

世界の2030年までのエネルギー展望：World Energy Outlook 2002

(国際エネルギー機関著、IEA)の概要 (その一) 総論

常務理事 藤目和哉

はじめに

IEAは2002年9月「World Energy Outlook 2002」を発表した。これは、2000年に発表したWorld Energy Outlook 2000の更新版である。その供給面からの詳細版(補足版)が2001年に「World Energy Outlook 2001 INSIGHTS-Assessing Today's Supplies to Fuel Tomorrow's Growth」と題して出版されている。2000年版は経済産業調査会から「2020年世界のエネルギー展望2000年版」の日本語版が出ている。日本エネルギー経済研究所のホームページにはいずれも原稿の概要が紹介されている(海外文献紹介あるいはライブラリ)。今回の2002年版は翻訳が企画されているようであるが、それが出版されるまでには原本が出たあと1年以上のタイムラグが予想されるので、2002年版の概要を総論と各論に数回(月1回程度)に分けてエネ研HPで紹介することにしたい。

2002年版の特徴は展望のタイムスパン(時間の広がり)を、2000年版の2020年から10年展ばして2030年にした事である。その他に、中国、インドについてかなり掘り下げられていること、基準ケースに加え、主としてCO₂排出削減を京都議定書目標並みに行う代替政策シナリを問題提起として描き、それが如何に難しいかを示唆しCO₂制約を明確に意識していることなどである。このことは、2002年版が2002年8月末から9月初めにヨハネスブルグで開かれたリオ+10の地球サミットに照準を定めて発表されたいきさつからも判る。原本の最後尾に統計資料として掲載されているエネルギー需給等の推移と見通し(基準シナリオ)の総括表は、年次は過去実績が1971年、2000年、将来見通しが2010年、2020年、2030年となっている、原本の表題がWorld Energy Outlookとなっているように、単なる世界エネルギー「需給」見通しではなく、多面的な見通しである。項目としては1. 一次エネルギー供給 2. 発電へのエネルギー投入量、3. その他転換部門・自家消費・損失、4. 最終エネルギー消費、4-1 産業部門 4-2 輸送部門 4-3 その他部門 4-4 非エネルギー部門、5. 発電量、6. 発電能力、7. その他再生可能エネルギーの発電能力、発電量内訳(バイオマス、風力、地熱、太陽)、8. 炭酸ガス排出量計(エネルギー別) 8-1 発電部門 8-2 その他転換部門・自家消費・損失 8-3 最終エネルギー消費(エネルギー別) 8-4 産業部門 8-5 輸送部門 8-6 その他部門 8-7 非エネルギー部門、と20項目にわたって、実数、シェア(比率)、年平均伸び率が載っている。地域は、1. 世界 2. OECD 3. OECD北アメリカ 4. アメリカ+カナダ 5. メキシコ 6. OECDヨーロッパ 7. ヨーロッパ連盟(EU) 8. OECD太平洋 9. 日本+オーストラリア+ニュージーランド 10. 韓国 11. 移行期経済国(旧ソ連+東欧) 12. ロシア 13. 発展途上国計 14. 中国 15. 東アジア 16. インドネシア 17. 南アジア 18. インド 19. ラテンアメリカ(中南米) 20. ブラジル 21. 中東 22. アフリカ、と7カ国が国別までブレイクダウンされているが、残念ながら日本はない。日本については総合資源エネルギー調査会発表(2001年6月)の長期

エネルギー見通しが使われているわけではなく、IEA事務局の独自の見通しが使われている(モデル上は日本は別れていて、原子力等を含めて極めて現実的予測であるといわれている)が、公表はされていない。World Energy Outlook は、主要国の公式政府見通しを統合、あるいは考慮しているわけではなく、IEA事務局が作成した計量経済モデルでの予測がベースになった見通しである。したがって、このモデルが、2030年までの長期の予測に耐えうるものかが問題になる。基本的にはトレンド延長型になっており、多くの不確実性を大胆に想定しているが、不連続型のシナリオは含まれておらず、また代替シナリオについての詳細なデータは発表はされていない。基準シナリオをベースに、エネルギー・環境問題について議論したり対応策を考えたりするには格好の材料が提供されているというべきであろう。原本は英文で530ページもあるが、エネルギー研究・調査のためには必須のテキストであるといえよう。なお、原本の著作権はIEAにあるが、原本のデータ、図、表等の利用については事前にIEA事務局の了承を得ている。

