

## 4.5 工場・民生用施設などからの環境汚染物質の排出状況

### 4.5.1 大気汚染物質の排出状況

モデル地区における典型的な大気汚染物質として SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP 及び温暖化ガスとして CO<sub>2</sub> を選定し、現行発生量の算定を行うための基礎資料として中国側より関連資料の提供を受けて 1997 年度における SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP、CO<sub>2</sub> 発生量の算定を以下により行い、併せてクロスチェックを目的として特定大規模工場の排煙ガス濃度の測定を行った。排煙ガス濃度の測定結果については 4.4.3 項参照。

#### 4.5.1.1 中国側よりの基礎資料の入手

中国側より入手した大気固定汚染源に係わる基礎資料は大別して次の 2 種類の資料がある。石炭消費量からみた両資料のカバー率は次の通りであり、追加資料ではかなり改善されている。

資料名	石炭消費量 (1,000t)	カバー率 (%)
プロジェクト開始時入手資料	3,800	72
追加資料	5,252	約 100

#### (1) プロジェクト開始時における入手資料

モデル地区における約 30 社の重点汚染企業及び約 220 社の一般企業に関する環境汚染資料の提供を受けた。入手データの年度は 1995 年が主体であるが後日補足的に 1997 年のデータも入手した。これらの資料には部分的に不整合がみられるものの、点源の位置（緯度／経度）、燃料の種類（石炭／重油／都市ガス）と消費量、排ガス条件（煙突高さ、出口直径、排気温度）、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP 排出量、燃焼排ガス年間排出量などの記載があり国家環境保護局の規定するインベントリーデータ提出要領に基づき各事業所より提出されたデータを集積したものである。燃料燃焼量と汚染物質発生量との相関において理論的にみて整合性の悪いデータもみられるが調査団にとり基本的に重要な資料である。

#### (2) 追加資料

1998 年 6-7 月における大連訪問時に中国側より 1997 年度における設備能力 1 トン／時以上の全ボイラーを含む点発生源リスト、及び商業過密地域を含む主要な面発生源リストを入手した。

この資料は中国国家環境保護局により大連市が SO<sub>2</sub> 汚染規制区域に 1998 年 4 月に指定されたことに伴い大連市が SO<sub>2</sub> 発生源の詳細な再調査を行い作成したものである。

点源リストには点源の名称及び位置（緯度／経度）、燃料の種類（石炭／重油／都市ガス）と消費量（暖房期／年間）及び石炭硫黄含有量（%）、排ガス条件（煙突高さ、出口直径、排気温度、排気流速、SO<sub>2</sub> 濃度）などの記載があり、面源リストには面源位置（区、

街道)、面源面積、人口、戸数、石炭産地と消費量(暖房期/年間)、煙突の平均高さ及び平均出口直径などの記載があるが大気汚染物質排出量そのものの記載はない。点源及び面源の記載件数は表 4.5.1.1-1 の通りである。

表 4.5.1.1-1 追加資料における点源及び面源の記載件数

区域	点源	面源	計)
中山区	313	28	341
西崗区	231	28	259
沙河口区	248	29	277
甘井子区	266	36	302
計)	1,058	121	1,179

これらの資料はモデル 4 地区の大気汚染発生源の全貌をかなり忠実に反映しているものと考えられ、調査団としては中国側と協議の結果、原則として本資料に基づき以下に述べる算定式により大気汚染物質(SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP、CO<sub>2</sub>)発生量の現状及び将来予測を実施することとし、主要 250 社に係わる前記の資料は補足および参考資料として使用することとした。

#### 4.5.1.2 大気汚染物質(SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP、CO<sub>2</sub>)発生量の現状算定(1997年度ベース)

上記の中国側の資料に基づき、燃料燃焼に伴う排出ガス量及び大気汚染物質排出量を中国において採用されている以下の式により算定した(出典:CO<sub>2</sub>以外は環境統計手帳)。但し、プロセスの特性などから発生する汚染物質は、事業所ごとに個別に補正した。又 TSP については中国における統計上の分類処理が必ずしも明確ではないのでセメント及び製鋼工場における粉塵も含めて煤塵及び粉塵の合計量としている。

##### (1) 排出ガス量

$$V_y = (a+b) \cdot V_o$$

但し、V<sub>y</sub>: 燃料燃焼による排ガス排出量(Nm<sup>3</sup>/kg)、V<sub>o</sub>=1.1\*Q<sub>L</sub>\*10<sup>-3</sup>、

Q<sub>L</sub>: 石炭の低位発熱量(5,000kcal/kg)、a: 過剰空気係数(石炭 1.7、重油 1.2)、b: 燃料係数(石炭 0.04、重油 0.08)、V<sub>o</sub>: 理論空気量(Nm<sup>3</sup>/kg)

平均的にみて排出ガス量は燃料別に次の係数を採用した。

- ・石炭 9.57Nm<sup>3</sup>/kg
- ・重油 12.42Nm<sup>3</sup>/kg
- ・製油所ガス 10.00Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup>
- ・石炭ガス 5.5Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup>

(2) 大気汚染物質 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TSP, CO<sub>2</sub>) 発生量算定式

1) SO<sub>2</sub> 排出量

$$\text{石炭} : G_{\text{SO}_2} = 1.6 \cdot B \cdot S \cdot (1 - \eta)$$

但し、G<sub>SO<sub>2</sub></sub> : SO<sub>2</sub> 排出量(kg)、B : 石炭消費量 (kg)、S : 硫黄含有量 (%)、  
η : 脱硫率

$$\text{重油} : G_{\text{SO}_2} = 2.0 \cdot B \cdot S \cdot (1 - \eta)$$

硫黄含有量 : 石炭ガス H<sub>2</sub>S 20mg/Nm<sup>3</sup>, LPG 343mg/kg

2) NO<sub>x</sub> 排出量

$$G_{\text{NO}_x} = 1.63 \cdot B \cdot (\beta \cdot n + 10^{-6} \cdot V_y \cdot C_{\text{NO}_x}) \cdot (1 - \eta)$$

但し、G<sub>NO<sub>x</sub></sub> : NO<sub>x</sub> 排出量 (kg)、B : 燃料消費量 (kg)、β : Fuel NO<sub>x</sub> 転換率 (%)、n :  
燃料の窒素含有量 (%)、V<sub>y</sub> : 燃焼ガス発生量 (Nm<sup>3</sup>/kg)、

C<sub>NO<sub>x</sub></sub> : Thermal NO<sub>x</sub> 発生量 (mg/Nm<sup>3</sup>) [≒70ppm=93.8mg/Nm<sup>3</sup>]、η : 脱硝率

$$\text{石炭} : G_{\text{NO}_x} = 1.63 \cdot B \cdot (0.375 \cdot 0.015 + 10^{-6} \cdot V_y \cdot 93.8) \cdot (1 - \eta)$$

$$\text{重油} : G_{\text{NO}_x} = 1.63 \cdot B \cdot (0.360 \cdot 0.002 + 10^{-6} \cdot V_y \cdot 93.8) \cdot (1 - \eta)$$

$$\text{都市ガス (石炭ガス)} : G_{\text{NO}_x} = 1.63 \cdot B \cdot 10^{-6} \cdot V_y \cdot 93.8 \cdot (1 - \eta)$$

3) TSP 発生量 (石炭)

$$Cd = B \cdot A \cdot d_{th} \cdot (1 - \eta)$$

但し、Cd : TSP 排出量 (kg)、B : 石炭消費量 (kg)、A : 石炭の灰分含有量 (%)、d<sub>th</sub> :  
排ガス煙塵中の灰分百分率 (%)、η : 除塵効率、

$$Cd = B \cdot 0.25 \cdot 0.2 \cdot (1 - \eta)$$

4) CO<sub>2</sub> 発生量

$$\text{石炭} : G_{\text{CO}_2} = (\text{LHV} - 643) / 8570 \cdot 44 / 12 \cdot B$$

但し、G<sub>CO<sub>2</sub></sub> : CO<sub>2</sub> 排出量(kg)、LHV : 低発熱量(kcal/kg)、B : 石炭消費量(kg)、産地別石  
炭の純炭素含有量が不明のため LHV と χ の回帰分析を行った。

回帰方程式 : LHV = 85.7χ + 643 (図 4.5.1.2-1 及び表 4.5.1.2-1 参照)、χ : 石炭中の純炭素量  
(%)

$$\text{重油} : G_{\text{CO}_2} = 0.877 \cdot B \cdot 44 / 12 = 3.216B$$

但し、87.7% : 重油中の平均的純炭素量(%), B : 重油消費量(kg)

$$\text{都市ガス (石炭ガス)} : G_{\text{CO}_2} = 0.763 \cdot B$$

0.763 : 都市ガス 1 m<sup>3</sup> の燃焼で発生する CO<sub>2</sub> の量(kg)

B : 都市ガス消費量(m<sup>3</sup>)

上記の CO<sub>2</sub> 発生量の算定式においては、煙突から排出される煤塵及び燃焼残渣 (石炭  
灰) に残留する未燃炭素分については無視して算定した。

図4.5.1.2-1 CO<sub>2</sub>発生量予測回帰曲線

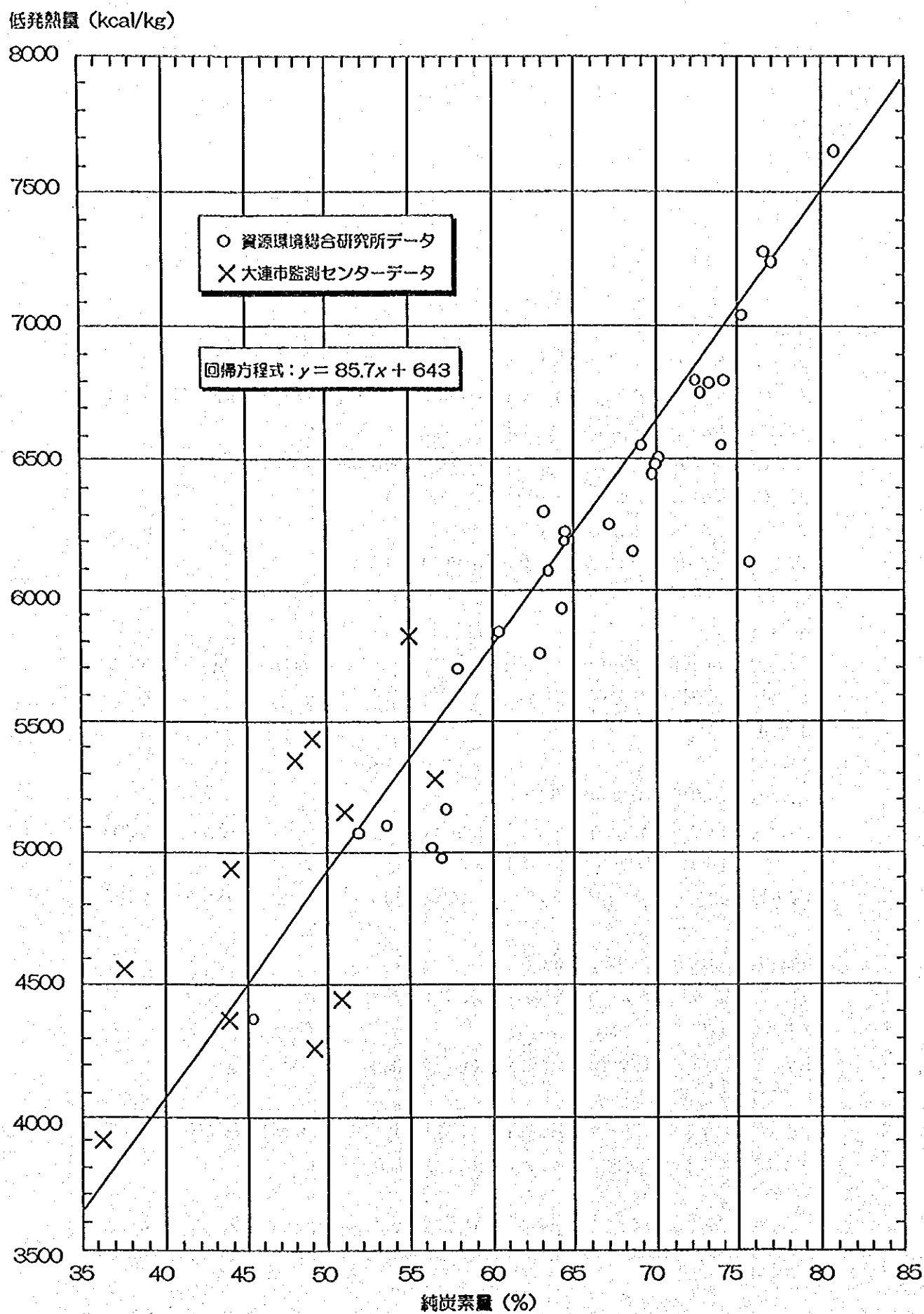


表 4.5.1.2-1 石炭及び燃焼灰の分析結果

分析元：大連市燃料観測所試験室

工場名	設備	煙突	石炭の分析値			燃焼灰の分析値		備考
			低発熱量 (Kcal/kg)	水分 (%)	灰分 (%)	未燃分 (%)	固定石炭 (%)	
大連染料工場	35T/Hボイラー	A-01.100m	4.585	4.00	31.94	15.06	38.67	
大連重型機器工場	10T/Hボイラー	A-02.45m	5.159	11.00	21.22	8.08	51.25	
大連鉄道部機関車両工場	20T/Hボイラー	A-03.60m	5.216	13.00	19.35	23.60	55.80	
大連化学工場	170T/Hボイラー	A-06.80m	3.895	9.00	38.16	12.01	36.98	
	230T/Hボイラー		3.692	3.00	43.94	12.01	32.53	
大連塩業酸カリウム工場	35T/Hボイラー	A-01.80m	4.864	11.00	22.50	19.88	43.63	
大連セメント工場	#3キルン	C-05.50m	4.375	10.00	32.21	0.70	43.71	
大連製鋼工場	20T/Hボイラー	A-05.60m	5.399	3.00	27.96	#88.64.分析不良	48.99	
大連熱電工場	220T/Hボイラー	A-01.50m	3.121	8.00	50.54	8.68	33.37	
華能発電所	1.050T/Hボイラー	—	5.811	4.00	19.36	7.19	55.37	
ビール工場	10T/Hボイラー	A-01.54m	5.271	6.00	20.63	39.90	48.14	
中山区 桃山仙小区 0517鍋	10T/Hボイラー		4.266	2.82	36.95		48.94	
中山区 中山区	15T/Hボイラー		4.455	3.06	30.79		51.48	

(3) 算定結果 (1997年度大気汚染物質排出量、トン/年)

モデル4地区における上記算定式による1997年度における大気汚染物質排出量の計算結果は表4.5.1.2-2の通りであり、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSP、CO<sub>2</sub>で概算各8万トン、6万トン、7万トン、13百万トンとなっている。計算結果の詳細についてはSO<sub>2</sub>排出量計算に関するサンプルとして添付した表Annex 4.5.1-1を参照。

表 4.5.1.2-2 1997年度大気汚染物質排出量

汚染物質	(ton)		
	点源	面源	合計
SO <sub>2</sub>	76,969	6,329	83,298
NO <sub>x</sub>	57,306	4,181	61,487
TSP	47,086	19,428	66,514
CO <sub>2</sub>	12,400,453	686,294	13,086,747

これらの排出量における上位3社のシェアは表4.5.1.2-3の通りである。

表 4.5.1.2-3 上位3社のシェア

汚染物質	上位3社の発生量(t)	全体に対する比率(%)
SO <sub>2</sub>	45,177	54.2
NO <sub>x</sub>	32,888	53.5
TSP	15,711	23.6
CO <sub>2</sub>	6,481,602	49.5

4.5.1.3 大気汚染物質発生量算定式の検証

4.5.1.2項で採用した算定式の精度を検証するために、中国側より入手した約250社の大気汚染物質排出量のデータと上記計算式による排出量とを比較したものが表4.5.1.3-1である。ボイラー及び加熱炉によるSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、TSPなどの排出量は、個々のデータにバラツキが見られるもの全体としては表4.5.1.3-2に見られるように許容範囲にあるものと考えられる。

表 4.5.1.3-2 大気汚染物質排出量の測定値/計算値比較表

項目	中国側資料(A)	調査団計算値(B)	(A-B)/A (%)
年間排ガス量(10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	52,922	48,124	9.07
SO <sub>2</sub> (t)	56,818	58,433	-2.84
NO <sub>x</sub> (t)	24,091	32,861	-36.40
TSP (t)	31,822	33,823	-6.29

表 4.5.1.3-1 重点污染企业 250 社大气污染物排放量比较表 (1995)

