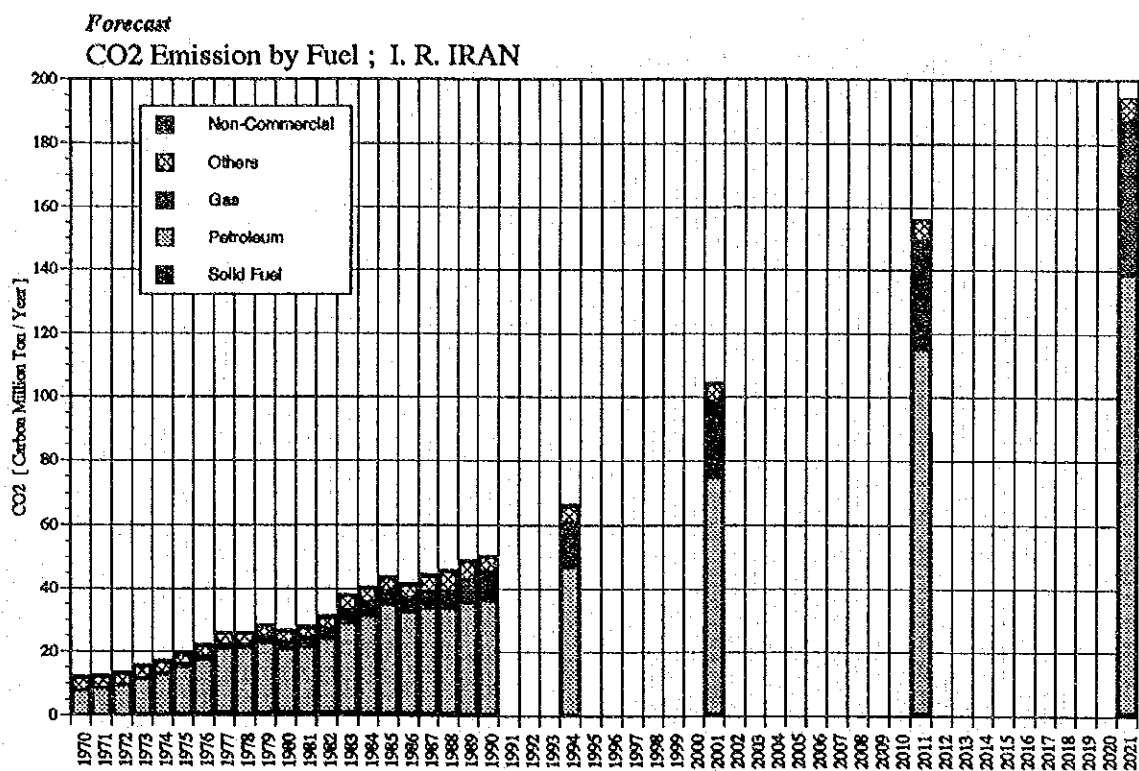


Fig. 6.46



## 6.5.2 移動発生源

### (1) 国全体

輸送部門における汚染物の排出は、自動車保有台数の成長に伴って増加するものと見込まれる。保有台数の値は、GDPの成長に伴って増加するとの仮定のもとに推定する。何故なら、過去の両指標の成長率は、互いに似たような変動経過をたどってきているからである。この傾向は、図6.47および6.48に示すように、イランでも日本でも見いだすことができる。

この見積りによる2021年の自動車保有台数は約3,700万台になる（後出の表6.17）。

イランの自動車保有台数は、平均して年約10%と急速な発展を遂げてきたが、今後はこのような増勢を維持することは難しいであろう。テヘランなどの主要な都市では、市内の交通がほとんど飽和状態に達しており、これまでのように余分な車を受け入れる余地がほとんどないからである。この予測は、自動車保有に影響を及ぼすような特段の規制がなされないことを前提にしている。

保有台数は持続的に拡大していくと予測されるとはいえ、保有台数の増加が即ち新車の投入台数ではない。年々ながしかの中古車が車令やなにかの理由で廃車される。つまり、各年の保有台数の増加分は、その年の新車台数と廃車台数の差である。イランには廃車管理の

Fig. 6.47 Growth of Population, GDP and Vehicles in Japan

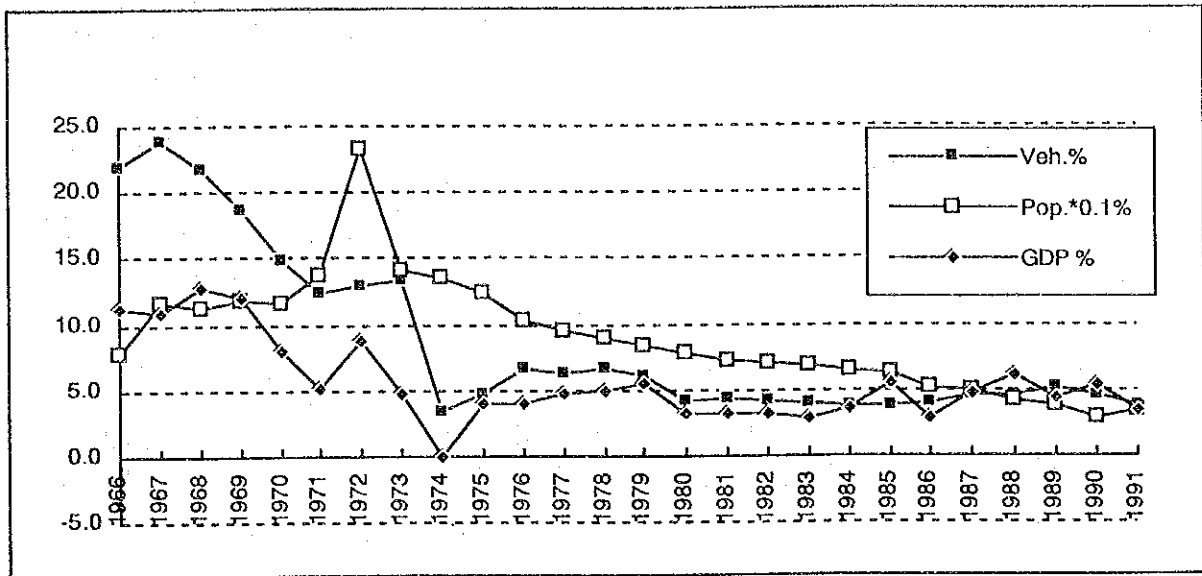
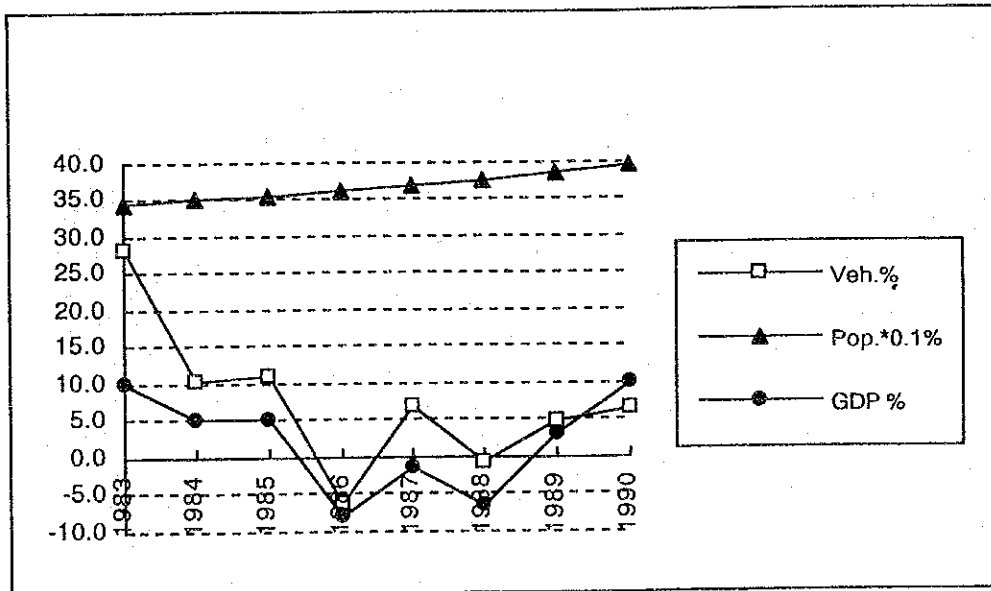


Fig. 6.48 Growth of Population, GDP and Vehicles in I.R. Iran



規定がないので、毎年廃車される台数を知る手掛かりがない。廃車の理由は主として長い車令であろう。

テヘランにおける車令に関連して次のことがいわれている。即ち、ガソリン車の44%は15才より若く、その他の56%は15才以上である。また、ディーゼル車のバスは48%が10才より若い。1990年における自動車の車令構成が各年齢一様だとすれば、ガソリン車の寿命は34年、ディーゼル車は21年というのが上記の情報に合致するものである。これにより、将来の各年における新車投入台数と、寿命が尽きて廃車される台数が計算可能になる。

汚染物の排出係数は下記のように仮定した。

a) SO<sub>2</sub>の排出係数 (E (SO<sub>2</sub>))

イラン製の軽油は、質量比 0.8~1.0%の硫黄分を含むといわれているが、これはSO<sub>2</sub>換算で軽油1トン当たり16~20kgの排出量に相当する。一方、軽油1トンは8.742Gcalであるから、ディーゼル車一台一年間に平均68.07kgのSO<sub>2</sub>を排出するものとみなされる。

$$\begin{aligned} E(\text{SO}_2) &= 75.63(\text{kg/y} \cdot \text{Veh.}) \\ &= 18(\text{kg/t}) \cdot 0.870(\text{t/Kl}) \cdot 38.00(\text{Gcal/y}) / 8.742(\text{Gcal/Kl}) \end{aligned}$$

b) NO<sub>x</sub>の排出係数 (E (NO<sub>x</sub>))

NO<sub>x</sub>は、ガソリン車とディーゼル車の双方から排出され、排出係数は日本の科学技術庁編になる‘エネルギー使用と地球環境’から引用する。これによると、ガソリン車の排出係数は3.17kg/Gcal、ディーゼル車は2.74kg/Gcalである。平均年間エネルギー消費量は、ガソリン車が13.82Gcal、ディーゼル車が38.00Gcalであるから、それぞれ一台が一年間に平均44kgと104kgのNO<sub>x</sub>を排出するものと見なされる。

<Gasoline car>

$$E(\text{NO}_x) = 43.81(\text{kg/y} \cdot \text{Veh.}) = 3.17(\text{kg/Gcal}) \cdot 13.82(\text{Gcal/y})$$

<Gas oil car>

$$E(\text{NO}_x) = 104.12(\text{kg/y} \cdot \text{Veh.}) = 2.74(\text{kg/Gcal}) \cdot 38.00(\text{Gcal/y})$$

c) CO<sub>2</sub>の排出係数 (E (CO<sub>2</sub>))

炭酸ガスもガソリン車とディーゼル車の双方から排出され、排出係数は前述の科学技術庁レポートから引用する。これによると、ガソリン車の排出係数は燃料1トン当たり3,132kg、ディーゼル車は同じく3,187kgである。平均年間エネルギー消費量は、ガソリン車が13.82Gcal、ディーゼル車が38.00Gcalであるから、それぞれ一台が一年間に平均4,328kgと12,052kgのCO<sub>2</sub>を排出するものと見なされる。

<Gasoline car>

$$E(CO_2) = 4,328 \text{ (kg/y* Veh.)}$$
$$= 3,132(\text{kg/t}) * 0.780(\text{t/Kl}) * 13.82(\text{Gcal/y}) / 7.801(\text{Gcal/Kl})$$

<Gas oil car>

$$E(CO_2) = 12,052 \text{ (kg/y* Veh.)}$$
$$= 3,183(\text{kg/t}) * 0.870(\text{t/Kl}) * 38.00(\text{Gcal/y}) / 8.742(\text{Gcal/Kl})$$

d) HCの排出係数 (E (HC))

炭化水素の排出係数は、'OECD環境データ1991' から、輸送部門における年間HC排出量を引用する(表6.16)。主要な国のこれらの指標は、排ガス規制がこれらの国々で始まった1970年以来下降線をたどっている。イランにおいては、自動車排ガスの全面的な規制はまだ定まっていないので、現状は上記の国々の1970年当時と同じと仮定できる。即ちHCの排出係数は平均値4.5kg/Gcalとする。

Table 6.16 HC Emission by Mobile Source

Country	Emission Factor (kg/Gcal)			
	1970	1980	1985	1989
Canada	5.5	2.9	3.1	2.4
USA	4.0	2.1	1.8	1.5
W.Germany	4.4	3.6	3.4	2.9
Italy	2.9	2.7	2.6	2.4
Netherland	6.7	3.4	2.9	2.6
Sweden	7.7	4.4	4.4	3.9
Switzerland	2.9	2.6	2.3	1.5
UK	2.0	2.3	2.2	2.2
Average	4.5	3.0	2.8	2.4

