

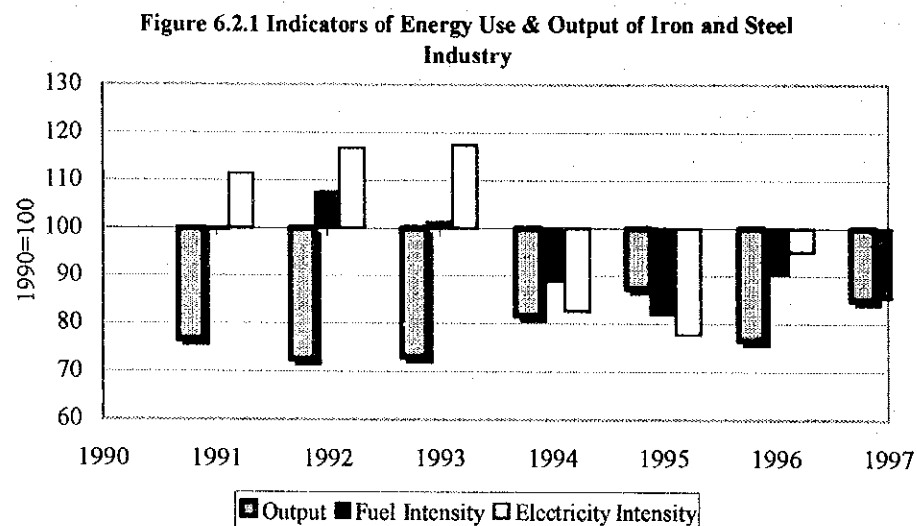
6.2 対象産業における省エネルギーのポテンシャルの推定

第5章では、対象産業および機器における2000年と2003年のエネルギー消費原単位を推定した。この節では2つのシナリオにそって各対象産業の省エネルギーのポテンシャルを推定する。

6.2.1 鉄鋼業

(1) はじめに

鉄鋼業は、最終エネルギーの消費者としては産業部門で最大である。この産業では1997年に207,660TJの燃料と6,105GWhの電力を消費した。燃料は、製造業の燃料消費の18.1%、同じく電力消費の12.8%を占める。1990年から1997年にかけての粗鋼の生産量は、年平均2.3%の割合で低下した。基礎年として1990年の数値を使用した場合、設備の近代化に伴って、1997年のエネルギー消費原単位は約2.4%下がっている。エネルギー消費原単位の指標と鉄鋼業の生産量を図6.2.1に示した。



Source: JICA Team

(2) 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づ

いて予測すると、鉄鋼業のエネルギー消費は、1997年の229,638TJから2000年の244,920TJへ、さらに2003年には262,110TJへと増加するだろう。

(3) 2000年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. において、鉄鋼業のエネルギー原単位は、省エネルギー対策によって12%近く低下するであろう。即ち、鉄鋼業のエネルギー原単位は、1997年の19,822MJ/tonから2003年の17,608MJ/tonへと低下するであろう。

シナリオ A. E. C. においては、鉄鋼業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997年の19,822MJ/tonから17,152MJ/tonに低下するであろう。

参考シナリオと E. C.、A. E. C. シナリオとの差である省エネルギー・ポテンシャルは、シナリオ E. C. では27,354TJ、シナリオ A. E. C. では32,989TJになるであろう。

(4) 2003年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. においては、鉄鋼業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年に比べて19%改善され、約15,967MJ/tonに低下するであろう。

シナリオ A. E. C. においては、鉄鋼業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって同じく24%改善され、1997年の19,822MJから2003年の15,134MJに低下するであろう。

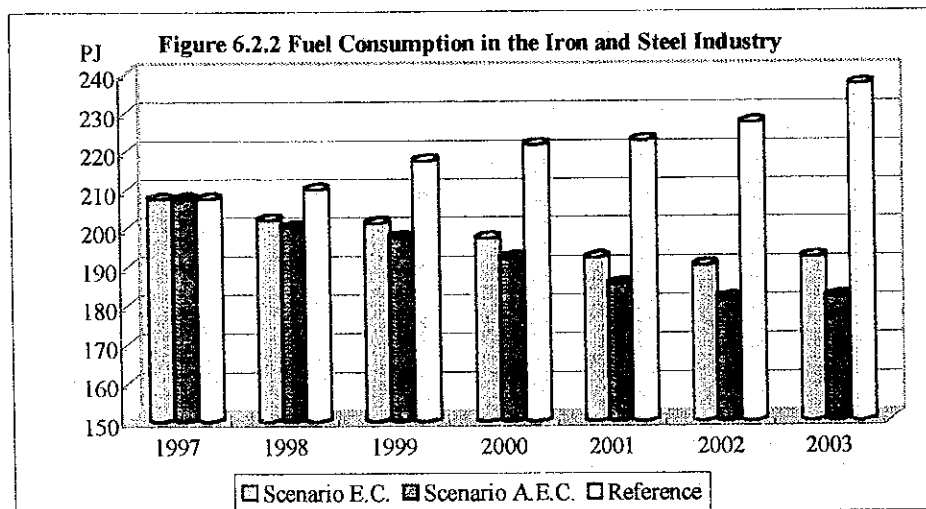
省エネルギーのポテンシャルは、シナリオ E. C. では50,974TJ、シナリオ A. E. C. では61,989TJとなる。粗鋼のエネルギー消費原単位とエネルギー需要の予測を表6.2.1に示した。

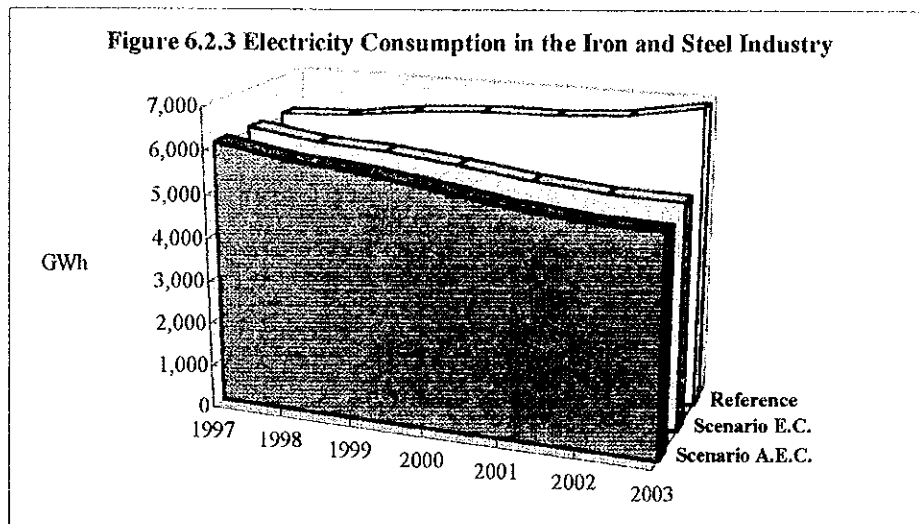
Table 6.2.1 Energy Demand Forecast for the Steel Industry of Poland

Item	Unit	Actual	Simulation Results							Growth Rate(%)		Index(1997=100)	
			1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/'97	'03/'97
Scenario E.C	Fuels	TJ	207,660	202,073	201,306	197,339	192,221	190,156	192,267	-1.7	-1.3	95.0	92.6
	Electricity	GWh	6,105	5,877	5,793	5,619	5,394	5,260	5,242	-2.7	-2.5	92.0	85.9
	Total	TJ	229,638	223,232	222,161	217,566	211,641	209,090	211,137	-1.8	-1.4	94.7	91.9
	Fuel Intensity	MJ/t	17,925	17,248	16,597	15,971	15,479	15,002	14,540	-3.8	-3.4	89.1	81.1
	Electricity Intensity	kWh/t	527	502	478	455	434	415	396	-4.8	-4.6	86.3	75.2
	Energy Intensity	MJ/t	19,822	19,054	18,317	17,608	17,043	16,496	15,967	-3.9	-3.5	88.8	80.6
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	207,660	200,295	197,778	192,174	185,431	181,715	182,006	-2.6	-2.2	92.5	87.6
	Electricity	GWh	6,105	5,832	5,703	5,488	5,239	5,079	5,032	-3.5	-3.2	89.9	82.4
	Total	TJ	229,638	221,289	218,309	211,931	204,291	199,998	200,121	-2.6	-2.3	92.3	87.1
	Fuel Intensity	MJ/t	17,925	17,096	16,306	15,553	14,932	14,336	13,764	-4.6	-4.3	86.8	76.8
	Electricity Intensity	kWh/t	527	498	470	444	422	401	381	-5.5	-5.3	84.3	72.2
	Energy Intensity	MJ/t	19,822	18,888	17,999	17,152	16,451	15,779	15,134	-4.7	-4.4	86.5	76.4
Reference	Fuels	TJ	207,660	209,998	217,405	221,479	222,593	227,200	237,024	2.2	2.2	106.7	114.1
	Electricity	GWh	6,105	6,174	6,392	6,511	6,544	6,679	6,968	2.2	2.2	106.7	114.1
	Total	TJ	229,638	232,224	240,415	244,920	246,152	251,246	262,110	2.2	2.2	106.7	114.1
	Fuel Intensity	MJ/t	17,925	17,925	17,925	17,925	17,925	17,925	17,925				
	Electricity Intensity	kWh/t	527	527	527	527	527	527	527				
	Energy Intensity	MJ/t	19,822	19,822	19,822	19,822	19,822	19,822	19,822				

Source: JICA Team

図 6.2.2 と図 6.2.3 は、1997 年から 2003 年にかけての燃料と電力の年間消費量をシナリオ別を示す。





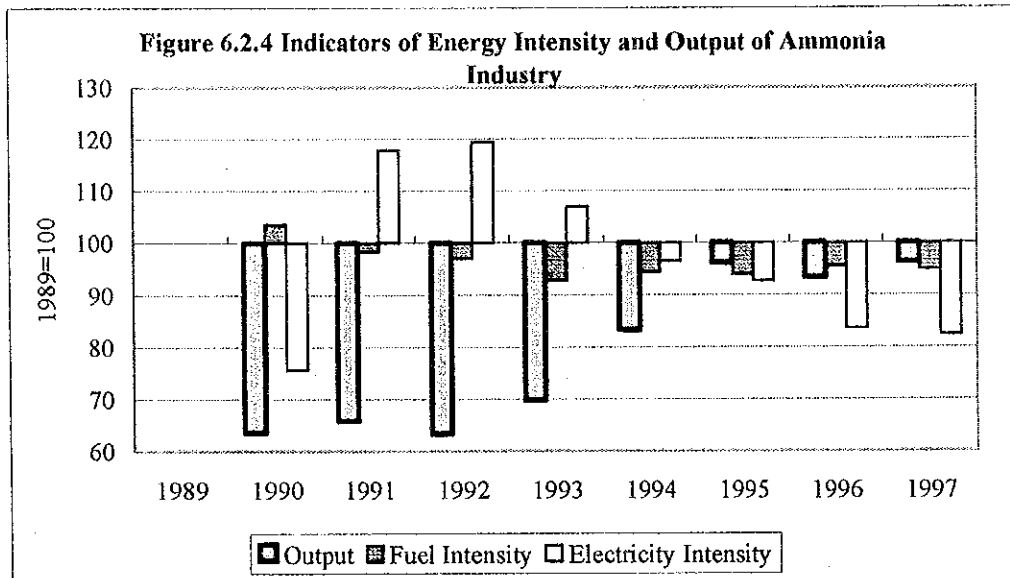
Source: JICA Team

6.2.2 アンモニア産業

(1) はじめに

1997年のアンモニア産業における燃料消費は72,954TJで、電力消費は1,133GWhであった。これは製造業の燃料消費の5%、電力消費の約4%を占めている。

図6.2.4は、アンモニア産業のエネルギー消費原単位および生産の指標を示している。



Source: JICA Team

表 6.2.2 は、このセクターにおける省エネルギー・ポテンシャルの予測結果を示したものである。

Table 6.2.2 Energy Demand Forecasting for Ammonia Industry

Item	Unit	Actual		Simulation Results					Growth Rate(%)		Index 97=100		
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	'00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	70,714	68,066	69,042	73,948	74,454	76,829	78,870	1.5	1.8	104.6	111.5
	Electricity	GWh	1,133	1,109	1,144	1,185	1,186	1,218	1,244	1.5	1.6	104.6	109.8
	Total	TJ	74,792	72,057	73,159	78,213	78,726	81,213	83,347	1.5	1.8	104.6	111.4
	Fuel Intensity	MJ/t	31,406	30,215	29,070	29,823	29,664	29,506	29,349	-1.7	-1.1	95.0	93.5
	Electricity Intensity	kWh/t	503	492	482	478	473	468	463	-1.7	-1.4	95.0	92.0
	Energy Intensity	MJ/t	33,217	31,987	30,803	31,543	31,366	31,190	31,015	-1.7	-1.1	95.0	93.4
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	70,714	67,827	68,558	73,172	73,669	76,014	78,029	1.1	1.7	103.5	110.3
	Electricity	GWh	1,133	1,093	1,111	1,135	1,119	1,130	1,135	0.1	0.0	100.2	100.2
	Total	TJ	74,792	71,762	72,559	77,258	77,696	80,081	82,116	1.1	1.6	103.3	109.8
	Fuel Intensity	MJ/t	31,406	30,109	28,866	29,510	29,351	29,193	29,036	-2.1	-1.3	94.0	92.5
	Electricity Intensity	kWh/t	503	485	468	458	446	434	423	-3.1	-2.9	91.0	84.0
	Energy Intensity	MJ/t	33,217	31,856	30,550	31,158	30,956	30,755	30,557	-2.1	-1.4	93.8	92.0
Reference	Fuels	TJ	70,714	70,748	74,591	77,873	78,826	81,775	84,398	3.3	3.0	110.1	119.4
	Electricity	GWh	1,133	1,133	1,195	1,247	1,263	1,310	1,352	3.3	3.0	110.1	119.4
	Total	TJ	74,792	74,828	78,892	82,363	83,372	86,491	89,265	3.3	3.0	110.1	119.4
	Fuel Intensity	MJ/t	31,406	31,406	31,406	31,406	31,406	31,406	31,406				
	Electricity Intensity	kWh/t	503	503	503	503	503	503	503				
	Energy Intensity	MJ/t	33,217	33,217	33,217	33,217	33,217	33,217	33,217				

Source: JICA Team

(2) 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と 1997 年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて予測すると、この産業におけるエネルギー消費は、1997 年の 74,792TJ か

ら 2000 年の 82,363TJ へ、さらに 2003 年には 89,265TJ へと増加する。

(3) 2000 年における省エネルギーのポテンシャル

表 6.2.2 に示したように、シナリオ E.C. においては、アンモニア産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997 年の 33,217MJ/ton から 2000 年の 31,543MJ/ton へと 5%近く低下する。

シナリオ A.E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって 1997 年と比べて 6%程度減り、31,158MJ/ton まで低下するであろう。

参考シナリオと比較すると、省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E.C. では 4,151TJ、シナリオ A.E.C. では 5,105TJ に見込まれている。

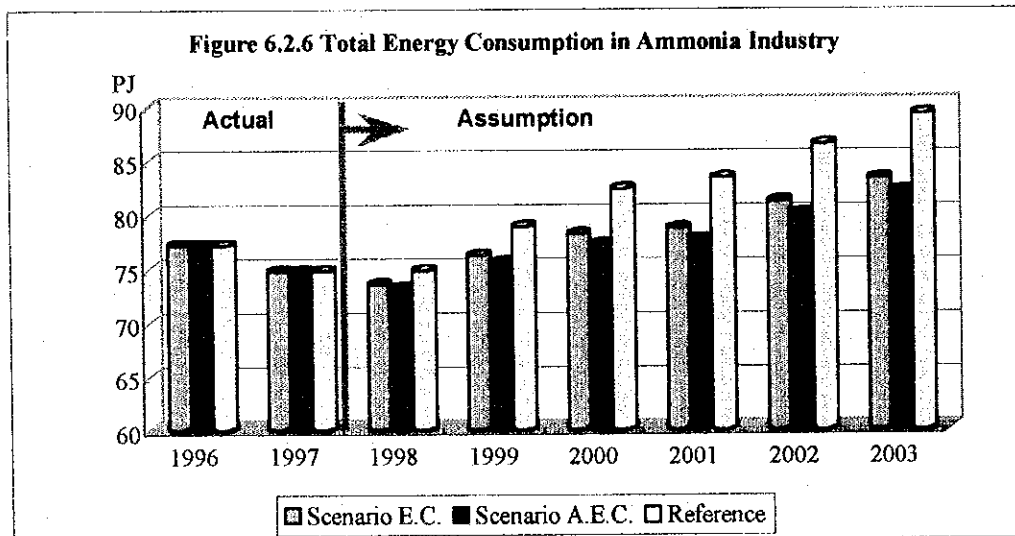
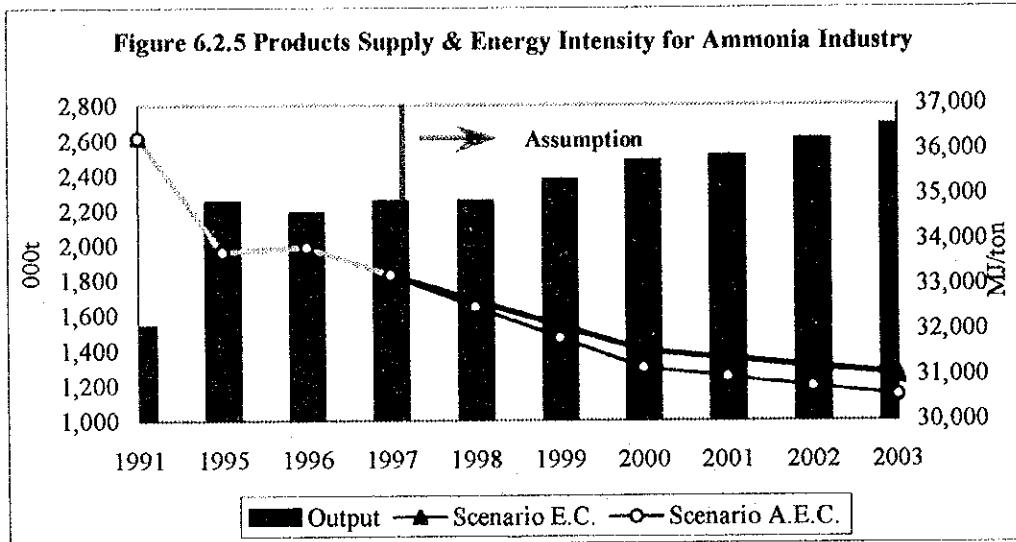
(4) 2003 年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E.C. においては、アンモニア産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 31,543MJ/ton から 2003 年の 31,015MJ/ton へと 7%改善されるであろう。

シナリオ A.E.C. においては、この産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 31,543MJ/ton から 30,557MJ/ton へと 8%改善されるであろう。

参考シナリオと比較すると、省エネルギーのポテンシャルはシナリオ E.C. では 5,917TJ、シナリオ A.E.C. では 7,148TJ に見込まれている。

図 6.2.5 に、将来のアンモニア産業における生産量とエネルギー消費原単位を示した。また、1998 年から 2003 年にかけての全エネルギー消費のシナリオ別比較を図 6.2.6 に示した。



Source: JICA Team

6.2.3 機械産業

(1) トラクター産業

a. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて推定すると、トラクター産業におけるエネルギー消費は、1997年の

1,418TJ から 2000 年の 1,647TJ へ、さらに 2003 年には 1,966TJ へ増加するだろう。

b. 2000 年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. においては、トラクター産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997 年の 62GJ/台から 2000 年の 51GJ/台へと 17.3% 近く減るであろう。2000 年の省エネルギーのポテンシャルは 285TJ に達すると見込まれている。

シナリオ A.E.C. においては、トラクター産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 62GJ/台から 21% 低下し、2000 年には 49GJ/台になるであろう。省エネルギーのポテンシャルは 2000 年に 345TJ に達すると見込まれる。

c. 2003 年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 62GJ/台から 2003 年の 49GJ/台へと 22% 改善されるであろう。2003 年の省エネルギーのポテンシャルは 430TJ に達する。

シナリオ A.E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって 1997 年と比べて 27.3% 改善され、2003 年には 45GJ/台へと低下するであろう。2003 年の省エネルギーのポテンシャルは 537TJ に達すると見込まれる。

省エネルギー・ポテンシャルの推定結果を表 6.2.3、ならびに図 6.2.7 に、また全エネルギー消費量のシナリオ別比較を図 6.2.8 に示した。

Table 6. 2.3 Energy Demand Forecasting for Tractor Industry

Item	Unit	Actual		Simulation Results						Growth Rate(%)		Index 97=100	
		1997	1998	1998	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	'00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	983	950	924	927	931	968	1,042	-1.9	1.0	94.3	106.1
	Electricity	GWh	121	119	118	121	122	127	137	0.0	2.1	99.9	113.5
	Total	TJ	1,418	1,379	1,349	1,362	1,369	1,425	1,536	-1.3	1.3	96.1	108.3
	Fuel Intensity	GJ/Tractor	43.1	40.2	37.5	35.0	34.3	33.6	32.9	-6.7	-4.4	81.2	76.5
	Electricity Intensity	kWh/Tractor	5,299	5,040	4,793	4,558	4,482	4,408	4,336	-4.9	-3.3	86.0	81.8
	Energy Intensity	GJ/pcs	62	58	55	51	50	49	49	-6.1	-4.0	82.7	78.1
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	983	938	901	893	888	915	975	-3.1	-0.1	90.9	99.2
	Electricity	GWh	121	117	114	114	114	118	126	-2.0	0.7	94.2	104.3
	Total	TJ	1,418	1,358	1,310	1,303	1,298	1,338	1,429	-2.8	0.1	91.9	100.8
	Fuel Intensity	GJ/Tractor	43.1	39.7	36.6	33.7	32.7	31.8	30.8	-7.9	-5.4	78.2	71.6
	Electricity Intensity	kWh/Tractor	5,299	4,941	4,607	4,295	4,189	4,085	3,984	-6.8	-4.6	81.1	75.2
	Energy Intensity	GJ/pcs	62	57	53	49	48	46	45	-7.5	-5.2	79.1	72.7
Reference	Fuels	TJ	983	1,018	1,062	1,142	1,170	1,241	1,363	5.1	5.6	116.2	138.7
	Electricity	GWh	121	125	131	140	144	153	168	5.1	5.6	116.2	138.7
	Total	TJ	1,418	1,469	1,532	1,647	1,688	1,790	1,966	5.1	5.6	116.2	138.7
	Fuel Intensity	GJ/Tractor	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1				
	Electricity Intensity	kWh/Tractor	5,299	5,299	5,299	5,299	5,299	5,299	5,299				
	Energy Intensity	GJ/pcs	62	62	62	62	62	62	62				