企业名称	1995 年度排放量 (吨)										调查区排放量									
	燃料煤	燃料油	3-次粉	其他粉尘	燃料煤	TSP	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	粉尘	回收	粉尘	回收	粉尘	回收	粉尘	回收	粉尘	回收	粉尘	回收
(A) 主要 27 社 (Boiler & Furnace)	1,579,600	1,000	-	-	16,441,800	2,177	23,076	15,000	-	-	23,076	15,000	-	-	23,076	15,000	-	-	-	-
旭硝子大塚 (化学所)	572,130	226,151	31,820	-	9,902,650	3,558	4,251	2,413	428	2,485	4,251	2,413	428	4,251	2,413	428	2,485	4,251	2,413	428
旭硝子大塚 (玻璃)	41,374	17,273	-	-	419,669	359	1,830	-	56	484	1,830	-	56	359	1,830	-	56	484	359	1,830
旭硝子大塚 (玻璃)	82,461	4,246	-	-	636,360	101	1,623	739	-	-	1,623	739	-	101	1,623	739	-	-	101	1,623
旭硝子大塚 (玻璃)	27,400	72,000	96,590	-	2,412,060	7,646	1,225	1,311	-	261	1,225	1,311	-	7,646	1,225	1,311	261	7,646	1,225	1,311
旭硝子大塚 (玻璃)	2,973	17,193	-	-	251,390	58	880	-	-	-	880	-	-	58	880	-	-	-	58	880
旭硝子大塚 (玻璃)	75,817	3,254	-	-	182,130	173	559	204	3	15	559	204	3	173	559	204	3	15	559	204
旭硝子大塚 (玻璃)	-	26,087	-	-	440,010	10	525	256	5	-	525	256	5	10	525	256	5	-	10	525
旭硝子大塚 (玻璃)	18,000	-	-	-	119,290	232	500	166	20	40	500	166	20	232	500	166	40	232	500	166
旭硝子大塚 (玻璃)	87,454	2,816	-	-	863,060	976	496	795	-	-	496	795	-	976	496	795	-	-	976	496
旭硝子大塚 (玻璃)	4,000	3,957	-	-	88,350	15	447	50	-	-	447	50	-	15	447	50	-	-	15	447
旭硝子大塚 (玻璃)	57,416	20,204	-	-	685,280	70	350	-	53	921	350	-	53	70	350	-	53	921	350	-
旭硝子大塚 (玻璃)	120,000	-	-	-	202,010	57	318	196	-	231	318	196	-	57	318	196	-	231	318	196
旭硝子大塚 (玻璃)	510	-	-	-	111,251	88	270	183	-	-	270	183	-	88	270	183	-	-	88	270
旭硝子大塚 (玻璃)	142,914	-	-	-	4,259,490	2,446	1,973	1,232	317	21,084	1,973	1,232	317	2,446	1,973	1,232	317	21,084	1,973	1,232
旭硝子大塚 (玻璃)	-	27,825	12,150	-	419,131	280	122	313	192	-	122	313	192	280	122	313	192	-	280	122
旭硝子大塚 (玻璃)	3,050	-	-	-	316,530	697	719	21	567	2,549	719	21	567	697	719	21	567	2,549	719	21
旭硝子大塚 (玻璃)	5,250	42,451	-	-	259,638	872	79	454	312	213	79	454	312	872	79	454	312	213	79	454
旭硝子大塚 (玻璃)	5,810	116,444	-	-	2,411,740	1,057	34	63	918	596	34	63	918	1,057	34	63	918	596	34	63
旭硝子大塚 (玻璃)	1,583	50,600	-	-	1,300,380	1,475	30	24	671	3,109	30	24	671	1,475	30	24	671	3,109	30	24
旭硝子大塚 (玻璃)	340	-	-	-	636,630	64	72	8	375	28,725	72	8	375	64	72	8	375	28,725	72	8
旭硝子大塚 (玻璃)	59,900	5,100	-	-	2,289,290	1,085	14	26	209	2,700	14	26	209	1,085	14	26	209	2,700	14	26
旭硝子大塚 (玻璃)	-	260	-	-	570,150	165	231	1	2	2	231	1	2	165	231	1	2	2	231	1
(A+B+C+D) 合计	2,887,982	636,841	237,190	165,857	46,045,746	24,333	39,219	24,091	4,379	66,145	39,219	24,091	4,379	24,333	39,219	24,091	4,379	66,145	39,219	24,091
(B) 旭硝子大塚 (Boiler & Furnace)	912,272	497,667	-	-	6,876,500	7,489	17,099	876	-	-	17,099	876	-	7,489	17,099	876	-	-	7,489	17,099
(A+B) 合计	3,800,254	636,608	237,190	165,857	52,922,246	31,822	56,818	24,091	5,255	66,145	56,818	24,091	5,255	31,822	56,818	24,091	5,255	66,145	31,822	24,091
(C) 旭硝子大塚 (Boiler & Furnace)	193,256	6,538	-	-	949,848	637	2,863	1,324	-	-	2,863	1,324	-	637	2,863	1,324	-	-	637	2,863
(D) 旭硝子大塚 (Boiler & Furnace)	3,993,510	693,146	237,190	165,857	53,872,094	32,459	60,054	27,660	5,255	66,145	60,054	27,660	5,255	32,459	60,054	27,660	5,255	66,145	32,459	27,660
(A+B+C+D) 合计	8,987,022	1,340,298	474,380	331,714	107,744,188	68,517	116,872	51,751	10,530	132,290	116,872	51,751	10,530	68,517	116,872	51,751	10,530	132,290	68,517	51,751

Unit: TON/Year

#### 4.5.2 モデル4区のエネルギー需給状況

表 4.5.2-1 はモデル4区における燃料の種類別消費量を示したものである。燃焼量に大気汚染物質の平均的な発生原単位（排出係数）をかけることにより容易に且つ精度良く汚染物質の発生量を算定することが出来る。更に、これらエネルギー消費量の将来の伸び率を推計することにより、汚染物質発生量の将来予測をする事も可能である。

5.1 項で述べているように、本調査においては中国側から入手した各事業所別（点源）の燃料消費量及び商業過密地域（面源）の燃料消費量を積み上げて大気汚染物質の排出量を算定した。いわばミクロ的な積み上げ方式によるアプローチである。これに対して、表 4.5.2-1 のエネルギー消費量からの算定は特定地域におけるエネルギーの需給バランスをもとにして巨視的に推計する一例を示したものであり、マクロ的なアプローチといえる。

この算出方法において最も重要なことは、データソースが別々であることが必要である。データソースが同じであれば結果が同じになることは当然である。しかし行政組織の一般的な傾向としてエネルギー管理部門と環境管理部門は互いに独立しており、エネルギー管理部門は独自に担当地域のエネルギー・バランス表を作成してエネルギー消費量の把握を行い（マクロ的アプローチ）、又環境管理部門は今回の調査と同様に独自に積み上げ方式による大気汚染物質量を算定しようとする（ミクロ的アプローチ）。

従って、これら二つのアプローチによる算定結果を比較して、もし差があればその原因を調査することにより更に精度の高い結果を得ることが可能となる。

表 4.5.2-1 による大気汚染物質排出量は 4.5.1.2 項の計算式によったが、石炭の硫黄含有量の平均値は点発生源における加重平均値である 0.88%とし、集塵効率の加重平均値については中国側の経験値である 80%とした。

マクロ及びミクロ方式による算定結果は表 4.5.2-2 の通りである。両方式の算定結果に最大で約 10%の差がみられるが、この差異の原因を追跡調査するのがこの項目の本来の趣旨であるが、手元にこれ以上の資料がないので原因の解明は中国側に依存したい。表 4.5.2-1 記載の数値の出所は多岐にわたっており出所名は省略しているが、本項の目的はマクロ的アプローチ方法を紹介することにあり、結果の精度については重要視していない。

表 4.5.2-2 マクロ及びミクロ方式による算定結果比較表

算定方式	(t/y)		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	TSP
マクロ算定方式(A)	80,493	67,187	65,600
ミクロ算定方式(B)	83,100	60,691	68,208
A/B*100(%)	97	111	96

(注)移動発生源を含む



表 4.5.2-1 中国大連市モデル地区エネルギー消費量 (1997)

項目	標準炭	ガソリン	灯油	軽油	重油	製油所ガス	自家消費 石炭ガス	都市ガス	LPG	(合計) (10 <sup>10</sup> kcal)
	(t)	(t)	(t)	(t)	(t)	(1,000m <sup>3</sup> )	(1,000m <sup>3</sup> )	(1,000m <sup>3</sup> )		
1(第1次産業)	30,125	0	0	0	700	0	0	0	0	16
農業										0
水産業	30,125				700		0			16
2(第2次産業)	1,688,852	0	0	0	177,269	0	128,410	0	0	1,089
2.1 鉱業	8,430				0		0			4
2.2 建設業	55,287				1,610		0			29
2.3 製造業	1,625,135				175,659		128,410			1,056
3(第3次産業)	3,529,048	77,261	0	67,780	379,778	232,210	108,780	200,960	27,133	2,731
3.1 発電事業	1,669,040				0		0			835
3.2 熱電供給事業	926,079				67,802		0			532
3.3 都市ガス供給事業	157,700				4,780		108,780			138
3.4 石油精製事業	900				300,577	232,210				539
3.5 民生部門	775,329				6,619			200,960	27,133	527
3.6 移動発生源		77,261		67,780						159
(合計)	5,248,025	77,261	0	67,780	557,747	232,210	237,190	200,960	27,133	3,836
(平均発熱量)(kcal/unit)	5,000	11,200	11,125	10,700	10,200	10,000	5,000	5,000	12,000	

(注)記入の数字は監測セクターより提供を受けた1995年及び1997年資料によるものであり概略値である。

大連石化第七工場設備能力(1997)

種類	生産量	硫黄含 有量(%)
	(t)	
1 原油	5,252,228	0.20
2 ガソリン	1,089,796	0.15
3 灯油	331,074	0.20
4 軽油	1,377,577	0.20
5 潤滑油	180,640	
6 LPG	188,240	342mg/m <sup>3</sup>
7 重油	703,661	0.20
(製品合計)	3,870,988	

(注)約10万b/d

中心4区主要発電設備能力

発電所	1,998	2,000
	(kw)	(kw)
華能発電所	700,000	1,400,000
大連発電総廠	150,000	200,000
香海発電所	24,000	48,000
香海発電所		100,000
台山発電所		100,000
大連熱電廠	100,000	
(合計)	974,000	1,848,000

都市ガス工場設備能力

工場	1,995 (1,000m <sup>3</sup> /年)
石炭ガス第1工場	92,970
石炭ガス第2工場	90,240
(合計)	183,210

(注)合計供給量500千m<sup>3</sup>/日

大気汚染物質発生量(概算)

汚染物質	発生量(t/y)
SO <sub>2</sub>	76,626
NO <sub>x</sub>	58,689
TSP	65,600

#### 4.5.3 工場排水の汚染状況の解析

##### (1) 工業用水使用量

主要 30 工場及び 220 工場の業種別工業用水使用量は表 4.5.3-1 のとおりである。

- ・エネルギー・電力及び化学工業の用水量が多く、全体の 82%程度である。
- ・220 工場の割合は少なく、5%弱である。
- ・回収水量は、水道水と地下水の合計の約 9 倍あり、再利用は相当に進んでいる。

表 4.5.3-1 250 工場の水源別用水使用量

(単位：万 ton)

業種区分	水道水	地下水	海水	回収水	合計
採石・鉱山	10.91	0.00	0.00	88.42	99.33
食品	61.45	156.69	15.04	266.53	499.71
林産品・電力	262.28	58.24	41,938.09	11,107.99	53,366.60
化学	1,783.28	241.19	38,014.07	11,465.61	51,504.15
薬品	275.22	0.00	0.00	2,622.78	2,898.0
窯業	142.11	179.17	0.00	4,053.78	4,375.06
鉄鋼	477.91	241.00	9.60	5,507.57	6,236.08
機械	334.89	53.04	1,375.69	1,256.52	3,020.14
220 工場	169.33		0.00	4,747.42	4,916.75
総計	3,517.38	929.33	81,352.49	41,116.62	126,915.82

##### (2) 工場排水の現状

###### 1) 業種別の排水量と汚濁負荷量 (250 社合計)

30 工場については表 4.4.6-3 の数値を使用し、220 工場については 95 年のデータベースの数値を使用して業種別に排水量、主要汚濁負荷量を集計した結果は表 4.5.3-2 の通りである。

表 4.5.3-2 業種別の排水量・汚濁負荷量

業種区分	排水量 (万 ton/年)	COD 負荷量 (ton/年)	SS 負荷量 (ton/年)	石油類負荷量 (ton/年)
採石・鉱山	3.60	3.84	2.07	0.12
食品	437.11	4,418.19	2,128.58	182.46
繊維産業	112.9	713.81	130.34	10.01
軽工業	32.7	63.61	28.94	6.13
エネルギー・産業	482.05	375.11	236.70	37.86
化学	21,579.07	3,791.85	26,691.33	363.44
薬品	296.05	1,384.30	231.77	13.65
窯業	208.88	298.50	567.53	14.28
鉄鋼	558.70	746.46	680.93	48.82
非鉄金属	8.65	69.50	42.36	17.15
機械	694.10	692.05	557.77	64.47
電気電子産業	111.00	346.86	319.88	10.97
その他	141.70	180.31	138.25	6.93
(総計)	24,666.51	13,384.39	31,756.45	862.34

- ・排水量については、化学工業において冷却水に海水を使用しているために全体の 87%に達している。
- ・COD 負荷量については、化学工業、食品工業、薬品工業が多く、3 業種で全体の 70%を超えている。
- ・SS 負荷量については、化学工業が最も多く、全体の 80%を超えている。
- ・石油類負荷量については、化学工業、食品工業が多いが、全体の 60%程度である。

## 2) 工場別の排水量と汚濁負荷量

表 4.5.3-3~4.5.3-6 は表 4.4.6-3 について工場毎の排水量と汚濁負荷量の多い順に整理したものである。

### ・排水量

97 年排水量 (測定値ベース) の合計は 3.0 億 ton/年である。大連化学、石油第 7 工場及び大連染料の 3 社で 70%弱に達する。一般 220 工場からは 20%強が排出されている。

### ・COD 排出量

250 社の排出量の合計は約 14,000ton/年であり、最大の排出者である大連醸酒工場でも 25%で一部の工場から大量に排出される傾向は少ない。但し同社の排水の濃度は極めて高く環境への影響も大きいため、操業開始に際しては廃水の処理が不可欠である。石油第 7 工場及び製薬工場が 1,000ton/年を超える排出量である。なお一般 220 社からの排出量は全体の約 22%で、排水量の割合とほぼ同一である。

・ SS 排出量

250 社の排出量の合計が約 32,000ton/年であり、大連化学が最大の排出者で約 50%に達しており、濃度も基準値を超えるレベルで何らかの処理を行う必要がある。尚、大連染料、及び大連塩素酸カリ工場では 3,000ton/年を超えており、排水対策を実施する必要がある。

・ アンモニア態窒素排出量

250 社の排出量の合計が約 5,000ton/年であり、大連化学が最大の排出者で 85%を超える量である、大連湾の富栄養化対策として削減を図ることが必要である。

(3) 工場排水処理状況

工場内の処理設備としては、10 工場に 31 の処理設備（表 4.5.3-7）が設置され、社内処理を行っている。内陸部に立地する工場で下水道に接続されている工場は現在の所ない。尚、現在次のような課題が存在している。

- ・ データ上では処理設備の稼働率が低くなっている例が多いが、これは当初の設計条件から現在の使用形態が大きく異なってきたためである。性能チェックを行い、使用条件に合致した処理能力に変更することが必要である。
- ・ 処理技術レベルを処理能力から分類してみると二次処理設備は全体の 1%にも満たず、比較的簡易な設備である一次処理が大半を占める状態である。高度な処理設備は殆ど設置されていない。
- ・ 工場の操業状況が変化したため、処理設備で処理する廃水がなくなってしまった例も見受けられる、他の用途への変更又は廃止を明確にすることが必要である。
- ・ 尚、現時点で得られた情報では、処理設備を新たに設置する計画はない。本調査の結果を待っている可能性もある。

(4) 排水先

主要工場の排水先及び総排水量は下表のとおりで、海岸に立地する工場からの排水が量的には圧倒的に多い。尚、河川・水路に排出している工場で下水道に接続されている工場は、現在の所ないが今後下水道の整備が進んで来れば処理を委託する工場も出てくるものと思われる。

