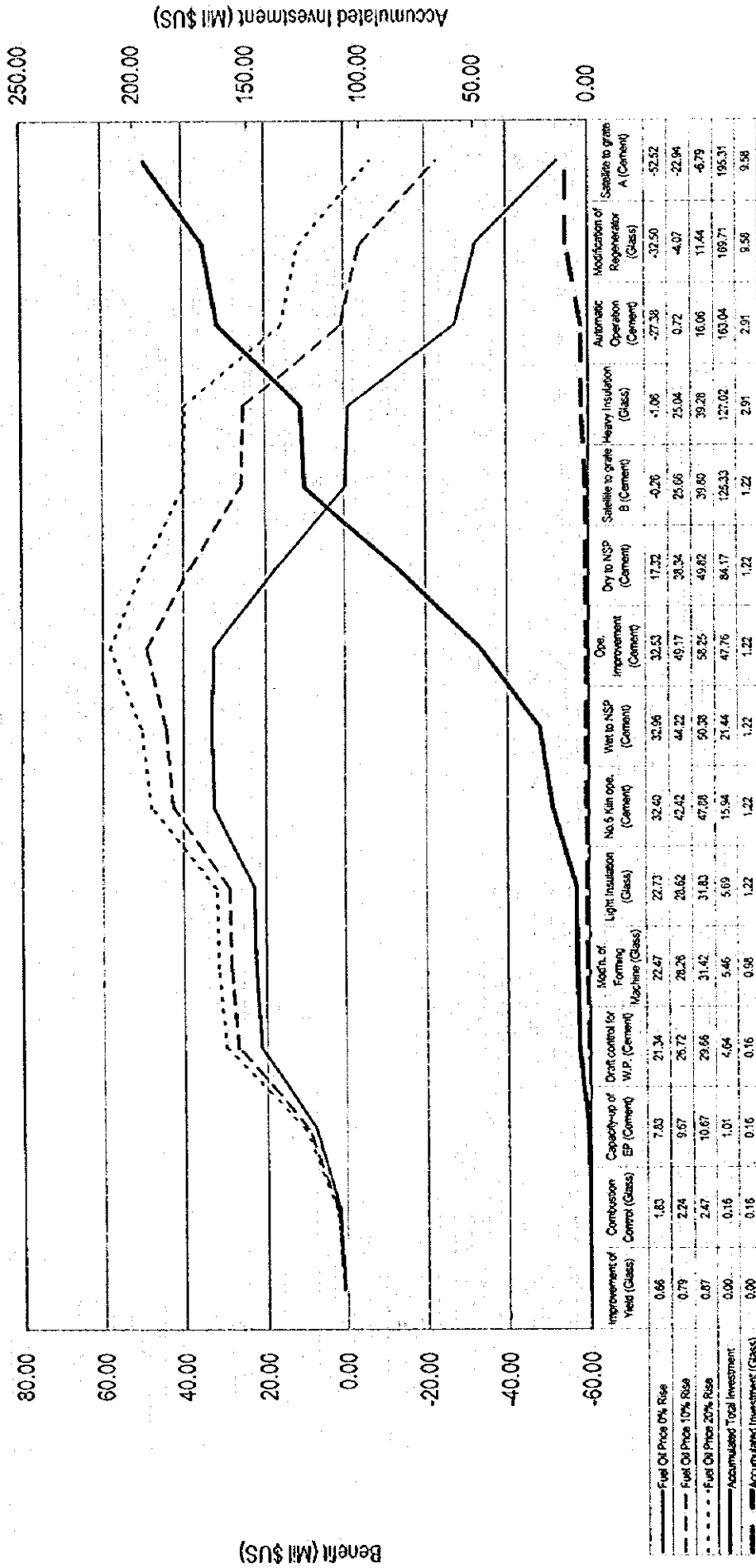
結果：

シミュレーション結果をFigure 3.7.8に示す。

シミュレーションの結果では、投資の終了までは約8年を要し、なにもしない場合と比較して、8年の累積期間で政府と民間でそれぞれ \$US 50 Millionもの利益がもたらされる計算となる。

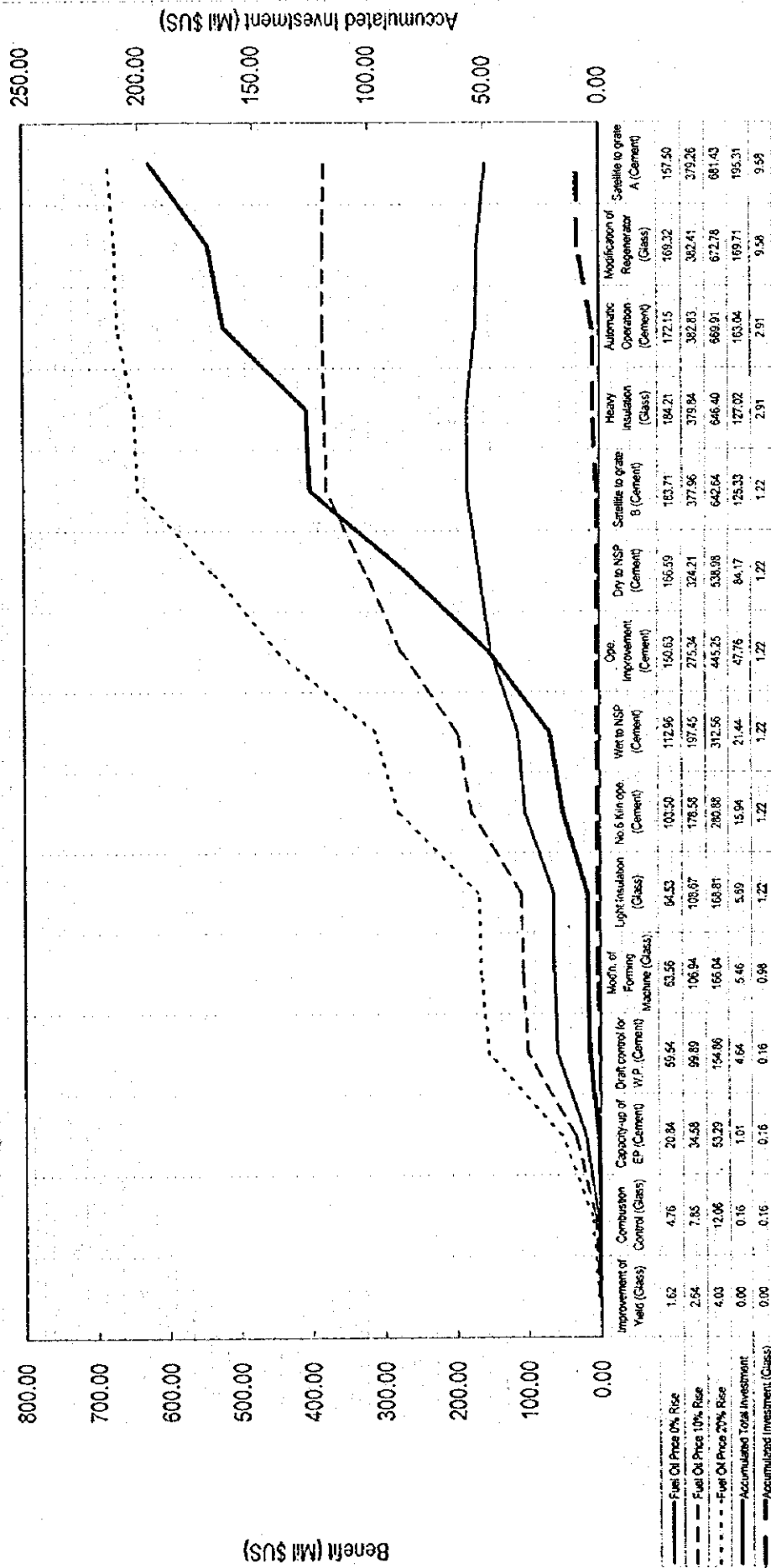
しかしながら、この政策を実行するにしても、問題になるのは、重油の輸出マーケットの存在であろう。重油を節約しても、それを売れる市場やそれを売るメカニズムが無い場合、こういった政策は役に立たない。従って、政府は、たとえば節約された便益のうち、政府取り分の25%を輸出価格を下げて競争力を持たせるとか、市場を開発する等の努力へ用いることも必要であろう。

Figure 3.7.3 Optimum Allocation of Investment to Maximize 3 Years Net Benefit



Conservation Measures

Figure 3.7.4 Optimum Allocation of Investment to Maximize 10 Years Net Benefit



Conservation Measures

Figure 3.7.5 Optimum Allocation of Investment to Maximize 5 Years Net Benefit with International Fuel Oil Price 20% Rise (Glass and Cement Industry Investment Start at the Same Year)

