総 説

アジアのエネルギー消費と大気汚染ガス排出量

—実態推計と将来展望—

(キーワード 一次エネルギー消費量, 燃焼排ガス, EF(排出係数), SO_x 排出係数; $\text{SO}_x \cdot \text{EF}$, 排煙脱硫, NO_x 排出係数; $\text{NO}_x \cdot \text{EF}$, 排煙脱硝)

— 1993.7.29 受理 —

社団法人海外電力調査会 玉 貫 滋

[まえがき]

アジア地域では高い経済成長の結果, エネルギー消費も大きく増加しており, SO_x など地球環境影響物質の排出を現状のまま放置しておくと, 2000年には, 1987年の約1.6倍にもなる見通しである。

従来, アジアの大気環境汚染は中国, 韓国, 台湾などの局地問題とされてきたが, 世界銀行の見解でもアジアは世界で最も環境が悪化している地域とみられ, いかにしてこれに対応するか主要課題の一つとされている。アジアの地球環境を守る

には今やアジア全域で総合的にフォローしなければならない事態と認識されるようになってきている。この課題に本格的にチャレンジしたのが, 科学技術庁・科学技術政策研究所によるアジア25ヶ国の環境影響物質排出量調査である。

世界の地域別人口, 経済, エネルギー消費動向を表1, 図1に示すが, アジアは急速に発展しており, この勢いは今後もおお続く見込みである。これに伴う大気環境の汚染を推計したのが, 前記の“アジアのエネルギー消費と地球環境に関する調査研究会”に設けられた“エネルギー消費に伴

[IEA STATISTICS] から作成

出典: 科学技術庁、アジアのエネルギーと環境分析(1992年)

図1 世界の地域別1次エネルギー源別消費量(1975年、1987年)

表1 世界の地域別人口、GDP、1次エネルギー消費量

(1975年／1987年)

地 域	実 数						年平均伸率（％）'75-'87		
	人口（百万人）		GDP （'85P10億US\$）		エネルギー消費量 （Mtoe）		人 口	G D P	エネ ル ギ ー 消 費 量
	1975	1987	1975	1987	1975	1987			
アジア	2,196	2,714	1,428	2,644	1,036	1,620	1.8	5.3	3.8
オセアニア	17	20	138	192	73	95	1.2	2.8	2.1
中 東	119	171	367	476	74	214	3.1	2.2	9.3
アフリカ	307	449	274	377	181	302	3.2	2.7	4.4
ラテンアメリカ	291	384	510	722	309	487	2.3	2.9	3.9
北 米	239	270	3,238	4,633	1,868	2,100	1.0	3.0	1.0
西 欧	343	356	2,323	3,066	1,114	1,317	0.3	2.3	1.4
ソ連・東欧	384	422	2,453	3,121	1,387	1,905	0.8	2.0	2.7
世界計	3,896	4,785	10,731	15,232	6,042	8,039	1.7	3.0	2.4
OECD	710	767	6,558	9,318	3,381	3,880	0.6	3.0	1.2
計画経済圏	1,372	1,587	2,650	3,582	1,794	2,612	1.2	2.5	3.2
開発途上国	1,813	2,431	1,523	2,332	868	1,547	2.5	3.6	4.9
世界計	3,896	4,785	10,731	15,232	6,042	8,039	1.7	3.0	2.4

出典：科学技術庁，アジアのエネルギー利用と地球環境（1992年）

注）GDP（'85P10億ドル）は，1985年，米ドル物価指数に換算

GDP（国内総生産，Gross Domestic Products の略）

toe（石油換算トン，ton oil equivalent の略）

Mtoe（石油換算百万トン）

う大気環境汚染物質排出量の推計に関する小委員会”の調査報告である（安藤淳平委員長，委員；菱田一雄，玉貫 滋，大西 昭，他）。

今までで不明であった広範なアジアについてアフガニスタン，パキスタン，インド以东の25ヶ国の国別（大国の中国，インドは省，州別）の大気汚染ガス排出量を計量的に分析した。実績値についてはデータ利用のできる1975年～1987年の12年間（NISTEP REPORT No.21）と，予測は2000年，2010年までが対象とされた（NISTEP REPORT No.27）。これらの報告書は別途に大蔵省出版局からも「アジアのエネルギー利用と地球環境」として環境白書などとともに刊行市販されている。

1. アジアのエネルギー消費

1.1 消費の動向

アジアの1次エネルギー消費量は1975年の10.36億toeが年平均伸び率3.8%で増加し，1987年には，16.28億toeとなった。この間，全てのエネルギー源で増加したが，年平均伸び率は石油の1.7%，水力他の3.6%，植物性燃料の1.8%は全体の伸びを下回っている。これを補うかたちで石

炭5.1%，天然ガス11.8%，原子力19.7%の年平均伸び率で増加した。その結果，1987年のエネルギー構成比は石炭が最大の42.5%，石油31.0%，植物性燃料13.0%，天然ガス5.3%，水力他4.6%，原子力3.7%となった。なかでも，石炭はソ連・東欧を追い越し植物性燃料とともに世界最大の消費地域となり，大気環境への負荷，森林への負荷の増大が懸念される。表2はアジア各国の1次エネルギー消費量とそのエネルギー源構成を示す。

アジアの1次エネルギー消費で最も高いシェアを持っている国は中国である。同国の1次エネルギー消費は，1975年の3.55億toeから1987年の6.49億toeへと年率5.2%で伸びており，アジア全体に対するシェアは1975年の34%から1987年の40%へ増大した。

次に，アジア地域で高いシェアを持つ国は日本であるが，1975年の32%から1987年の23%へと大幅に低下した。これは2回の石油危機によって1次エネルギー消費量が平均年率1.1%と穏やかな伸びで，1987年には3.72億toeと1975年とあまり変わらない水準にとどまったからである。3番目

表2 アジア各国の1次エネルギー消費量とそのエネルギー源構成

(単位: 1,000 toe)