Source: OECD Environmental Data 1991

この仮定にもとづきHCの年間排出量は平均エネルギー消費量をかけて1台当たりガソリン車で62kg、ディーゼル車で171kgと予想される。

<Gasoline>

$$E(HC) = 62.19 \text{ (kg/y* Veh.)} (= 4.5(\text{kg/t}) * 13.82 \text{ (Gcal/y)})$$

<Gas oil>

$$E(HC) = 171.00 \text{ (kg/y* Veh.)} (= 4.5(\text{kg/t}) * 38.00 \text{ (Gcal/y)})$$

汚染物の排出量は、特に防止対策を施さない限り、表6.17に示す如く、2021年までに2倍から4倍に増加するものと予測される。

Table 6.17 Projection of Vehicle Stock by Type and Emission

Year	Vehicle Stock			Pollutant(1,000t /y)			
	Total	Gasoline Car	Gas Oil Car	SOx Total	NOx Total	CO2 Total	HC Total
1991	6,176	4,448	1,728	131	375	40,078	572
1996	11,302	8,140	3,162	239	686	73,341	1,047
2001	16,297	11,737	4,560	345	989	105,756	1,510
2006	19,887	14,322	5,564	421	1,207	129,049	1,842
2011	22,365	16,107	6,258	473	1,357	145,132	2,072
2016	25,838	18,608	7,229	547	1,568	167,664	2,393
2021	36,525	26,305	10,220	773	2,216	237,015	3,383

(2) テヘラン

各州の汚染物質排出量は、全般的には、全国のそれが増大するにつれて上昇するであろうが、それぞれの経済発展の水準に応じて地域毎に差異が出るかもしれない。各種の予測は、人口および国内生産において、イランが大幅な伸びをみせる、としている。

一般的にいて、経済成長は、既に都市化された地域よりも低開発の地域において、急速に進むであろう。このことは自動車保有台数の伸び率についても適用できるが、それはテヘランのような開発の進んだ地域の比重が全国的な発展にもかかわらず低下するであろう、ということの意味している。例えば、表6.18は、日本全体の人口および自動車保有台数における東京の比重が低下してきたことを明白に示している。

Table 6.18 Change of Status of Tokyo, Japan

Year	Share of Total Pop.(%)	Share of DID Pop.(%)	Share of Veh. (%)
1,960	10	22	19
1,965	11	21	15
1,970	11	19	12
1,975	10	18	9
1,980	10	16	8
1,985	10	16	8
1,990	10	15	7

東京の総人口のシェアは30年間ほとんど一定であるのに対して、D I Dのシェアは30年前の70%に低下し、自動車保有台数のシェアは半分以上に下がっている。この事実は、どの大都市も東京と似たような性質をもつことを暗に示している。そこでテヘラン市の将来に対して、表6.19に示すような仮定を設けることができる。

Table 6.19 Assumption on Status of Tehran

	1990	2010
Share of DID Pop.(%)	36	33
Share of Gasoline Car Stock(%)	40	30
Share of Gas oil Car Stock(%)	15	18

この仮定を用いてテヘランの将来の自動車台数および汚染物質排出量を表6.20のように予測した。2021年までに何らかの規制措置がとられないとすると、テヘランにおける汚染物質の排出量は現在の5～6倍に増大する、と推定される。

Table 6.20 Projection of Vehicle Stock by Type and Emission in Tehran City

Year	Vehicle Stock			Pollutant(1,000t /y)			
	Total	Gasoline Car	Gas Oil Car	SOx Total	NOx Total	CO2 Total	HC Total
1991	1,879	1,603	276	21	99	10,265	147
1996	3,367	2,858	509	39	178	18,509	265
2001	4,743	4,001	742	56	253	26,259	376
2006	5,650	4,735	915	69	303	31,517	451
2011	6,199	5,160	1,039	79	334	34,854	499
2016	6,982	5,770	1,212	92	379	39,583	566
2021	8,962	7,170	1,792	136	501	52,628	752

## 6.6 対策と所要資金

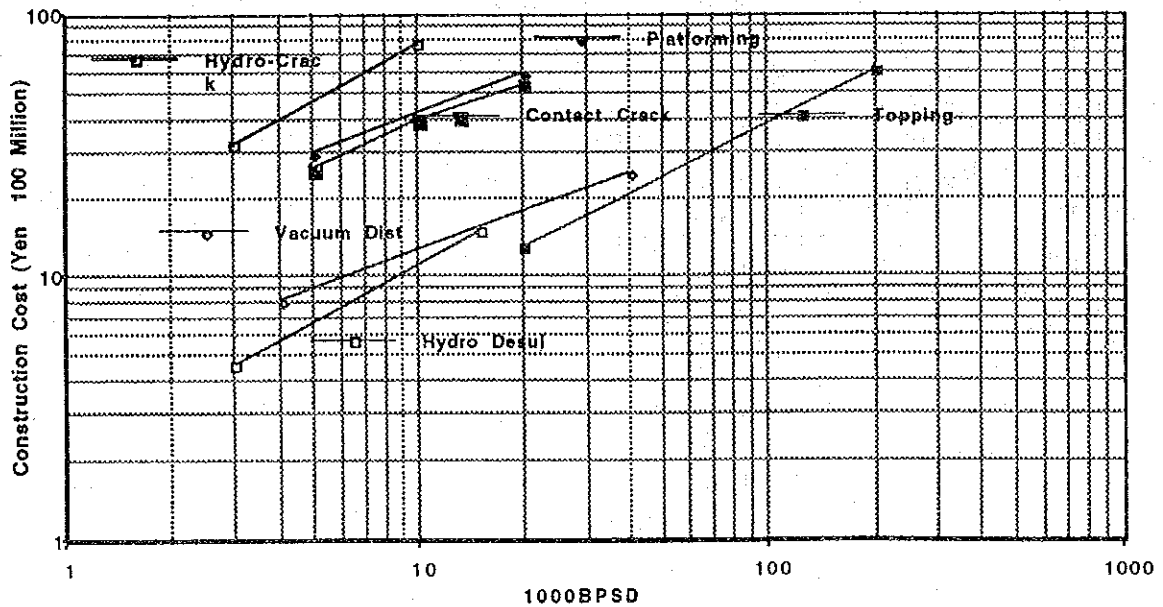
### 6.6.1 固定発生源対策

前出6.3.2.1で9つの工業部門における各種の汚染源とそれらに関する対策が検討された。表6.21には、それら部門における諸対策に要する投資額が「大」「小」あるいは「極力」という表現で示されている。

#### 6.6.1.1 クリーン燃料の供給および燃料転換

現在重油を燃料として使用しているユーザーに低硫黄燃料油を供給することが、SO<sub>x</sub>排出による大気汚染を防ぐもっとも単純かつ確実な対策である。この点については、特に中小工場にはクリーン燃料（含、天然ガス）を供給する、という現在発展途上各国でみられる動きが、近い将来イランでも通常のこととして受け入れられることが期待される。しかしながら、低硫黄燃料油（低硫黄重油）を生産するためには巨額の設備投資が必要である。図6.49には製油所のプロセス別の建設コスト指標を示す。

Fig. 6.49 Petroleum Refining Plant Cost



イランにおいては、近い将来、重質分、常圧蒸留残油を処理しないと軽質油が不足すると予測されている。イラン原油は金属含有量が高く、重質分の処理は簡単ではないといわれているが、これらの状況から、たとえ複雑な処理を経ても、低硫黄軽質油分の生産は至上命令である。

Table 6.21 Pollution Abatement Cost Impact on Production Investment

Pollutant	Process Source	Countermeasure	Industries																		
			Steel	Power	PetRef	PetChem	Gas	Paper	Cement	Sugar	Glass										
Air	SOx	Process	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Boiler, Furnace, Reactor	N	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
	NOx	Reduce sulfur content in feed	N	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
		Fuel conversion to gas	N	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
		Reduce sulfur content in fuel	M	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-	M	-
		Flue gas de-sulfurization	S	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
Dust	Integrated high stack	S & P	-	M & P	-	M or S & P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Sulfur recovery	S	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	
Smoke	Flare stack	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	
	Waste gas recovery	S & P	-	S & P	-	S & P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Water	BOD/COD Process	Biochemical treatment, Coagulation precipitation	N	N	S	M	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	
		Coagulation precipitation, Filtration	N	-	-	S	-	M	-	M	-	S	-	M	-	S	-	M	-	S	
	Oil	Oil separator	-	-	S & P	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
		Heat exchanger, Cooler	S & P	S & P	S & P	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-
	Sludge	Settlement Well	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		After collection	S & P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Waste	Furnace	S & P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Oil separator	-	-	S	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-
	Noise	Various places	Dewatering and incineration	-	-	S & P	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P	-	S & P
			Dewatering and utilization as cement feed, etc.	S & P	-	M & P	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Others	Various places	Cumulating at sources, Shelter, Enclosure	N	N	N	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	-	N	
		Plantation on premises, Telemetering system	S	S	S	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-	S	-

Note: "L", "M", "S" and "N" indicates magnitude of cost impact on total investment of an ordinary production unit of the industry.  
 (L = Large: 10 ~ %, M = Medium: 5 ~ 10 %, S = Small: 1 ~ 5 %, N = Negligible: Less than 1 %)  
 "-" denotes "not applicable".  
 "P" means "productive", by saving or producing products or by-products.



## 6.6.1.2 排ガス対策

### (1) 排ガス脱硫

広範囲のFGD法が実用化されているが、その多くは湿式、半湿式、乾式に分類される。

#### <湿式法>

- a) 石灰石-石膏法
  - \*スプレイ・タワー法
  - \*ジェット・バブリング法
- b) その他

#### <半乾式法>

- a) スプレイ・ドライヤー法
- b) その他

#### <乾式法>

- a) 活性炭法
- b) 石炭灰利用法
- c) 乾式吸収剤炉内注入法
- d) 乾式吸収剤ダクト内注入法
- e) その他

現在のFGD法の趨勢からすると、石灰石-石膏法が湿式法で最もポピュラーであり、多くのプラントに使用されている。

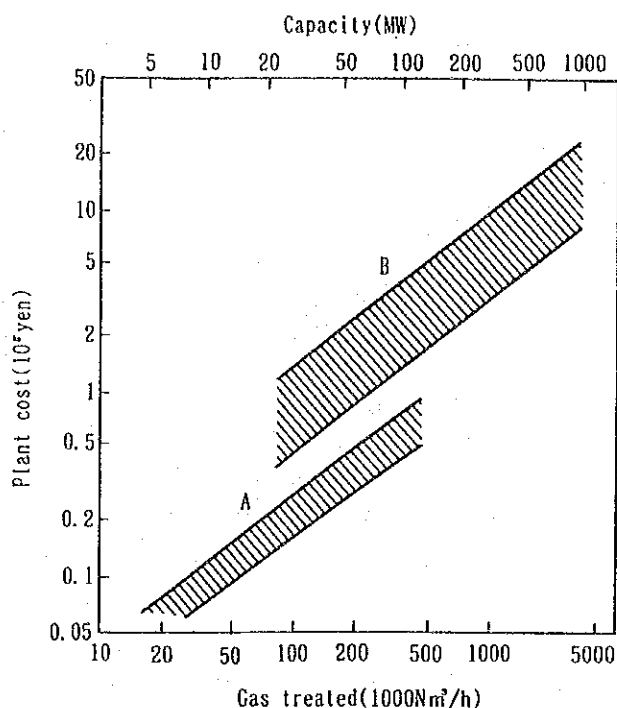
日本ではFGD設備の数と設備容量は、1970年の102基、5.4百万N<sup>3</sup>/hから、994基、79.4百万N<sup>3</sup>/h(1975)、1,741基、154.5百万N<sup>3</sup>/h(1980)、そして1,810基、176.3百万N<sup>3</sup>/h(1988)と増加した。このようなFGD設備容量の急激的な増加は、固定発生源からのSO<sub>x</sub>排出量の減少に寄与した。15の定点測定所の記録によると、大気中のSO<sub>2</sub>濃度は1970年の0.043ppmから1975年には0.021ppmへ、さらに1986年には0.010ppmへと著しく低下した。

図6.50はまたFGDプラントの投資コストを示す。産業公害防止協会(IPCAJ)の資料によれば、ナトリウム・マグネシウム方式のプラントは低コストで建設、操業でき、そのコストは10万N<sup>3</sup>(33MWに相当)のガス生産能力につき約1.5億円である。石灰石を使用し、石膏を回収するプラントの建設コストは約20,000円/kw、イオウ酸化物を回収するFGDプラントは25,000円/kw以上である。

Fig. 6.50 FGD plant cost

- A : Sodium & magnesium scrubbing waste liquor
- B : Other processes

Source : IPCAJ



石灰石-石膏法の操業コストについてみると、コストの大部分は電気料金である。発電用のFGD（石灰石-石膏法）プラントは、電力生産量の約1.5~2.0%の電力を消費する。石灰火力ボイラー用のFGDプラント（石灰石-石膏法、プラントコスト約20,000円/kw）の操業コストは、7年減価償却、金利10%で、約1.5円/kwhである。

表6.22は米国における脱硫のための投資コストの例である。この他にガス・コンバインド・サイクル（IGCC）のような新しい技術も開発されており、これらの新しい技術はコストと効率の両面で抜本的改善を達成し得るであろう。

Table 6.22 Example of Capital Investment for FGD ( Coal )

Technologies	Reduction Efficiency	\$/kW	\$/SO <sub>2</sub> ( ton )	\$/TOE
Wet FGD	over 90 %	150 - 280	350 - 600	23.4 - 40.1
Spray Drier	around 90 %	140 - 210	360 - 540	24.1 - 36.1
Dry Injection	around 50 %	70 - 120	420 - 750	15.6 - 27.9

Source ; Y.Kaya et., "Assessment of Technology Options for Mitigating Global Warming", 1991

## (2) 排ガス脱硝

NO<sub>x</sub>の大部分は化石燃料の燃焼によって発生する。したがってNO<sub>x</sub>の発生は、表6.23に示したように、燃焼対策によって半減することができる。

Table 6.23 NO<sub>x</sub> Concentration in Combustion Gas

(Unit : ppm)

	Gas (N=0 %)	Oil (N=0.1-0.5 %)	Coal (N=1-3 %)
Without CM	200 - 300	300 - 500	500 - 1,000
With CM	50 - 100	80 - 200	200 - 400

Note ; CM = Combustion Modification

Source ; Industrial Pollution Control Association of Japan, "Industrial Pollution Control, Vol. 1 Air and Water", 1989.