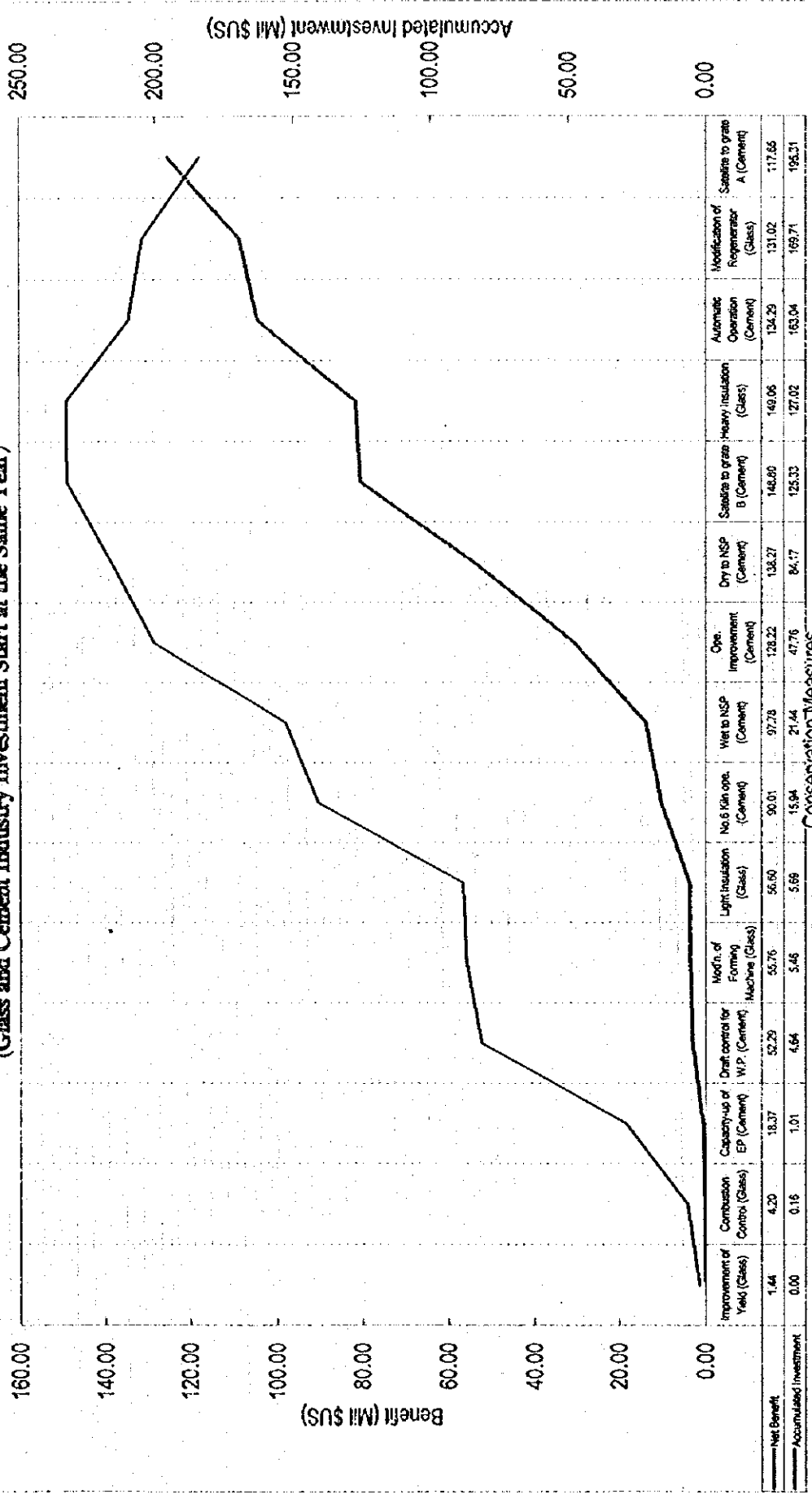
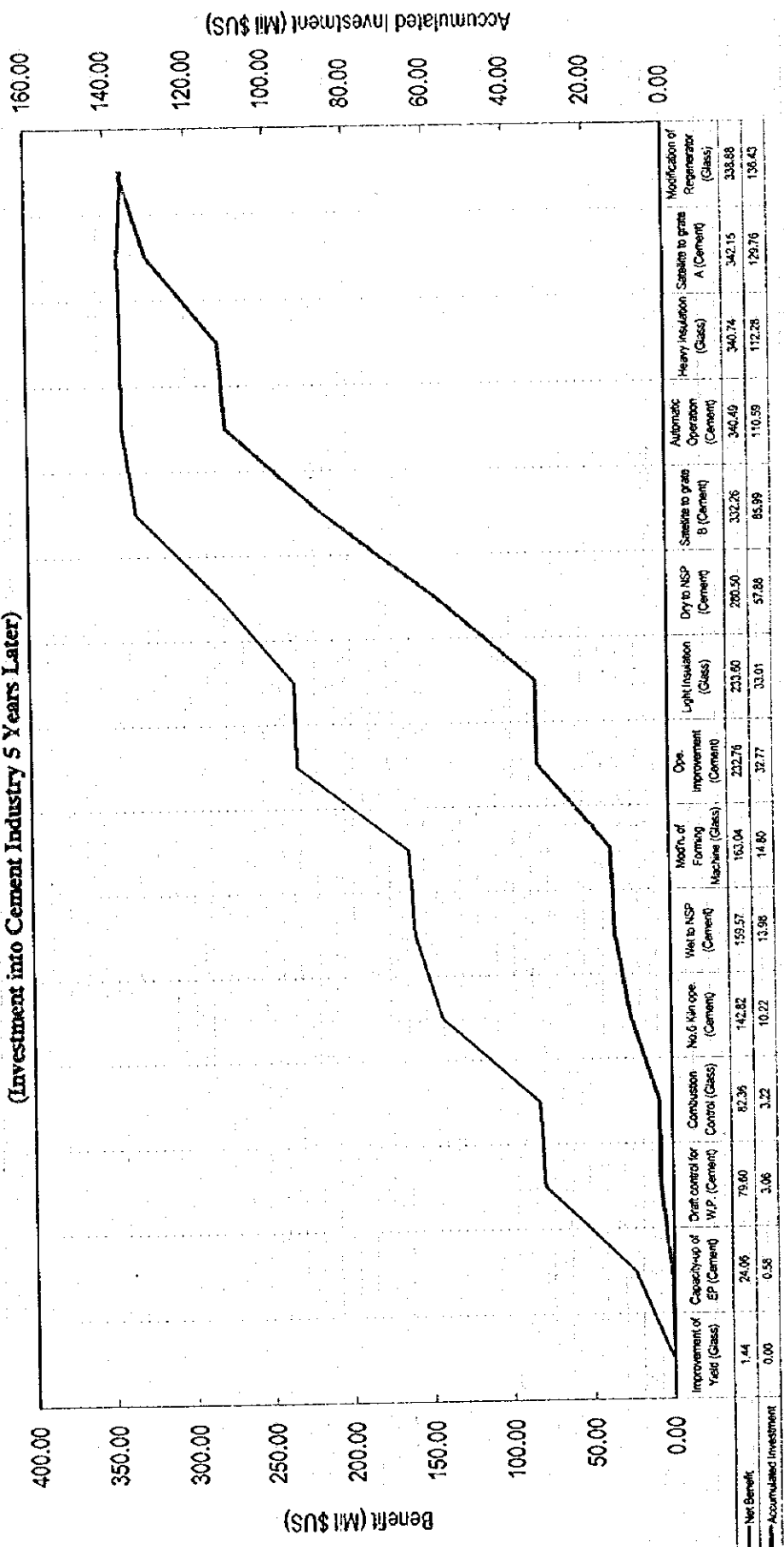
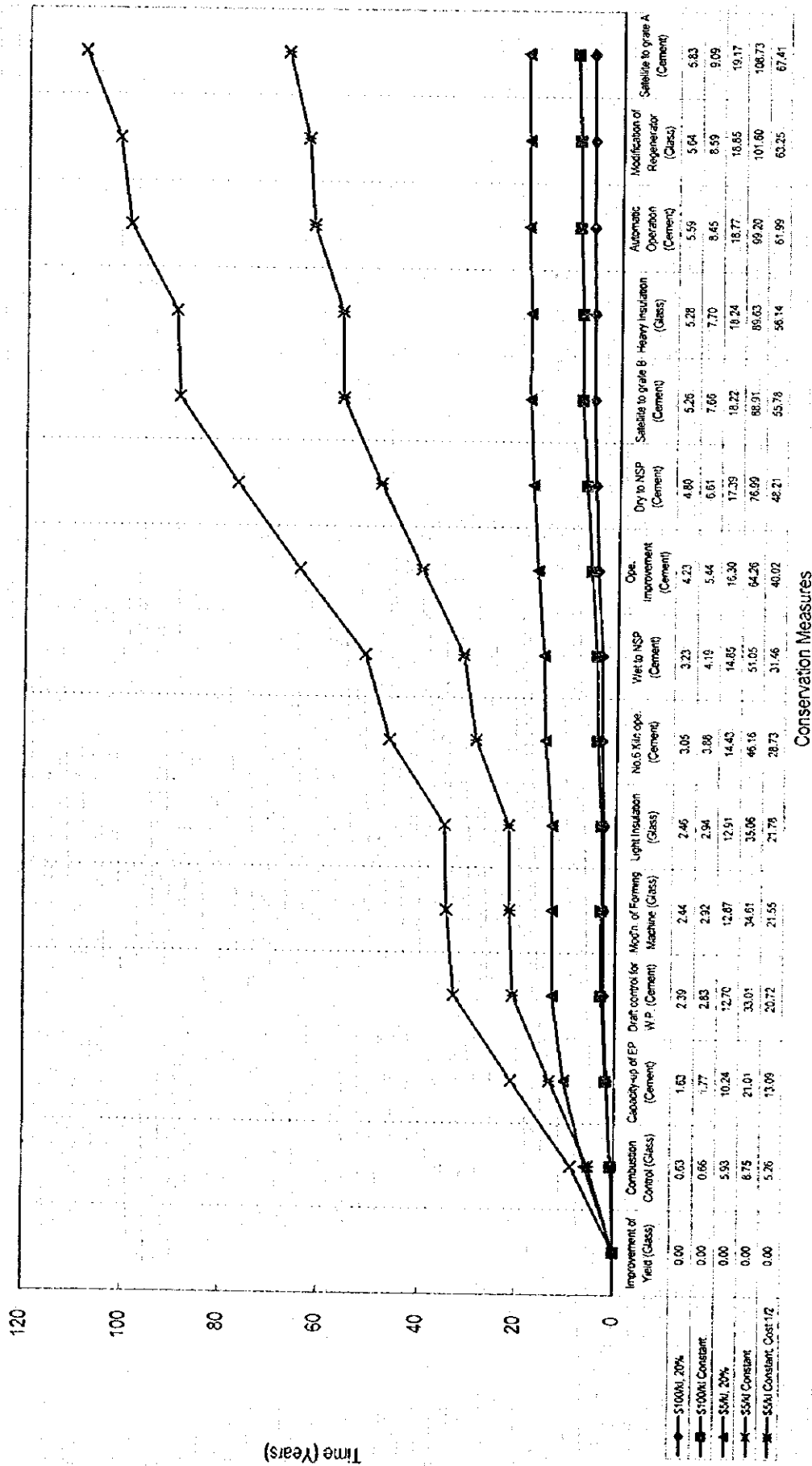