排水先	工場名称	排水量
海域	大連染料工場、遼寧省大連海洋漁業公司、大連化学工業公司、華能発電所、大連塩素酸カリ工場、大連製鋼工場、大連油脂工業総工場、大連石油化工石油第七工場	27,075 万 ton/y
河川・水路	大連製薬工場、鉄道部大連汽車車輛工場、大連セメント工場、大連重型機器工場、大連ガラス工場、大連起重機器工場、大連醸酒工場、大連発電所、大連メッキ工場、大連刃物工場	707 万 ton/y

表4.5.3-3 排出水量 (97年)

事業所名	略称	排出水量 (J/ton/yr)	シェア (%)	
			単独	累積
大連化学工業会社	化学	11,303	37.55	37.55
大連石油化工石油第7工場	石油第7	7,149	23.75	61.30
大連染料工場	染料	2,066	6.86	68.16
大連塩素酸カリ工場	塩素酸	979	3.25	71.41
大連製鋼工場	製鋼	510	1.69	73.11
華能大連発電所	華能発	391	1.30	74.41
大連船舶工業(集団)	船舶	373	1.24	75.65
大連製菜工場	製菜	235	0.78	76.43
遼寧省大連海洋漁業会社	海洋漁	202	0.67	77.10
大連重型機器工場	重型機	78	0.26	77.36
一般220社	220	6,441	21.40	98.75
鉄道部大連汽車車両工場		74	0.25	
大連セメント工場		72	0.24	
大連有機合成工場		48	0.16	
大連石炭ガス第2ガス工場		40	0.13	
大連石炭ガス第1ガス工場		40	0.13	
遼寧省大連第3セメント工場		36	0.12	
大連起重機器工場		27	0.09	
大連ガラス工場		21	0.07	
大連金光化工工場		6	0.02	
大連醸酒工場		4	0.01	
大連企業鑄鉄管有限公司		4	0.01	
大連発電所		3	0.01	
合計		30,102	100.00	

95年=28,792

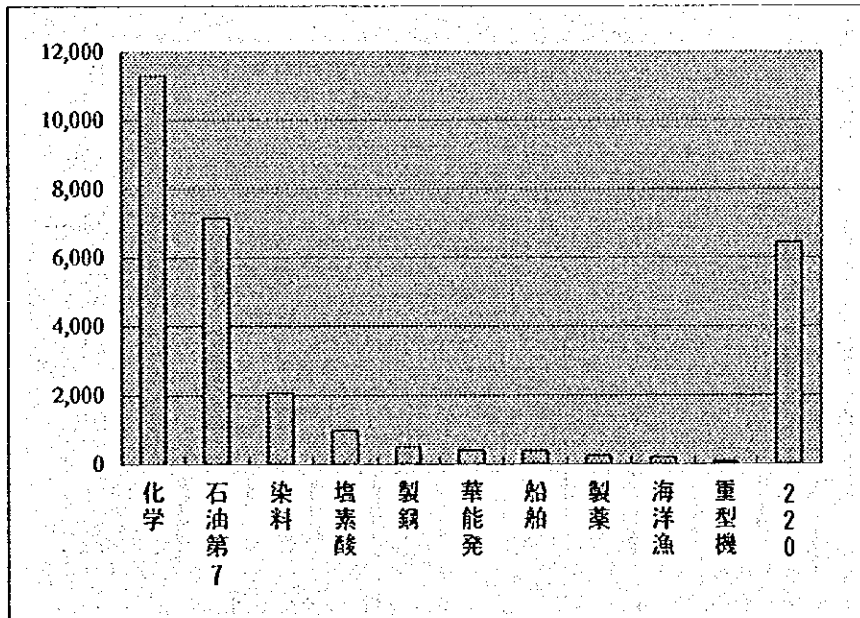


表4.5.3-4 COD汚濁負荷量 (97年)

事業所名称	略称	COD排出量 (ton/y)	COD% <sub>17</sub> (%)	
			単独	累積
大連醸酒工場	醸酒	3,330.1	25.12	25.12
大連石油化工石油第7工場	石油7	1,534.2	11.57	36.69
大連製菓工場	製菓	1,250.6	9.43	46.12
大連染料工場	染料	838.0	6.32	52.44
大連製鋼工場	製鋼	736.0	5.55	57.99
大連化学工業会社	化学	669.2	5.05	63.04
大連有機合成工場	有機合	560.7	4.23	67.26
大連船舶工業(集团)	船舶	438.3	3.31	70.57
遼寧省大連海洋漁業会社	漁業	262.7	1.98	72.55
大連石炭ガス第1ガス工場	1ガス	245.7	1.85	74.40
一般220社	220	2970.5	22.40	96.81
大連塩素酸カリ工場		117.5	0.89	97.69
鉄道部大連汽車車両工場		90.9	0.69	98.38
大連ガラス工場		57.9	0.44	
遼寧省大連第3セメント工場		54.0	0.41	
大連セメント工場		54.8	0.41	
大連起重機器工場		21.6	0.16	
大連金光化工工場		14.4	0.11	
大連重型機器工場		5.3	0.04	
大連発電所		2.5	0.02	
大連企業鑄鉄管有限会社		2.5	0.02	
華能大連発電所		2.0	0.02	
		13,259.4	100.00	

95年=15,171

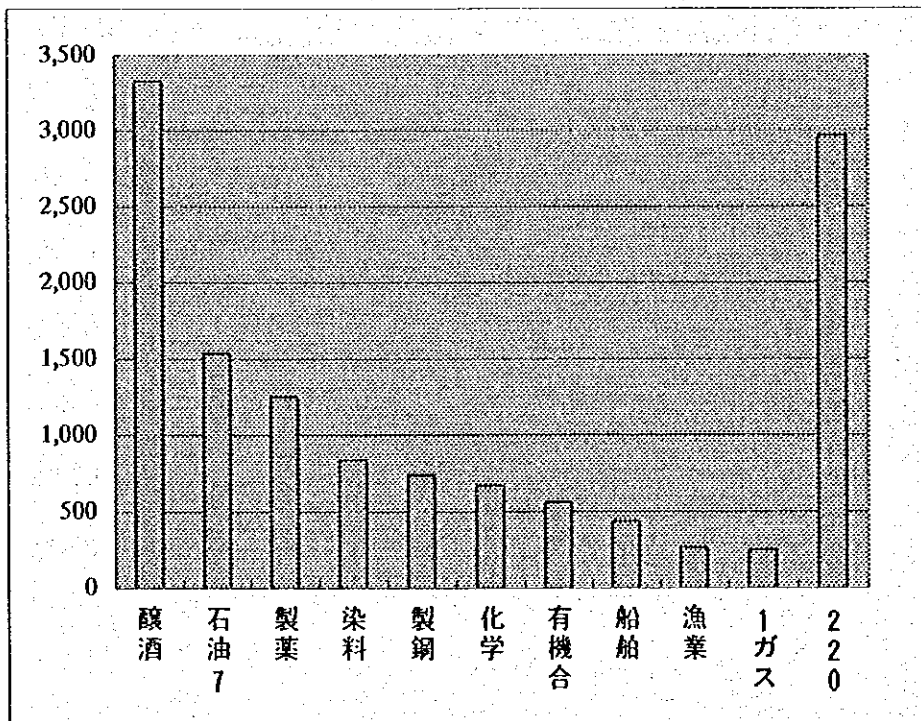


表4.5.3-5 SS汚濁負荷量 (97年)

事業所名称	略称	SS排出量 (ton/y)	シェア(%)	
			単 独	累 積
大連化学工業会社	化学	15,389.6	48.62	48.62
大連染料工場	染料	6,470.0	20.44	69.06
大連塩素酸カリ工場	塩素酸	2,999.9	9.48	78.54
大連有機合成工場	有機合	1,342.0	4.24	82.78
大連醸酒工場	醸酒	898.2	2.84	85.61
大連製薬工場	製薬	801.5	2.53	88.15
大連製鋼工場	製鋼	664.0	2.10	90.24
大連石油化工石油第7工場	石油7	429.0	1.36	91.60
華能大連発電所	華能電	166.8	0.53	92.13
一般220社	220	2,103.1	6.64	98.77
遼寧省大連第3セメント工場		78.0	0.25	
鉄道部大連汽車車両工場		73.0	0.23	
大連セメント工場		72.2	0.23	
大連金光化工工場		37.7	0.12	
大連ガラス工場		31.3	0.10	
大連石炭ガス第2ガス工場		30.7	0.01	
大連石炭ガス第1ガス工場		24.8	0.08	
大連起重機器工場		12.6	0.04	
大連船舶工業(集団)		9.2	0.03	
大連電鍍工場		6.7	0.02	
大連刀剪工場		6.4	0.02	
大連重型機器工場		4.8	0.02	
大連発電所		2.0	0.01	
大連企榮鑄鉄管有限公司		0.0	0.00	
		31,653.5	99.91	

95年=30,577

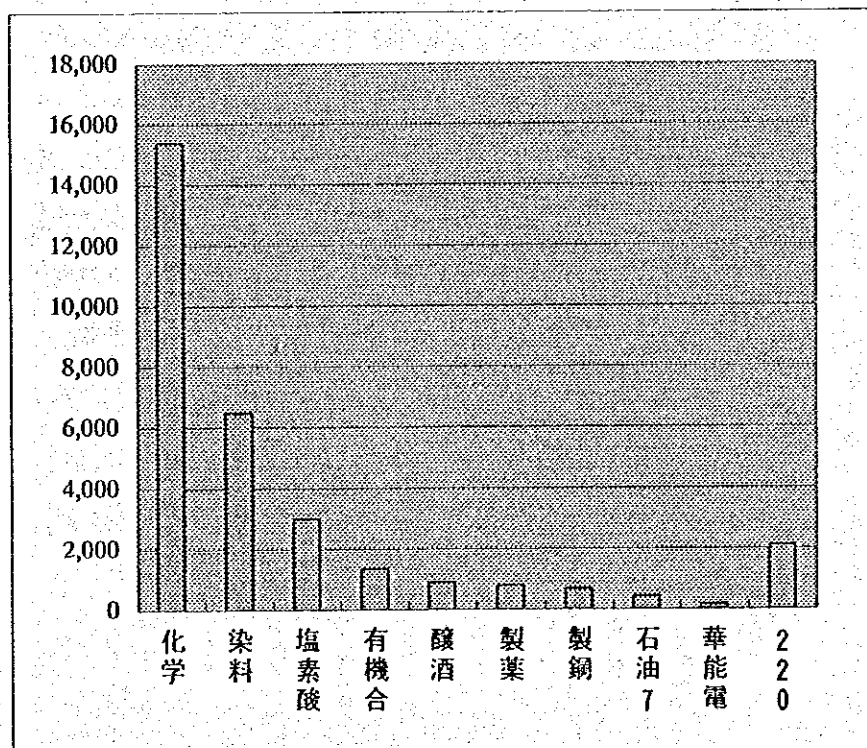


表4.5.3-6 アンモニア態窒素排出量 (97年)

事業所名	略称	排出量 (ton/y)	シェア(%)	
			単 独	累 積
大連化学工業会社	化学	4,400.47	88.11	88.11
大連石油化工石油第7工場	石油7	192.01	3.84	91.95
大連染料工場	染料	101.40	2.03	93.98
遼寧省大連海洋漁業会社	漁業	85.44	1.71	95.69
大連石炭ガス第1ガス工場	1ガス	83.38	1.67	97.36
大連製薬工場	製薬	71.25	1.43	98.79
大連石炭ガス第2ガス工場	2ガス	34.38	0.69	99.48
大連塩素酸カリ工場	塩素酸	26.18	0.52	100.00
一般220社	220	0.00	0.00	100.00
		4,994.51	100.00	

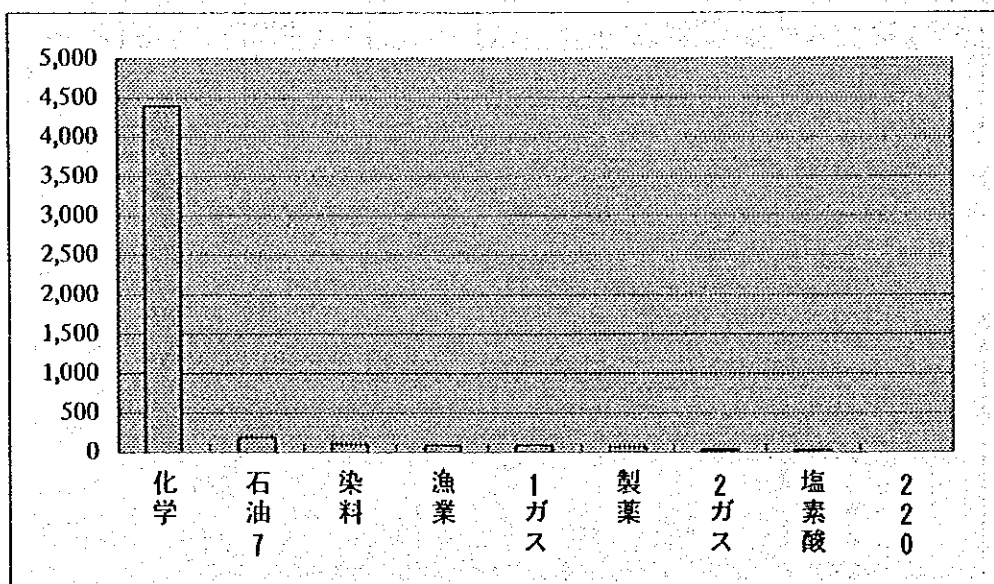




表 4.5.3-7 排水処理設備一覽表

工場名称	No	排水処理装置名	排水処理方法	設計能力 (万t/年)	処理水量 (万t/年)	稼働率 (%)	1次処理施設能力	2次処理施設能力	処理対象物	入口濃度 (mg/l)	出口濃度 (mg/l)	除去率 (%)
大連染料工場	1	排水生化学処理装置	中和・濾過	72	2,996	4.2	72		COD	4630.4	545.4	88.2
	2	ジエト塩素ベンゾ洗水浄化	吸着・中和	5	2.73	54.6	5		エーパベンゾ	986.4	0.34	100.0
	3	双倍硫化シオン排水処理	濾過・蒸発・吸着・結晶	1.4	3.42	244.3	1.4		その他	360000	0	100.0
遼寧省大連海洋漁業会社	1	油水分離器		6000	1000	16.7	6000		石油類	297	8.43	97.2
	2	船舶用油水分離器		10	0	0.0	10		石油類	625	7.26	98.8
	3	船舶用汚水濾過装置		6.9	5	72.5	6.9		その他	723800	90	100.0
	4	工業排水処理機		8	7.4	92.5	8		COD	447	149	66.7
	5	漁業製品加工の水消費処理機		10	9	90.0	10		SS	245	95	61.2
大連醸造工場	1	酒精沈澱池	沈澱分離	27.55	14.02	50.9	27.55		COD	66000	35000	47.0
	2	二辛醇の水消費処理装置	浮上分離	0.3	0	0.0	0.3		SS	20000	9000	55.0
大連有機合成工場	1	酸化排水凝沈沈殿	沈澱分離	23.76	20.49	86.2	23.76		SS	15000	4500	70.0
	2	ポリプロピレン排水処理池	浮上分離	7.92	8.72	110.1	7.92		石油類	0	0.2	
	3	酸化の水消費 閃蒸装置	蒸発	39.6	20.49	51.7	39.6		COD	1340	970	27.6
大連製薬工場	1	アセトン回収装置	蒸発	6	0.094	1.6	6		その他	19	0	100.0
	2	アセトン回収装置	蒸発	6	6.171	102.9	6		その他	6	0	100.0
大連製鋼工場	1	ガス閉路循環システム	水質安定	867	867	100.0	867		フェノール	2000	0	100.0
	2	蒸餾液処理設備	結晶	2.3	1	43.5	2.3		その他	0	0	
大連船舶工業公司(集団)	1	アセチレン排水処理場	沈澱分離・磁力分離	1.44	0.96	66.7	1.44		0	0	0	
	2	病院用汚水処理装置	活性汚泥法	1.55	1.55	100.0	1.55		石油類	0	500	
	3	給上油水処理装置	抽出法	0.156	0.11	70.5	0.156		硫化物	7200	10	99.9
	4	汚油水処理場	抽出法	2	1.4	70.0	2		硫化物	7200	10	99.9
	5	鋼鉄加工汚水処理室	中和	0.004	0.002	50.0	0.004		0	0	0	
大連石油化工公司石油第 7工場	1	汚水場生化学処理装置	浮上分離・濾過・好気生物処理・活性汚泥	613.2	230.4	37.6	分都不能		石油類	19.9	2.83	85.8
	2	生化学処理装置	浮上分離	4380	3522.25	80.4	4380		石油類	0	2.45	
	3	東工場監護池	浮上分離	7008	3546.1	50.6	7008		石油類	0	1.17	
大連化学工業公司	1	コークス生成による脱フェノール	抽出法	4.8	4.291	89.4	4.8		フェノール	894.5	0.3362	100.0
	2	製ガスカーボンプラック回収	抽出法	56	21.939	39.2	56		SS	4791.7	29.59	99.4
	3	綿花島廃棄場	沈澱分離	1000	487	48.7	1000		SS	22038	20	99.9
	4	硫酸文泡水	沈澱分離	216	118.896	55.0	216		SS	9380	250	97.3
	5	7700-7 樹皮ボスによる脱硫	沈澱分離	7.92	7.92	100.0	7.92		砒素	10	0	100.0
大連石炭ガス第 2石炭ガス工場	1	生化学脱フェノール装置	活性汚泥法	52.56	0	0.0	52.56		フェノール	136.1	8.7	93.6
	合計			20437.36	9911.349	48.5	19770.05					99.7
												0.3

