

## 環境と経済成長の両立を探る

青木 健 Takeshi Aoki

杏林大学 客員教授

(財)国際貿易投資研究所 客員研究員

### 要約

地球の温暖化が止まらない。これは「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)によれば、温室効果ガスであるCO<sub>2</sub>排出量の増加が主因である。このまま対策を採らないと、世界の平均気温は今世紀末までに、最高6.4度上昇し、20世紀の100年の0.74度を大きく上回る。地球気温は最終氷期以降4-7度温かくなっているが、現在の温暖化テンポより10倍もゆっくりしたものであったという。地球の歴史にとって100年は一瞬でしかない。この速い地球温暖化は人類や生物に重大な影響を及ぼすことが懸念されている。

温室効果ガス削減問題の本質は、最低限これ以上増加させないばかりでなく可能な限り排出総量を減らしていくことである。社会経済との関連では、経済成長をしてもCO<sub>2</sub>排出量が減少する低炭素社会を目指すことである。この小論は一次エネルギーの効率化と非化石燃料への転換を組合せれば可能であることを示唆する。一次エネルギー(E)の効率化とは単位当たりGDP生産の一次エネルギー消費量を少なくしていくことで、 $E/GDP$  ( $=1/GDP/E$ )の値を小さくしていくことである。このためには一定のエネルギーを取り出すに必要なエネルギー投入量を少なくし、エネルギー収支の改善を図る。非化石燃料への転換とはCO<sub>2</sub>排出量が少ない発電方式

にシフトし、 $CO_2/E$  の値を小さくし一次エネルギー当り  $CO_2$  排出量を減らしていくことである。環境と経済成長の両立はこの2つを不断に実行していくことである。

### 増加する $CO_2$ 排出量と地球温暖化

世界全体の  $CO_2$  排出量の増加傾向をみると、次のような特徴が観察される。①  $CO_2$  の顕著な排出は 19 世紀後半からみられる。② その後世界的な高度成長期である 1960 年代に急増する。③ 「産業革命以降人為的に排出された温室効果ガスによる地球温暖化への直接的寄与度」(1998 年現在)は  $CO_2$  が 60.1% と最も大きく、以下メタン 19.8%、一酸化二窒素 6.2%、フロン 13.5% である。工業化以降の大気の  $CO_2$  上昇の主要な原因は化石燃料の使用である。④ 「温室効果ガス」は産業革命以降急増し、現在までに 8000 億トン増え、 $CO_2$  累積の 70% は産業革命以降である。⑤ 大気中の  $CO_2$  濃度 (ppm) は 1900 年前後には約 210 であったが、その後増加の一途をたどり 1990 年には 350 を超え、2007 年には 383.1 と過去最高を記録した。

大気中に  $CO_2$  が増加すると、それが地球を「温暖化」させる。大気中の  $CO_2$  が変化すると、我々が「空気」と呼んでいる地上 1 万メートルの対流圏の内部で、地球の熱収支が変化する。大気中に  $CO_2$  が多くなるほど、大気は温室のガラス天井と同じ作用をおよぼす。つまり内側から周囲を暖め地球を温暖化させる。だからこそ「温室効果ガス」(GHGs) と称される。

「気候変動に関する政府間パネル」(Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) は、近年気温はこれまでにないテンポで上昇していると、2007 年 2 月の地球温暖化に関する第 4 次評価報告書で注意を喚起した。報告書によると、20 世紀 100 年間 (1906-2005 年) の世界の平均気温は 0.74 度上昇し、前回第 3 次報告書 (2001 年) の 0.64 度 (1901-2000 年) より大きな上昇となった。最近 50 年間の線形昇温傾向 (linear warming trend) は (10 年当り 0.13 度

C) は過去 100 年の傾向のほぼ 2 倍である。このため IPCC は 21 世紀末までに、地球の平均気温は 20 世紀末に比べて 1.1 度から最高 6.4 度高くなる可能性があるとして予測している。

GHGs 濃度と気候の間に関する認識について、IPCC は次のように認識している<sup>(注1)</sup>。1) GHGs の放射強制力の、過去一世紀間にわたっての一貫した増加率は、少なくとも過去 1 万 6000 年に前例のないものである可能性が高い。2) 過去 1 万年間の観測結果によると、工業化以前の GHGs の大気中濃度の変動は大部分自然起源のものであった可能性が高い。3) 現在の CO<sub>2</sub> とメタンの大気中濃度はそれぞれ 379ppm、1774ppb で、過去 65 万年間の自然変動幅（それぞれ 180–300ppm、320–790ppb）をはるかに超える可能性が高い。4) 最終氷期最盛期（約 2 万 1000 年前）における気温は現在より 3–5 度 C 低かった。最終氷期最盛期以降地球の気温は 4–7 度 C 温かくなっているが、20 世紀の温暖化より 10 倍ゆっくりしたものであった可能性が高い。

IPCC が繰り返し強調していることのひとつが、温暖化のスピードが

極めて速いということである。CO<sub>2</sub> の蓄積量は急速に増大しつつあり、指数関数的に増大しており、つまり最初は少しずつ増加するが、ある時点までくると急速に増加するようになるが、現代はまさにこの「ある時点」にあたっているのだ<sup>(注2)</sup>。これは既に 15 年前以上から指摘されていた。さらに 2030 年頃には温室効果ガス総量は 1850 年の大気中に存在した CO<sub>2</sub> の倍に達するとも予測されていた。IPCC と同様に地球の平均気温をおよそ 4 度 C 引き上げるとも予測されていた。数千年から数百万年の単位で見れば、地球はこのような干渉に順応することができる<sup>(注3)</sup>。しかし、地球の歴史にとって瞬間でしかない 100 年位で、人類をはじめ生物はそうした環境激変に対応できるのであろうか。

### CO<sub>2</sub> 排出量に関する 3 つの指標

温室効果ガスのうち最も排出量の大きい CO<sub>2</sub> 排出量をみるにあたって指標がある。一般に 3 つの指標が用いられる。第 1 はエネルギー起源二酸化炭素排出量である。これは国の

経済規模や人口規模に関係なく、二酸化炭素排出量の多寡をみる。第2はGDP当りエネルギー起源二酸化炭素排出量によって、その国別順位付けをみる。第3の指標はエネルギー起源二酸化炭素排出量を1人当りで、国別の順位をみる。これらを分析する前に世界の人口、世界のGDPおよび1人当りGDPの主要国・地域別構成とその推移をみておこう。

表1(1)は世界の人口をみたもので、総人口は1971年の37億人から2005年には64億人に増加した。さ

らに次のような特徴と変化がみられる。①非OECDの割合は76.4%から81.8%に高まった。②アジアの割合は55%とほぼ一定である。③一国ベースで最大の人口規模を誇るのは中国で、世界の20.4%を占める。第2位はインドで17.1%を占める。両国だけで世界の37.5%と世界の3分の1以上となる(2006年には40%を占める)。第3位は米国で4.7%(2.91億人、2006年には3億人を超えた)。以下第4位インドネシア(2.3億人)、第5位ブラジル(1.9億人)と続く(いずれも2006年)。