Figure 3.7.6 Optimum Allocation of Investment to Maximize 5 Years Net Benefit with International Fuel Oil Price 20% Rise (Investment into Cement Industry 5 Years Later)



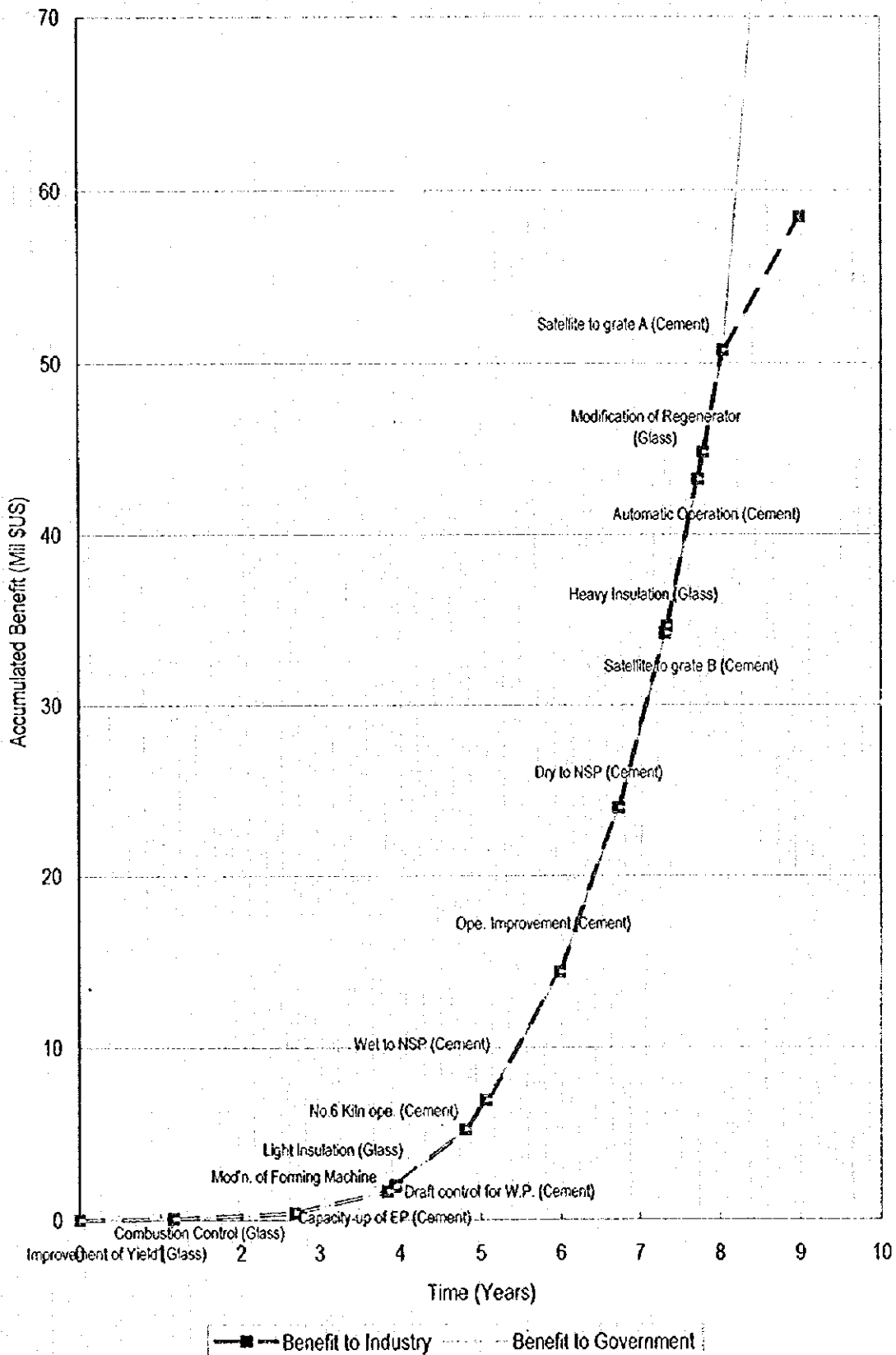
Conservation Measures

Figure 3.7.7 Optimum Investment Schedule to Balance Cost and Benefit



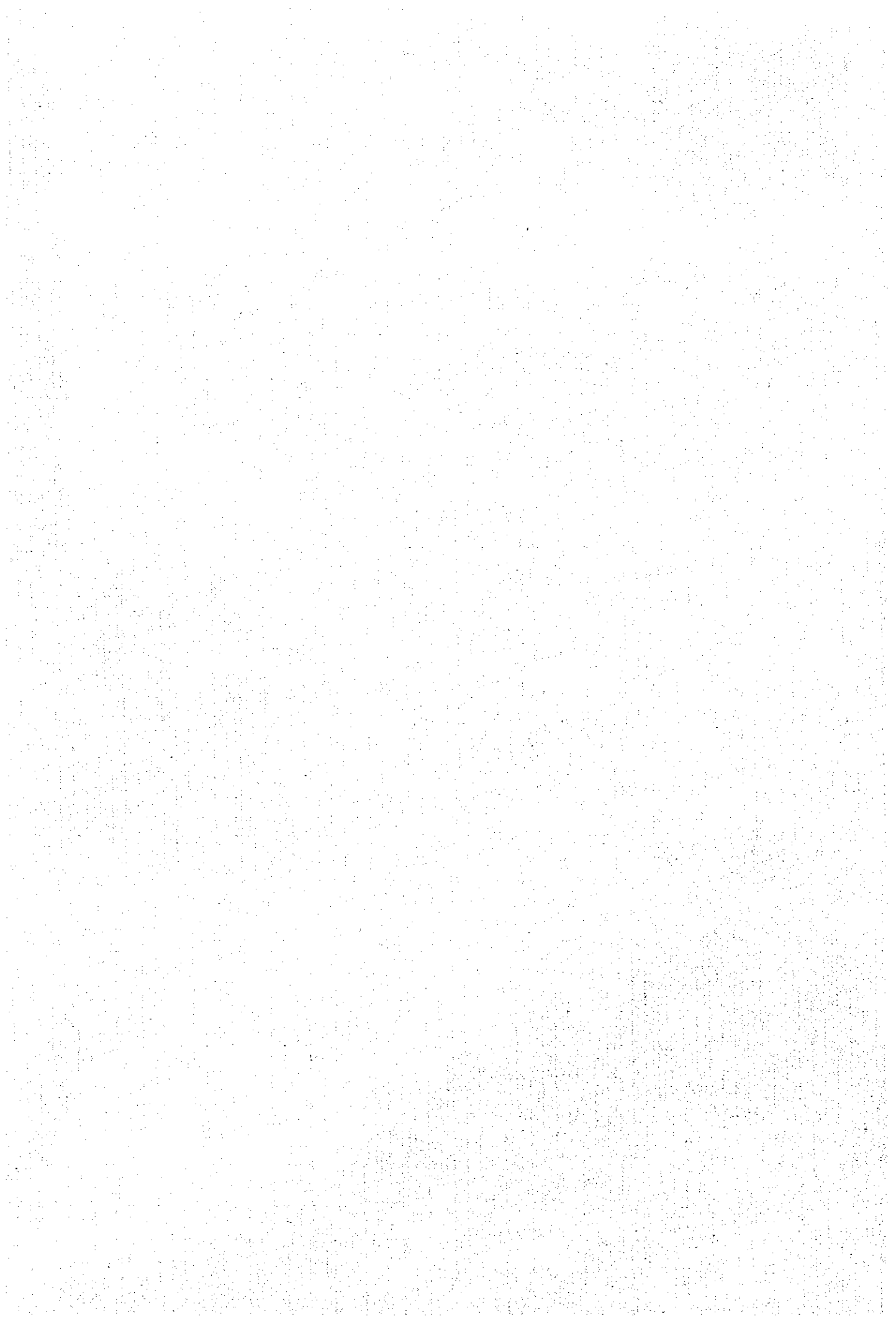
Conservation Measures

Figure 3.7.8 A Policy Case of Shared Conservation Benefit with Industries and Government