Source: JICA team

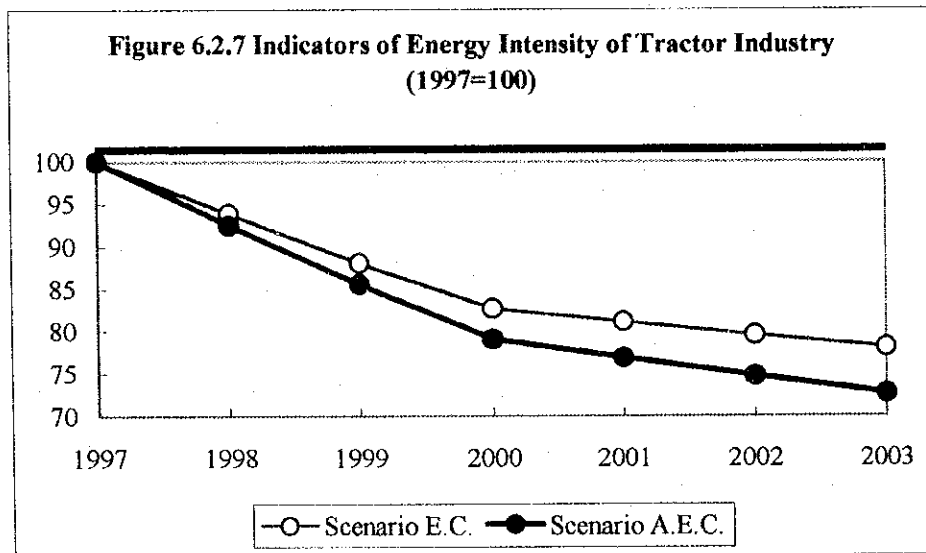
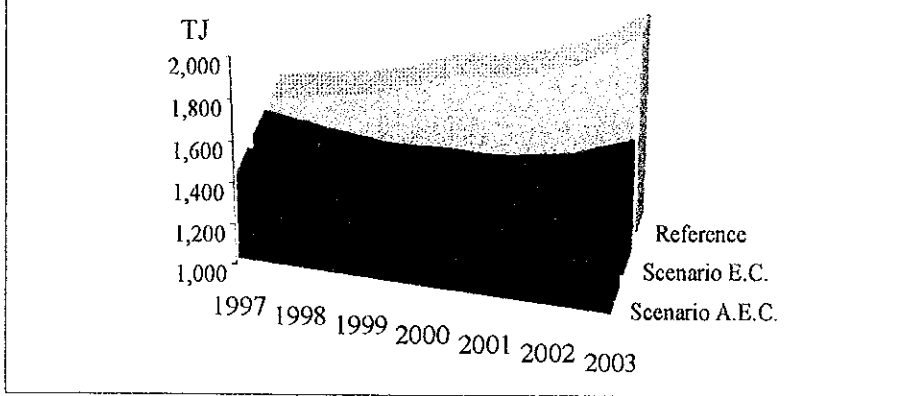


Figure 6.2.8 The Total Energy Consumption in Tractor Industry



Source: JICA Team

(3) トラック産業

a. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて予測すると、この産業分野におけるエネルギー消費は、1997年の2,003TJから2000年の2,179TJへ、さらに2003年には2,368TJへ増加するだろう。

b. 2000年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. においては、トラック産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の35GJ/台から28GJ/台へと20%近く減るであろう。2000年の省エネルギーのポテンシャルは434TJに達すると見込まれる。

シナリオ A.E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年と比べて22%程度減り、2000年には27GJ/台にまで低下するであろう。省エネルギーのポテンシャルは481TJに達すると見込まれる。

c. 2003年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. においては、トラック産業のエネルギー消費原単位は、省エ

エネルギー対策によって、1997年の35GJ/台から25GJ/台へと、29%改善されるであろう。省エネルギーのポテンシャルは678TJに達すると見込まれる。

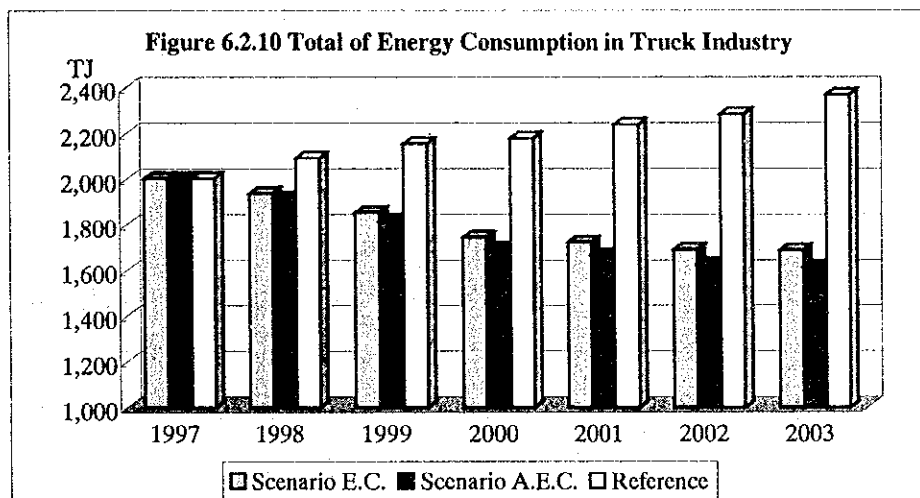
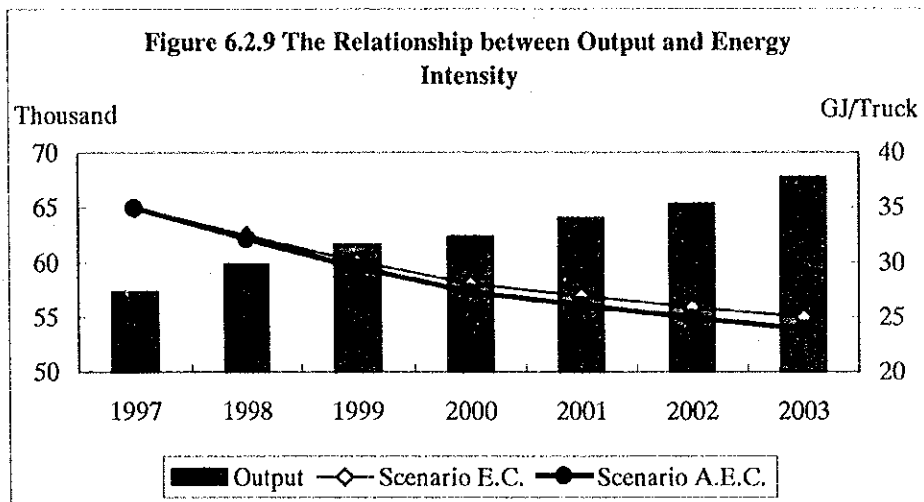
シナリオ A.E.C.においては、トラクター産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年と比べて32%改善され、2003年には24GJ/台へと低下するであろう。2003年の省エネルギーのポテンシャルは751TJに達すると見込まれる。

省エネルギー・ポテンシャルを推定した結果を表6.2.4に示した。図6.2.9は、将来におけるトラック産業の生産量とエネルギー消費原単位を、また全エネルギー消費量をシナリオ別で図6.2.10に示した。

Table 6.2.4 Energy Demand Forecasting for Truck Industry

Item	Unit	Actual		Simulation Results						Growth Rate(%)		Index 97=100	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	1,440	1,354	1,256	1,143	1,108	1,067	1,043	-7.4	-5.2	79.4	72.5
	Electricity	GWh	156	162	166	167	171	174	180	2.3	2.3	106.9	114.9
	Total	TJ	2,003	1,938	1,854	1,745	1,724	1,693	1,690	-4.5	-2.8	87.1	84.4
	Fuel Intensity	GJ/Truck	25.2	22.6	20.4	18.4	17.3	16.3	15.4	-10.0	-7.8	73.0	61.3
	Electricity Intensity	kWh/Truck	2,731	2,715	2,699	2,684	2,673	2,663	2,652	-0.6	-0.5	98.3	97.1
	Energy Intensity	GJ/Truck	35	32	30	28	27	26	25	-7.1	-5.5	80.1	71.4
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	1,440	1,335	1,221	1,096	1,052	1,002	970	-8.7	-6.4	76.1	67.4
	Electricity	GWh	156	162	166	167	171	174	180	2.3	2.3	106.9	114.9
	Total	TJ	2,003	1,919	1,819	1,698	1,668	1,628	1,617	-5.4	-3.5	84.8	80.7
	Fuel Intensity	GJ/Truck	25.2	22.3	19.8	17.6	16.4	15.3	14.3	-11.2	-8.9	69.9	57.0
	Electricity Intensity	kWh/Truck	2,731	2,715	2,699	2,684	2,673	2,663	2,652	-0.6	-0.5	98.3	97.1
	Energy Intensity	GJ/Truck	35	32	30	27	26	25	24	-8.0	-6.2	77.9	68.3
Reference	Fuels	TJ	1,440	1,504	1,549	1,567	1,610	1,642	1,703	2.9	2.8	108.8	118.2
	Electricity	GWh	156	163	168	170	175	178	185	2.9	2.8	108.8	118.2
	Total	TJ	2,003	2,092	2,155	2,179	2,239	2,284	2,368	2.9	2.8	108.8	118.2
	Fuel Intensity	GJ/Truck	25	25	25	25	25	25	25				
	Electricity Intensity	kWh/Truck	2,731	2,731	2,731	2,731	2,731	2,731	2,731				
	Energy Intensity	GJ/Truck	35	35	35	35	35	35	35				

Source: Jica team



Source: JICA Team

6.2.4 窯業

(1) ガラス産業

a. エネルギー消費の現状

1997年にガラス産業は22,728TJの燃料と752GWhの電力を消費した。1997年のガラスの全生産量は、142万トンである。

b. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の試算に基づいて予測すると、ガラス産業におけるエネルギー消費は、1997年の

25,435TJ から 2000 年の 31,768TJ へ、さらに 2003 年には 39,052TJ へ増加するだろう。

c. 2000 年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. において、ガラス産業のエネルギー消費原単位は、4 章で示した省エネルギー対策によって、1997 年の 17.9MJ/kg から 15.3MJ/kg へと 14%近く減るであろう。2000 年の省エネルギーのポテンシャルは 4,564TJ に達すると見込まれる。

シナリオ A.E.C. においては、ガラス産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって 1997 年と比べて 18%程度減り、2000 年には 14.6MJ/kg にまで低下するであろう。2000 年の省エネルギーのポテンシャルは 5,830TJ に達すると見込まれる。

d. 2003 年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 17.9MJ/kg から 13.3MJ/kg へと 26%改善されるであろう。2003 年の省エネルギーは 9,994TJ に達すると見込まれる。

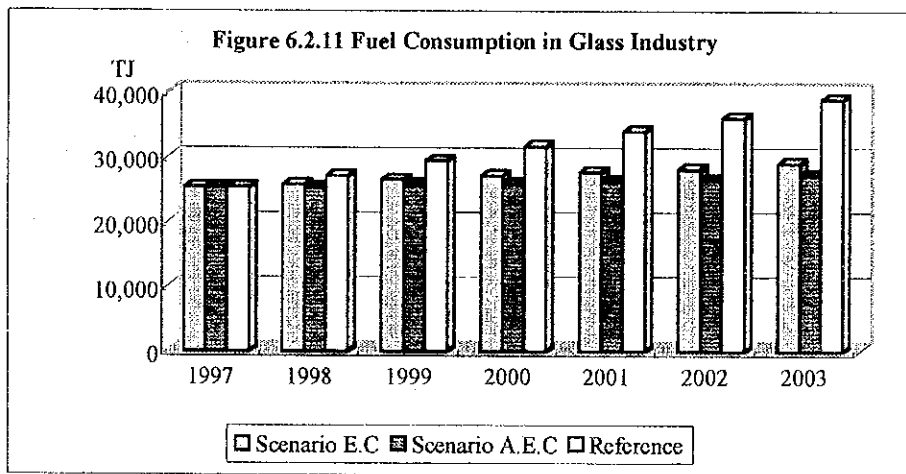
シナリオ A.E.C. においては、ガラス産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997 年の 17.9MJ/kg から 2003 年には 12.5MJ/kg へと低下するであろう。2003 年の省エネルギーのポテンシャルは 11,791TJ に達すると見込まれる。

省エネルギーのポテンシャルを試算した結果を表 6.2.5 また、全エネルギー消費量および電力消費量をシナリオ別に図 6.2.11、図 6.2.12 にそれぞれ示した。

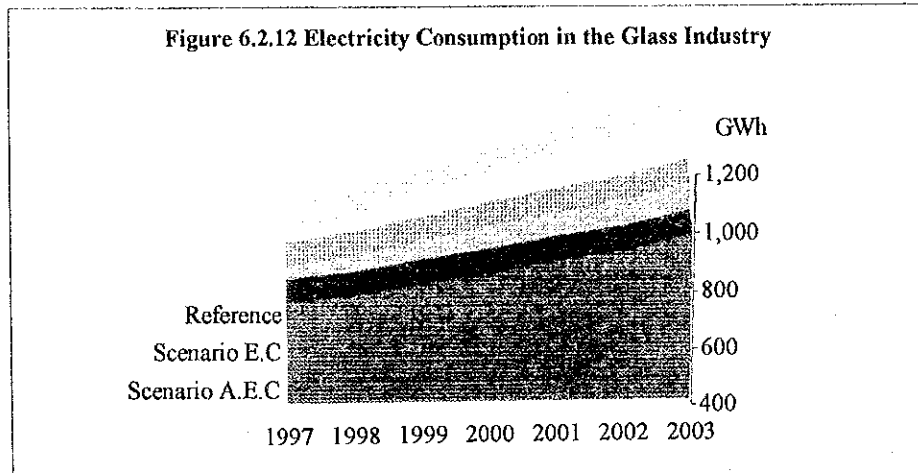
Table 6.2.5 Energy Demand Forecast for the Glass Industry

Item	Unit	Actual		Simulation Results					Growth Rate %		Index 97=100		
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	'00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	22,728	22,967	23,602	24,027	24,440	24,706	25,361	1.9	1.8	105.7	111.6
	Electricity	GWh	752	787	837	883	927	968	1,027	5.5	5.3	117.4	136.5
	Total	TJ	25,435	25,800	26,616	27,204	27,778	28,191	29,057	2.3	2.2	107.0	114.2
	Fuel Intensity	MJ/kg	16.0	15.1	14.3	13.5	12.9	12.2	11.6	-5.4	-5.2	84.6	72.7
	Electricity Intensity	Wh/kg	529	518	507	497	488	479	470	-2.1	-1.9	94.0	88.9
	Energy Intensity	MJ/kg	17.9	17.0	16.1	15.3	14.6	13.9	13.3	-5.0	-4.8	85.6	74.4
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	22,728	22,594	22,841	22,874	23,138	23,259	23,744	0.2	0.7	100.6	104.5
	Electricity	GWh	752	777	817	851	890	925	977	4.2	4.5	113.2	129.9
	Total	TJ	25,435	25,393	25,783	25,938	26,343	26,591	27,261	0.7	1.2	102.0	107.2
	Fuel Intensity	MJ/kg	16.0	14.9	13.8	12.9	12.2	11.5	10.9	-6.9	-6.2	80.6	68.0
	Electricity Intensity	Wh/kg	529	512	495	479	468	458	448	-3.2	-2.7	90.6	84.6
	Energy Intensity	MJ/kg	17.9	16.7	15.6	14.6	13.9	13.2	12.5	-6.5	-5.8	81.6	69.8
Reference	Fuels	TJ	22,728	24,280	26,377	28,387	30,379	32,309	34,895	7.7	7.4	124.9	153.5
	Electricity	GWh	752	803	873	939	1,005	1,069	1,155	7.7	7.4	124.9	153.5
	Total	TJ	25,435	27,172	29,519	31,768	33,998	36,158	39,052	7.7	7.4	124.9	153.5
	Fuel Intensity	MJ/kg	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0				
	Electricity Intensity	Wh/kg	529	529	529	529	529	529	529				
	Energy Intensity	MJ/kg	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9				

Source: Jica team



Source: JICA Team



Source: JICA Team

(2) シリカ・ライム・ブロック産業

a. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の試算に基づいて予測すると、この産業分野におけるエネルギー消費は、1997年の1,258TJから2000年の1,375TJへ、さらに2003年には1,502TJへ増加するだろう。

b. 2000年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C.においては、このセクターのエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって23%近く減り、1997年の0.84MJ/kgから2000年には0.65MJ/kgへと低下するであろう。

シナリオ A.E.C.においては、この産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年と比べて25%程度減り、2000年には0.63MJ/kgにまで低下するであろう。

2000年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E.C. では314TJ、シナリオ A.E.C. では342TJと見込まれる。

c. 2003 年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E.C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって 1997 年と比べて 35% 近く改善され、2003 年には 0.55MJ/kg へと低下するであろう。

シナリオ A.E.C. においては、この産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、シリケート・ブロック 1kg 当たりのエネルギー消費は 1997 年の 0.84MJ から 2003 年の 0.53MJ へと 37% 程度改善される。

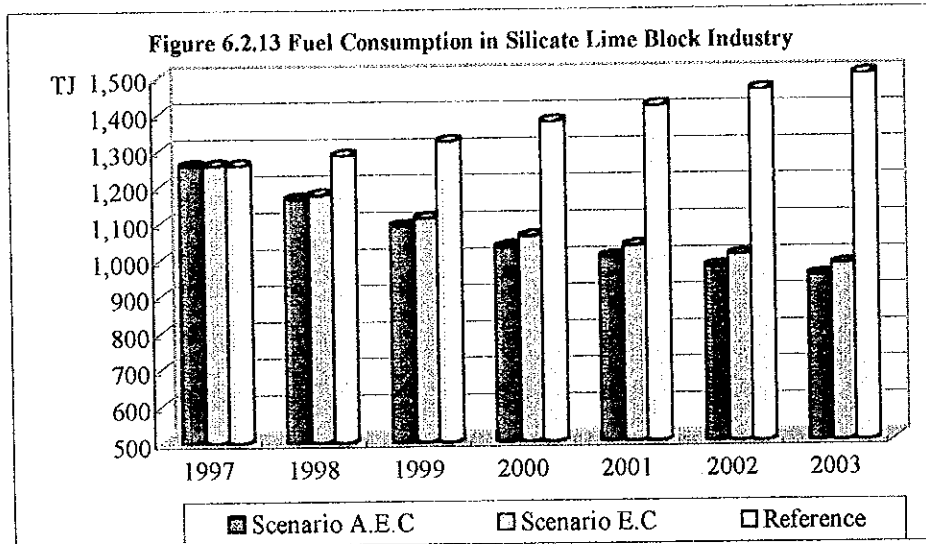
2003 年の省エネルギーのポテンシャルはシナリオ E.C. では 522TJ、シナリオ A.E.C. では 553TJ と見込まれる。

このセクターの省エネルギー・ポテンシャルを試算した結果を表 6.2.6 に、また、燃料および電力消費量のシナリオ別比較を図 6.2.13、図 6.2.14 に示した。

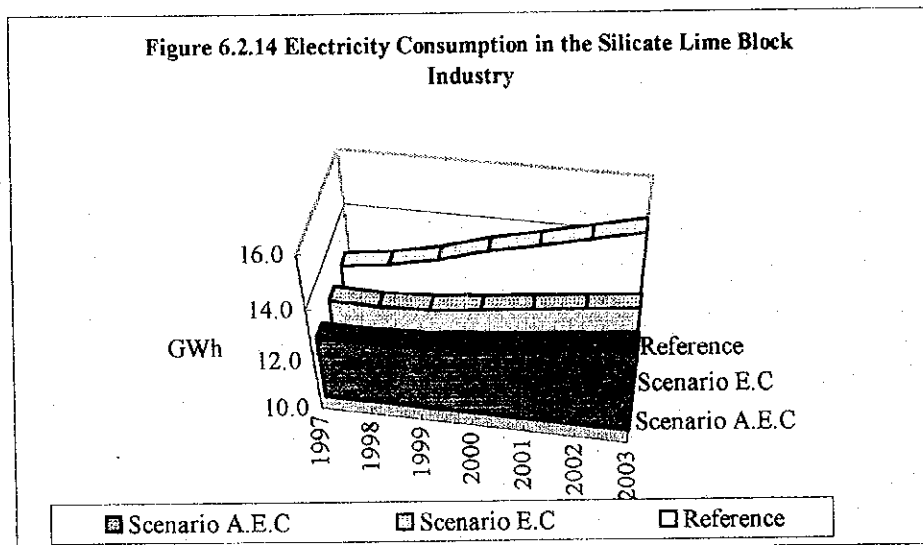
Table 6.2.7 Energy Demand Forecast for Silica Lime Blocks

Item	Unit	Actual	Simulation Results							Growth Rate(%)		Index(1997=100)	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/97	03/97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	1,213	1,132	1,067	1,015	986	959	932	-5.8	-4.3	83.6	76.8
	Electricity	GWh	12	12	13	13	13	13	13	0.5	1.2	102.0	107.5
	Total	TJ	1,258	1,177	1,112	1,061	1,033	1,006	980	-4.2	-4.1	84.3	77.9
	Fuel Intensity	MJ/kg	0.81	0.74	0.68	0.62	0.59	0.55	0.52	-6.5	-7.1	76.5	64.3
	Electricity Intensity	Wh/kg	8.33	8.14	7.96	7.78	7.68	7.59	7.50	-1.7	-1.7	93.3	90.0
	Energy Intensity	MJ/kg	0.84	0.77	0.71	0.65	0.61	0.58	0.55	-6.3	-6.9	77.1	65.2
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	1,213	1,122	1,047	987	958	929	901	-5.0	-4.8	81.3	74.3
	Electricity	GWh	12	12	13	13	13	13	13	0.5	1.2	102.0	107.5
	Total	TJ	1,258	1,166	1,092	1,033	1,004	976	950	-4.8	-4.6	82.1	75.5
	Fuel Intensity	MJ/kg	0.81	0.73	0.67	0.60	0.57	0.54	0.50	-7.1	-7.6	74.4	62.2
	Electricity Intensity	Wh/kg	8.33	8.14	7.96	7.78	7.68	7.59	7.50	-1.7	-1.7	93.3	90.0
	Energy Intensity	MJ/kg	0.84	0.76	0.69	0.63	0.60	0.56	0.53	-6.9	-7.4	75.1	63.2
Reference	Fuels	TJ	1,213	1,238	1,275	1,326	1,365	1,406	1,449	2.2	3.0	109.3	119.4
	Electricity	GWh	12	13	13	14	14	14	15	2.2	3.0	109.3	119.4
	Total	TJ	1,258	1,283	1,322	1,375	1,416	1,459	1,502	2.2	3.0	109.3	119.4
	Fuel Intensity	MJ/kg	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81				
	Electricity Intensity	Wh/kg	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33	8.33				
	Energy Intensity	MJ/kg	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84	0.84				