1. 分析と見通しの枠組み

(1) 経済成長と人口

エネルギー需要の基本的枠組みを決めるのは、人口増減とそれを含む経済成長(実質GDP増減)である。いずれも、1971-2000年より2000-2030年の方が鈍化する。ただし、移行期経済国の経済成長が社会主義崩壊の混乱で2000年以前は大幅に落ち込んだが、社会減もあって人口の減少率はさらに落ち込むものの、2000年以降は急速に上向くと見ている。アフリカや中東は人口増が経済成長と同じか上回っていた(一人当たり実質GDPが増えないか減少する)が、2000年以降反転一人当たり実質GDPも増加に転じると見ている。

先進国(OECD)と発展途上国の経済成長率の格差は前者の年率3%と後者の年率4.8%の比率1.6が2000年以降の30年では2.0%対4.1%と2.05の比率へと上がり、かなりの途上国の追い上げが見込まれているが、一人当たりGDPの格差は殆ど宿小しない(表1参照)。

表1 世界主要地域・国の実質経済成長率、(人口増加率)の推移と見通し - 年平均%

	1971 - 2000 年	2000 - 2030 年
世界	3.3 (1.7)	3.0 (1.0)
OECD	3.0 (0.8)	2.0 (0.4)
北アメリカ	3.2 (1.3)	2.1 (0.8)
アメリカ、カナダ	3.2 (1.0)	2.0 (0.8)
メキシコ	3.9 (2.4)	3.4 (1.0)
ヨーロッパ	2.5 (0.5)	2.0 (0.1)
EU	2.4 (0.3)	1.9 (-0.1)
太平洋	3.7 (0.9)	1.0 (0.1)
日本、オーストラリア、ニュージーランド	3.2 (0.8)	1.6 (0.0)
韓国	7.4 (1.3)	1.6 (0.4)
移行期経済国	0.1 (0.5)	1.1 (- 0.3)
ロシア	- 2.9* (- 0.3) *	3.0 (- 0.6)
途上国	4.8 (2.0)	4.1 (1.3)
中国	8.2 (1.4)	4.8 (0.5)
東アジア	4.6 (2.0)	3.6 (1.0)
インドネシア	4.1 (1.9)	3.9 (1.0)
南アジア	4.8 (2.1)	4.6 (1.3)
インド	4.9 (2.1)	4.6 (1.1)
ラテンアメリカ	4.1 (2.0)	3.0 (1.1)
ブラジル	4.9 (1.9)	2.9 (1.0)
中東	2.9 (3.2)	2.6 (2.3)
アフリカ	2.7 (2.7)	3.6 (2.1)

(出所) 経済世長：OECD，世界銀行，IMF，アジア開発銀行、

人口：国連，OECD，世界銀行

(注) *は1992 - 2000年

(2) エネルギー価格

エネルギー価格は、まず原油価格（IEA加盟国平均輸入価格）の想定を設定し、ガス価格は基本的には石油価格との関係を参考にし、地域のエネルギー市場の競合関係を考慮して水準を決めている。原油価格はOPECの余剰能力を反映して21世紀に入って2020年までは20ドル/バレル台の前半で推移するが、OPEC依存度の高まり、非在来石油の導入もあって2030年には30ドル近くまで上昇する。ガス価格は21世紀に入って今後原油価格低落に対応して低位に推移する。アジアと欧米との格差は割安な欧米が相対的に上方修正され、割高なアジアで相対的に下方修正されて縮小するが、地域的市場の条件の違いを反映してある程度の格差は残ると見込んでいる、石炭は原油価格の水準に影響を受けるが、コストプラスで安定的に相対的に低位に推移すると見ている。

表2 化石燃料価格の推移の想定(2000年米ドル価値)