3. APPENDIX

OPTIMIZATION MODULE SOURCE CODE



Module1

```
Public TargetValue, Prec, VLoc(), TLoc, Counter(), CounterFlg(), tempV(), ChangeV() As Single
Public OptType, Div(), Divisions, VNumbers, VNo, CNo(1), TotalTrial, NestNo, VintFlg() As Integer
Public CRange As Range
Option Explicit
```

```
Sub FindLocation()
```

```
Dim i, j, k As Integer
Dim temp As String
i = Application.CountA(Range("C10:C16384"))
ReDim VLoc(1 To i)
VNumbers = 0
k = 0
For j = 10 To 16384
    If Cells(j, 3) <> "" Then
        k = k + 1
        If Application.IsNumber(Cells(j, 3)) And Cells(j, 3).Font.ColorIndex = 5 And
Cells(j, 3).Font.Bold = True Then
            VNumbers = VNumbers + 1
            VLoc(VNumbers) = j
        ElseIf Application.IsNumber(Cells(j, 3)) And Cells(j, 3).Font.ColorIndex = 3
And Cells(j, 3).Font.Bold = True Then
            TLoc = j
        End If
    End If
    If k = i Then Exit For
Next j
i = Application.CountIf(Range("E10:E16384"), True) + Application.CountIf(Range("E10:E
16384"), False)
k = 0
CNo(0) = 1
CNo(1) = 1
For j = 10 To 16384
    If Cells(j, 5) <> "" Then
        k = k + 1
        If (Cells(j, 5).Value = True Or Cells(j, 5).Value = False) And Cells(j, 5).Fo
nt.ColorIndex = 5 And Cells(j, 5).Font.Bold = True Then
            If CNo(0) = 1 Then
                CNo(0) = j
            Else
                CNo(1) = j
            End If
        End If
    End If
    If k = i Then Exit For
Next j
If CNo(0) < CNo(1) Then
    temp = "E" & CNo(0) & ":" & "E" & CNo(1)
Else
    temp = "E" & CNo(0)
End If
Set CRange = Range(temp)
End Sub
```

```
Sub Optimization()
```

```
Dim t1, k As Single
Dim i, j, Div1, Div2, Div3, MaxNests As Integer
Dim temp, temp1 As String
```

```
FindLocation
```

```
ReDim Counter(1 To VNumbers)
ReDim CounterFlg(1 To VNumbers)
ReDim tempV(1 To VNumbers)
ReDim ChangeV(1 To VNumbers, 4)
```

```
Cells(TLoc + 1, 4) = Cells(TLoc, 4)
```

Module1

```

temp = Cells(TLoc, 4).NumberFormat
temp1 = Cells(TLoc + 1, 4).NumberFormat
If InStr(1, UCase(Cells(TLoc - 1, 2).Value), "MIN") > 0 Then
    Cells(TLoc, 4).Value = 10 ^ 100
    OptType = 0
ElseIf InStr(1, UCase(Cells(TLoc - 1, 2).Value), "MAX") > 0 Then
    Cells(TLoc, 4).Value = -(10 ^ 100)
    OptType = 1
Else
    Cells(TLoc, 4).Value = -(10 ^ 100)
    TargetValue = Cells(TLoc - 1, 2).Value
    OptType = 2
End If
Cells(TLoc, 4).NumberFormat = temp
Cells(TLoc + 1, 4).NumberFormat = temp1

MaxNests = Cells(7, 3)
ReDim Div(MaxNests)
temp = Cells(6, 3).Value
Div1 = 5
Div2 = 4
Div3 = 3
If Val(temp) > 2 Then Div1 = Val(temp)
temp = Mid(temp, Len(Div1) + 2)
If Val(temp) > 2 Then Div2 = Val(temp)
temp = Mid(temp, Len(Div2) + 2)
If Val(temp) > 2 Then Div3 = Val(temp)
For i = 1 To MaxNests
    If i = 1 Then
        j = Div1
    ElseIf i = 2 Then
        j = Div2
    ElseIf i = 3 Then
        j = Div3
    Else
        j = 3
    End If
    Div(i) = j
Next i

Prec = Cells(8, 3)

VNo = 0
For i = 1 To VNumbers
    ChangeV(i, 0) = Val(Cells(VLoc(i), 4).Value)
    Cells(VLoc(i), 3) = ChangeV(i, 0)
    ChangeV(i, 1) = Val(Mid(Cells(VLoc(i), 4).Value, InStr(1, Cells(VLoc(i), 4).Value, ".") + 1))
    ChangeV(i, 2) = ChangeV(i, 0)
    ChangeV(i, 3) = ChangeV(i, 1)
    ChangeV(i, 4) = (ChangeV(i, 1) - ChangeV(i, 0)) / 2
    If ChangeV(i, 4) < 0.00000001 Then
        CounterFlg(i) = 1
    Else
        VNo = VNo + 1
        CounterFlg(i) = 0
    End If
    tempV(i) = ChangeV(i, 0) + ChangeV(i, 4)
Next i
ReDim Counter(1 To VNo, 1 To 2)
ReDim VIntFlg(1 To VNo)
j = 0
For i = 1 To VNumbers
    If CounterFlg(i) = 0 Then
        j = j + 1
        Counter(j, 1) = i
        If Cells(VLoc(i), 3).Font.Italic = True Then
            VIntFlg(j) = 1
        End If
    End If
Next i

```

Module1

```

Else
    VIntFlg(j) = 0
End If
End If
Next i

For NestNo = 1 To MaxNests
    Divisions = Div(NestNo)
    For i = 1 To VNumbers
        ChangeV(i, 0) = Application.Max(ChangeV(i, 2), tempV(i) - ChangeV(i, 4))
        ChangeV(i, 1) = Application.Min(ChangeV(i, 3), tempV(i) + ChangeV(i, 4))
        ChangeV(i, 4) = (ChangeV(i, 1) - ChangeV(i, 0)) / Divisions
    Next i

    SimpleIteration

Next NestNo
MaximizationLast:
For i = 1 To VNo
    Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3) = tempV(Counter(i, 1))
Next i
End Sub

Sub SimpleIteration()
    Dim temp, tempCounter() As Single
    Dim i, j, k As Integer

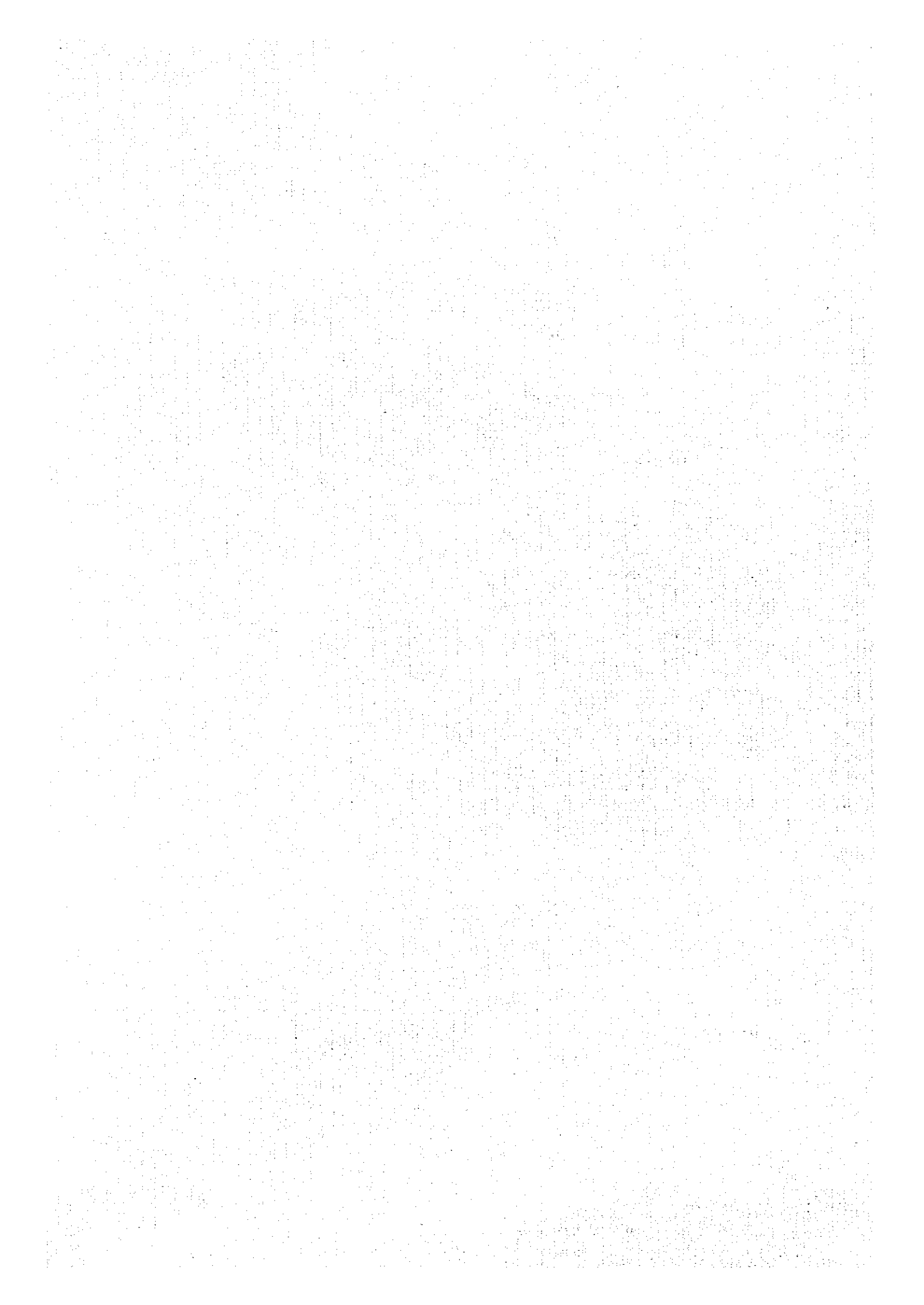
    ReDim tempCounter(1 To VNo)
    For i = 1 To VNo
        Counter(i, 2) = 0
    Next i

    Do
        Counter(1, 2) = Counter(1, 2) + 1
        If VNo > 1 Then
            If Counter(1, 2) >= Divisions Then
                For i = 2 To VNo
                    Counter(i, 2) = Counter(i, 2) + Int(Counter(i - 1, 2) / Divisions)
                Next i
            End If
        End If
        k = 0
        For i = 1 To VNo
            If Counter(i, 2) <> tempCounter(i) Then
                k = k + 1
                temp = ChangeV(Counter(i, 1), 0) + ChangeV(Counter(i, 1), 4) * Counter(i, 2)
                If VIntFlg(i) = 1 Then temp = Int(temp)
                If Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3).Value <> temp Then Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3).Value = temp
            End If
        Next i
        If k > 0 Then ResultSet
        k = 0
        j = 0
        For i = 1 To VNo
            Counter(i, 2) = Counter(i, 2) Mod Divisions
            If Counter(i, 2) <> tempCounter(i) Then
                k = k + 1
                temp = ChangeV(Counter(i, 1), 0) + ChangeV(Counter(i, 1), 4) * Counter(i, 2)
                If VIntFlg(i) = 1 Then temp = Int(temp)
                If Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3).Value <> temp Then Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3).Value = temp
            End If
            j = j + Counter(i, 2)
            tempCounter(i) = Counter(i, 2)
        Next i
        If k > 0 Then ResultSet
    
```