Source: JICA Team



Source: JICA Team



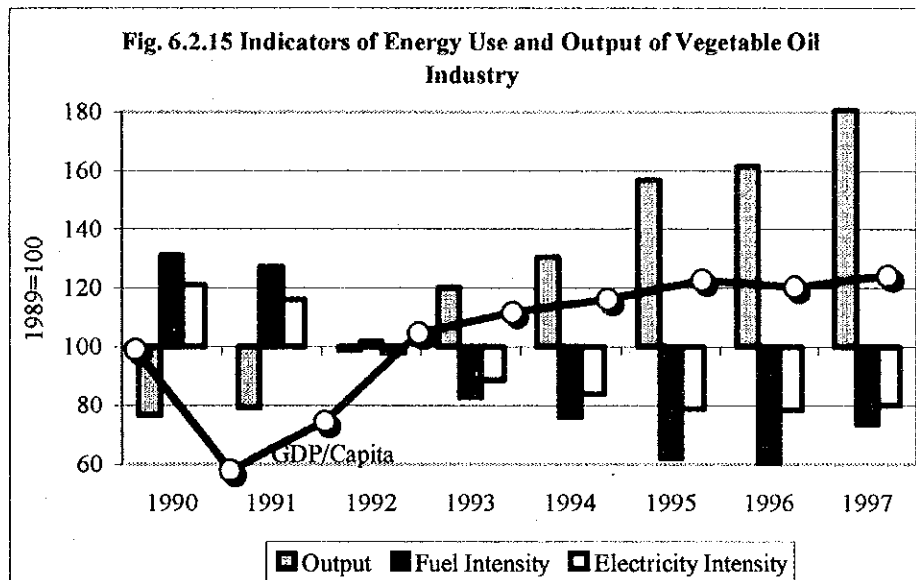
Source: JICA Team

6.2.5 食品加工業

(1) 植物油製品産業

a. はじめに

1997年における植物油製品産業のエネルギー消費量は約5,450TJで、食品加工業のエネルギー消費の3.4%を占めた。植物油製品産業のエネルギー消費量の推移を図6.2.15に示した。



Source: JICA Team

b. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて予測すると、植物油製品産業におけるエネルギー消費は、1997年の5,450TJから2000年の6,125TJへ、さらに2003年には6,855TJへ増加するだろう。

c. 2000年における省エネルギーのポテンシャル

シナリオ E. C. においては、植物油製品産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって1997年の9.1MJ/kgから11%近く減り、2000年には8.1MJ/kgへと低下する。

シナリオ A. E. C. においては、植物油製品産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997年と比べて14%程度減り、2000年には7.8MJ/kgにまで低下する。

2000年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E. C. では668TJ、シナリオ A. E. C. では880TJと見込まれる。

d. 2003年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E.C. においては、植物油産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の 9.1MJ/kg から 7.2MJ/kg へと 21%改善されるであろう。

シナリオ A.E.C. においては、植物油産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年と比べて28%改善され、2003年には 6.5MJ/kg へと低下するであろう。

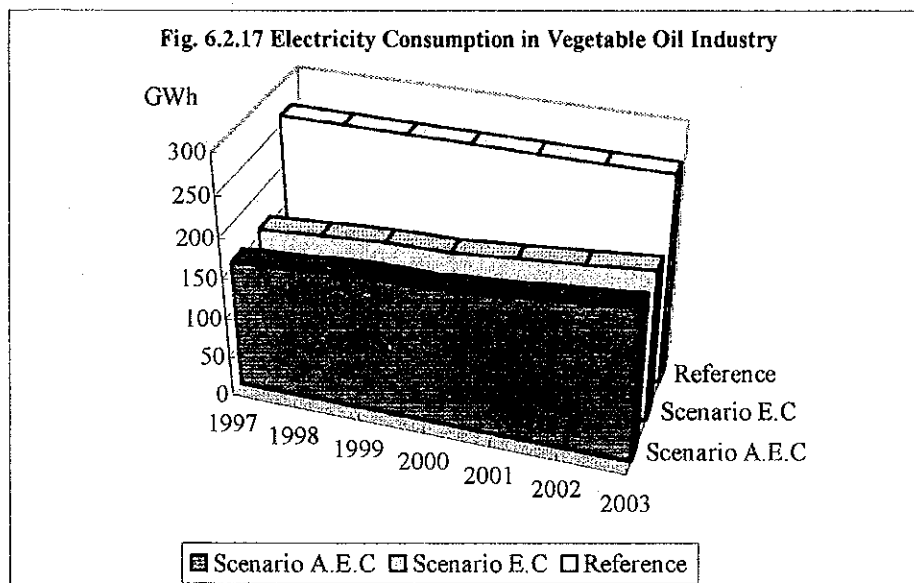
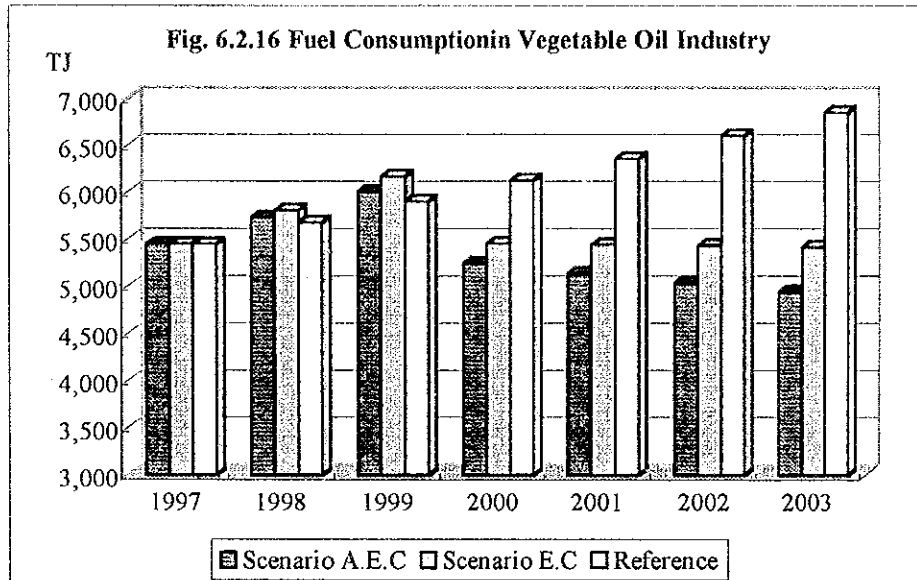
2003年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E.C. では 1,433TJ、シナリオ A.E.C. では 1,907TJ と見込まれる。

将来における植物油製品産業の省エネルギーのポテンシャルの推定結果を表 6.2.7 また、燃料および電力消費量をシナリオ別で、図 6.2.16 および図 6.2.17 に示した。

Table 6.2.7 Energy Demand Forecast for the Vegetable Oil Industry

Item	Unit	Actual		Simulation Results						Growth Rate %		Index1997=100	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	4,881	5,222	5,563	4,849	4,813	4,777	4,741	-0.2	-0.5	99.3	97.1
	Electricity	GWh	158	163	168	169	175	182	189	2.2	3.0	106.8	119.5
	Total	TJ	5,450	5,809	6,167	5,457	5,444	5,432	5,422	0.0	-0.1	100.1	99.5
	Fuel Intensity	MJ/kg	8.1	8.3	8.5	7.2	6.8	6.5	6.3	-4.0	-4.2	88.4	77.2
	Electricity Intensity	Wh/kg	263	260	257	249	249	249	249	-1.7	-0.8	95.0	95.0
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	9.3	9.5	8.1	7.7	7.4	7.2	-3.8	-3.8	89.1	79.1
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	4,881	5,145	5,400	4,638	4,511	4,387	4,267	-1.7	-2.2	95.0	87.4
	Electricity	GWh	158	163	169	169	175	182	189	2.2	3.0	106.8	119.5
	Total	TJ	5,450	5,732	6,010	5,245	5,142	5,042	4,947	-1.3	-1.6	96.2	90.8
	Fuel Intensity	MJ/kg	8.1	8.2	8.3	6.9	6.4	6.0	5.6	-5.4	-5.9	84.5	69.5
	Electricity Intensity	Wh/kg	263	260	260	249	249	249	249	-1.7	-0.8	95.0	95.0
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	9.1	9.2	7.8	7.3	6.9	6.5	-5.0	-5.3	85.6	72.2
Reference	Fuels	TJ	4,881	5,089	5,284	5,486	5,695	5,913	6,139	4.0	3.9	112.4	125.8
	Electricity	GWh	158	165	171	178	184	192	199	4.0	3.9	112.4	125.8
	Total	TJ	5,450	5,683	5,900	6,125	6,359	6,602	6,855	4.0	3.9	112.4	125.8
	Fuel Intensity	MJ/kg	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1				
	Electricity Intensity	Wh/kg	263	263	263	263	263	263	263				
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1				

Source: JICA Team



Source: JICA Team

(2) 食肉製品産業

a. はじめに

1997年における食肉製品加工業のエネルギー消費量は約17,700TJで、食品加工業のエネルギー消費の16.1%を占めた。このセクターのエネルギー消費量の推移を表6.2.8に示した。

Table 6.2.8 Energy Consumption of Meat and Meat Products Industry

Item	Unit	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Direct Energy Consumpt	TJ	11,656	11,091	11,661	11,419	11,540	13,917	18,084	21,566	17,700
Electricity consumption	GWh	398.4	361	406.1	435.1	486.8	606.8	759.2	948.4	902
Coal consumption	TJ	11,910	9,863	10,573	10,145	9,695	8,723	12,340	12,130	10,025
Fuel oil consumption	TJ	268	256	248	216	348	456	652	968	480
Natural gas consumption	TJ	287	249	427	529	641	1,467	732	2,818	1,330
Others	TJ	1,327	2,181	2,195	2,070	1,942	1,348	1,845	2,528	2,618
Total energy consumptio	TJ	15,226	13,847	14,904	14,525	14,378	14,177	18,302	21,858	17,700
Total production	1000t	896	865	829	834	834	861	938	1,077	1,241
Fuel Intensity	MJ/kg	11.41	11.32	12.31	11.81	11.74	13.63	16.36	16.85	11.64
Electricity Intensity	Wh/kg	444.6	417.2	490.0	521.7	583.8	705.0	809.0	880.4	726.7
Energy Intensity	MJ/kg	13.01	12.82	14.07	13.69	13.84	16.17	19.27	20.02	14.26

Source: GUS "Industry Statistics Year Book of Poland"

b. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて予測すると、食肉製品加工業におけるエネルギー消費は、1997年の17,700TJから2000年の17,811TJへ、さらに2003年には19,801TJへ増加するだろう。

c. 2000年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. においては、この産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の14.3MJ/kgから14%近く減り、2000年には12.2MJ/kgへと低下するであろう。

シナリオ A. E. C. においては、このセクターのエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年に比べて16%程度減り、2000年には11.9MJ/kgにまで低下するであろう。

2000年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E. C. では2,579TJ、シナリオ A. E. C. では2,940TJと見込まれる。

d. 2003年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. においては、食肉製品加工業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の14.3MJ/kgから10.7MJ/kgへ24.7%改善されてであろう。

シナリオ A.E.C. においては、エネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって、1997年の14.3MJ/kgから2003年の10.4MJ/kgへと27.3%改善されるであろう。

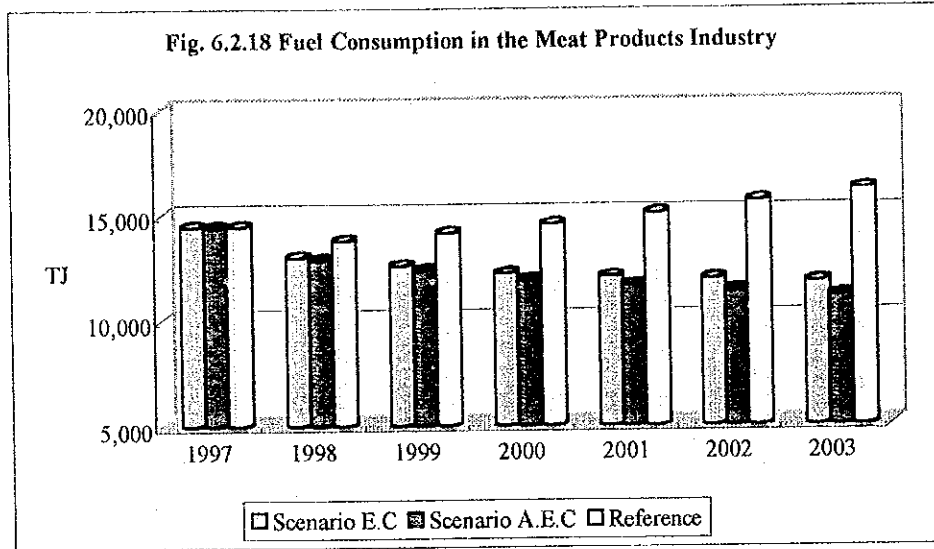
2003年の省エネルギーのポテンシャルはシナリオ E.C. では4,892TJ、シナリオ A.E.C. では5,398TJと見込まれる。

将来における食肉製品加工産業の省エネルギー・ポテンシャルの推定結果を表6.2.9に、また、燃料および電力消費量のシナリオ別比較を図6.2.18と6.2.19で示した。

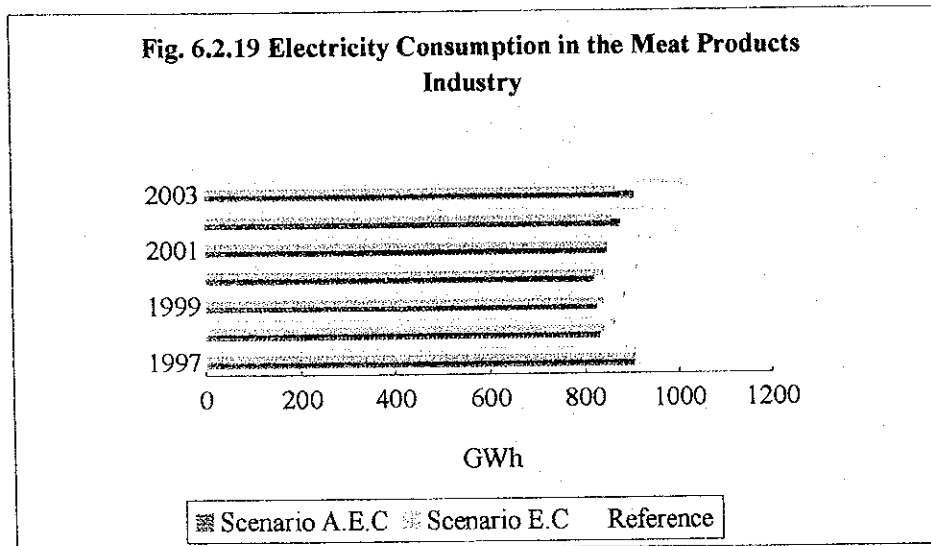
Table 6.2.9 Energy Demand Forecast for the Meat and Meat Products Industry of Poland

Item	Unit	Actual		Simulation Results						Growth Rate(%)		Index(1997=100)	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	14,453	12,996	12,582	12,213	12,068	11,944	11,794	-5.5	-3.3	84.5	81.6
	Electricity	GWh	902	837	837	839	847	857	865	-1.8	-0.7	93.0	95.9
	Total	TJ	17,700	16,010	15,595	15,232	15,117	15,029	14,909	-3.7	-2.8	86.1	84.2
	Fuel Intensity	MJ/kg	11.6	11.0	10.4	9.8	9.3	8.9	8.5	-4.3	-5.1	84.0	72.9
	Electricity Intensity	Wh/kg	727	708	689	671	655	639	623	-2.0	-2.5	92.4	85.7
	Energy Intensity	MJ/kg	14.3	13.5	12.8	12.2	11.7	11.2	10.7	-3.8	-4.6	85.5	75.3
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	14,453	12,892	12,381	11,922	11,654	11,411	11,147	-4.7	-4.2	82.5	77.1
	Electricity	GWh	902	831	824	819	846	876	904	-2.4	0.0	90.8	100.2
	Total	TJ	17,700	15,882	15,347	14,871	14,701	14,563	14,403	-4.3	-3.4	84.0	81.4
	Fuel Intensity	MJ/kg	11.6	10.9	10.2	9.5	9.0	8.5	8.0	-4.8	-6.0	82.0	68.9
	Electricity Intensity	Wh/kg	727	702	679	656	654	653	651	-2.5	-1.8	90.3	89.6
	Energy Intensity	MJ/kg	14.3	13.4	12.6	11.9	11.4	10.9	10.4	-4.4	-5.2	83.5	72.7
Reference	Fuels	TJ	14,453	13,775	14,136	14,543	15,061	15,622	16,168	0.2	1.9	100.6	111.9
	Electricity	GWh	902	860	882	908	940	975	1,009	0.2	1.9	100.6	111.9
	Total	TJ	17,700	16,870	17,312	17,811	18,445	19,132	19,801	0.2	1.9	100.6	111.9
	Fuel Intensity	MJ/kg	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6				
	Electricity Intensity	Wh/kg	727	727	727	727	727	727	727				
	Energy Intensity	MJ/kg	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3				

Source: JICA Team



Source: JICA Team



Source: JICA Team

(3) 酪農製品産業

a. 参考シナリオで予測したエネルギー需要

前述した将来における生産量と1997年のエネルギー消費原単位の推定に基づいて予測すると、この産業分野におけるエネルギー消費は、1997年の23,901TJから2000年の26,839TJへ、さらに2003年には29,881TJへ増加するだろう。

b. 2000年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. においては、酪農製品産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の9.1MJ/kgから12%近く減り、2000年には8.0MJ/kgになるだろう。

シナリオ A. E. C. においては、酪農製品産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって1997年と比べて17%程度減り、2000年には7.6MJ/kgにまで低下するであろう。

2000年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E. C. では3,265TJ、シナリオ A. E. C. では4,534TJと見込まれる。

c. 2003年における省エネルギー・ポテンシャル

シナリオ E. C. においては、酪農製品産業のエネルギー消費原単位は省エネルギー対策によって、1997年の9.1MJ/kgから2003年の7.6MJ/kgへと16%改善されるであろう。

シナリオ A. E. C. においては、酪農製品産業のエネルギー消費原単位は、省エネルギー対策によって1997年の9.1MJ/kgから2003年の7.0MJ/kgへと23%改善されるであろう。

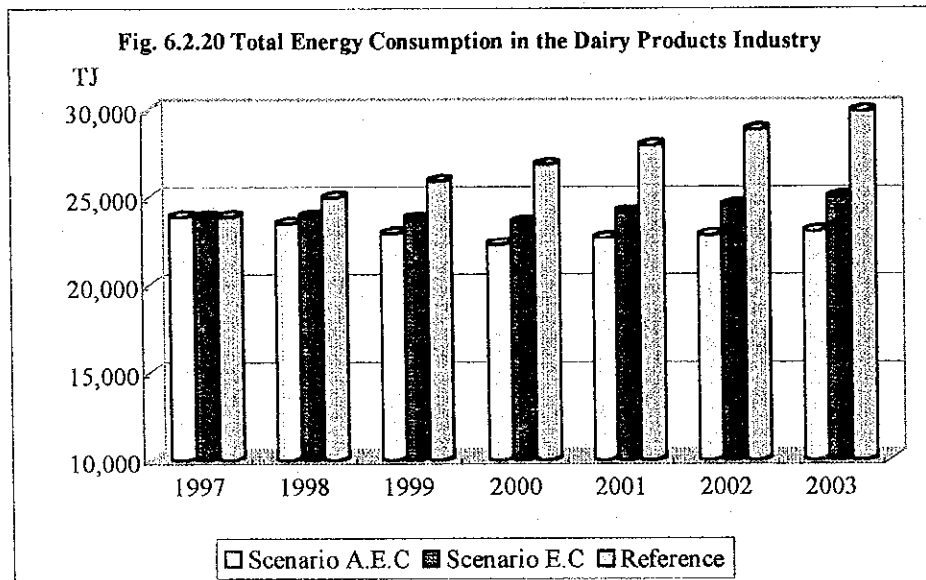
2003年の省エネルギー・ポテンシャルはシナリオ E. C. では4,897TJ、シナリオ A. E. C. では6,852TJと見込まれる。

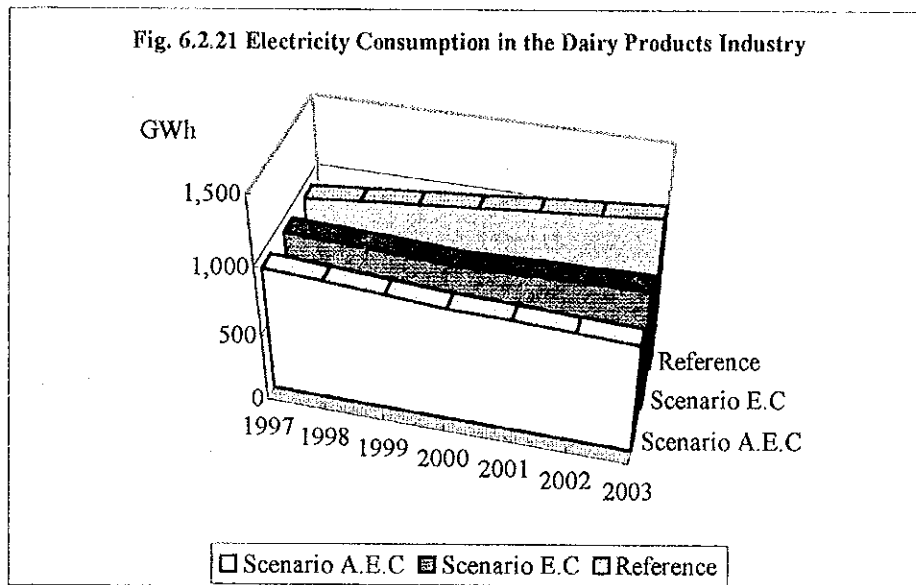
将来における酪農製品産業の省エネルギーのポテンシャルの推定結果を次の表6.2.10、また、全エネルギー、電力消費量のシナリオ別比較を図6.2.20および6.2.21で示した。

Table 6.2.10 Energy Demand Forecast for the Dairy Products Industry

Item	Unit	Actual	Simulation Results							Growth Rate %		Index 1997=100	
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	'00/'97	'03/'97	00/'97	'03/'97	
Scenario E.C	Fuels	TJ	20,606	20,687	20,603	20,467	20,992	21,335	21,747	-0.2	0.9	99.3	105.5
	Electricity	GWh	915	903	884	863	879	888	899	-1.9	-0.3	94.3	98.2
	Total	TJ	23,901	23,938	23,786	23,573	24,157	24,531	24,984	-0.5	0.7	98.6	104.5
	Fuel Intensity	MJ/kg	7.9	7.6	7.3	7.0	6.9	6.8	6.7	-4.0	-2.8	88.5	84.4
	Electricity Intensity	Wh/kg	350	330	312	294	287	281	275	-5.7	-3.9	84.0	78.6
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	8.8	8.4	8.0	7.9	7.8	7.6	-4.2	-2.9	87.8	83.6
Scenario A.E.C	Fuels	TJ	20,606	20,283	19,807	19,292	19,672	19,879	20,145	-2.2	-0.4	93.6	97.8
	Electricity	GWh	915	894	866	837	829	814	801	-2.9	-2.2	91.4	87.5
	Total	TJ	23,901	23,501	22,925	22,305	22,657	22,808	23,029	-2.3	-0.6	93.3	96.3
	Fuel Intensity	MJ/kg	7.9	7.4	7.0	6.6	6.4	6.3	6.2	-5.9	-4.0	83.4	78.2
	Electricity Intensity	Wh/kg	350	327	305	285	271	258	245	-6.6	-5.8	81.4	70.0
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	8.6	8.1	7.6	7.4	7.2	7.0	-6.0	-4.2	83.1	77.1
Reference	Fuels	TJ	20,606	21,551	22,360	23,139	24,105	24,883	25,762	3.9	3.8	112.3	125.0
	Electricity	GWh	915	957	993	1,028	1,071	1,105	1,144	3.9	3.8	112.3	125.0
	Total	TJ	23,901	24,997	25,935	26,839	27,959	28,862	29,881	3.9	3.8	112.3	125.0
	Fuel Intensity	MJ/kg	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9				
	Electricity Intensity	Wh/kg	350	350	350	350	350	350	350				
	Energy Intensity	MJ/kg	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1				