#### 4.6 固定発生源の寄与率の考察 (大気)

2.5 項における拡散計算の分析結果は次の通りである。なお、表 4.6-1 は 1997 年における寄与率分析用の主要汚染源リストであり、汚染物質の総排出量、煙突高さ、中心 4 区内における最大着地濃度などを一覧表にまとめたものである。表にみられるように総排出量と最大着地濃度との間に相関関係は余り見られない。着地濃度に関係する要素として煙突高及び排出口径、排出ガス量、排出温度などがあり、華能発電所において典型的にみられるように煙突が高ければ高いほど地上の拡散範囲が広域になり着地濃度が低くなっている。

##### 4.6.1 SO<sub>2</sub> 発生源の寄与率

表 4.6.1-1 は SO<sub>2</sub> 排出量ベスト 10 の主要な事業所を示しているが、主要 10 社による最大着地濃度で見ると大連化学、大連製鋼、大連機車車輛廠と煙突の低い事業所の順に最大着地濃度が高くなっている。更に 2.5 項における拡散マップ図に見られるように、寄与濃度第 1 位工場の分布範囲は大連化学と華能発電所の 2 社が圧倒的に大きいが大連製鋼の寄与濃度の数値は低く高煙突による広域拡散の威力が良く見て取れる。

表 4.6.1-1 SO<sub>2</sub> の寄与濃度 (1997)

	煙突番号	事業所	煙突高さ (m)	排出量 (t)	最大着地濃度 (mg/1000m <sup>3</sup> )
1	252	華能発電所	240	24,023	1
2	50-55	大連化学 (発電)	30-80	12,123	25
3	1,030	大連熱電公司	130	9,031	2
4	413	春海熱電所	135	3,864	1
5	115-184	大連製鋼	35-50	1,928	22
6	57	大連塩素酸カリ	80	1,365	1
7	992-993	大連発電総廠	50-60	1,337	7
8	345-347	大連染料	30	1,209	4
9	931-932	大連機車車輛廠	25-60	980	13
10	938	大連機関車車輛廠	45	855	6

##### 4.6.2 NO<sub>x</sub> 発生源の寄与率

表 4.6.2-1 は NO<sub>x</sub> 排出量ベスト 10 の主要な事業所を示したものであり、主要 10 社による最大着地濃度では大連化学、大連セメント、大連ガラスの順になっている。2.5 項の拡散マップ図における寄与濃度第 1 位工場のシェアは、大連化学と大連ガス公司一廠及び二廠の 3 社が大きいが大連化学の硝酸プラントによる寄与濃度も高く早急な対策が必要であることを示唆している。これに対して華能発電所は或る程度シェアはあるが寄与濃度は低く、ここでも高煙突による広域拡散の威力を示している。

表 4.6.2-1 NOxの寄与濃度 (1997)

	煙突番号	事業所	煙突高さ (m)	排出量 (t)	最大着地濃度 (mg/1000m <sup>3</sup> )
1	252	華能発電所	240	17,737	1
2	50-55	大連化学	30-80	9,150	20
3	1030	大連熱電公司	130	6,001	1
4	76-83	大連セメント	35-50	1,544	12
5	92-93	大連七星セメント	40	1,104	3
6	413	春海熱電所	135	1,103	0
7	57	大連塩素酸カリ	80	864	1
8	261-264	大連石油第七工場	80	787	1
9	924-926	大連ガラス	30	673	6
10	345-347	大連染料	30	373	0

#### 4.6.3 TSP 発生源の寄与率

表 4.6.3-1 は TSP 排出量ベスト 10 の主要な事業所であるが、石炭燃焼量の多い華能発電所、大連熱電公司、大連化学、春海熱電所などの発電施設には集塵設備が装着されているために排出量は総体的に少なくなっている。又、大連セメント及び大連製鋼の排出量の多くは石炭の燃焼によるものではなくプロセス設備からの排出によるものであり粉塵の物性上広域拡散は考えにくい。2.5 項の拡散マップ図における寄与濃度第 1 位工場は、大連製鋼と大連ガス公司二廠の 2 社が圧倒的にシェアが高いので早急な対策が必要である。これに対して、華能発電所、大連熱電公司、大連化学などのシェア及び寄与濃度は低い。

表 4.6.3-1 TSPの寄与濃度 (1997)

	煙突番号	事業所	煙突高さ (m)	排出量 (t)	最大着地濃度 (mg/1000m <sup>3</sup> )
1	76-83	大連セメント	35-50	9,218	837
2	115-184	大連製鋼	35-50	4,495	47
3	50-55	大連化学	30-80	1,998	4
4	1,030	大連熱電公司	130	1,411	0
5	1032-1033	大連ガス公司二廠	63	837	42
6	252	華能発電所	240	834	0
7	413	春海熱電所	135	575	0
8	902-906	大連製菜	40-45	500	12
9	931-932	大連機車車輛廠	25-60	500	2
10	934-935	大連起重機器	45	381	6

表 4.6-1 寄与率分析用主要汚染源リスト(1997年)

事業所	項目		総排出量			最大着地濃度			
	連続煙突 番号	中国管理 番号	煙突高 (m)	SO2 (t)	NOx (t)	TSP (t)	SO2 (mg/1000Nm3)	NOx (mg/1000Nm3)	TSP (mg/1000Nm3)
1 華能発電所	252	44	240	24,023	17,737	834	1	1	0
2 大連化学	50-55	26-29	30-80	12,123	9,150	1,998	25	20	4
3 大連熱電公司	1030	1	130	9,031	6,001	1,411	2	1	0
4 春海発電所	413	994	135	3,864	1,103	575	1	0	0
5 大連製鋼	115-184	1-24	35-50	1,928	1,712	4,495	22	22	47
6 大連塩業酸カリ	57	45	80	1,365	864	200	1	1	0
7 大連発電総廠	992-993	2-3	50-60	1,337	205	0	7	1	0
8 大連染料	345-347	105	30	1,209	373	152	4	0	0
9 大連機車車輛廠	931-932	5-6	25-60	980	559	500	13	4	2
10 大連機關車車輛廠	938	34	45	855	568	134	6	3	1
11 大連石油第七工場	261-264	251-254	80	846	787	0	1	1	0
12 大連ガラス	924-926	52	30	825	673	144	9	6	1
13 大連セメント	76-83	31-37	35-50	554	1,544	9,218	7	12	837
14 前車セメント廠	110	229	36	480	106	100	9	2	1
15 大連ヒール	887	18	50	443	295	277	9	5	4
16 大連特殊鋼總公司	199-200	139	25-40	392	326	327	4	0	1
17 大連白灰廠	106-107	223	25	274	64	150	12	2	0
18 大連製菓	902-906	24-25	40-45	138	52	500	7	2	12
19 大連第3セメント	95	115	34	128	532	125	0	1	0
20 大連ガス公司一廠	749-750	31	45	123	323	192	10	21	12
21 大連ガス公司二廠	1032-1033	60	63	83	535	837	5	24	42
22 南関嶺第4セメント	94	114	60	77	319	300	0	1	0
23 大連フォークリフトトラック	940	244	18	69	51	120	3	2	4
24 大連七星セメント	92-93	105-106	40	0	1,104	260	0	3	1
(計)				61,146	44,983	22,849			

## 4.7 固定発生源の将来予測

### 4.7.1 大気汚染物質発生量の将来予測

大気汚染物質 (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TSP) 及び温暖化ガス (CO<sub>2</sub>) の発生量の将来予測を、1997 年度における各 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, TSP, CO<sub>2</sub> の発生量を基にして、表 4.7.1-2 によるケース・スタディーを行った。各ケースの解説については 4.7.1.1 項参照。尚、ハード対策を中心にした表 4.7.1-2 の主要な作成方針を表 4.7.1-1 に示した。

表 4.7.1-1 将来予測に係わるハード対策の主要事項

対策	内容
産業構造転換	1 商業・金融・情報・観光第3次産業比率の増加
	2 エネルギー低消費型工業の誘致
	3 工場移転及び工場停止
	4 最適地での生産
省エネルギー、 クリーン・プロダクション	1 エネルギー集約型産業から開始
	2 最重点セクターの選定
	3 研究開発体制の確立 (IGCC, DSM, 供熱システム)
	4 対策事例集の編纂
燃料転換	1 低硫黄炭の早期導入
	2 都市ガス普及率の拡大
	3 熱供給普及率・集中率の拡大
	4 石灰添加成形炭 (Bio-Coal) の導入
脱硫/脱硝/集塵	1 循環流動床炉内脱硫の導入
	2 排煙脱硫/脱硝/集塵設備の導入 (小型・簡易式・大型)

#### 4.7.1.1 将来予測量計算の前提条件

##### (1) モデル4地区における石炭消費量及び伸び率の予測

本プロジェクトの対策目標年度である 2010 年までのモデル4地区における石炭消費量は、モデル4地区における石炭消費量の GDP 弾性値をベースにして予測するのが一般的であると思われるが、大連地区における適当な関連資料が入手できなかったため次善の方法として中国側より入手した 1995、1997 及び 2010 年度の石炭消費量の予測値を基にして、モデル4地区における石炭消費量を以下の手順により算定した。

尚、モデル4地区におけるエネルギー供給の太宗は目標年度の 2010 年までは従来通り石炭であり液体燃料、都市ガスなどのシェアは従来の延長線上に外挿されるものとし、原子力エネルギー等の新エネルギー源の導入は考慮していない。またエネルギー用途以外の原材料用の石炭消費量も算定されていない。

表 4.7.1-2 大気汚染物質発生量将来予測の前提条件及び公害対策設備稼働開始予定年度

No.	前掲条件	1997	1998(2)	1999(2)	2000(2)	2001(2)	2002(2)	2003(2)	2004(2)	2005(2)	2006(2)	2007(2)	2008(2)	2009(2)	2010(2)	備考
1	省エネ率(係数)(目標)															日本における実績値に基づき省エネ率(係数)を設定した。 X: 省エネ率(係数)は現状維持で進歩がないケース。 Z: 省エネ率(係数)の進歩は日本で実現したケース。
1.1	ケース X (Do-Nothing case)															
1.2	ケース Z (Best case)															
2	石炭消費量削減(削減率)															X: 国民民生産消費用石炭消費量(1トン以下の既有用量(1)の削減を政策的に誘導しないケース。 Z: 国民民生産消費用石炭消費量の削減を政策的に誘導するケース。 大連市の条例により使用石炭の削減含有量上限値を1.0%以下又は0.7%以下に規定するもの。但し、脱硫装置(併設及び炉内脱硫)設置後は新設含有量3.0%の石炭を使用する。 公営発電所の主要企業を大連市道心動から周辺地域へ移転するもの。 ・1999年1月移転を完了し営業運転開始。 ・2001年移転を開始してより2002年移転完了の予定。 ・既に移転工事を開始してより2002年移転完了の予定。 ・2002年移転を完了の予定。 ・2005年移転を完了の予定。
2.1	ケース X															
2.2	ケース Z															
3	硫黄含有量上限値設定															
3.1	1.0%以下															
3.2	0.7%以下															
4	企業移転															
4.1	大連市第1工場															
4.2	大連市第2工場															
4.3	大連製鉄															
4.4	大連製鋼															
4.5	大連#7															
5	CP集積															
5.1	大連製鋼															
5.2	大連製鋼															
5.3	大連化学															
5.4	大連製鋼															
6	供給ライン															
6.1	普及率(%)															
6.2	集中化(%)															
7	排煙脱硫設備稼働															
7.1	華能発電所															
7.2	北鉄製鋼															
7.2.1	北鉄製鋼															
7.2.2	香海															
7.2.3	台山															
7.3	大連製鋼設備															
7.3.1	第一															
7.3.2	第三															
7.4	香海製鋼															
7.5	大連化学															
7.6	大連製鋼															
8	集塵効率改善															
8.1	既設中心設備															
8.2	英宝(煙塔)及び大連製鋼															
9	直燃脱硫設備															
9.1	大連石化第七工場															

(注) (1) 脱硫装置設置後は硫黄含有量3.0%の石炭を使用すると仮定した。  
(2) 公害対策設備稼働開始予定年度 S: 炉内脱硫, SS: 排煙脱硫, N: 排煙脱硫, T: 集塵効率



更に、点源としての個別の現行の企業は将来においては創業、廃業、拡大、縮小などの企業態様及び地域的な分布の変化などが考えられるが、本予測においては既存の企業が将来においても現在地（移転企業を除く）で後述の石炭消費量の伸び率の予測に従って石炭消費量を拡大していくものと仮定し、将来の石炭消費量の地域的な分布を近似しているものと想定した。

1) モデル4 地区別産業別就業人口予測

表 4.7.1.1-1 は中国側の資料による。この表においては、モデル4 地区における第1次、第2次及び第3次産業の構造変化が産業別就業人口予測に反映されていると考えられる。

表 4.7.1.1-1 モデル4 地区別産業別就業人口予測

(人)

年次	産業	甘井子区	中山区	西岗区	沙河口区	合計
1995	1次産業	18,729	4,812	4,420	5,389	33,351
	2次産業	155,563	82,050	90,189	160,701	488,503
	3次産業	100,579	141,244	117,141	149,809	508,773
	合計	274,871	228,106	211,750	315,899	1,030,627
1997	1次産業	16,315	5,013	4,609	5,807	31,745
	2次産業	158,387	75,401	82,799	148,548	465,135
	3次産業	124,279	149,221	123,625	160,588	557,713
	合計	298,981	229,635	211,033	314,943	1,054,593
2000	1次産業	13,265	5,330	4,909	6,495	29,999
	2次産業	162,719	66,423	72,834	132,020	433,996
	3次産業	170,700	162,041	134,029	178,228	644,998
	合計	346,684	233,794	211,772	316,743	1,108,993
2005	1次産業	13,529	4,329	3,929	5,416	27,202
	2次産業	172,738	53,422	60,022	111,517	397,698
	3次産業	243,734	175,888	149,786	204,948	774,356
	合計	430,000	233,638	213,737	321,881	1,199,257
2010	1次産業	13,798	3,516	3,144	4,516	24,974
	2次産業	183,373	42,965	49,464	94,198	370,000
	3次産業	348,015	190,918	167,395	235,675	942,003
	合計	545,186	237,399	220,003	334,389	1,336,977

(出典) 第II章 表5-4参照



2) 1997年度モデル地区石炭消費量

表 4.7.1.1-2 は中国側から入手した 1997 年度の追加資料により作成した石炭消費量の実績値である。この数値は現実の石炭消費量（原炭量）を単純に合計したもので標準炭（7,000kcal/kg）に換算した数値ではない。中国における石炭消費量の統計値は一般的には上記の原炭量合計値を採用している。尚、モデル 4 地区で使用されている石炭の加重平均発熱量は約 5,000kcal/kg である。

表 4.7.1.1-2 1997 年度モデル 4 地区別石炭消費量

(ton)

年次	産業	甘井子区	中山区	西崗区	沙河口区	合計
点源	1次産業	16,785	150	5,658	7,532	30,125
	2次産業	1,372,060	105,849	40,672	387,171	1,905,752
	3次産業	1,732,634	402,296	100,411	790,239	3,025,580
	合計	3,121,479	508,295	146,741	1,184,942	4,961,457
面源	1次産業					
	2次産業					
	3次産業	81,790	108,421	11,987	186,345	388,543
	合計	81,790	108,421	11,987	186,345	388,543
合計	1次産業	16,785	150	5,658	7,532	30,125
	2次産業	1,372,060	105,849	40,672	387,171	1,905,752
	3次産業	1,814,424	510,717	112,398	976,584	3,414,123
	合計	3,203,269	616,716	158,728	1,371,287	5,350,000

3) モデル 4 地区別産業別石炭消費量予測

上記の産業別就業人口予測及び 1997 年度モデル 4 地区石炭消費量に基づき 1997 年度における就業人口 1 人当たり石炭消費量（点源）を表 4.7.1.1-3 に算出した。石炭の他に重油についても石炭の伸び率を適用して将来予測を行った。