Module1

```
    If j = 0 Then Exit Do
  Loop
SimpleIterationLast:
End Sub
Sub ResultSet()
  Dim i As Integer
  Dim temp As String
  If CNo(0) > 0 Then
    If Application.CountIf(CRange, False) = 0 Then
      If (OptType = 0 And Cells(TLoc, 3).Value < Cells(TLoc, 4)) Or (OptType = 1 And
Cells(TLoc, 3).Value > Cells(TLoc, 4)) Or (OptType = 2 And Abs(TargetValue - Cells(TLoc
, 3).Value) < Abs(TargetValue - Cells(TLoc, 4))) Then
        For i = 1 To VNo
          tempV(Counter(i, 1)) = Cells(VLoc(Counter(i, 1)), 3).Value
        Next i
        Cells(TLoc, 4) = Cells(TLoc, 3)
      End If
    End If
  End If
End Sub
```

4. データベース



4. データベース

4.1 目的

この調査におけるデータベースの目的はマクロレベルでの本調査により収集、分析されたデータ、情報を保存するとともに今後の利用データと分析能力の拡大に備えることにある。収集されたデータと本調査で構築されるデータベース並びにそのデータベースマネジメントシステムはイラン国及び日本国における省エネルギー分野でのノウハウの蓄積に役立つことが期待される。

4.2 イラン国における現在のデータベース

現在、我々のイラン側チームはエネルギー分野を総合するデータベースを構築中であり、このデータベースはさらに供給側の最適化モデルとリンク統合され、包括的なデータベースシステムになる予定である。

一般的にデータベースはデータ並びにそのデータを使用者の目的に合わせて管理するデータベースマネジメントシステム (DBMS: Database Management System) とで構成される。DBMS は大型コンピュータ用のものからパーソナルコンピュータ用のものまで多くの汎用パッケージがある。これら DBMS は使用者の目的にあったデータベースを効率よく構築できるように設計されている。

しかしながら、DBMS のほとんどの汎用パッケージは供給最適化モデルのような他の性格の全く違うシステムを統合するには作られていない。従って、現在イラン側チームが構築中のシステムのように最適モデル等を最初から組み込むとなると汎用パッケージを利用するよりは最初からシステム全体を考えた DBMS そのものから設計しなければならない。こういったシステムを最初から構築するのは非常に骨の折れる作業である。一方こうしてできたシステムは目的にあったものを最初から作り上げるという手作りの使いやすさと必要に応じてシステムを自分の手で変更できという柔軟性をもつ。

省エネルギーといったテーマからはエネルギー部門だけでなく経済部門と産業部門が大きく関連してくる。現段階においては、データベースの一部、産業部門と経済部門が整ってきているが、データの多くがまだ用意ができていない。すなわち DBMS の完成は間近でも肝心のデータ、すなわち中身がまだ空という状況である。

実際に現在イラン側が構築中のデータベースは ISIC (国際標準産業コード) の最後の桁である産業区分の最小単位ごとでのエネルギー消費データまでを含むよう設計されている。しかしながら、このデータベースにおいても本調査に必要なデータの大部分ははまだ存在しないか、収集されいないか、あるいは存在していてもまだ入力されいない状況である。このことを考えると、システムが完成しても解決されない最も重要なこれからの課題はデータの収集とデータベースへの入力であろう。

4.3 本調査用データベースのシステム構成とその基本内容

4.3.1 システム構成

システムの規模と特にイラン側からみた使いやすさ、また JICA チームからみたイランチームへの移転の容易性からしてパーソナルコンピュータ上の汎用オペレーティングシステムで稼働する汎用 DBMS を用いるのがメンテナンスや将来の拡張性からしても最も現実的である。具体的には現在の PC では最もポピュラーなオペレーティングシステムであるウィンドウズ 95 とその上で動くこれも PC 用 DBMS の中でも最もポピュラーなもの 1 つであるマイクロソフト社の ACCESS を用いる。

4.3.2 データベース基本内容

本データベースの基本的な中身、少なくともデータ基本項目が上記のイランのデータベースと類似している方がイランチームも使いやすい。またイランチームのデータベースへの統合吸収も容易である。

一方、本データベースはその目的からして本調査で収集したデータ、分析結果のデータに焦点を合わせなければならない。

これらを鑑み、基本的なデータ項目とその階層構造を Figure 4.3.1 に示した。

本調査におけるマクロレベルの分析には 3 つの部分がある。すなわち、省エネルギーの経済性評価、需要予測ならびにエネルギー利用計画である。

これらの分析のためのデータと分析結果をデータベース化するにあたり実データは 2 つの部分に分けられる。

1 つはミクロレベルの工場調査に基づく省エネルギーポテンシャルに関するデータ群である。

これらのデータは時系列というより、むしろ様々な投資パターンとそれに対応する省エネルギーポテンシャルとその経済性の情報、すなわち省エネルギーの費用と便益を中心とするデータである。

もう一方の部分のデータベースは一般的なエネルギー、経済、社会、環境、ならびに産業に関するデータで特にマクロ経済分析とエネルギー需要予測に用いられる時系列データ群である。

実データとしてはこの2つの部分がデータベースの基本となる。

さらに本調査のもう1つの調査項目であるエネルギー利用計画は上記2つの調査に基づく実データを前提にした最適化モデルによる評価であり、エネルギー利用計画そのものに帰すべき実データは存在しない。むしろ投資計画等の将来計画の前提と最適省エネルギー投資計画の将来予想（計画）のデータが中心になる。Figure 4.3.2はこのエネルギー利用計画の基本的データの流れを示している。