Source: JICA Team





Source: JICA Team

6.2.6 まとめ

二つのシナリオに基づいて 1 つのセクターと 8 のサブ・セクターの省エネルギー・ポテンシャルを推定してきた。表 6.2.11 は、将来のセクター、サブ・セクター別のエネルギー消費原単位とそれらの変化率をシナリオ別に示したものである。

表 6.2.12 は、2000 年と 2003 年におけるエネルギー消費を、対象産業別、シナリオ別に予測したものである。参考シナリオでは、全対象産業のエネルギー需要の合計は 1997 年の 382PJ から 2003 年の 453PJ へと増大するだろう。これに対して、エネルギー消費量はシナリオ E.C. では 373PJ、シナリオ A.E.C. では 356PJ と見込まれている。従って、2003 年の省エネルギーのポテンシャルはシナリオ E.C. で 80PJ、シナリオ A.E.C. では 97PJ に達するであろう。

対象産業におけるエネルギー消費原単位がいかに改善されるかは、1997 年のエネルギー消費原単位と将来のエネルギー消費原単位の推定結果を比べることによって容易に予想できる (図 6.2.22 と図 6.2.23)。

Table 6.2.11 Simulation Results of Energy Intensity by Industrial Sector and Sub-Sector

(Unit: %, MJ/ton, MJ/Pcs)

Industry	Sector	Sub-sector	Simulation 2000							
			Actual		Scenario E.C.			Scenario A.E.C.		
			1997		2000		'00/'97	2000		'00/'97
		Intensity	Indicators	Intensity	Indicators		Intensity	Indicators		
Iron and Steel			19,822	100	17,608	88.83	-3.87	17,152	86.53	-4.71
Chemical		Ammonia	33,217	100	31,543	94.96	-1.71	31,158	93.80	-2.11
Non-metallic Material		Silica Lime Block	840	100	648	77.14	-8.29	631	75.12	-9.10
		Glass	17,888	100	15,318	85.63	-5.04	14,605	81.65	-6.54
Transportation Equipment		Tractor	64,696	100	51,392	79.44	-7.39	49,154	75.98	-8.75
Machinery		Truck	34,980	100	28,011	80.08	-7.14	27,253	77.91	-7.98
Food		Dairy	9,140	100	8,028	87.83	-4.23	7,596	83.11	-5.98
		Meat	14,260	100	12,195	85.52	-5.08	11,906	83.49	-5.84
		Vegetable Oil	9,050	100	8,063	89.09	-3.78	7,750	85.64	-5.04

Industry	Sector	Sub-sector	Simulation 2003							
			Actual		Scenario E.C.			Scenario A.E.C.		
			1997		2003		'03/'97	2003		'03/'97
		Intensity	Indicators	Intensity	Indicators		Intensity	Indicators		
Iron and Steel			19,822	100	15,967	80.55	-3.54	15,134	76.35	-4.40
Chemical		Ammonia	33,217	100	31,015	93.37	-1.14	30,557	91.99	-1.38
Non-metallic Material		Silica Lime Block	840	100	548	65.24	-6.87	531	63.21	-7.36
		Glass	17,888	100	13,310	74.41	-4.81	12,487	69.81	-5.81
Transportation Equipment		Tractor	64,696	100	48,551	75.05	-4.67	45,166	69.81	-5.81
Machinery		Truck	34,980	100	24,960	71.36	-5.47	23,881	68.27	-6.16
Food		Dairy	9,140	100	7,642	83.61	-2.94	7,044	77.07	-4.25
		Meat	14,260	100	10,737	75.29	-4.62	10,372	72.74	-5.17
		Vegetable Oil	9,050	100	7,158	79.09	-3.83	6,532	72.18	-5.29

Source: JICA Team

Table 6.2.12 Estimated Future Energy Consumption for Each Targeted Industrial Sector

(Unit: TJ)

Industrial Sector	Actual 1997	Estimated Results					
		2000			2003		
		Reference	Scenario E.C.	Scenario A.E.C.	Reference	Scenario E.C.	Scenario A.E.C.
Iron and Steel	229,638	244,920	217,566	211,931	262,110	211,137	200,121
Ammonia	74,792	82,363	78,213	77,258	89,265	83,347	82,116
Tractor	1,418	1,647	1,362	1,303	1,966	1,536	1,429
Truck	2,003	2,179	1,745	1,698	2,368	1,690	1,617
Glass	25,435	31,768	27,204	25,938	39,052	29,057	27,261
Silica Lime Block	1,258	1,375	1,061	1,033	1,502	980	950
Vegetable Oil	5,450	6,125	5,457	5,245	6,855	5,422	4,947
Meat	17,700	17,811	15,232	14,871	19,801	14,909	14,403
Dairy	23,901	26,839	23,573	22,305	29,881	24,984	23,029
Grand Total	381,596	415,027	371,412	361,581	452,800	373,061	355,873

Source: JICA Team

Figure 6.2.22 Estimated Future Energy Consumption by Sector

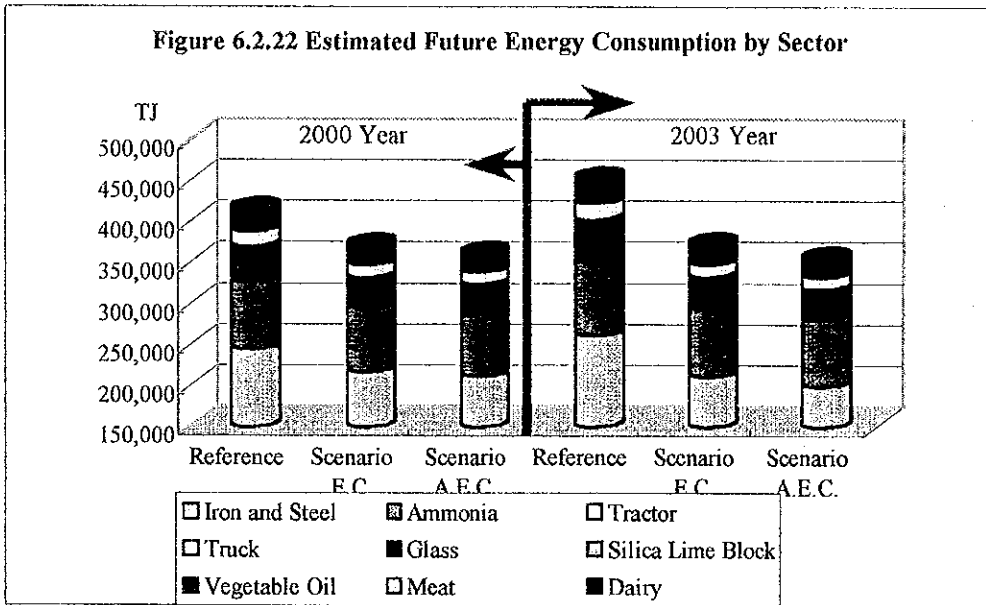
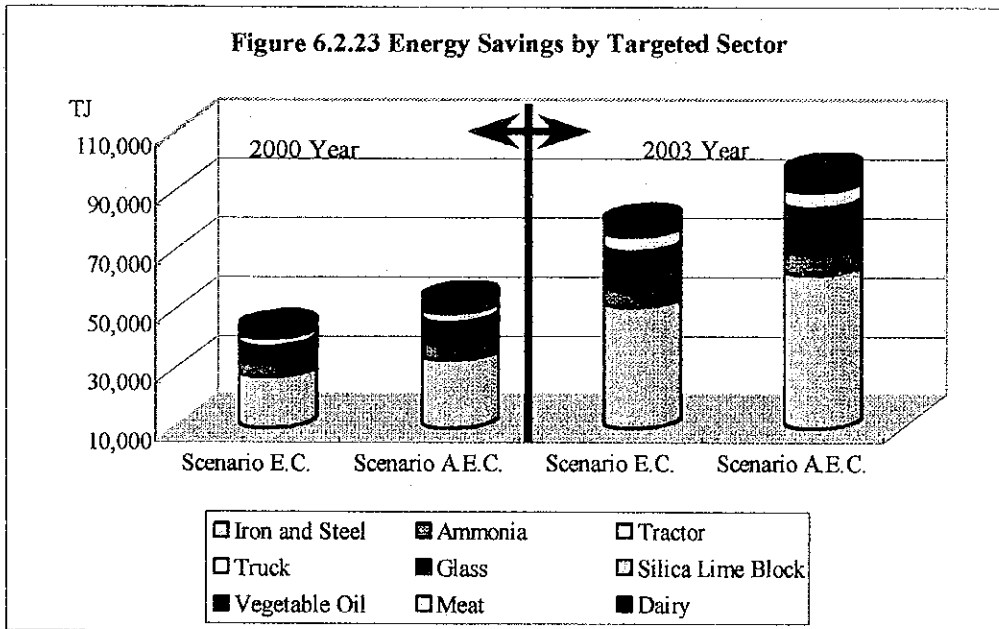


Figure 6.2.23 Energy Savings by Targeted Sector



Source: JICA Team

6.3 対象産業における省エネルギー・ポテンシャルの推定

第5章では、対象機器における2000年と2003年のエネルギー消費原単位を推定した。この節では、それに基づき、各対象機器の省エネルギー・ポテンシャル(E.C.シナリオ、A.E.C.シナリオとREFシナリオとの差)を推定する。

表6.3.1と図6.3.1、図6.3.2で、REFシナリオ、E.C.シナリオ、A.E.C.シナリオについて、2000年と2003年の、7つの機器のエネルギー消費量を推定した。また、後者2つのシナリオについて、省エネルギー・ポテンシャルを推定した。

6.3.1 照明

照明における電気の消費量は、E.C.シナリオでは、1997年の1,235 TJから、2000年の1,222 TJへと低下し、2003年には1,223 TJと、2000年とほぼ同じ水準を維持するであろう。また、A.E.C.シナリオでも、同様に、2000年には1,165 TJへ低下し、2003年には1,157 TJと、と横這いを見せる、と見込まれている。

これらの消費水準は、REFシナリオに比して、E.C.シナリオでは、2000年には7%、2003年には15%、さらに、A.E.C.シナリオでは、2000年には12%、2003年には19%低いところにある。

6.3.2 エアー・コンプレッサー

エアー・コンプレッサーにおける電気の消費量は、E.C.シナリオでは、1997年の2,798 TJから2000年の2,723 TJへと低下した後、2003年の2,803 TJへと僅かに上昇するであろう。また、A.E.C.シナリオでも、同じような動きが見られ、2000年に2,639 TJへと低下を見せた後、2003年には2,730 TJへ上昇するであろう、と見込まれている。これらの消費の水準は、REFシナリオに比して、E.C.シナリオでは、2000年には14%、2003年には22%だけ低いところにある。さらに、A.E.C.シナリオでは、2000年には17%、2003年には24%低いところにある。

6.3.3 モーター

モーターにおける電気の消費量は、E. C. シナリオでは、1997年の10,416 TJから2000年の9,443 TJに低下した後、2003年には9,550 TJへと僅かながら上昇するであろう。また、A. E. C. シナリオでは、2000年には8,786 TJ、2003年には7,602 TJへと低下を続けるであろう。

これらの消費水準は、REFシナリオと比較すると、E. C. シナリオでは、2000年には17%、2003年には24%低いところにある。また、A. E. C. シナリオでは、2000年には23%、2003年には40%と、エネルギー消費はREFシナリオに比して大きな低下を示す、と見込まれる。

6.3.4 変圧器

変圧器における電気の消費量は、1997年の2,370 TJから、E. C. シナリオでは、2000年には2,327 TJへと低下した後、2003年には2,335 TJと、横這いを見せるであろう。また、A. E. C. シナリオでは、1997年の2,370 TJから、2000年には2,245 TJへと低下するが、2003年には2,276 TJと、横這いを示すであろう。

これらの消費量は、REFシナリオに比して、E. C. シナリオでは、2000年には9%、また、2003年には16%低いところにある。また、A. E. C. シナリオでは、2000年には12%、2003年には19%低いところにある。

6.3.5 暖房（空調）

暖房における燃料の消費量は、1997年の57,770 TJから、2000年には58,961 TJへ伸びるが、2003年の61,025 TJへ上昇するであろう。また、A. E. C. シナリオでも、同じような動きが見られ、2000年の56,309 TJへの伸びる後、2003年には57,571 TJと見込まれている。

これらの消費水準は、REFシナリオに比して、E. C. シナリオでは、2000年には6%、2003年には11%だけ低いところにある。また、A. E. C. シナリオでは、2000年の10%、2003

年の16%と、REF シナリオに比して、非常に低くなっている。

6.3.6 ボイラー

ボイラーにおける燃料の消費量は、1997年の112,165TJから、E.C.シナリオでは、2000年には111,870TJへ低下した後、2003年には115,622TJへと、若干、上昇するであろう。また、A.E.C.シナリオでも、同じような動きが見られ、2000年に91,875TJへと低下した後、2003年には93,952TJと、僅かながら上昇するであろう。

これらの消費量は、REFシナリオに比して、E.C.シナリオでは、2000年に8%、また、2003年に13%低いところにある。また、A.E.C.シナリオでは、ボイラーの燃料消費量は2000年には25%、2003年には30%と、REFシナリオに比して大幅に削減されるであろう。

6.3.7 加熱炉

加熱炉における燃料の消費量は、1997年の11,694TJから、2000年には10,922TJ、さらに2003年には10,831TJへと低下していくであろう。これらは全て、鉄鋼業におけるものである。また、A.E.C.シナリオでは、2000年には9,099TJ、2003年には8,979TJへと低下を続けるであろう。

これらの消費量は、REFシナリオに比して、E.C.シナリオでは、2000年には12%、2003年には19%低いところにある。また、A.E.C.シナリオでは、2000年には27%、2003年には33%と、上記のボイラーほどではないものの、REFシナリオに比して大幅に削減されるであろう。

**Table 6.3.1 Energy Consumption in Seven Types of Equipment
in Targeted Industries in 1997, 2000, and 2003**

Scenario	Equipment	Share in Total (%)*	Energy consumption (TJ)			EC or AEC / REF	
			1997	2000	2003	2000	2003
EC	Lighting	3.34	1,235	1,222	1,223	0.93	0.85
	Compressor	7.58	2,798	2,723	2,803	0.86	0.78
	Motor	28.20	10,416	9,443	9,550	0.83	0.76
	Transformer	6.42	2,370	2,327	2,335	0.91	0.84
	Heating	16.75	57,770	58,961	61,025	0.94	0.89
	Boiler	32.53	112,165	111,870	115,622	0.92	0.87
	Furnace	3.39	11,694	10,922	10,831	0.88	0.81
AEC	Lighting			1,165	1,157	0.88	0.81
	Compressor			2,639	2,730	0.83	0.76
	Motor			8,786	7,602	0.77	0.60
	Transformer			2,245	2,276	0.88	0.81
	Heating			56,309	57,571	0.90	0.84
	Boiler			91,875	93,952	0.75	0.70
	Furnace			9,099	8,979	0.73	0.67
REF	Lighting			1,318	1,434		
	Compressor			3,170	3,592		
	Motor			11,351	12,566		
	Transformer			2,564	2,794		
	Heating			62,874	68,307		
	Boiler			121,986	133,472		
	Furnace			12,471	13,339		

* Shares in total electricity consumption for lighting, air compressor, motor, and transformer, and in total fuel consumption for heating, boiler, and furnace in 1997, respectively.

Figure 6.3.1-1 Energy Demand Forecasting for 4 Electricity-related Equipment

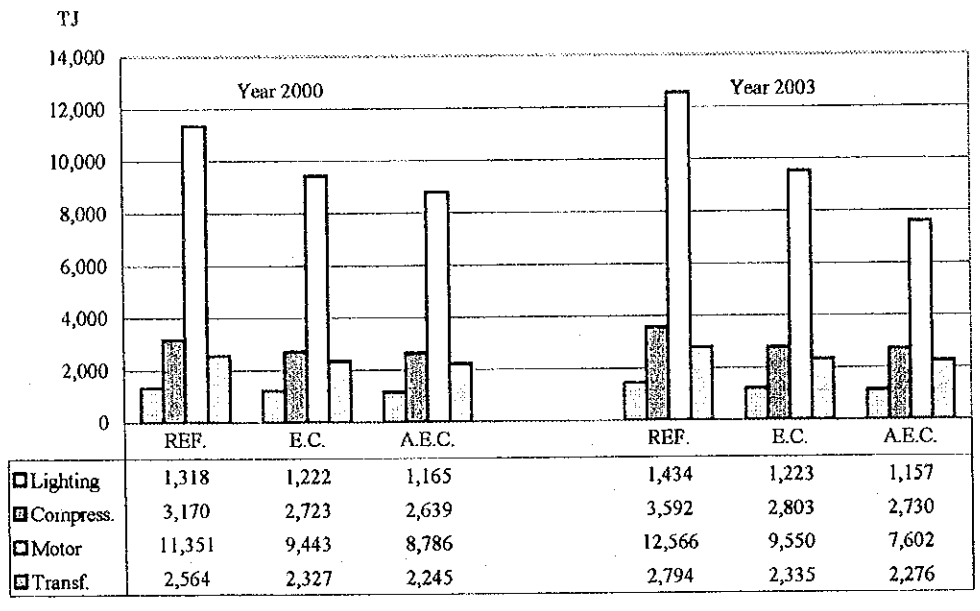
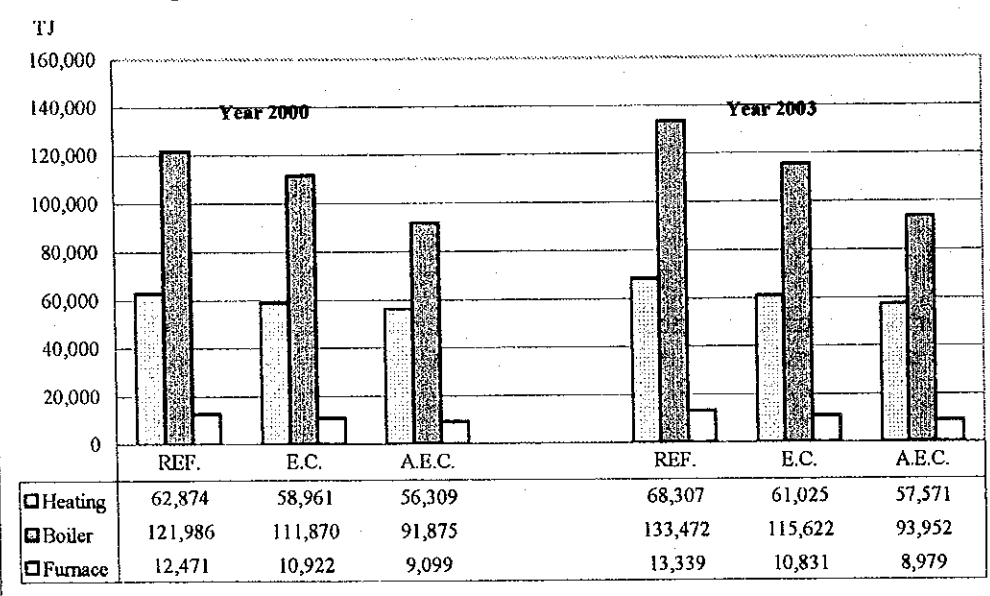
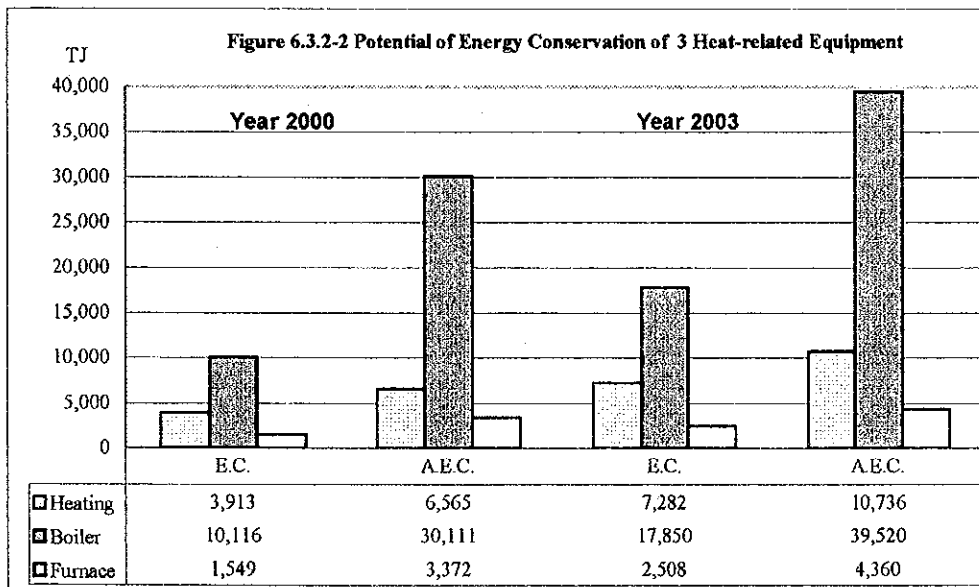
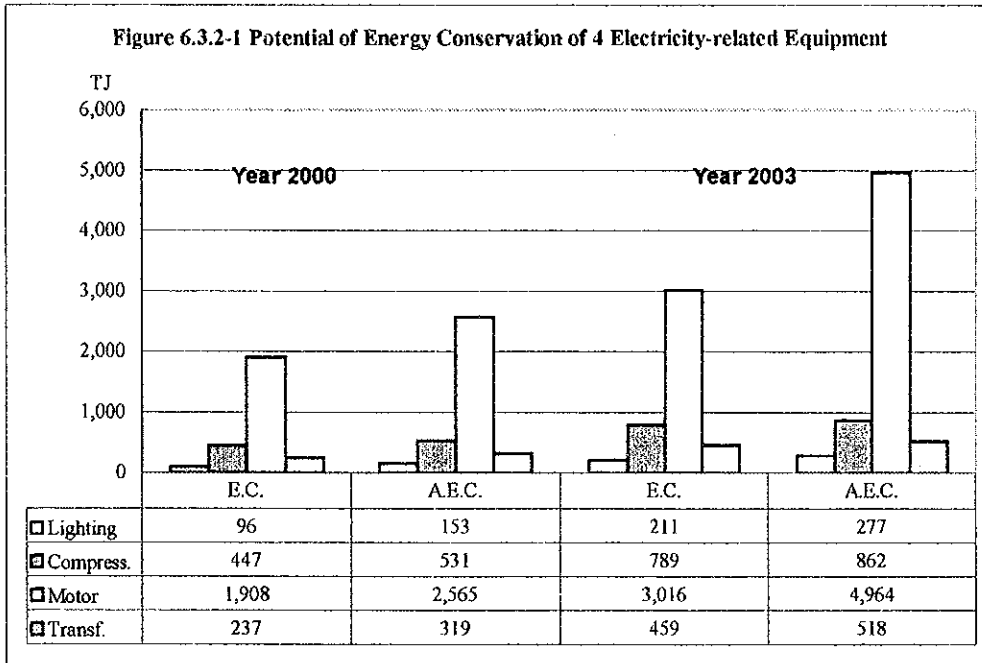