以下のような技術がNO<sub>x</sub>低減燃焼対策として記述し得る。

### <シングル・システム>

- a) 低NO<sub>x</sub>バーナーの使用 (LNB)
- b) 2段階燃焼法 (TSC)
- c) 流動床燃焼法 (FBC)
- d) 排煙リサーキュレーション法 (FGR)
- e) 濃淡燃焼法 (OSC)
- f) その他

### <コンバインド・システム>

- a) LNG+TSC
- b) LNB+FGR
- c) TSC+FGR
- d) LNB+TSC+FGR

その他の方法としては、上記の燃焼対策以外に触媒を使用する方法 (SCR) がある。日本における排煙脱硫設備の数と設備容量は、45基、4.3百万N<sup>m</sup>/h (1975) から、140基、63.6百万N<sup>m</sup>/h (1980)、305基、125.9百万N<sup>m</sup>/h (1985)、そして379基、152百万N<sup>m</sup>/h (1988) と増加した。これらは固定発生源、特に電力セクターからのNO<sub>x</sub>排出量の低減に寄与してきた。

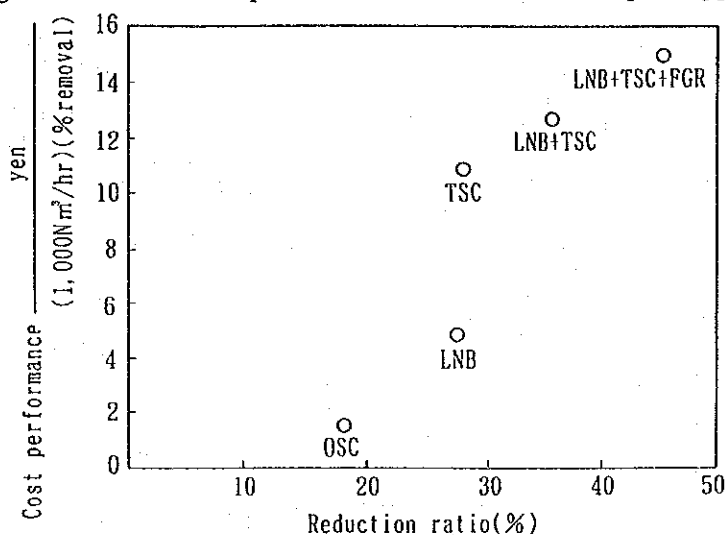
表6.24は、燃焼技術改善のための投資コストを示す。図6.51は、表6.24に示したコストとNO<sub>x</sub>の減少効果との関係を図示している。IPCAJの報告によれば、OSC法は多くのパートナーに適用でき、低コストで約20%のNO<sub>x</sub>を減少する。LNBとTSCは、約30~40%のNO<sub>x</sub>を低減する。サンプル調査の結果を表6.25に示す。

Table 6.24 Investment cost for Combustion Modification

Combustion Technologies	Cost ( Yen/Nm <sup>3</sup> /hr )
LNB	129
TSC	292
LNB + TSC	480
LNB + FGR	491
TSC + FGR	475
LNB + TSC + FGR	657
OSC	26

Source : Industrial Pollution Control Association of Japan, "Industrial Pollution Control, Vol. 1 Air and Water", 1989.

Figure 6.51 Cost Comparison of NO<sub>x</sub> Control Techniques Applied to Boilers



Source : IPCAJ

Table 6.25 NO<sub>x</sub> Control Results by Combustion Modification

NO <sub>x</sub> Abatement Methods	NO. of Samples	Before Installation (ppm)				After Installation (ppm)				Reduction Ratio (%)
		Mean.	Min.	Max.	SD	Mean.	Min.	Max.	SD	
Low Nox Burner (LNB)	97	167	35	1000	106	116	29	650	76	31
Two Stage Combustion (TSC)	41	73	61	222	40	46	37	133	27	37
Flue Gas Recirculation (FGR)	1	280	280	280	0	270	270	270	0	4
Others	44	434	39	2250	630	235	2	1125	356	46
LNB + TSC	23	305	35	700	187	181	28	490	115	41
LNB + FGR	6	125	62	247	74	80	27	176	59	36
TSC + FGR	5	143	115	176	24	116	76	141	31	19
LNB + TSC + FGR	24	182	47	450	108	111	43	290	53	39

Note: NO<sub>x</sub> concentration is adjusted for O<sub>2</sub> = 6%

Source: Tatsuo Hiratani, "Regulatory Environment and Ingredients of Industrial Pollution Control in Japan", Industrial Pollution Control Association of Japan,

表6.26は、大規模ボイラー（250～700MW）用のSCR法のプラントコストと操業コストを示す。プラントコストには触媒の初期投資と土木工事費を含んでいる。操業コストは減価償却期間を7年として見積もられている。触媒のライフは石炭ボイラーで4～5年、石油ボイラーで7～10年としている。

Table 6.26 Cost of SCR for flue gas from utility boilers ( 250 - 700 MW, 80 % NO<sub>x</sub> Removal )

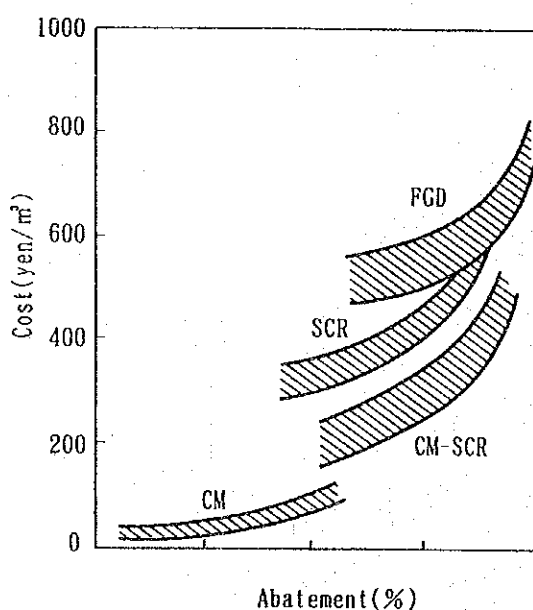
	Low-S Oil	High-S Oil	Coal
Plant cost ( yen/kW )	3,500	5,000	6,000
Operation cost ( yen/kWh )	0.20	0.30	0.40

Source ; Industrial Pollution Control Association of Japan, "Industrial Pollution Control, Vol. 1 Air and Water",1989.

### (3) SO<sub>x</sub>とNO<sub>x</sub>の削減コストの比較

図6.52は、SO<sub>x</sub>とNO<sub>x</sub>の削減コストを比較している。コストの換算は減価償却期間7年、金利10%で見積もられている。NO<sub>x</sub>削減のためには、燃焼技術の改善、燃焼方法の組み合わせによる方法が最も経済的である。SCR法は燃焼方法の組み合わせだけで、規制法規による排出基準を満足できない場合に燃焼方法と組み合わせて使用すべきであろう。他方、FGDは他の方法と比較してコスト高であるが、FGDは2つの酸(H<sup>+</sup>)を除去するので、酸を除去し酸性雨を防止する観点からすると、他の方法よりも効率的である。

Figure 6.52 Cost Comparison of SO<sub>x</sub> and NO<sub>x</sub> Removal Technology



Source : IPCAJ "Industrial Pollution Control, Vol. 1 Air and Water", 1989.

Note : NO<sub>x</sub> without treatment ; 600 ppm for coal, 300 ppm for oil

## 6.6.2 移動発生源対策

移動発生源による大気汚染は主として都市域で発生し、そこでは集積された都市機能と大きな人口により人と物の輸送が高密度で発生する。たとえば、テヘランの大気汚染は自動車（65%）、市内周辺の工場（24%）、および家庭（10~15%）による、と伝えられている（Hamshahri紙、1993年6月21日、8月2日、その他）。これとは逆に都市間交通は主として自動車により担われているが、より小さい環境インパクトしか生じない。というのは、イランの幹線道路は、大部分が僻地にあるからである。それゆえ移動発生源対策の主な対象地域は、都市域とりわけ抜きんでて大きいテヘラン市になるだろう。

この節では、エネルギーの最終利用者である輸送部門への長期的なエネルギー供給計画に反映されるべき環境配慮を提案することをねらいとする。この目的を果たすために、現在利用可能な近い将来利用可能なものの中から自動車からの汚染物質を削減する対策が選ばれる。この観点から、次の4分類された対策が検討される。

- (1) 都市交通システムの改善
- (2) 自動車性能の改善
- (3) クリーン燃料の供給
- (4) クリーン燃料車の導入

### 6.6.2.1 都市交通システムの改善（合せて5.2.3も参照のこと）

移動発生源対策は根本的に次の2形態に分類される。

#### a) 交通量の削減

この方法は色々な形をとって世界中で試みられている。自動車の保有と使用に関する規制は基本的な施策であり、多額の強制的な徴収金、たとえば自動車登録料、輸入関税、道路税、追加登録料、ガソリン税などを賦課したり、自動車割当制度、半タンク制、地区免許制度といった強制措置を講じたりする方法によって実施されている。これら一連の措置はシンガポールで系統的に採用され、自動車数のコントロールに成功したが、それはシンガポールのもつ有利な条件即ち均質な社会構造及び小規模国家という特質のもとでの例外的な成功だと思われる。この政策のもう一つの成功の条件は、自動車保有及び使用の規制を強める一方で、代替的交通手段を建設しなければならないということである。

## b) 過密地域からの交通量の置換および分散

テヘランでは、大気汚染の現状は重大な段階に達しており、何らかの規制措置が実施に移さるべきである、と広く認識されている。テヘラン市長は、同市が将来、その周辺に2つの衛星都市を建設する計画がある — 1つはサービス活動向け、もう1つは工業活動向け — と報告している。そして、汚染産業を再編成する任務をもつ会社に対して、テヘランに汚染をもたらさないような方法でこれらの都市を建設するよう指示している (Tehran Times紙, 1993年10月23日)。

このようなプログラムは、サービスおよび産業設備から出る汚染物質の直接的な削減に寄与するだけでなく、これら新都市へ来る自動車がテヘランへ行っていたとすれば出していたはずの汚染物質が削減されるという点でも有効である。このような間接的な汚染物質の削減は、貨物輸送については極めて重要である。というのは、この種の輸送の汚染源がテヘランから外部へ置換されるからである。このような措置の狙いは、工業地帯の再配置によって、全交通量を変えずに、一定の交通量を渋滞地域から他の場所へ移すことにある。この方法は汚染物質排出の密度を低くすることには大いに役立つが、結局のところ、全エネルギー消費および汚染物質排出という点では、効果を殆ど全く期待することができない。上記のような野心的な再配置計画が実施されるとしても、テヘラン市内において膨大な量の人の移動が必要である、という交通事情には、急激な変化はみられないかもしれない。

他方、輸送手段の転換 (modal shift) は交通量の削減に極めて効果的だと考えられる。この措置は人の移動および貨物輸送の双方に適用することができる。つまり、この転換とは、個人自動車を公共の大量輸送システム (含、鉄道による貨物輸送) へかえることだからである。それは輸送部門に大きな効果を与えるだろう。したがって、この転換はテヘランの交通手段改善の効果的な1方法として、以下に検討される。そして検討は人の移動に焦点を当てて行われる。