このように本調査のデータベースは以上の3種類のデータ項目を効率よく管理することが設計指針となる。

Figure 4.3.1 Basic Database Structure

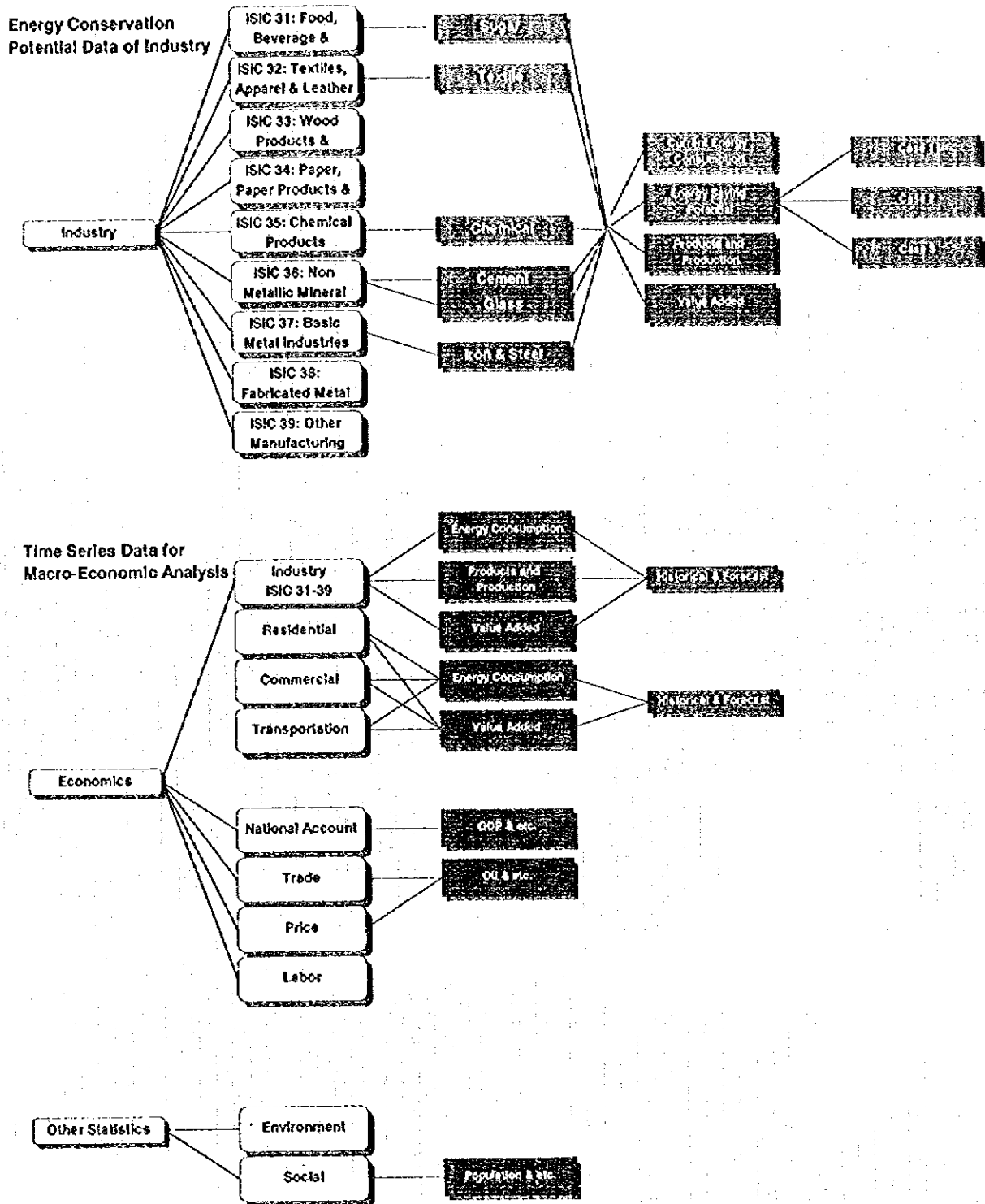
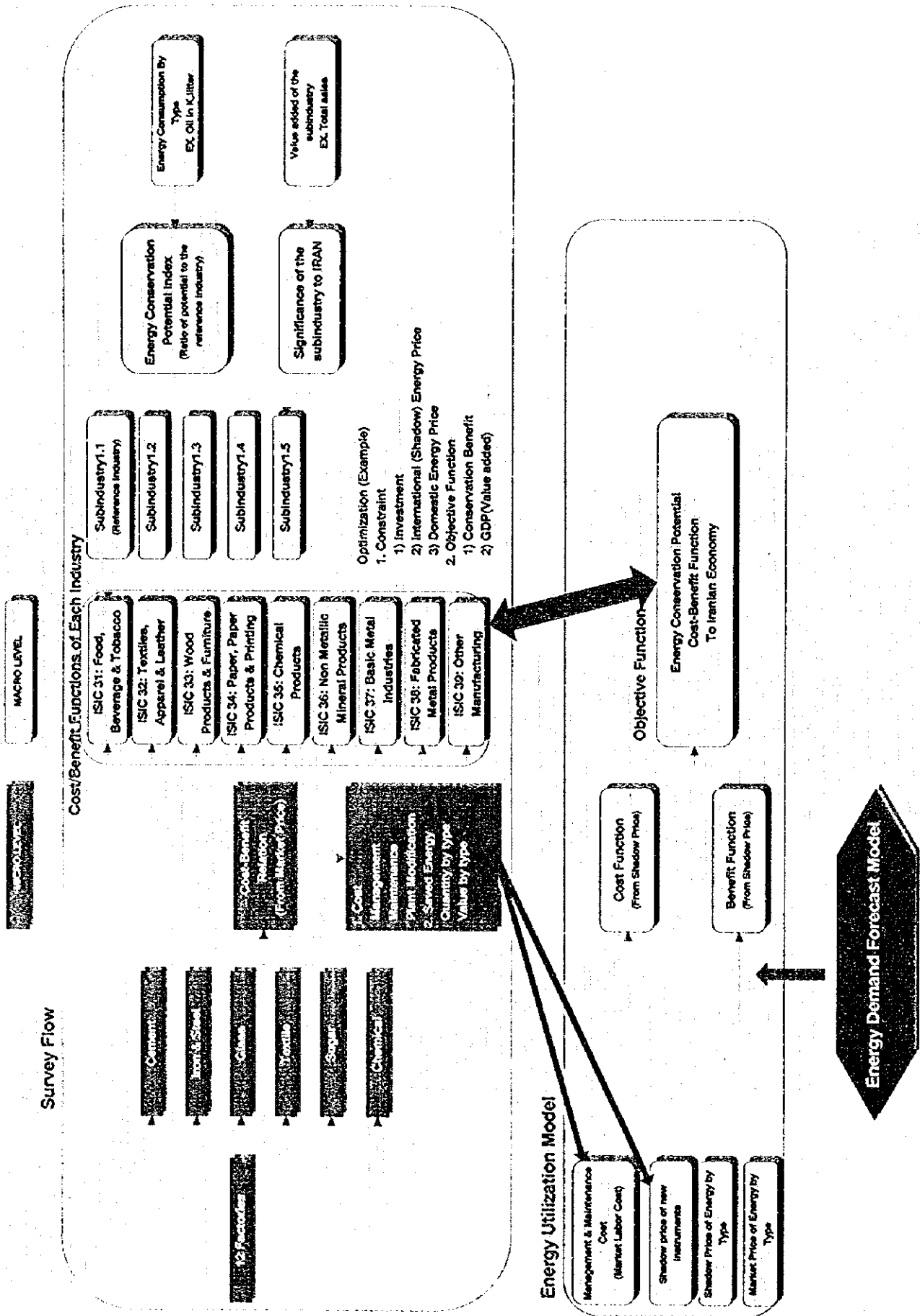


Figure 4.3.2 Data Flow



4.4 オブジェクト指向 DBMS

Figure 4.3.1 で示されたデータ構造はデータ分類に伴う固有の階層構造に基づいている。このようにデータ構造が示されるとそれぞれのデータ項目の間の階層関係を容易に見ることができる。

もし本データベースがこれらデータ項目のそれぞれとその関係を重要視するなら、DBMSとしてはこのような階層構造を前提とする階層構造モデルあるいはさらに応用範囲の広いリレーショナルモデルといったアプローチが適当であろう。

一方、本調査のマクロ分析においては次の3つの調査項目がある。

- 省エネルギーポテンシャルの経済性評価
- マクロ経済分析とエネルギー需要予測
- 最適エネルギー利用計画

もし本データベースがこれらの調査目標からの見方を強調するなら、データ構造はこれらの調査項目を焦点とするようなデータ構造にしなければならない。

なお、このデータベースの目的は本調査で収集したマクロデータ並びに分析結果を整理するとともに、それぞれの調査観点から必要に応じデータの修正やデータベースの拡大改良を容易にするものであり、特に上記調査観点からデータ群が整理されていなければならないのであって単なるデータの保存場所ではない。

それ故、本調査のデータベースはマクロ調査項目の観点からデータを管理できるシステムとするのが好ましい。

こういったタイプのデータベースを構築するのに適当な近年急浮上してきた DBMS の概念として「オブジェクト (Object) DBMS」、あるいは「オブジェクト (Object) 指向 (Oriented) DBMS」がある。

オブジェクト DBMS (ODBMS) の基本概念はオブジェクト指向のプログラミング技術 (C++, Smalltalk) の普及とともに 1980 年代初期より提案されてきたものであり、近年のコンピュータの処理速度の向上とプログラミング技術のオブジェクト指向で近年ますます重要視されてきている。

一方、現在もっとも普及している階層モデルやそれを一歩進めたりレーショナルモデルでは、エンティティと呼ばれるデータ群が表形式で表され、エンティティとエンティティの間を関係づけることによりモデルが構成されるのであるが、エンティティ間関係を操作検索する部分が本体のDBMSとは別の検索 (Query) 言語 (SQL) を通じて実行される。それ故、エンティティあるいはその間の関係のに変更があるとそのエンティティまたは関係を含むすべての検索プログラムを変更しなければならない。

他方、ODBMS では、エンティティとそれに関連するエンティティ間の関係は「セマンティック」オブジェクトと呼ばれる統一されたセットとして扱われる。

それ故、1 個のセマンティックオブジェクト内の変更はそれ以外のセマンティックオブジェクトに影響を与えない。これによりデータベースの設計と維持管理をリレーショナルモデルより一層容易なものにする。逆に言えば、ユーザーデータベース要求が設計レベルでより単純化できるためより複雑なモデルをより効果的に構築することを可能にする。

例えば「最適エネルギー利用計画」を考えた場合、関連するデータは省エネルギーポテンシャル経済性評価の費用便益データやマクロエネルギー消費データが関わってくる。従って、たとえばセメント産業の最適エネルギー利用計画では最適省エネ投資計画と共に、将来のセメント産業生産予測や関連する省エネルギー手法まで考慮しなければならない。ここで、最適エネルギー計画のセマンティックオブジェクトを省エネルギーポテンシャル等のセマンティックオブジェクトと別ものとして設計することにより例えば省エネルギーポテンシャルといったセマンティックオブジェクトのデータベース仕様の変更は最適エネルギー計画のセマンティックオブジェクトに影響を及ぼさない。

ここで形容詞「セマンティック」は「意味」を意味し、オブジェクトプログラミングで用いられる、「オブジェクト」と区別するためである。

このようにセマンティックオブジェクトの方が使用者レベルでのデータ群の「意味」をよりよく反映したモデルが構築できる。

Figure 4.3. 1 と 4.3.2 を比較することによりオブジェクトモデルがリレーショナルモデルより実際に整理保存したいデータ群の概念がより単純に理解できる。

こうした事情でますます ODBMS の概念の重要性が近年高まってきているのであるが、セマンティックオブジェクトの概念を実用にするためのソフトウェアすなわち ODBMS がまだ

開発途上にあり、商用化はまだ限定的であり、パーソナルコンピュータで動く ODBMS は未だ開発されていない。

にもかかわらず、セマンティックオブジェクトの概念は将来のデータベースの主流になるであろう概念であり、本調査のデータベースにおいてもその概念は非常に重要である。

従って本調査においては、データベースの基本設計はセマンティックオブジェクトを用いるが、実際のデータベースは設計上のセマンティックオブジェクトをリレーショナルモデルに置き換えることにより構築するという手法を用いた。