国名	年	化石燃料計		1次電力		合計		植物性燃料		総計	
			(%)		(%)	(商業用)	(%)		(%)		(%)
1. 中国	1975	311,193	87.7	10,052	2.8	321,245	90.6	33,401	9.4	354,646	100.0
	1987	581,758	89.7	22,456	3.5	604,385	93.2	44,261	6.8	648,646	100.0
2. 日本	1975	299,190	91.7	27,230	8.3	326,420	100.0		0.0	326,420	100.0
	1987	311,360	83.8	60,300	16.2	371,660	100.0		0.0	371,660	100.0
3. インド	1975	72,759	50.2	8,026	5.5	80,785	55.7	64,297	44.3	145,082	100.0
	1987	141,840	62.1	12,118	5.3	153,959	67.4	74,552	32.6	228,511	100.0
4. インドネシア	1975	13,427	35.6	417	1.1	13,843	36.7	23,827	63.3	37,670	100.0
	1987	34,046	50.0	1,767	2.6	35,813	52.7	32,087	47.3	67,900	100.0
5. 韓国	1975	24,179	86.4	376	1.3	24,555	87.8	3,420	12.2	27,975	100.0
	1987	54,764	82.9	9,976	15.1	64,740	98.0	1,319	2.0	66,059	100.0
6. 北朝鮮	1975	24,865	84.8	3,686	12.6	28,551	97.4	768	2.6	29,319	100.0
	1987	34,599	82.2	6,523	15.5	41,122	97.8	945	2.2	42,067	100.0
7. 台湾	1975	13,898	92.2	1,175	7.8	15,073	100.0		0.0	15,073	100.0
	1987	28,809	76.2	8,990	23.8	37,799	100.0		0.0	37,799	100.0
8. タイ	1975	8,121	43.7	772	4.2	8,893	47.9	9,691	52.1	18,584	100.0
	1987	18,483	60.7	945	3.1	19,427	63.8	11,031	36.2	30,458	100.0
9. パキスタン	1975	7,898	59.5	1,677	12.6	9,575	72.2	3,690	27.8	13,265	100.0
	1987	17,983	62.7	5,063	17.7	23,046	80.4	5,623	19.6	28,669	100.0
10. フィリピン	1975	10,169	57.6	508	2.9	10,676	60.5	6,974	39.5	17,650	100.0
	1987	10,446	51.1	2,268	11.1	12,714	62.1	7,746	37.9	20,460	100.0
11. マレーシア	1975	5,915	77.7	225	3.0	6,140	80.7	1,469	19.3	7,609	100.0
	1987	14,838	83.1	1,097	6.1	15,934	89.2	1,922	10.8	17,856	100.0
12. バングラデシュ	1975	1,690	25.0	97	1.4	1,787	26.4	4,971	73.6	6,758	100.0
	1987	4,820	45.0	116	1.1	4,935	46.1	5,768	53.9	10,703	100.0
13. ベトナム	1975	5,969	58.9	112	1.1	6,080	60.0	4,057	40.0	10,137	100.0
	1987	4,625	44.1	447	4.3	5,071	48.4	5,406	51.6	10,477	100.0
14. 香港	1975	4,212	99.1		0.0	4,212	99.1	40	0.9	4,252	100.0
	1987	9,212	100.7	-117	-1.3	9,095	99.4	51	0.6	9,146	100.0
15. シンガポール	1975	4,158	99.8		0.0	4,158	99.8	8	0.2	4,166	100.0
	1987	8,581	100.0		0.0	8,581	100.0		0.0	8,581	100.0
16. ネパール	1975	104	3.6	20	0.7	124	4.3	2,753	95.7	2,877	100.0
	1987	238	2.9	115	1.4	353	4.3	7,841	95.7	8,194	100.0
17. ミャンマー	1975	1,378	30.1	127	2.8	1,505	32.8	3,079	67.2	4,584	100.0
	1987	1,738	29.4	229	3.9	1,967	33.2	3,955	66.8	5,922	100.0
18. スリランカ	1975	956	35.0	246	9.0	1,202	44.0	1,531	56.0	2,733	100.0
	1987	1,361	36.9	486	13.2	1,848	50.1	1,842	49.9	3,690	100.0
19. アフガニスタン	1975	629	23.5	118	4.4	747	27.9	1,926	72.1	2,673	100.0
	1987	1,355	40.7	171	5.1	1,526	45.8	1,803	54.2	3,329	100.0
20. モンゴル	1975	1,081	70.6		0.0	1,082	70.6	450	29.4	1,532	100.0
	1987	2,539	84.5	16	0.5	2,556	85.0	450	15.0	3,006	100.0
21. ブルネイ	1975	190	91.4		0.0	190	91.4	18	8.6	208	100.0
	1987	2,089	99.1		0.0	2,089	99.1	18	0.9	2,107	100.0
22. カンボジア	1975	16	1.2		0.0	16	1.2	1,350	98.8	1,366	100.0
	1987	145	8.0	7	0.4	152	8.4	1,658	91.6	1,810	100.0
23. ラオス	1975	84	7.5	44	3.9	128	11.4	990	88.6	1,118	100.0
	1987	69	4.7	71	4.8	140	9.5	1,329	90.5	1,469	100.0
24. モルジブ	1975										
	1987	27	100.0		0.0	27	100.0	0	0.0	27	100.0
25. マカオ	1975	98	93.1		0.0	98	93.1	7	6.9	105	100.0
	1987	316	96.6	9	2.8	325	99.4	2	0.6	327	100.0
アジア計	1975	812,178	78.4	54,906	5.3	867,085	83.7	168,717	16.3	1,035,802	100.0
	1987	286,040	79.0	133,050	8.2	419,263	87.1	209,608	12.9	628,872	100.0

原データ出典: 1. 「WORLD ENERGY STATISTICS AND BALANCES OECD/IEA」。

但し、日本、ソ連は、「ENERGY BALANCES OECD/IEA」。

2. 中国の1980年以降は、「中国能源統計年鑑1989国家統計局」。

3. アフガニスタン、カンボジア、ラオス、マカオ、モルジブ、モンゴルは、「Energy Statistics Yearbook UN」。

にアジア地域で高いシェアを持つ国はインドで、1975年と1987年の構成比の値に変化はなく14%である。インドの1次エネルギー消費の伸び率は年平均3.9%で、アジア全体の伸び率にほぼ等しい。

以上のように、1987年の国別の1次エネルギー消費量のシェアは中国の40%、日本の23%、インド14%、さらにインドネシア、韓国、北朝鮮、台湾を加えると、これら7ヶ国で、アジア全体の90%のシェアを占め、残りの10%を18ヶ国が占める。

1.2 エネルギー消費増加の対GDP弾性値

アジア各国の1次エネルギー消費量に対するGDP弾性値を図2に示す。一般に、この数値は1.0に近い値を取ると考えられるが、しかし1975～1987年は2回の石油危機が世界のエネルギー動向に大きく影を落した時期である。日本の場合には著しい省エネが進展した結果、この値は、0.3まで低下している。

石油輸入国であるタイ、ミャンマー、スリランカ、香港や政策的に省エネを推進した中国などの対GDP弾性値は、日本ほど低くないが、0.5～0.7という値となっている。

韓国、台湾、シンガポールといったアジア

NIEsの国々は1よりわずかに低い0.9、インドネシア、マレーシア、といった原油輸出国は0.9～1.2、インド、パキスタン、バングラデシュといった南アジアの低所得国も0.9～1.1という対GDP弾性値を示している。

なお、ベトナム、フィリピン、ネパール、アフガニスタン、ブルネイは、異常な対GDP弾性値を示しているが、これは国内動乱、石油・ガス収入による工業化の進展、不正確な統計など特殊な事情を反映したものと考えられる。

2. アジア各国のエネルギー源構成の変化の特徴

2.1 エネルギー源

日本、台湾、韓国の3ヶ国は、化石燃料に対する依存度を低下させることができていたが、これには各国が2度の石油危機に対して石油依存からの脱却を目指して原子力発電の大幅導入を図ったことが大きく寄与している。特に日本の化石燃料消費は、1975年の2.99億toeから1987年の3.11億toeへわずか平均年率0.3%でしか伸びておらず、いかに原子力の果たした役割が大きかったかを示している。日本のCO₂排出量は1975年の2.71億t-cから1987年も2.71億t-cと増加しなかったのである。