### (1) 人的移動の輸送手段転換

都市域での人的移動用の大量輸送機関は、信頼できる汚染物質削減効果をもたらす。一例として、テヘラン市は電気バスを一路線1992年9月以来運営しているが、公共用の乗り物として順調に機能している。このプロジェクトの第一期としてチェコスロバキア製の160人定員バスを35両投入している。テヘランの乗用車一台は、平均して2人の乗員で運転されているとの報告があり、この計算でいくと、電気バス1台は乗用車80台の代替たりうる。乗用車の総転換台数は、電気バス35台にて2,800台と見込まれ、それに伴うエネルギーの節約は、次に示す日本における統計的な比較に基づき約70%と見込まれる。

### 日本における燃費比較

*鉄 道	101 (kcal/人km)
*乗合バス	169 (kcal/人km)
*乗 用 車	574 (kcal/人km)

(出典：運輸関係エネルギー要覧1993，運輸省)

電気バスは、確かに明白な省エネ効果とこれに伴う汚染物質削減効果はあるけれども、未だ緒についたばかりの事業であり、引き続き第二期及びそれ以降の具体的な計画は未だ何も公表されていない。電気バスによる汚染物質削減効果は、今後のネットワーク計画の策定を待って、長期のエネルギー計画で考慮に入れられるであろう。

一方、鉄道輸送システムは電気バス以上の効果をあげることができる。即ち、燃料節約では約80%が見込まれ、容量はさらに大きい。テヘランでは新しい地下鉄網が現在建設中である。全体計画によれば、4路線から成る幹線のうち1号線と2号線が近々運行の運びとなった。新聞報道によれば、1号線と2号線の概要は次のとおりである。

- 全 長 : 90km
- 総 工 費 : 2,000億リアル
- 運転時間 : 午前4時から深夜まで
- 計画時間輸送量 : 平均12万人
- 工 期 : これまでに12年(76年から81年, 86年から現在プラスアルファ)
- 事業機関 : テヘラン地下鉄公社

計画時間輸送量から1日当たり輸送量を推定すると、約240万人となる。テヘラン当局の情報によると、輸送手段ごとの平均的な人的移動の現状は次のとおりである。

- 自家用車 : 8.5 (百万トリップ/日)
- 自家用バン : 0.5 (百万トリップ/日)
- タクシー : 1.6 (百万トリップ/日)
- バイ ク : 2.7 (百万トリップ/日)
- バ ス : 4.2 (百万トリップ/日)
- 計 算 : 17.5 (百万トリップ/日)

テヘランにおける1日当たりの人的移動の合計1,750万トリップのうち1,060万トリップ(約60%)は自家用車・自家用バン・タクシーなどのガソリン車によって運ばれている。自動車から鉄道へ転換される人的移動240万人は、全体の14%かつガソリン車による移動の



23%に当たる。テヘラン市のガソリン車は約160万台であるから、1、2号線による日計画輸送量は、下記の計算で示すとおり、約40万台のガソリン車にとってかわることが見込まれる。

$$(\text{鉄道に置き換えられる自動車台数}) = 160\text{万台} * (240\text{万人} / 1,060\text{万人}) = 40\text{万台}$$

地下鉄システムは電力で駆動されることと、電力はテヘラン市外で作られているため、乗用車を鉄道に置き換えるうえで汚染物質がテヘラン市に影響を及ぼすことはない。引き続き2路線についての計画容量は未発表であるが、これらが1、2号線と同容量をもつものと仮定すれば、あと40万台の乗用車が鉄道輸送に置き換えられることが期待される。

各々の路線がいつ開業されるかの情報は無いが、1、2号線の完成に正味15年かかりそうだという過去の建設記録を考慮し、かつ1、2号線開業直後に3、4号線の建設に着手するものとして、下記のように仮定した。

#### 想定開業年

- 1、2号線 : 1995
- 3、4号線 : 2010

#### (2) 物的移動の輸送手段転換

貨物輸送に関しては、自動車から鉄道への転換は汚染物質の排出削減に有効な対策と考えられる。汚染物質の削減は、自動車輸送に比べて鉄道システムのエネルギー効率の優位性によってもたらされる。輸送手段ごとのエネルギー効率比較例を日本の統計から次に示す。

- 鉄道	114 (kcal/ton, km)
- 営業用トラック	649 (kcal/ton, km)
- 自家用トラック	2,068 (kcal/ton, km)

(出典：運輸関係エネルギー総覧 1993, 運輸省)

この比較により、鉄道は営業用トラックの約6倍、自家用トラックの約18倍のエネルギー効率をもっていることがわかる。この事実は、大気汚染物質の排出を抑制するためには、鉄道輸送のシェアを拡大するのが望ましいということを示しているが、自動車から鉄道への転換は都市環境の改善にはあまり大きな貢献はしない。鉄道システムは重量物の長距離輸送に適した手段であり、都市内の貨物輸送は工業区域を除き大抵が軽量、短距離であるからである。

貨物輸送の輸送手段転換による都市環境改善効果は間接的なものにとどまり、かつそのゆえに効果の程度を量的に予測することが困難である。この種の転換は、関係当局による具体的な計画が示された時点で考慮に入れたほうがよい。

#### 6.6.2.2 自動車性能の改善（合せて5.2.3も参照のこと）

「統計によると、テヘランで走っている車の大半は1980年以前に製造されたものである。これらの車の大部分はイラン製の“Paykan”であり、この車は1963年にその最初の組立てが行われた時にすでに技術的な失敗といわれていた。“Paykan”の主な技術的な問題は、その燃料システムにあり、100km走るのにガソリン17リッターを要する。専門家によると、テヘランを走る車の平均ガソリン消費量は100km当り15リッターであり、同市では1日に600万リッターのガソリンが使われている。この消費量は世界の標準の2倍であり、それがテヘランの汚染に大きな役割を演じていることは間違いない。“Paykan”は燃料システムに技術的変更を施すことなく依然として製造されている。テヘランの交通当局はその解決策を探している……。」（Hamshahri紙、1993年4月20日）。

平均ガソリン消費が15ℓ/100kmということはリッター当たり走行距離が6.7kmであり、日本車のおよそ半分である。老朽車両の多いこと及び排出ガスについての総合的な規制もまだなされていないことなどから、環境保全の見地からすると車の性能はまだ改善の余地がある。改善案としては次の方法が適用可能である。

##### (1) 保守整備の強化

老朽車両の多いイランでは、日常的なエンジンの整備は、燃費効率を維持し、その結果汚染物質の排出を削減するために有効な手段である。これを実施するためには、整備すべき事項と要求する水準を公定し、車の持ち主に義務づける制度と、整備機関の設備、容量が必要となる。

定期的な整備の普及による汚染物質の削減効果はCO、HCの排出量で25%、NO<sub>x</sub>の排出量で10%あるといわれている。公定基準を達成するために要する費用は、日本においては年間の燃料費のおよそ80%に達するので、イランにおいても西側諸国並の排ガス規制を導入すればこの程度の支出を充当することになるだろう（表6.27）。

Table 6.27 Maintenance and Fuel Cost Ratio in Japan

Year	Fuel Consm. (1000 kl)			Price Index	Fuel Cost(A) (Billion ¥)	Mainte. Cost(B) (Billion ¥)	Ratio (A/B)
	Gasoline	Diesel	LPG				
1979	35,265	16,324	2,936	0.8	3,817	3,154	0.83
1980	35,512	16,893	2,908	0.8	4,161	3,546	0.85
1981	35,241	17,345	2,890	0.9	4,354	3,612	0.83
1982	35,279	17,593	2,815	0.9	4,488	3,651	0.81
1983	35,060	18,408	2,857	0.9	4,591	3,811	0.83
1984	34,314	19,521	2,821	0.9	4,676	3,978	0.85
1985	34,300	20,409	2,872	0.9	4,816	4,258	0.88
1986	34,685	21,431	2,885	0.9	4,941	4,100	0.83
1987	40,110	24,987	2,984	0.9	5,713	4,144	0.73
1988	41,180	27,262	2,938	0.9	5,987	4,367	0.73
1989	42,589	29,115	2,864	1.0	6,369	4,773	0.75

Source: Japan Motor Industry Association

(2) エンジンの改善

エンジンの改善がイラン車にとってはまだ必要性の大きい課題である。改善の方法はエンジンの型別に次のようなものがある。

a) ガソリン車の改善対策

\*エンジン調整 (点火時間調節・スロットルポジションアダプティブ)

: 汚染物質削減対象 = HC, NO<sub>x</sub>

\*排ガス再循環 (EGR) : NO<sub>x</sub>

\*二次空気投入 : HC

\*酸化触媒 : HC, CO

\*三元触媒 (電子燃料噴射装置及び酸素センサ付)

: HC, CO, NO<sub>x</sub>

b) ジェゼル車の改善対策

\*エンジン調整 (燃料噴射時期抑制, 燃料噴射最適化装置, インタークーラーによる過給装置) : NO<sub>x</sub>, Smoke, CO

\*EGR : NO<sub>x</sub>

### c) バイクの改善対策

\* 4 ストロークエンジン採用 : HC, CO, Smoke

\* 無煙オイル : Smoke, CO

これらの方法は排ガス規制の要求水準に応じてそれを満たす必要なものとして単独あるいは組合せて適用されるものである。従ってどの対策が採用されるかは、今後の排ガス規制の動向によって決まるものであるが、これらの方法により西側諸国で実施されている要求水準は満たすことができる。

### (3) 型式検査制度の導入

日本では、新車については最も厳しい排ガス規制が適用されているが、これは自動車の性能を監督する政府機関である運輸省による検査の形で実施されている。検査装置としてはシャシダイナモが使われ、新車が規制を満足するエンジンであるか否かを判定する。その構成は次のような要素から成り立っている。

\* シャシダイナモ

\* CVS システム

\* ガス分析機

\* 拡散筒 (ジーゼル車のみ)

1 系列の総費用は、ガソリン車で約 1 億 8 千万円、ジーゼル車で 2 億 1 千万円、大型車で 3 億 7 千万円と見込まれる。運転要員は最低 2 人必要である。検査自体では、汚染物質削減効果を持たないが、将来排ガス規制が導入された際には、これを規則に従って推進し効果を確認するうえで不可欠な要素となる。

### 6.6.2.3 クリーン燃料の供給

イランで使用されている自動車燃料は、大気汚染物質を排出しやすい性質を持っている。ガソリンは未だに鉛入りが使われており、国民車ともいえるベストセラーのペイカン(バイク)は鉛ガソリンでしか動かないということが深刻な事態を象徴している。軽油は硫黄分が平均 0.9% もあり、大型車による SO<sub>x</sub> 排出の原因となっている。これに応ずる対策として、次の方法が適用可能である。

### (1) 無鉛ガソリンの供給

「テヘランで大気中に放出される鉛の量は1日当り 3.5トンであり、主にガソリン・エンジンからである。テヘラン市は無鉛・高オクタン・ガソリンの生産、ならびに、車の燃料システムの変更に関する研究計画を提案している。」（テヘラン交通管制センター、『テヘランにおける総合大気汚染防止計画』，1993年2月3日）。1991年6月にテヘラン市によって設立された“テヘラン大気質管理会社”は「エンジン規制およびその大気汚染への効果」という研究を行っている。

EPOは1993年7月に政策を発表し、すべての国内自動車メーカーと輸入業者に対して、無煙ガソリン対応の車を製造、販売するよう求めた。この決定に基づき、自動車産業を所管する重工業省は、自動車が国際的な基準を満たすよう規制することになると見られている。

NIOCは6年以内にアラクおよび他の製油所から無鉛ガソリンを供給することを検討している。

### (2) 軽油の脱硫

イラン軽油の硫黄の含有量は高すぎるきらいがあり、これをせめて半分に減らせれば  $SO_2$  の排出量は確実に半減するであろう。できれば日本の工業規格並に 0.2%以下とすれば、工場移転による固定発生源の削減もあって、 $SO_2$  の環境基準は達成できるようになるであろう。

### (3) 酸素添加ガソリンの供給

テヘランは海拔約 1,500mの高地にあるため、空気が低地よりもうすく不完全燃焼をおこしやすい。これを補うために、酸素を含んだ添加剤をガソリンに混入する方法がある。添加剤としてはMTBE, ETBE等の有機化合物が使用されている。これによる効果として、COで15%、HCで10%程度の排出抑制が期待できる。

#### 6.6.2.4 クリーン燃料車の導入

ここでは現在開発途上または部分的に実用化されているクリーン燃料車の中から3種類を選び出して示す。これらの車は持続可能な開発という地球的な要求にかなう次世代の自動車であると同時に、イランのエネルギー構造にも合致するものである。選ばれたクリーン燃料車とは次の3種である。