Figure 6.3.1-2 Energy Demand Forecasting for 3 Heat-related Equipment



Source: JICA Team



Source: JICA Team

7. 省エネルギーによる環境改善効果の推定

7. 省エネルギーによる環境改善効果

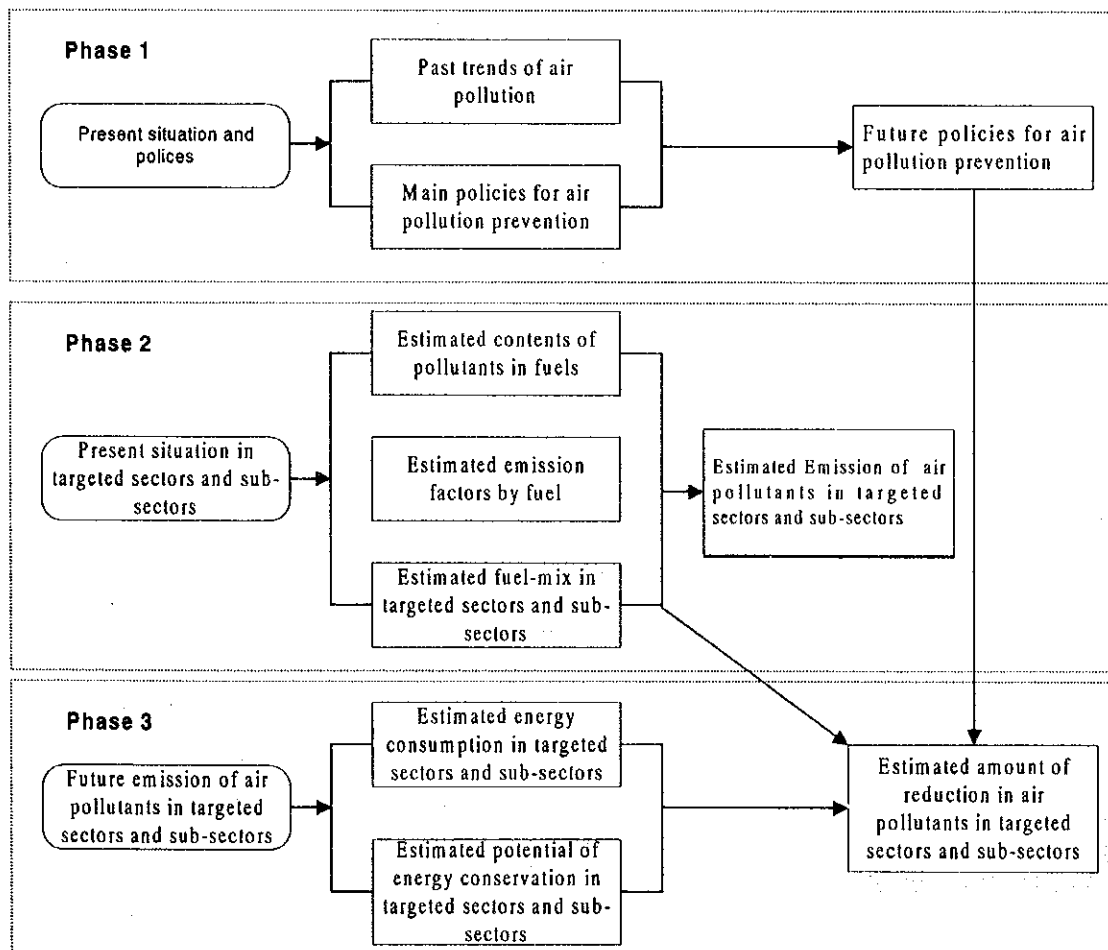
7.1 はじめに

本章の目的は、各対象産業における省エネルギーによる大気汚染改善の効果について推定を行うことである。

本章の調査内容を大別すると、以下のようになる。

第一は、ポーランドにおける大気汚染の現状と大気汚染防止政策の実態を把握することである。第二は、対象産業における温暖化ガスと大気汚染物質の排出係数を推定することである。第三は、各シナリオ毎に主な温暖化ガスと大気汚染物質の排出量を推定することである。本章における調査方法を図 7.1.1 に示した。

Fig. 7.1.1 Methodology of the study



7.2 大気汚染と大気汚染防止政策の現状

この節では、ポーランドにおける大気汚染の現状を概観する。温暖化ガスと主な大気汚染物質の排出量、排出源と大気汚染防止政策などを、いくつかの視点から説明する。

7.2.1 大気汚染の現状とその動向

1990年以降、ポーランドにおける温暖化ガスと大気汚染物質の排出量はかなり下がってきている。二酸化炭素の排出量は、1990年の3億8,100万トンから1996年の3億4,400万トンに減り、これは年平均1.7%の減少に相当する。他の主な大気汚染物質、即ち、二酸化硫黄、二酸化窒素、煤塵の排出量も減少傾向を示しており、1990年から1996年間の年平均減少率はそれぞれ4.9%、1.7%、7.1%で、これらの汚染物質の排出量は1996年には237万トン、115万トン、125万トンの水準にまで減少した。

1990年から1996年までの主な大気汚染物質の排出量の変化を表7.2.1に示した。減少傾向は図7.2.1にも示されている。この図で、二酸化硫黄の排出量はこの期間に28%の低下を示しており、同じ期間に二酸化窒素、煤塵、二酸化炭素はそれぞれ約10%、38%、10%の減少を示している。この期間にGDPが安定した成長を見せ、590億USドルから691億USドル(1990年価格、年平均伸び率2.7%)へと増加したにもかかわらず、このような減少が記録された。

Table 7.2.1 Emission of Air Pollutants of Poland

Item	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	'96/90
CO ₂ (million ton)	381	388	363	372	384	330	344	-1.7
SO ₂ (Thousand ton)	3,210	2,995	2,820	2,725	2,605	2,376	2,368	-4.9
NO ₂ (Thousand ton)	1,280	1,205	1,130	1,120	1,105	1,120	1,154	-1.7
Dust(Thousand ton)	1,950	1,707	1,608	1,522	1,423	1,337	1,250	-7.1

Source: 1. From 1990 to 1995, the data of SO₂, NO₂, Dust from GUS "Environmental Statistics Year Book 1998"

2. The data of CO₂ from "Second National Report" except for 1996

3. The data of 1996 from the Institute of Environmental Protection (IOS)

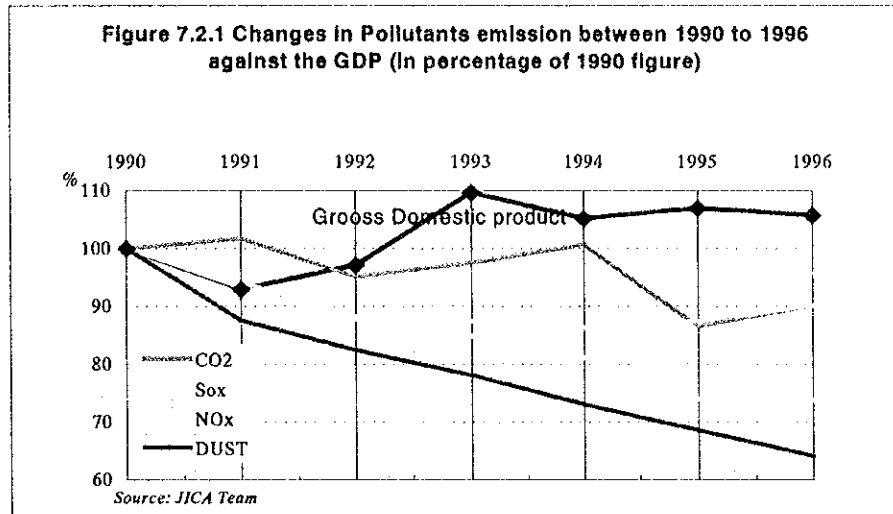
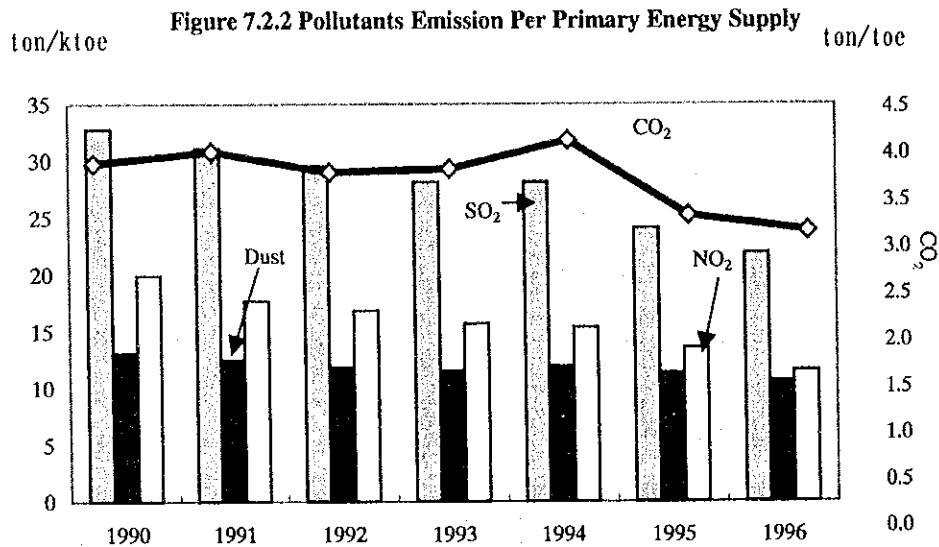


図 7.2.2 は、一次エネルギー供給 1 単位当たりの温暖化ガスと主要な大気汚染物質排出量の推移を示したものである。ここでも温暖化ガスと汚染物質の排出量が減少傾向にあることが分かる。例えば二酸化炭素の排出量は 1990 年の 3.9ton/toe (石油換算トン) から 1996 年の 3.18ton/toe に減少している。減少傾向はその他の汚染物質でも明白である。このような改善を見せた主な理由として、下記の事項が挙げられる:

- 産業全体に占める加工産業の割合が増加したこと(1992 年の 77.6%から 1995 年の 82%へ)。
- 燃料消費の構成比がわずかながら変化したこと。例えば 1995 年から 1996 年にかけての 1 年間に石油のシェアが 13.4%から 14.4%に、天然ガスが 7.3%から 7.7%に増加し、無煙炭が 59.8%から 59.2%に低下している。
- 国外からの直接投資に伴う設備の近代化 (国外からのポーランドに対する直接投資は 1997 年末に 205.877 億 US ドルに達したと推定されている。1997 年だけでも国外主要投資家はさらに 107.771 億 US ドルを投資した)。
- 環境保護のための投資(例えば 1996 年には、環境保護のために 41,000 百万 PLN が投下され、その中の 49%が水質保全、45%が大気汚染防止、6%が土地保全のために割り当てられた)。



Source: JICA Team

7.2.2 汚染源別の大気汚染物質排出量

(1) 公共発電所（自家発電所以外の発電所）からの汚染物質排出量

ポーランドでは、大気への汚染物質排出の水準は主として燃料の燃焼プロセスによって決まる。電力部門では、燃料消費の75%以上が無煙炭と褐炭であることから、発電所は特に重要な汚染源となっている。

1990年から1996年にかけての主な排出源別の大気汚染物質の排出量の推移を表7.2.2～7.2.4に示した。この表によると、公共発電所からの二酸化硫黄排出量は、1990年から1996年にかけて1,570千トンから1,195千トンに減少し、二酸化窒素の排出量は、1990年の370千トンから1996年の360千トンに減少した。また煤塵の排出量は、1990年の570千トンから157千トンへと急速な下降傾向を示している。

これらの改善の理由は、ほとんど全ての公共発電所に電気集塵機が設置され、いくつかの発電所では排煙脱硫装置も設置されたことにある。

(2) 他の経済部門における汚染物質排出量

産業、民生、商業、輸送、そして農業などの部門からも、多くの汚染物が排出されている。表 7.2.2 から 7.2.4 にかけて、各分野からの主な大気汚染物質排出量を示す(民生、商業、農業は、ポーランドの環境統計資料において「他の汚染源」に含まれている)。

Table 7.2.2 Annual Emissions of Sulur Oxides by Source (1990-1996)
(Thousand ton)

Source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	'96/90
Public power plants	1,570 (49)	1,480 (49)	1,310 (46)	1,290 (47)	1,270 (49)	1,223 (51)	1,195 (50)	-4.4
Industrial sector	770 (24)	665 (22)	670 (24)	635 (23)	575 (22)	584 (25)	606 (26)	-3.9
Other source	760 (24)	760 (25)	750 (27)	750 (28)	710 (27)	527 (22)	521 (22)	-6.1
Mobile sources	110 (03)	90 (03)	90 (03)	50 (02)	50 (02)	42 (02)	46 (02)	-13.5
Total	3,210	2,995	2,820	2,725	2,605	2,376	2,368	-4.9

Source: GUS "Environmental Statistics Year Book 1998", IOS "Polish National Environment Report"

Note: Figures in parentheses show percentage share in total

Table 7.2.3 Annual Emissions of Nitrogen Oxides by Source (1990-1996)
(Thousand ton)

Source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	'96/90
Public power plants	370 (29)	395 (33)	370 (33)	380 (34)	380 (34)	377 (34)	360 (31)	-0.5
Industrial sector	330 (26)	315 (26)	260 (23)	190 (17)	180 (16)	214 (19)	246 (21)	-4.8
Other sources	100 (08)	100 (08)	100 (09)	130 (12)	125 (11)	115 (10)	131 (11)	4.6
Mobile sources	480 (38)	395 (33)	400 (35)	420 (38)	420 (38)	414 (37)	417 (36)	-2.3
Total	1,280	1,205	1,130	1,120	1,105	1,120	1,154	-1.7

Source: GUS, "Environmental Statistics Year Book 1998", IOS "Polish National Environment Report"

Note: Figures in parentheses show percentage share in total

Table 7.2.4 Annual Emissions of Dust by Source (1990-1996)
(Thousand ton)

Source	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996 '96/90	
Public power plants	570 (29)	470 (28)	420 (26)	345 (23)	260 (18)	193 (14)	157 (12)	-19.3
Industrial sector	860 (44)	690 (40)	640 (40)	630 (41)	645 (45)	625 (47)	623 (49)	-5.2
Other sources	520 (27)	520 (30)	520 (32)	520 (34)	490 (34)	490 (37)	470 (37)	-1.7
Mobile sources	(00)	27 (02)	28 (02)	27 (02)	28 (02)	29 (02)	29 (02)	1.4
Total	1,950	1,707	1,608	1,522	1,423	1,337	1,279	-6.8

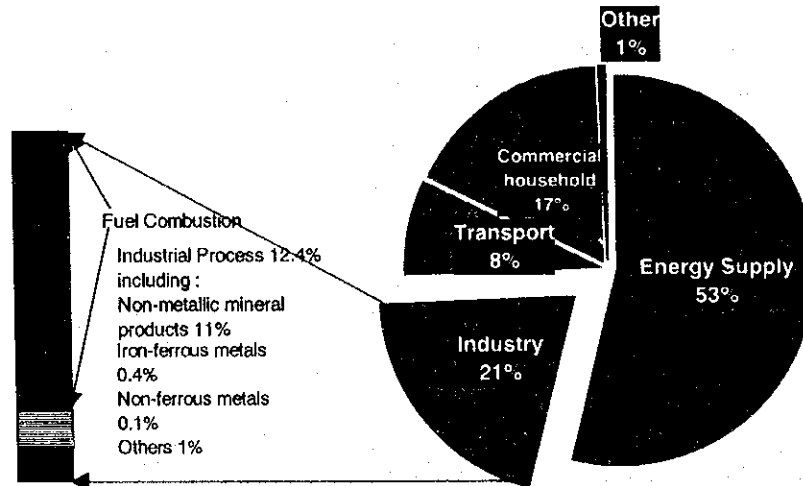
Source: GUS "Environmental Statistics Year Book 1998", IOS "Polish National Environment Report"

Note: Figures in parentheses show percentage share in total

(3) 温暖化ガスの排出量の部門別割合

図 7.2.3 は、二酸化炭素の排出に関する部門別割合を示す。1996 年の二酸化炭素に関する割合は、エネルギー供給部門で 53%、工業部門で 21%、民生と商業部門で 17%、輸送部門で 8%である。二酸化炭素は、工業部門では、燃料の燃焼により 87.6%が排出され、製造プロセスで 12.4%が排出されている。

Figure 7.2.3 Share of CO₂ in Different Economic Sectors
1996



Source: GUS "Industry Statistics Year Book of Poland 1997"; Institut of Environmental Protection, Poland "Data Table"

7.2.3 大気汚染防止の基準

表 7.2.5 は、ポーランドにおいて 1998 年 6 月から実施されている現行の大気環境基準を示したものである。但し、本調査で用いられているデータは 1998 年以前のものであることから、以前の基準を表 7.2.6 に示した。参考として日本の大気環境基準を表 7.2.7 に示した。

日本の法律においては、大気環境基準は 5 つの主要項目、すなわち二酸化硫黄(SO₂)、一酸化炭素(CO)、浮遊微粒子、二酸化窒素(NO₂)、および、光化学オキシダントについて決められている。それに加えて、カドミウム、鉛、フッ素、ならびに、煤煙および煤塵中の塩化水素も規制の対象となっている。しかしながら、基準値には、施設の種類によって、また、政府の基準よりも厳しい基準を課する権限を有する地方自治体によって、かなりの差がみられる。

基準項目に差異があるので、二つの基準値をそのまま比較するのは妥当ではないが、総じてポーランドの基準は日本のものと同じ程度に厳しい、ということはあるであろう。

Table 7.2.5 National Ambient Air Quality Standards for the main air pollutants in Poland (1)
(Maximum Permissible Concentrations)

SUBSTANCE	NORMAL AREA			PROTECTED AREA		
	D ₃₀ µg/m ³	D ₂₄ µg/m ³	D _{year} µg/m ³	D ₃₀ µg/m ³	D ₂₄ µg/m ³	D _{year} µg/m ³
SO ₂ From 2005	500	150 125	40 30	350	125	30
NO ₂	500	150	40	330	100	25
PM10 From 2005 From 2010	280	125 50	50 30 20	200	100 50	40 30 20

Note: D₃₀: Polish Air Quality Standard for 30 minutes concentration

D₂₄: Polish Air Quality Standard for 24 hours concentration

D_{year}: Polish Air Quality Standard for annual concentration

This standard is running after May 1998

Source: National ambient Air Quality Standards

Table 7.2.6 National Ambient Air Quality Standards for the main air pollutants in Poland (2)

SUBSTANCE	NORMAL AREA		PROTECTED AREA	
	D ₂₄	D _a	D ₂₄	D _a
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
SO ₂	200	32	75	11
NO ₂	150	50	50	30
PM10	120	50	60	40

Note: D₂₄: Polish Air Quality Standard for 24 hours concentration

D_a: Polish Air Quality Standard for annual concentration

This standard was valid till May 1998

Source: GUS "Air Pollution in Poland in 1995"

Table 7.2.7 Ambient Air Quality Standards in Japan

Substance	Standard values	Measuring methods
Sulfur dioxide	Daily average of hourly values shall not exceed 0.04ppm, and hourly values shall not exceed 0.1ppm.	Conductometric method
Carbon monoxide	Daily average of hourly values shall not exceed 10ppm, average of hourly values in eight consecutive hours shall not exceed 20ppm.	Nondispersive infrared analyzer method
Suspended¹ particulate matter	Daily average of hourly values shall not exceed 0.10 mg/m ³ , and hourly values shall not exceed 0.20mg/m ³	Mass/concentration method based on filtration collection. Alternatively, the light scattering method the piezoelectric micro-balance method, or the β-ray attenuation method yielding results linearly related to the values of the mass/concentration method
Nitrogen² dioxide	Daily average of hourly values shall be within the range between 0.04ppm and 0.06ppm or below	Colorimetry employing Saltzman reagent (with Saltzman's coefficient being 0.84)
Photochemical³ oxidants	Hourly values shall not exceed 0.06ppm.	Absorptiometry using neutral potassium iodide solution, or coulometry.

- Notes:
1. Suspended particulate matter shall mean airborne particles of 10 microns or less in diameter.
 2. a) In an area where the daily average of hourly values exceeds 0.06ppm, efforts should be made to achieve the level of 0.06ppm by 1985.
b) In an area where the daily average of hourly values is within the range between 0.04ppm and 0.06ppm, efforts should be made so that the ambient concentration be maintained around the present level within the range or does not significantly exceed the present level.
 3. Photochemical oxidants are oxidizing substances such as ozone and peroxyacetyl nitrate produced by photochemical reactions (only those capable of isolating iodine from neutral potassium iodide, excluding nitrogen dioxide).