	2000年	2010年	2020年	2030年
IEA平均原油輸入価格(米ドル/バレル)	28	21	25	29
天然ガス価格(米ドル/百万BTU)				
アメリカ輸入価格	3.9	2.7	3.4	4.0
ヨーロッパ輸入価格	3.0	2.8	3.3	3.8
日本LNG輸入価格	4.7	3.9	4.4	4.8
OECD平均一般炭輸入価格(米ドル/トン)	35	39	41	44

(3) 主要な不確実性

2030年までの見通しは、世界エネルギーモデルを組んで行っているが、主要な不確実性あるいはモデルそのものではなくて、インプット等前提となる想定そのものの考え方による。それらを取り上げると以下の点である。

マクロ経済見通し

エネルギー関連技術の進展

エネルギー・環境政策

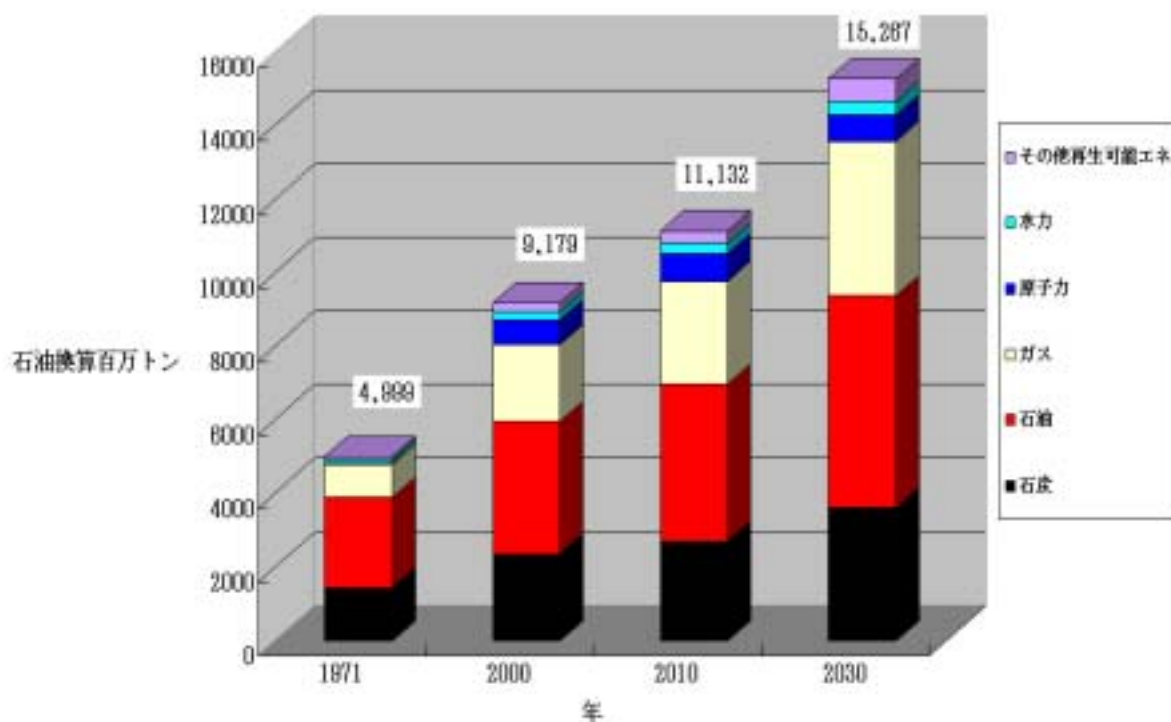
エネルギー供給インフラへの投資動向

2. 世界のエネルギー需給の推移と見通し

(1) 一次エネルギー需要（供給）の伸び

	石油換算百万トン				年平均伸び率 (2000-2030)
	1971	2000	2010	2030	
石炭	1449	2355	2702	3606	1.4
石油	2450	3604	4272	5769	1.6
ガス	895	2085	2794	4203	2.4
原子力	29	674	753	703	0.1
水力	104	228	274	366	1.6
その他再生可能エネ	73	233	336	618	3.3
計	4999	9179	11132	15267	1.7