表 4.7.1.1-3 モデル 4 地区における 1997 年度 1 人当たり石炭消費量（点源）

(ton/人)

年次	産業	甘井子区	中山区	西崗区	沙河口区	4区平均
1997	1次産業	1.029	0.030	1.228	1.297	0.949
	2次産業	8.663	1.404	0.491	2.606	4.097
	3次産業	13.941	2.696	0.812	4.921	5.425
	平均	10.440	2.213	0.695	3.762	4.705

表 4.7.1.1-3 における 1 人当たり石炭消費量に表 4.7.1.1-1 における年次別の就業人口予測数をかけて表 4.7.1.1-4 による年次別のモデル 4 地区別石炭消費量を算出した。

表 4.7.1.1-4 モデル 4 区別石炭消費量予測 (点源)

(ton)

年次	産業	甘井子区	中山区	西岗区	沙河口区	4区合計
1997	1次産業	16,785	150	5,658	7,532	30,125
	2次産業	1,372,060	105,849	40,672	387,171	1,905,752
	3次産業	1,732,634	402,296	100,411	790,239	3,025,580
	合計)	3,121,479	508,295	146,741	1,184,942	4,961,457
2000	1次産業	13,647	159	6,026	8,424	28,256
	2次産業	1,409,588	93,246	35,777	344,093	1,882,704
	3次産業	2,379,811	436,857	108,862	877,044	3,802,574
	合計)	3,803,046	530,263	150,664	1,229,561	5,713,534
2005	1次産業	13,918	130	4,822	7,025	25,895
	2次産業	1,496,376	74,994	29,484	290,654	1,891,509
	3次産業	3,398,011	474,188	121,660	1,008,533	5,002,391
	合計)	4,908,305	549,312	155,966	1,306,212	6,919,794
2010	1次産業	14,195	105	3,859	5,857	24,017
	2次産業	1,588,508	60,315	24,297	245,515	1,918,635
	3次産業	4,851,845	514,709	135,962	1,159,735	6,662,251
	合計)	6,454,549	575,129	164,119	1,411,107	8,604,904

4) モデル 4 地区別産業別石炭消費予測量の修正

一方、中国側から入手した大連地区の石炭消費量の実績値及び計画値は表 4.7.1.1-5 の通りである。この表によれば大連市全体における 2010 年の石炭消費量の計画値は 15,000 千トンで、伸び率は 1995-2010 で 3.9%/年となっている。歴史的にみても図 4.7.1.1-1 に見られるように、1985 年以降において華能発電所操業開始による約 160 万トン/年の消費量の上乗せを考慮すると年率 3.9%の伸び率は妥当な設定であると考えられる。尚、多くの経済的な諸指標はモデル 4 地区の大連市全体に対する石炭消費量は約 60%あることを示している。

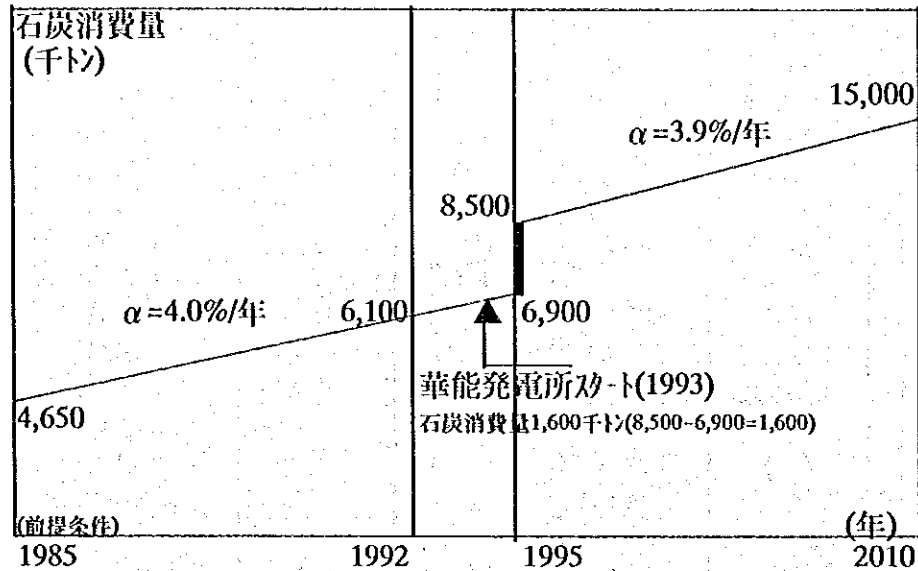
表 4.7.1.1-5 モデル 4 地区の石炭消費量予測

(1,000 ton)

年次	大連市全体 (華能発電所不含)	大連市全体 (華能発電所含む)	伸び率 計算期間	大連市全体 伸び率(%)	モデル4地区 石炭消費量
1985	4,640				
1992	6,100				3,660
1995	6,900	8,500	1985/1995	4.0%/年	5,100
2010		15,000	1995/2010	3.9%/年	9,000

(注) 華能発電所は1993年末にスタート

図 4.7.1.1-1 大連市全体の石炭消費量予測方法図解



1997 年度以降のモデル 4 地区の石炭消費量（点源）の伸び率を大連市全体の伸び率 3.9%と同じとすれば、モデル 4 地区の石炭消費量（点源）は表 4.7.1.1-6 のように予測され同表に基づき表 4.7.1.1-4 を比例配分により修正したものが表 4.7.1.1-7 である。

表 4.7.1.1-6 モデル 4 地区別産業別石炭消費予測量の修正値

(ton)

年次	修正前予測値 (表4.7.1.1-4)	修正後予測値 (伸び率3.9%/年)
1997	4,961,457	4,961,457
2000	5,713,534	5,564,881
2005	6,919,794	6,738,040
2010	8,604,904	8,158,519

表 4.7.1.1-7 モデル 4 区別石炭消費量修正予測 (点源)

(ton)

年次	産業	甘井子区	中山区	西岗区	沙河口区	合計	修正前消費量
1997	1次産業	16,785	150	5,658	7,532	30,125	
	2次産業	1,372,060	105,849	40,672	387,171	1,905,752	
	3次産業	1,732,634	402,296	100,411	790,239	3,025,580	
	合計	3,090,894	615,716	160,890	1,386,487	4,961,457	4,961,457
2000	1次産業	13,292	155	5,869	8,205	27,521	
	2次産業	1,372,914	90,820	34,846	335,141	1,833,721	
	3次産業	2,317,894	425,491	106,029	854,225	3,703,639	
	合計	3,704,100	516,466	146,744	1,197,571	5,564,881	5,713,534
2005	1次産業	13,553	126	4,696	6,840	25,215	
	2次産業	1,457,073	73,024	28,709	283,020	1,841,827	
	3次産業	3,308,759	461,733	118,464	982,043	4,870,999	
	合計	4,779,384	534,884	151,869	1,271,903	6,738,040	6,919,794
2010	1次産業	13,459	100	3,659	5,554	22,771	
	2次産業	1,506,103	57,186	23,037	232,779	1,819,105	
	3次産業	4,600,153	488,008	128,909	1,099,573	6,316,643	
	合計	6,119,715	545,294	155,605	1,337,905	8,158,519	8,604,904

5) モデル 4 区別石炭消費量比率 (点源)

表 4.7.1.1-7 に基づき石炭消費量を 1997 年を基準年度として年次別に指数化したものが表 4.7.1.1-8 である。

表 4.7.1.1-8 モデル 4 区別石炭消費量指数 (点源)

年次	産業	甘井子区	中山区	西岗区	沙河口区	合計
1997	1次産業	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	2次産業	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	3次産業	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	合計	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2000	1次産業	0.792	1.036	1.037	1.089	0.914
	2次産業	1.001	0.858	0.857	0.866	0.962
	3次産業	1.338	1.058	1.056	1.081	1.224
	合計	1.198	0.839	0.912	0.864	1.122
2005	1次産業	0.807	0.841	0.830	0.908	0.837
	2次産業	1.062	0.690	0.706	0.731	0.966
	3次産業	1.910	1.148	1.180	1.243	1.610
	合計	1.546	0.869	0.944	0.917	1.358
2010	1次産業	0.802	0.665	0.647	0.737	0.756
	2次産業	1.098	0.540	0.566	0.601	0.955
	3次産業	2.655	1.213	1.284	1.391	2.088
	合計	1.980	0.886	0.967	0.965	1.644

(2) 大気汚染物質削減のシナリオ

将来予測のシナリオとして、大気汚染物質の発生量に深く係わる以下に示す要素を重点的に検討することにより大気汚染物質削減のためのケースを設定した。対策の中には前述のように第三次産業への移行は考慮されているが、第二次産業内の構造変化については資料が入手出来ず検討されていない。尚、主要なエネルギー源は石炭としている。

1) 省エネルギー係数 (点源)

省エネルギーは、エネルギー消費原単位を低減することによる企業収益の向上と大気汚染の低減を同時にもたらす理想的な環境対策であり、日本における省エネルギーの実績 (表 4.8.2.3-1 参照) を基にしてモデル 4 区の点源に係わる省エネルギー対策の目標を表 4.7.1.1-9 のように設定した。この表における X 及び Z ケースの意味は次の通りである。

X: 現状を石炭消費指数 (表 4.7.1.1-8) により単純に延長して将来を推定したもので、現状以上の特段の環境対策及び省エネルギー対策をとらないケース (Do-Nothing ケース)。

Z: 最大限の環境対策 (表 4.7.1-2 参照) を官民協同で講じた理想的なケース (Best ケース)。但し、後述する DSM (4.8.2.3(1)2) 及び IGCC (4.8.2.3(5)19 項参照) については考慮に入れていない。

上記の分類に伴い省エネルギーの進展効果を計測するために、ケース・スタディーの骨格として、年度別に 2000(X),(Z)、2005(X),(Z)及び 2010(X),(Z)の 6 ケースを設定した。又、面源については省エネルギーを考慮しないこととした。

表 4.7.1.1-9 省エネルギー係数

業種	省エネルギー係数 (9年)		1997			2000		2005		2010	
	X	Z	X	X	Z	X	Z	X	Z		
1 漁業			1.000	1.000						1.000	
2 水産業	100.00% IIP@2010	86.80% IIP@2010	1.000	1.000	0.968	1.000	0.917	1.000	0.868		
3 飲業	100.00% IIP@2010	78.60% IIP@2010	1.000	1.000	0.946	1.000	0.862	1.000	0.786		
4 建設業	100.00% IIP@2010	78.60% IIP@2010	1.000	1.000	0.946	1.000	0.862	1.000	0.786		
5 製造業	100.00% IIP@2010	59.1% IIP@2010	1.000	1.000	0.886	1.000	0.723	1.000	0.591		
5.1 食料品	100.00% IIP@2010	86.80% IIP@2010	1.000	1.000	0.968	1.000	0.917	1.000	0.868		
5.2 繊維	100.00% IIP@2010	81.10% IIP@2010	1.000	1.000	0.953	1.000	0.879	1.000	0.811		
5.3 紙・A・I?	100.00% IIP@2010	62.90% IIP@2010	1.000	1.000	0.899	1.000	0.752	1.000	0.629		
5.4 化学工業	100.00% IIP@2010	51.50% IIP@2010	1.000	1.000	0.858	1.000	0.665	1.000	0.515		
5.5 窯業土石	100.00% IIP@2010	78.60% IIP@2010	1.000	1.000	0.946	1.000	0.862	1.000	0.786		
5.6 鉄鋼	100.00% IIP@2010	71.60% IIP@2010	1.000	1.000	0.926	1.000	0.814	1.000	0.716		
5.7 非鉄金属	100.00% IIP@2010	71.60% IIP@2010	1.000	1.000	0.926	1.000	0.814	1.000	0.716		
5.8 金属機械	100.00% IIP@2010	90.50% IIP@2010	1.000	1.000	0.977	1.000	0.940	1.000	0.905		
5.9 その他	100.00% IIP@2010	90.50% IIP@2010	1.000	1.000	0.977	1.000	0.940	1.000	0.905		
6 電気事業	100.00% Iwh@2010	81.82% Iwh@2010	1.000	1.000	0.955	1.000	0.884	1.000	0.818		
7 熱供給事業	100.00% Ics@2010	80.00% Ics@2010	1.000	1.000	0.950	1.000	0.872	1.000	0.800		
8 都市ガス供給事業	100.00% Ics@2010	90.00% Ics@2010	1.000	1.000	0.976	1.000	0.937	1.000	0.900		
9 石油供給	100.00% IIP@2010	90.00% IIP@2010	1.000	1.000	0.976	1.000	0.937	1.000	0.900		
10 民生	100.00% IHS@2010	150.00% IHS@2010	1.000	1.000	1.098	1.000	1.283	1.000	1.500		
11 移動発生源			1.000	1.000		1.000		1.000			

(注) IIP : Index of Industrial Production, IHS : Index of Household Service

前表における製造業については、中国側から細分類に係わる石炭消費量の資料が入手出来なかったため製造業全体の平均値の係数を将来予測に使用した。

## 2) 面源用石炭消費量削減指数

1997 年度における面源での石炭消費量は、追加資料によると 388,543 トンと算定されているが、その約 64%は暖房用に使われている。現在モデル 4 区では、供熱暖房の普及率及び集中率の向上を目指しており、特に面発生源に含まれている能力 1 トン/時以下の小規模分散ボイラーの集中化が図られている。又、モデル 4 区における都市ガス（石炭ガス）及び LPG の普及率は 90%を超えているとされている。これらの状況に鑑み、面発生源における石炭消費量の将来予測を表 4.7.1.1-8 における 3 次産業の石炭消費指数及び表 4.7.1.1-10 において調査団が面源の石炭消費削減政策として設定した面源用石炭消費量削減指数により算定した。これらの指数により算出した石炭消費量と実際に必要と見込まれる石炭需要量（3 次産業の指数のみで算出される）の差は暖房用石炭については所属地区における大規模供熱設備に上乘せし、非暖房用の石炭については都市ガスに転換することとしてエネルギー需要のバランスを保持した。

又、面源については省エネルギーは無視することとして、ケース・スタディーとして、年度別に 2000(X),(Z)、2005(X),(Z)及び 2010(X),(Z)の 6 ケースを設定した。

表 4.7.1.1-10 面源用石炭消費量削減指数

業種	面源用石炭消費削減指数		1997	2000		2005		2010	
	X	Z		X	Z	X	Z	X	Z
面源セクター	100.00% KCS@2010	20.00% KCS@2010	1.000	1.000	0.769	1.000	0.385	1.000	0.200

OE) KCS : Index of Commercial Service

## 3) 面発生源の割付け

面発生源の割付けは表 4.7.1.1-11 に示すように、対象地区を 300×300m(=0.09km<sup>2</sup>)、陸上 2,806 個、陸海合計 4,200 個のメッシュに分割し、地域の特性より商業地区、政府機関、住宅、公園、学術、零細工場、倉庫、荷揚げ、レジャーランド、大発生源、山地/荒野の 11 箇所にし、大発生源は点源、その他は面源として処理した。尚、主要面発生源における燃料消費量は中国側より入手したので (Annex 4.5.1-1 参照)、この資料に基づき汚染物質排出量を計算し、その他の面源については排出量を無視して計算を省略した。



表 4.7.1.1-11 土地利用形態区分

Grid map showing land use classification data for a specific area. The grid has columns labeled 0-68 and rows labeled 0-68. The cells contain numerical codes representing land use types, such as 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68.