- 1) 電気自動車
- 2) ハイブリッドカー（電動機と在来エンジンを搭載）
- 3) CNG車（天然ガスエンジン）

これらの車による汚染物質削減効果は排出係数の対比として表6.28に示す。

Table 6.28 Emission Factors of Each Type of Vehicle

Polutant	SOx (g/km)		NOx (g/km)		CO2 (g/km)		HC (g/km)	
	Gasoline	Gas Oil	Gasoline	Gas Oil	Gasoline	Gas Oil	Gasoline	Gas Oil
Fuel now in use								
Conventional Engine	0	4.86	3.13	7.44	309	861	4.44	12.21
CNG Car	0	0	0.23	0.55	226	630	0.33	0.90
Electric Car	0	0	0.02	0.05	93	258	0	0
Hybrid Car	0	3.40	2.19	5.21	216	603	3.11	8.55

Source : (1) National Institute for reserach and Advancement, Japan  
 (2) Environment Agency of Japan

この比較によると、環境改善効果の最も大きいのは電気自動車であり、次いでCNG車である。ハイブリッド車は、その構成からして飛躍的な効果は望めない。電気自動車は多彩な用途に応用されている半面、通常の路上を走る自動車としての普及の面ではまだ試験的な採用の段階にとどまっている。一方、CNG車の普及状況は表6.29に示すとおり、かなり普及した国があり、価格、性能の両面から実用段階に最も近いのはCNG車である。この傾向は2000年代に入ってもまだ続いていると予測されるので検討対象をCNG車とする。

Table 6.29 Situation of CNG Car Usage in the World

Country	Number of Veh.	Number of Station
CIS	470,000	483
Italy	335,000	260
Argentine	150,000	260
New Zealand	60,000	387
Canada	32,550	180
U.S.A	30,000	550
China	1,200	-
Iran	1,200	2
Australia	800	25
Nigeria	504	-
Pakistan	270	1
Indonesia	212	6
Trinidad Tobago	200	1
Japan	105	5
France	100	1
Others	293	16
Total	982,400	2,180

Sources: International Conference Exhibition NGV90, NGV92 &

CNG車の導入効果を、次のような仮定のもとに推定を試みる。

仮定1：CNG車の導入を1996年から開始する。

仮定2：CNG車の年間導入台数は、その年の新車投入台数全体である。

仮定3：CNG車の寿命は在来の車と同じである。

仮定4：在来の車には排ガスの質的向上はない。

CNG車を導入した場合のテヘラン市における汚染物質の削減状況の推定結果によると、CNG車が全体にゆきわたった時点でSO<sub>x</sub>は排出されなくなり、HC、NO<sub>x</sub>は約10分の1、CO<sub>2</sub>は約8割に削減されることが期待される。実際には2021年までに全車両をCNG車に置換することは容易でないと思われるので、限られた充填所を利用しやすいバス、大型トラック、タクシーなどに先ず普及するのが現実的な導入の方法であろう。現にテヘラン市ではEPOが2万台のタクシーのガス転換の計画を持っており、既に10ヶ所のガス充填所が操業に入り、八千台の車にガスを供給していると伝えられている。

## 6.7 汚染物質削減の可能性と環境改善対策の検討

### 6.7.1 本調査の主要内容

#### 6.7.1.1 イラン・イスラム共和国の大気汚染の現状

##### (1) 大都市部

テヘランにおけるこれまでの大気汚染の傾向を見ると、鉛をはじめとする主要な汚染物質の濃度はWHOの都市に関するガイドラインを越えている。例えば、SO<sub>x</sub>濃度は、WHOの1立方メートルあたり0.04~0.06mgという範囲を著しく越えている。

国際的比較によっても、テヘランは大気汚染濃度では高いランクに属していた。1992年、テヘランは、1年間のSPMと煤煙のレベルが臨界値を越えた日数では第1位、SO<sub>x</sub>排出量では第2位だった。

イランの新聞の報道によれば、テヘランについて、マシャド、イスファハン、シラース、タブリース、アラークの汚染がひどい。1993年2月に作成された報告は、テヘランの大気汚染の65%が、市内を走る約200万台の車によるものだと分析している。汚染の約1/4は産業施設によるもの、1/10が家庭によるものだという。

##### (2) イラン全体

エネルギー消費部門の主な汚染物質発生源は一般に次の通りである。

- 油田でのフレアリングまたは燃焼。原油生産量の10~15%
- 製油所。投入原料5~10%
- 100トン/時間以上の重油だきボイラー
- 低級燃料（硫黄分が多い）を燃やすガスタービン
- 低級燃料を燃やす中小工場
- 大規模な製鉄所
- 人口100万以上の大都市
- 自動車

エネルギー消費から発生するSO<sub>x</sub>排出総量は、我々の計算では1970~1990年の間に約6倍に増えた。工業およびエネルギー転換部門の排出量の増加は極端に大きく、1990年にはエネルギー消費による排出量全体の60%を占めた。さらに、油田でフレアされる随伴ガスからのSO<sub>x</sub>の排出量は、1990年のイランのエネルギー消費全体から出るSO<sub>x</sub>排出量とほとんど同量であったと推定される。



エネルギー消費から発生するNO<sub>x</sub>排出総量は同じ時期に約5倍に増えた。NO<sub>x</sub>排出量の増加が一番著しかったのは、輸送部門で、1990年には、エネルギー消費によるNO<sub>x</sub>排出総量の約60%を占めた。油田のガス・フレアリングからのNO<sub>x</sub>排出量は、他のさまざまな発生源に比べれば僅かである。

CO<sub>2</sub>排出総量は、全てのエネルギー消費分野で、燃料消費量の増加につれて増加した。油田のフレアリングによるCO<sub>2</sub>発生は、1990年に他の発生源から出る量の約10%と推定されている。

#### 6.7.1.2 排出量の予測

主要な都市や地域における将来の大気汚染物質の濃度の推定は、本調査では行われていない。これは、イランにおける環境調査の次の段階での重要な任務のひとつとなる。

我々の推定では、将来、SO<sub>x</sub>排出量の増加は特に輸送部門で著しい。NO<sub>x</sub>総量は輸送部門で著しく増加するが、工業およびエネルギー転換部門ではさほど大きくは増加しない。輸送部門は、CO<sub>2</sub>排出量の増加でも他の分野を上回るだろう。

油田のフレアリングにより発生するSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>の排出量は予測されなかった。これは主に、採掘されたガスからH<sub>2</sub>Sを除去するために計画されている天然ガス処理工場が完成して操業を開始するときには、大規模なフレアリングが廃止されてしまうだろうからである。

#### 6.7.2 汚染物質削減の技術的可能性

##### 6.7.2.1 大気汚染に寄与する要因

SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>の排出を引き起こす要因は、「6.4.2 要因分析」で記述されている。この要因分析の結果に従えば、同じ要因が各汚染物質の減量に対しては異なる影響を与える。

- a) 燃料転換要因（燃料の改善と燃料の転換）はSO<sub>x</sub>減量に最大の効果を発揮する。特に最大の影響をもつのが、エネルギー・インテンシティ改善要因である。
- b) 燃料転換要因とエネルギー・インテンシティ改善要因は、NO<sub>x</sub>排出量についても主要な要因である。
- c) エネルギー・インテンシティ改善は、CO<sub>2</sub>減少の最大の要因である。第二に重要なのがエネルギー転換要因である。

技術的可能性について、2種類の試算を以下に示す。ひとつはマクロ・ベース、もうひとつはミクロ・ベースによるものである。

## 6.7.2.2 技術的可能性の推定

### (1) 評価の前提

#### 1) 燃料の改善

燃料改善の影響は、改善が、主要な3種類の液体燃料（重油、軽油、ガソリン）について、表6.30のようになされる、という前提で評価されている。

Table 6.30 Assumed Improvement of Fuel in Sulphur Content

	Before Improvement	After Improvement
Gasoline	0.1	0.004
Gas Oil	0.9	0.2
Fuel Oil	3.3	1.0

「改善後」として想定されている数値は現在の日本に関する数値に基づいている。「改善前」としてあるのは、イランの現状に関する推定値である。

#### 2) 燃料転換

現在イランで消費されている重油が全て天然ガスに換えられると想定している。

#### 3) エナジー・インテンシティ

エナジー・インテンシティ改善はNO<sub>x</sub>とCO<sub>2</sub>の減量に大きく寄与する。これはCO<sub>2</sub>減量を実現する唯一の実行可能な方法である。

図6.53(a)と図6.53(b)は、イランと日本でのこれまでのエナジー・インテンシティの推移を示している。これらの数字は、イランにおいてGDP当りの一次エネルギー必要量が1971年以来継続的に増加してきたことを示している。またこの数字は、日本ではエナジー・インテンシティが1974年の18.59Kcal/Yen (4,722Kcal/US\$) から1991年には11.67Kcal/Yen (2,964Kcal/US\$)に低下したことを示している。価格は1985年の価格で、\$1 = ¥254である。これは37%の低下である。

1985年のイランにおけるエナジー・インテンシティは、3,557Kcal/US\$と推定される。この数値は、以下のパラメータから導き出された。

Fig. 6.53(a)

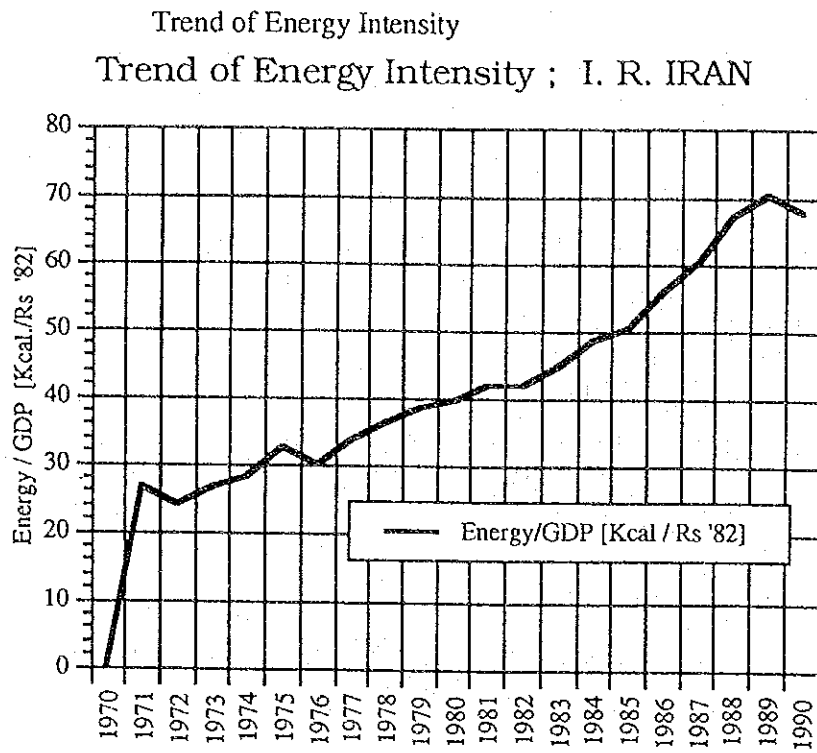
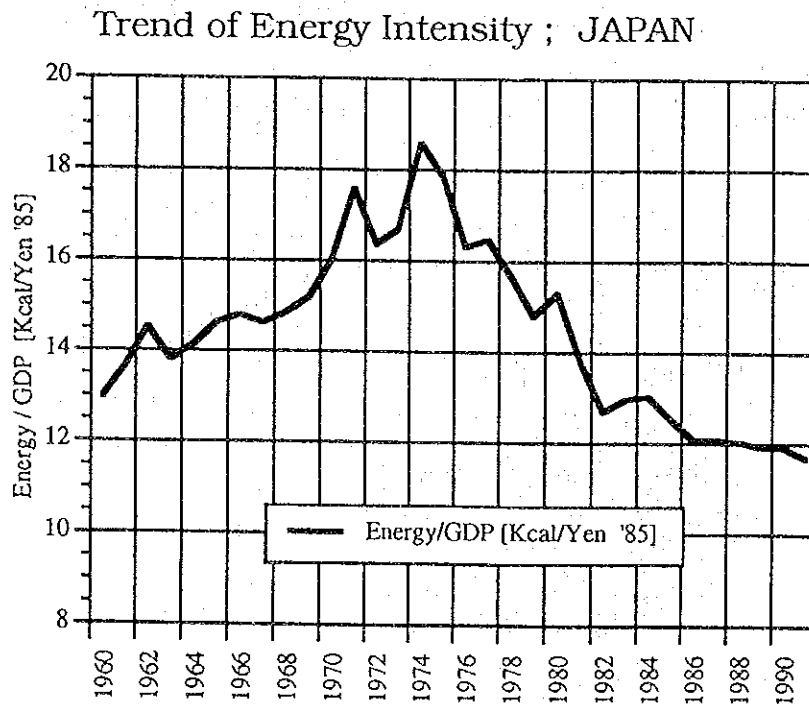