表1(1) 世界の人口とその構成比

(単位:100万人、%)

	1971	1980	1990	2000	2005	1971	1980	1990	2000	2005
北米	229	252	277	313	329	6.1	5.7	5.3	5.2	5.1
米国	208	227	250	282	296	5.6	5.1	4.8	4.7	4.6
中南米	288	357	435	516	552	7.7	8.1	8.3	8.5	8.6
メキシコ	52	68	83	98	103	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6
ブラジル	98	122	148	174	186	2.6	2.8	2.8	2.9	2.9
欧州	745	795	845	866	876	19.9	18.0	16.2	14.3	13.7
欧州OECD	447	472	496	521	535	12.0	10.7	9.5	8.6	8.3
欧州非OECD	298	323	349	346	341	8.0	7.3	6.7	5.7	5.3
アフリカ	368	472	624	804	897	9.8	10.7	11.9	13.3	14.0
中東	67	92	130	168	187	1.8	2.1	2.5	2.8	2.9
アジア	2025	2429	2897	3362	3559	54.2	55.0	55.4	55.7	55.5
中国	841	981	1135	1263	1305	22.5	22.2	21.7	20.9	20.4
日本	106	117	124	127	128	2.8	2.7	2.4	2.1	2.0
オセアニア	15.8	17.8	20.5	23.0	24.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
豪州	12.9	14.7	17.1	19.2	20.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
OECD	882	964	1044	1129	1167	23.6	21.8	20.0	18.7	18.2
非OECD	2856	3450	4186	4910	5243	76.4	78.2	80.0	81.3	81.8
世界	3739	4414	5230	6039	6410	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(資料)日本エネルギー経済研究所『エネルギー・経済統計要覧2006』より作成。

世界の GDP の主要国・地域構成と推移をみたのが表 1 (2) で、次のような特徴と変化を指摘できる。① OECD の割合は 1971 年の 83.2% から 2005 年には 78.1% に低下した。非 OECD は 16.8% から 21.9% に高まった。② 一国ベースでは、米国のシェアが最大でほぼ 30% である。第 2 位は日本であるが 1990 年の 16.9% からその後低下し 2005 年に 13.7% になった。表 1 (1) と表 1 (2) から算出したのが表 1 (3) の世界の 1 人当り GDP である。同表より次のような特徴と変化を指摘できる。① 世界の

1 人当り GDP は高まっている。② OECD の 1 人当り GDP の対世界平均比は 1971 年の 3.5 倍から 2005 年には 4.3 倍になった。非 OECD のそれは 0.22 倍から 0.27 倍へとわずかであるが改善された。③ この結果 OECD の非 OECD 平均比は 16.1 倍から 16.0 倍へとわずかであるが縮小した。しかし両者の所得格差は依然大きい。④ 1 人当り所得が高いのは日本を最高に、米国、豪州と続く (表には載せていないがドイツ、フランス、英国、カナダなどの諸国はいずれも 2 万ドル以上である)。

表 1 (2) 世界の実質 GDP とその構成比

(単位: 2000 年価格 10 億ドル、%)

	1971	1980	1990	2000	2005	1971	1980	1990	2000	2005
北米	4137	5536	7590	10479	11856	31.9	30.6	31.3	33.0	32.6
米国	3851	5128	7055	9765	11046	29.7	28.4	29.1	30.8	30.4
中南米	794	1291	1453	1979	2224	6.1	7.1	6.0	6.2	6.1
メキシコ	188	346	414	581	636	1.5	1.9	1.7	1.8	1.7
ブラジル	196	396	461	602	670	1.5	2.2	1.9	1.9	1.8
欧州	4698	6222	7841	9458	10422	36.3	34.4	32.3	29.8	28.7
欧州 OECD	4311	5604	7100	8945	9728	33.3	31.0	29.3	28.2	26.8
欧州非 OECD	386	618	741	513	694	3.0	3.4	3.1	1.6	1.9
アフリカ	284	396	464	590	729	2.2	2.2	1.9	1.9	2.0
中東	345	578	604	697	866	2.7	3.2	2.5	2.2	2.4
アジア	2506	3820	6007	8084	9725	19.4	21.1	24.7	25.5	26.8
中国	99.4	170	413	1198	1890	0.8	0.9	1.7	3.8	5.2
日本	1888	2791	4108	4650	4993	14.6	15.4	16.9	14.7	13.7
オセアニア	186	236	314	452	531	1.4	1.3	1.3	1.4	1.5
豪州	157	204	274	400	468	1.2	1.1	1.1	1.3	1.3
OECD	10777	14636	19809	25619	28382	83.2	81.0	81.6	80.7	78.1
非 OECD	2174	3443	4464	6117	7965	16.8	19.0	18.4	19.3	21.9
世界	12950	18079	24273	31736	36347	100.0	100	100.0	100.0	100.0

(資料) 表 1(1)と同じ

表 1 (3) 世界の 1 人当り実質 GDP

(単位:ドル)

	1971	1980	1990	2000	2005
北米	18066	21968	27401	33481	36036
米国	18514	22590	28220	34599	37318
中南米	2757	3616	3340	3839	4029
メキシコ	3602	5118	4976	5935	6175
ブラジル	1992	3246	3115	3461	3602
欧州	6306	7826	9279	10916	11897
欧州 OECD	9644	11873	14315	17178	18183
欧州非 OECD	1295	1913	2123	1484	2035
アフリカ	772	839	744	733	813
中東	5119	6289	4646	4153	4631
アジア	1238	1573	2074	2405	2733
中国	118	173	364	949	1448
日本	17811	23855	33129	36649	39008
オセアニア	11772	13258	15317	19657	21762
豪州	12171	13878	16023	20867	23054
OECD	12219	15183	18974	22701	24320
非 OECD	761	998	1066	1246	1519
世界	3463	4096	4641	5255	5670

(資料)表 1(1)と同じ

先の 3 つの指標に従って CO<sub>2</sub> 排出量の順位をみると、以下のような特徴を指摘できる。

まず規模でみて (表 2 (1))、世界最大のエネルギー起源二酸化炭素排出国は一国ベースで一貫して米国であり、排出量は 1971 年の 1186 百万トンから 2005 年には 1599 百万トンに増加したが、世界の CO<sub>2</sub> 排出量に占める米国の割合は 30.3% から 22.0% に低下した。第 2 位の CO<sub>2</sub> 排出国は中国 (19.0%) であり、以下ロシア (5.8%)、日本 (4.7%) と続

く。米中両国合計だけで 39.2% という大きいものである。しかし両国は 1997 年 12 月に決めた CO<sub>2</sub> 排出量抑制義務である京都議定書に参加していない。義務のある先進国は温室効果ガス排出量の 3 割程度しか占めておらず、「30%クラブ」と呼ばれている。それでも先進国 (OECD) の割合は低下しているのに対し、発展途上国 (非 OECD) のそれは上昇の一途を辿っている。特にアジア (日本を除く) の割合は 1971 年の 9.8% から 2005 年には 31.1% に急増した。こ