凡例  
[0] 荒地  
[1] 山地  
[2] 丘陵地区  
[3] 低地  
[4] 低洼地区  
[5] 沼泽地  
[6] 河川  
[7] 湖沼  
[8] 森林地区  
[9] 农地  
[10] 农舍地区  
[11] 工业地区  
[12] 商业地区  
[13] 住宅地区  
[14] 公共地区  
[15] 绿地  
[16] 公园  
[17] 运动场  
[18] 学校  
[19] 医院  
[20] 政府机关  
[21] 神社  
[22] 寺庙  
[23] 墓地  
[24] 其他  
[25] 未定  
[26] 不明  
[27] 未测  
[28] 未定  
[29] 不明  
[30] 未测  
[31] 未定  
[32] 不明  
[33] 未测  
[34] 未定  
[35] 不明  
[36] 未测  
[37] 未定  
[38] 不明  
[39] 未测  
[40] 未定  
[41] 不明  
[42] 未测  
[43] 未定  
[44] 不明  
[45] 未测  
[46] 未定  
[47] 不明  
[48] 未测  
[49] 未定  
[50] 不明  
[51] 未测  
[52] 未定  
[53] 不明  
[54] 未测  
[55] 未定  
[56] 不明  
[57] 未测  
[58] 未定  
[59] 不明  
[60] 未测  
[61] 未定  
[62] 不明  
[63] 未测  
[64] 未定  
[65] 不明  
[66] 未测  
[67] 未定  
[68] 不明



#### 4) 供熱設備

モデル4区では大小併せて約2,000基(1995年ベース)の石炭燃焼の民生用供熱ボイラー(熱電併給システムを含む)が設置されているとされている。暖房期間は原則として11/15-3/31迄の冬期の137日間とされているが、大規模設備は供給先が民生用暖房のみでなく企業の事業所用暖房及びプロセス蒸気としても供給しており原則として年間無休の運転を行っている。従って市街地にあつては短時間に集中的に石炭を燃焼し民生用小規模設備の煙突高さが低いこともあつて大きな大気汚染源となっている。中国側の追加資料に基づき算定した暖房用石炭需要量は表4.7.1.1-12の通りである。

表 4.7.1.1-12 モデル4地区の暖房用石炭需要量 (1997)  
(tons)

区域	燃料	1997		
		点源	面源	(計)
中山区	石炭	315,843	57,203	373,046
西岗区	石炭	122,923	8,490	131,413
沙河口区	石炭	664,957	147,375	812,332
甘井子区	石炭	105,334	33,682	139,016
	(計)	1,209,057	246,750	1,455,807

モデル4地区における大規模集中供熱設備について、既設及び新增設計画を含めた設備能力は入手資料の範囲では表4.7.1.1-13のように算定される。

表 4.7.1.1-13 モデル4区における大規模発電/集中供熱設備計画

No.	事業所	所在地	1997		2000		2005		2010	
			ボイラー (t/h)	発電能力 (Mw)	ボイラー (t/h)	発電能力 (Mw)	ボイラー (t/h)	発電能力 (Mw)	ボイラー (t/h)	発電能力 (Mw)
1	華能発電所	甘井子区	440	700	880	1,400	880	1,400	880	1,400
2	大連熱電所									
2.1	北海頭	沙河口区	660	100	880	100	880	100	880	100
2.2	香海	西岗区			440	50	880	100	880	100
2.3	台山	沙河口区					880	134	1,700	234
3	大連発電総廠									
3.1	第一	沙河口区	390	50	390	50	390	50	390	50
3.2	第三	沙河口区	410	100	410	100	410	100	410	100
3.3	春海熱電所	中山区	300	28	450	40	450	40	450	40
4	大連化学	甘井子区	1010	150	1260	150	1260	150	1260	150
5	大連染料	中山区	70	6	150	12	150	12	150	12
6	大連塩素酸化物	甘井子区	70	6	0	0	0	0	0	0
7	大連石化七廠	甘井子区	250	125					1450	125

#### 5) クリーナープロダクション (CP)

北九州調査団により実施されたCP対象の4社(大連製鋼、大連セメント、大連化学、大連染料)に関するプロセス改善計画に伴う大気汚染物質排出量の削減効果

は表 4.7.1.1-14 の通りであり、完成年度以降の大気汚染物質排出量に反映させることとし年次的には 2005(Z)、2010(Z)に組み入れている。

#### 6) 工場移転計画

モデル 4 地区では、1995 年以降市街地に立地する環境汚染の大きい工場を対象とする移転計画が推進されている。2000 年までに 98 工場をモデル地区外又は甘井子地区郊外に移転させる計画で、既に 55 社の移転及び 1 社の廃業が完了している。

尚、跡地は商業、住居、娯楽施設、緑地などに利用される予定であり、2000 年以降については汚染状況の推移を見た上で判断されることになっている。

表 4.7.1.1-15(1)、(2)にみられるように、移転対象工場のなかには主要 30 社からは 5 社が、220 社の中からは 30 社がリストアップされている。尚、大気汚染源としては表 4.7.1.1-15(1)の 5 社については 2005(Z)、2010(Z)により移転時期に併せて発生量の地区別の調整を行ったが、表 4.7.1.1-15(2)における現在移転が予定されている小規模企業 16 社については移転先が不明であり大気汚染物質の排出量が相対的に少ないこともあって取扱上は無視して現在地に据え置くこととした。

#### 7) その他の主要な前提条件

##### (a) 石炭の硫黄含有率

モデル地区で使用されている石炭の産地は多岐にわたっており、それに伴い硫黄含有量も 0.4-3.0%と大きく変動している。SO<sub>2</sub> の低減には石炭の低硫黄化が最も効果的であるので使用する石炭の硫黄含有量の上限值として 1.0%及び 0.7%のケースを管理目標値として表 4.7.1-2 に示すように年度別に 2005(Z)、2010(Z)の 2 ケースを設定した。既に遼寧省としては 1.0%以下にすることを告示している。但し、脱硫設備（排煙及び炉内脱硫）の設置とともに硫黄含有量 3%の石炭を使用するものとした。

##### (b) 供熱ボイラーの集中化

モデル地区における供熱ボイラーの集中化は熱効率の向上、環境対策及び設備の運営保全対策などの視点より大連市にとり主要な政策課題となっている。4.7.1.2(2)項で後述するように供熱ボイラーの集中率を達成するために、集中化効果を測定するための一例として既存の中小供熱ボイラーの全部を中山区においては春海、西崗区は香海、沙河口区は台山及び北海頭の大規模設備に集約し年度別には 2000(Z)、2005(Z)、2010(Z)のケースに組み入れた。

##### (c) 排煙脱硫／脱硝率

- ・脱硫率については、排煙脱硫設備を設置予定の華能発電所及び大連化学／北海頭熱電所は 95%、炉内脱硫設備を設置予定の春海／香海／台山熱電所は 80%として年度別に 2005(Z)及び 2010(Z)に組み入れた。
- ・脱硝率については、上記の施設に対して 80%として年度別には 2010(Z)に組み入れた。

但し、大連発電総廠は重油専焼ボイラーであり 2010 年までには排煙脱硫／脱硝設備を設置する予定はないものとした。

(d) NO<sub>x</sub> 発生に係わる都市ガス消費量

大気汚染物質の発生量算定において、都市ガスによる SO<sub>2</sub> 及び TSP の発生量は無視できるものとしたが NO<sub>x</sub> については無視できないので、面発生源の都市ガス消費量を区別の戸数及び一戸当たりの都市ガス消費原単位(都市ガス:2,000,000kcal/年≒600m<sup>3</sup>/年)により算出した。面源別の戸数は中国側より入手した追加資料に記載されている。

表4.7.1.1-14 CPプロジェクト大気汚染物質削減計画書

企業名	削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減対象物質	削減率 (%)		削減方法
				削減率 (%)	削減量 (kg/年)	
1 大連製薬	50%	2,989	硫酸・硝酸・有機酸類	100	2,989	SO <sub>x</sub> NO <sub>x</sub> TSP 削減
	70%	1,305	有機溶剤類	100	1,305	2002
	2,095					
	1,540					
2 大連中化	100%	110				
3 大連化学	100%	1,800				
4 大連染料	7.800	3,000	染料	100	3,000	2002
	1	12				
	500	800				
	8,301	2,612				

表4.7.1.1-15(1) 移転予定大規模企業名 (1997年現在)

企業名	削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減対象物質	削減方法	削減率 (%)	削減量 (kg/年)	1997				削減率 (%)			
							削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減率 (%)	削減量 (kg/年)		削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減率 (%)
285	371	105	5.4	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
286	372	106	5.9	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
688	671	31	8.0	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
965	871	60	8.0	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
841	835	24	5.4	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
842	836	25	5.4	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
860	863	52	5.5	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100

表4.7.1.1-15(2) 今後の移転予定中小規模企業名 (1997年現在)

企業名	削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減対象物質	削減方法	削減率 (%)	削減量 (kg/年)	1997				削減率 (%)			
							削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減率 (%)	削減量 (kg/年)		削減率 (%)	削減量 (kg/年)	削減率 (%)
286	372	106	5.9	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
288	363	297	5.8	二硫化炭	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
299	289	23	5.9	硫酸	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
374	297	31	10.0	中化染料	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
619	740	161	5.2	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
635	630	51	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
653	797	208	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
658	890	69	5.3	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
852	996	165	5.4	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
867	971	160	5.6	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
877	987	56	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
879	881	70	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
895	932	121	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
900	980	169	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
903	989	178	5.8	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100
981	866	55	10.0	大連染料(大連染料)	100	1,400	100	1,400	100	1,400	100	1,400	1,400	100

(c) 集塵効率

集塵効率は、特定大規模事業所については中国側より入手した合計 250 社の資料に記載されている表 4.7.1.1-16 を使用し、その他の事業所については中国側との打合せに基づき以下の計算式によった。1997 年度における加重平均の集塵率は約 80%となる。中小規模の集塵機は装着されていても実質的に稼働していないケースが多くみられたので全体として加重平均 50%の集塵率と仮定した。

石炭消費量(A)	A ≤ 10,000 トン/年	50 (%)
	10,000 トン/年 < A ≤ 50,000 トン/年	80
	50,000 トン/年 < A	95
	大規模発電/供熱設備	95-99

表 4.7.1.1-16 集塵効率実績表 (1995)

	事業所名	年間排出量 (t)	年間回収量 (t)	集塵効率 (%)
1	鞍鋼鉄山甘井子石灰鉄	567	2,549	82
2	大連機車車輛工場	56	484	90
3	大連第三セメント工場	15	2,066	99
4	大連企営鑄鉄管	15	27	64
5	大連石灰工場	2	84	98
6	大連建新セメント	209	2,700	93
7	大連船舶工業公司	12	32	73
8	大連セメント工場	317	21,084	99
9	大連石化公司石油第七工場	918	596	39
10	大連重型機器工場	0	231	100
11	大連化学工業公司	428	2,485	85
12	大連第四セメント工場	229	1,373	86
13	大連第二セメント工場	375	2,875	88
14	大連油脂工業総公司	2	4	67
15	大連起重機器工場	3	15	83
16	大連ガラス工場	53	921	95
	(合計)	3,201	37,526	92

(3) ケース・スタディー前提条件のまとめ

上述のケース別前提条件 (表 4.7.1-2) のなかで点源に適用する①石炭の伸び率、②省エネルギー係数、及び面源に適用する③面源用石炭消費量削減係数の掲載を省略して、点源のみに適用する年度別の前提条件を簡略化して概要を表 4.7.1.1-17 に再掲した。

表 4.7.1.1-17 前提条件一覧表 (点源)

年次	実施開始年度	省材料	硫黄含有量	ボイラー集中化	企業移転	CP実施	排煙脱硫	排煙脱硝	集塵率強化
2000(X)	2000				○				
2000(Z)	2000	○		○	○				○
2005(X)	2005				○				
2005(Z)	2005	○	≤1.0%	○	○	○	○		○
2010(X)	2010								
2010(Z)	2010	○	≤0.7%	○			○	○	○

(注) ○は実施年度を示す。

#### 4.7.1.2 将来予測のケース・スタディー

「4.5.1 大気汚染物質発生量の現状」及び「4.7.1.1 将来予測量算定の前提条件」に基づき大気汚染物質の削減シナリオ別に分類し排出量予測計算を行った結果を、表 4.7.1.2-2 に示している。これらの表から最善のシナリオを講じたケース (Best ケース)、及び何ら特別の対策をとらず成り行きに任せたケース (Do-Nothing ケース) に関する排出量をまとめたものが表 4.7.1.2-1 及び図 4.7.1.2-1(1)及び(2)である。尚、表 4.7.1.1-7 で予測した点源における石炭予測量と表 4.7.1.2-2 で算定されている点源石炭消費量 (X ケース) に若干の差がみられるものがあるが、これはクリーナープロダクション対象プロジェクトなどの個別の大プロジェクトに関する石炭消費量の実績値について訪問調査結果に基づき後日微修正したことによるものである。詳細な SO<sub>2</sub> 発生量計算のサンプルに関して、点源については Annex 4.5.1-1 参照。

表 4.7.1.2-1 対策別大気汚染物質排出量

(t/y)

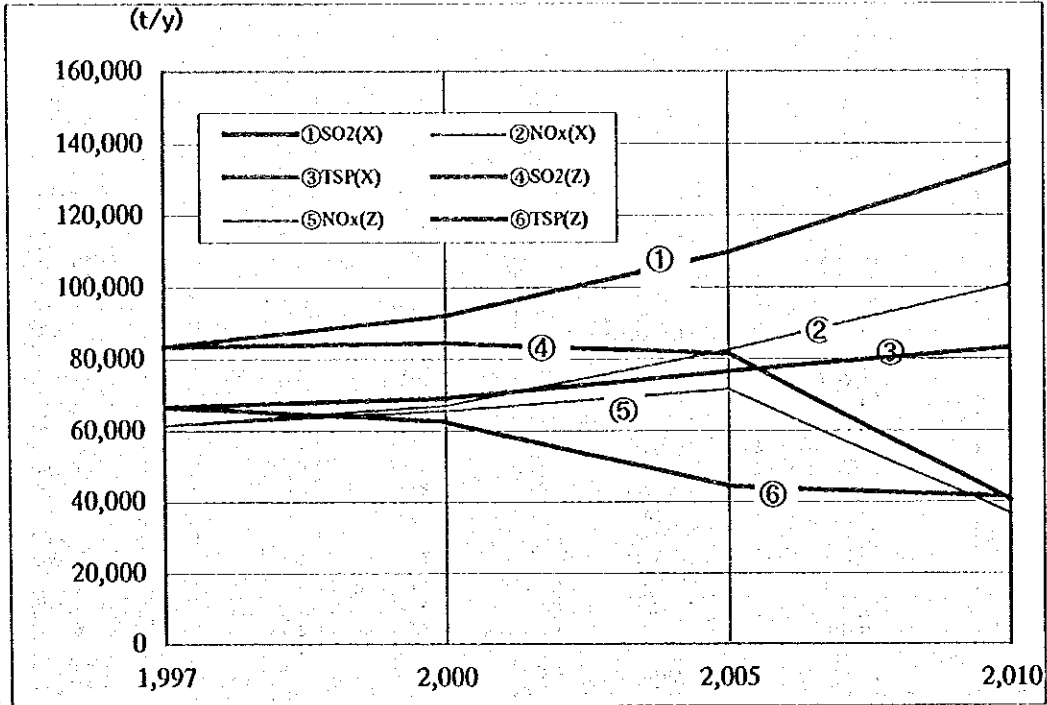
年次	Do-Nothing (X)				Best (Z)			
	①SO <sub>2</sub> (X)	②NO <sub>x</sub> (X)	③TSP(X)	④CO <sub>2</sub> (X)	⑤SO <sub>2</sub> (Z)	⑥NO <sub>x</sub> (Z)	⑦TSP(Z)	⑧CO <sub>2</sub> (Z)
1997	83,298	61,488	66,514	13,086,747	83,298	61,488	66,514	13,086,747
2000	92,110	67,093	69,046	14,775,837	84,506	65,517	62,587	13,892,328
2005	109,663	82,554	76,463	17,897,706	81,491	71,508	44,310	15,280,166
2010	134,296	100,817	83,150	21,812,246	40,515	36,671	41,275	17,612,314