Fig. 6.53(b)



為替相場	89.5リアル/\$
一次エネルギー必要量	412.2 MMBOE
GDP	15.168×10 <sup>12</sup> リアル
国民1人あたりGDP	3,655\$/人

表6.31に1985年と1990年におけるイラン、日本両国でのエネルギー・インテンシティを示す。

Table 6.31 Comparison of Energy Intensity

			1985	1990
I.R. Iran	Value @'85 Price	kcal/\$	3,577	4,792
	Value @Current Price	kcal/\$	3,577	5,476
	Exchange Rate	Rial/\$	90	262
	GNP Deflator	1985=100	100	229
Japan	Value @'85 Price	kcal/\$	3,187	3,032
	Value @Current Price	kcal/\$	3,187	1,781
	Exchange Rate	Yen/\$	254	150
	GNP Deflator	1985=100	100	107

Source: APPENDIX "Parameter Table"  
EDMC, "Energy Economics Statistic Table", 1993

ドルベースでみたエネルギー必要量の対GDP比は、為替レートに左右され、推定は難しい。表によれば、1990年のイランと日本でのエネルギー・インテンシティの価値は、85年価格で、それぞれ3,032Kcal/\$と4,792Kcal/\$である。

イランのエネルギー・インテンシティを1990年の日本の水準に改善することが可能だとすると、削減率あるいは改善率は36.7%となる。この検討にもとづくと、イランにおけるエネルギー・インテンシティの改善の可能性は35%と想定される。

## (2) 汚染物質削減の技術的可能性

### 1) SO<sub>x</sub>

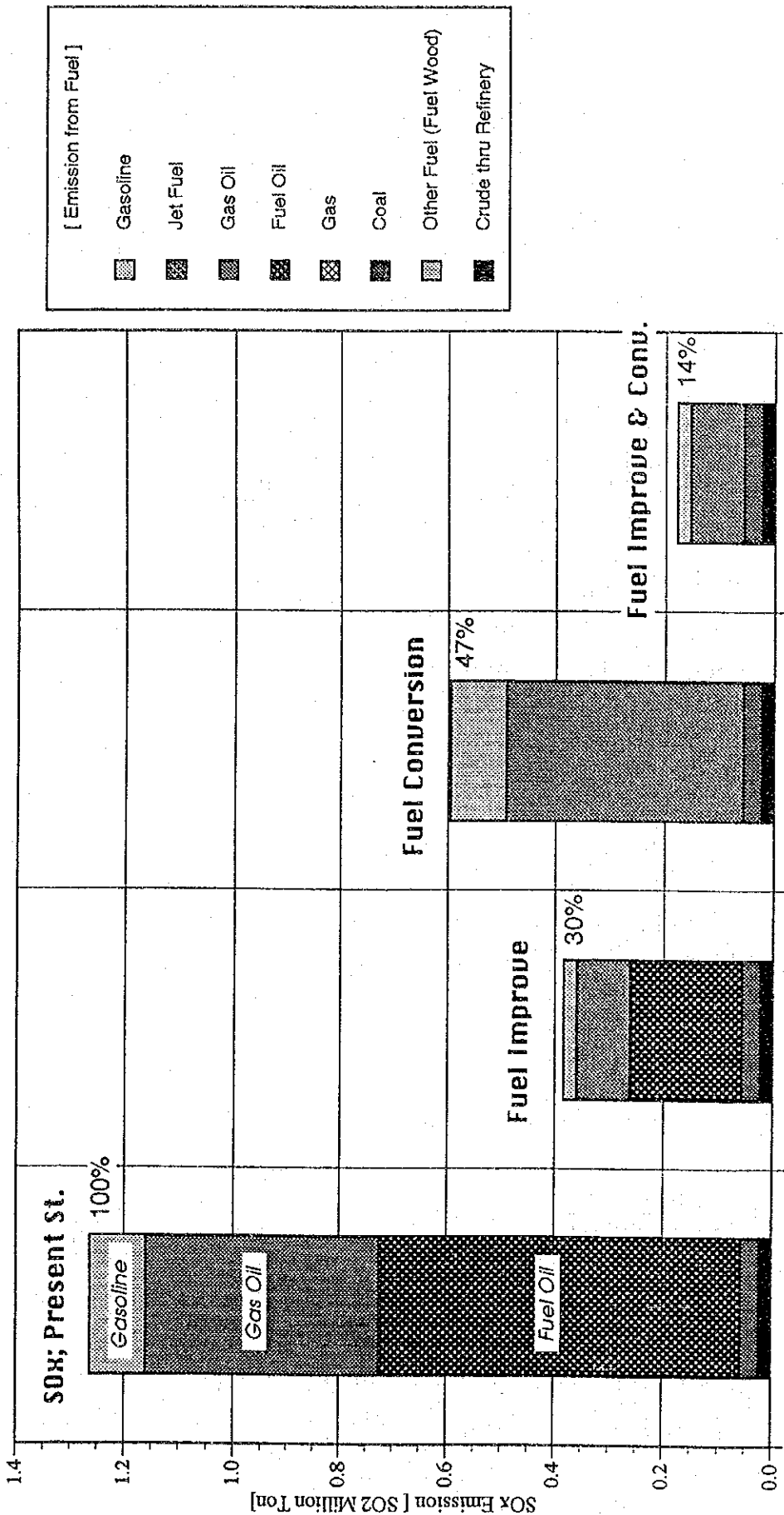
#### a) 燃料改善と燃料転換

図6.54は、1990年における燃料改善と燃料転換によるSO<sub>x</sub>削減可能量の計算結果である。前述の前提にもとづく燃料改善の影響は、この図では、燃料改善のケースとして示されている。図中の燃料改善と転換のケースは先の2つを合わせたものである。

この図によると、燃料改善と、燃料転換と、これら二つの対策の組み合わせによる

Fig. 6.54

Potential in Reduction of SOx Emission ; I. R. IRAN 1990



SO<sub>x</sub>排出量の削減率は、それぞれ70%、53%、86%である。これらのドラスチックな数字は、イランではかなり大幅なSO<sub>x</sub>排出量削減の可能性があることを示している。

日本では、日本工業規格（JIS）により、家庭用灯油の硫黄含有率は0.015%以下と規定され、市場に出回っている同製品の硫黄含有率は実際には10ppm（0.01%）にまで下がっている。工業用では、灯油と軽油の最大硫黄含有率は1992年以降0.2%に制限され、日本の精製会社はみなこの水準で製品を作ることができる。さらに一般用の灯油と軽油の硫黄含有量の0.05%までの引き下げが、1997年までに達成される予定である。重油については、用途の違いに応じて4通りの硫黄分のグレードが決められている。すなわち、0.5%、2.0%、3.0%、および最大3.5%である。

#### b) エナジー・インテンシティの改善

先に述べたように、エナジー・インテンシティの改善は、SO<sub>x</sub>排出量をさらに35%減らす可能性をもっている。この要因と他の2つの要因（燃料改善と燃料転換）が組合されると、全体的なSO<sub>x</sub>排出量の減小率は86%から91%に上昇する。

### 2) NO<sub>x</sub>

#### a) 燃料転換

図6.55は、NO<sub>x</sub>排出量に対する燃料転換の影響を示している。燃焼効率の改善はこの調査では考慮していない。必要な重油を全て天然ガスに転換した場合のNO<sub>x</sub>減量効果は9%と推定される。この結果は、日本の経験と一致する。日本の経験は、NO<sub>x</sub>減量に主に寄与するのは燃焼の改良と排ガス規制だということを示している。

#### b) エナジー・インテンシティ

エナジー・インテンシティの改善は、SO<sub>x</sub>排出ばかりでなくNO<sub>x</sub>の排出の減量にも著しい効果がある。エナジー・インテンシティの改善可能量は、上記の通り35%と推定され、それがNO<sub>x</sub>排出量の削減率を約41%にする。

### 3) CO<sub>2</sub>

#### a) 燃料転換

図6.56は、燃料転換のCO<sub>2</sub>排出量に及ぼす影響を示している。重油を全て天然ガスに換えたとすると、CO<sub>2</sub>排出量抑制におけるその効果は6%と推定される。

Fig. 6.55

Potential Reduction of NOx Emission ; I. R. IRAN 1990

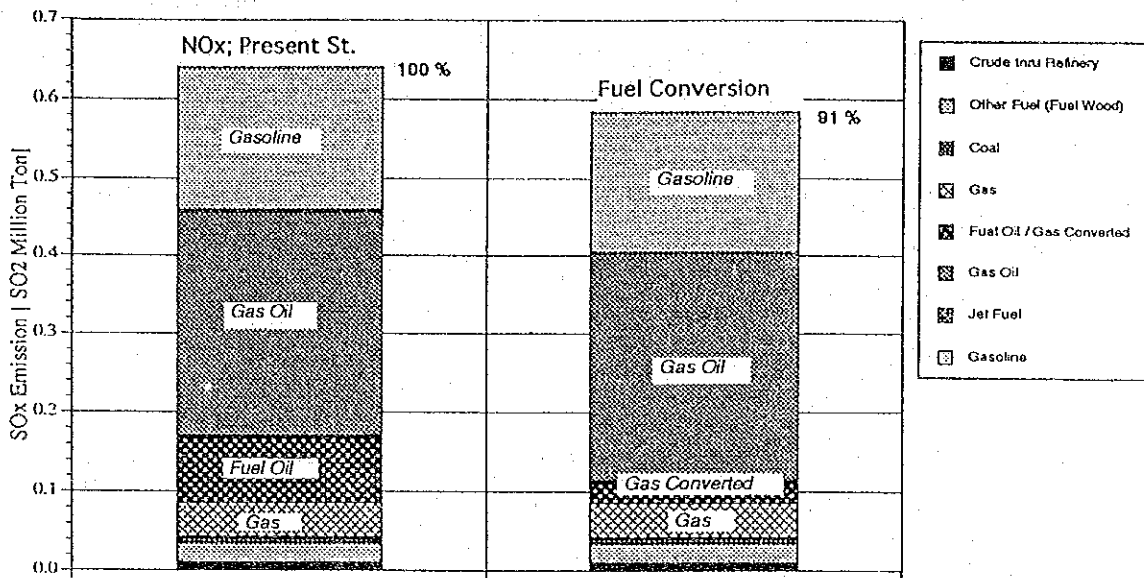
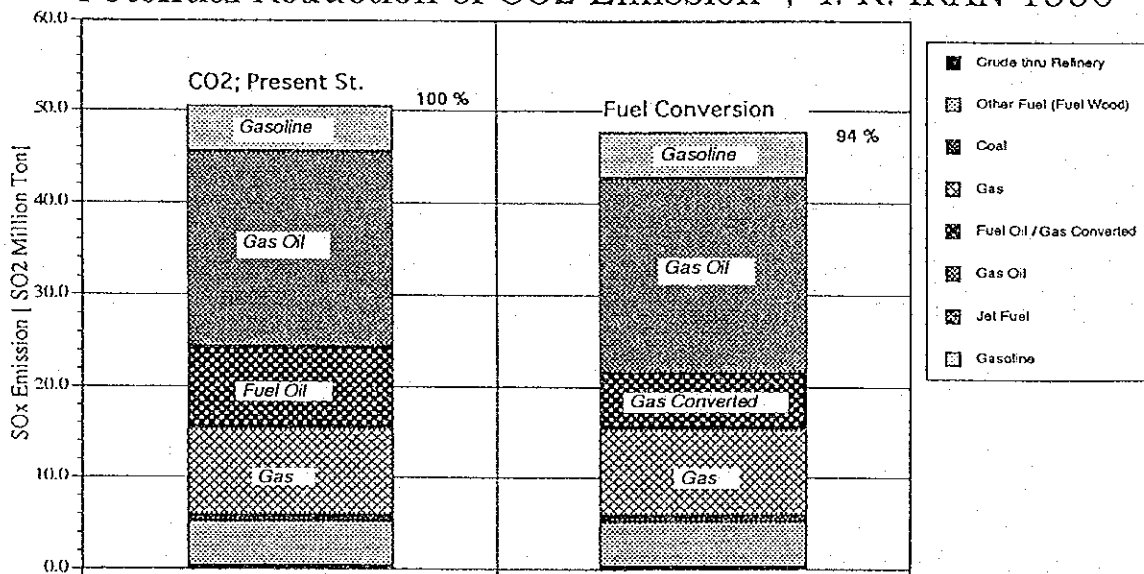


Fig. 6.56

Potential Reduction of CO2 Emission ; I. R. IRAN 1990



b) エナジー・インテンシティ

CO<sub>2</sub> 排出量抑制に主に寄与するのは、勿論、エネルギー効率の改善である。エナジー・インテンシティの改善可能量は、35%と推定されており、CO<sub>2</sub> 総排出量を約39%減らすと見られる。