4.5 「セマンティック」オブジェクトモデル

セマンティックオブジェクトモデルはマクロレベルでの次の3つの調査項目を反映する。

- 1) マクロ経済分析とエネルギー需要予測
- 2) 省エネルギーポテンシャルの経済性評価
- 3) エネルギー利用計画

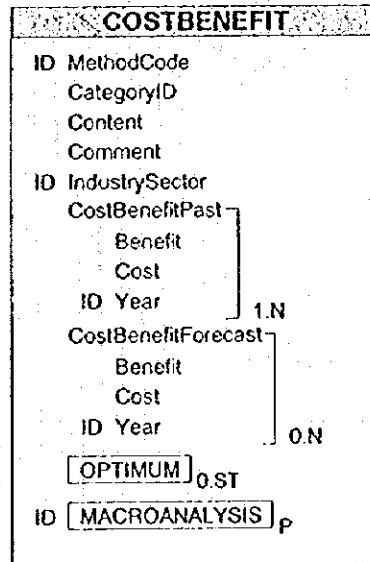
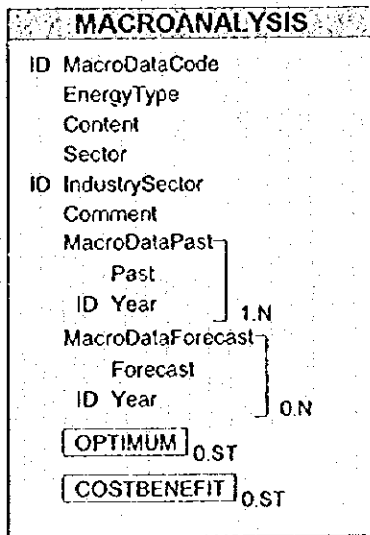
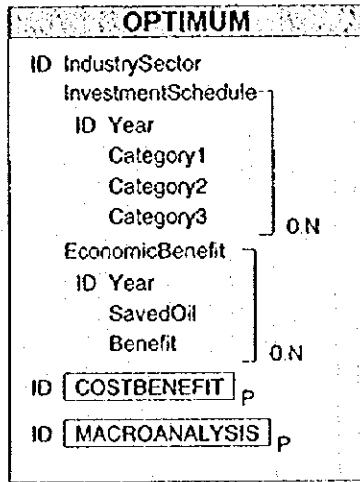
これらに対応するセマンティックオブジェクトは

- 1) MACROANALYSIS
- 2) COSTBENEFIT
- 3) OPTIMUM.

これらオブジェクトそれぞれの内容を Figure 4.5. 1 に示す。それぞれのオブジェクトがそのオブジェクトに属する時系列データと他の2つのオブジェクトを互いに含む構造になっている。これらの詳細は4章 Appendix 「SEMANTIC OBJECTS」 に示した。

しかしながらこのセマンティックオブジェクトモデルを実際に応用できる ODBMS が無いため、次に示すように、一度これをリレーショナルモデルに翻訳し直さなければならない。

Figure 4.5.1 Semantic Objects



4.6 リレーショナルモデルへの変換

Figure 4.6.1 は上記セマンティックオブジェクトモデルをリレーショナルモデルに変換したものである。

このリレーショナルモデルではボックスで示された各エンティティの間の関係は線で結ばれ目に見えるようになる。従ってこのモデルを扱う DBMS や検索プログラムはこの線で示された関係を意識した応用を考えなければならない。

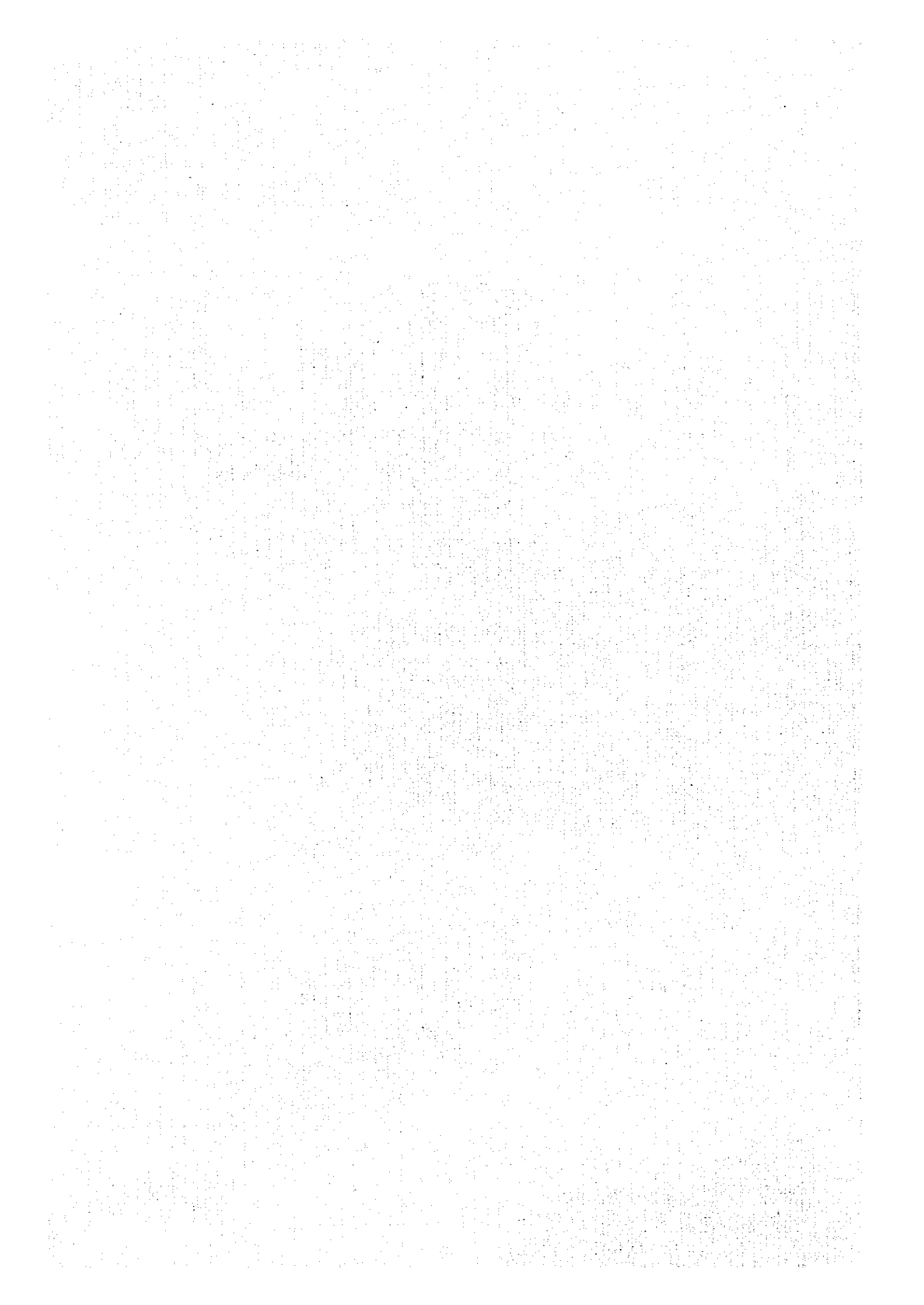
このリレーショナルモデルでは図の中央付近にあるのが基本的なエンティティであり上記3つのセマンティックオブジェクトに相当する 1) MACROANALYSIS、2) COSTBENEFIT、ならびに 3) OPTIMUM である。

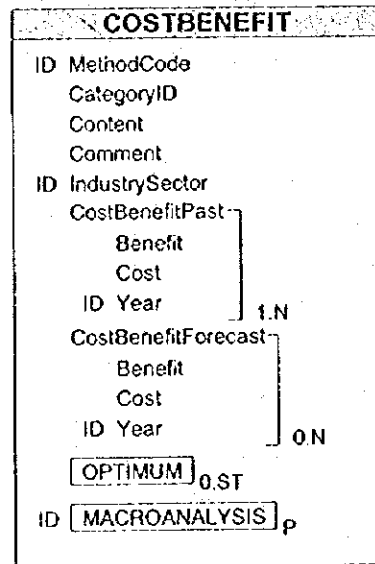
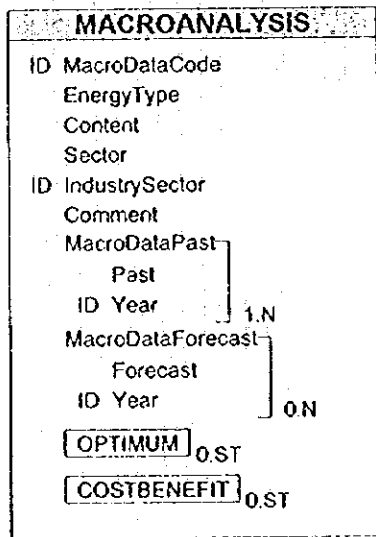
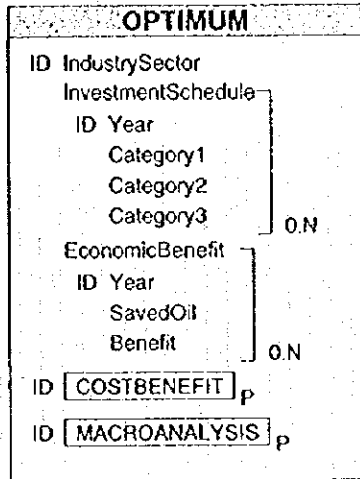
本モデルではすべての時系列データはそれぞれ別のエンティティを構成し、上記の3つのエンティティから独立した関係になっている。