表 4.7.1.2-2 大気汚染物質排出量及び石炭消費量

汚染物質	点/面源別	区別	(ton)							
			1997	2000(X)	2000(Z)	2005(X)	2005(Z)	2010(X)	2010(Z)	
SOx	点源	甘井子区	46,677	54,548	51,144	69,526	60,163	90,692	21,524	
		中山区	7,821	7,643	5,826	7,357	5,752	7,677	5,803	
		西岗区	2,320	2,195	2,068	2,242	2,166	2,295	2,078	
		沙河口区	20,151	20,474	19,893	21,622	10,492	22,857	9,508	
		(小計)	76,969	84,860	78,930	100,747	78,574	123,522	38,914	
		(計)	83,298	92,110	84,506	109,633	81,491	134,296	40,515	
	面源	甘井子区	1,970	2,614	2,010	3,699	920	5,110	469	
		中山区	1,388	1,456	1,120	1,567	603	1,645	329	
		西岗区	166	174	134	193	74	208	42	
		沙河口区	2,805	3,007	2,312	3,428	1,320	3,812	762	
		(小計)	6,329	7,251	5,576	8,886	2,917	10,774	1,601	
		(計)	48,647	57,162	53,154	73,225	61,084	95,802	21,993	
	NOx	点源	甘井子区	38,088	44,350	41,657	57,014	49,186	72,024	23,368
			中山区	3,757	5,535	5,494	5,229	5,499	5,443	3,479
			西岗区	1,911	1,585	1,586	1,325	1,783	1,672	1,812
			沙河口区	13,551	13,683	13,177	13,480	12,762	15,203	6,468
			(小計)	57,306	65,152	61,914	77,048	69,230	94,341	35,127
			(計)	38,958	45,505	42,564	58,648	49,886	74,281	23,947
面源		甘井子区	870	1,155	907	1,634	700	2,256	578	
		中山区	1,177	14	947	1,302	547	1,366	335	
		西岗区	140	372	104	148	60	160	37	
		沙河口区	1,994	400	1,646	2,422	971	2,693	594	
		(小計)	4,181	1,941	3,603	5,506	2,278	6,476	1,544	
		(計)	4,934	5,549	6,441	6,531	6,046	6,810	3,814	
TSP		点源	甘井子区	24,505	24,852	26,321	27,407	14,400	29,337	15,497
			中山区	5,859	6,154	5,584	6,278	6,330	6,449	6,768
			西岗区	3,793	3,456	3,123	3,576	3,517	3,663	3,804
			沙河口区	12,930	12,855	10,850	13,320	10,099	13,255	9,117
			(小計)	47,086	47,317	45,877	50,581	34,346	52,705	35,186
			(計)	28,595	30,279	30,494	35,087	17,357	39,946	17,619
	面源	甘井子区	4,090	5,427	4,173	7,680	2,957	10,608	2,122	
		中山区	5,421	5,687	4,373	6,120	2,356	6,424	1,285	
		西岗区	599	628	483	695	263	752	150	
		沙河口区	9,317	9,988	7,681	11,386	4,384	12,662	2,532	
		(小計)	19,428	21,730	16,710	25,881	9,964	30,446	6,089	
		(計)	11,280	11,841	9,957	12,399	8,686	12,873	8,053	
	CO2	点源	甘井子区	8,409,158	10,007,150	9,365,799	12,879,540	11,068,716	16,470,324	13,255,836
			中山区	842,663	852,880	838,612	799,913	833,803	830,236	906,432
			西岗区	277,802	264,818	262,596	267,564	285,009	268,485	318,680
			沙河口区	2,870,830	2,888,701	2,785,819	3,051,378	2,578,690	3,193,242	2,664,053
			(小計)	12,400,453	14,013,549	13,252,826	16,998,395	14,766,218	20,762,287	17,145,001
			(計)	8,544,129	10,186,257	9,520,326	13,133,016	11,229,580	16,820,439	13,439,550
面源		甘井子区	134,971	179,107	154,527	253,476	160,864	350,115	183,714	
		中山区	201,187	209,954	180,733	224,267	140,537	234,287	119,967	
		西岗区	31,240	32,190	28,365	34,405	23,134	36,265	20,415	
		沙河口区	318,896	341,037	275,877	387,163	189,413	429,292	143,217	
		(小計)	686,294	762,288	639,502	899,311	513,948	1,049,959	467,313	
		(計)	3,189,726	3,229,738	3,061,696	3,438,541	2,768,103	3,622,534	2,807,270	
石炭消費量		点源	甘井子区	3,121,479	3,704,931	3,468,300	4,826,376	4,125,098	6,153,301	5,120,703
			中山区	508,295	516,603	512,786	488,768	513,959	509,063	558,489
			西岗区	146,741	146,757	147,098	151,896	166,188	155,609	190,780
			沙河口区	1,184,942	1,197,741	1,153,353	1,272,128	1,174,309	1,337,463	1,240,147
			(小計)	4,961,457	5,566,032	5,281,537	6,739,168	5,979,554	8,155,436	7,110,119
			(計)	3,203,269	3,813,466	3,551,764	4,979,978	4,184,235	6,365,464	5,163,136
	面源	甘井子区	81,790	108,535	83,464	153,602	59,137	212,163	42,433	
		中山区	108,421	113,734	87,461	122,407	47,127	128,479	25,696	
		西岗区	11,987	12,562	9,660	13,905	5,353	15,032	3,006	
		沙河口区	186,345	199,762	153,617	227,714	87,670	253,243	50,649	
		(小計)	388,543	434,593	334,202	517,628	199,287	608,917	121,784	
		(計)	616,716	630,337	600,247	611,175	561,086	637,542	584,185	
	(計)	甘井子区	158,728	159,319	156,758	165,801	171,541	170,641	193,786	
		中山区	1,371,287	1,397,503	1,306,970	1,499,842	1,261,979	1,590,706	1,290,796	
		西岗区	5,350,060	6,000,625	5,615,739	7,256,796	6,178,841	8,764,353	7,231,903	
		沙河口区								
		(小計)								
		(計)								

(注)石炭は原材料用の使用量を除く

图 4.7.1.2-1(1) 对策别大气污染物质排出量



(Data集(1))

图 4.7.1.2-1(2) 对策别大气污染物质排出量

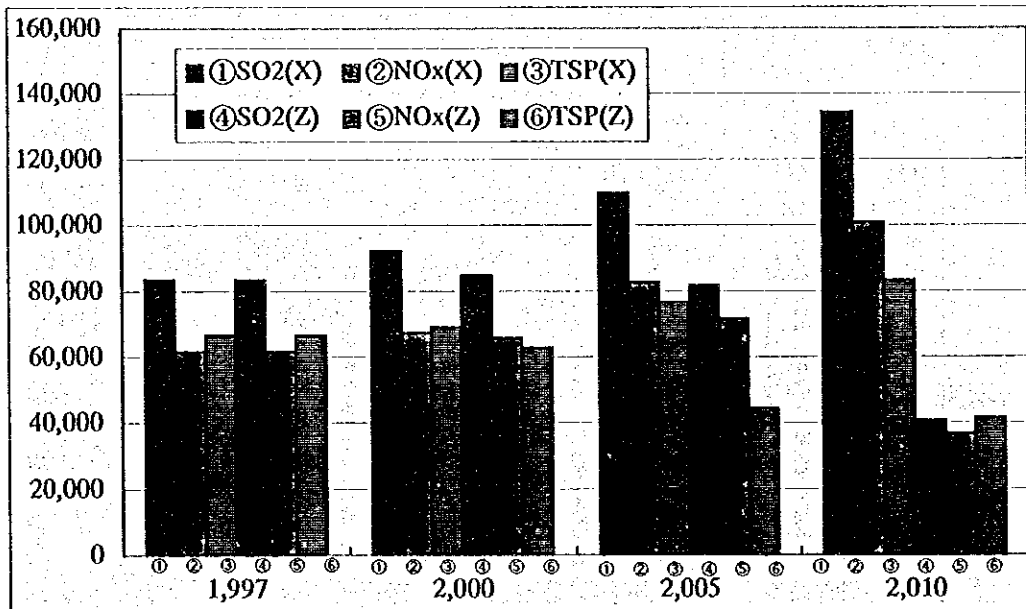




表 4.7.1.2-1 及び図 4.7.1.2-1(1)及び(2)より 1997 年度の排出量では SO<sub>2</sub>、TSP、NO<sub>x</sub> の順であり、SO<sub>2</sub>対策の重要性を示唆している。

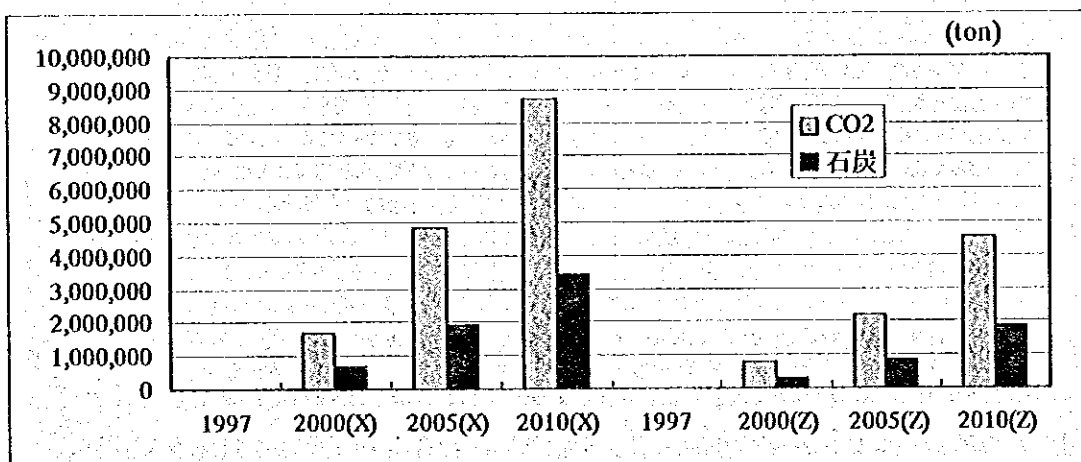
(1) 大気汚染物質及び石炭量の 1997 年対比の変動量

表 4.7.1.2-3 は表 4.7.1.2-1 に基づき大気汚染物質及び石炭量について 1997 年対比の年次別変動量を示したものである。特段の環境対策を実施しないケース X は着実に増加しているのに対し理想的な環境対策を実施するケース Z については微増又は減少がみられる。特に CO<sub>2</sub>については、図 4.7.1.2-2 にみられるように 2010 年度の増加量は X ケースでは約 9.0 百万トンに対して Z ケースでは約半分の 4.5 百万トンに止まっている。

表 4.7.1.2-3 大気汚染物質排出量及び石炭消費量のケース別及び年次別変動量 (1997 年対比) (ton)

年次	Do-Nothing(X)					Best(Z)				
	①SO <sub>2</sub> (X)	②NO <sub>x</sub> (X)	③TSP(X)	④CO <sub>2</sub>	⑤石炭	⑥SO <sub>2</sub> (Z)	⑦NO <sub>x</sub> (Z)	⑧TSP(Z)	⑨CO <sub>2</sub>	⑩石炭
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	8,812	5,605	2,532	1,689,090	650,625	1,208	4,029	-3,927	805,581	265,739
2005	26,335	21,066	9,949	4,810,959	1,906,796	-1,807	10,020	-22,204	2,193,419	828,841
2010	50,998	39,329	16,636	8,725,499	3,414,353	-42,783	-24,817	-25,239	4,525,567	1,881,903

図 4.7.1.2-2 CO<sub>2</sub>の年次別及びケース別の排出変化量 (1997 年対比)



(2) 個別対策別大気汚染物質削減効果

図 4.7.1.2-1(1)及び(2)のグラフは大気汚染物質の排出量抑制対策を 1)省エネルギー、2)低硫黄炭の利用、3)供熱ボイラーの集中化、企業移転及びクリーナープロダクション技術の採用、4)排煙脱硫/脱硝装置の設置並びに集塵効率の強化の順番に逐次実施した場合の削減効果の状況を示したものである。この順番を変えれば始点と終点は同じであるが途中のグラフは異なった道筋を通ることになる。

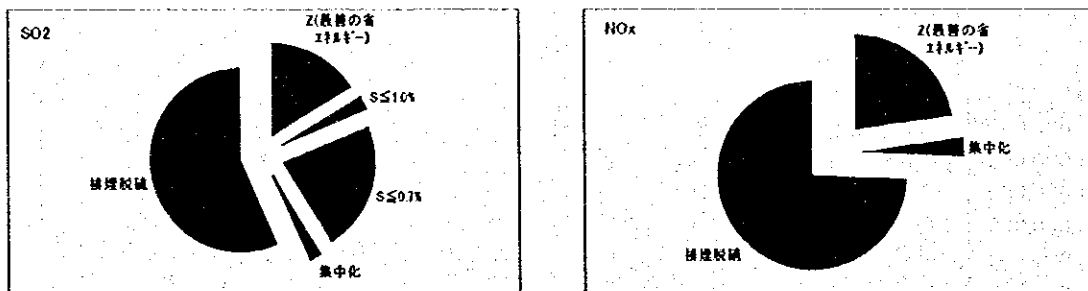
従って、点源における個別の対策別に大気汚染物質の削減効果を測定するために、目標年度である 2010(X)年ベースで算定したものが表 4.7.1.2-4 及び図 4.7.1.2-3 である。

表 4.7.1.2-4 個別対策別大気汚染物質の削減効果 (2010 年ベース)

個別対策	削減量(t/y)		削減比率(%)	
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
X(省エネルギーなし)	0	0	0	0
Z(最善の省エネルギー)	22,785	15,088	17	20
S <sub>1</sub> ≤1.0%	2,805		2	0
S <sub>2</sub> ≤0.7%	29,906		22	0
集中化	1,712	1,292	1	2
排煙脱硫脱硝	75,839	59,215	57	78
(合計)	133,047	75,595	100	100

①Data集(1)

図 4.7.1.2-3 個別対策別大気汚染物質の削減効果(2010 年ベース)



これらの図表より一般的にみても大気汚染物質の削減対策は、SO<sub>2</sub> については大規模燃焼設備に対する排煙脱硫設備の設置及び低硫黄石炭利用の効果が極めて大きく、1997 年度より取り組み始めた省エネルギー活動が顕著な効果を出すに至っていること、並びに NO<sub>x</sub> についても大規模燃焼設備に対する排煙脱硝設備の設置及び省エネルギー効果が極めて大きいことが分かる。

### (3) 暖房用供熱設備の集中化について

モデル 4 区においては、分散している多くの旧式暖房用供熱設備を集中化して熱効率を改善し併せて大気汚染物質発生量の削減を計画している。既述のように暖房設備の運転期間は 11/15-3/31 迄の冬期の 137 日間で、操業時間帯のピークは 6:00-8:00、18:00-20:00 の一日 4 時間とされているが市街地にあつて短時間に集中的に石炭を燃焼煙源の高さが低いこともあつて大きな大気汚染源となっている。

大連市の環境保護局によれば、暖房用供熱設備の普及率及び集中化率の計画は表 4.7.1.2-5 の通りである。

表 4.7.1.2-5 暖房用供熱設備の普及率及び集中化率の計画

項目	(%)			
	1995	2000	2005	2010
普及率	85	90	93	95
集中率	35	45	50	55

4.7.1.2 将来予測のケース・スタディーの予測結果に伴う普及率及び集中率を求めるために Annex 4.7.1.2-1 熱供給集中化計画チェックシートを作成した。前提となる供熱設備にかかわる詳細な資料を入手していないために試算の域を出ないが、中国側から提供された表 Annex 4.7.1.2-1(1)及び(2)を算定ベースに使用しての計算によれば表 4.7.1.2-5 における集中化率を達成するには各区域における中小供熱ボイラーの全数(業種番号 7.0 以外の事業所用供熱ボイラーを除く)を各区域に所在する大規模ボイラーに集約化し(これらの集約化の計画は 2000(Z)、2005(Z)及び 2010(Z)のケースに組み込み済み)、更に面源における暖房用石炭消費量の集約を大幅に推進する必要がある。尚、甘井子区には大規模民生ボイラーの計画がないので現行のまま据え置くこととした。計算の詳細については Annex 4.7.1.2-1 を参照。

表 4.7.1.2-1 における集中化の計算は上述のように 2000(Z)、2005(Z)及び 2010(Z)において、甘井子区を除く各区域の中小供熱ボイラーの全数(業種番号 7.0)を各区域に所在する大規模供熱ボイラーに熱効率 15%の改善で集約化し、更に面源における暖房用石炭消費量を表 4.7.1.1-10 に基づき熱効率 30%の改善で大規模供熱ボイラーに負荷させたものとして計算した。

#### 4.7.2 大気汚染物質拡散計算の概要

拡散計算の目的は、第4章の固定発生源及び第5章の移動発生源の予測結果をもとにして年次別のケース・スタディーに関する拡散計算を行い、環境濃度の計算値と環境基準を比較して、2010年には原則として大気汚染物質の全項目について環境基準を達成するための方策を検討するための資料を作成することにある。環境基準としては、中国側は2005年には中進国並み、2010年以降は北九州並みにする計画を有している。しかし、今回の調査では当面の目標として2010年以降中国の2級基準の達成方法を検討する。

拡散計算の前提となる1997年度の気象条件及び環境濃度の測定が、調査団により1997年度中に実施の予定であったが測定機材の現地到着が約1年遅れたため、結果的に1999年1-10月における測定データを使用した。

##### (1) 拡散計算の結果

拡散計算は4.7.1項の年次別の予測ケースの中から表4.7.2-1の項目について実施した。

表 4.7.2-1 拡散計算の対象ケース

ケース	汚染物質(点・面及び移動源別)			点・面・移動総合計		
	SOx	NOx	TSP	SOx	NOx	TSP
1997	○	○	○	○	○	○
2010(X)	○	○	○	○	○	○
2010(Z)	○	○	○	○	○	○

大連市の特色として、冬期(11/15-3/31)に多くの民生用及び事業用暖房用供熱設備による石炭の消費量が多く、しかも1日の内暖房時間は朝の6:00-8:00及び晩における18:00-20:00の時間帯に集中して石炭を燃焼し、繁華街に位置して煙突が低いこともあり主要な大気汚染源となっている。従って、暖房用石炭の汚染効果をみるために表4.7.2-2は、1997年における暖房期のSO<sub>2</sub>発生量を、暖房及び非暖房業務(産業活動)よりの発生量に分類したものである。この表に基づき拡散計算をした結果は「第2章 大気」に記載されており、暖房用石炭による汚染効果が大きいことがみてとれる。