しかし、他の多くの国、インド、インドネシア、

注) 対GDP弾性値とは、GDPの1%増加に対応するエネルギー消費量の増加%の倍数値。GDP1%増加にエネルギー消費が2%増加する時の対GDP弾性値は2.0となる。

図2 アジア各国の1次エネルギー消費量の対GDP弾性値
〔植物性燃料含む（1975年—1987年）〕

タイ、マレーシア、バングラデシュ、アフガニスタン、モンゴル、ブルネイ、カンボジアの各国は、1次エネルギーに占める化石燃料消費のシェアを大幅に増やしている（表2）。また、これらの国々では植物性燃料消費（非商業エネルギー）のシェアが激減している。

フィリピン、パキスタン、スリランカの3ヶ国は1次電力（水力、地熱、原子力）のシェアがかなり拡大しているが、これはフィリピンでは地熱発電と水力発電の開発が進んだこと、パキスタン、スリランカでは水力発電の開発が進んだことによる。

2.2 植物性燃料について

低開発国の植物性燃料消費シェアは概して大きく（1987年）、ネパールで95.7%、カンボジアで91.6%、ラオスで90.5%となっている。量的にみると、殆どの途上国で増加している。しかし、各国とも1975年から1987年にかけて植物性燃料のシェアは低下している。

アジアの開発途上地域では、まだまだ大きく非商業用エネルギーの消費に依存している面があるが、中国、インド、パキスタンなどは1人当たりGDPが低い割には、植物性燃料消費の1次エネルギーに占めるシェアが低い。これらの国では薪の乱獲が進行してしまい、住民が容易に薪を採取できなくなっていると考えられる。全般的に経済水準の上昇とともに商業用エネルギーへの転換が進んでいようが、エネルギー消費全体の伸びに対して、植物性燃料の供給の伸びが追いつかない状況とみられる。

植物性燃料の内容は、薪、牛ふん、バガス、藁くずなどであり、家庭用の煮炊きや暖房に用いられている。しかし、薪の使用は森林破壊の大きな原因と考えられ、環境を守るには、森林再生を図りながら再生可能エネルギー利用である薪を利用すると共に、化石燃料への転換を図ることが望ましく、そのバランスはきわめて難しい課題である。

3. アジアの化石燃料消費構成の変化

アジア各国の化石燃料消費量とそのエネルギー源構成を表3に示す。

アジア全体の化石燃料消費量は、平均年率3.9%で1975年の8.1億toeから1987年の12.9億toeへ拡大している。2回の石油危機を通じて、アジ

ア地域全体として石油の消費は抑えられる方向で推移してきている。実際にもアジアの石油消費は、1975年の4.10億toeから1987年の4.98億toeへゆるやかな増加を示すにとどまっており、平均年率1.6%という伸び率は化石燃料消費全体の伸び率と比較するとかなり低くなっている。

石油消費の化石燃料全体に占めるシェアは、1975年の50.4%から1987年には38.7%へと低下した。一方、天然ガスは平均年率12.0%という高い伸び率で、1975年の0.23億toeから1987年の0.88億toeへと拡大している。

石炭消費も平均年率5.2%で1975年の3.80億toeから1987年の6.99億toeへ増加している。石炭消費の化石燃料全体に占めるシェアは、1975年の46.8%から1987年の54.4%に拡大しており、石油消費の代替が進んで、アジア地域で最大のシェアを占める化石燃料となった。ちなみに1987年現在、世界で石炭が最大のシェアとなった地域はアジアのみである（図1）。

国別にみると、石油代替に主に天然ガス消費が増えている国と、石炭消費が増えている国の2通りがある。

シェアの増大において、天然ガスが中心となっているのは、日本、インドネシア、マレーシア、ブルネイ、ミャンマー、バングラデシュの各国である。シェアの増大において石炭が中心となっている国は、韓国、台湾、香港のアジアNIEsとこれにフィリピン、ベトナムが加わっている。タイは天然ガスと石炭の両方が拡大している。

中国、モンゴル、北朝鮮、インド、パキスタンの各国では、それ程大きな変化は生じていない。

絶対量の変化でみると、2回の石油危機を経て、石油消費が減少しているのは日本だけである。

中国の石炭消費は、1975年の2.36億toeから1987年の4.65億toeへと平均年率5.8%で増大しており、全体に与える影響は大きい。これらを総合してアジア全体の化石燃料源構成の変化は天然ガス指向ではなく、石炭指向の強い変化となっている。さて、将来はどうなるであろうか、このまま石炭指向がつづけば、アジアの全CO₂排出量が増大し、地球環境保全の国際的なコンセンサス、2000年のCO₂排出量を1990年レベルに抑制しようとの構想にかなうか否か懸念される。

表3 アジア各国の化石燃料消費量とそのエネルギー源構成

（単位：1,000 toe）

国 名	年	石 炭		石 油		ガ ス		化石燃料計	
			(%)		(%)		(%)		(%)
1. 中 国	1975	236,021	75.8	67,755	21.8	7,416	2.4	311,193	100.0
	1987	465,382	80.0	103,445	17.8	12,932	2.2	581,758	100.0
2. 日 本	1975	57,130	19.1	233,910	78.2	8,150	2.7	299,190	100.0
	1987	66,840	21.5	207,700	66.7	36,820	11.8	311,360	100.0
3. インド	1975	47,844	65.8	23,983	33.0	932	1.3	72,759	100.0
	1987	85,384	60.2	49,805	35.1	6,651	4.7	141,840	100.0
4. インドネシア	1975	131	1.0	12,790	95.3	506	3.8	13,427	100.0
	1987	2,111	6.2	24,550	72.1	7,385	21.7	31,046	100.0
5. 韓 国	1975	8,055	33.3	16,124	66.7		0.0	24,179	100.0
	1987	23,441	42.8	29,258	53.4	2,065	3.8	54,764	100.0
6. 北朝鮮	1975	23,662	95.2	1,204	4.8		0.0	24,865	100.0
	1987	31,244	90.3	3,355	9.7		0.0	34,599	100.0
7. 台 湾	1975	2,156	15.5	10,466	75.3	1,275	9.2	13,898	100.0
	1987	9,592	33.3	18,227	63.3	991	3.4	28,809	100.0
8. タ イ	1975	145	1.8	7,976	98.2		0.0	8,121	100.0
	1987	2,004	10.8	12,821	69.4	3,658	19.8	18,483	100.0
9. パキスタン	1975	614	7.8	3,963	50.2	3,321	42.0	7,898	100.0
	1987	1,757	9.8	9,026	50.2	7,200	40.0	17,983	100.0
10. フィリピン	1975	64	0.6	10,105	99.4		0.0	10,169	100.0
	1987	1,276	12.2	9,170	87.8		0.0	10,446	100.0
11. マレーシア	1975	17	0.3	5,648	95.5	251	4.2	5,915	100.0
	1987	289	1.9	9,848	66.4	4,701	31.7	14,838	100.0
12. バングラデシュ	1975	125	7.4	1,143	67.6	422	25.0	1,690	100.0
	1987	117	2.4	1,758	36.5	2,945	61.1	4,820	100.0
13. ベトナム	1975	2,829	47.4	3,139	52.6		0.0	5,969	100.0
	1987	3,146	68.0	1,478	32.0		0.0	4,625	100.0
14. 香 港	1975	8	0.2	4,204	99.8		0.0	4,212	100.0
	1987	4,928	53.5	4,284	46.5		0.0	9,212	100.0
15. シンガポール	1975	1	0.0	4,157	100.0		0.0	4,158	100.0
	1987	11	0.1	8,570	99.9		0.0	8,581	100.0
16. ネパール	1975	28	27.0	76	73.0		0.0	104	100.0
	1987	51	21.4	187	78.6		0.0	238	100.0
17. ミャンマー	1975	156	11.3	1,069	77.6	154	11.1	1,378	100.0
	1987	62	3.6	723	41.6	953	54.8	1,738	100.0
18. スリランカ	1975	3	0.3	953	99.7		0.0	956	100.0
	1987	1	0.1	1,361	99.9		0.0	1,361	100.0
19. アフガニスタン	1975	105	16.7	294	46.7	230	36.6	629	100.0
	1987	117	8.6	670	49.4	568	41.9	1,355	100.0
20. モンゴル	1975	711	65.8	370	34.2		0.0	1,081	100.0
	1987	1,723	67.9	816	32.1		0.0	2,539	100.0
21. ブルネイ	1975		0.0	123	64.5	68	35.5	190	100.0
	1987		0.0	514	24.6	1,575	75.4	2,089	100.0
22. カンボジア	1975		0.0	16	100.0		0.0	16	100.0
	1987		0.0	145	100.0		0.0	145	100.0
23. ラオス	1975		0.0	84	100.0		0.0	84	100.0
	1987		0.0	69	100.0		0.0	69	100.0
24. モルジブ	1975								
	1987		0.0	27	100.0		0.0	27	100.0
25. マカオ	1975	2	2.0	96	98.0		0.0	98	100.0
	1987		0.0	316	100.0		0.0	316	100.0
アジア計	1975	379,806	46.8	409,648	50.4	22,724	2.8	812,178	100.0
	1987	699,475	54.4	498,122	38.7	88,443	6.9	1,286,040	100.0