これは専ら中国の割合が高まったためである<sup>(注4)</sup>。

ところで表2(1)でみたエネルギー起源二酸化炭素排出量はGDPや人口規模などを考慮した場合、大きいのか小さいのか。米国の世界全体のCO<sub>2</sub>排出量に占める割合は22.0%であるが、世界GDPに占める割合の

30.4%より低く、世界人口に占める割合4.6%を大きく上回る。中国の場合、排出量の割合(19.0%)は世界GDPの割合(5.2%)を大きく上回り、世界人口に占める割合20.4%を下回る。そこで「基準化(単位化)」してみたのが第2と第3の指標である。

表2(1) 世界のCO<sub>2</sub>の排出量とその構成比

(単位:炭素換算 100万トン、%)

	1971	1980	1990	2000	2005	1971	1980	1990	2000	2005
北米	1,279	1,426	1,456	1,706	1,744	32.7	28.5	25.4	27.2	24.0
米国	1,186	1,307	1,339	1,569	1,599	30.3	26.1	23.3	25.0	22.0
中南米	131	226	258	337	375	3.4	4.5	4.5	5.4	5.2
メキシコ	28	68	83	99	118	0.7	1.4	1.5	1.6	1.6
ブラジル	25	50	55	83	89	0.6	1.0	1.0	1.3	1.2
欧州	1,760	2,163	2,184	1,768	1,842	45.0	43.2	38.1	28.2	25.3
欧州 OECD	1,036	1,164	1,097	1,086	1,130	26.5	23.3	19.1	17.3	15.5
欧州非 OECD	725	999	1,086	681	713	18.5	20.0	18.9	10.9	9.8
アフリカ	69	115	171	207	256	1.8	2.3	3.0	3.3	3.5
中東	38	101	166	275	347	1.0	2.0	2.9	4.4	4.8
アジア	586	911	1,422	1,884	2,605	15.0	18.2	24.8	30.0	35.8
中国	241	413	676	831	1,386	6.2	8.3	11.8	13.2	19.0
日本	204	251	296	332	341	5.2	5.0	5.2	5.3	4.7
オセアニア	47	63	79	99	111	1.2	1.3	1.4	1.6	1.5
豪州	43	58	72	91	102	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4
OECD	2,609	3,007	3,077	3,439	3,566	66.7	60.1	53.7	54.8	49.0
非 OECD	1,301	1,998	2,658	2,836	3,714	33.3	39.9	46.3	45.2	51.0
世界	3,910	5,005	5,735	6,275	7,280	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

(資料)表1(1)と同じ。

第2の指標であるGDP一単位当たりCO<sub>2</sub>排出量をみたのが表2(2)である。世界平均では1971年の302トンから2005年には200トンへと大きく減少した。GDP当りエネルギー起源CO<sub>2</sub>で最も特徴的なのは、日本を中心としてほとんどの先進国は世界平均を下回っていることである。このうち日本のGDP一単位当たりCO<sub>2</sub>排出量は世界で最も低い。その他は発展途上国を中心に2つのグループがある。まず世界平均を大きく上回るのが長期的に排出量が減少しているグループである。その典型例が中国である。中国のGDP一単位当たりCO<sub>2</sub>排出量は1971年には世界平均の8倍以上もあったが、2005年には3.67倍にまでに減少した。一方、世界平均を下回るが長期的に増加傾向にあるグループである。この例として、メキシコとブラジルに代表される中南米である。先進国ではオセアニアがある。第3の指標である1人当りエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量をみたのが表2(3)である。同表によると、世界平均は1980年まで上昇し、その後2000年まで下降するものの再び上昇を経て、2003年には1.14トンと

なる。先進国は全部世界平均を上回る。発展途上国ではメキシコ、中東などは世界平均を上回るが、ほとんどの発展途上国は世界平均以下である。ただし非OECDは急速に世界平均に近づいている。

世界全体として、GDP一単位当りのCO<sub>2</sub>排出量は確実に低下している。しかし世界全体のCO<sub>2</sub>排出量の大きさは減っていない。主要国・地域別にみたのが表2(1)であった。地球規模の温暖化を回避するため、それを全世界で取組まなければならない。発展途上国は「まず先進国は率先して取組むべき」と主張する。その論拠は第3の指標である1人当りCO<sub>2</sub>排出量である。表2(3)でみたとおり、一部発展途上国を除きほとんど先進国が上位にある<sup>(注5)</sup>。事実、それを裏付けるように、世界の1人当り一次エネルギー消費<sup>(注6)</sup>を表2(4)でみるとおり、カナダの5.22倍を最高に、以下米国の4.91が続き先進国(オセアニア3.53、日本2.58、欧州OECD2.18など)が軒並み世界平均を大きく上回っている。中国は0.71倍で、日本の4分の1である。世界のGDP当りの一次エネルギー消費



量は表 2 (5) で見るように趨勢的に低下している。しかし 2003 年の発展途上国 (非 OECD) は先進国 (OECD) の 2.1 倍である。

ドイツのメルケル首相は 2013 年以降のポスト京都議定書の温室効果ガスの削減の枠組みのあり方として、

各国の 1 人当りの排出量を基礎にすべきであるといっている。だからといって R・パチャウリ IPCC 議長が指摘するように、発展途上国の排出量を先進国並みに増やしてもいいことではない。

表 2 (2) 世界の実質 GDP (2000 年価格 100 万米ドル) 当り CO<sub>2</sub> 排出量

(単位: 炭素換算トン)

	1971	1980	1990	2000	2005	1971	1980	1990	2000	2005
北米	309	258	192	163	147	1.02	0.93	0.81	0.82	0.74
米国	308	255	190	161	145	1.02	0.92	0.81	0.81	0.73
中南米	165	175	177	170	169	0.55	0.63	0.75	0.86	0.85
メキシコ	147	196	201	170	185	0.49	0.71	0.85	0.86	0.93
ブラジル	129	126	118	138	132	0.43	0.45	0.50	0.70	0.66
欧州	375	348	278	187	177	1.24	1.26	1.18	0.94	0.89
欧州 OECD	240	208	155	121	116	0.79	0.75	0.66	0.61	0.58
欧州非 OECD	1,876	1,616	1,465	1,328	1,027	6.21	5.83	6.21	6.71	5.14
アフリカ	241	290	368	351	350	0.80	1.05	1.56	1.77	1.75
中東	110	175	276	394	401	0.36	0.63	1.17	1.99	2.01
アジア	234	239	237	233	268	0.77	0.86	1.00	1.18	1.34
中国	2,421	2,431	1,637	693	734	8.02	8.78	6.94	3.50	3.67
日本	108	90	72	72	68	0.36	0.32	0.31	0.36	0.34
オセアニア	254	267	250	220	209	0.84	0.96	1.06	1.11	1.05
豪州	273	286	262	229	217	0.90	1.03	1.11	1.16	1.09
OECD	242	205	155	134	126	0.80	0.74	0.66	0.68	0.63
非 OECD	599	580	596	464	466	1.98	2.09	2.53	2.34	2.33
世界	302	277	236	198	200	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(資料) 表 1(1)と同じ。