図1 世界の一次エネルギー需要の推移と見通し



世界の一次エネルギー需要は 2000 - 2030 年は年平均経済成長率 3% に対し年平均 1.7% で弾性値 0.57 と過去 30 年の 0.64 (2.1% ÷ 3.3%) に比べ低下する。

一次エネルギーの中で、2000 - 2030 年で最も伸び率の大きいのは其の他再生可能エネルギーが年平均 3.3%、次は天然ガスが同均 2.4%、石油、水力が同 1.6%、石炭が同 1.4%、原子力が同 0.1% となる見込みである(表 3、図 1 参照)。

(2) 一次エネルギー供給構成

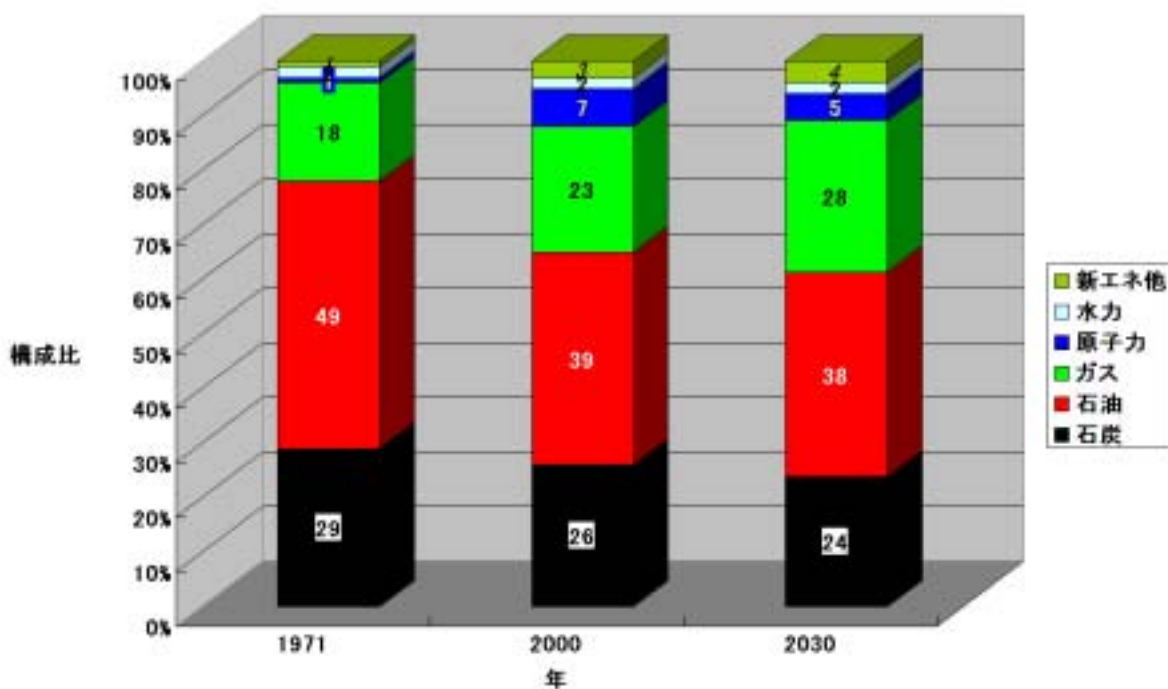
表 4 世界の一次エネルギー供給構成 (%)

	1971	2000	2030
石炭	29	26	24
石油	49	39	38
ガス	18	23	28
原子力	1	7	5
水力	2	2	2
新エネ他	1	3	4
計	100	100	100

世界の一次エネルギー供給〔需要〕構成の中で 2030 年でも一番大きな比率を占めるのは石油である。第一次石油危機前の 1971 年には石油は約半分の 49% を占めていたが、2000 年には原子力やガスへの代替などが先進国で進み 39% になっていた。今後は発展途上国の輸送用需要の増大で、シェアが 2030 年でも 38% とあまり変わらず一次エネルギー供給全体とほぼ同じ程度で増加し 4 割近くを占めると見込まれている。ガスは 30 年前は 18% に過ぎなかったが、2000 年には 23% と拡大し、今後もガスシフトは進み 2030 年で 28% にまでシェアは高まる。石炭は、環境面の逆風がいつそう強くなるが、その低廉さとクリーンテクノロジーの進歩、移転での利用が進み 2030 年でも全体の約 4 分の 1 を占める。