原データ出典：1. 「WORLD ENERGY STATISTICS AND BALANCES OECD/IEA」。

但し、日本、「ENERGY BALANCES OECD/IEA」。

2. 中国の1980年以降は、「中国能源統計年鑑1989国家統計局」。

3. アフガニスタン、カンボジア、ラオス、マカオ、モルジブ、モンゴルは、「Energy Statistics Yearbook UN」。

次に2000年、2010年に向けてのアジアの1次エネルギー消費の動向を考察しよう。

4. エネルギー消費量の将来予測

将来のエネルギー消費量を予測するに当たり、その前提として経済成長モデルには、国連でも利用されている地球規模の経済モデル・FUGI グローバルモデルが利用された。また、将来のエネルギー消費の予測は、省エネルギーの効果を把握するため、現状の消費形態が続くと想定した自然体ケース（ケースⅠ）と、省エネなどの技術進歩ケース（ケースⅡ）の2ケースについて算定されている（表4、2010年）。

自然体ケース（ケースⅠ）では、エネルギー需要の大幅な増加（特に化石燃料において）が見込まれ、地球環境への汚染ガス負荷が大きく増大す

る。

これに対し、技術進歩ケース（ケースⅡ）は、エネルギー保障や経済性追求、さらに地球環境保全対策など、全エネルギー消費部門において、新たな技術革新による省エネルギーおよび環境負荷の小さい新エネルギー開発・普及が図られるケースである。

経済与件として石油価格は、1990年の1バレル当たり、17.9ドルをベースに、漸時上昇して2000年の名目価格が40ドルになることを想定し、2000年以降も同様の傾向がつづくこととみた。技術進歩ケース（ケースⅡ）の省エネルギーの設定は、自然体ケースに対して、GDP 当たりエネルギー消費で年平均1.5～2.0%の省エネルギー（日本における1975～1987年の同率は3.0%）が行われ、かつ化

表4-1 エネルギー源別エネルギー消費量（2010年）

（単位：1,000 toe）（USM\$）

国 名	ケ ー ス Ⅰ（自然体）						GDP
	石 炭	石 油	ガ ス	一次電力	植物性燃料	合 計	
1. 中 国	1,143,715	246,687	33,730	25,561	65,345	1,515,38	1,226,407
2. 日 本	123,056	211,765	151,187	158,117	0	644,125	3,136,534
3. インド	261,839	162,320	33,475	19,262	92,360	569,256	693,010
4. インドネシア	7,862	84,307	37,206	1,996	47,516	178,887	293,417
5. 韓 国	100,560	112,769	6,718	60,094	0	280,141	383,324
6. 北朝鮮	49,334	8,334	0	16,619	1,219	75,506	
7. 台 湾	46,333	66,455	8,728	66,984	0	188,500	275,700
8. タ イ	18,619	50,212	37,721	1,147	10,173	117,872	243,391
9. パキスタン	3,028	16,158	11,010	9,658	8,808	48,662	60,673
10. フィリピン	13,704	18,350	0	24,024	10,284	66,362	143,611
11. マレーシア	1,966	35,414	26,399	5,901	2,812	72,493	116,172
12. バングラデシュ	44	1,629	7,861	195	5,953	15,682	26,560
13. ベトナム	3,598	3,089	0	1,893	7,921	16,501	11,550
14. 香 港	25,371	8,277	0	0	0	33,648	140,093
15. シンガポール	56	43,509	0	0	0	43,565	72,542
16. ネパール	23	84	0	358	17,968	18,434	4,017
17. ミャンマー	194	2,492	3,737	820	5,044	12,287	10,335
18. スリランカ	4	1,913	0	3,032	2,077	7,026	11,928
19. アフガニスタン	53	298	0	54	3,711	4,116	4,480
20. モンゴル	4,232	2,115	0	0	450	6,797	2,649
21. ブルネイ	0	1,024	532	0	18	1,574	5,905
22. カンボジア	0	309	0	3	2,171	2,483	
23. ラオス	0	194	0	41	1,969	2,204	
24. モルディブ	0	113	0	0	0	113	178
25. マカオ	0	722	0	0	0	722	
アジア計	1,803,591	1,078,539	358,304	395,760	285,800	3,921,994	6,862,476