表 2 (3) 世界の 1 人当り CO<sub>2</sub> 排出量

(単位:炭素換算トン)

	1971	1980	1990	2000	2005
北米	5.59	5.66	5.26	5.45	5.31
米国	5.70	5.76	5.36	5.56	5.38
中南米	0.45	0.63	0.59	0.65	0.68
メキシコ	0.53	1.00	1.00	1.01	1.14
ブラジル	0.26	0.41	0.37	0.48	0.48
欧州	2.36	2.72	2.58	2.04	2.10
欧州 OECD	2.32	2.47	2.21	2.09	2.11
欧州非 OECD	2.43	3.09	3.11	1.97	2.09
アフリカ	0.19	0.24	0.27	0.26	0.29
中東	0.57	1.10	1.28	1.64	1.85
アジア	0.29	0.38	0.49	0.56	0.73
中国	0.29	0.42	0.60	0.66	1.06
日本	1.92	2.15	2.39	2.62	2.67
オセアニア	2.98	3.55	3.83	4.32	4.54
豪州	3.33	3.97	4.20	4.77	5.00
OECD	2.96	3.12	2.95	3.05	3.06
非 OECD	0.46	0.58	0.63	0.58	0.71
世界	1.04	1.13	1.10	1.04	1.14

(資料)表 1(1)と同じ。

表 2 (4) 世界の 1 人当り一次エネルギー消費

(単位:石油換算トン)

	1971	1980	1990	2000	2005	世界を基準
北米	7.57	7.96	7.7	8.17	7.95	4.94
米国	7.67	7.97	7.72	8.16	7.90	4.91
中南米	0.636	0.895	0.891	1.04	1.07	0.66
メキシコ	0.832	1.44	1.49	1.53	1.71	1.06
ブラジル	0.349	0.606	0.624	0.84	0.83	0.51
欧州	2.84	3.46	3.66	3.19	3.36	2.09
欧州 OECD	2.83	3.19	3.27	3.4	3.51	2.18
欧州非 OECD	2.86	3.85	4.21	2.86	3.12	1.94
アフリカ	0.206	0.283	0.323	0.328	0.36	0.22
中東	0.758	1.43	1.75	2.36	2.68	1.66
アジア	0.331	0.436	0.581	0.724	0.90	0.56
中国	0.282	0.427	0.599	0.733	1.14	0.71
日本	2.55	2.97	3.60	4.17	4.15	2.58
オセアニア	3.76	4.47	4.94	5.52	5.68	3.53
豪州	4.04	4.79	5.13	5.72	6.00	3.73
OECD	3.84	4.23	4.33	4.72	4.75	2.95
非 OECD	0.525	0.697	0.790	0.762	0.91	0.56
世界	1.31	1.47	1.50	1.50	1.61	1.00

(資料)表 1(1)と同じ。

表 2 (5) 世界の実質 GDP (2000 年価格 100 万米ドル) 当り  
一次エネルギー消費

(単位: 石油換算トン)

	1971	1980	1990	2000	2005	日本を基準
北米	419	362	282	244	220	2.08
米国	414	353	273	236	212	2.00
中南米	231	248	267	265	264	2.49
メキシコ	231	281	300	259	277	2.61
ブラジル	176	186	200	237	230	2.17
欧州	451	442	394	297	282	2.66
欧州 OECD	294	269	229	201	193	1.82
欧州非 OECD	2202	2012	1980	1936	1538	14.51
アフリカ	267	337	434	459	437	4.12
中東	148	227	378	437	580	5.47
アジア	267	277	280	289	330	3.11
中国	2389	2465	1646	857	790	7.45
日本	143	124	108	111	106	1.00
オセアニア	320	337	323	288	261	2.46
豪州	332	346	319	282	260	2.45
OECD	315	279	228	208	195	1.84
非 OECD	690	698	741	571	598	5.64
世界	378	358	323	282	284	2.68

(資料)表 1(1)と同じ。

### 日本は世界最大の省エネ国

中国のエネルギー効率は極めて悪い。世界で最も効率的な日本と比較すると、次のようである。

世界における GDP に占める割合で、日本は 13.7%、中国は 5.2%である。世界の一次エネルギー消費量に占める日本の割合は 5.1%、中国は 14.5%である。世界全体での GDP シェアでは日本は中国を上回るが、世界の一次エネルギー消費では割合は

逆転する。これは GDP 当り一次エネルギー消費量に反映する。日本の GDP 当り一次エネルギー消費量は 1971 年の 143 トン (石油換算/2000 年価格 100 万米ドル) から 2005 年には 117 トンに低下した。中国も 2389 トンから 668 トンへと大幅に減ったが、それでも日本の消費量の 5.7 倍である (世界平均は 1971 年 419 トン、2005 年 231 トン)。日本に比べた GDP 当り一次エネルギー消費量では、インドは 4.0 倍、インドネシアは 3.9

倍である。品目別でも、省エネルギーでは日本は世界一である。鉄1トン当りエネルギー消費量では、主要生産国で最も低い日本の100に対し中国は150である（指数化。韓国105、米国120、ロシア126。以下同じ）。セメント中間製品（クリンカ）1トン生産に必要なエネルギーは日本に比べ中国は1.52倍である（ロシア1.78倍、米国1.77倍、韓国1.31倍）。化学（電解苛性ソーダの製造に関する電力消費量）では、日本、台湾、韓国が同じで最も低いのに対し、西欧114、米国110、中国104である。製紙（紙・板紙生産量に対する総エネルギー原単位）ではドイツが52にと最も低く、日本100、米国144、カナダ134、スウェーデン123である（注7）。

2007年12月インドネシアのバリでIPCC・COP13が開催され、日本が従来から主張していた「セクターアプローチ」が工程表に採用された。それは単純な国別削減割当てでなく、鉄鋼や電力、セメントなど産業分野別に一単位当りエネルギー効率の改善をし、CO<sub>2</sub>削減を進める方式である。すぐ前で指摘した生産単位当り

エネルギー消費量つまり「エネルギー原単位」の向上である。こうした指標でみると、日本は世界一の省エネ・資源国である。この実績を背景に、G8開催に先行して、2007年5月日本は国際エネルギー機関（IEA）拡張理事会で、各国に電力など業種別の省エネ目標を設定することを提案し、共同声明で採択された。中国の国家発展改革委は2004年に「中長期省エネ特別計画」を策定し、セクター別アプローチで、主要セクター（鉄鋼、非鉄、石油化学など）ごとに2020年までのエネルギー消費原単位目標を設定している。インド産業界連盟も同様に主要セクター（鉄鋼、紙・パルプ、石油化学）ごとの省エネポテンシャルを指示している（注8）。