以上の検討を通じて、排出される汚染物質とCO<sub>2</sub> の削減可能量は表6.32のように要約できる。

Table 6.32 The Potential Reduction of Pollutants and CO<sub>2</sub> (%)

	Fuel Improvement and Fuel Conversion			Energy Intensity Improvement	Overall Reduction
	Improvement	Conversion	Total Effect		
SO <sub>x</sub>	70	86	86	35	91
NO <sub>x</sub>	-	-	9	35	41
CO <sub>2</sub>	-	-	6	35	39

6.7.2.3 発電所における天然ガスへの燃料転換の効果

(1) 前 提

以下のことがここでの推定の前提となる。

- 1) 重油と軽油を使用する蒸気タービン発電所を全て天然ガスに転換する。
- 2) 軽油を使用するガスタービン発電所を全て天然ガスに転換する。
- 3) 天然ガスを使用するガスタービン発電所を全てガス・コンバインド・サイクル発電所に改造する。

イランにおける1992年の実際の発電所の稼働に関するデータを表6.33に示す。



Table 6.33 Actual Operation Data of Power Plants in Iran (1992)

<Steam Turbine>

	Total	Fuel Oil	Gas Oil	Natural Gas
Capacity (MW)*	5,373 MW*			
Fuel Consumption (PJ/y)	418 PJ/y	187 PJ/y	1 PJ/y	230 PJ/y
Production (GWH)	42,362 GWH			
Therm Efficiency	34.2 %			
SO <sub>x</sub> Emission (million ton/y)	291 Mt/y	290.5*	0.5*	0.005*
NO <sub>x</sub> Emission (million ton/y)	69.4 Mt/y	45.6*	0.7*	23*

<Gas Turbine>

	Total	Fuel Oil	Gas Oil	Natural Gas
Capacity (MW)	1,378 MW*			
Fuel Consumption (PJ/y)	157 PJ/y	0 PJ/y	26 PJ/y	131 PJ/y
Production (GWH)	10,866 GWH			
Therm Efficiency	22.9 %			
SO <sub>x</sub> Emission (million ton/y)	12 Mt/y	0*	11*	1*
NO <sub>x</sub> Emission (million ton/y)	31 Mt/y	0*	17*	14*

\*= calculated value (Capacity's value includes 10% reserves)

(2) 燃料転換のSO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>排出に対する効果

表6.34に見るように、SO<sub>x</sub>排出量は前記のような転換により年間2億9,100万トン減らすことができ、NO<sub>x</sub>排出量は転換と改造によって年間5,300万トン減らすことができる。NO<sub>x</sub>の場合には、発電所をコンバインド・サイクル・システムに改造することによるエネルギー（天然ガス）節約によって達成されるNO<sub>x</sub>排出量抑制が含まれている。

SO<sub>x</sub>排出とNO<sub>x</sub>排出の全削減率はそれぞれ98%および53%である。

Table 6.34 Effects of Fuel Conversion on Pollutant Emission

	SO <sub>x</sub> Reduction	NO <sub>x</sub> Reduction	Energy Saving
<Steam Turbine> Fuels Conversion	287Mt/y (△98%)	29Mt/y (△41%)	
<Gas Turbine> Fuels Conversion	11Mt/y (△92%)	15Mt/y (△48%)	
<Gas Turbine> Renovation Combined Cycle			76PJ/y (△48%)
Effects by Energy Saving above		9Mt/y	
Total	298Mt/y (△98%)	53Mt/y (△53%)	

### 6.7.3 環境保護対策の検討

以上の調査の内容にもとづくと、以下の項目が、イラン政府が環境改善のために検討すべきコンセプトとなる。

#### (1) モニタリング体制の確立

モニタリングシステムの確立は、環境保護のための現実的で具体的な政策を作り上げるうえで不可欠である。事実、この点ではすでに発展があり、特にテヘランではそうである。環境調査を遂行するための日本との技術協力が最近開始されており、モニタリングシステムの確立に寄与することが期待されている。

#### (2) 省エネルギーの加速

6.7.2で述べたように、省エネルギーは、CO<sub>2</sub>をはじめとする汚染物質の排出を減らすうえで大きな効果がある。第5章で述べられている省エネルギー対策は環境改善にも寄与する。省エネルギーのうえで一番重要な対策のひとつは、工場、プラント、自動車の適切な保全と運転である。

輸送部門は、特にSO<sub>x</sub>とNO<sub>x</sub>の排出に関しては、より大きな比率を占めるので、この分野での省エネルギーを加速することは、きわめて重要である。

### (3) 石油から天然ガスへの転換

6.7.2で述べたように、燃料の種類を石油から天然ガスに転換することは、道路輸送を含め多くの分野において多くの汚染物質を減らすのに寄与する。CNGとLPGを自動車の燃料に使用することは、すでにイランで始められているが、その規模は当分の間さほど大きくはないだろう。

他方、転換のためのコストは少なくないので、転換を進めていくのには何らかの戦略を提示する必要があるかもしれない。この観点からすれば、燃料消費量の多い発電所と大規模な工場を優先すべきである。

### (4) 精製設備の改善

イランに現在ある製油所には、いくつかのアイソマックス装置を別にすれば、軽油と重油の脱硫のための水素化脱硫装置はない。これらの製品は、それ以上硫黄分を除去せずにユーザーに向けて出荷されている。こうした状況のもとでは、市場の需要パターンに製品の得率を合わせること、製品をSO<sub>x</sub>排出量の少ないものへ改善することの両方を念頭において、製油所の近代化を図る必要がある。

精製設備を検討すると、各製油所は、品質改善のためのものと転換のためのもの — 後者でも、硫黄分は、重質溜分を軽質溜分に転換する過程において除去される — の2つのカテゴリーに分けられる。

### (5) 効率的な自動車運転のための対策

自動車の修理点検と運転を適切にすることは、燃料消費量を減らすことを通じて間接的にばかりでなく、直接的により効率的な燃料の燃焼を通じても、大気汚染の減量に寄与する。炭化水素と煤煙は、燃料の不完全燃焼により生み出される汚染物質の典型的なものである。

6.3.3.2において、ある報告書から引用したように、不完全燃焼は交換部品の不足とテヘランの高度に起因すると言われるが、自動車を適切に修理点検するための技術と努力が欠けていることも、その重要な原因と見なされるべきである。

### (6) 油田でのガス・フレアリングへの対策

ガス・フレアリングによるSO<sub>x</sub>の排出は、イランでの燃料の総消費によるもの等しいと推定されている。既に述べたように、随伴ガスはH<sub>2</sub>S含有量が多く、使用可能にするためには、それが除去されなければならない。

H<sub>2</sub>S除去によりこれらガスを使用可能にするために計画されている施設が、出来るかぎり早く完工することが望まれる。



## 7. 結 論

### 7.1 本調査の要約および調査結果

総合的なエネルギー研究の過程で、社会および経済部門のエネルギー需要に関する大量のデータが収集され、分析され、様々な部門におけるエネルギーの合理的利用について研究が行われた。本章では、本調査の一般的な結論について概略を述べる。

エネルギーの消費と供給が競い合うことによりエネルギーの需要と供給との間の最適バランスを確立するための枠組みを維持する手段として、エネルギー政策というものが考えられ、さらに、エネルギー利用の経済的・社会的費用が最低レベルに維持される、という2つの事実に、総合的なエネルギー研究の結論は基づいている。このようにして、エネルギー政策およびエネルギー経済は、エネルギー供給システムの確立に寄与することになるが、そのシステムの助力を得て、以下のような目標が実現されることになるであろう。

- a) この国のあらゆる社会および経済部門およびすべての国民の有効エネルギー需要は満たされるであろう。
- b) 必要とされる有効エネルギーは、最大の効率および効果をもって供給されるであろう。また、エネルギー供給費用は、長期的には最低にならなければならない。
- c) エネルギー部門は、この国の社会的価値および持続可能な開発と矛盾しないであろう。
- d) 健康への被害および環境汚染は最低レベルに抑えられるであろう。
- e) 生活上の必要条件の充足および将来の世代の生活条件の改善が考慮されるであろう。

これらの基準に基づき、本調査の重要な結論を要約すると以下の通りになる。

1. 経済開発および貧困層の生活水準を改善することは、有効エネルギー需要を高めることと関連している。有効エネルギー需要は、1994年の878.7PJ/aから1999年の1,011.5PJ/aおよび2021年の1,908.5PJ/aへと増加することになる。異なるシナリオごとに有効エネルギー需要の範囲は、1999年の1,011.5から1,342.5PJ/aおよび2021年の1,629.6から2,423.8PJ/aとなることが分かる。

有効エネルギー需要を賄うためには、エネルギー供給システムの再編成が必要となる。「ビジネス・アズ・ユージュアル」および現状継続のケース（つまり、エネルギーに多額の補助金が支給される場合）、最終エネルギーの消費は、1999年の628.9MBOE/a、2021年の1009.8MBOE/aに増加する。一方、エネルギー価格への補助金支給がなくなり、長期限界費用と同じ価格でエネルギーが最終消費者に届けられる場合、最終エネルギー消費は、1994年の506.6MBOE/aから1999年の552.7MBOE/aおよび2021年の961.2MBOE/aに上昇する。このシナリオ

では、地下の石油の機会費用はゼロと仮定している。

石油の機会費用が、原油の輸出価格と同じとみなされる場合、最終エネルギー消費は、1994年には 503.0MBOE/aのレベルに達し、1999年には 549.8MBOE/aおよび2021年の 959.4 MBOE/aへと上昇する。地下の原油の輸出価格を考慮する、しない、という2つのケースを検討すると、地下の石油価格を妥当に考慮するケースでは、最終エネルギー消費は、1999年および2021年にはそれぞれ0.52%および0.18%だけ低くなり、一次エネルギー消費における天然ガスのシェアは、より急激に上昇している。

エネルギー処理、転換、輸送、流通および消費システムの効率改善を求める場合には、最終エネルギー消費は、1999年には490.9MBOE/aに減少し、2021年には673.8MBOE/aに達する。このエネルギー管理およびエネルギーの合理的利用のケースを基準シナリオと比較すると、最終エネルギー消費は、それぞれ1999年および2021年に10.71%および29.24%だけ小さくなる可能性があることが分かる。エネルギー管理によって、1999年および2021年には一次エネルギー消費はそれぞれ12.31%および31.67%だけ削減されることになる。

2. エネルギー供給システムの構造が発展すると、電力供給の費用を削減し、環境汚染を減少するために、この国の様々な部分で水力発電の可能性を利用することが必要となることが分かる。

この国の東部で、2009年から2021年の期間に、工業用炉で石炭の消費が増加し、石炭が、プロセス・ヒート供給の経済的な代替物となる。したがって、エネルギー供給システムの最適開発の過程では、石炭の埋蔵量を詳細に評価し、クリーンな石炭を利用することが重要なステップとなる。

経済がより急速に成長し（平均年間成長率5%以上）、原油価格が2021年に\$30/b1へと上昇する今後20年間に、非化石エネルギー源が、この国の国内のエネルギーのニーズに応えるための最適な選択枝となることが分かる。これは、非化石エネルギー分野におけるR&D活動を組織化し、今後20年または30年間に非化石エネルギーを使用する発電所を建設するための努力を行うべきであることを示している。

3. この国の外貨の必要額を賄うためのエネルギーの輸出を評価すると、原油の輸出が、引続きエネルギー輸出の高いシェアを占めることになることが分かる。ただし、エネルギー輸出における石油製品のシェアは上昇傾向を示している。この国の東部を通過する、パキスタンおよびインドへの天然ガスの輸出も適切な選択案である。概して、エネルギー輸出の構造は、石油製品および天然ガスの輸出が徐々に増加するように展開していくであろう。

4. 経済開発は、各種部門のエネルギー消費によって大きな影響を受ける。エネルギー消費を節約することによって、一方では、エネルギー供給システムへの投資が減少することになる。他方では、これによって、一般的にはエネルギー輸出、特に石油製品の輸出の可能性が高まる。国内市場におけるエネルギーの最適消費および合理的利用は、国民一人当りのGDPを増加し、国民の生活条件を改善するための信頼できる選択案となる。限りあるエネルギー資源を管理することで、エネルギーの生産および消費の最適化が行われる結果、持続可能な経済開発が可能となり、この国の経済の国際市場の変化への依存度を小さくすることが可能となる。

5. エネルギーシステムの総合的な分析によれば、長期的には、社会、経済諸部門の有効エネルギー必要量を満たすことは実現可能であり、その実現は、必ずしも最終および一次エネルギー消費の急激な増加をもたらすものではない。言い替えば、経済開発と国民の生活水準の改善は、現在の国民一人当りの最終および一次エネルギー消費レベルで達成できるということである。今後15年間に、国民一人当りの一次エネルギー消費の上昇傾向が予測されるのは、急激な経済成長のケースだけであることが分かる。エネルギー需要を調整し、エネルギー供給効率を改善することで、国民一人当りの最終および一次エネルギー消費を必ずしも増加する必要がないような状況をもたらさなければならない。