原子力はアジア地域を除きヨーロッパを中心に後退することが予想され、2000 年の 7% から 30 年後には 5% に縮小することが見込まれている(表 3、図 2 参照)。

図2 世界の一次エネルギー供給構成



(3) 最終エネルギー消費の伸びと構成

世界の最終エネルギー消費の2000 - 2030年における年平均増加率は1.7%で一次エネルギー供給の伸びと同じである、最終エネルギー消費は、一次エネルギー供給量から発電等転換部門を除くので転換ロスを差し引いたものである、最終エネルギー消費の一次エネルギー供給に対する比率は、1971年は72.7%であったが、2000年には65.7%、2030年は66.0%と2000年以前は電力化促進等で転換ロスは増大したが、2000年以降は電力化はさらに進むものの、発電効率の向上が転換ロスをカバーし、比率は殆ど変わらない(表5参照)。

最終消費形態では、石油が輸送用を中心に約半分を占めることは2000年も2030年も変わらない。石炭消費は民生用や産業用は後退し、中間投入である発電用を中心に消費が伸びるためシェアは2030年には7%に縮小する。ガスも発電用への中間投入が大きく伸び、最終消費では2030年18%と2000年と殆ど変わらない。シェアを大きく伸ばすのは電力で、2000年の18%から2030年には22%と電力化が利便性を梃子に拡大する(表6参照)。

用途別には輸送用の伸びが北米や途上国で大きく、2000年の29%から2030年には33%と全体の3分の1を占めるに至る。反面産業用は産業構造の変化等で2000年の35%から2030の32%へと3分の1を切る(表7参照)。

表5 世界の最終エネルギー消費の推移と見通し						
	石油換算トン (%)					
	1971	2000	2010	2030	2000-2030 年平均伸び率	
石炭	630	554	592	664	0.6	
石油	1890	2943	3545	4956	1.8	
ガス	604	1112	1333	1790	1.6	
電力	377	1088	1419	2235	2.4	
熱	68	247	260	285	0.5	
再生可能エネルギー	66	86	106	150	1.8	
計	3634	6032	7254	10080	1.7	

表6 世界の最終エネルギー別消費構成(%)			
	1971	2000	2030
石炭	17	9	7
石油	52	49	49
ガス	17	18	18
電力	10	18	22
熱	2	4	3
新エネ	2	2	1
計	100	100	100

表7 世界の最終エネルギー消費用途構成(%)			
	1971	2000	2030
産業部門	38	35	32
輸送部門	23	29	33
家庭・民生等	30	32	32
非エネルギー	9	4	3
計	100	100	100