Source: Environment Agency, Government of Japan "Quality of the Environment in Japan 1990"

7. 2. 4 大気汚染の現状

ポーランドでは、大気汚染を監視するネットワークがある。1997年時点でこの監視ネットには94のステーションが含まれている。この監視ネットでは監視ステーションを使って、主に二酸化硫黄、二酸化窒素、煤塵、対流圏オゾン、および、COの濃度を監視している。

汚染物質の濃度の測定はほとんど全て手動によるものであるが、ステーションの約15%で自動測定器が導入されている。

(1) 二酸化硫黄

図 7.2.4 は、ポーランド各州の監視点で測定した二酸化硫黄の平均濃度を 1993 年から 1997 年にかけて年別に比較したものである。図で示したように、六つの都市ではっきりした下降傾向が見られるが、残りの都市部と都市部以外では、そのような傾向は必ずしも明確ではない。

図 7.2.5 においては、地図上で 1997 年における各監視点の二酸化硫黄濃度を示した。

この地図から、SLASK 地域における毎年の二酸化硫黄の平均濃度が他の州よりも高いことが分かる。これは、ポーランドの多くの重工業がこの州に集中しているからである。また、夏期と冬期で二酸化硫黄濃度にはっきりした違いが見られ、冬は夏の 4 倍にもなる。

(2) 二酸化窒素

図 7.2.6 は、ポーランド各州の監視点で測定した二酸化窒素の平均濃度を 1993 年から 1997 年にかけて年別に比較したものである。全体の 96%の監視点における二酸化窒素濃度の水準はほとんど変わっておらず、一つの地点だけで、はっきりとした減少傾向がみられる。

二酸化硫黄と同様に、二酸化窒素の分布を説明するのにも地図を使用した。図 7.2.7 は、基本的な観測所の全国監視ネットにおける測定値から推定した 1997 年の二酸化窒素濃度を年平均と季節平均で示したものである。この地図からも SLASK 地域の二酸化窒素濃度が他の州よりも高いことが分かる。夏期と冬期の差異は二酸化硫黄ほど大きくない。都市部で冬は夏の 1.3 倍、都市部以外では冬は夏の 2 倍になっている。

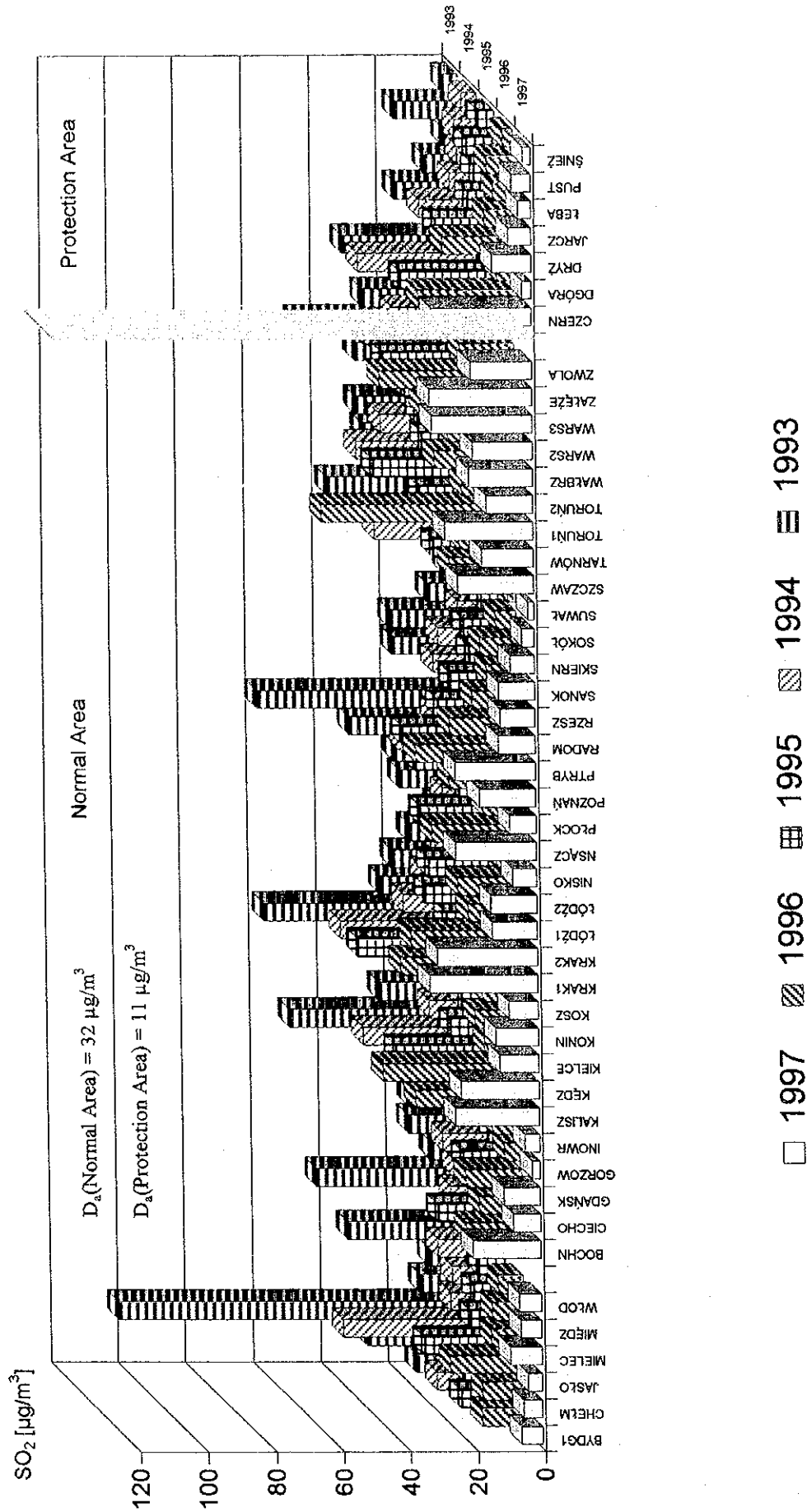
図 7.2.8 は、AQS(以前の国家大気保全基準)と呼ばれる許容濃度(地図の上では白い箱で表示している)に対する 1997 年の主な大気汚染物質の年平均値を

示している(ポーランドの基本監視ネットからのデータをもとに算出)。二酸化硫黄の年平均濃度は1.7から54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲に納まっている。監視地域における濃度が許容濃度の半分以下だったのは全ステーションの約93%である。前述の環境基準を超えたのは全体の7%の地点で、それは主にSLASK地域の市街地である。都市部以外での濃度は都市部に比べてかなり低くなっている。

年平均の二酸化窒素濃度は、7-42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で、基準を超えた州はない。全体の70%の監視点で基準の半分を下回っている。都市部以外での濃度は、4から21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲に納まっている。

煤塵の測定(重量メートル法による)は年平均濃度が13-90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ であったことを示している。全測定点の50%以上で基準を超えている。

Figure 7.2.4 Trend of Annual Concentration of Sulfur Dioxide between 1993 to 1997



Source: Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry, "Air Pollution in Poland in 1997"

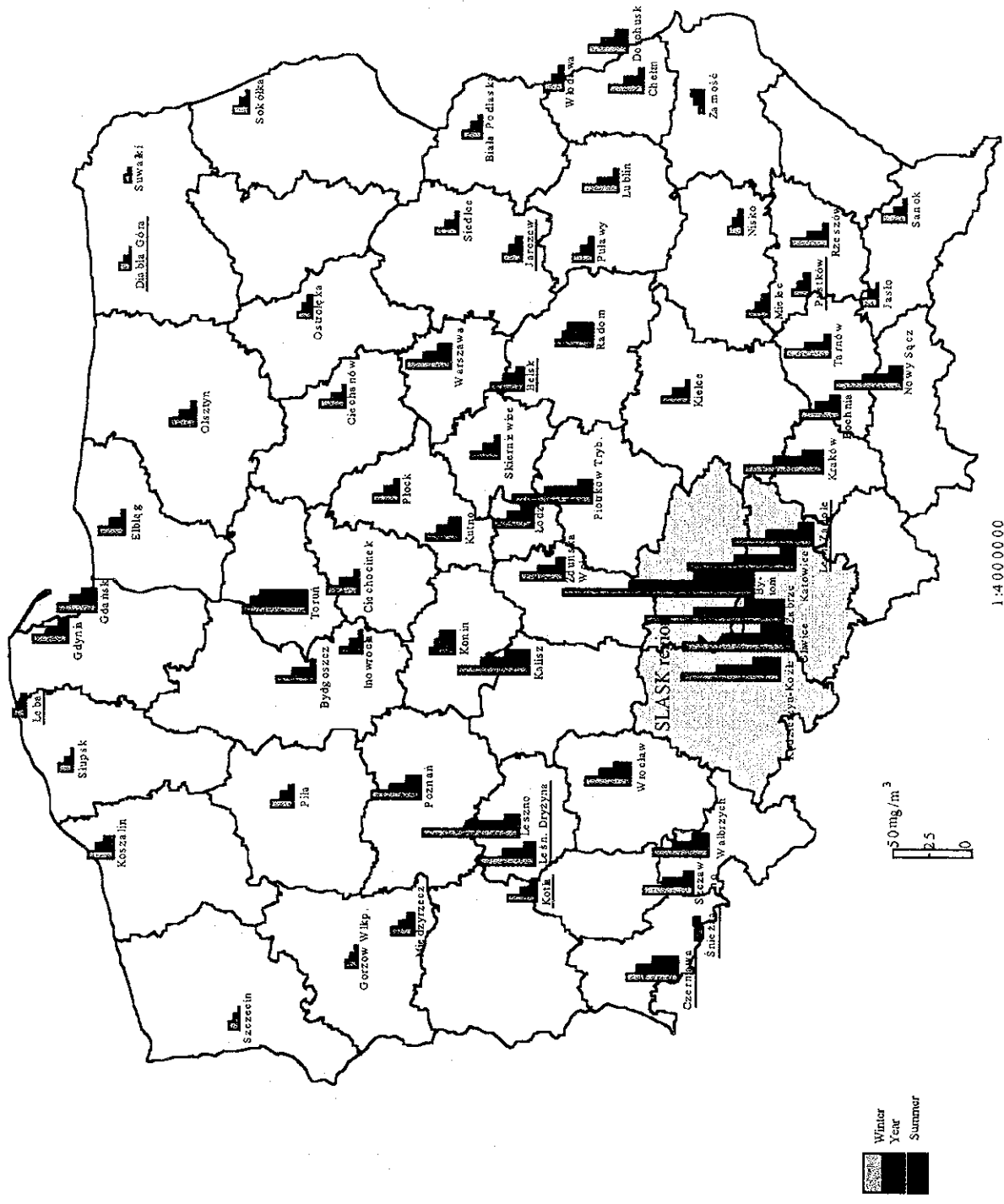
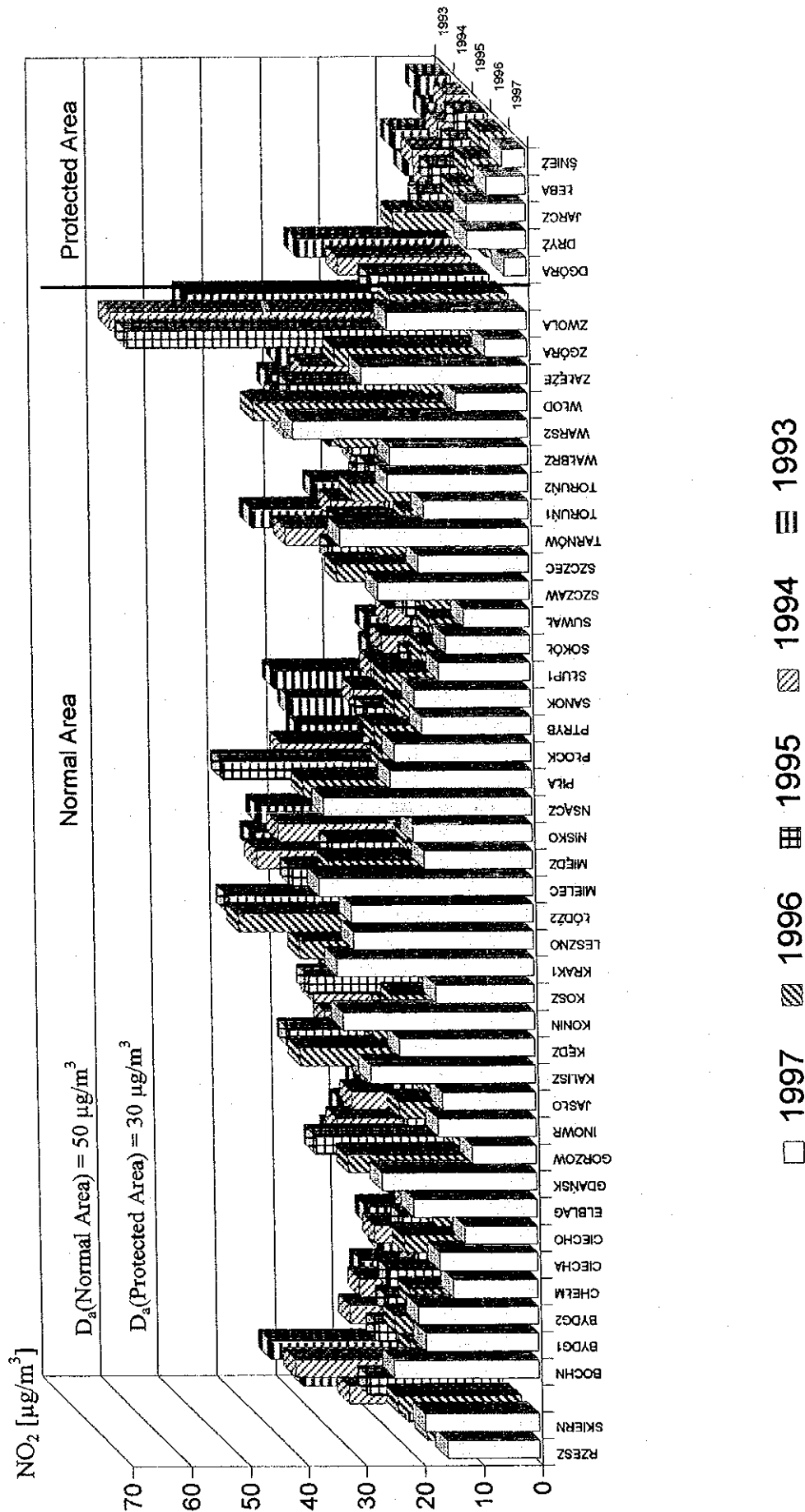


Figure 7.2.5 Annual and Seasonal Mean SO₂ Concentrations in 1997 Determined from Measurements in the National Network of Basic Stations of Poland

Source: Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry, "Air Pollution in Poland 1998"

Figure 7.2.6 Trend of Annual Concentration of Nitrogen Dioxide between 1993 to 1997



Source: Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry, "Air Pollution in Poland in 1997"

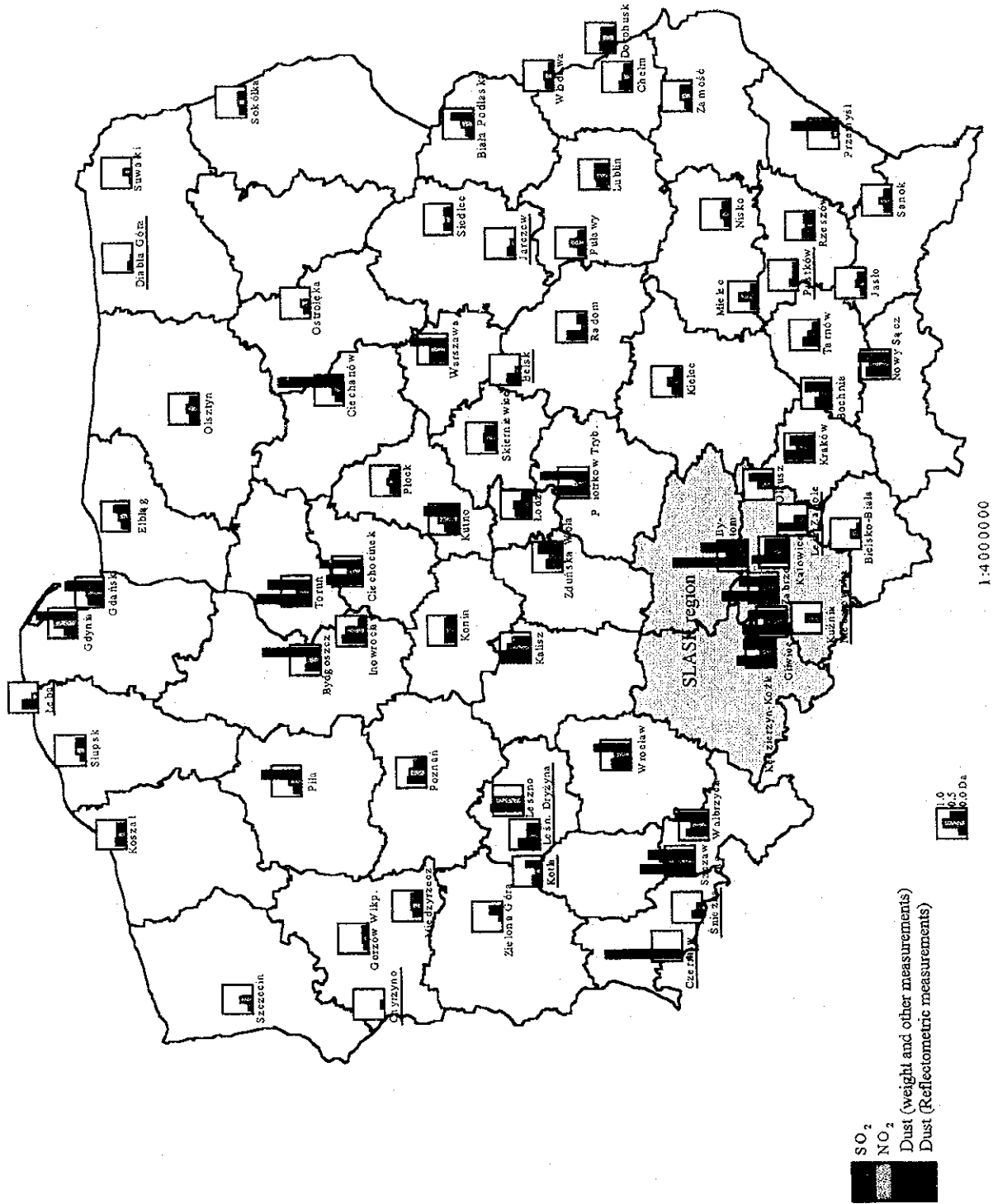


Figure 7.2.8 Ratio of Annual Mean to the Permissible Concentrations D_p for the Main Air Pollutants in 1997
(Based on data from the National Network of Basic Stations of Poland)

Source: Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry, "Air Pollution in Poland 1998"

7.2.5 環境政策ならびに制度

ポーランド政府の政策において、環境保全は最優先事項の一つである。1992年の合意により、ポーランドはEU加盟前にその環境基準に対応しうるようにしなければならないことになっている。大気汚染と大気保全に関するEUの法律の要求事項に対応するため、ポーランドは以下のような問題を解決する必要がある。

かなり多くの都市で、煤塵の年排出量が現在のEUの目標値を満たしておらず、ほとんど全ての都市で、煤塵の平均濃度がEUの目標値を上回っている。

ポーランドは二酸化硫黄の排出量を2000年、2005年、2010年についてそれぞれ定められた、EUとの合意上の目標値まで削減し、発電所と他の主要な汚染源が特定の排出基準を満たすようにしなければならない。

ポーランドの全ての環境政策は、このような課題の解決を中心に考えられている。政府がこれまでに採ってきた主な政策と制度を以下に要約した。

(1) 主な政策

1991年に、ポーランド議会は国家的な環境政策を承認し、大気保全において次のような優先目標を設定した：

1) 中期目標(2000年まで)：

- ❖ 二酸化硫黄の総排出量を290万トンに削減すること。
- ❖ 窒素酸化物の総排出量を130～140万トンに削減すること。
- ❖ 煤塵の総排出量を1990年の50%に削減すること。
- ❖ 煤塵の除去率を96%以上に改善すること。
- ❖ 揮発性有機化合物、炭化水素、重金属などの汚染物質の排出を削減すること。
- ❖ 地球規模の気候変動に対応するため、環境分野における国際的な取り組みと歩調を揃えた行動をとること。

2) 長期目的(2010年まで)

- ❖ 都市の密集地域と自然保護区にある環境に悪い影響を及ぼす石炭燃焼バーナーを全面撤去すること。
- ❖ 使用されている全自動車、ならびに、今後生産される全自動車に触媒式コンバーターを導入すること。
- ❖ 二酸化硫黄、窒素酸化物、二酸化炭素の排出量を国際会議で合意をみた水準まで削減すること。

1995年の初頭、ポーランド議会は上記の政策を実行に移すには3年を要するとした上で、政府が示した"Executive Program to the National Environmental Policy for the Year 1994-2000" (1994-2000年・国家環境政策実行計画)を承認した。

続いて1996年、ポーランド議会は政府の提出した"the Assumptions underlying Poland's Energy Policy to the Year 2000" (2000年国家エネルギー政策・基本前提事項)を承認した。

ポーランド政府はこれらの議会決議に基づいて、環境政策を実施してきた。

さらに、政府はエネルギー政策の基本方針の中で、以下の事項を目的とする省エネルギー対策のための構造的転換を打ち出している：

- ❖ エネルギー多消費産業の近代化（重点は鉄鋼産業と化学産業）
- ❖ 石炭のクリーン化技術の導入
- ❖ エネルギー源のうち、いくつかを環境に優しい他のものに転換し、徐々にエネルギーの使用効率を向上させること。
- ❖ 燃料の品質、特に石炭の品質改善と、環境保全に役立つ燃焼技術の採用
- ❖ エネルギー資源の合理的利用が持続可能になるような状況の確立
- ❖ 低水準汚染源からの煤塵とガスの排出量を削減すること
- ❖ 暖房温度の引き下げ

より具体的には、政府によって、次のような方向が指し示されている（後掲の表 7.2.8 参照）。

- ❖ 鉄鋼業における連続鋳造装置の導入
- ❖ 製鉄工程における廃熱回収
- ❖ 家庭部門、および、発電部門におけるガス利用の拡大
- ❖ 液体燃料の品質改善
- ❖ エタノール含有のガソリン生産
- ❖ 石炭の熱量引き上げと、石炭からの汚染物質の削減

(2) 主な制度

ポーランドには、環境保護を目的とした料金(Fee)と罰金(Fine)のシステムがある。

このシステムは 1990 年代初に構築されたが、その運営の中核をなすのは“National Fund for Environmental Protection and Water Management”(国家環境保全・水質管理基金)および、約 2,500 の市町村、49 の州の同種の基金、ならびに、コミューン基金(Commune Funds)である。

料金は、自然環境に変化を与える際だけではなく、汚染物質の排出に対しても課せられる。新しい基準では、排出者が支払う大気汚染物質排出料金は、二酸化硫黄 1kg につき 0.30PLN、二酸化炭素 1ton につき 0.15PLN、二酸化窒素 1kg につき 0.30PLN、煤塵 1kg につき 0.20PLN である。

規定の汚染基準を超える場合には罰金を支払わなければならない。罰金の額は、料金の 100 倍である。例えば二酸化硫黄は 1kg につき 30PLN、二酸化炭素は 1ton につき 15PLN、二酸化窒素は 1kg につき 30PLN を支払われなければならない。

料金と罰金による資金の 10%が市町村の資金、約 54%は州の資金、36%は国の資金として割り振られることになっている。

いくつかの銀行がこれらこの基金に協力しており、そのうち、最も代表的なのが The Bank for Environmental Protection (環境保護銀行: BOS) である。

以上に述べた資金関連の制度に加えて、環境政策の施行のために、次のような機構・組織が設立、運営されている (表 7.2.8 参照)。

- ❖ 近代的技術の導入を支援するための Agency for Techniques and Technologies の設立と運営。
- ❖ 新技術を取り入れるための"地域研究機関"の発展の支援。
- ❖ 中・小企業に対して、助言、訓練、資金、情報、ならびに、技術などの面で支援を行うために、National Service System の構築。

Table 7.2.8 Selected main measures in the air protection

Measures	Objective	Instruments	Implementation
Technological restructuring	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Establishment Agency for Techniques and Technologies to support implementation of modern technologies ❖ Development of regional institutions transferring new technologies ❖ Building of National Service System for small and medium enterprises to support them in gaining access to advisory, training, financial, information services as well as technological audits ❖ Introduction of clean production principles on enterprises as well as environmental management system 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Order of Minister of Industry and Trade (M.O.E.) ❖ Program of support for regional institutions active in technology transfer ❖ Program for organization and support of enterprise ❖ Economic instruments 	Under execution since 1996
Reduction of energy intensity in industry	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Restructuring of most energy-intensive industrial sector: iron and steel industry, heavy chemical industry ❖ Liquidation of environmentally damaging production branches (production of pig iron, pipes, rolling of products) ❖ Growth of continuous steel casting ❖ Recovery of heat from metallurgical processes ❖ Liquidation of energy intensive technologies, introduction of modern high energy efficient process, exchange of energy carriers into oil and gas (chemical synthesis sector) 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Restructuring programs for individual sectors ❖ Program for restructuring of the iron and steel industry sector ❖ Program for restructuring of "Great chemical synthesis" for the years 1995-2005 	Under execution since 1992
Environmental investments	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Change of the primary fuel consumption structure towards growth of gas consumption ❖ Increase of gas supplies for heating of households and use of gas as an alternative power source in power energy sector ❖ Improvement of liquid fuel quality ❖ Production of petrol with ethanol content 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Program for sector restructuring 	
Support for environmental projects	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Increase of hard coal calorific value and reduction of pollutants in coal 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Program Hard coal mining, state and sector policy for the years 1996-2000 	Since 1996

Source: Reference with National Fund for Environmental Protection and Water Management "Second Nation Report to the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change", 1998 and "Agenda 21 Poland"