### セクター別アプローチ

日本政府は洞爺湖サミットで主導権を握ろうとしていた。そのためには日本は京都議定書の約束を守らなければならない。これの実行手段がセクター別アプローチである。これの優れているのは特定業種を象徴に省エネの推進をアピールできる。そ

れを支持するデータを提供できる。セクターの技術特性への配慮ができる<sup>(注9)</sup>。2008年6月4-5日に開催されたOECD閣僚理事会で日本政府は、「セクター別アプローチ」を地球温暖化対策と経済成長の両立、省エネなどの技術開発と普及、途上国も含む温室効果ガス削減の枠組みの実現など「一石三鳥」と主張した。このため、この方式をCO<sub>2</sub>排出量で使い、その削減目標を達成したという業種がある。ある産業(i産業)の生産量1単位当り(GDP<sub>i</sub>)のCO<sub>2</sub>i排出量の原単位を $\alpha_i$ とすると、 $\alpha_i = \text{CO}_2i/\text{GDP}_i$ となる。これを変化率で表現すると $\Delta \alpha_i/\alpha_i + \Delta \text{GDP}_i/\text{GDP}_i = \Delta \text{CO}_2i/\text{CO}_2i$ 排出量となる。i産業が原単位を低下させたとしても(例えばマイナス3%)、それを相殺する以上に生産を増加させると( $\Delta \text{GDP}_i/\text{GDP}_i$ 、例えばプラス5%)、CO<sub>2</sub>i排出量は減らないで2%増えてしまう。i産業が原単位 $\alpha_i$ を低下させたから自産業は二酸化炭素削減に貢献したと主張するのは、以上の論理を理解していないからである。もうひとつミクロとマクロ的アプローチの混同がある。国民経済は産業の

集計であるので $\text{GDP} = \sum \text{GDP}_i$ 、 $\text{CO}_2 = \sum \text{CO}_2i$ となるので、特定産業やいわんや特定個別企業が二酸化炭素を削減したからといっても一国全体でそうなる保証はない。その論理は上記と同じである。だからこそ2008年5月に神戸で開催されたG8環境相会議で、EUのデルベーク環境総局副総局長は、当然のことながら「まず国の削減目標を決め、その後に産業別に配分するものだ」とくぎを刺した。CO<sub>2</sub>削減目標は総量ベースであるべきである。

先に指摘した1人当たりCO<sub>2</sub>排出量の多い国が率先して削減すべきであるという発展途上国の主張も、原単位を基準とするセクター別アプローチと同様に危い。Nを総人口とすると、1人当たりCO<sub>2</sub>排出量は $\text{CO}_2/N$ であるが、人口が増加すると、CO<sub>2</sub>排出量総量は必ずしも減っていないかもしれない。温室効果ガス削減問題の本質は、最低限これ以上増加させないばかりでなく可能な限り排出総量を減らしていくことである。経済成長をしてもCO<sub>2</sub>排出量が減少する低炭素社会が求められているのである。

## 環境と経済成長の両立

エネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量を抑制するには、CO<sub>2</sub>排出自体を抑制するための省エネルギー技術が求められる。どのような方策があるのか。先にCO<sub>2</sub>排出量を3つの指標を手掛かりに探してみる。3つの指標を記号で表現すると以下ようになる。

第2指標つまりGDP当りエネルギー起源二酸化炭素費排出量は

第①式  $CO_2/GDP = CO_2/E * E/GDP$   
のように分解する（Eは一次エネルギー消費量とする）。

第3指標つまり1人当りCO<sub>2</sub>排出量は

第②式  $CO_2/N = CO_2/GDP * GDP/N$   
のように分解する

第②式右辺には第①式が含まれている。

第①式と第②式から第1指標として次の式が求められる

第③式  $CO_2 = CO_2/E * E/GDP * GDP/N * N$

上式に関し、世界全体でみて、1人当り所得水準の向上に伴い（GDP/N、第③式と第②式、表1(3)）、1人当りエネルギー消費量は増加し

ているが（E/N、表2(4)）、GDP当りでは低下している（E/GDP、第③式と第①式、表2(5)）。世界全体のE/GDPは1971年から2005年にかけて25%も低下した。エネルギー制約と地球温暖化問題がなかったとしても、このパフォーマンスつまり1人当り所得の向上とGDP当りのエネルギー消費の低下が両立しており、これは大きく評価されよう。

しかし現在は、経済成長を目指すならば、1人当りGDPの向上と環境特にCO<sub>2</sub>排出量を減少させることの両者を考慮しなければならない。CO<sub>2</sub>の排出量削減と経済成長の両立である<sup>(注10)</sup>。これは可能なのか、分析を続けよう。

GDP当りCO<sub>2</sub>の排出量は、世界全体でみて、1971年以降着実に減っている（CO<sub>2</sub>/GDP、表2(2)）。1人当りでは減っていない。先に指摘したように、2000年以降増加し2005年には1.14トンになった（CO<sub>2</sub>/N、表2(3)）。こうした中で、もうひとつ考慮しなければならないのは、一次エネルギー消費量当りCO<sub>2</sub>排出量である（CO<sub>2</sub>/E）。これを計算すると表3のようになる。これの2005年の値

は 0.706 と 1971 年の 0.795 に比べ ルギー効率をもたらす技術革新が進  
11%以上も減っている。これはエネ ndering ているからである。