最終および一次エネルギーのエネルギー・インテンシティの傾向を評価すると、経済成長が、必ずしもより高いエネルギー・インテンシティをもたらすことにはならないことが分かる。事実、経済開発は、エネルギー・インテンシティの安定化にかかっており、エネルギー・インテンシティの低下は、より高い経済成長をもたらす。したがって、エネルギー部門においては、2つの重要な短期および長期の目標が以下のように設定できるであろう。

a) 国民一人当りの最終および一次エネルギー消費をそれぞれ8.17および11.87BOE/aのレベルで安定させる。

b) 第二次5カ年開発計画中に、年率0.48%だけ一次エネルギーのインテンシティを低下させるよう、エネルギーの生産性を上げる（あるいはエネルギー・インテンシティを引下げる）。

6. 一次エネルギーのインテンシティを引下げるには、社会、経済諸部門でのエネルギー利用の合理化政策およびエネルギー供給システムの最適化およびエネルギー管理の改善を追求する必要があり、この国の有効エネルギー必要量を最低の損失で賄うことが必要となる。サービスおよび生産部門および家庭におけるエネルギー消費を分析すると、エネルギーの合理的利用に対するかなりの可能性があり、その実現が、総合的なエネルギー政策の重要な要素となりうる事が分かる。生産およびサービス部門におけるエネルギーの合理的な利用について詳細に評価し、省エネルギーのための行動計画を作成するためには、エネルギーのデータ



ベースを開発し、エネルギーの合理的な利用という分野においてR & Dプログラムを準備することを真剣に考えることが必要となる。

7. エネルギーの合理的利用政策を実施し、経済システムのエネルギー効率を改善することによってエネルギー・インテンシティを低下させることにより、エネルギー供給システムにおける設備能力の節約、また、その結果として資金の節約が可能になる。このケースでは、発電所の容量は、1999年の31,932MWから2021年の46,460MWへと増大することになる。また、製油所への原油投入量は、1999～2021年の期間では、1.4MBOE/aのレベルで安定することになる。したがって、エネルギーの合理的な利用によって、「ビジネス・アズ・ユーシュアル」のケースと比べて、製油所の容量が、1999年および2021年にはそれぞれ9.11%と43.6%だけ削減できることになる。したがって、エネルギーの合理的な利用によって、経済成長のポテンシャルは大きくなり、さもないとエネルギー供給に割り当てられたであろう大量の資源を、経済の非エネルギー部門の急速な発展のために利用できることになる。

8. エネルギーの需要と供給の展開には、汚染物質の排出が伴っており、化石エネルギー消費の増加には、汚染物質の排出の増加が伴う。1999～2021年の期間に、CO<sub>2</sub>の排出は2.6%/aの割合で増加し、2021年には245,000,000トンのレベルに達する。SO<sub>2</sub>およびNO<sub>x</sub>の上昇傾向も見られる。2021年には、SO<sub>2</sub>の排出は、1,330kt/aとなる。1994年に排出されるNO<sub>x</sub>の量は、1,354kt/aであり、これは、2021年には、2,946kt/aまで増加する。

汚染物質の排出をコントロールすることによって、エネルギー部門の構造面での変化をもたらされる。各消費部門の省エネルギーとクリーン・エネルギー源の急速な利用とが、環境を保全するための最も経済的かつ信頼できる選択肢となる。イラン・イスラム共和国における国民一人当たりの汚染物質の排出が、現在の日本における国民一人当たりの排出レベルを越えないように、CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>およびNO<sub>x</sub>の排出がコントロールされる場合、1999年には5.8%、2021年には16.8%の各消費部門におけるエネルギー節約が必要となるであろう。このような対策は、環境保護に対する最も経済的な手段となるであろう。基準シナリオの汚染をコントロールしないケースにおける排出レベルと比較すると、2021年には、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>およびSO<sub>2</sub>について、それぞれ72,400,000トン、118.1kt/a、および559.2kt/aだけ排出量を削減することが可能であろう。

9. イラン・イスラム共和国のエネルギー市場は、広範囲にわたり歪んだものとなっている。エネルギーに対する補助金の支給がエネルギーの合理的な利用の大きな障害となっている。限界費用よりずっと低い価格でエネルギーが供給されている。この状況によって、エネルギー消費が急速に増加し、限りのあるエネルギー源の枯渇が加速されている。

主として貧困層を援助し、経済システムの相対的な有利性を利用し、インフレを抑制するために、エネルギーに補助金が支給されている。しかし、実状の分析では、エネルギーの生産および供給の限界費用以下の価格でのエネルギーの配給が上記目標の実現の障害となってきた。エネルギーへの補助金支給を通じて、経済資源が目に見えない形で家庭や経済諸部門に割り当てられているが、これら資源の配分に関する基本的な基準は、これまでのところエネルギー消費レベルであった。高品質のエネルギーをより多く消費する社会グループと経済諸部門が、エネルギーに対する補助金支給から最も多くの恩恵を受けている。事実は、エネルギーに対する補助金支給を通じた資源の目に見えない配分は、所得のより平等な配分という合理的な政策とはみなすことができない、ということである。つまり、エネルギーに対する補助金支給を通じて、目に見えない所得を受ける場合、貧しい家庭よりも、生活条件がよく、近代的な家庭用機器を手に入れられる家庭の方が、より多くの取り分があるということである。限界費用以下の価格でエネルギーを供給することで、生産要素（労働および資本）とエネルギーとの間の競争が歪んでくる。この場合には、運転費用が高いが資本費用は低い、低効率、低品質の器具やプロセスが選好される。この状況の結果、高いエネルギー消費と低品質の器具および機械の国内生産が促進されることになるだろう。この状況の結果、国内製品の国際市場における競争力は限定されたものとなってしまふ。エネルギーに対する補助金の支給によって、経済資源の誤った割当てが生じ、経済システムの競争力が低下し、家庭間の経済資源の不適切な分配が行われ、この国の経済の可能性は限られたものとなる。

10. エネルギーの需要と供給の最適バランスを達成し、この国のエネルギー管理を再構築するためには、この国のエネルギー問題をよりよく、深く理解し、エネルギーの生産および消費パターンを総合的に評価して、エネルギー政策を展開することが必要となる。このためには、目標を設定したエネルギーのR&D活動を組織化することが、必要かつ緊急なステップであると考えられる。

エネルギー情報システムの分野におけるエネルギー研究の発展、エネルギー需要の管理、エネルギー供給システムの最適化、エネルギー資源の最適利用、およびエネルギーの価格決定のメカニズムと世界のエネルギー市場におけるその決定要因とのよりよい理解などの分野が、今後さらに真剣に検討されるべき、エネルギー研究の重要な要素である。

## 7.2 1つの優先計画（プライオリティ・プラン）

### — エネルギーの合理的利用および省エネルギーの促進のために —

上述の通り、本調査の主要な結論が強く示唆するところによれば、エネルギーの合理的利用および省エネルギーの促進はイランにおける最も重要な政策の1つである。各社会・経済部門における省エネルギー対策を促進するために、具体的な政策が打出されるべきである。

しかしながら、そのような政策を採用し実施するために必要なデータおよび情報は十分には入手しえず、従って、この時点では、信頼に足る、かつ、現実的な措置を描き出すことは容易ではない。そこで、エネルギーの合理的利用および省エネルギーを促進するための、より詳細な調査が、イランにおける将来のエネルギー政策を形成するための1つの不可欠な途であると考えられる。

そのような調査は次のような内容をもつであろう、と考えられる。

即ち、その調査の主題は、イランの経済近代化の過程におけるエネルギー管理のための詳細な情報を提供するために、ミクロ・レベルにおけるエネルギーの合理的な利用の基礎条件を造りあげることである。その調査においては、以下のような項目について検討が加えられるであろう。

#### a) エネルギーの合理的利用の研究のためのエネルギー・データ・ベースの構築

省エネルギーおよびエネルギーの合理的利用をミクロ・レベルで分析するための信頼しうるデータ・ベースを構築する目的で、各プロセスおよび/または部門におけるエネルギーのフローを描き出すために、各種の生産およびサービスのプロセスが分析されるであろう。そして、そのことは、イランの各社会・経済部門におけるエネルギー節約の技術的・経済的ポテンシャルを明らかにし、かつ、そのポテンシャルの最適な活用のための適切な措置を検討することに結びつくであろう。

#### b) 省エネルギーのための対策の検討

##### — 不要なエネルギー消費の削減

不要なエネルギー消費とは、財およびサービスの生産に影響を与えないエネルギー消費量のことである。各種プロセスにおけるエネルギー利用を調査し、不必要なエネルギー消費を妨げるような対策を明らかにすることが意図される。

##### — 効率の改善

生産およびサービス部門のエネルギー効率が検討され、また、エネルギー利用に関するメンテナンスの効果と技術の状態が調査されることになる。この分析にもとづき、システムのメンテナンスの改善および陳腐化した技術の更新のための対策が明らかにされよう。

－エネルギーの回収

各種プロセスにおける排熱の回収および回収された熱の利用が検討される。その後、この方法による省エネルギーの技術的・経済的ポテンシャルが評価される。

－電気およびガスのロード・マネジメント

各経済部門における電気およびガスのロード・マネジメントが詳細に検討され、さらに、発電所とガス供給設備のピーク・シェイピングと設備のより有効な利用に役立つ対策が評価される。

c) 省エネルギーのポテンシャルの推定

－技術的ポテンシャルの推定

エナジー・インテンシティー、即ち各経済部門の生産1単位当りのエネルギー使用量が検討され、その結果が日本・その他の工業国における同種プロセスのエナジー・インテンシティーと比較される。

－経済的ポテンシャルの推定と労働生産性へのインパクト

エネルギー節約の対策を実施するための投資コストが検討され、さらに、省エネルギーおよびエネルギーの合理的利用の与える労働生産性へのインパクトが分析される。

－エナジー・インテンシティーの最適化

最後に、イランの経済・社会的発展のための政策オプションおよび政策手段を明らかにしつつ、エナジー・インテンシティーの最適化について結論が導かれる。

d) 適正な政策に関する暫定的な研究

本調査にもとづき、エネルギー管理のための政策の枠組みが描き出されることになろう。それによって、省エネルギーのための適正な措置が記述され、さらに、省エネルギー、エネルギー価格体系、技術の近代化、ならびに機構・体制の改善を促進するためのプログラムの主要項目が検討されるであろう。

### 7.3 アクション・プラン

#### — 上記計画の持続的実施のための基礎条件 —

上の7.2で述べた詳細な調査に先立つものではあるが、エネルギーの合理的利用および省エネルギーを促進する計画を持続的に実施していくための基礎条件として、“アクション・プラン”が検討されるべきである、と考えられる。概念的かつ暫定的な検討が示すところによれば、以下に述べるような政策、機構・体制、財政、ならびに人的の各側面について、アクション・プランが打出されるべきであろう。

#### a) 政策

関係者をエネルギー節約に志向させるために、基本的な政策方向が検討され、形成され、かつ、宣言されるべきである。価格政策はエネルギーの合理的利用および省エネルギーの促進に欠くことのできない政策の1つであり、また、課税政策も真剣に検討されるべきものである。さらに、研究・開発・デモンストレーション (R. D. & D.) 政策も省エネルギー促進のための将来技術について形成されねばならない。

#### b) 機構・態勢の整備

エネルギー管理のための対策を明らかにした後、エネルギー部門における管理制度の分析が行われるであろう。さらに、エネルギーの合理的利用の実施のための機構・態勢の整備が行われるであろう。

#### (i) エネルギー情報システムの構築

エネルギー管理の分析に必要なデータおよび情報は、イランにおけるエネルギーの合理的利用を促進し、エネルギー管理の各種政策オプションの評価に役立つ科学的な基礎条件を提供する。

#### (ii) エネルギー管理者を教育するための教育施設の整備

省エネルギーおよびエネルギーの合理的利用のための対策を実施するには、良く訓練されたエネルギー管理者が各部門で採用されていなければならない。

c) 財政支援の整備

企業，その他に対して長期かつ低利の資金を供給することなど，政府による財政的支援が省エネルギーの促進には必要である。税控除は特別の償却制度と並んで，エネルギー節約を行おうとする者にとっての財政援助になる。これらの支援策の資金源として特別基金を設立するのも，1つの重要な方策である。

d) 人的資源の開発

上記b) - (ii) に述べた方法を含め，エネルギーの合理的利用および省エネルギーを促進するためには，人的資源の開発が必要である。政策を効果的かつ持続的に進めていくためには，省エネルギーについて良く訓練され，かつそれに対する志向性の高い人材 — 研究者，行政官，会社・工場などの幹部・労働者 — を必要とする。











JICA