出典：科学技術庁、NISTEP-RP27

表 4-2 エネルギー源別エネルギー消費量（2010年）

（単位：1,000 toe）（USM\$）

国 名	ケースⅡ（技術進歩）						Ⅱ/I	GDP
	石 炭	石 油	ガ ス	一次電力	植物性燃料	合 計	合 計	
1. 中 国	773,335	166,216	22,784	26,844	65,345	1,054,525	0.70	1,292,297
2. 日 本	88,480	147,629	117,693	187,036	0	540,838	0.84	3,675,807
3. インド	171,202	106,146	21,913	19,586	92,360	411,207	0.72	698,939
4. インドネシア	5,252	56,039	24,817	2,054	47,516	135,678	0.76	304,527
5. 韓 国	66,364	74,319	4,441	61,345	0	206,469	0.74	390,605
6. 北朝鮮	32,033	5,411	0	16,619	1,219	55,282	0.73	
7. 台 湾	30,597	43,778	5,758	68,509	0	148,642	0.79	280,964
8. タ イ	12,121	32,667	24,557	1,149	10,173	80,668	0.68	243,902
9. パキスタン	1,969	10,505	7,159	9,682	8,808	38,123	0.78	60,758
10. フィリピン	8,925	11,939	0	24,098	10,284	55,246	0.83	144,365
11. マレーシア	1,326	23,750	17,810	6,123	2,812	51,821	0.71	120,722
12. バングラデシュ	28	1,059	5,111	196	5,953	12,347	0.79	26,597
13. ベトナム	1,861	2,006	0	1,357	7,921	13,145	0.80	8,746
14. 香 港	16,816	5,427	0	0	0	22,243	0.66	143,075
15. シンガポール	37	28,541	0	0	0	28,578	0.66	73,499
16. ネパール	15	54	0	358	17,968	18,396	1.00	4,024
17. ミャンマー	100	1,618	1,674	588	5,044	9,024	0.73	7,826
18. スリランカ	2	1,245	0	3,043	2,077	6,367	0.91	11,960
19. アフガニスタン	34	194	0	54	3,711	3,993	0.97	4,488
20. モンゴル	2,188	1,373	0	0	450	4,011	0.59	2,006
21. ブルネイ	0	665	238	0	18	921	0.59	4,472
22. カンボジア	0	201	0	2	2,171	2,374	0.96	
23. ラオス	0	126	0	29	1,969	2,124	0.96	
24. モルディブ	0	74	0	0	0	74	0.65	179
25. マカオ	0	473	0	0	0	473	0.66	
アジア計	1,212,685	721,455	253,955	428,674	285,800	2,902,569	0.74	7,499,759

出典：科学技術庁，NISTEP-RP27

石燃料の代替エネルギー促進のための開発投資が自然体ケースに対し、各年10%増加され、これにより化石燃料代替エネルギーの供給量が増加するものとした。

なお、化石燃料および電力の将来消費量の予測に利用されたFUGIグローバルモデル6.0（M62）は、1977年に大西・茅・鈴木氏によりIIASA（国際応用システム研究所-ウィーン）のグローバル・モデル・シンポジウムに発表された第1世代のFUGIグローバル・マクロモデルの発展したものである。本算定に用いられた第6世代モデルは世界を180ヶ国に分類し、さらに主要62ヶ国（M62）にも分類が可能である。M62モデルは、それぞれの国ないし地域モデルが複雑な国際的相互依存関係を通して互いにリンケージしている本格的

なグローバル・モデルである。FUGIとはFuture of Global Interdependenceの略で、1981年以来、国連の国際経済社会予測展望部で世界経済の長期予測や国連の開発戦略の予測シミュレーションに用いられてきた実績がある。

さて、以上のような算定準備から得られたデータは次の通りである。

アジア地域全体の1次エネルギー消費量は、ケースⅠでは、1987年の16.3億toeから年平均4.2%拡大して、2000年には28.0億toe、2010年には年平均3.4%拡大し39.2億toeと推計（表4）された。一方、ケースⅡではGDPがケースⅠ以上に伸びているにもかかわらず、2000年には23.7億toe、2010年には29.0億toe（表4）と年平均で2.9%、2.0%と低めの伸びとなり、省エネルギー

効果を示している。

1次エネルギーの消費量のエネルギー源別構成比をみると、ケースⅠの全アジア計で、石炭シェアは1987年の42.9%から2000年45.5%、2010年46.0%へとやや拡大する見込みである。しかし、ケースⅡの石炭シェアは2000年43.4%、2010年41.8%へと、やや低下する。

5. 環境汚染排煙ガスの算定条件

本調査研究はアジア全域（25ヶ国）を網羅し、エネルギー利用と地球の酸性化、温暖化に関する基礎的な調査である。エネルギー消費に伴い排出される地球の酸性化（主として酸性雨）関連物質として SO_x 、 NO_x を、温暖化物質として CO_2 をとりあげた。

以上の対象物質の排出源は、エネルギー消費（化石燃料の燃焼）に伴うものと、製造過程で原材料から排出される SO_x （非鉄金属精錬・硫酸製造）、 CO_2 （セメント製造）とした。

SO_x の排出は燃料に含まれるS分の放出によるので、各国各地の燃料別にS分の調査を行った（図3、4）。特に、石炭の含有S分は産地によ

り異なる地域性の大きいものであり、国別に、また中国、インドについては省、州別に調査した。

石油製品については、原油の含有S分にもよるが、石油精製過程で脱硫が行われるので最終製品である石油製品のS分規格値（S分の最大許容値）によるものとし、国別に調査した。

また、日本、韓国、台湾については、公害対策の一環として燃料の低硫黄化を進めているもので、その実態について調査した。天然ガス、薪炭のS分は地域差がないものと仮定し、一定値を用いた。

燃料中のN分は、各地の個々の燃料中のNについては十分なデータがないことと、燃焼の仕方では NO_x 量が大幅に変わることから、本調査では地域性を反映させるための燃料中N分の調査は行っていない。

6. 排煙ガス排出係数 EF の設定

排出量推計に用いた SO_x 、 NO_x 、 CO_2 の排煙ガス・排出係数EF（Emission Factor）を以下に記す。日本以外の国では台湾が最近10基ほどの排煙脱硫装置をつけたが、これら以外に脱硫、脱硝装置はほとんどなく、低 NO_x バーナも一部で試験使

出典：科学技術庁，NISTEP—RP21

図3 アジア各国石炭含有硫黄分

出典：科学技術庁，NISTEP—RP21

図4 中国・省別石炭含有硫黄分

用が始まった程度であり、排煙処理装置による環境対策は、ほとんど行われていないものとして、排出係数EFを設定した。

6.1 SO_x排出係数（EF）の設定

燃料の燃焼によるSO_xのEFは、燃料の種類、含有S分および燃焼方法により大きく異なる。本調査では、さらに燃料消費部門別に燃焼方法の検討をもとにSO_x・EFの設定を行った。表5は石炭関連の利用部門別、燃料形態別のEFを示す（石炭以外は省略）。

大気汚染対策を考え得る経済レベル段階になれば、各国で実状に応じた環境対策が行われることになる。これが、表9に示した環境対策普及(B)ケースである。アジア各国が、その経済レベルの向上に対応してSO₂排出基準を徐々にきびしく規制してゆくであろうと、表6のように想定した。

各国は、この基準に適合できるように、排煙ガス排出係数・EFを抑制することになる。

参考までに換算率は次の通り。燃料中の硫黄分（重量）1％に相当する排煙ガスのSO₂濃度は石

炭燃焼ガス800ppm、石油燃焼ガス500ppmとした。これをSO₂排出係数・EFに換算すると石炭で20.0kg-SO₂/石炭 t、石油で20.0kg-SO₂/石油 tに相当する。

6.2 NO_x排出係数（EF）の設定

NO_x・EFの実態調査事例は、米国や日本にしかないため、日米の既存文献から推定した。NO_x・EFは燃焼施設の種類や燃料種類・性状によって大きく異なり、かつ燃焼管理の方法等によっても差がある。日本においては燃料転換、低NO_xバーナ、燃焼管理などが行われており、さらには排煙脱硝装置も利用されている。他のアジア各国では原則として無対策の施設が利用されているものとしてNO_x・EFを設定した（表7）。各国は経済レベルの向上に応じてNO_x排出規制を強め環境対策普及(B)をはかることになろう。

表8は、アジア各国の将来におけるNO_x排出濃度を想定したものであり、これに適合するようNO_x・EFを下げてゆくことになる。換算値として、NO₂濃度500ppmは、NO₂排出係数EF10.0kg-

表5 硫黄酸化物排出係数（EF）（石炭のケース）

エネルギー区分		石 炭						
部 門	燃料種別	石 炭 (kg/t)	褐 炭 (kg/t)	コークス (kg/t)	成型炭 (kg/t)	BKB (kg/t)	溶鉱炉 ガス (kg/10 ¹⁰ cal)	コークス炉 ガス (kg/10 ¹⁰ cal)
転 換 部 門	成型炭・BKB	0	0					
	コークス炉	1.37*S		0				
	ガス工場	1.55*S		1.77*S			0.001	3.8*S
	石油精製							
	発 電	19.5*S	19.5*S				0.01	38*S
	分類不可転換	15.5*S						38*S
	自家消費等	15.5*S		17.7*S			0.01	38*S
工 業 部 門	鉄 鋼	15.5*S					0.01	38*S
	化学・石油化学	15.5*S	15.5*S ⁰	17.7*S				38*S
	非金属鉱業	15.5*S	15.5*S ⁰	17.7*S				38*S
	その他工業	15.5*S	15.5*S ⁰	17.7*S	10.0			38*S
輸 送 部 門	航 空							
	道 路							
	鉄 道	15.5*S		17.7*S				
	船舶その他			17.7*S				
そ の 他	住 居	12.0*S	12.0*S	17.7*S	10.0	10.0		3.8*S
	農業・商業等	12.0*S	12.0*S	17.7*S				3.8*S

適用範囲：排煙脱硫装置を設置していない場合（途上国）

排出係数のS：燃料含有硫黄分を表す%値

出典：科学技術庁，NISTEP-RP21

注）日本並みのレベルでは，例えば発電（石炭）のSO_x・EFは1.97*Sである。表6 アジアの将来におけるSO₂排出基準想定値
一覧表（発電・産業）

石炭，重油 単位：ppm

年／国	A	B	C
2000年	500	700	1500
2010年	400	500	1000

A：香港，シンガポール，フィリピン

B：ブルネイ，北朝鮮，マレーシア，タイ

C：その他（アフガニスタン，バングラデシュ，ミャンマー，カンボジア，スリランカ，インドネシア，ラオス，モルジブ，モンゴル，ネパール，パキスタン，ベトナム）

D（個別に設定）：中国，台湾，インド，日本，韓国，マカオ

出典：科学技術庁，NISTEP-RP21

NO₂/tに相当する。6.3 CO₂排出係数（EF）の設定

石炭についてみると，炭種により，1トン当り

の排出係数は大きく異なる。しかし，炭素含有量と発熱量の間にはある程度一定の関係がある。そこで，本算定においては，石油換算1トン（toe）当りの排出係数を適用した。米国・オークリッジ研究所の研究によるもので，石炭では1.065トン/toe，褐炭1.115トン/toe，原油0.863トン/ton，重油0.878トン/tonなどである。

7. 地球環境影響物質の排出量
（実績と将来の推計）

アジア各国の1975年，1987年，2000年，2010年のエネルギー消費に伴うSO_x，NO_x，CO₂排出量を推計することにより，地球環境への負荷の見通しを把握する。将来の地球環境保全のために，2000年，2010年のエネルギー消費については4章においてケースⅠ（自然体ケース）とケースⅡ（省エネ等の技術進歩ケース）の2通りを想定した。

表7 窒素酸化物排出係数（EF）（石炭のケース）

エネルギー区分		石 炭						
部 門	燃料種別	石 炭 (kg/t)	褐 炭 (kg/t)	コークス (kg/t)	成型炭 (kg/t)	BKB (kg/t)	溶鉱炉 ガス (kg/10 ¹⁰ cal)	コークス炉 ガス (kg/10 ¹⁰ cal)
転 換 部 門	成型炭・BKB	0	0					
	コークス炉	1.00		0				
	ガス工場	0.75		0.90			0.031	0.229
	石油精製							
	発 電	9.95	8.46				0.44	3.26
	分類不可転換	9.95						3.26
	自家消費等	7.50		9.00			0.31	2.29
工 業 部 門	鉄 鋼	7.50		2.50			3.18	5.89
	化学・石油化学	7.50	6.38	9.00				2.29
	非金属鉱業	7.50	6.38	9.00				2.29
	その他工業	7.50	6.38	9.00	7.50			2.29
輸 送 部 門	航 空							
	道 路							
	鉄 道	7.50		9.00				
	船舶その他			9.00				
そ の 他	住 居	1.88	1.60	2.25	1.88	1.88		1.60
	農業・商業等	3.75	3.19	4.50				1.60

適用範囲：NO_xの燃焼対策，排煙脱硝装置を設置していない場合（途上国）注）日本並みのレベルでは，例えば，発電（石炭）のNO_x・EFは6.069である。

出典：科学技術庁，NISTEP-RP21

表8 アジアの将来におけるNO₂排出濃度想定値一覧表（発電・産業）

石 炭					単位：ppm
年／国	A	B	C	D	E
2000年	350	450	500	550	600
2010年	300	400	450	500	550

重 油					単位：ppm
年／国	A	B	C	D	E
2000年	250	300	350	380	400
2010年	200	250	300	330	350

ガ ス					単位：ppm
年／国	A	B	C	D	E
2000年	150	200	250	280	300
2010年	100	150	200	230	250

A：台湾，韓国 B：香港，シンガポール，マレーシア，タイ

C：ブルネイ，インドネシア，北朝鮮，フィリピン D：中国，インド，マカオ，モンゴル

E：アフガニスタン，バングラデシュ，ミャンマー，カンボジア，スリランカ，

ラオス，モルジブ，ネパール，パキスタン，ベトナム

その他：日本 出典：科学技術庁，NISTEP-RP21

さらに将来の環境対策の適用範囲拡大も考慮して、環境対策の適用レベルを(A)現状維持（1987年相当）、(B)対策普及、(C)日本並みの3ケースとした。表9は、これらの組み合わせを示す。

各、組み合わせケースにおけるアジア各国のSO_x、NO_x、CO₂の排出量推計を表10～12に示す。燃料別に分類したのが表13、14である。

8. エネルギー消費と大気汚染ガスの関係

8.1 1975年～1987年（実績の考察）

1975年～87年の12年間の全アジア・エネルギー消費量の増加は、年率3.6%で、汚染ガス量の年増加率もSO_xは3.9%、NO_xは4.3%、CO₂は3.5%と極めて大きかった。

全アジアの内訳をみるに、中国は1987年、全SO_xの69%を、全NO_xの48%を、CO₂の49%を集中的に排出している。

中国に次いで、日本、インド、韓国、インドネシアの5ヶ国で全汚染ガスの約85%を排出してい

表9 検 討 ケ ー ス

エネルギー需要 \ 環境対策	現状固定 (A)	対策普及 (B)	日 本 並 (C)
自 然 体 (I)	I - A	I - B	
技術進歩 (II)	II - A	II - B	II - C