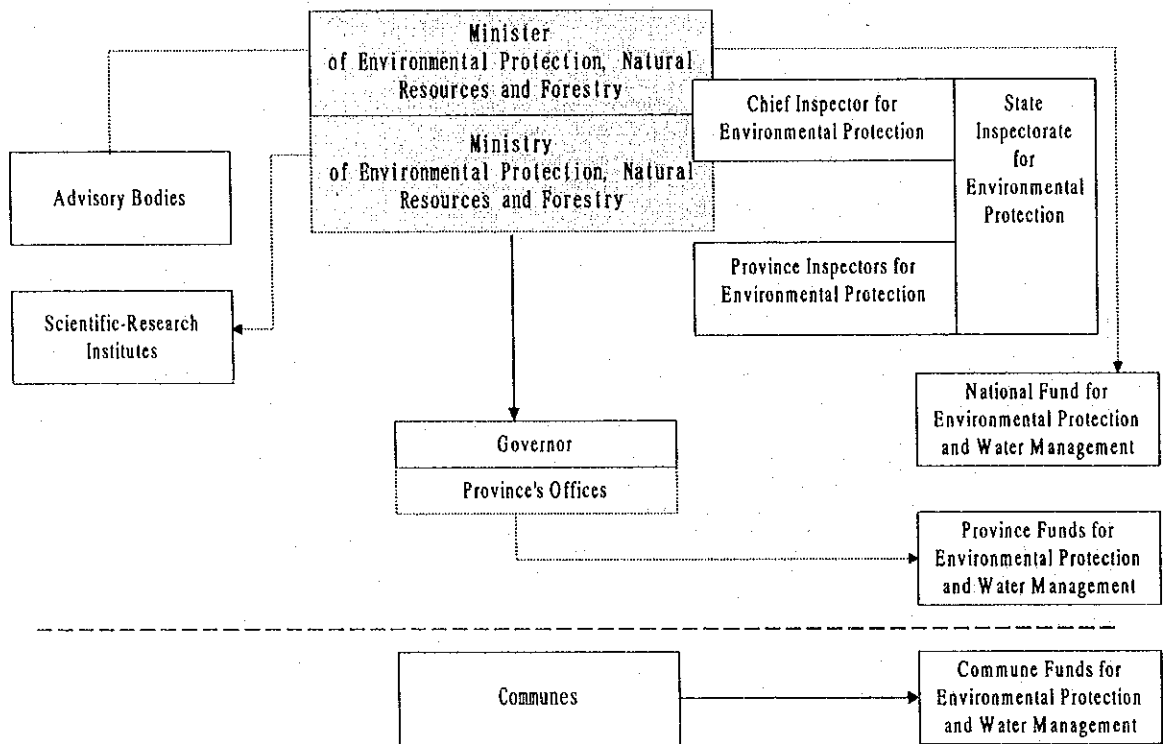
7.2.6 環境管理の政府機構

環境保護分野に関するあらゆる活動を調整かつ監督する国家行政の最高責任者は、環境保全・天然資源・森林省の担当相である。その下で、次のような業務が遂行されている。

- ❖ 環境保護に関する各種検査は国の主任検査官と州の検査官が当たっている。
- ❖ 環境保全に役立つ活動への財政支援は、環境保全・水質管理基金と、各州基金、コミュニオン基金によって行われている。
- ❖ 研究・調査は、担当相が監督する機関が支援する。

ポーランドでの環境管理の組織図を図 7.2.8 に示した。

Figure 7.2.8 Organization chart of environment management in Poland



Source: 'Second National Report to the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change'

7.3 温暖化ガスと大気汚染物質の排出係数の推定

7.3.1 排出係数の推定方法

ある工場から大気に排出される汚染物質の総量は、汚染源に由来する排出と特殊な装置によって取り除かれた汚染物質との差である。産業における汚染物質の総量は、測定値または汚染物質の収支によって評価することができる。

排出の測定方法は、測定に要するコストが原因で共通していない。ポーランドでは大手の会社だけ---ほとんどが公共の発電所である---が定期的かつ自動的な測定を行うことができる。従って、汚染源となっている多くのグループに対する排出評価は排出係数に基づいており、またこれが一般的なものになっている。産業における排出係数は、燃料または生産量1単位当たりの排出量を測定したものである。

このような測定に際して考慮すべき排出汚染源は次の2つである。

- (1) 燃料を電力または熱(蒸気)に変換するボイラー (これらの2種類のボイラーは出力が異なっているだけで、排出係数は同じである)
- (2) 分野毎に固有の技術プロセス

本調査における二酸化硫黄と二酸化窒素の排出係数は主に燃料の燃焼によるものである。二酸化炭素の排出係数は燃料の炭素含有量に依存している。

この調査では、温暖化ガスと主な大気汚染物質の排出係数は、環境保全研究所によって推定されたものである。二酸化炭素の排出係数は、ポーランドで使用される燃料の熱含有量と化学組成の関数として導き出される回帰分析の公式によって計算されており、これを国家経済の各分野に適用したものである。

二酸化硫黄と二酸化窒素の排出係数は環境保全・天然資源・森林省が作成した「燃料のエネルギープロセスから大気に排出された汚染物質の排出率」と呼ばれる情報資料に基づいている。

7.3.2 燃料からの主な大気汚染物質の排出係数の推定

大気汚染物質(二酸化硫黄と二酸化窒素)と温暖化ガス(二酸化炭素)の排出量の計算で使用された排出係数を表7.3.1に示した。

Table 7.3.1 Emission Factors for chosen fuels for targeted sectors and sub-sectors.

Sector	Fuels	CO ₂	SO ₂	NO ₂
		(ton/TJ)	(ton/TJ)	(ton/TJ)
Meat products	Natural gas	55.400	0.004	0.056
	Coal	94.400	0.660	0.175
	Petroleum products	72.815	0.140	0.118
Vegetable oil	Natural gas	55.400	0.004	0.056
	Coal	94.400	0.660	0.175
	Petroleum products	72.800	0.140	0.118
Dairy products	Natural gas	55.400	0.004	0.056
	Coal	94.400	0.660	0.175
	Petroleum products	72.800	0.140	0.118
Chemicals	Natural gas	55.200	0.004	0.125
	Coal	96.200	0.660	0.310
	Petroleum products	78.028	0.241	0.210
Glass	Natural gas	55.000	0.004	0.330
	Coal	92.500	0.660	0.300
	Petroleum products	72.900	0.140	0.200
Bricks	Natural gas	55.500	0.004	0.180
	Coal	94.200	0.660	0.200
	Petroleum products	77.973	0.242	0.300
Iron & Steel	Natural gas	57.100	0.004	0.900
	Coal	90.700	0.660	0.150
	Petroleum products	79.945	0.249	0.199
Tractor & Truck	Natural gas	59.2	0.004	0.180
	Coal	95.800	0.660	0.200
	Petroleum products	72.434	0.143	0.300

Source: The Institute of Environmental Protection, "Data Table"

7.4 対象産業における温暖化ガスと大気汚染物の排出量の見通し

7.4.1 はじめに

大気汚染物質の排出量予測は、この報告書の6章で示した将来におけるエネルギー需要の予測結果とセクション7.3.2で説明した排出係数に基づいている。

対象産業における将来の燃料構成比は、中央統計局(GUS)によるポーランドのエネルギー・バランス表と、エネルギー市場エージェンシー (Energy Market Agency: EMA) による最新のエネルギー消費データ、そして第9章のマクロ経済計量モデルから推定されている。

下記は、排出量予測の前提条件である：

- ❖ 燃料構成比は変化しないものとする。
- ❖ 省エネルギー・ポテンシャルの中に含まれる電力の部分の改善効果は、公共発電所の燃料構成を前提に、燃料別の排出係数を用いて推定した。
- ❖ 環境保護のための投資効果を含まない。
- ❖ 各燃料の汚染物質の含有量は2003年まで不変である。

対象産業における燃料の消費量の見通しは、この章の付録に収録した。

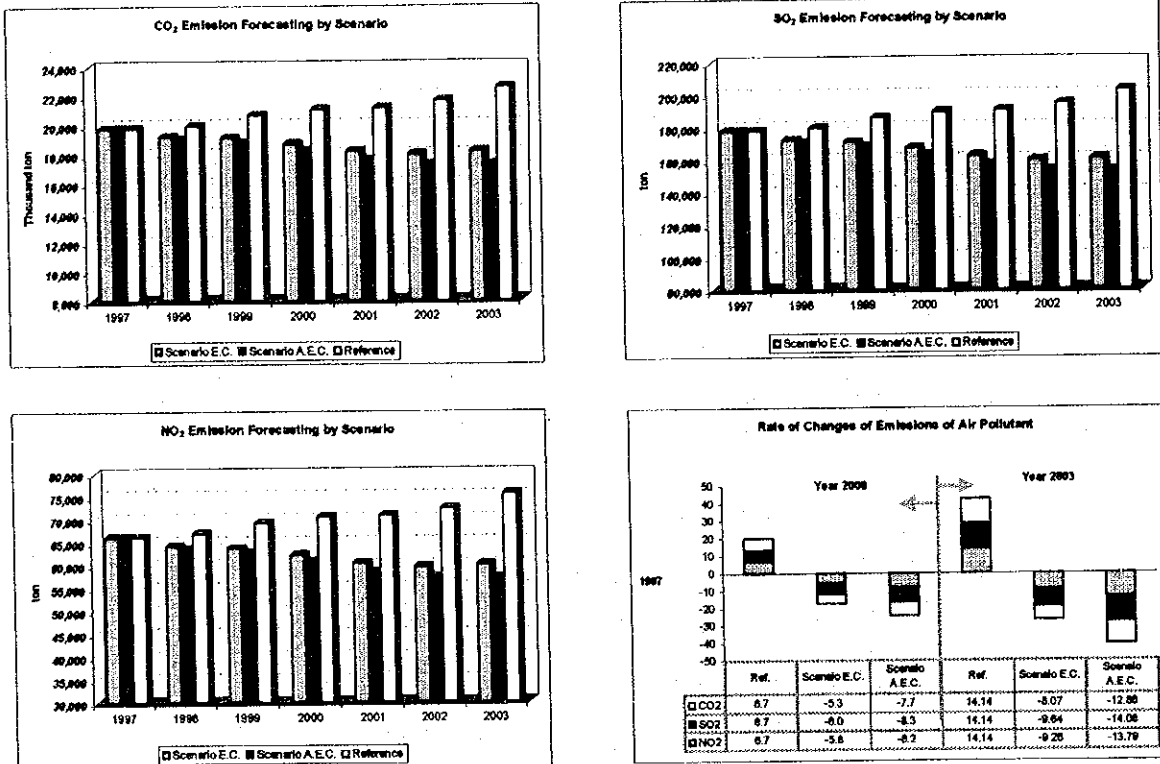
7.4.2 鉄鋼業

図7.4.1において示したように、2000年と2003年の二酸化炭素の排出量は、シナリオ「E.C.」で1,875万トン、1,820万トン、シナリオ「A.E.C.」で1,827万トンと1,725万トンである。2003の数字を1997年の1,980万トンと比較すると、それぞれ5%、8%低くなっている。

2000年と2003年の二酸化硫黄の排出量は、シナリオ「E.C.」で16.7万トンと16.1万トン、シナリオ「A.E.C.」で16.3万トンと15.3万トンで、2003年の水準は1997年の水準の90%、86%に相当する。

二酸化窒素の排出量は、シナリオ「E.C.」で 6.2 万トンと約 6 万トン、シナリオ「A.E.C.」で 6.1 万トンと 5.7 万トンで、2003 年の排出量は両シナリオとも 1997 年の 6.6 万トンの水準よりも低くなっている。

Figure 7.4.1 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Iron and Steel Industry



Source: JICA Team

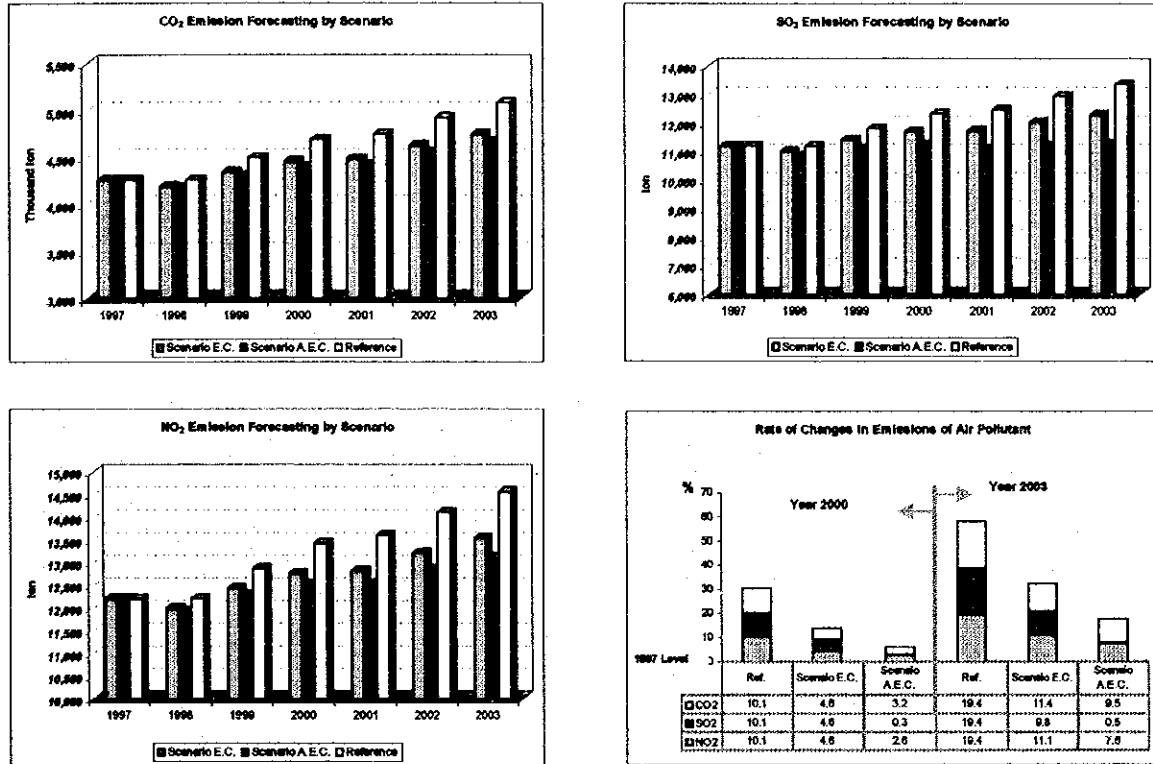
7.4.3 アンモニア製造業

二つのシナリオいずれにおいても、二酸化炭素の排出量はエネルギー消費の上昇とともに増大すると推定される。2003 年の排出量は 1997 年の 426.1 万トンと比べると、シナリオ「E.C.」で 11%、シナリオ「A.E.C.」で 9%高い。しかし、図 7.4.2 を見れば分かるように参考シナリオにおいては 2003 年には 1997 年の水準よりも 19%高くなっている。

2003 年の二酸化硫黄の排出量は、1997 年の 11,209 トンと、比べるとシナリオ「E.C.」で 10%、シナリオ「A.E.C.」で 0.3%増加する。主な原因となるのはアンモニア生産の急速な伸びである。

同期間の二酸化窒素の排出量は、シナリオ「E.C.」で 11%、シナリオ「A.E.C.」8%、参考シナリオでは 19%増加すると推定される。

Figure 7.4.2 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Ammonia Sector



Source: JICA Team

7.2.4 トラクター産業

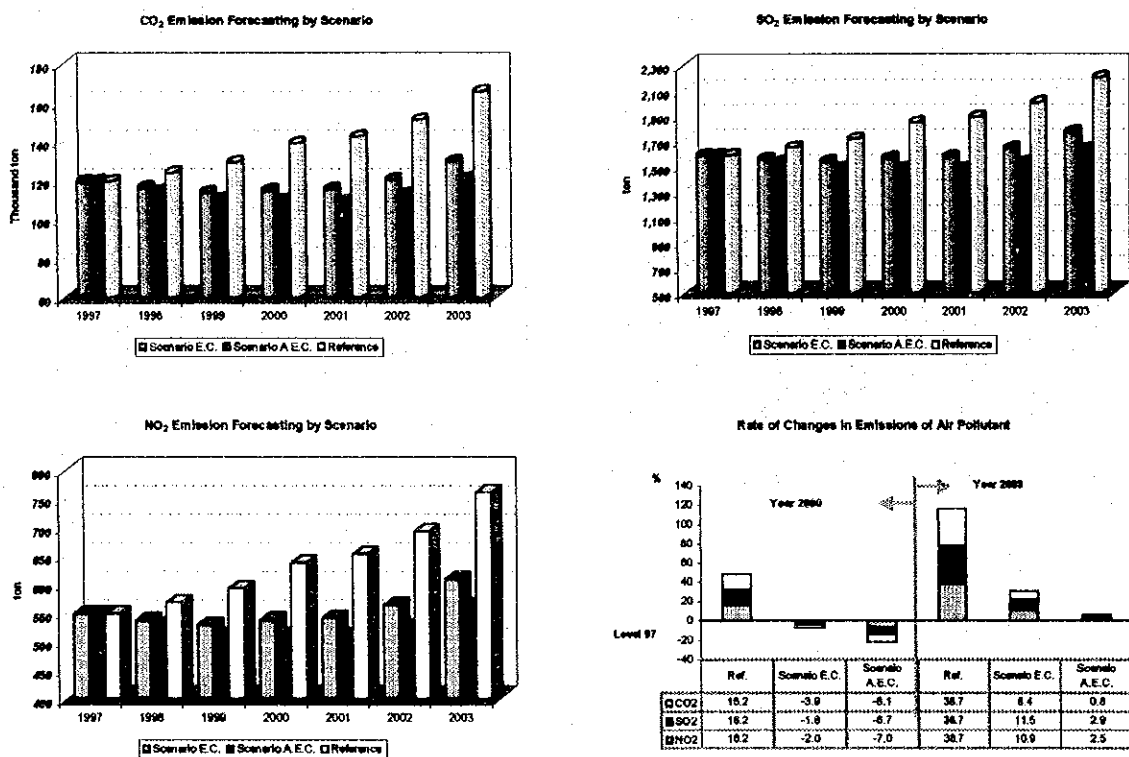
図 7.4.3 に示したシミュレーションの結果によると、2000 年と 2003 年の二酸化炭素の排出量はシナリオ「E.C.」で 11.5 万トンと 13 万トン、シナリオ「A.E.C.」では 11 万トンと 12.1 万トンである。2003 年の二酸化炭素の排出量は 1997 年の約 12 万トンと比較すると、各シナリオでそれぞれ 8%、1%増加する。

2000 年と 2003 年の二酸化硫黄の排出量はシナリオ「E.C.」で 1,564 トンと 1,771 トン、シナリオ「A.E.C.」で 1,482 トンと 1,635 トンであるのに対して、参考シナリオでは 2000 年に 1,846 トン、2003 年に 2,203 トンに達する。

1997年と比較すると、2003年には、参考シナリオでは二酸化硫黄の排出量は39%以上が増加する。しかし、二つの省エネルギーシナリオによれば、11%と3%の増加に抑えることができる。

二酸化窒素の排出量は1997年から2003年にかけてシナリオ「E.C.」で11%、シナリオ「A.E.C.」で3%増加するのに対して、参考シナリオでは二酸化硫黄と同じ伸び率となる。

Figure 7.4.3 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Tractor Sector



Source: JICA Team

7.2.5 トラック産業

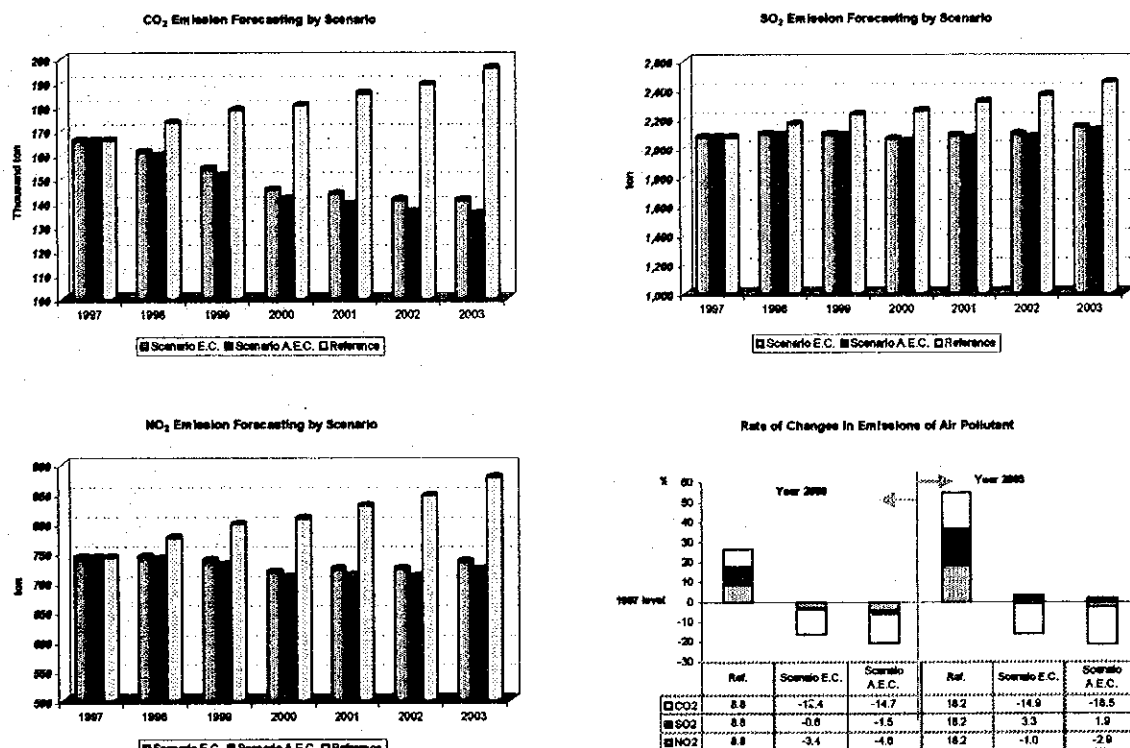
図 7.4.4 は、トラック産業の大気汚染物質排出量の予測である。二酸化炭素の排出は主として石炭によるものであろうが、2003年にはトラックの生産量が1997年の水準の173%増大すると予想されることから、「E.C.」と「A.E.C.」の両シナリオにおいて1997年の16万トンから2003年の14.1万トンと13.5万トンへと減少するもの

と推定される。参考シナリオと比較すると、二酸化炭素の排出量は 1997 年に比して 2003 年には約 18%増加することになる。

2003 年の二酸化硫黄の排出量はシナリオ「E.C.」と「A.E.C.」では 2,141 トンと 2,113 トン、参考シナリオでは 2,451 トンに達する。

図 7.4.4 において示したように、二酸化窒素の排出量は 2003 年までにシナリオ「E.C.」と「A.E.C.」では 735 トンと 721 トン、参考シナリオでは 878 トンに達する。