表 3 一次エネルギー消費量当り CO<sub>2</sub> 排出量

	項目	単位	1971	1980	1990	2000	2005
世界	GDP	10億ドル	12703	17765	24030	31736	36347
	E	100万トン	4893	6479	7886	9016	10311
	E/GDP	トン/100万ドル	385	364	328	284	283
	CO <sub>2</sub>	100万トン	3890	4952	5702	6275	7280
	CO <sub>2</sub> /E		0.795	0.764	0.723	0.695	0.706
OECD	GDP	10億ドル	10787	14662	19871	25619	28382
	E	100万トン	3391	4077	4525	5326	5548
	E/GDP	トン/100万ドル	314	278	228	208	195
	CO <sub>2</sub>	100万トン	2602	2988	3045	3439	3566
	CO <sub>2</sub> /E		0.767	0.733	0.673	0.646	0.643
日本	GDP	10億ドル	1890	2793	4111	4650	4993
	E	100万トン	270	347	444	528	530
	E/GDP	トン/100万ドル	143	124	108	113	106
	CO <sub>2</sub>	100万トン	204	250	294	332	341
	CO <sub>2</sub> /E		0.755	0.720	0.662	0.628	0.643
韓国	GDP	10億ドル	66.1	123	284	512	638
	E	100万トン	17	41	93	190	214
	E/GDP	トン/100万ドル	258	337	329	372	335
	CO <sub>2</sub>	100万トン	15.1	34.5	65	116	122
	CO <sub>2</sub> /E		0.888	0.833	0.697	0.611	0.570
米国	GDP	10億ドル	3851	5128	7055	9765	11046
	E	100万トン	1593	1812	1927	2307	2340
	E/GDP	トン/100万ドル	414	353	273	236	212
	CO <sub>2</sub>	100万トン	1186	1307	1330	1569	1599
	CO <sub>2</sub> /E		0.745	0.721	0.690	0.680	0.683
欧州OECD	GDP	10億ドル	4316	5622	7151	8945	9728
	E	100万トン	1266	1508	1625	1801	1876
	E/GDP	トン/100万ドル	293	268	227	198	193
	CO <sub>2</sub>	100万トン	1029	1149	1081	1086	1130
	CO <sub>2</sub> /E		0.813	0.762	0.665	0.603	0.602
非OECD	GDP	10億ドル	1916	3104	4159	6117	7965
	E	100万トン	1502	2403	3361	3689	4763
	E/GDP	トン/100万ドル	784	774	808	603	598
	CO <sub>2</sub>	100万トン	1288	1964	2657	2836	3714
	CO <sub>2</sub> /E		0.858	0.817	0.790	0.769	0.780
中国	GDP	10億ドル	107	183	445	1198	1890
	E	100万トン	237	419	663	891	1494
	E/GDP	トン/100万ドル	2218	2288	1491	743	790
	CO <sub>2</sub>	100万トン	241	411	632	831	1386
	CO <sub>2</sub> /E		1.017	0.981	0.953	0.933	0.928
インド	GDP	10億ドル	118	156	274	468	655
	E	100万トン	61.2	92.2	186	311	379
	E/GDP	トン/100万ドル	519	591	681	664	579
	CO <sub>2</sub>	100万トン	54.6	81.4	165	264	325
	CO <sub>2</sub> /E		0.892	0.883	0.887	0.849	0.858
ロシア	GDP	10億ドル	200	312	386	260	350
	E	100万トン			866	607	640
	E/GDP	トン/100万ドル			2244	2337	1829
	CO <sub>2</sub>	100万トン			641	412	423
	CO <sub>2</sub> /E				0.740	0.679	0.661
ブラジル	GDP	10億ドル	196	396	462	602	670
	E	100万トン	34.0	73.7	92.4	143	154
	E/GDP	トン/100万ドル	174	186	200	237	230
	CO <sub>2</sub>	100万トン	24.8	49.3	53.8	83.1	88.8
	CO <sub>2</sub> /E		0.729	0.669	0.582	0.581	0.577
メキシコ	GDP	10億ドル	188	346	413	581	636
	E	100万トン	43.5	97.1	124	150	177
	E/GDP	トン/100万ドル	231	281	301	259	277
	CO <sub>2</sub>	100万トン	27.3	66.8	81.6	98.7	118
	CO <sub>2</sub> /E		0.628	0.688	0.658	0.658	0.667

(注)空白はデータなし

(出所)日本エネルギー経済研究所『エネルギー・経済統計要覧 2008 年』より作成

世界で最も省エネルギーが進んでいる日本をはじめ米国、中国、インドなどの諸国の実情をみよう。1) 日本の一次エネルギー消費量当り CO<sub>2</sub> 排出量は世界平均と比べ、1971 年の 0.949 (=0.755/0.795) から 2005 年には 0.910 (=0.643/0.706) へと、4.2% も減った。2) 米国は 1980 年までは日本を上回るパフォーマンスをみせたが、その後は日本に遅れをとった。3) 韓国の単位当りエネルギー消費量の CO<sub>2</sub> 排出量は、2000 年以降日本を下回っている。4) BRICs などの新興諸国は次のとおり。①世界で最もエネルギー効率の悪い中国の一次エネルギー消費量当り CO<sub>2</sub> 排出量は、1971 年には 1 を超え、しかもその後ほとんど減らず、2005 年でも 0.928 で、これは日本の 1.44 倍である。②インドは中国ほど大きくないが、1971 年以降ほとんど改善されておらず、日本の 1.33 倍である。③メキシコのパフォーマンスは中国やインドほど悪くはないが、単位当りエネルギー消費量の CO<sub>2</sub> 排出量は増えている。④ロシアの単位当りエネルギー消費量の CO<sub>2</sub> 排出量は確実に低下している。

これまでの分析の対象とした指標は全て基準化ないし単位化したものである。このようにエネルギー効率は着実に改善されているのにもかかわらず、世界全体で CO<sub>2</sub> 排出総量は増加している。CO<sub>2</sub> 排出総量が増加させている要因は人口 (N、第③式) の増加を考慮していなかったからである (注<sup>11</sup>)。あるいは生産量自体が増加するからである (GDP/N \* N = GDP、第③式)。世界人口は、2005 年に発表された国連の『世界人口見通し』によれば、2050 年には、高位推計で 106 億 5000 万人、中位推計で 90 億 8000 万人、低位推計でも 76 億 8000 万人と 2005 年の 65 億人を上回る。これに伴い GDP 規模も大きくなるだろう。

しかし世界を OECD と非 OECD に分離して、それぞれの CO<sub>2</sub> 排出量をみると、次のような変化が観察される。①OECD の排出増加量は 2000 年以降減少している。特に 2004 年以降顕著である。排出量自体は 35 億トン台に収斂しつつある。世界全体に占める OECD の割合は 1971 年の 66.8% から 2000 年の 54.8% を経て、2005 年には 48.9% にまで低下した。



②OECD 主要国である米国をはじめ日本、韓国、英国、ドイツなどの諸国のCO<sub>2</sub>排出量はほとんど増加していない。③非OECDのCO<sub>2</sub>排出量は増加の一途を辿っている。2000年の28.36億トンから2005年には37.14億トンに増加した。世界全体に占める割合は1971年の33.2%から2000年の45.2%を経て、2005年には51.1%とOECDを上回った。2005年の排出量はOECDを4%上回る。この主因は中国をはじめインド、ブラジル、メキシコなどの新興国の排出量の増加である。

1971年から2005年にかけて、OECDと非OECDのGDP規模の増加率を比較すると、前者は2.63倍、後者は3.66倍とOECDを大きく上回った。世界全体のGDPは2.81倍増加した。

### エネルギーの「質」

CO<sub>2</sub>排出総量を抑制するには、E/GDPおよびCO<sub>2</sub>/Eを低下させることである。これはEを経由したCO<sub>2</sub>とGDPのそれぞれの内部の連関構造や相互の関係などが解明されなけ

ればならないということを含意する。これを第③式に従ってみると以下のような構造であるからである。

1971年から2005年にかけての年率の変化率G(X)をみる(括弧内の変数の変化率、単位%。▲はマイナス)。

$$1) G(\text{CO}_2/\text{E}) = \blacktriangle 0.35$$

$$2) G(\text{E}/\text{GDP}) = \blacktriangle 0.90$$

$$3) G(\text{GDP}) = 3.14 (\text{GDP}/\text{N} * \text{N} = \text{GDP}) \\ (G(\text{GDP}) 3.14 = G(\text{N}) 1.60 \\ + G(\text{GDP}/\text{N}) 1.52 \text{ の関係がある})$$

$$4) G(\text{CO}_2) = 1.86$$

世界のGDP当り一次エネルギー消費量と一次エネルギー消費量のCO<sub>2</sub>排出量は確実に減っているのにもかかわらず、世界全体のCO<sub>2</sub>排出量は減っていない。上記4つの変数の間に