このリレーショナルモデルの詳細は本章 Appendix 「E-R MODEL」に示した。

4. APPENDIX 1

DATABASE SEMANTIC OBJECT DETAIL





SEMANTIC OBJECTS
Semantic Object Report
 Album: IRAN.ALB

MACROANALYSIS Semantic Object

Caption:
 Description:

Data Attributes:

Attribute Name	ID Status	Minimum Required	Maximum Allowed	Value Type	Length	Formula Expression
MacroDataCode	Unique	1	1	Text	10	
EnergyType	None	0	1	Text	15	
Content	None	0	1	Text	25	
Sector	None	0	1	Text	20	
Comment	None	0	1	Text	50	
MacroDataPast	None	1	N (No Limit)	Group		
Past	None	1	1	Short Integer		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
MacroDataForecast	None	0	N (No Limit)	Group		
Forecast	None	0	1	Short Integer		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
OPTIMUM	None	0	1	Semantic Object		

SEMANTIC OBJECTS
Semantic Object Report
 Album: IRAN.ALB

COSTBENEFIT Semantic Object

Caption:
 Description:

Data Attributes:

Attribute Name	ID Status	Minimum Required	Maximum Allowed	Value Type	Length	Formula Expression
MethodCode	Unique	1	1	Text	10	
CategoryID	None	0	1	Tiny Integer		
Content	None	0	1	Text	25	
Comment	None	0	1	Text	50	
IndustrySector	Non-unique	1	1	Text	10	
CostBenefitPast	None	1	N (No Limit)	Group		
Benefit	None	1	1	Currency		
Cost	None	1	1	Currency		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
CostBenefitForecast	None	0	N (No Limit)	Group		
Benefit	None	1	1	Currency		
Cost	None	1	1	Currency		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
OPTIMUM	None	0	1	Semantic Object		

SEMANTIC OBJECTS
Semantic Object Report
Album: IRAN.ALB

OPTIMUM Semantic Object

Caption:
Description:

Data Attributes:

Attribute Name	ID Status	Minimum Required	Maximum Allowed	Value Type	Length	Formula Expression
IndustrySector	Non-unique	1	1	Text	10	
InvestmentSchedule	None	0	N (No Limit)	Group		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
Category1	None	0	1	Text	10	
Category2	None	0	1	Text	10	
Category3	None	0	1	Text	10	
EconomicBenefit	None	0	N (No Limit)	Group		
Year	Unique	1	1	Short Integer		
SavedOil	None	0	1	Text	10	
Benefit	None	1	1	Currency		
MACROANALYSIS	None	0	N (No Limit)	Semantic Object		
COSTBENEFIT	None	0	N (No Limit)	Semantic Object		

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

Benefit Type: Simple Value
 Profile: Benefit
 Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitPast
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 1
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Currency
 Length:
 Format:
 Initial Value:

Benefit Type: Simple Value
 Profile: Benefit
 Contained in: OPTIMUM.EconomicBenefit
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 1
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Currency
 Length:
 Format:
 Initial Value:

Benefit Type: Simple Value
 Profile: Benefit
 Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitForecast
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 1
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Currency
 Length:
 Format:
 Initial Value:

Category1 Type: Simple Value
 Profile: Category1
 Contained in: OPTIMUM.InvestmentSchedule
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 0
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Text
 Length: 10
 Format:
 Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report
Album: IRAN.ALB

Category2 Type: Simple Value
Profile: Category2
Contained in: OPTIMUM.InvestmentSchedule
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 10
Format:
Initial Value:

Category3 Type: Simple Value
Profile: Category3
Contained in: OPTIMUM.InvestmentSchedule
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 10
Format:
Initial Value:

CategoryID Type: Simple Value
Profile: CategoryID
Contained in: COSTBENEFIT
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Tiny Integer
Length:
Format:
Initial Value:

Comment Type: Simple Value
Profile: Comment
Contained in: MACROANALYSIS
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 50
Format:
Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

Comment	Type: Simple Value Profile: Comment Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 50 Format: Initial Value:
Content	Type: Simple Value Profile: Content Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 25 Format: Initial Value:
Content	Type: Simple Value Profile: Content Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 25 Format: Initial Value:
Cost	Type: Simple Value Profile: Cost Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitPast Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Currency Length: Format: Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report
Album: IRAN.ALB

Cost	Type: Simple Value Profile: Cost Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitForecast Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Currency Length: Format: Initial Value:		
COSTBENEFIT	Type: Object Link Profile: COSTBENEFIT Contained in: OPTIMUM Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit)		
CostBenefitForecast	Type: Group Profile: CostBenefitForecast Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Benefit Cost Year
CostBenefitPast	Type: Group Profile: CostBenefitPast Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Benefit Cost Year
EconomicBenefit	Type: Group Profile: EconomicBenefit Contained in: OPTIMUM Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Year SavedOil Benefit

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report
Album: IRAN.ALB

EnergyType **Type:** Simple Value
Profile: Comment
Contained in: MACROANALYSIS
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 15
Format:
Initial Value:

Forecast **Type:** Simple Value
Profile: Forecast
Contained in: MACROANALYSIS.MacroDataForecast
Caption:
Description:
ID Status: None
Minimum Required: 0
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

IndustrySector **Type:** Simple Value
Profile: IndustrySector
Contained in: COSTBENEFIT
Caption:
Description:
ID Status: Non-unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 10
Format:
Initial Value:

IndustrySector **Type:** Simple Value
Profile: IndustrySector
Contained in: OPTIMUM
Caption:
Description:
ID Status: Non-unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Text
Length: 10
Format:
Initial Value:

InvestmentSchedule	Type: Group Profile: InvestmentSchedule Contained in: OPTIMUM Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Year Category1 Category2 Category3
---------------------------	--	------------------------------	---

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

MACROANALYSIS	Type: Object Link Profile: MACROANALYSIS Contained in: OPTIMUM Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit)		
MacroDataCode	Type: Simple Value Profile: MacroDataCode Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: Unique Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:		
MacroDataForecast	Type: Group Profile: MacroDataForecast Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Forecast Year
MacroDataPast	Type: Group Profile: MacroDataPast Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: N (No Limit) Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Attributes Contained:	Past Year
MethodCode	Type: Simple Value Profile: MethodCode Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: Unique Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:		

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

OPTIMUM	Type: Object Link Profile: OPTIMUM Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1
OPTIMUM	Type: Object Link Profile: OPTIMUM Contained in: COSTBENEFIT Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1
Past	Type: Simple Value Profile: Past Contained in: MACROANALYSIS MacroDataPast Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Short Integer Length: Format: Initial Value:
SavedOil	Type: Simple Value Profile: SavedOil Contained in: OPTIMUM.EconomicBenefit Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:
Sector	Type: Simple Value Profile: Sector Contained in: MACROANALYSIS Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 20 Format: Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitPast
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: OPTIMUM.InvestmentSchedule
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: OPTIMUM.EconomicBenefit
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: MACROANALYSIS.MacroDataPast
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS
Attribute Report

Album: IRAN.ALB

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: MACROANALYSIS.MacroDataForecast
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

Year
Type: Simple Value
Profile: Year
Contained in: COSTBENEFIT.CostBenefitForecast
Caption:
Description:
ID Status: Unique
Minimum Required: 1
Maximum Allowed: 1
Value Type: Short Integer
Length:
Format:
Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS

Profile Report

Album: IRAN.ALB

Benefit Type: Simple Value
 Contained in: CostBenefitPast, CostBenefitForecast,
 EconomicBenefit
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 1
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Currency
 Length:
 Format:
 Initial Value:

Category1 Type: Simple Value
 Contained in: InvestmentSchedule
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 0
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Text
 Length: 10
 Format:
 Initial Value:

Category2 Type: Simple Value
 Contained in: InvestmentSchedule
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 0
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Text
 Length: 10
 Format:
 Initial Value:

Category3 Type: Simple Value
 Contained in: InvestmentSchedule
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 0
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Text
 Length: 10
 Format:
 Initial Value:

CategoryID Type: Simple Value
 Contained in:
 Caption:
 Description:
 ID Status: None
 Minimum Required: 0
 Maximum Allowed: 1
 Value Type: Tiny Integer
 Length:
 Format:
 Initial Value:

SEMANTIC OBJECTS

Profile Report

Album: IRAN.ALB

CostBenefitForecast	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Benefit Cost Year
CostBenefitPast	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Benefit Cost Year
EconomicBenefit	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Year SavedOil Benefit
Forecast	Type: Simple Value Contained in: MacroDataForecast Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Value Type: Short Integer Length: Format: Initial Value:		
IndustrySector	Type: Simple Value Contained in: Caption: Description: ID Status: Non-unique Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:		

SEMANTIC OBJECTS

Profile Report

Album: IRAN.ALB

InvestmentSchedule	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Year Category1 Category2 Category3
MACROANALYSIS	Type: Object Link Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit)		
MacroDataCode	Type: Simple Value Contained in: Caption: Description: ID Status: Unique Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:		
MacroDataForecast	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Forecast Year
MacroDataPast	Type: Group Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: N (No Limit) Format: Minimum Count: 0 Maximum Count: ALL	Profiles Contained:	Past Year

SEMANTIC OBJECTS

Profile Report

Album: IRAN.ALB

MethodCode	Type: Simple Value Contained in: Caption: Description: ID Status: Unique Minimum Required: 1 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:
OPTIMUM	Type: Object Link Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1
Past	Type: Simple Value Contained in: MacroDataPast Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 1 Maximum Allowed: N (No Limit) Value Type: Short Integer Length: Format: Initial Value:
SavedOil	Type: Simple Value Contained in: EconomicBenefit Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 10 Format: Initial Value:
Sector	Type: Simple Value Contained in: Caption: Description: ID Status: None Minimum Required: 0 Maximum Allowed: 1 Value Type: Text Length: 20 Format: Initial Value:
