

## 中国における産業別・地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計と考察

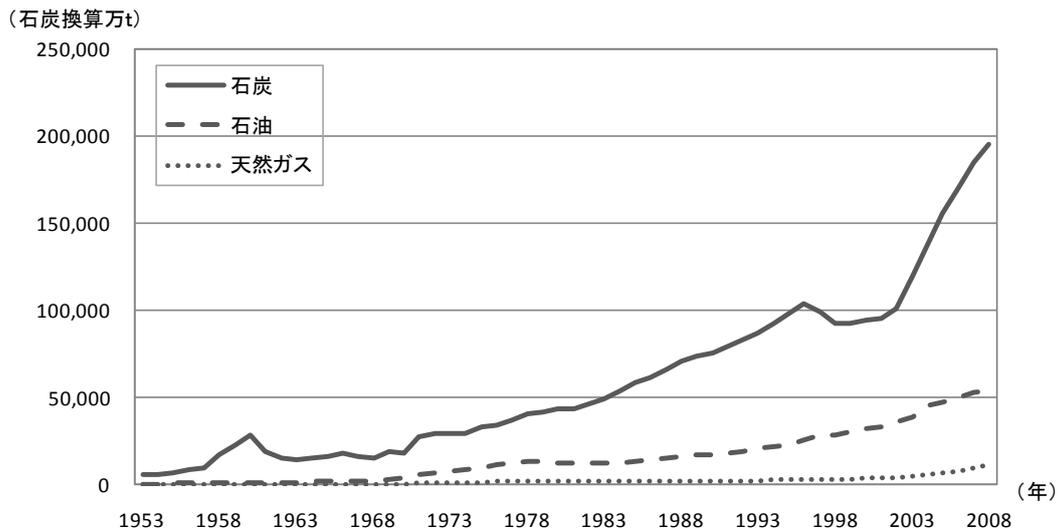
早稲田大学社会科学総合学術院助手 清水政行

### I. はじめに

本研究の目的は、1980～2007 年の中国のエネルギーバランス表を使用して、産業別・地域別にエネルギー消費に伴う SO<sub>2</sub> (=二酸化硫黄)、NO<sub>x</sub> (=窒素酸化物)、CO<sub>2</sub> (=二酸化炭素) の排出量を推計することである。また推計された大気汚染物質である SO<sub>2</sub> および NO<sub>x</sub> の排出量と、温暖化物質である CO<sub>2</sub> の排出量の経年的動向を確認し、中国の環境問題の現状について考察する。

1970 年代後半以降に開始された一連の改革開放政策の結果、中国では急速に経済発展が進むのと同時にエネルギー消費量も飛躍的に増加している。図 1 は、中国における石炭、石油、天然ガスの消費量の推移である。1950 年代以降の中国では、エネルギー源として化石燃料の中でも石炭への依存度が高く、石油や天然ガスの消費量を大きく上回っている。また、石炭の消費量は 1980 年代から大きく増加し始め、1990 年代後半に一時的に減少傾向を示すものの、2000 年代に入ると再び急速に増加している。

図 1 中国のエネルギー種別消費量の推移



(注)『中国能源統計年鑑』各年版のデータを使用して筆者作成。

中国のような開発途上国において、石炭を中心としたエネルギー消費構造をもつ国は、石炭使用量の増加とともに深刻な環境問題を引き起こしている。CO<sub>2</sub>排出量の増加は国際的な観点からすれば地球温暖化を進行させる一方で、SO<sub>2</sub>およびNO<sub>x</sub>排出量の増加は国内において大気汚染による被害を拡大させる。特に中国では、アジア諸国の中でも含有硫黄分が大きい石炭を使用しており、環境汚染物質をより排出しやすいエネルギー消費構造となっている<sup>(1)</sup>。

また中国においては、産業構造の重工業化と電力需要の大幅な増大が環境悪化をさらに加速させている可能性がある。1970年代後半以降、中国では政府主導による重工業化政策を推進し、多大なエネルギーを必要とする資本集約的産業を優先させる経済発展パターンを採用している。その結果、中国の製造業部門においては1980～2000年代にかけて製造業に占める重工業の割合が約63～70%を示しており、重工業を中心とした産業構造が形成されている<sup>(2)</sup>。さらに、急速な経済発展により電力不足が生じ、電力供給量を大幅に増加させたことによって、中国の電力消費量の年平均成長率は1980～2000年までは約7.6%（工業部門は約6.8%）であったのに対し、2000～07年になると約12.8%（工業部門は約13.6%）と5.2ポイント（工業部門は6.8ポイント）も上昇している<sup>(3)</sup>。したがって、それらの影響からSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>といった環境汚染物質は持続的に増加している可能性がある。

しかし一方で、中国においては経済発展の初期段階から環境政策や制度の導入が進んでおり、持続可能な発展のための基本方針が打ち出されている。中国では、1979年に初めて「環境保護法（試行）」が実施された後、1989年の大幅な改定を経て「環境保護法」が正式に施行されている。また、特定の環境問題に対応するために様々な環境対策が施されており、大気汚染に関しては1987年に「大気污染防治法」が敷かれ、その後1995年および2000年に改定されている。竹歳（2005）や森（2008）によれば、一連の環境政策の結果として、国家環境保護総局が公表している『中国環境年鑑』および『中国環境統計年報』のデータから「中国環境保護第9次5ヵ年計画および2010年までの長期目標」で定められた1996～2000年までの排出目標がほぼ達成され、1990年代半ばから2000年代初期の工業部門では、SO<sub>2</sub>、TSP（＝全浮遊粒子状物質）、COD（＝化学的酸素要求量）といった大気汚染および水質汚染物質が減少していることが示されている。他方で、「中国環境保護第10次5ヵ年計画」で定められた2001～05年までの排出目標に関しては、SO<sub>2</sub>とCODで達成されておらず、特にSO<sub>2</sub>排出量が大きく増加していることを明らかにしている。

以上のように、中国では環境問題に対して根本的な解決までには至っておらず、環境悪化を防止するための十分な対策が講じられているとはいえない。また中国では、環境汚染の影響を把握するために1990年より『中国環境年鑑』を公表し、排ガス、廃水、固形廃棄物の排出量に関する環境データを提供しているが、中国全体を対象に収集したデータではなく、県以上の工業企業のみを集計となっており、残りの郷鎮企業などの中小・零細規模企業については推計値となっている。したがって、環境汚染物質を排出している工業部門を対象としたデータを提供してはいるものの、中国全体の詳細な状況までは明らかにされていない。

中国の環境改善計画を策定し、有効な政策や制度を立案するためには、詳細かつ体系的な環境

データの整備が重要である。これまでに、国単位で推計された環境データの整備は進んでおり、例えば中国においては Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC) で CO<sub>2</sub> 排出量の長期時系列データ (1902~2007 年) が示されている<sup>(4)</sup>。また、SO<sub>2</sub> 排出量に関しては Stern (2005) で推計された長期時系列データ (1851~2003 年) があり、NO<sub>x</sub> 排出量に関しては Emissions Database for Global Atmospheric Research (EDGAR) で推計された時系列データ (1970~2005 年) が存在する<sup>(5)</sup>。

本研究のようにエネルギーバランス表を使用して SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を試みた先行研究としては、科学技術庁科学技術政策研究所編 (1992) がある。科学技術庁科学技術政策研究所編 (1992) では、先行研究とヒアリング調査の結果から排出係数を設定し、1975~87 年のアジア諸国を対象に産業別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量を推計している。中国においては、地域別の石炭の含有硫黄分を調査し、地域単位で SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計も行っている。また張 (2003) では、1980~97 年の中国を対象に、科学技術庁科学技術政策研究所編 (1992) と同様の方法に基づいて推計期間を延長し、産業別・地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行っている。その際に、『中国環境年鑑』から得られる環境調査の成果を取り入れて、SO<sub>2</sub> 除去量を考慮して SO<sub>2</sub> 排出量の調整を行っている。

以上のように先行研究をサーベイした結果、エネルギー消費量が再び上昇局面を迎える 2000 年代の中国を含めて産業別・地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行った先行研究は少なく、近年の中国の環境問題の現状について詳細な分析は行われていないと考えられる。本研究においても張 (2003) と同様に、科学技術庁科学技術政策研究所編 (1992) で提示された方法を使用し、1980~2007 年の中国における産業別・地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計を行う。そして、環境データを体系的に整備し、検証することによって、中国の環境問題の経年的実態を明らかにする。本研究のように産業および地域レベルで環境データを提供することは、今後、環境問題と経済発展の関係を詳細に検証することを可能とし、経済の持続的成長の観点から評価できるという意味で意義が大きいと考えられる。

## II. 推計方法<sup>(6)</sup>

本研究においてエネルギー消費に伴って排出される SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> は、エネルギーの燃焼によって放出されるものと、SO<sub>2</sub> に関しては製造過程において原材料から発生するものとに排出源を分けて推計を行う。また SO<sub>2</sub> については、原材料への吸着分を考慮する必要がある産業が存在するため、排出量の調整を行う<sup>(7)</sup>。

エネルギー燃焼によって放出される環境汚染物質 (=EP) は、燃料当たりの環境汚染物質排出量で求められる排出係数 (=EF) に燃料消費量 (=x) を乗じることによって推計できる。したがって、第  $i$  部門 ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) で燃焼される  $j$  種エネルギー ( $j=1, 2, 3, \dots, m$ ) とそれに対応

する排出係数  $EF_{ij}$  の積の合計値が環境汚染物質の総排出量となり、以下の [1] 式のように示すことができる。

$$EP = \sum_i^n \sum_j^m EF_{ij} \times x_{ij}$$

・・・[1]

化石燃料を燃焼した場合、燃料に含有する硫黄 (S) 分、窒素 (N) 分、炭素 (C) 分などが大気中に放出されることになる。しかし燃料中の含有成分は、燃料の種類や性状、燃焼施設や燃焼管理の方法によって大気中に放出される割合が異なることが知られており、環境汚染物質となつてすべて排出されるわけではない。したがって、環境汚染物質によってはそれらの影響を考慮した上で排出係数を設定する必要がある。

$SO_2$  と  $NO_x$  の場合、同じ燃料でも使用する産業によって含有 S 分や含有 N 分の放出量が異なり、個別部門ごとに排出係数を設定しなければならない。また、石炭や石油の含有 S 分は産地によって大きく異なっており、国や地域ごとに設定する必要がある<sup>(8)</sup>。したがって、 $SO_2$  排出量を推計する場合、排出係数に各燃料の含有 S 分を乗じた値を使用することになる。

一方で  $CO_2$  の場合、各燃料の消費量当たりの排出量は安定していることが知られており、個別産業ごとに排出係数を設定する必要はない。ただし、石炭、コークス炉ガス、その他ガス、天然ガスについては、発熱量当たりの排出係数を使用する必要がある。『中国能源統計年鑑』から得られる低位発熱量ベースの換算係数を使用して調整を行っている。本研究で使用した中国の  $SO_2$ 、 $NO_x$ 、 $CO_2$  の排出係数は表 1 の通りである。また、表 2 は中国の石油製品別の含有 S 分と地域別の石炭含有 S 分であり、この値を使用することで各地域の  $SO_2$  排出係数を設定することができる。

工業部門の  $SO_2$  排出量を推計する場合、製造過程において原材料から発生する  $SO_2$  を調整する必要がある。特に、非鉄金属産業における非鉄金属精錬と化学産業における硫酸製造から発生する  $SO_2$  は大きい。本研究においても科学技術庁科学技術政策研究所編 (1992) に従って調整を行う。非鉄金属精錬に関しては、 $SO_2$  が銅 1t に対して 2t、亜鉛 1t に対して 1t、鉛 1t に対して 0.32t、錫 1t に対して 0.09t、また硫酸製造に関しては、 $SO_2$  が硫酸 100 t 当たり 4.5t 排出されるものとして推計する。

さらに工業部門の  $SO_2$  排出量においては、鉄鋼業と窯業・土石産業におけるセメント製造で原材料への吸着分を調整しなければならない。鉄鋼業で使用されるコークスの含有 S 分は、 $SO_2$  として排出されずに鉄鋼製品に残留する割合が大きく、吸着分を考慮した排出係数を設定する必要がある<sup>(9)</sup>。また、セメント製造ではセメントそのものに  $SO_2$  が吸着するため、吸着分を控除する必要がある<sup>(10)</sup>。

最後に、近年の中国においては、環境汚染対策として発電所や工業部門を中心に排煙脱硫装置の設置の義務化が進んでおり、張 (2003) のように  $SO_2$  排出量から  $SO_2$  除去量を控除する必要

表1 中国におけるSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排出係数と熱量換算係数

[SO <sub>2</sub> 排出係数:SO <sub>2</sub> 換算kg]	原炭 (kg/t)	洗精炭 (kg/t)	その他洗炭 (kg/t)	成型炭 (kg/t)	コークス (kg/t)	コークス炉ガス (kg/100億cal)	その他ガス (kg/100億cal)	原油 (kg/t)	ガソリン (kg/t)	灯油 (kg/t)	ディーゼル油 (kg/t)	重油 (kg/t)	LPG (kg/t)	製油所ガス (kg/t)	天然ガス (kg/100億cal)	その他石油製品 (kg/t)	その他コークス製品 (kg/t)	
エネルギー転換部門																		
1. 火力発電	26.325	26.325	26.325		23.895	51.3	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
2. 熱供給	26.325	26.325	26.325		23.895	51.3	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
3. コークス製造	1.8495	1.8495	1.8495				0.01											
4. 石油精錬								0.69				30.0			0.0092	1.0		
5. ガス工場	2.0925	2.0925	2.0925		2.3895	5.13		3.0			8.0	30.0	0.00136	0.0013	0.000092	0.1	2.3895	
エネルギー消費部門																		
1. 農林水産業	16.2	16.2	16.2	10.0	23.895	5.13	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
2. 工業																		
2.1 鉄鋼業	20.925	20.925	20.925	10.0	5.553	51.3	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	5.553	
2.2 その他工業	20.925	20.925	20.925	10.0	23.895	51.3	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
3. 建築業	16.2	16.2	16.2	10.0	23.895	5.13	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
4. 運輸・通信業	20.925	20.925	20.925	10.0	23.895	51.3	0.01	30.0	2.4	0.64	3.2	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
5. 商業・サービス業	16.2	16.2	16.2	10.0	23.895	5.13	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
6. 生活消費	16.2	16.2	16.2	10.0	23.895	5.13	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
7. その他	16.2	16.2	16.2	10.0	23.895	5.13	0.01	30.0	2.4	0.64	8.0	30.0	0.0136	0.013	0.0092	1.0	23.895	
[NO <sub>x</sub> 排出係数:NO <sub>x</sub> 換算kg]	原炭 (kg/t)	洗精炭 (kg/t)	その他洗炭 (kg/t)	成型炭 (kg/t)	コークス (kg/t)	コークス炉ガス (kg/100億cal)	その他ガス (kg/100億cal)	原油 (kg/t)	ガソリン (kg/t)	灯油 (kg/t)	ディーゼル油 (kg/t)	重油 (kg/t)	LPG (kg/t)	製油所ガス (kg/t)	天然ガス (kg/100億cal)	その他石油製品 (kg/t)	その他コークス製品 (kg/t)	
エネルギー転換部門																		
1. 火力発電	9.95	9.95	9.95	9.95	11.94	3.26	0.44	7.24	16.71	21.23	27.37	10.00	3.74	0.75	4.40	10.00	9.00	
2. 熱供給	9.95	9.95	9.95	9.95	11.94	3.26	0.44	7.24	16.71	21.23	27.37	10.00	3.74	0.75	4.40	10.00	9.00	
3. コークス製造	1.00	1.00	1.00	1.00			0.44											
4. 石油精錬								0.24				10.00			0.00			
5. ガス工場	0.75	0.75	0.75	0.75	0.90	0.229		2.19			9.62	5.84	0.263	0.063	0.0224	5.84	0.90	
エネルギー消費部門																		
1. 農林水産業	3.75	3.75	3.75	3.75	4.50	1.60	0.22	3.05	16.71	4.48	5.77	3.50	1.58	0.32	1.57	3.50	4.50	
2. 工業																		
2.1 鉄鋼業	7.50	7.50	7.50	7.50	4.00	5.89	3.18	5.09	16.71	7.46	9.62	5.84	2.63	0.53	2.24	5.84	4.00	
2.2 その他工業	7.50	7.50	7.50	7.50	9.00	2.29	0.31	5.09	16.71	7.46	9.62	5.84	2.63	0.53	2.24	5.84	9.00	
3. 建築業	3.75	3.75	3.75	3.75	4.50	1.60	0.22	3.05	16.71	4.48	5.77	3.50	1.58	0.32	1.57	3.50	4.50	
4. 運輸・通信業	7.50	7.50	7.50	7.50	9.00	2.29	0.31	5.09	31.70	27.40	27.40	27.40	20.30	0.53	2.24	27.40	9.00	
5. 商業・サービス業	3.75	3.75	3.75	3.75	4.50	1.60	0.22	3.05	16.71	4.48	5.77	3.50	1.58	0.32	1.57	3.50	4.50	
6. 生活消費	1.88	1.88	1.88	1.88	2.25	1.60	0.22	1.70	16.71	2.49	3.21	1.95	0.88	0.18	1.57	1.95	2.25	
7. その他	3.75	3.75	3.75	3.75	4.50	1.60	0.22	3.05	16.71	4.48	5.77	3.50	1.58	0.32	1.57	3.50	4.50	
[CO <sub>2</sub> 排出係数:炭素換算t]	原炭 (t-c/toe)	洗精炭 (t-c/toe)	その他洗炭 (t-c/toe)	成型炭 (t-c/toe)	コークス (t-c/t)	コークス炉ガス (t-c/toe)	その他ガス (t-c/toe)	原油 (t-c/t)	ガソリン (t-c/t)	灯油 (t-c/t)	ディーゼル油 (t-c/t)	重油 (t-c/t)	LPG (t-c/t)	製油所ガス (t-c/t)	天然ガス (t-c/toe)	その他石油製品 (t-c/t)	その他コークス製品 (t-c/t)	
CO <sub>2</sub> 排出係数	1.065	1.065	1.065	1.065	0.868	0.460	0.637	0.863	0.854	0.863	0.869	0.878	0.823	0.800	0.631	0.878	0.868	
熱量換算係数	原炭 (kcal/kg)	洗精炭 (kcal/kg)	その他洗炭 (kcal/kg)	成型炭 (kcal/kg)	コークス (kcal/kg)	コークス炉ガス (kcal/m <sup>3</sup> )	その他ガス (kcal/m <sup>3</sup> )	原油 (kcal/kg)	ガソリン (kcal/kg)	灯油 (kcal/kg)	ディーゼル油 (kcal/kg)	重油 (kcal/kg)	LPG (kcal/kg)	製油所ガス (kcal/kg)	天然ガス (kcal/m <sup>3</sup> )	その他石油製品 (kcal/kg)	その他コークス製品 (kcal/kg)	
熱量換算係数	5,000	6,300	2,500	4,600	6,800	4,150	4,150	10,000	10,300	10,300	10,200	10,000	12,000	11,000	9,310	10,000	6,800	

(注1) 科学技術庁科学技術政策研究所編(1992)を使用して筆者推計。なお、1toe=1000万kcalである。

(注2) 熱量換算係数(低位発熱量ベース)は、『中国能源統計年鑑』の値を使用した。

表2 中国の石炭および石油の含有硫黄分

	石炭含有硫黄分		石油含有硫黄分
中国平均	1.35	ガソリン	0.12
北京	0.76	ディーゼル油:工業用	0.40
天津	0.86	ディーゼル油:自動車用	0.16
河北	0.97	原油・重油	1.50
山西	0.99	灯油	0.032
内蒙古	1.45		
遼寧	0.75		
吉林	0.58		
黒龍江	0.63		
上海	1.04		
江蘇	1.80		
浙江	1.09		
安徽	1.03		
福建	1.26		
江西	1.39		
山東	1.97		
河南	1.07		
湖北	1.00		
湖南	0.88		
広東	1.09		
広西	2.22		
海南	1.09		
重慶	3.19		
四川	3.19		
貴州	2.95		
雲南	3.09		
陝西	2.72		
甘肅	0.98		
青海	0.70		
寧夏	1.95		
新疆	1.00		

(出所) 科学技術庁科学技術政策研究所編(1992)

がある。『中国環境年鑑』では、1991年から産業別・地域別における工業部門のSO<sub>2</sub>除去量のデータが取得可能であり、火力発電所についても2001年からデータが公表されている。しかし、彭・張(2008)において『中国環境年鑑』の様々な問題点が指摘されているように、一部の産業や地域で工業部門のSO<sub>2</sub>除去量がSO<sub>2</sub>排出量を上回っているなどの不備が生じているため、本研究ではそのような調整は行わないことにした。

### III. データ

本研究では、1980～2007年の中国のエネルギーバランス表を使用して、産業別および地域別に[1]式による推計を行う。中国のエネルギーバランス表は、国家統計局『中国能源統計年鑑』より取得可能であり、エネルギー源別に燃料消費量のデータを得ることができる。燃料の種類は、石炭類では原炭、洗精炭、その他洗炭、成型炭、コークス類ではコークス、コークス炉ガス、その他ガス、その他コークス製品、石油類では原油、ガソリン、灯油、ディーゼル油、重油、LPG(=液化石油ガス)、製油所ガス、その他石油製品、そして天然ガスの17種に区分される。本研

究では、推計期間を 2000 年代にまで延長し、燃料種別消費量データに科学技術庁科学技術政策研究所編（1992）から得られる排出係数を乗じて推計を行う。

推計期間は、中国全体では 1980～2007 年、地域別では 1985 年および 1995～2007 年までとし、部門別（エネルギー転換部門：火力発電、熱供給、コークス製造、石油精錬、ガス工場／エネルギー消費部門：農林水産業、工業（鉄鋼業およびその他工業）、建築業、運輸・通信業、商業・サービス業、生活消費、その他）に区分して推計を行う。なお地域別の推計については、データが得られないチベットを除く 30 地域（＝省・直轄市・自治区）を対象に推計を行っている。

また、環境汚染物質の排出量が多いとされる工業部門については、産業別に推計を行っている。推計期間は 1991～2007 年までとし、工業部門を鉱業、製造業 21 産業（食料・飲料・タバコ、繊維、衣類、皮革・毛皮、木材・木製品、家具、パルプ・紙・紙加工品、印刷、文教体育用品、石油・石炭、化学、医薬、化学繊維、ゴム、プラスチック、窯業・土石、鉄鋼、非鉄金属、金属、機械、その他）、電力・ガス・水道業の 23 産業に区分して推計する。

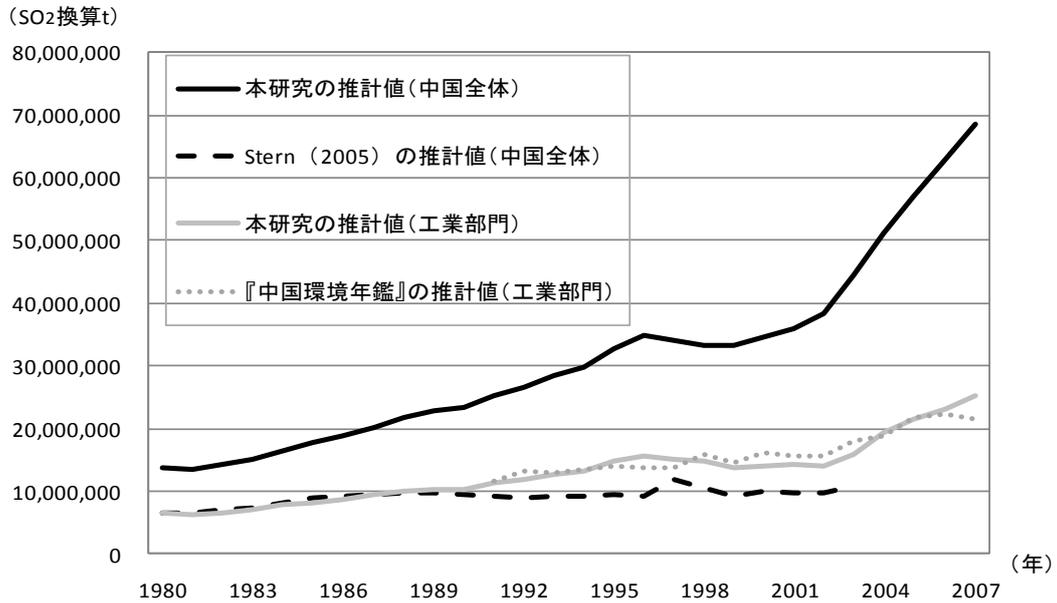
最後に、工業部門の SO<sub>2</sub> 排出量の調整に関して、非鉄金属精錬における銅、亜鉛、鉛、錫の生産量は、中国有色金属工業協会『新中国有色金属工業 60 年』から取得している。また、硫酸生産量およびセメント生産量については、国家統計局『中国統計年鑑』に記載されているデータを使用している。

本研究においては、SO<sub>2</sub> の場合、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分し、また原材料からの発生分および原材料への吸着分を考慮して推計を行った調整系列と、それらを考慮せずに推計を行った非調整系列の 2 つデータを示すことにする。同様に NO<sub>x</sub> においても、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分して推計を行った調整系列と、それらを区分せずに推計を行った非調整系列の 2 つデータを示している。ただし、データの制約から地域別の調整はできず、またマクロベースでの調整についても 1991～2007 年までの推計に限定している。

#### IV. 推計結果<sup>(11)</sup>

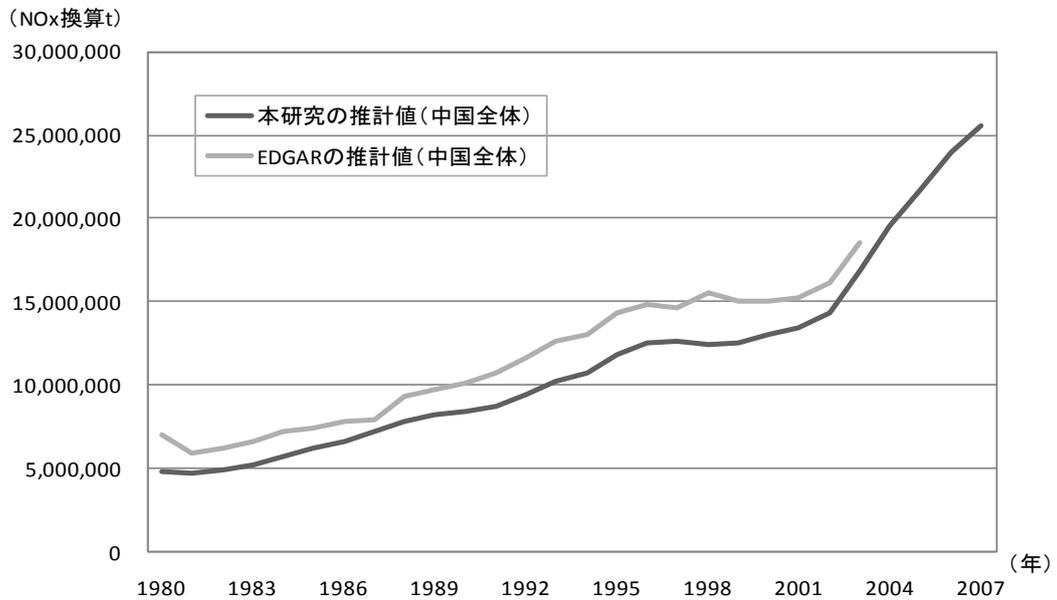
図 2～4 は、中国における SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の推計結果と先行研究とを比較したものである。3 物質に共通して、1980 年代から 1990 年代半ばまで持続的に上昇し、1990 年代後半に一時に減少傾向となるものの、2000 年代に入ると再び加速度的に上昇しているのが確認される。また、そのような傾向は先行研究でも観察され、SO<sub>2</sub> 排出量を推計した Stern（2005）を除き、本研究の推計値とほぼ一致した傾向を示している。Stern（2005）と本研究の推計値に相違が生じた最大の原因については、排煙脱硫技術や燃料の低硫黄化といった技術的側面を推計方法に考慮しているか否かによるものと考えられる。

図2 中国のSO<sub>2</sub>排出量の推移と先行研究との比較



(注) 本研究の推計値については、1980～90年は非調整系列、1991～2007年は調整系列となっている。

図3 中国のNO<sub>x</sub>排出量の推移と先行研究との比較



(注) 本研究の推計値については、1980～90年は非調整系列、1991～2007年は調整系列となっている。

図4 中国のCO<sub>2</sub>排出量の推移と先行研究との比較

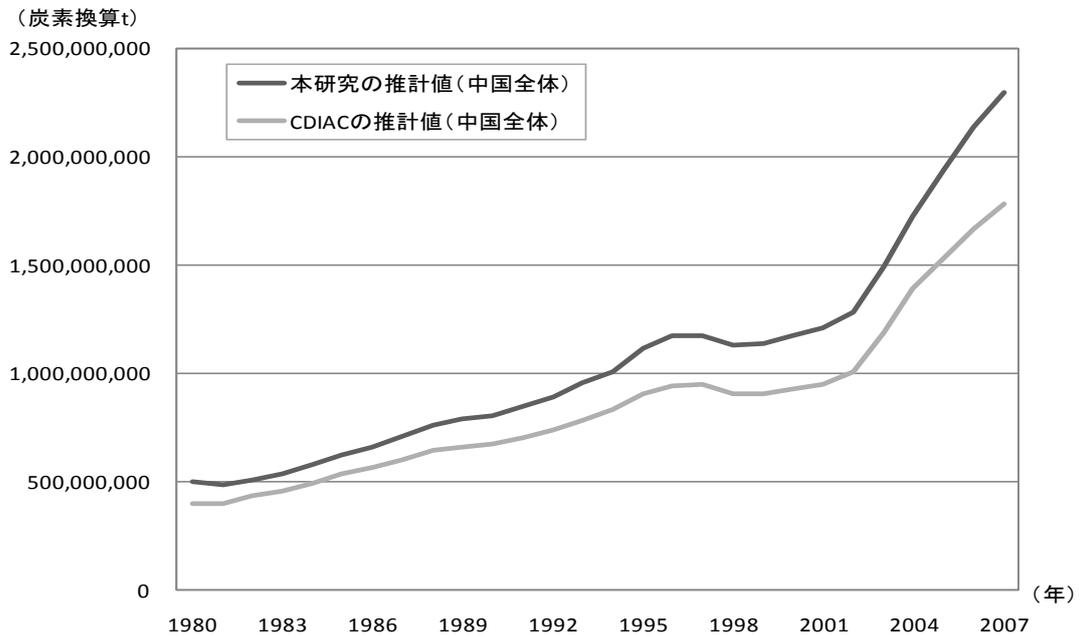


図5～9は、中国の各部門を対象としたSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排出量のシェアを示したものである。1980～2007年を通して、3物質で共通に排出量が多い部門は、エネルギー転換部門における火力発電と、エネルギー消費部門における工業部門となっている。全部門のSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排出量に占める工業部門の比率は約30～50%となっており、工業化によって環境汚染が拡大していることが確認される。また1980～2007年にかけて、全部門の中で火力発電から排出される3物質の比率が上昇しており、SO<sub>2</sub>排出量（非調整系列）の場合は29%から55.2%へ、NO<sub>x</sub>排出量

図5 SO<sub>2</sub>排出量の部門別シェアの推移(非調整系列)

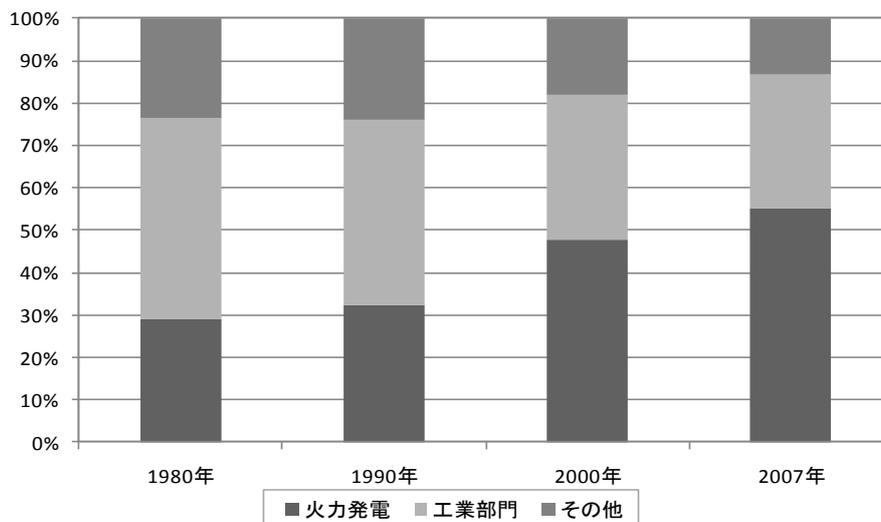


図 6 SO<sub>2</sub> 排出量の部門別シェアの推移(調整系列)

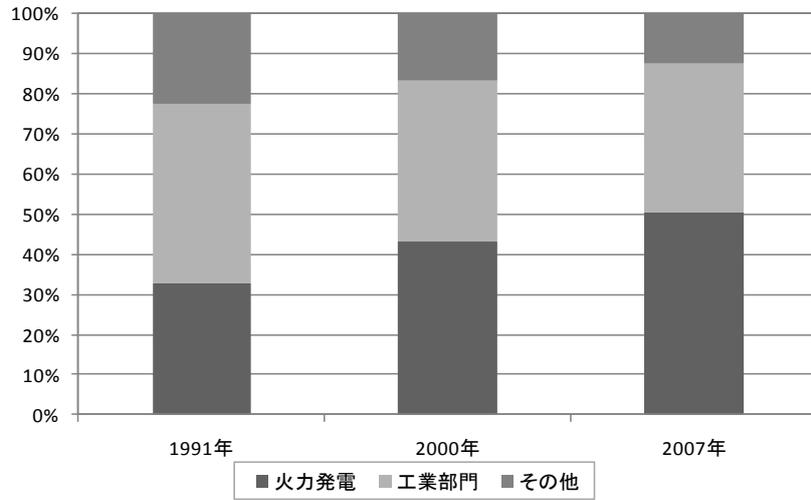


図 7 NO<sub>x</sub> 排出量の部門別シェアの推移(非調整系列)

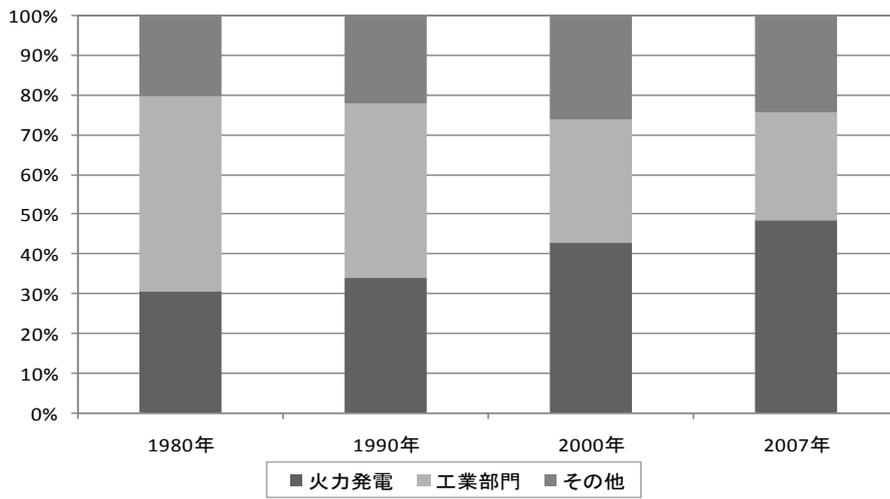


図 8 NO<sub>x</sub> 排出量の部門別シェアの推移(調整系列)

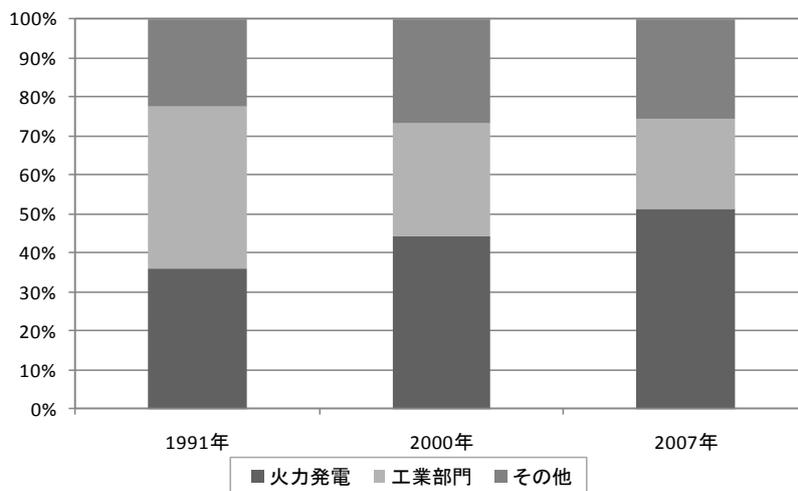
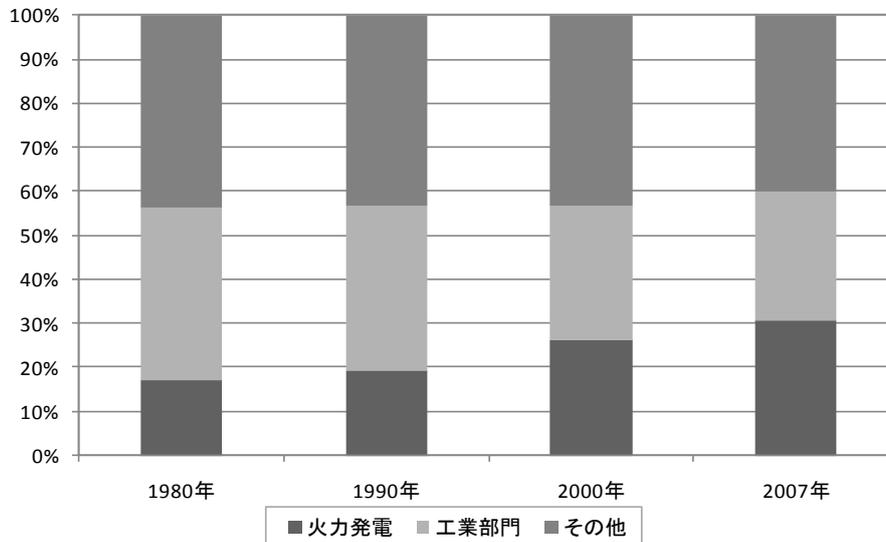


図9 CO<sub>2</sub>排出量の部門別シェアの推移



(非調整系列) の場合は 30.8%から 48.5%へ、CO<sub>2</sub> 排出量の場合は 17.1%から 30.6%へと排出割合が拡大したことによって中国の最大の汚染源となっている。

表 3～7 は、中国の各部門における SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の年平均成長率を示したものである。3 物質ともに 1990～2000 年代にかけて成長率が大きく上昇しており、2000 年代には年平均で約 10%と高い成長率を示している。特に、火力発電と工業部門の成長率が相対的に高い値を示しているのが確認される。

また個々の物質においては、SO<sub>2</sub> の場合、2000 年代においてエネルギー転換部門のコークス製造からの排出量が著しく増加していることが確認され、エネルギー源としてのコークスの需要が大幅に増大していることが示唆される。同様の傾向は NO<sub>x</sub> や CO<sub>2</sub> でも観察される一方で、2000 年代に入ると運輸・通信業からの NO<sub>x</sub> と CO<sub>2</sub> 排出量も大きく増加していることが分かる。中国においては、自動車の大衆化が急速に進行したことによって、それに伴う自動車排ガスの増大が

表3 中国のSO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率(非調整系列)

	1980～90年	1990～2000年	2000～07年
<b>中国SO<sub>2</sub>排出量</b>	0.0534	0.0306	0.0986
<b>エネルギー転換部門</b>	0.0744	0.0720	0.1144
1. 火力発電	0.0643	0.0691	0.1199
2. 熱供給	-	0.0982	0.0756
3. コークス製造	0.0471	0.0433	0.1320
4. 石油精錬	0.0331	0.0617	0.0686
5. ガス工場	0.0345	0.0476	-0.0030
<b>エネルギー消費部門</b>	0.0427	-0.0061	0.0750
1. 農林水産業	0.0299	-0.0043	0.0429
2. 工業	0.0458	0.0065	0.0857
3. 建築業	0.0019	0.0044	0.0324
4. 運輸・通信業	0.0176	0.0104	0.0456
5. 商業・サービス業	0.0847	-0.0042	0.0381
6. 生活消費	0.0369	-0.0749	0.0027
7. その他	0.0610	-0.0557	0.0172

表4 中国のSO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率(調整系列)

	1991~2000年	2000~07年
<b>中国SO<sub>2</sub>排出量</b>	0.0352	0.0975
<b>エネルギー転換部門</b>	0.0694	0.1144
1. 火力発電	0.0661	0.1199
2. 熱供給	0.0974	0.0756
3. コークス製造	0.0464	0.1320
4. 石油精錬	0.0618	0.0686
5. ガス工場	0.0349	-0.0030
<b>エネルギー消費部門</b>	0.0075	0.0769
1. 農林水産業	-0.0048	0.0429
2. 工業	0.0229	0.0856
2.1 鉄鋼業	0.0354	0.1065
2.2 その他工業	0.0213	0.0826
3. 建築業	0.0015	0.0324
4. 運輸・通信業	0.0155	0.0456
5. 商業・サービス業	0.0014	0.0381
6. 生活消費	-0.0815	0.0027
7. その他	-0.0681	0.0172

表5 中国のNO<sub>x</sub>排出量の年平均成長率(非調整系列)

	1980~90年	1990~2000年	2000~07年
<b>中国NO<sub>x</sub>排出量</b>	0.0571	0.0459	0.1018
<b>エネルギー転換部門</b>	0.0761	0.0724	0.1141
1. 火力発電	0.0667	0.0695	0.1192
2. 熱供給	-	0.1009	0.0773
3. コークス製造	0.0471	0.0433	0.1320
4. 石油精錬	0.0331	0.0617	0.0686
5. ガス工場	0.0473	0.0690	0.0102
<b>エネルギー消費部門</b>	0.0464	0.0238	0.0875
1. 農林水産業	0.0344	0.0109	0.0459
2. 工業	0.0471	0.0098	0.0844
3. 建築業	0.0174	0.0455	0.0800
4. 運輸・通信業	0.0463	0.0926	0.1109
5. 商業・サービス業	0.0860	0.0539	0.0673
6. 生活消費	0.0385	-0.0519	0.0480
7. その他	0.0602	0.0356	0.0106

表6 中国のNO<sub>x</sub>排出量の年平均成長率(調整系列)

	1991~2000年	2000~07年
<b>中国NO<sub>x</sub>排出量</b>	0.0439	0.0969
<b>エネルギー転換部門</b>	0.0691	0.1141
1. 火力発電	0.0658	0.1192
2. 熱供給	0.0992	0.0773
3. コークス製造	0.0464	0.1320
4. 石油精錬	0.0618	0.0686
5. ガス工場	0.0569	0.0102
<b>エネルギー消費部門</b>	0.0211	0.0748
1. 農林水産業	0.0090	0.0459
2. 工業	0.0046	0.0625
2.1 鉄鋼業	0.0474	0.0835
2.2 その他工業	-0.0032	0.0573
3. 建築業	0.0454	0.0800
4. 運輸・通信業	0.0951	0.1109
5. 商業・サービス業	0.0629	0.0673
6. 生活消費	-0.0565	0.0480
7. その他	0.0211	0.0106

表7 中国のCO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率

	1980～90年	1990～2000年	2000～07年
<b>中国CO<sub>2</sub>排出量</b>	0.0475	0.0378	0.0957
<b>エネルギー転換部門</b>	0.0572	0.0647	0.1060
1. 火力発電	0.0586	0.0691	0.1184
2. 熱供給	-	0.0987	0.0735
3. コークス製造	0.0630	0.0427	0.1385
4. 石油精錬	0.0331	0.0617	0.0686
5. ガス工場	0.0847	0.1089	0.0249
<b>エネルギー消費部門</b>	0.0411	0.0126	0.0822
1. 農林水産業	0.0289	0.0108	0.0455
2. 工業	0.0431	0.0177	0.0898
3. 建築業	0.0160	0.0575	0.0891
4. 運輸・通信業	0.0347	0.0720	0.1048
5. 商業・サービス業	0.0868	0.0408	0.0736
6. 生活消費	0.0371	-0.0489	0.0352
7. その他	0.0515	0.0167	0.0115

深刻な大気汚染や温暖化の被害をもたらしている可能性がある。他方で、生活消費から排出されるSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>は、他の部門に比べて成長率が低い値を示しているが、今後、生活水準の向上とともに先進国型の社会構造に変化すれば、生活部門からの環境汚染の拡大が予想される。

表8 産業別SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率

	SO <sub>2</sub> 排出量(調整系列)		NO <sub>x</sub> 排出量(調整系列)		CO <sub>2</sub> 排出量	
	1991～2000年	2000～07年	1991～2000年	2000～07年	1991～2000年	2000～07年
<b>鉱業</b>	0.0133	0.0878	0.0103	0.0829	0.0328	0.0625
<b>製造業</b>	0.0196	0.0886	0.0017	0.0741	0.0166	0.0943
食料・飲料・タバコ	-0.0380	0.0191	-0.0324	0.0134	-0.0306	0.0173
繊維	-0.0664	0.0470	-0.0639	0.0427	-0.0580	0.0399
衣類	0.0293	0.0693	0.0260	0.0758	0.0384	0.0693
皮革・毛皮	-0.0602	0.0484	-0.0419	0.0310	-0.0331	0.0373
木材・木製品	-0.0290	0.0790	-0.0279	0.0803	-0.0232	0.0801
家具	-0.0257	-0.0429	-0.0197	-0.0157	-0.0173	-0.0061
パルプ・紙・紙加工品	-0.0169	0.0486	-0.0149	0.0459	-0.0140	0.0474
印刷	-0.0380	-0.0308	-0.0128	-0.0245	0.0001	-0.0301
文教体育用品	-0.0700	0.0382	-0.0263	0.0293	-0.0111	0.0309
石油・石炭	0.0664	0.0705	0.1742	0.0751	0.1600	0.0804
化学	0.0039	0.0932	-0.0160	0.0814	-0.0014	0.0905
医薬	-0.0320	0.0024	-0.0288	0.0048	-0.0264	0.0091
化学繊維	0.0103	-0.0296	0.0399	-0.0794	0.0724	-0.1171
ゴム	-0.0672	0.0357	-0.0645	0.0350	-0.0577	0.0367
プラスチック	-0.0389	0.0704	-0.0173	0.0546	-0.0051	0.0539
窯業・土石	-0.0703	-0.4509	0.0109	0.0575	0.0074	0.0541
鉄鋼	0.0354	0.1064	0.0474	0.1218	0.0524	0.1438
非鉄金属	0.1051	0.1176	0.0120	0.0778	0.0180	0.0911
金属	-0.0396	0.0110	-0.0288	0.0159	-0.0212	0.0146
機械	-0.0672	0.0502	-0.0564	0.0544	-0.0487	0.0654
その他	-0.1527	-0.0304	-0.1319	-0.0489	-0.1157	-0.0642
<b>電力・ガス・水業</b>	0.2269	0.0080	0.2156	0.0109	0.2113	0.0174

このように中国においては、火力発電の大幅な増加と工業化の進行が環境悪化の主因となっているといえる。特に、工業部門における重工業化の拡大は、環境に対して大きな悪影響を与えている。表8は、工業部門における産業別SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率を示したものである。1990年代において、多くの産業で3物質の成長率が低下しており、1990年代後半の環境汚染の改善に貢献していることが分かる。しかし、2000年代に入ると、化学、鉄鋼、非鉄金属

を中心とした重化学産業からの SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量が著しく増加しており、重工業化の拡大によって工業部門からの環境汚染が拡大しているのが確認される。

以上のようなマクロベースの動向をふまえて、地域別に SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の経年変化を確認してみよう。表9～11は、全部門、火力発電、工業部門における地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量の年平均成長率を示したものである。マクロベースの傾向と同様に各地域においても、2000年代に入ってから3物質の排出量が大幅に増加していることが分かる。また、東部地域(=北京、天津、河北、遼寧、上海、江蘇、浙江、福建、山東、広東、海南)、中部地域(=山西、内モンゴ、吉林、黒竜江、安徽、江西、河南、湖北、湖南、広西)、西部地域(=重慶、四川、貴州、雲南、陝西、甘肅、青海、寧夏、新疆)に区分してみても3地域間に大きな偏りは観察されず、中国全土から環境汚染物質が排出されているのが確認される。

2000年代の全部門の地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量において、東部地域では福建、山東、海南、中部地域では内モンゴ、湖南、西部地域では雲南、寧夏の年平均成長率が約15%を上回る高い値を示している。一方、2000年代に火力発電から排出された SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> については、北京、遼寧、黒竜江、上海を除く全ての地域で約10～20%の成長率を示しており、各地域の電力需要の増大を背景とした環境汚染が深刻化していることが示唆される。また工業部門においても、北京、上海、重慶といった直轄市を除く全ての地域で SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量が増加しており、工業化による環境汚染が各地に拡大しているといえよう。

表9 地域別SO<sub>2</sub>排出量の年平均成長率(非調整系列)

	全部門			火力発電			工業部門		
	1985～95年	1995～2000年	2000～07年	1985～95年	1995～2000年	2000～07年	1985～95年	1995～2000年	2000～07年
北京	0.0205	-0.0028	0.0082	0.0328	0.0321	0.0159	-0.0053	0.0194	-0.0455
天津	0.0339	0.0005	0.0819	0.0662	0.0332	0.0912	0.0217	-0.0265	0.0575
河北	0.0489	0.0294	0.1070	0.0612	0.0579	0.0915	0.0436	0.0086	0.1385
山西	0.0587	-0.0005	0.1226	0.1022	0.0179	0.1376	0.0412	-0.0048	0.1259
内モンゴ	0.0557	0.0545	0.1675	0.1157	0.0619	0.2013	0.0401	0.0582	0.0964
遼寧	0.0241	0.0072	0.0623	0.0474	0.0327	0.0675	0.0060	-0.0225	0.0546
吉林	0.0333	-0.0185	0.1011	0.0823	0.0041	0.0921	0.0229	-0.0602	0.1233
黒竜江	0.0268	0.0105	0.0584	0.0600	0.0143	0.0572	0.0151	0.0186	0.0651
上海	0.0409	0.0313	0.0375	0.0473	0.0407	0.0357	0.0337	0.0068	-0.0019
江蘇	0.0734	0.0063	0.1210	0.1082	0.0530	0.1245	0.0555	-0.0577	0.1215
浙江	0.0978	0.0457	0.1361	0.1345	0.0828	0.1493	0.0750	-0.0141	0.0941
安徽	0.0693	0.0296	0.0763	0.0875	0.0016	0.1243	0.0726	0.0455	0.0442
福建	0.0715	0.0601	0.1517	0.1215	0.1020	0.1741	0.0569	0.0363	0.1372
江西	0.0513	-0.0357	0.1096	0.0528	0.0074	0.1258	0.0660	-0.0643	0.1004
山東	0.0637	-0.0181	0.1885	0.1097	-0.0291	0.1989	0.0259	-0.0065	0.1816
河南	0.0498	0.0220	0.1327	0.1028	0.0395	0.1351	0.0354	0.0122	0.1492
湖北	0.0629	0.0242	0.0784	0.1037	0.0468	0.1241	0.0514	0.0184	0.0553
湖南	0.0467	-0.0919	0.1569	0.0631	-0.0371	0.1581	0.0453	-0.1223	0.1774
広東	0.0938	0.0508	0.0982	0.1631	0.0974	0.1026	0.0573	0.0001	0.1001
広西	0.0883	-0.0078	0.1143	0.1000	0.0060	0.1406	0.0955	-0.0180	0.0909
海南	-	0.0354	0.1273	-	0.0150	0.1523	-	0.0683	0.0643
重慶	-	0.0472	0.0469	-	-0.1258	0.1863	-	0.1194	-0.0387
四川	0.0592	-0.1154	0.0940	0.1240	-0.1159	0.1194	0.0493	-0.1046	0.0907
貴州	0.0956	0.0612	0.1155	0.1079	0.1225	0.1613	0.1005	0.0395	0.1092
雲南	0.0522	0.0118	0.1613	0.0491	0.0548	0.2086	0.0752	-0.0181	0.1549
陝西	0.0569	-0.0480	0.1285	0.0801	0.0190	0.1289	0.0704	-0.1263	0.1497
甘肅	0.0350	0.0025	0.0864	0.0727	0.0098	0.1334	0.0028	-0.0189	0.0739
青海	0.0306	0.0162	0.1063	0.0641	0.0089	0.1618	0.0292	0.0259	0.1084
寧夏	0.0961	0.0059	0.1613	0.1867	-0.0270	0.1951	0.0380	0.0752	0.1136
新疆	0.0593	0.0260	0.0880	0.1107	0.0743	0.1049	0.0435	-0.0021	0.1045

(注)1995年の重慶と2000年の寧夏はデータが得られないため、それぞれ1997年と1999年の値を使用した。以下の表でも同様である。

表10 地域別NOx排出量の年平均成長率(非調整系列)

	全部門			火力発電			工業部門		
	1985~95年	1995~2000年	2000~07年	1985~95年	1995~2000年	2000~07年	1985~95年	1995~2000年	2000~07年
北京	0.0407	0.0210	0.0586	0.0503	0.0394	0.0243	0.0201	0.0106	-0.0148
天津	0.0505	0.0363	0.0839	0.0990	0.0387	0.0910	0.0324	-0.0156	0.0741
河北	0.0565	0.0317	0.1170	0.0611	0.0577	0.0913	0.0505	0.0080	0.1397
山西	0.0703	0.0004	0.1209	0.1018	0.0179	0.1349	0.0420	-0.0062	0.1080
内蒙古	0.0674	0.0602	0.1756	0.1157	0.0621	0.2011	0.0412	0.0703	0.0919
遼寧	0.0410	0.0172	0.0819	0.0559	0.0380	0.0680	0.0272	-0.0313	0.0606
吉林	0.0557	-0.0141	0.1012	0.1010	0.0077	0.0922	0.0425	-0.0669	0.1039
黑龍江	0.0520	0.0220	0.0600	0.0753	0.0158	0.0579	0.0306	0.0129	0.0495
上海	0.0550	0.0481	0.0752	0.0595	0.0427	0.0390	0.0530	0.0122	0.0286
江苏	0.0808	0.0177	0.1231	0.1071	0.0532	0.1244	0.0644	-0.0445	0.1134
浙江	0.1106	0.0590	0.1350	0.1382	0.0859	0.1465	0.0794	-0.0089	0.0970
安徽	0.0797	0.0327	0.0824	0.0887	0.0015	0.1239	0.0804	0.0467	0.0445
福建	0.0857	0.0647	0.1497	0.1225	0.1023	0.1734	0.0584	0.0349	0.1468
江西	0.0559	-0.0098	0.1120	0.0523	0.0074	0.1259	0.0680	-0.0636	0.0987
山東	0.0734	-0.0183	0.1993	0.1089	-0.0292	0.1973	0.0356	-0.0036	0.1727
河南	0.0625	0.0256	0.1388	0.1031	0.0394	0.1348	0.0368	0.0111	0.1522
湖北	0.0717	0.0305	0.0972	0.1072	0.0480	0.1247	0.0598	0.0163	0.0603
湖南	0.0601	-0.0662	0.1574	0.0636	-0.0376	0.1584	0.0554	-0.1222	0.1792
廣東	0.1158	0.0528	0.1095	0.1817	0.0820	0.1085	0.0783	-0.0004	0.1045
廣西	0.0877	0.0163	0.1198	0.0990	0.0086	0.1407	0.0958	-0.0202	0.0889
海南	-	0.0744	0.1133	-	0.0054	0.1533	-	0.0961	0.1064
重慶	-	0.0605	0.0683	-	-0.1316	0.1859	-	0.1225	-0.0318
四川	0.0679	-0.0869	0.1074	0.1238	-0.1149	0.1183	0.0455	-0.1041	0.0962
貴州	0.0971	0.0716	0.1308	0.1080	0.1223	0.1606	0.0932	0.0375	0.1127
雲南	0.0579	0.0229	0.1764	0.0491	0.0548	0.2085	0.0741	-0.0156	0.1525
陝西	0.0710	-0.0302	0.1395	0.0804	0.0181	0.1288	0.0735	-0.1046	0.1306
甘肅	0.0544	0.0256	0.0826	0.0726	0.0103	0.1332	0.0313	-0.0184	0.0783
青海	0.0364	0.0320	0.1252	0.0654	0.0182	0.1645	0.0305	0.0375	0.1100
寧夏	0.1043	0.0052	0.1713	0.1860	-0.0273	0.1951	0.0359	0.0782	0.1174
新疆	0.0693	0.0414	0.1136	0.1079	0.0721	0.1063	0.0478	0.0050	0.1257

表11 地域別CO2排出量の年平均成長率

	全部門			火力発電			工業部門		
	1985~95年	1995~2000年	2000~07年	1985~95年	1995~2000年	2000~07年	1985~95年	1995~2000年	2000~07年
北京	0.0296	0.0098	0.0456	0.0376	0.0359	0.0369	0.0239	0.0098	0.0172
天津	0.0406	0.0202	0.0804	0.0719	0.0353	0.0944	0.0323	-0.0219	0.0909
河北	0.0599	0.0283	0.1230	0.0709	0.0554	0.0984	0.0575	0.0030	0.1503
山西	0.0958	-0.0112	0.1175	0.0995	0.0191	0.1404	0.0473	-0.0028	0.1128
内蒙古	0.0496	0.0586	0.1671	0.1156	0.0642	0.2015	0.0426	0.0766	0.1126
遼寧	0.0293	0.0204	0.0808	0.0495	0.0191	0.0790	0.0350	-0.0286	0.0800
吉林	0.0413	-0.0061	0.0904	0.0928	0.0035	0.0945	0.0408	-0.0580	0.1147
黑龍江	0.0341	0.0166	0.0577	0.0696	0.0121	0.0567	0.0262	0.0161	0.0558
上海	0.0540	0.0411	0.0531	0.0446	0.0650	0.0432	0.0586	0.0034	0.0442
江苏	0.0698	0.0204	0.1190	0.1064	0.0531	0.1272	0.0637	-0.0215	0.1165
浙江	0.0999	0.0630	0.1224	0.1333	0.0868	0.1478	0.0791	-0.0012	0.0996
安徽	0.0621	0.0299	0.0688	0.0922	0.0007	0.1297	0.0801	0.0327	0.0385
福建	0.0892	0.0626	0.1346	0.1215	0.1021	0.1724	0.0621	0.0396	0.1538
江西	0.0575	-0.0114	0.1154	0.0475	0.0134	0.1333	0.0743	-0.0753	0.1415
山東	0.0586	-0.0027	0.1762	0.1039	-0.0292	0.1905	0.0370	-0.0008	0.1641
河南	0.0474	0.0266	0.1335	0.1016	0.0383	0.1369	0.0384	0.0264	0.1502
湖北	0.0537	0.0269	0.0805	0.1055	0.0415	0.1246	0.0545	0.0193	0.0605
湖南	0.0449	-0.0582	0.1440	0.0634	-0.0376	0.1641	0.0510	-0.1063	0.1748
廣東	0.0890	0.0571	0.0997	0.1671	0.0890	0.1060	0.0713	0.0172	0.1193
廣西	0.0870	0.0052	0.1307	0.1016	0.0031	0.1520	0.0957	-0.0175	0.1071
海南	-	0.1017	0.2303	-	0.0299	0.1568	-	0.1565	0.1652
重慶	-	0.0647	0.0517	-	-0.1440	0.1904	-	0.1476	-0.0290
四川	0.0584	-0.1141	0.1045	0.1236	-0.1081	0.1219	0.0536	-0.1204	0.0951
貴州	0.0855	0.0516	0.1039	0.1051	0.1207	0.1624	0.0889	0.0342	0.1117
雲南	0.0573	0.0048	0.1617	0.0477	0.0520	0.2172	0.0783	-0.0120	0.1560
陝西	0.0708	-0.0182	0.1514	0.0805	0.0192	0.1323	0.0763	-0.0920	0.1315
甘肅	0.0469	0.0243	0.0814	0.0743	0.0082	0.1327	0.0179	-0.0012	0.0838
青海	0.0488	0.0161	0.1146	0.0647	0.0131	0.1683	0.0452	0.0576	0.0978
寧夏	0.0903	0.0110	0.1581	0.1809	-0.0287	0.1994	0.0455	0.0775	0.1180
新疆	0.0652	0.0383	0.0951	0.1089	0.0670	0.1089	0.0488	0.0111	0.1366

## V. 研究のまとめ

本研究の結果は、以下のようにまとめることができる。

- (1) 中国の SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量は、2000 年代において急速に増加している。
- (2) 1980～2007 年の中国において、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量が大きい部門は火力発電と工業部門である。特に火力発電においては、2000 年代に入ると排出量の成長率が著しく上昇し、最大の汚染源となっている。
- (3) 工業部門においては、2000 年代に入ると化学、鉄鋼、非鉄金属を中心とした重化学産業からの SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量が大きく増加している。
- (4) 火力発電の地域別 SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量は、2000 年代において北京、遼寧、黒竜江、上海を除く全ての地域で約 10～20%の成長率を示している。

本研究の結果から、アジア経済危機による一時的な停滞を経て、高い経済成長率を回復させた中国では、2000 年代に重化学産業を中心とした産業構造の重工業化と電力不足を補うための火力発電の増加によって、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> の排出による環境汚染が著しく進行していることが明らかとなった。特に地域別にみると、2000 年代に多くの地域で火力発電が最大の汚染源となり、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO<sub>2</sub> 排出量が大幅に増加していることが判明した。

中国のように圧縮型の経済発展を遂げる開発途上国においては、先進国が経験してきた環境問題がより短期的に顕在化するのと同時に、経済成長を優先させることで環境汚染による被害がより深刻化する傾向がある。特に中国では、石炭を中心としたエネルギー消費構造の下に環境負荷が大きい産業構造が形成され、エネルギーを大量に消費する火力発電が大幅に増加したことによって、環境への悪影響をさらに拡大させていることが明らかにされた。

そのような状況に置かれている中国において、環境への負荷を抑制しながら経済を持続的に成長させるためには、石炭を中心とするエネルギー消費構造を転換させるのと同時に、資源節約型の経済成長を推進することが望ましいといえる。また、地球温暖化を防止し、大気汚染を改善させるためには、火力発電所や工業部門に属する重化学産業を中心に、環境汚染抑制のための技術的対策を政策的に実施することが重要であるといえよう。

### 注

- (1) 科学技術庁科学技術政策研究所編（1992；p.114）によれば、石炭含有硫黄分のアジア平均が消費量ベースで 0.86% であるのに対し、中国では 1.35%となっている。
- (2) Szirmai・Ren・Bai（2005）で推計された 1980～2002 年の産業別実質粗付加価値額（1980 年基準）を使用して筆者が算出した結果による。
- (3) 『中国能源統計年鑑』のデータを使用して筆者が推計した結果による。また工業部門には、製造業の他に鉱業および

公益産業（＝電力・ガス・水道業）が含まれている。

- (4) CO<sub>2</sub> 排出量に関しては、Oak Ridge National Laboratory (ORNL) で提供されており、そのデータは CDIAC のホームページ <http://cdiac.ornl.gov/>より取得可能である。
- (5) NO<sub>x</sub> 排出量に関しては、European Commission, Joint Research Centre (JRC) /Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL) で提供されており、そのデータは EDGAR (release version 4.0, 2009) のホームページ <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/>より取得可能である。なお EDGAR では、温室効果物質、酸性化物質、オゾン前駆物質のデータも提供している。この他に World Development Indicators (WDI) では、可燃性再生可能物質および廃棄物、BOD（＝生物化学的酸素要求量）、PM10（＝10 ミクロン以下の粒子状物）といった環境データが提供されている。
- (6) 推計方法については、科学技術庁科学技術政策研究所編（1992）を参考とした。
- (7) 製造過程において原材料からの発生分と原材料への吸着分の推計に関しては、地域別に調整するためのデータが整合的に得られないため、産業別での調整のみを行う。
- (8) 同様に、含有 N 分についても地域性を考慮した上で排出係数を設定する必要があるが、十分なデータがないためにそのような調整を行うことは困難であると考えられる。
- (9) 鉄鋼業におけるコークスの排出係数は、 $(8.9 \div 6 \times \text{含有 S 分} + 0.774) \times 2.0$  より算出される。
- (10) セメント製造における原材料への吸着分は以下のように算出する。

C (セメント製造における石炭使用量)

$$=B (\text{セメント生産高}) \times D (\text{セメント 1t 当たりの石炭使用量 : 165kg})$$

F (吸着分を考慮しないセメント製造業における SO<sub>2</sub> 排出量)

$$=C \times E (\text{石炭の SO}_2 \text{ 排出係数})$$

H (セメント製造における SO<sub>2</sub> 吸着量)

$$=F \times G (\text{SO}_2 \text{ 吸着率 : 80\%})$$

- (11) 本研究の推計値については、付表 1～17 を参照のこと。

## 参考文献

- Stern, D. I., "Global Sulfur Emissions from 1850 to 2000," *Chemosphere*, Vol. 58, No. 2, 2005, pp. 163-175.
- Szirmai, A., R. Ren and M. Bai, "Chinese Manufacturing Performance in Comparative Perspective, 1980-2002," *Yale Economic Growth Center Discussion Paper*, No. 920, 2005.
- 科学技術庁科学技術政策研究所編『アジアのエネルギー利用と地球環境 - エネルギー消費構造と地球汚染物質の放出の動態』大蔵省印刷局, 1992 年.
- 竹歳一紀『中国の環境政策 - 制度と実効性 -』晃洋書房, 2005 年.
- 張宏武『中国の経済発展に伴うエネルギーと環境問題 - 部門別・地域別の経済分析 -』溪水社, 2003 年.
- 彭立穎・張坤民「中国の環境統計 - 現状と改革 -」森昌寿・植田和弘・山本裕美編『中国の環境政策 - 現状分析・定量評価・環境円借款 -』京都大学学術出版会, 2008 年, pp. 247-272.
- 森昌寿「中国の環境政策 - 現状分析・定量評価・環境円借款 -」森昌寿・植田和弘・山本裕美編『中国の環境政策 - 現状分析・定量評価・環境円借款 -』京都大学学術出版会, 2008 年, pp. 1-18.

付表

付表1 中国のSO<sub>2</sub>排出量(非調整系列)

	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>中国SO<sub>2</sub>排出量</b>	13,614,431,193	17,632,227,269	23,226,029,327	31,278,709,180	31,553,837,512	52,828,797,664	62,939,017,791
<b>エネルギー転換部門</b>	4,143,989,575	5,430,859,979	8,718,263,397	14,198,740,198	17,907,141,307	32,105,374,397	39,876,693,939
1. 火力発電	3,952,355,011	4,752,643,836	7,516,413,611	12,073,141,143	15,003,338,970	27,628,744,184	34,729,717,625
2. 熱供給	-	469,530,646	908,944,022	1,653,014,541	2,427,329,180	3,654,085,085	4,121,184,494
3. コークス製造	123,587,289	135,083,781	197,852,112	340,240,308	305,100,918	585,682,275	768,633,577
4. 石油精錬	54,296,100	59,263,410	75,632,280	99,038,115	140,106,570	200,379,519	226,545,061
5. ガス工場	13,751,175	14,338,305	19,421,371	33,306,090	31,265,669	36,483,334	30,613,181
<b>エネルギー消費部門</b>	9,470,441,618	12,201,367,291	14,507,765,930	17,079,968,982	13,646,696,205	20,723,423,267	23,062,323,852
1. 農林水産業	317,985,390	417,225,680	428,754,735	421,512,313	410,745,059	542,926,915	554,518,715
2. 工業	6,424,537,164	8,163,603,280	10,157,541,661	13,342,123,411	10,838,714,518	17,434,933,514	19,745,051,820
3. 建築業	113,484,164	127,674,007	115,689,275	90,870,142	120,835,025	150,716,417	151,637,931
4. 運輸・通信業	467,566,436	559,770,856	557,509,408	417,474,614	618,627,787	744,732,816	851,530,235
5. 商業・サービス業	75,814,335	122,670,535	176,870,489	179,860,163	169,652,952	211,259,966	221,435,613
6. 生活消費	1,878,544,556	2,538,866,888	2,717,089,769	2,228,485,197	1,285,169,650	1,404,351,228	1,309,294,289
7. その他	192,509,573	271,556,044	354,310,593	399,643,141	202,951,214	234,502,411	228,855,248

(単位)SO<sub>2</sub>換算kg

(注)SO<sub>2</sub>排出量の非調整系列では、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分せずその他工業の排出係数を使用して推計を行っている。また、原材料からの発生分および吸着分の調整も行っていない。これらのことは、以下の付表でも同様である。

付表2 中国のSO<sub>2</sub>排出量(調整系列)

	1991年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>中国SO<sub>2</sub>排出量</b>	25,228,947,823	32,761,357,609	34,635,148,919	56,980,552,300	68,532,125,953
<b>エネルギー転換部門</b>	9,591,041,287	14,198,740,198	17,907,141,307	32,105,374,397	39,876,693,939
1. 火力発電	8,276,684,495	12,073,141,143	15,003,338,970	27,628,744,184	34,729,717,625
2. 熱供給	1,010,346,145	1,653,014,541	2,427,329,180	3,654,085,085	4,121,184,494
3. コークス製造	200,870,496	340,240,308	305,100,918	585,682,275	768,633,577
4. 石油精錬	80,311,860	99,038,115	140,106,570	200,379,519	226,545,061
5. ガス工場	22,828,291	33,306,090	31,265,669	36,483,334	30,613,181
<b>エネルギー消費部門</b>	15,637,906,536	18,562,617,411	16,728,007,611	24,875,177,903	28,655,432,014
1. 農林水産業	428,850,420	421,512,313	410,745,059	542,926,915	554,518,715
2. 工業	11,332,018,924	14,824,771,841	13,920,025,925	21,586,688,150	25,338,159,983
2.1 鉄鋼業	1,176,749,511	1,729,852,946	1,617,689,278	2,934,609,445	3,408,868,280
2.2 その他工業	10,155,269,413	13,094,918,895	12,302,336,647	18,652,078,705	21,929,291,703
3. 建築業	119,261,819	90,870,142	120,835,025	150,716,417	151,637,931
4. 運輸・通信業	538,278,888	417,474,614	618,627,787	744,732,816	851,530,235
5. 商業・サービス業	167,479,060	179,860,163	169,652,952	211,259,966	221,435,613
6. 生活消費	2,677,321,669	2,228,485,197	1,285,169,650	1,404,351,228	1,309,294,289
7. その他	374,695,755	399,643,141	202,951,214	234,502,411	228,855,248

(単位)SO<sub>2</sub>換算kg

(注)SO<sub>2</sub>排出量の調整系列では、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分し、それぞれ排出係数を使用して推計を行っている。

また、原材料からの発生分および吸着分の調整している。これらのことは、以下の付表でも同様である。

付表3 中国のNOx排出量(非調整系列)

	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>中国NOx排出量</b>	4,753,981,446	6,189,432,282	8,416,798,445	12,092,935,909	13,314,637,281	22,586,312,830	27,156,426,983
<b>エネルギー転換部門</b>	1,552,792,507	2,061,451,793	3,323,790,066	5,453,339,344	6,854,194,125	12,307,184,955	15,238,949,411
1. 火力発電	1,463,959,127	1,791,038,735	2,851,749,123	4,594,680,152	5,714,819,042	10,514,845,563	13,160,492,605
2. 熱供給	-	173,317,398	333,742,160	630,810,861	915,681,217	1,393,493,940	1,573,331,125
3. コークス製造	66,822,000	73,038,000	106,976,000	183,963,400	164,964,000	316,670,600	415,589,931
4. 石油精錬	18,885,600	20,613,360	26,306,880	34,448,040	48,732,720	69,697,224	78,798,282
5. ガス工場	3,125,780	3,444,300	5,015,903	9,436,891	9,997,147	12,477,629	10,737,468
<b>エネルギー消費部門</b>	3,201,188,939	4,127,980,489	5,093,008,379	6,639,596,565	6,460,443,156	10,279,127,875	11,917,477,572
1. 農林水産業	111,164,520	140,780,410	156,763,420	163,982,665	174,789,529	233,980,229	240,974,662
2. 工業	2,322,706,846	2,991,612,408	3,721,449,394	4,976,688,247	4,104,040,314	6,531,477,618	7,410,991,956
3. 建築業	37,155,902	44,745,745	44,236,060	41,897,884	69,738,112	107,650,117	122,073,630
4. 運輸・通信業	400,647,454	505,318,134	636,757,632	884,661,710	1,606,778,088	2,790,230,958	3,492,624,951
5. 商業・サービス業	20,837,750	32,482,106	49,264,457	77,778,546	84,466,354	118,263,989	135,312,358
6. 生活消費	221,632,614	300,938,963	325,676,432	279,420,452	193,740,278	249,263,763	271,147,122
7. その他	87,043,854	112,102,723	158,860,983	215,167,061	226,890,481	248,261,201	244,352,894

(単位)NOx換算kg

(注)NOx排出量の非調整系列では、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分せずにその他工業の排出係数を使用して推計を行っている。以下の付表でも同様である。

付表4 中国のNOx排出量(調整系列)

	1991年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>中国NOx排出量</b>	8,751,924,822	11,783,567,316	12,989,997,851	21,685,971,679	25,600,350,844
<b>エネルギー転換部門</b>	3,678,922,880	5,453,339,344	6,854,194,125	12,307,184,955	15,238,949,411
1. 火力発電	3,161,330,640	4,594,680,152	5,714,819,042	10,514,845,563	13,160,492,605
2. 熱供給	375,060,987	630,810,861	915,681,217	1,393,493,940	1,573,331,125
3. コークス製造	108,608,000	183,963,400	164,964,000	316,670,600	415,589,931
4. 石油精錬	27,934,560	34,448,040	48,732,720	69,697,224	78,798,282
5. ガス工場	5,988,693	9,436,891	9,997,147	12,477,629	10,737,468
<b>エネルギー消費部門</b>	5,073,001,942	6,330,227,972	6,135,803,725	9,378,786,724	10,361,401,433
1. 農林水産業	161,145,700	163,982,665	174,789,529	233,980,229	240,974,662
2. 工業	3,625,413,483	4,667,319,653	3,779,400,883	5,631,136,467	5,854,915,817
2.1 鉄鋼業	456,055,141	773,078,827	698,923,379	1,373,788,596	1,254,181,285
2.2 その他工業	3,169,358,342	3,894,240,827	3,080,477,504	4,257,347,871	4,600,734,532
3. 建築業	46,359,640	41,897,884	69,738,112	107,650,117	122,073,630
4. 運輸・通信業	682,484,782	884,661,710	1,606,778,088	2,790,230,958	3,492,624,951
5. 商業・サービス業	47,935,313	77,778,546	84,466,354	118,263,989	135,312,358
6. 生活消費	322,089,965	279,420,452	193,740,278	249,263,763	271,147,122
7. その他	187,573,060	215,167,061	226,890,481	248,261,201	244,352,894

(単位)NOx換算kg

(注)NOx排出量の調整系列では、工業部門を鉄鋼業とその他工業に区分し、それぞれの排出係数を使用して推計を行っている。以下の付表でも同様である。

付表5 中国のCO<sub>2</sub>排出量

	1980年	1985年	1990年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>中国CO<sub>2</sub>排出量</b>	501,064,983	619,592,137	806,102,958	1,117,677,249	1,176,272,001	1,934,009,728	2,298,977,892
<b>エネルギー転換部門</b>	190,217,213	224,976,682	337,074,790	527,974,625	644,019,925	1,108,384,292	1,352,667,104
1. 火力発電	85,705,227	100,347,465	153,945,391	248,460,314	307,325,748	564,932,951	703,953,661
2. 熱供給	0	10,296,420	19,367,572	35,041,117	51,982,425	78,766,955	86,957,088
3. コークス製造	35,582,715	38,892,735	66,788,866	114,930,716	102,409,321	204,293,550	269,996,619
4. 石油精錬	67,909,470	74,122,207	94,595,156	123,869,411	175,234,739	250,619,601	283,345,490
5. ガス工場	1,019,801	1,317,855	2,377,805	5,673,067	7,067,692	9,771,234	8,414,247
<b>エネルギー消費部門</b>	310,847,770	394,615,455	469,028,168	589,702,624	532,252,077	825,625,436	946,310,788
1. 農林水産業	15,420,431	18,516,130	20,585,147	21,368,227	22,938,213	30,788,742	31,546,062
2. 工業	196,532,871	244,540,872	302,371,461	423,801,404	360,970,444	586,898,359	676,879,167
3. 建築業	4,930,416	6,253,843	5,786,077	4,546,704	10,282,614	16,560,346	19,187,223
4. 運輸・通信業	18,043,498	22,290,920	25,535,755	30,590,031	52,484,929	87,591,747	109,303,037
5. 商業・サービス業	2,681,101	4,290,945	6,385,566	8,249,155	9,604,229	13,891,470	16,078,139
6. 生活消費	63,217,932	85,874,755	91,591,945	78,707,105	56,160,603	67,405,555	71,844,106
7. その他	10,021,522	12,847,991	16,772,217	22,439,998	19,811,044	22,489,216	21,473,054

(単位)炭素換算t

付表6 産業別SO<sub>2</sub>排出量(調整系列)

	1991年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>鉱業</b>	711,709,799	903,540,786	802,395,596	1,288,378,590	1,483,432,669
<b>製造業</b>	10,466,851,664	13,682,365,281	12,490,357,557	19,670,887,095	23,218,373,349
食料・飲料・タバコ	660,519,877	764,142,353	469,069,725	508,112,203	536,259,141
繊維	482,482,288	508,255,329	265,503,241	348,385,173	368,851,935
衣類	20,960,520	25,655,511	27,296,922	41,899,880	44,329,932
皮革・毛皮	27,313,065	29,403,170	15,887,938	21,827,628	22,290,377
木材・木製品	54,962,535	72,309,770	42,330,224	73,110,376	73,587,379
家具	10,992,150	13,053,846	8,722,338	6,481,850	6,460,492
パルプ・紙・紙加工品	295,052,196	368,295,767	253,519,718	354,179,841	356,223,039
印刷	15,403,260	17,366,443	10,945,454	8,801,875	8,820,312
文教体育用品	9,597,715	7,580,215	5,110,564	6,122,870	6,676,078
石油・石炭	186,994,786	292,165,661	340,024,288	516,600,125	557,076,731
化学	2,397,970,458	3,026,025,858	2,482,902,177	4,094,164,101	4,768,833,636
医薬	125,816,141	185,939,872	94,370,636	95,407,310	95,982,291
化学繊維	81,075,646	98,790,030	88,982,955	67,374,936	72,348,960
ゴム	103,131,715	109,150,984	56,353,208	71,678,631	72,342,367
プラスチック	48,170,274	57,344,708	33,948,552	55,183,652	55,585,515
窯業・土石	1,613,757,974	1,668,828,534	856,867,880	723,409,685	36,482,170
鉄鋼	1,176,749,511	1,729,852,944	1,617,689,278	2,934,609,445	3,406,741,718
非鉄金属	2,052,763,817	3,699,346,547	5,286,131,210	9,108,447,528	12,042,064,766
金属	114,094,093	131,069,766	79,891,810	81,004,377	86,276,666
機械	697,486,376	674,617,837	381,013,633	494,581,154	541,499,955
その他	291,557,267	203,170,137	73,795,804	59,504,455	59,639,890
<b>電力・ガス・水業</b>	75,650,516	239,024,922	583,106,514	613,031,378	616,776,500

(単位)SO<sub>2</sub>換算kg付表7 産業別NO<sub>x</sub>排出量(調整系列)

	1991年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>鉱業</b>	279,128,589	351,944,974	306,372,072	478,650,239	547,206,912
<b>製造業</b>	3,194,782,481	4,226,364,692	3,245,301,189	4,916,599,330	5,453,215,652
食料・飲料・タバコ	246,765,093	287,646,030	184,379,969	192,429,030	202,504,375
繊維	179,494,242	190,838,638	100,996,178	128,683,364	136,219,775
衣類	8,947,820	11,460,333	11,304,090	18,324,970	19,210,574
皮革・毛皮	10,675,280	11,765,351	7,319,789	9,000,263	9,094,748
木材・木製品	20,577,830	27,151,862	16,007,804	27,769,843	28,081,647
家具	4,565,294	5,348,682	3,823,770	3,414,520	3,425,976
パルプ・紙・紙加工品	107,435,429	135,083,323	93,941,775	128,893,378	129,510,117
印刷	6,467,300	7,605,001	5,764,896	4,785,997	4,855,906
文教体育用品	3,784,070	3,331,786	2,987,077	3,561,761	3,667,374
石油・石炭	45,415,626	146,740,016	217,721,609	339,930,269	368,286,953
化学	642,766,317	879,505,675	556,626,097	845,250,736	984,404,091
医薬	46,051,731	66,450,744	35,546,436	36,005,172	36,772,608
化学繊維	31,239,622	41,532,578	44,724,396	23,052,013	25,652,141
ゴム	38,697,010	41,084,354	21,647,970	27,173,186	27,648,875
プラスチック	19,287,480	24,611,596	16,499,648	24,360,416	24,186,738
窯業・土石	826,028,847	1,075,423,335	911,175,035	1,321,555,488	1,362,563,106
鉄鋼	456,055,141	773,078,813	698,923,379	1,373,788,596	1,639,395,556
非鉄金属	76,168,303	95,660,782	84,876,157	130,565,632	146,337,564
金属	44,548,277	51,724,714	34,362,974	35,663,749	38,420,680
機械	272,043,236	273,963,183	163,786,963	218,860,748	239,621,116
その他	107,768,535	76,357,898	32,885,177	23,530,198	23,355,733
<b>電力・ガス・水業</b>	30,169,763	89,047,038	209,953,149	225,545,512	226,620,667

(単位)NO<sub>x</sub>換算kg

付表8 産業別CO<sub>2</sub>排出量

	1991年	1995年	2000年	2005年	2007年
<b>鉱業</b>	21,992,122	28,552,895	29,546,454	39,933,002	45,765,380
<b>製造業</b>	272,905,601	389,441,082	316,800,699	529,251,772	612,998,087
食料・飲料・タバコ	17,200,903	20,311,530	13,055,687	14,091,529	14,738,949
繊維	12,686,224	13,875,919	7,525,873	9,420,964	9,947,536
衣類	621,891	803,962	878,399	1,374,956	1,427,020
皮革・毛皮	747,130	835,685	554,811	711,805	720,498
木材・木製品	1,423,200	1,955,430	1,154,673	2,003,691	2,022,834
家具	316,872	375,090	271,157	261,903	259,873
パルプ・紙・紙加工品	7,595,685	9,642,975	6,696,325	9,283,272	9,328,154
印刷	446,994	539,123	447,420	358,154	362,397
文教体育用品	267,727	237,445	242,328	289,938	300,872
石油・石炭	7,376,241	20,700,993	31,122,505	49,877,086	54,650,491
化学	52,896,578	77,013,261	52,236,937	81,412,400	98,400,652
医薬	3,223,426	4,923,450	2,541,543	2,646,851	2,709,332
化学繊維	2,744,383	4,244,611	5,264,507	2,000,565	2,318,800
ゴム	2,693,675	2,936,254	1,601,908	2,032,810	2,070,806
プラスチック	1,360,388	1,748,256	1,299,836	1,940,378	1,896,057
窯業・土石	59,748,996	77,300,963	63,861,153	89,908,716	93,235,181
鉄鋼	63,691,798	112,463,539	102,043,462	226,395,450	279,230,171
非鉄金属	6,026,547	7,706,158	7,087,543	11,665,265	13,408,923
金属	3,473,034	4,043,399	2,870,310	2,944,154	3,178,805
機械	20,657,110	22,122,633	13,324,160	18,889,456	21,054,894
その他	7,706,801	5,660,405	2,720,163	1,742,427	1,735,844
<b>電力・ガス・水業</b>	2,268,193	5,814,851	15,192,375	17,031,034	17,156,508

(単位)炭素換算t

付表9 地域別SO<sub>2</sub>排出量(非調整系列):全部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北 京	340,822,340	418,169,075	412,282,543	430,337,482	436,618,559
天 津	288,732,548	405,366,105	406,396,216	652,338,336	720,806,742
河 北	1,023,139,499	1,667,880,896	1,932,279,309	3,568,864,291	4,085,582,873
山 西	789,612,876	1,420,858,401	1,417,318,811	2,743,517,444	3,342,644,579
内 蒙 古	613,675,228	1,071,121,192	1,406,856,778	3,214,242,420	4,543,679,869
遼 寧	1,055,546,533	1,343,174,174	1,392,130,524	1,758,709,457	2,153,079,534
吉 林	360,796,590	503,325,450	458,826,244	677,359,282	931,149,793
黒 竜 江	506,034,363	661,520,897	697,034,743	881,775,623	1,049,397,850
上 海	561,795,937	845,593,596	988,846,518	1,247,261,344	1,285,389,069
江 蘇	1,371,044,394	2,857,714,426	2,949,523,008	5,849,981,454	6,881,939,559
浙 江	322,777,806	858,536,874	1,079,123,298	2,095,533,398	2,798,391,389
安 徽	443,242,829	886,571,901	1,028,057,478	1,438,813,621	1,754,282,664
福 建	185,980,220	380,223,762	513,467,066	1,173,621,383	1,484,696,162
江 西	401,884,868	671,339,351	561,623,352	973,840,929	1,209,380,141
山 東	1,653,435,753	3,125,834,314	2,854,837,314	8,665,322,306	10,678,804,438
河 南	855,836,588	1,407,666,877	1,571,622,535	3,214,052,129	3,979,723,172
湖 北	512,488,809	961,690,121	1,085,620,096	1,552,823,911	1,879,478,354
湖 南	506,374,850	808,035,843	510,263,937	1,293,533,798	1,530,164,180
広 東	464,537,506	1,186,555,270	1,529,918,222	2,592,016,013	3,042,847,571
広 西	377,616,987	913,124,541	878,039,835	1,469,919,490	1,953,973,333
海 南	-	36,861,508	43,988,563	73,421,329	107,234,654
重 慶	-	-	1,556,362,078	1,757,719,648	2,160,773,320
四 川	2,350,528,242	4,248,054,597	2,386,139,423	3,959,869,078	4,608,725,351
貴 州	587,418,350	1,527,517,630	2,074,510,681	3,880,657,421	4,654,949,997
雲 南	710,561,169	1,198,108,141	1,271,196,568	3,182,658,798	3,932,323,774
陝 西	918,440,269	1,621,678,301	1,275,806,196	2,691,674,427	3,135,577,425
甘 肅	309,384,552	439,005,190	444,559,792	689,243,299	813,870,433
青 海	42,563,798	57,827,213	62,695,799	89,357,689	131,976,634
寧 夏	127,589,925	333,442,332	-	985,225,962	1,248,134,495
新 疆	233,462,659	422,551,508	481,264,861	701,922,603	891,206,018

(単位)SO<sub>2</sub>換算kg

付表10 地域別NOx排出量(非調整系列):全部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	178,150,659	267,744,112	297,322,029	386,131,218	448,087,296
天津	134,716,972	223,210,560	267,686,813	430,451,806	481,492,435
河北	469,100,987	825,163,319	966,879,305	1,893,978,513	2,192,372,572
山西	353,331,008	713,630,628	714,936,833	1,363,460,995	1,666,802,206
内蒙古	187,813,007	368,355,801	497,679,316	1,179,704,435	1,701,903,465
遼寧	550,734,977	830,190,551	904,959,026	1,294,852,345	1,605,564,640
吉林	236,081,766	412,129,719	384,076,113	548,751,287	779,934,488
黑龍江	312,248,532	525,374,356	586,368,395	763,428,906	892,728,562
上海	247,363,434	428,881,112	545,436,723	808,808,621	923,129,485
江蘇	378,539,006	848,966,893	927,559,902	1,862,549,241	2,194,949,247
浙江	144,787,482	437,766,518	587,884,280	1,139,647,230	1,512,904,428
安徽	194,877,855	432,569,639	509,389,293	730,852,282	906,632,195
福建	76,071,326	179,201,532	247,685,473	542,675,615	706,348,041
江西	137,821,598	241,050,690	229,524,796	408,825,588	502,832,988
山東	409,061,312	852,153,153	777,674,035	2,527,424,963	3,138,813,336
河南	349,455,965	652,768,497	741,829,213	1,567,801,406	1,960,276,638
湖北	237,698,051	487,105,758	567,360,959	902,142,558	1,120,732,774
湖南	246,125,060	448,751,281	322,269,922	803,502,654	969,851,649
廣東	212,781,692	677,373,700	882,153,790	1,559,021,173	1,898,216,815
廣西	92,967,174	223,551,181	242,567,973	428,855,659	560,919,380
海南	-	28,564,991	41,442,839	66,833,486	91,596,346
重慶	-	-	259,950,497	334,109,600	419,318,280
四川	333,292,645	657,070,245	425,505,305	741,950,731	902,144,423
貴州	85,531,978	225,887,622	323,120,504	644,955,165	807,335,677
雲南	110,448,430	196,985,927	220,857,645	601,385,088	759,025,187
陝西	151,992,481	309,251,093	265,927,857	569,976,728	706,220,972
甘肅	125,865,307	216,806,812	246,407,653	378,380,656	439,450,932
青海	26,404,278	37,985,634	44,567,303	70,951,455	107,024,641
寧夏	30,195,302	85,660,106	-	270,832,909	346,253,172
新疆	99,842,998	199,575,184	245,434,097	420,644,922	543,452,696

(單位)NOx換算kg

付表11 地域別CO<sub>2</sub>排出量:全部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	22,768,541	30,597,242	32,136,883	40,559,807	44,235,079
天津	14,841,101	22,276,713	24,644,302	37,932,944	43,271,993
河北	41,087,300	74,790,339	86,144,141	167,669,843	203,721,398
山西	34,528,858	90,033,437	85,136,692	160,086,526	193,735,736
内蒙古	16,912,740	27,786,337	37,244,974	87,538,297	119,996,127
遼寧	69,917,453	93,729,661	103,785,342	153,497,952	182,761,397
吉林	22,956,927	34,695,661	33,646,584	49,655,705	63,372,232
黑龍江	34,261,829	48,174,260	52,346,921	67,959,097	78,395,842
上海	26,829,203	46,062,103	56,564,162	76,635,598	82,035,223
江蘇	33,757,422	67,839,030	75,141,589	146,421,795	172,804,308
浙江	12,608,603	34,255,475	46,942,923	88,750,256	110,606,634
安徽	19,277,717	35,886,482	41,681,296	55,913,757	67,489,960
福建	5,853,839	14,280,788	19,528,797	41,023,500	50,086,437
江西	11,978,641	21,292,899	20,116,555	35,541,725	45,129,342
山東	42,116,121	75,691,272	74,675,102	202,247,737	256,346,706
河南	32,927,727	52,921,553	60,439,418	121,539,829	153,917,504
湖北	25,715,802	43,993,434	50,328,990	71,865,475	88,388,804
湖南	24,618,526	38,570,197	28,837,641	66,436,165	79,006,702
廣東	22,758,649	55,431,086	73,755,053	120,877,353	148,253,659
廣西	6,690,349	15,965,520	16,388,943	33,818,326	40,928,976
海南	-	1,566,879	2,604,945	4,457,011	13,055,870
重慶	-	-	20,871,413	24,908,121	29,973,744
四川	34,391,597	61,649,915	34,852,149	58,944,809	72,418,055
貴州	9,700,502	22,799,217	29,508,989	48,932,019	61,070,733
雲南	10,867,590	19,277,705	19,750,691	51,282,025	61,249,901
陝西	12,812,575	26,009,719	23,745,219	50,957,076	68,521,075
甘肅	14,403,831	23,016,660	25,986,932	39,198,888	45,949,121
青海	2,434,454	3,965,474	4,298,306	6,799,712	9,590,272
寧夏	2,586,495	6,379,289	-	19,231,227	23,876,707
新疆	12,509,841	24,014,468	29,078,801	47,720,080	56,568,088

(單位)炭素換算t

附表12 地域別SO<sub>2</sub>排出量(非調整系列):火力発電

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	68,071,066	94,495,942	110,934,294	138,507,594	124,006,360
天津	68,125,247	132,049,010	155,886,260	281,951,535	295,124,381
河北	319,795,015	589,480,387	787,270,673	1,305,308,537	1,494,252,165
山西	198,627,400	552,169,394	603,727,196	1,297,413,998	1,582,030,944
内蒙古	167,609,250	532,823,378	726,004,849	1,776,086,696	2,969,987,737
遼寧	273,797,988	440,031,995	518,265,839	710,872,036	831,482,438
吉林	74,148,900	168,805,985	172,298,682	282,961,538	328,342,694
黑龍江	162,307,708	295,806,641	317,807,300	419,783,682	474,464,053
上海	226,685,400	363,862,452	445,996,020	598,352,554	572,554,310
江蘇	442,934,660	1,307,203,577	1,704,029,170	3,479,968,183	4,072,091,570
浙江	95,831,539	367,946,400	556,718,263	1,075,348,020	1,583,023,660
安徽	138,207,327	331,538,952	334,137,142	621,990,485	797,758,657
福建	40,185,900	135,493,382	225,630,663	520,228,033	763,330,434
江西	140,587,870	238,440,082	247,433,033	506,972,568	596,867,394
山東	471,165,413	1,411,085,639	1,219,806,993	4,055,229,476	4,908,196,007
河南	225,275,078	630,035,292	767,465,458	1,628,164,190	1,976,341,534
湖北	79,941,750	225,570,349	284,976,390	535,827,229	679,557,280
湖南	97,855,772	183,880,951	152,719,441	311,029,273	461,752,195
廣東	110,783,874	565,812,251	921,020,154	1,696,270,845	1,889,007,532
廣西	101,731,500	276,539,766	284,993,038	621,373,100	762,460,366
海南	-	23,056,301	24,855,403	48,788,916	72,161,680
重慶	-	-	279,627,393	602,711,051	1,030,013,321
四川	451,580,611	1,559,874,119	873,801,269	1,866,675,498	2,015,353,503
貴州	148,996,988	438,249,394	808,398,825	1,853,858,175	2,500,138,954
雲南	208,542,555	340,651,643	448,128,486	1,219,276,254	1,929,515,661
陝西	290,800,832	647,872,181	712,283,928	1,334,666,006	1,756,453,864
甘肅	68,331,600	141,349,089	148,437,153	305,394,945	377,622,696
青海	10,430,505	19,810,930	20,716,605	47,112,089	64,317,438
寧夏	32,352,650	209,346,725	-	596,859,413	870,814,328
新疆	37,843,518	114,429,786	165,947,334	266,993,482	345,720,616