$G(\text{CO}_2) 1.86 = G(\text{CO}_2/\text{E}) \blacktriangle 0.35 \\ + G(\text{E}/\text{GDP}) \blacktriangle 0.90 + G(\text{GDP}) 3.14$ という関係があり、世界全体のGDPが大きく増大したからである。これは先進国(OECD)と発展途上国(非OECD)に共通である。CO<sub>2</sub>排出量の要因分析を両者に分離してみたのが表4である。同表から次のことが明らかである。①両者とも、世界の

GDP 当り一次エネルギー消費量と一次エネルギー消費量の CO<sub>2</sub> 排出量は減っている。②先進国 (OECD) の方がともに減り方が大きい。③ GDP 成長率は非 OECD の方が高い。その要因は人口増加率で非 OECD は OECD の 2 倍以上である。

以上は、生活水準の向上を目指しつつ、世界全体の CO<sub>2</sub> 総排出量を減らすには基本的には人口増加率の低下、世界の GDP 当り一次エネルギー消費量と一次エネルギー消費量の CO<sub>2</sub> 排出量を減らす以外ないということを含意している。OECD 諸国は

率先してこれまで以上に CO<sub>2</sub> 排出量を減らすことを目指さなければならない。非 OECD 諸国は OECD 諸国以上に、CO<sub>2</sub> 排出量削減に努めなければならない。省エネ・資源技術に劣る非 OECD 諸国は OECD 諸国にそれを求めてよい。日本は先に指摘したセクター別アプローチのひとつとして、CO<sub>2</sub> を減らす優れた省エネ技術を発展途上国に移転している。この一環として、日本は 2009 年 3 月の G20 で環境インフラ支援 50 億ドルを表明した。

表 4 先進国と発展途上国の CO<sub>2</sub> 排出量の要因分析

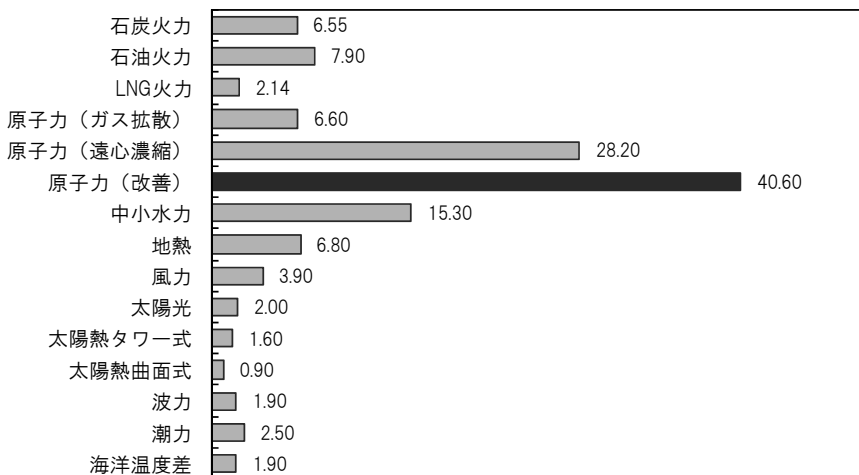
(単位: %)

要因	世界	先進国 (OECD)	発展途上国 (非 OECD)
G(CO <sub>2</sub> /E)	▲0.35	▲0.52	▲0.28
G(E/GDP)	▲0.90	▲1.39	▲0.80
G(GDP)	3.14	2.89	4.28
G(N)	1.60	0.83	1.80
G(GDP/N)	1.52	2.04	2.44
G(CO <sub>2</sub> )	1.86	0.93	3.16

E/GDP に関し、E である電気を  
得る手段である発電の「質」をエネ  
ルギー収支 (EPR : Energy Profit Ratio)  
でみる指標がある (図 1)。これは得  
られるエネルギー (出力) を取り出  
すためのエネルギー (入力) で除し  
たもので、この値が大きいほど良質  
のエネルギーであることを示す。つ  
ぎにエネルギー1 単位当りのより少  
ない CO<sub>2</sub> 排出量のエネルギー源への  
転換である (CO<sub>2</sub>/E)。つまり非化石  
燃料へのエネルギー転換である。表  
5 は日本の電源別 CO<sub>2</sub> 排出量をみた  
もので、発電方式で CO<sub>2</sub> 排出量が最

大なのは石炭火力であり、次いで石  
油火力、LNG などと続く。発電所で  
化石燃料を燃やして電気を作る場合、  
エネルギーへの変換率は約 4 割と効  
率が極めて悪い。これら 2 つのこ  
とはエネルギー部門の転換とエネルギ  
ー・ロスの低減を図る必要があると  
いうことで、一層のエネルギー効率  
向上の必要性を含意している  
(E/GDP=1/GDP/E)。エネルギーは  
効率的に使用されていることは既に  
表 2 (5) 世界主要国・地域の GDP  
当り一次エネルギー消費の推移で確  
認した。

図 1 EPR (エネルギー収支比)



(注)EPR(出力/入力)。中小水力以下は再生エネルギーである  
(出所)電中研ニュース 439

表5 日本の電源別 CO<sub>2</sub> 排出量 (キロワット時間当たり)

(単位: kg)

	石炭 火力	石油 火力	LNG 火力	LNG コンバ インド	太陽光	風力	原子力	地熱	水力
燃料	0.887	0.704	0.478	0.408	0.408	0	0	0	0
設備運用	0.088	0.038	0.130	0.111	0.053	0.029	0.022	0.015	0.011
合計	0.975	0.742	0.608	0.519	0.461	0.029	0.022	0.015	0.011

(出所)電力中央研究所

上記のことは共通して技術革新による一次エネルギー (E) の効率化 (E/GDP、CO<sub>2</sub>/E) を一層目指すことを含意していることは言うまでもない。石油は油田が発見された当初は自噴で取り出すためのエネルギーが少なく、米国での採掘当初の EPR は 100 を越えていた。しかし 3 分の 1 も採掘すると、海水注入さらに高圧 CO<sub>2</sub> を注入するなどをするため、米国で 1970 年代には EPR は 8 まで低下したという。自然エネルギーでは、質は低下しないものの、EPR を上げるためには、各機器の効率の改善、耐用年数を大幅に延ばすなどの工夫と革新的な技術開発が必要である。原子力を EPR でみると、相対的に有利なエネルギー源である<sup>(注 12)</sup>。エネルギー効率の一層の改善には太

陽電池や CO<sub>2</sub> 回収・貯蓄技術 (CCS) など優れた技術開発をする必要がある。日本は 2009 年度から CCS の大規模な実証事業を本格的に実施することを決定した。発電量に占める原子力の割合は約 30%、天然ガス (LNG) 火力が約 24%、石炭火力が約 26% とバランスの取れたものになっており、この組合せはベストミックスと呼ばれている。

2008 年度版経済財政白書は 2008 年の原油・原材料価格高に、必ずしも効果的に対応していないと指摘する。2 つの石油危機を経験した以降、日本はエネルギーの多様化とエネルギー原単位 (対 GDP) の低下を図ってきたが、特に後者は 1990 年以降ほとんど低下していない。これらはエネルギー効率がほぼ横ばいであるこ

とを示している(注<sup>13</sup>)。

以上はいわゆる川上でのCO<sub>2</sub>排出量削減での対応である。CO<sub>2</sub>排出量削減は川下でもある。そのひとつが電気製品でのTop-Runner方式である。家電製品でも日本は世界最高の省エネ国である。これを推進しているのが「トップランナー方式」である。これは電気製品(家電、OA機器)の省エネ基準や自動車の燃費・排ガス基準を、既に市場に出ている機器のうちで最も消費電力の低いあるいは燃費効率が最も高いレベルに設定する仕組である。新しい製品になるほど省エネが高まることになる。日本は1994年4月に改正された「改正省エネ法」で導入した。この時対象になったのは8品目であった。エネルギー節約効果とその達成目標年度が設定された。その後対象品目は逐次追加され2005年7月現在乗用自動車、エアコン、蛍光灯器具、ビデオテープレコーダ、TV受像機、複写機、電子計算機、磁気ディスク装置、貨物自動車、電気冷蔵庫、電気冷凍庫、ストーブ、ガス調理機器、ガス温水機器、石油温水機器、電気便座、自動販売機、変圧器など21

品目である。経済産業省は2008年からコンビニなどにある冷蔵用ショーケース、業務用冷凍冷蔵庫、複合コピー機の3品目を省エネ規制対象品目に追加した。

### 「排出量取引制度」の導入

「セクターアプローチ」の問題点は先に指摘したが、さらに次のような問題もある。ある産業(企業)は例えば政府が割当てたCO<sub>2</sub>削減(排出枠)に成功したのに対し、他の産業(企業)は排出超過がでることである。そこで、相互に過不足分を売買できる市場の必要が生じる。市場で売買できる仕組みが「排出量取引制度」である。IPCCが高く評価している1997年に採択された「京都議定書」ですでに導入されたスキームである。これは国別の約束達成に関する柔軟措置として、他国における温室効果ガスの排出削減量等の一部を利用できるという仕組みいわゆる「京都メカニズム」である。これらには3つある。第1は共同実施(Joint Implementation:JI)である。削減約束を有する附属書I国(先進国および市場経済移行国)が、他の附属書I国で

行った温室効果ガス削減プロジェクトによる排出削減量を、自国の削減約束の達成のために使用できるスキームである。第2はクリーン開発メカニズム（Clean Development Mechanism：CDM）である。CDMは附属書I国が発展途上国で行ったプロジェクトを通して、排出削減量を獲得できるというスキームである。一般にCDMは附属書I国から発展途上国に向けた技術・資金の移転を可能とすると評価されている。これによって、今度は発展途上国自身がその資本と技術を温暖化対策に向けることができる。第3は排出量取引（Emission Trading：ET）である。ETは附属書I国間で、温室効果ガスの削減量の取引を行うスキームである。

EUは2005年から政府が強制的に排出上限を課すという独自の取引制度を導入している。日本も福田康夫首相が提案したCO<sub>2</sub>排出取引制度を2008年10月から国内で試験的に導入した。「排出量取引」は外国ともおこなわれる。民間ベースでは既に行われているが、日本政府がウクライナ政府から排出枠を購入する。日本が外国の政府から調達するのはウク

ライナが初めてである。これは京都議定書で日本が2008—2012年の温室効果ガス排出量を平均で1990年比6%削減しなければならないが、国内の取組みだけでは不可能であるため、そのうち1.6%を海外から購入して目標を達成する<sup>(注14)</sup>。

#### 注

- (1) IPCCが第1次から第4次までに観察した事実に基づいている報告書（気象庁日本語訳）に依拠している（第6章「古気候」）。
- (2) ジョン・グリビン『地球生命35億年物語』（木原悦子訳、徳間書店、1993年）257ページ。
- (3) 同上、258ページ。
- (4) NASAの計算によると、産業革命以降250年間に主要国が排出した二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の累積量は、米国が世界全体の27.8%と突出して大きく、以下中国7.8%、ロシア7.5%、ドイツ6.7%、英国6.1%、日本3.9%、インド2.4%と続き、以上7カ国合計で62.2%も占める（読売新聞2007年2月27日付け夕刊）。
- (5) もっともカタール、クウェート、アラブ首長国連邦、シンガポール、サ

- ウジアラビアなど非付属国 B 国なども上位に位置する。2000 年時点でカタール、クウェート、アラブ首長国連邦は文字とおり上位 3 カ国である。
- (6) 「一次エネルギーとは、いろいろな形のエネルギーの最初にエネルギーの源になるもので、石油・石炭・天然ガス等の化石燃料、原子力の燃料であるウラン、水力・太陽・地熱等の自然エネルギー等、自然から直接得られるエネルギーである」(経済産業省 HP)。
- (7) 環境省編『環境循環型社会白書』平成 19 年版、31 ページ、『エコノミスト』2006 年 11 月 21 日号。経済産業省編『平成 19 年度エネルギーに関する年次報告概要』第 1 部エネルギーを巡る課題と対応、第 2 章地球温暖化問題解決に向けた対応で、詳細に分析している。
- (8) 資源エネルギー庁『エネルギー白書 2008』76-77 ページ。
- (9) 同上 74-75 ページ。
- (10) 2009 年 3 月に発表された政府の中期目標検討委員会の試算によると、2020 年までに温室効果ガスを最も厳しい 1990 年比で 25%削減したとすると、現状の政策を続行した場合に想定される 4%増に比べ、GDP の押し上げ幅は 3.2-6.0%になる。一所帯当りの可処分所得も 22-77 万円押し下げられる(2020 年時点)。失業率は 1.9%に跳ね上がる。
- (11) 人口増加率の減少は地球温暖化ガスを急速に減少させる。また 1 人当り所得の上昇は 1 万ドルまでは地球温暖化ガスを比例的に増加させる。しかし 1 人当り所得が 1 万 7000 ドルを超えると 1 人当り排出量は低下するという逆 U 字減少が生じる。先進国の地球温暖化ガスの相対的比率は低下する (Brian C. O' Neill, F. Landis MacKeller, Wolfgang Litz *Population and Greenhouse Gas Emissions*, Cambridge University Press, 2005, Chapter4 p.126, p.131, p.133)。
- (12) 天野治『エネルギーの「質」から、将来の石油代替エネルギーを考える』(電中研ニュース 439)。
- (13) 『経済財政白書』(「むすび」平成 20 年版) 231 ページ。
- (14) 排出基準の厳しい国から緩やかな国に生産拠点を外国にシフトさせるようになる。地球全体ではネットの CO<sub>2</sub> 総排出量自体は増加させかねない。これは「炭素リーケージ(漏出)」という現象で、特に EU は懸念している。