表 4.7.2-2 1997 年度における暖房期の SO<sub>2</sub> 発生量

(ton)

区名	暖房用発生量			その他 産業用発生量	(合計)
	産業用暖房	熱供給業	(小計)		
甘井子区	1,246	217	1,463	16,975	18,438
中山区	1,955	2,607	4,562	1,224	5,785
西岗区	1,456	372	1,828	185	2,013
沙河口区	3,944	6,678	10,622	3,577	14,198
(計)	8,601	9,873	18,474	21,960	40,434

(2) 拡散結果の考察

大気汚染物質拡散モデルの点・面・移動総合計のチャートにおいて、中国第2級環境基準を満足させないメッシュの個数により大気汚染度を評価したのが表 4.7.2-3 である。比率の計算には、海陸合計メッシュ数の 4,200 個を使用した。表 4.7.2-3 によれば自動車の排ガス対策を講じない 2010(Z)のケースにおいて、SO<sub>2</sub> で 7.9%、NO<sub>x</sub> で 53.3%もの地域が2級環境基準を満足しないことを示しており、排ガス対策を講じる 2010(E)においても SO<sub>2</sub> は2級基準を完全に満足するが、NO<sub>x</sub> では 18.8%の地域が2級基準を満足しないことを示している。着地濃度では煙源の低い自動車の寄与率が極めて大きいことが分かる。

表 4.7.2-3 2級環境基準を満足しないメッシュ数

ケース	SO <sub>2</sub>	比率(%)	NO <sub>x</sub>	比率(%)
1997	162	3.9	1,352	32.2
2000(X)				
2000(Z)				
2005(X)	506	12.0	2,042	48.6
2005(Z)	189	4.5	2,025	48.2
2010(X)	645	15.4	2,462	58.6
2010(Z)	331	7.9	2,238	53.3
2010(E)	0	0.0	788	18.8

#### 4.7.3 将来の水質汚濁負荷量の予測

##### (1) 2010年の汚濁負荷量の予測

直接海域に排出している工場から発生する2010年における排水の汚濁負荷量を、次の前提条件に基づき算出した。

- 1) 各工場の排水量を使用量の割合で海水と淡水に配分する。
- 2) 淡水は工程排水が大半であるので、排水量は第2次産業のGDPの伸びに比例するものと仮定する。
- 3) 海水は一部の例外を除き冷却水として利用されるので、その排水量はエネルギー使用量の伸びに比例するものと仮定する。
- 4) モデル地区における第2次産業のGDP及びエネルギー使用量の伸び率を表4.7.3-1のとおりと仮定する。

表 4.7.3-1 モデル地区第2次産業のGDP及びエネルギー使用量の伸び率  
(基準年度：1997年)

区名	GDPの伸び率	エネルギー使用量の伸び率
甘井子区	4.466	1.098
沙河口区	2.221	0.601
西岗区	2.078	0.566
中山区	1.981	0.540

- 5) 海水中の汚染物濃度は97年の外海の測定値と、淡水中の汚染物濃度は97年の測定値と夫々変わらないものとする。
- 6) 次の移転対象工場は、それぞれ計画通り移転等を完了しているものとする。
  - ・大連染料工場；三道溝地区
  - ・大連石炭ガス第一・二工場；廃止
  - ・大連製薬工場；モデル地区外
- 7) 予測を行う項目は次のとおりとする。
  - ・排水量、COD、SS、アンモニア態窒素、総窒素、総燐

以上の条件に従って算出した排水口毎の1997年（実績）及び2010年（予測）の汚濁負荷量は、表4.7.3-2及び表4.7.3-3のとおりである。

(2) 2010年における排水基準値適合状況

前項で算出した汚濁負荷量に達した場合の各排水口の汚濁物負荷は表 4.7.3-3 のとおりで SS 及びアンモニア態窒素については、次の排水口で基準を超えるものと推定される。

1) SS

- ・大連化学工業；No.52, 53, 57, 63
- ・遼寧省大連海洋漁業公司；No.2, 3
- ・大連松遼化工（農薬工場）；No.64
- ・大連塩素酸カリ工場；No.95

2) アンモニア態窒素

- ・大連化学工業；No.53, 55, 57
- ・遼寧省大連海洋漁業公司；No.2, 3

表 4.7.3-2 1997 年工場排水汚染物負荷実績値

工場名称	排水口		排水量(m <sup>3</sup> /F)		CODCr(mg/F)		SS(mg/F)		BOD5(mg/F)		総負荷(t/年)		アンモニア態窒素(t/年)						
	番号	排水	汚水	雨水	汚水	雨水	汚水	雨水	汚水	雨水	汚水	雨水	汚水	雨水	合計				
大塚造船工業(株)	18	406	2,976	3,382	66.6	4.5	71.0	63.3	17.9	81.2	12.2	4.7	16.9	0.60	0.18	0.78	12.38	3.0	15.6
	19	127	928	1,055	20.8	1.4	22.2	19.8	3.6	25.3	3.8	1.5	5.3	0.19	0.06	0.24	3.93	0.6	4.9
	31	1,678	1,705	3,384	1,666	166.6	2.6	169.2	199.8	10.2	169.2	14.3	2.7	16.0	0.48	0.10	0.58	13.68	1.7
大塚化学工業株式会社	52	814	19,250	20,844	100.9	29.3	130.2	120.1	117.2	2,441.3	1,001.3	56.6	1,057.9	1.88	1.17	3.05	204.25	19.5	223.8
	53	1,680	40,326	45,088	1,621	60.5	222.6	6,099.2	242.0	6,301.2	2,655.5	117.0	2,772.5	0.02	0.40	0.42	2,018.06	40.3	2,058.4
	55	2,161	51,857	54,018	2,163	77.8	324.1	5,630.9	3,111	5,942.0	1,956.3	150.4	2,106.7	0.06	1.56	1.62	1,622.70	51.9	1,674.6
大塚化学工業株式会社(東宮工場)	56	1,935	46,442	48,377	210.9	69.7	280.6	4,559.0	278.7	4,837.7	397.4	134.7	532.1	0.04	0.93	0.97	268.01	46.4	514.5
	57	4,941	118,587	123,528	563.3	177.9	741.2	16,882.4	711.3	17,293.9	9,538.3	343.9	9,882.2	5.23	7.12	12.35	7,540.15	118.6	7,658.7
	63	856	20,324	21,390	1,390	30.8	134.8	5,224.3	123.2	5,347.5	88.1	59.5	147.6	14.60	1.23	15.83	105.67	20.3	126.2
大塚化学工業株式会社(東宮工場)	64	82	1,000	1,082	222.0	2.0	224.0	410.0	6.0	416.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.19	1.0	1.2
	58	588	0	588	0.0	0.0	0.0	34.5	0.0	34.5	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
	50	9,020	0	9,020	261.6	0.0	261.6	1,333.4	0.0	1,333.4	171.4	0.0	171.4	1.04	0.00	1.04	47.81	0.0	47.8
大塚化学工業株式会社(東宮工場)	51	89,032	0	89,032	4,347.7	0.0	4,347.7	13,945.4	0.0	13,945.4	6,152.4	0.0	6,152.4	33.65	0.00	33.65	890.32	0.0	890.3
	36	364	0	364	7.6	0.0	7.6	38.3	0.0	38.3	8.0	0.0	8.0	0.19	0.00	0.19	2.66	0.0	2.7
	2,611	0	2,611	1,983.3	0.0	0.0	1,983.3	2,439.6	0.0	2,439.6	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	12.01	0.0	12.0
大塚化学工業株式会社(東宮工場)	1,978	0	1,978	150.1	0.0	0.0	150.1	0.0	0.0	150.1	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	9.10	0.0	9.1	
	104	0	104	6.8	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	6.8	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.48	0.0	0.5	
	4,229	107,491	105,720	2,067.9	132.2	2,220.1	25.4	638.9	634.3	1,608.7	294.3	1,903.0	0.13	3.04	3.17	458.83	101.5	560.3	
東洋化学石油化学工業株式会社	74	3,606	86,538	90,144	1,833.4	129.6	1,983.2	21.7	519.2	540.9	1,101.2	251.0	3,352.2	0.07	1.73	1.80	814.90	86.5	901.4
	2	2,188	330	2,518	326.8	0.5	327.3	954.8	2.0	956.8	180.3	1.0	181.3	21.38	0.02	21.40	128.09	0.3	128.4
	3	2,623	196	3,019	391.9	0.6	392.5	1,446.7	2.4	1,449.1	246.5	1.1	247.6	25.04	0.02	25.06	105.27	0.4	105.7
大塚化学工業株式会社	1,370	0	1,370	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	3.84	0.0	3.8	
	23,000	0	23,000	276.0	0.0	276.0	5,720.0	0.0	5,720.0	108.1	0.0	108.1	2.23	0.00	2.23	64.40	0.0	64.4	
	2,100	0	2,100	25.2	0.0	25.2	2,016.0	0.0	2,016.0	4.4	0.0	4.4	0.38	0.00	0.38	2.50	0.0	2.5	
大塚化学工業株式会社	199	0	199	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.73	0.0	0.7	
	81	10,712	19,798	1.5	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.04	0.0	0.0	
	744	6,859	7,600	921.7	10.3	912.0	4,214.9	41.1	4,256.0	360.3	19.9	380.2	0.65	0.41	1.06	28.10	6.9	35.0	
大塚化学工業株式会社	5	783	7,217	5,000	389.5	10.8	400.3	2,356.7	49.3	2,406.0	67.3	20.9	88.0	0.45	0.63	0.88	29.58	7.2	36.8
	7	4,015	36,881	41,000	928.5	55.5	984.0	10,848.1	221.9	11,070.0	280.4	107.3	397.7	104.38	2.27	106.60	151.63	37.0	188.6
	156,280	554,413	710,693	15,727.66	816.12	16,573.78	86,697.33	3,262.16	89,959.49	23,965.70	1,566.32	27,532.22	213.24	20.62	233.86	14,469.62	543.70	15,013.33	
年間排出量(t/年)	57,042.200	202,340.745	239,402.945	5,751.55	297.88	6,049.43	31,644.52	1,130.69	32,835.21	9,477.48	571.78	10,049.26	77.83	7.33	85.36	5,281.41	198.45	5,479.86	



表 4.7.3-3 2010年工場排水汚染物負荷予測値

工場名称	排水量(万L/日)			COD(Cr)(B)			SS(Cr)(日)			硫酸根(SO <sub>4</sub> )(日)			硝酸根(NO <sub>3</sub> )(日)			7-ニトロ二アミン(Na)(日)				
	取水	排水	合計	取水	排水	合計	取水	排水	合計	取水	排水	合計	取水	排水	合計	取水	排水	合計		
大塚製薬工場(富田)	18	1,664	2,526	383	1,403	301	33.6	141.7	25.3	2.7	28.0	1.25	0.10	1.35	26.1	26.1	1.7	27.8		
	19	264	789	43.1	43.9	3.2	41.0	44.2	7.9	0.8	8.7	0.39	0.03	0.42	8.0	8.0	0.5	8.5		
	31	3,487	966	4,452	346.3	347.7	5.8	330.3	336.1	29.5	31.1	31.1	1.40	0.06	1.46	28.8	28.8	1.0	29.8	
大塚化学工場	52	3,633	21,464	430.6	485.8	30.2	10,379.4	1,287	10,939.1	4,471.8	62.1	4,534.0	8.40	1.28	9.68	912.2	912.2	21.4	933.6	
	33	2,503	44,280	51,783	723.9	790.4	27,040.4	2,657	27,326.1	11,839.5	128.5	11,967.9	0.99	0.44	0.53	9,012.7	9,012.7	44.3	9,057.0	
	55	9,651	56,939	66,590	1,100.0	83.4	1,183.4	25,147.6	341.6	25,489.2	8,736.8	165.1	8,901.9	0.27	1.71	1.98	7,247.0	7,247.0	56.9	7,303.9
	56	8,642	50,993	59,635	941.9	76.5	1,018.4	20,360.5	306.0	20,666.5	3,774.8	147.9	3,922.7	0.18	1.02	1.20	11,106.9	11,106.9	51.0	11,157.9
	57	20,067	190,209	210,275	2,513.7	193.9	2,707.6	74,037.0	701.2	74,738.2	42,594.0	377.6	42,971.6	23.36	7.82	31.17	33,674.3	33,674.3	130.2	33,804.5
	63	3,823	22,546	26,369	464.5	33.8	498.3	23,331.7	135.3	23,467.0	393.5	65.3	458.8	65.20	1.35	66.55	471.9	471.9	22.5	494.5
	64	366	1,098	1,464	991.5	2.2	993.7	1,831.1	6.6	1,837.6	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.8	0.8	1.1	1.9
大塚製薬工場	2,626	0	2,626	0.0	0.0	0.0	154.1	0.0	154.1	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	
	40,283	0	40,283	1,168.3	0.0	1,168.3	6,848.2	0.0	6,848.2	765.5	0.0	765.5	4.42	0.00	4.42	213.5	213.5	0.0	213.5	
大塚製薬工場	346,355	0	346,355	19,416.8	0.0	19,416.8	62,290.2	0.0	62,290.2	27,476.6	0.0	27,476.6	150.19	0.00	150.19	3,663.5	3,663.5	0.0	3,663.5	
	1,626	0	1,626	33.9	0.0	33.9	259.0	0.0	259.0	35.7	0.0	35.7	0.85	0.00	0.85	11.9	11.9	0.0	11.9	
大塚製薬工場	11,661	0	11,661	8,745.8	0.0	8,745.8	10,984.6	0.0	10,984.6	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	53.6	53.6	0.0	53.6	
	8,834	0	8,834	670.3	0.0	670.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	40.6	40.6	0.0	40.6	
大塚製薬工場	464	0	464	30.4	0.0	30.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	2.1	2.1	0.0	2.1	
	18,897	111,437	130,334	9,235.2	167.1	9,402.4	113.4	688.6	782.0	323.1	7,877.6	0.38	3.34	3.72	2,049.1	2,049.1	111.4	2,160.5		
大塚石油(七石)第七工場	16,104	95,019	111,123	8,277.3	142.5	8,419.8	96.0	570.1	667.0	275.6	5,193.6	0.31	1.90	2.21	3,639.4	3,639.4	95.0	3,734.4		
	2	9,272	362	10,134	1,459.5	0.5	1,460.0	4,264.1	2.2	4,266.3	895.2	1.1	806.3	95.48	0.02	95.51	572.0	572.0	0.4	572.4
大塚製薬工場	11,274	493	11,767	1,750.2	0.7	1,750.9	6,461.0	2.6	6,463.6	1,100.9	1.2	1,102.1	111.83	0.02	111.85	470.1	470.1	0.4	470.6	
	6,118	0	6,118	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	17.1	17.1	0.0	17.1	
大塚製薬工場	102,278	0	102,278	1,232.6	0.0	1,232.6	25,079.5	0.0	25,079.5	482.8	0.0	482.8	11.30	0.00	11.30	237.6	237.6	0.0	237.6	
	9,379	0	9,379	112.5	0.0	112.5	9,003.5	0.0	9,003.5	19.7	0.0	19.7	1.70	0.00	1.70	11.2	11.2	0.0	11.2	
大塚製薬工場	710	0	710	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	3.3	3.3	0.0	3.3	
	344	11,762	12,106	6.7	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.18	0.00	0.18	0.0	0.0	0.0	0.0	
大塚製薬工場	3,823	7,528	11,351	4,032.7	11.1	4,043.8	18,625.7	45.1	18,670.8	1,684.2	21.9	1,684.2	2.90	0.45	3.35	125.5	125.5	7.5	133.0	
	3,897	7,924	11,821	1,738.2	11.6	1,749.8	10,623.0	47.5	10,670.5	2,997.0	22.9	3,026.9	2.00	0.47	2.48	132.1	132.1	7.9	140.0	
大塚製薬工場	17,937	40,610	58,547	4,146.7	60.9	4,207.6	48,447.6	243.6	48,691.2	1,296.9	117.8	1,414.7	466.16	2.44	468.60	677.3	677.3	40.6	717.9	
	692,667	603,201	1,295,868	69,767.3	891.6	70,658.9	306,612.3	3,563.9	390,176.2	115,880.7	1,715.3	177,606.0	944.85	22.46	971.31	64,548.8	64,548.8	594.0	65,142.8	
年間排出量(計)	252,823.313	221,102,748	473,926,062	25,465.03	325.44	25,790.49	141,113.49	1,300.84	142,414.33	42,300.11	626.08	42,926.19	346.33	8.20	354.53	23,540.3	23,540.3	216.8	23,757.1	