表10 アジア地域のSO_x排出量推計

(単位：1,000 t / 年)

国 名	実 績		ケース I - A		ケース II - B	
	1975年	1987	2000	2010	2000	2010
1. 中 国	10,168	19,954	27,317	37,243	22,045	24,949
2. 日 本	2,569	1,141	1,406	1,495	1,160	1,055
3. インド	1,651	3,068	5,430	8,175	4,360	5,364
4. インドネシア	200	484	886	1,454	736	824
5. 韓 国	1,159	1,292	2,532	3,880	1,341	1,683
6. 北朝鮮	234	332	453	526	359	328
7. 台 湾	608	603	2,024	3,655	901	1,210
8. タ イ	224	610	898	1,808	357	459
9. パキスタン	148	381	692	740	493	319
10. フィリピン	806	370	520	732	226	252
11. マレーシア	193	262	485	735	262	319
12. バングラデシュ	39	49	48	45	38	25
13. ベトナム	40	39	56	60	46	39
14. 香 港	109	150	279	460	202	273
15. シンガポール	84	155	398	654	210	234
16. ネパール	4	11	14	19	14.0	18.1
17. ミャンマー	17	30	69	70	53.2	35.4
18. スリランカ	22	28	34	36	26.4	21.2
19. アフガニスタン	8	11	10	11	7.9	7.1
20. モンゴル	39	100	115	153	90.1	81.1
21. ブルネイ	0.4	1.1	2.3	2.6	1.8	1.7
22. カンボジア	1.2	2.9	4.3	4.4	3.7	3.5
23. ラオス	1.3	1.7	3.7	4.1	3.2	3.3
24. モルジブ		0.3	1.6	2.3	1.2	1.2
25. マカオ	0.9	8.4	7.7	9.0	6.1	5.4
26. アジア計	18,327	29,084	43,683	61,971	32,943	37,511

出典：科学技術庁，NISTEP-RP27

表11 アジア地域のNO_x排出量推計

(単位：1,000 t／年)

国 名	実 績		ケースⅠ－A		ケースⅡ－B	
	1975年	1987	2000	2010	2000	2010
1. 中 国	3,727	7,371	11,015	15,150	8,809	10,107
2. 日 本	2,329	1,935	3,207	3,518	1,746	1,693
3. インド	1,379	2,556	4,485	6,758	3,660	4,502
4. インドネシア	331	639	1,211	1,946	882	1,073
5. 韓 国	220	555	1,406	2,286	1,024	1,251
6. 北朝鮮	325	468	669	779	534	485
7. 台 湾	124	325	1,008	1,798	705	898
8. タ イ	182	384	806	1,520	630	868
9. パキスタン	101	231	339	348	268	227
10. フィリピン	172	184	314	507	236	298
11. マレーシア	90	177	460	810	324	417
12. バングラデシュ	46	66	75	76	65	60
13. ベトナム	120	99	129	141	111	100
14. 香 港	51	134	265	445	193	240
15. シンガポール	43	88	226	375	145	170
16. ネパール	18	50	81	108	81	108
17. ミャンマー	38	45	83	92	69	64
18. スリランカ	23	37	48	59	38	39
19. アフガニスタン	20	30	24	29	22	26
20. モンゴル	31	72	103	132	81	73
21. ブルネイ	2.0	11.1	17.8	19.9	12.6	10.1
22. カンボジア	8.6	12.3	17.7	19.4	16.2	16.7
23. ラオス	7.9	9.1	13.5	15.8	12.7	14.0
24. モルジブ		0.6	1.5	2.5	1.2	1.5
25. マカオ	2.1	5.0	12.2	16.0	9.5	9.6
26. アジア計	9,388	15,483	26,015	36,951	19,676	22,751

出典：科学技術庁，NISTEP-RP27

る。

1987年，CO₂の面積当りの排出密度が大きいのは，日本，韓国，北朝鮮，中国東部，台湾である。一方，SO_x，NO_xに関しては排出削減に取り組んでいる日本，韓国，台湾では，1975年よりも1987年には減少している。エネルギー消費量の増大にもかかわらず，SO_x，排出量は，日本で年減少率（－）5.2%，韓国（－）5.5%，台湾（－）7.4%である。燃料の低硫黄化や脱硫技術（日本は排煙脱硫と重油脱硫，韓国と台湾は重油脱硫）の普及・規制の成果が現われている。

エネルギー消費の増加に伴って，SO_x排出量が増えているのは，年率で中国（＋）5.9%，インド（＋）6.3%等である。

1980～87年の間にCO₂排出量の変化について，

日本は年減少率（－）0.5%であった。これはCO₂排出のない原子力発電量の増加などによる効果である。一方，中国は年率（＋）5.4%の増加，インドは（＋）5.9%の増加となっている。

8.2 2000年～2010年の予測推計

[SO_x排出量]

1) ケースⅠ－A（エネルギー自然体，環境対策現状固定）では，全アジアのSO_x排出量が2000年4,370万t，2010年6,200万tと対1987年比で，それぞれ倍率1.5倍，2.1倍と予測される。

しかし，エネルギー技術は進歩し，例えば発電効率率は着実に向上するし，最大の排出源である中国も環境対策に着手しつつあることを考えると，ケースⅡ－Bに注目するのが妥当ではなかろうか。

2) ケースⅡ－BではSO_x排出量が2000年3,290

表12 アジア地域のCO₂排出量推計（植物性燃料を含む）

（単位：1,000 t／年）

国 名	実 績		ケースⅠ（自然体）		ケースⅡ（技術進歩）	
	1975年	1987	2000	2010	2000	2010
1. 中 国	352,903	641,514	908,842	1,230,235	750,452	856,867
2. 日 本	268,973	268,689	360,181	425,961	298,026	308,103
3. インド	145,150	216,779	330,965	462,885	285,506	340,879
4. インドネシア	39,195	67,319	109,457	164,245	99,116	128,408
5. 韓 国	26,767	54,196	118,252	189,779	95,095	125,229
6. 北朝鮮	28,928	39,723	52,089	60,124	41,903	39,620
7. 台 湾	11,830	26,037	65,848	114,951	53,053	76,032
8. タ イ	20,758	31,814	56,513	106,998	47,312	73,980
9. パキスタン	10,403	20,221	31,792	33,960	27,182	25,749
10. フィリピン	17,047	18,178	26,666	39,566	23,473	30,033
11. マレーシア	6,758	12,197	30,864	52,034	25,510	36,080
12. バングラデシュ	7,130	9,597	13,050	13,548	11,823	11,289
13. ベトナム	10,406	11,124	13,966	15,719	12,775	13,120
14. 香 港	3,598	9,282	19,174	31,691	15,441	20,954
15. シンガポール	3,492	6,341	21,408	37,429	17,170	24,549
16. ネパール	3,336	9,438	16,041	21,484	16,026	21,453
17. ミャンマー	5,049	6,543	9,107	10,716	8,265	8,486
18. スリランカ	2,638	3,431	3,782	4,190	3,490	3,610
19. アフガニスタン	2,786	3,175	3,708	4,727	3,655	4,619
20. モンゴル	1,636	3,175	4,627	5,770	3,767	3,484
21. ブルネイ	153	1,371	1,026	1,188	818	710
22. カンボジア	1,609	2,072	2,560	2,843	2,509	2,754
23. ラオス	1,235	1,621	2,155	2,508	2,126	2,450
24. モルジブ		22	59	95	49	62
25. マカオ	91	268	476	604	382	396
26. アジア計	971,872	1,464,122	2,202,608	3,033,248	1,844,924	2,158,917