Figure 7.4.4 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Truck Sector



Source: JICA Team

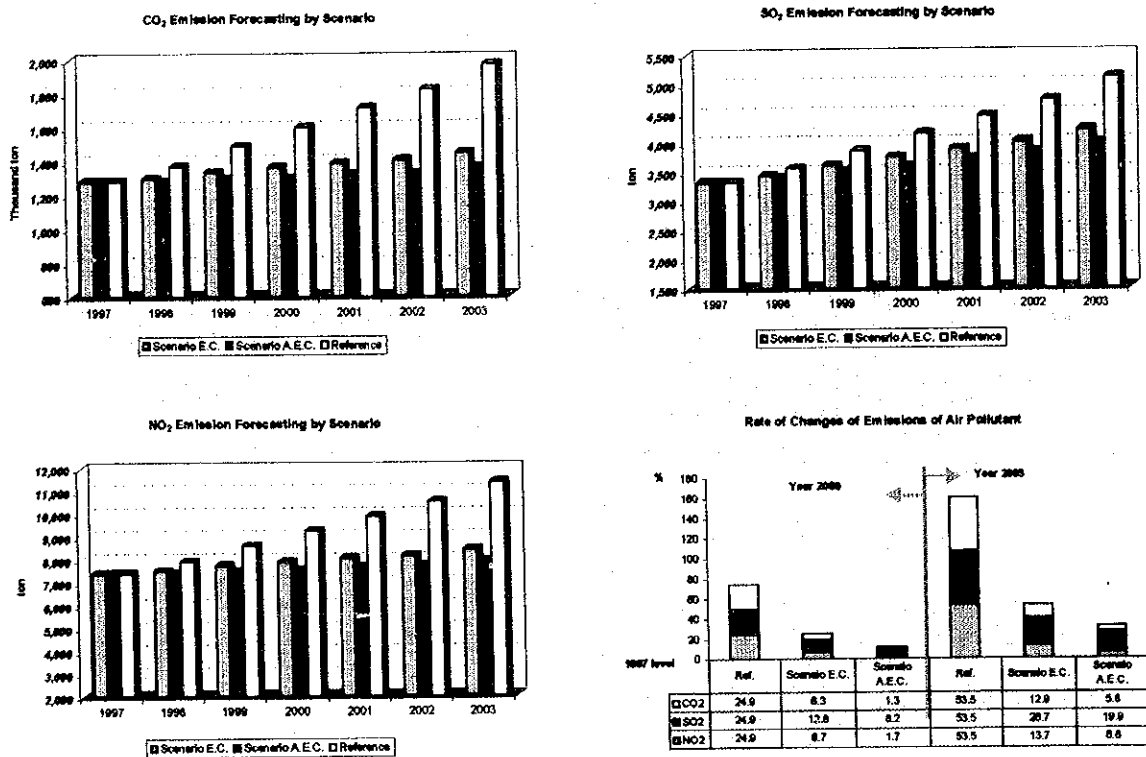
7.2.6 ガラス産業

シナリオ「E.C.」、「A.E.C.」において二酸化炭素の排出量はエネルギー消費の上昇とともに増大すると推定される。2003 年のそこれは 1997 年の水準と比べると 13%と 6%高い。しかし、図 7.4.5 に示したように、参考シナリオにおいては 2003 年には 1997 年の水準よりも 54%高くなる。

2003 年の二酸化硫黄の全排出量は、1997 年と比べるとシナリオ「E.C.」で 27%増加し、シナリオ「A.E.C.」では 20%増える。増加の主な原因となるのはガラス生産が急速に伸びることによる。

同期間の二酸化窒素の全排出量は、シナリオ「E.C.」で 14%、シナリオ「A.E.C.」で 7%、参考シナリオで 54%増大すると推定される。

Figure 7.4.5 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for the Glass Industry



Source: JICA Team

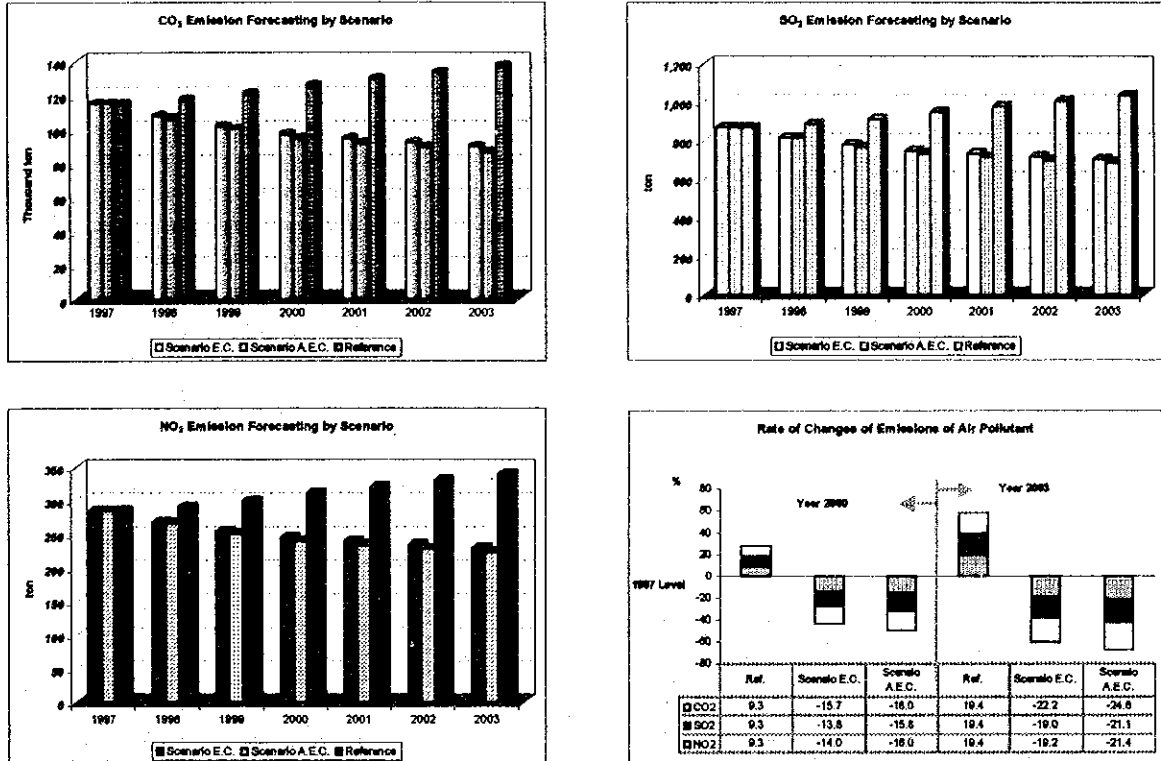
7.2.7 シリカ・ライム・ブロック産業

図 7.4.6 で示したように、2003 年の二酸化炭素の排出量は、シナリオ「E.C.」で 9 万トン、シナリオ「A.E.C.」で 8.7 万トンである。これらの数字を 1997 年の水準と比較すると、それぞれ 22%、25%低くなっている。

2003 年の二酸化硫黄の排出量を各シナリオで見ると、シナリオ「E.C.」で 705 トン、シナリオ「A.E.C.」で 686 トンで、1997 年の水準のそれぞれ 81%、79%に相当する。

2003 年の二酸化窒素の排出量をシナリオ別に見ると、シナリオ「E.C.」で 231 トン、シナリオ「A.E.C.」で 224 トンで、1997 年の水準よりも低くなっている。

Figure 7.4.6 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Silicate Lime Block Products



Source: JICA Team

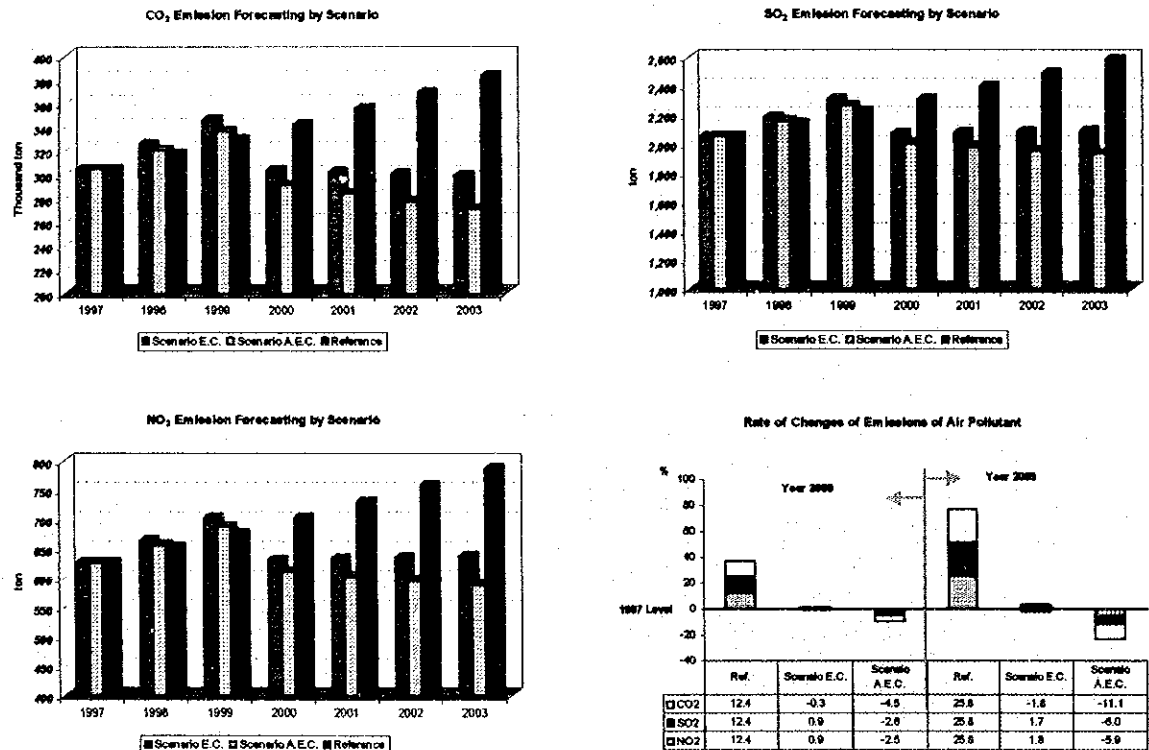
7.2.8 植物油製造業

図 7.4.7 で示したように、二酸化炭素排出は 1997 年の 30.5 万トンから 2003 年にはシナリオ「E.C.」で 29.9 万トン、シナリオ「A.E.C.」で 27.1 万トンに減少するが、参考シナリオでは約 26%増加してしまう。

二酸化硫黄の排出量は 2003 年には、1997 年の 2,058 トンからシナリオ「E.C.」では 2,094 トンに、シナリオ「A.E.C.」では 1,935 トンに変化するが、参考シナリオでは 1997 年の水準よりも 500 トン増加すると推定される。

同じ図で 2003 年の二酸化窒素の排出量をシナリオ別に見ると 1997 年の 626 トンからシナリオ「E.C.」では 638 トンへ、シナリオ「A.E.C.」では 590 トンに変わると推定される。

Figure 7.4.7 Effect of Energy Conservation on Improved Air quality for the Vegetable Oil Processing Sector



Source: JICA Team

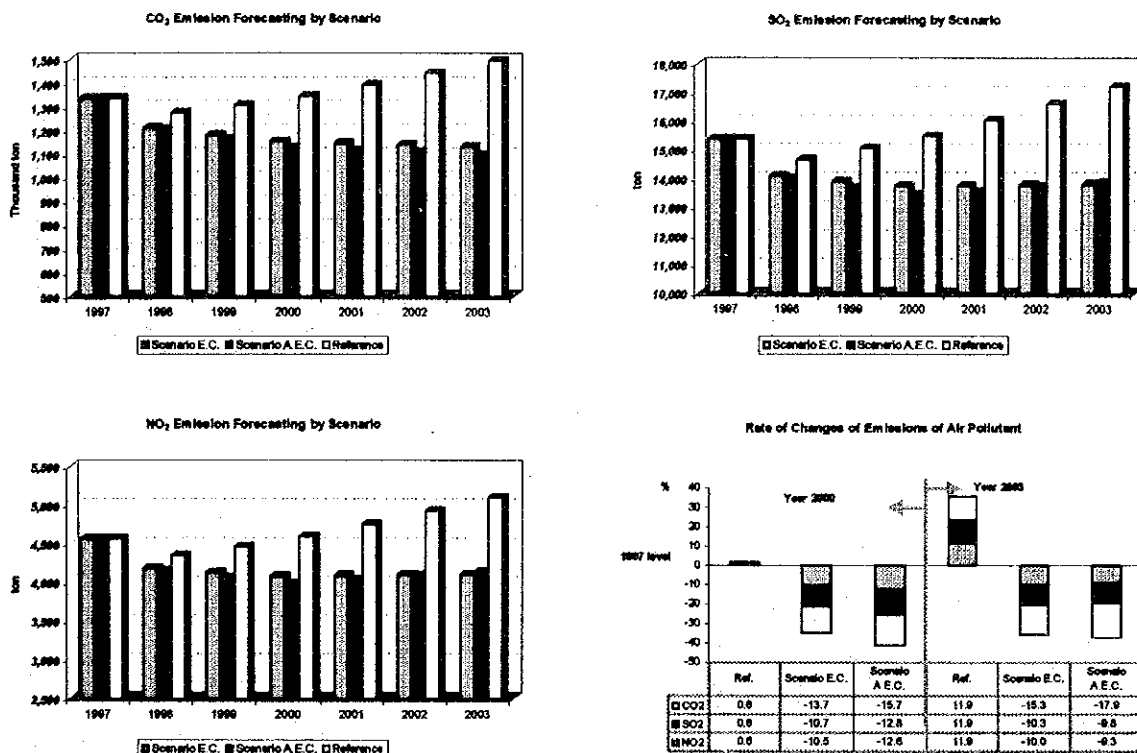
7.2.9 食肉製品産業

2003 年には二酸化炭素の排出量がシナリオ「E.C.」では 113 万トン、シナリオ「A.E.C.」では 110 万トンに達すると推定される。これらの数値は 1997 年の水準よりもそれぞれ 15%、18%低くなっているが、図 7.4.8 に示したように参考シナリオでは 2003 年には 1997 年の水準よりも 12%も高くなってしまおう。

2003 年の二酸化硫黄の排出量は、1997 年と比べるとシナリオ「E.C.」で 9.6%、シナリオ「A.E.C.」では 10%減少すると推定される。

同期間の二酸化窒素の排出量は、シナリオ「E.C.」で 10%、シナリオ「A.E.C.」で 11%で減少し、参考シナリオで 12%増大すると推定される。

Figure 7.4.8 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Meat and Poultry Products Sector



Source: JICA Team

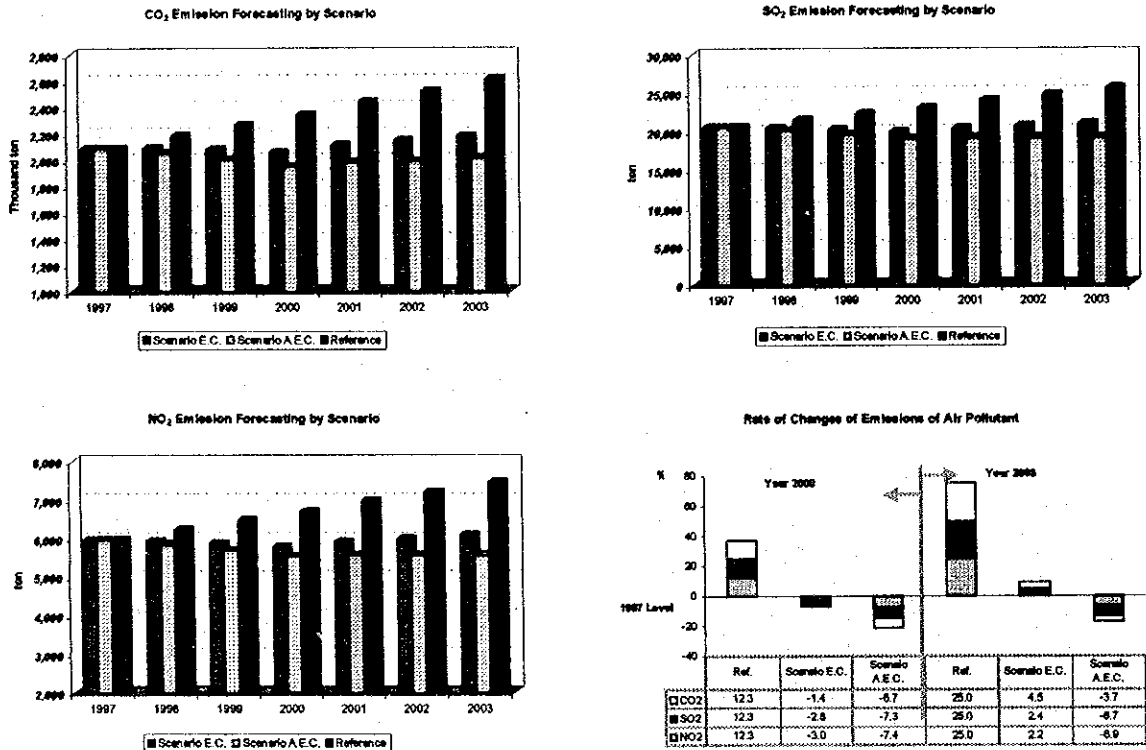
7.2.10 酪農製品産業

図 7.4.9 は、大気汚染物質排出量の予測である。2003 年には二酸化炭素の排出量が 1997 年の 209 万トンからシナリオ「E.C.」では約 218 万トン、シナリオ「A.E.C.」では 201 万トンに変わると推定される。一方、参考シナリオでは 2003 年には 1997 年の水準よりも約 25%も高くなってしまいうだろう。

2003 年の二酸化硫黄の排出量は、1997 年の 2.1 万トンからシナリオ「E.C.」ではほぼ同じく 2.1 万トン、シナリオ「A.E.C.」では 1.9 万トンにまで減少すると推定される。しかし参考シナリオでは 25%以上増加することが予想される。

同じ図で 2003 年の二酸化窒素の排出量をシナリオ別に見ると、1997 年の 5,963 トンからシナリオ「E.C.」では 6,094 トンへ増加し、シナリオ「A.E.C.」では 5,550 トンへ減少し、参考シナリオでは 7,454 トンに増加する。

Figure 7.4.9 Effect of Energy Conservation on Improved Air Quality for Dairy Products Industry



Source: JICA Team

7.2.11 まとめ

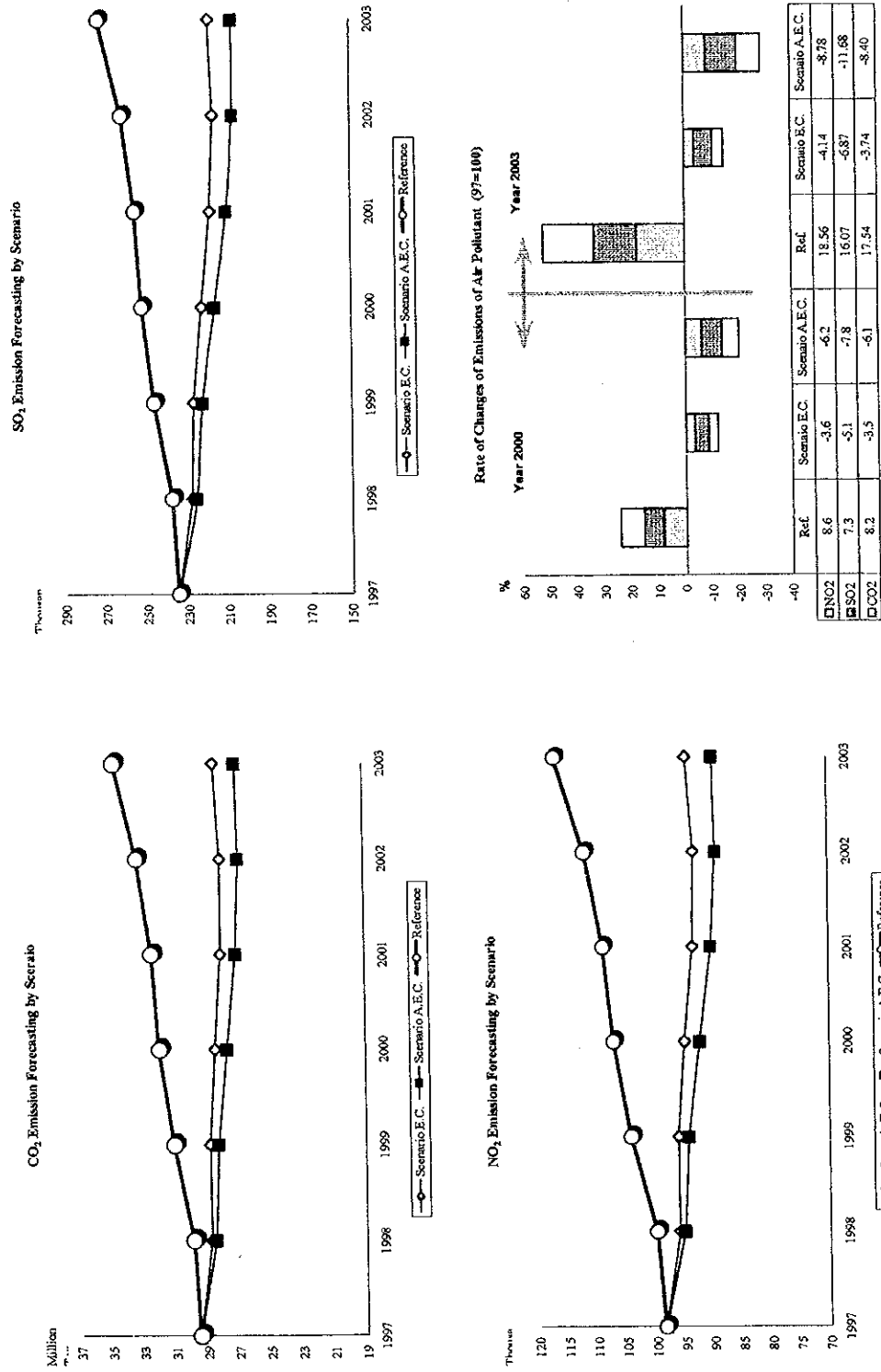
対象産業における省エネルギーによる環境改善効果を二つのシナリオによって推定してきた。

図 7.4.10 は、1997 年から 2003 年までの大気汚染物質の排出量を示したものである。二酸化炭素の排出量は 1997 年の 2,947 万トンに対して、2000 年にはシナリオ「E.C.」で 2,845 万トン、シナリオ「A.E.C.」で 2,767 万トンに低下するが、参考シナリオでは 8%増加する。2003 年にはシナリオ「E.C.」で 2,837 万トン、シナリオ「A.E.C.」で 2,699 万トンに低下するが、参考シナリオでは 18%増加する。

二酸化硫黄の排出量も 1997 年の 23.5 万トンから 2003 年にはシナリオ「E.C.」と「A.E.C.」でそれぞれ 1.6 万トン、2.7 万トンに減少するであろう。しかし、参考シナリオでは 3.7 万トンに増加してしまうであろう。

同じ図で 2003 年の二酸化窒素の排出量をシナリオ別に見ると 1997 年の 9.9 万トンからシナリオ「E.C.」では 9.4 万トンへ、シナリオ「A.E.C.」では 9 万トンに減少し、参考シナリオでは 1.8 万トンに増加する。

Figure 7.4.10 Effect of Energy Conservation on Improved Air quality for the Targeted Sectors and Sub-sectors



Source: JICA Team