(單位)SO<sub>2</sub>換算kg

附表13 地域別NO<sub>x</sub>排出量(非調整系列):火力発電

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	36,025,339	59,593,350	72,573,106	91,831,304	86,019,869
天津	28,341,577	76,282,574	92,572,268	166,960,162	175,057,227
河北	168,868,122	311,003,972	414,918,637	687,800,489	786,088,942
山西	102,800,345	284,596,619	311,167,345	655,897,878	799,887,582
内蒙古	58,967,532	187,583,925	255,890,863	625,089,354	1,045,803,694
遼寧	165,317,205	289,075,394	349,496,000	482,354,253	562,721,497
吉林	52,974,554	145,417,447	151,117,280	246,937,300	288,072,204
黑龍江	111,379,195	236,428,849	255,852,619	340,363,815	383,749,371
上海	96,413,304	174,731,067	216,300,696	293,895,267	284,295,259
江蘇	127,315,423	371,537,160	484,863,987	991,807,881	1,158,598,505
浙江	43,639,705	173,882,574	267,229,520	500,004,542	744,917,094
安徽	67,832,690	164,686,153	165,897,214	307,527,696	394,835,405
福建	16,158,500	54,980,290	91,717,415	210,917,234	308,851,194
江西	52,032,067	87,774,225	91,086,238	186,421,480	219,825,113
山東	124,131,457	368,825,845	318,717,973	1,050,361,999	1,268,457,981
河南	107,335,417	301,046,788	366,678,380	778,041,783	941,982,358
湖北	39,041,927	114,090,806	145,063,324	273,012,916	347,175,915
湖南	56,609,443	106,943,906	88,636,237	183,597,158	268,586,349
廣東	45,977,680	283,034,495	426,491,404	765,751,038	911,382,894
廣西	23,382,500	62,902,278	65,662,584	143,335,374	175,769,966
海南	-	12,026,459	12,356,411	25,866,024	36,141,376
重慶	-	-	44,860,857	96,632,029	164,766,994
四川	72,798,350	251,184,035	141,411,555	299,928,035	323,658,402
貴州	25,777,525	75,870,452	139,827,350	320,658,650	430,309,385
雲南	34,436,950	56,252,325	74,000,140	201,808,086	318,472,543
陝西	54,873,348	122,624,610	134,217,962	251,650,636	330,742,278
甘肅	35,522,000	73,383,610	77,276,454	159,297,415	196,396,274
青海	7,168,815	13,788,275	15,101,115	34,898,693	47,758,854
寧夏	8,537,136	54,838,953	-	156,180,175	227,865,945
新疆	20,301,030	59,723,204	85,639,401	139,578,521	180,222,628

(單位)NO<sub>x</sub>換算kg

付表14 地域別CO<sub>2</sub>排出量:火力発電

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	2,261,838	3,293,035	3,940,695	5,353,502	5,102,752
天津	2,023,642	4,151,229	4,953,208	9,142,233	9,592,695
河北	8,226,905	16,708,689	22,039,403	37,382,982	43,890,970
山西	5,490,879	14,854,283	16,339,603	34,703,885	43,661,786
内蒙古	3,161,798	10,042,786	13,840,637	33,917,306	56,721,254
遼寧	9,559,131	15,678,734	17,245,608	24,815,590	29,980,412
吉林	3,128,641	7,917,094	8,056,458	13,444,813	15,614,845
黑龍江	6,426,695	12,892,096	13,698,042	18,253,614	20,367,501
上海	6,173,234	9,640,564	13,340,222	18,139,127	18,054,246
江蘇	6,878,369	19,930,918	25,997,637	53,768,461	63,340,350
浙江	2,465,752	9,350,148	14,429,399	27,529,516	40,595,827
安徽	3,513,580	8,837,531	8,869,065	17,223,041	21,991,448
福建	883,174	2,976,899	4,960,862	11,303,373	16,581,279
江西	2,859,347	4,596,360	4,915,727	9,976,700	12,495,855
山東	7,203,762	20,366,462	17,601,545	55,982,104	66,773,979
河南	5,835,442	16,125,320	19,526,133	41,596,522	50,923,565
湖北	2,199,778	6,315,744	7,770,779	14,636,265	18,586,584
湖南	3,039,976	5,729,349	4,747,189	10,075,327	14,975,722
廣東	2,947,166	15,663,678	24,448,852	44,019,033	51,357,790
廣西	1,251,375	3,456,058	3,510,409	7,658,929	10,172,778
海南	-	612,528	711,462	1,615,806	2,132,432
重慶	-	-	2,262,312	5,008,444	8,575,314
四川	3,824,234	13,162,223	7,665,622	16,169,505	17,991,455
貴州	1,411,737	4,037,555	7,383,911	17,133,214	23,009,464
雲南	1,837,391	2,959,342	3,838,020	11,123,444	17,554,473
陝西	2,910,451	6,512,342	7,169,259	13,443,352	18,101,445
甘肅	1,904,480	4,002,340	4,170,119	8,543,575	10,556,074
青海	396,205	756,781	808,175	1,916,311	2,624,633
寧夏	455,322	2,778,199	-	8,086,944	11,863,860
新疆	1,121,303	3,330,499	4,656,433	7,787,653	9,982,039

(單位)炭素換算t

付表15 地域別SO<sub>2</sub>排出量(非調整系列):工業部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	178,177,043	168,982,677	186,165,830	135,590,260	135,429,104
天津	149,816,703	186,169,456	163,053,875	197,020,335	243,789,320
河北	494,594,606	765,240,209	798,931,177	1,785,896,001	2,106,863,050
山西	364,896,905	550,976,087	537,972,340	1,037,034,194	1,298,331,919
内蒙古	225,685,648	337,152,086	451,017,565	866,679,511	885,507,775
遼寧	558,920,031	593,317,456	530,130,790	580,421,255	776,664,741
吉林	174,094,501	218,853,996	161,999,701	281,368,829	384,129,976
黑龍江	172,079,123	200,052,710	219,557,280	253,162,658	346,423,189
上海	244,241,568	342,178,893	354,016,014	343,881,322	349,279,735
江蘇	718,535,048	1,251,702,777	938,170,842	1,854,786,801	2,195,618,359
浙江	185,726,103	393,225,678	366,508,954	662,992,842	708,031,227
安徽	229,711,929	474,603,172	595,914,846	662,670,447	812,055,295
福建	107,649,080	190,205,406	228,049,240	524,273,652	595,846,537
江西	178,982,148	346,375,772	251,194,026	374,822,235	507,292,646
山東	858,205,512	1,111,532,757	1,075,999,776	3,286,287,407	3,835,919,334
河南	371,512,294	529,086,113	562,477,205	1,238,135,533	1,598,930,574
湖北	335,858,340	561,714,840	615,940,420	800,495,910	907,061,490
湖南	286,931,713	451,298,024	244,854,770	754,076,213	847,771,009
廣東	272,143,000	482,601,277	482,954,954	730,140,749	973,438,245
廣西	232,323,027	603,973,297	551,983,649	742,437,921	1,043,060,487
海南	-	9,218,917	12,970,666	17,384,361	20,337,465
重慶	-	-	1,103,232,183	878,788,105	841,524,046
四川	1,150,748,203	1,883,447,104	1,116,393,267	1,666,940,662	2,107,125,769
貴州	192,506,185	526,079,069	641,106,495	1,373,360,958	1,376,947,643
雲南	283,795,450	602,152,952	549,947,669	1,583,758,801	1,626,751,458
陝西	345,652,625	698,980,856	371,683,934	984,752,753	1,060,272,637
甘肅	170,334,048	175,175,945	159,363,276	241,031,746	267,307,245
青海	16,192,528	21,683,676	24,685,647	28,824,894	52,729,474
寧夏	55,602,371	81,327,153	-	318,935,145	293,931,645
新疆	95,513,605	147,512,745	145,946,863	207,567,140	303,407,458

(單位)SO<sub>2</sub>換算kg

附表16 地域別NOx排出量(非調整系列):工業部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	88,273,180	107,908,287	113,773,162	101,116,476	102,609,202
天津	66,522,013	91,983,222	85,085,279	110,495,266	142,901,975
河北	231,581,966	383,675,423	399,431,119	897,916,444	1,062,268,242
山西	179,166,585	272,618,052	264,332,551	450,321,919	563,149,959
內蒙古	73,805,045	111,467,144	158,444,107	288,938,972	301,483,036
遼寧	275,157,363	361,053,155	308,750,132	341,582,895	471,925,101
吉林	114,314,724	174,869,933	125,156,539	189,105,640	258,930,914
黑龍江	111,217,001	151,093,901	161,140,654	173,515,862	227,864,477
上海	88,285,679	150,052,919	159,499,101	171,800,508	194,892,064
江蘇	191,450,713	364,550,959	291,819,732	545,556,157	645,313,481
浙江	80,899,701	178,969,003	171,148,168	316,433,356	337,488,221
安徽	98,428,812	219,986,478	277,786,839	312,148,984	379,432,919
福建	41,877,355	75,099,970	89,421,544	203,676,627	249,945,210
江西	62,210,679	122,745,054	89,322,010	129,079,317	178,299,713
山東	209,930,757	299,691,769	294,339,595	834,317,826	986,248,688
河南	167,313,102	241,757,624	255,590,179	567,900,940	741,724,711
湖北	150,973,786	274,573,238	297,920,322	382,306,229	454,234,072
湖南	143,106,704	249,052,467	135,167,423	412,216,208	473,819,500
廣東	103,418,747	226,231,979	225,750,859	349,442,447	469,293,624
廣西	52,060,010	135,760,086	122,691,008	167,052,121	228,549,984
海南	-	4,599,470	7,436,305	11,670,043	15,665,961
重慶	-	-	174,474,431	143,777,575	139,617,902
四川	191,492,362	301,950,535	179,441,474	276,616,888	351,826,310
貴州	34,417,907	87,447,189	105,466,402	226,473,119	232,150,846
雲南	46,741,770	98,065,802	90,701,977	253,880,779	263,819,196
陝西	64,113,672	133,697,803	79,244,037	180,832,268	197,723,603
甘肅	62,622,719	85,643,574	78,099,242	123,959,877	135,077,475
青海	10,926,750	14,823,127	17,876,448	22,204,552	38,609,965
寧夏	14,040,573	20,110,619	-	81,907,916	76,063,800
新疆	40,648,135	65,584,474	67,256,284	114,197,665	162,159,114

(單位)NOx換算kg

附表17 地域別CO<sub>2</sub>排出量:工業部門

	1985年	1995年	2000年	2005年	2007年
北京	7,991,295	10,145,196	10,654,232	12,167,692	12,014,609
天津	5,806,684	8,018,247	7,186,475	10,243,476	13,574,188
河北	18,386,830	32,664,366	33,159,797	79,154,234	94,927,262
山西	13,531,226	21,715,800	21,411,139	41,633,692	47,154,317
內蒙古	5,743,194	8,790,728	12,891,177	24,317,983	28,362,628
遼寧	25,276,281	35,880,372	31,094,837	38,214,956	54,442,115
吉林	9,263,869	13,932,861	10,424,921	17,451,136	23,263,155
黑龍江	9,909,191	12,877,735	13,958,143	15,813,529	20,626,262
上海	8,631,179	15,515,840	15,780,718	18,197,702	21,499,240
江蘇	15,526,659	29,363,428	26,377,167	50,060,995	59,616,404
浙江	6,188,116	13,652,744	13,571,737	25,138,220	27,263,082
安徽	8,038,591	17,900,663	21,083,457	22,411,342	27,596,599
福建	3,106,688	5,782,106	7,046,977	17,866,468	20,684,476
江西	4,808,600	10,111,786	6,938,004	11,876,361	18,683,959
山東	17,924,629	25,953,706	25,850,750	68,426,843	81,512,585
河南	12,868,023	18,900,512	21,564,067	46,361,463	61,715,572
湖北	12,629,395	21,770,863	23,980,143	30,958,593	36,615,608
湖南	11,421,820	19,023,702	11,182,555	32,697,871	38,008,909
廣東	9,036,013	18,439,425	20,092,192	34,125,776	46,306,723
廣西	3,905,987	10,169,940	9,319,631	16,187,100	19,722,730
海南	-	326,946	714,936	1,497,281	2,272,249
重慶	-	-	14,852,287	12,076,371	12,124,895
四川	16,386,742	28,010,700	15,339,147	23,712,730	29,855,608
貴州	2,861,296	6,958,676	8,257,971	17,167,922	18,046,299
雲南	3,918,214	8,574,512	8,076,228	22,011,206	24,070,536
陝西	4,816,438	10,324,809	6,518,551	14,566,634	16,361,782
甘肅	5,853,257	6,998,403	6,957,293	11,323,834	12,505,456
青海	802,484	1,260,880	1,682,021	1,952,129	3,335,989
寧夏	1,034,964	1,631,153	-	6,488,899	6,180,438
新疆	3,719,649	6,056,653	6,402,811	13,345,491	16,662,471

(單位)炭素換算t