出典：科学技術庁，NISTEP-RP27

表13 全アジアのエネルギー源別SO_x排出量推計（科学技術庁，NISTEP-RP27）

年間排出量

（単位：1,000 t／年）

発 生 源			石 炭	石 油	ガ ス	化石燃料計	植物性燃料	硫酸製造	総 計
実 績		1975年	10,586	6,648	3	17,237	227	863	18,327
		1987年	21,487	6,114	1	27,602	237	1,246	29,084
自 然 体 (Ⅰ)	現状固定 (Ⅰ－A)	2000年	29,892	11,287	1	41,181	222	2,281	43,683
		2010年	42,866	15,696	2	58,564	254	3,153	61,971
	対策普及 (Ⅰ－B)	2000年	28,514	9,701	1	38,217	222	2,281	40,719
		2010年	39,509	12,680	2	52,191	254	3,153	55,598
技術進歩 (Ⅱ)	現状固定 (Ⅱ－A)	2000年	24,088	9,075	1	33,164	222	1,878	35,263
		2010年	28,663	10,381	2	39,046	254	2,162	41,462
	対策普及 (Ⅱ－B)	2000年	23,032	7,810	1	30,843	222	1,878	32,943
		2010年	26,654	8,439	2	35,095	254	2,162	37,511
	日 本 並 (Ⅱ－C)	2000年	4,171	3,561	0	7,733	206	1,878	9,817
		2010年	4,868	4,064	1	8,933	234	2,162	11,329

表14 全アジアのエネルギー源別NO_x排出量推計（科学技術庁，NISTEP-RP27）

年間排出量 (単位：1,000 t／年)

発 生 源			石 炭	石 油	ガ ス	化石燃料計	植物性燃料	総 計
実 績		1975年	4,134	4,178	47	8,360	1,029	9,389
		1987年	8,651	5,369	182	14,203	1,280	15,483
自 然 体 (Ⅰ)	現状固定 (Ⅰ－A)	2000年	12,511	11,493	550	24,554	1,461	26,015
		2010年	18,123	16,226	928	35,277	1,673	36,950
	対策普及 (Ⅰ－B)	2000年	12,366	9,668	550	22,584	1,461	24,046
		2010年	17,606	13,046	928	31,581	1,673	33,254
技術進歩 (Ⅱ)	現状固定 (Ⅱ－A)	2000年	10,052	9,311	450	19,814	1,461	21,275
		2010年	12,068	10,843	643	23,554	1,673	25,227
	対策普及 (Ⅱ－B)	2000年	9,938	7,827	450	18,215	1,461	19,676
		2010年	11,731	8,704	643	21,078	1,673	22,751
	日 本 並 (Ⅱ－C)	2000年	6,601	6,617	341	13,559	1,435	14,994
		2010年	7,896	7,805	485	16,186	1,639	17,825

万 t，2010年3,750万 t と推計され，対1987年比それぞれ1.1倍，1.3倍と予測される。

排出量の削減率では，ケースⅠ－A に対して25%～40%の削減率となっている。

[NO_x排出量]

1) ケースⅠ－A では全アジアのNO_x排出量が2000年2,600万 t，2010年3,700万 t と対1987年比で1.7倍，2.4倍と予測される。これに対し，エネルギー技術環境対策が，各国の実情に応じ向上を期待されるケースⅡ－B に注目してみよう。

2) ケースⅡ－B ではNO_x排出量が2000年1,970万 t，2010年2,280万 t と推計され，対1987年比1.3倍，1.5倍と予測される。

排出量の削減率ではケースⅠ－A に対して25%～40%の削減率となっている。

[CO₂排出量]

1) ケースⅠ では全アジアのCO₂排出量が2000年22.0億 t（c 値）2010年30.3億 t と対1987年比で1.5倍，2.1倍と予測される。

2) ケースⅡではCO₂排出量が2000年18.4億 t，2010年21.6億 t と対1987年比1.3倍，1.5倍と予測される。

全アジアの人口は，1987年27.5億人から2000年34.7億人，2010年39.3億人と予想（国連）されるので1人当りのCO₂排出量は1975年353c-kg/人，1987年532c-kg/人，2000年（ケースⅡ）531c-kg/人，2010年（ケースⅡ）548c-kg/人と想定される。

現在予想される技術進歩，エネルギー利用改善が実施されるならば，2000年におけるCO₂排出量1990年安定化は達成の見込みありと言えるのではなかろうか。

[あとがき]

アジアの人口は世界の57%（1987）を占めているが，エネルギー消費は，20%にすぎない。しかし人口増加率，経済成長率ともに世界の中で1番高いことから，このままでは2010年にはエネルギー消費量は約2.4倍（本文のケースⅠ推計）になってしまい，環境への負荷は非常に大きいと言える。

本文ケースⅡ（省エネ等の技術進歩・途上国への技術移転）によれば2010年の全アジアのエネルギー消費を1.8倍程度に抑えられ，しかもケースⅠ以上の経済成長（ケースⅡのGDPはケースⅠの1.09倍，全エネルギーは0.74倍）が見込める。この各国の経済成長に応じた環境対策が行われるならば，2010年の全アジアの大気汚染ガスはSO_xで1.3倍，NO_xで1.5倍，CO₂で1.5倍程度と予測され，1人当りのCO₂排出量現状程度に安定化できるようである。本文のまとめとして，筆者の感想は，アジア全体の環境を守るために，いずれ日本は，国策としてアジアのエネルギー問題を考えていく必要があると思われる。

参考文献

- 1) アジアのエネルギー利用と地球環境（平成4年4月），科学技術庁科学技術政策研究所編，

- 大蔵省出版局刊行
- 2) アジア地域のエネルギー利用と地球環境影響物質 (SO_x , NO_x , CO_2) 排出量の将来予測 (平成5年3月), 科学技術庁, 科学技術政策研究所
- 3) 韓国における環境規制の強化と発電設備の対応, 玉貫 滋 (1991年12月, 公害と対策誌)
- 4) 台湾における環境規制の強化と発電設備の対応, 玉貫 滋 (1992年5月, 資源環境対策誌)

Projections of Energy Consumption and Emissions of Substances (SO_x , NO_x , CO_2) Affecting global Environment in Asia

Shigeru TAMANUKI

(Japan Electric Power Information Center)

SYNOPSIS :— Predicted patterns of energy consumption and Condition for SO_x , NO_x , CO_2 emissions, which have most affected projections for global change by 2000 and 2010, with five scenarios (involving two cases of energy consumption and three environmental measures) in the whole Asian area are shown by countries and regions.

Key Words

Energy Consumption, SO_x , NO_x , CO_2 , Emission factor, FGD, De SO_x , De NO_x