(4) 世界の発電量と電源構成

表8 世界の発電量の推移と見通し

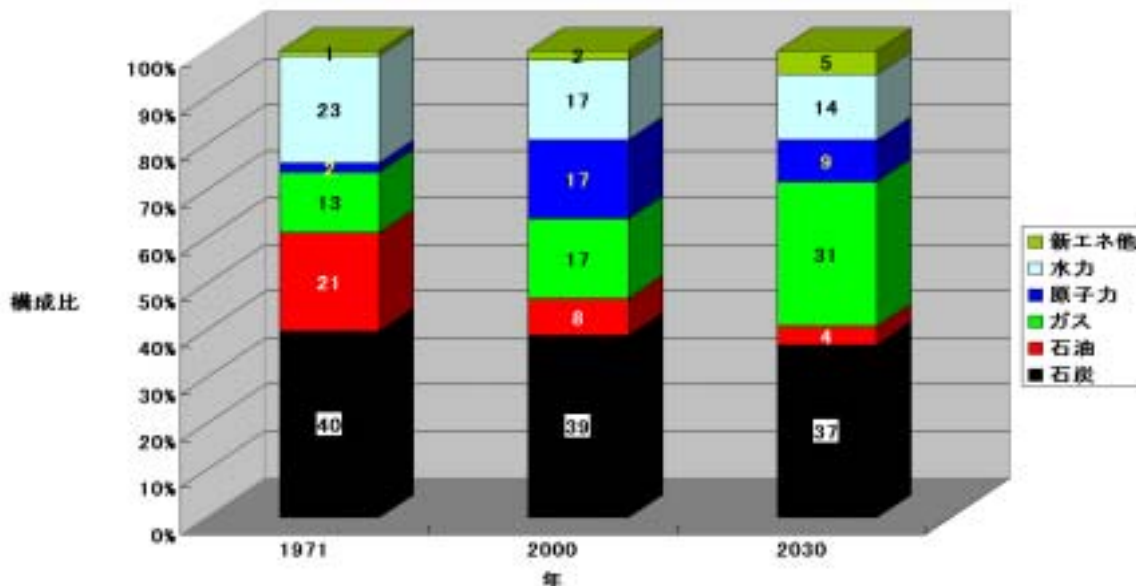
	TWh(10億 kWh)				
	1971	2000	2030	1990 - 2000 %/年	2000 - 2030 %/年
石炭	2101	5989	11591	3.7	2.2
石油	1095	1241	1326	0.4	0.2
ガス	696	2676	9923	4.8	4.5
水素燃料電池	0	0	349		
原子力	111	2586	2697	11.5	0.1
水力	1208	2650	4259	2.7	1.6
その他再生可能エネルギー	36	246	1381	6.9	5.9
計	5248	15391	31528	3.8	2.4
2000 = 1	0.34	1.00	2.05		

表9 世界の電源構成

	(%)		
	1971	2000	2030
石炭	40	39	37
石油	21	8	4
ガス	13	17	31
原子力	2	17	9
水力	23	17	14
新エネ他	1	2	5
計	100	100	100

世界の電力需要（発電）の伸びは1971 - 2000年までの年平均3.7%から2000 - 2030年には同2.4%へと鈍化する。対GDP弾性値は1.12から0.80に低下する。しかし二次（最終）エネルギー消費の中では最も高い伸びを示す（表5参照）。電源構成はガスが17%から31%へと主要な電源となる。原子力が17%から9%へと縮小し、石油は8%から4%へと半減する。水力も伸び悩み17%から14%へと低下する。最大の電源である石炭は39%から37%へと若干シェアを減らすことになる（表8、図3参照）。

図3 世界の電源構成（発電量ベース）



(5) 世界のCO₂排出量・比率の推移と見通し

世界のCO₂排出量は、2000年から2030年までで約7割(年率1.8%)増える。これはエネルギーの伸び率を若干上回る。それは、原子力の比率低下が化石燃料でカバーされるからである。特に途上国であるアジア、南米、アフリカでCO₂の排出増加が年率3%以上と著しい。OECD諸国は増加率は年1%以下(0.9%)に落ち込む。京都議定書で排出抑制対象になっていない途上国の伸びが大きく、比率も拡大する。

京都議定書の付属書1国(OECD先進諸国+旧ソ連・東欧諸国)のみについてIEAの2010年見込みと議定書目標量(2010年)を比較してみると、旧ソ連・東欧諸国のホットエアー(1990年以降の経済落ち込みで排出量が劣せずして2010年目標を下回る量、それを排出権として売ることができる)を含めても約15%上回る。この差を政策でゼロにするか、途上国からCDM(クリーン開発メカニズム)に伴う排出権で穴埋めする必要がある。もっとも、アメリカを除くと差は2%と小さくなる。

表10 世界のCO₂排出量の地域別構成比の推移と見通し

	1971		2000		2030	
	CO ₂ 百万トン	構成比%	CO ₂ 百万トン	構成比%	CO ₂ 百万トン	構成比%
米加	4,672	34.2%	6,175	27.3%	8,327	21.8%
欧州	3,635	26.6%	3,890	17.2%	4,778	12.5%
OECD太平洋	951	7.0%	1,945	8.6%	2,545	6.7%
旧ソ連等	2,281	16.7%	2,488	11.0%	3,846	10.1%
中国	812	5.9%	3,052	13.5%	6,718	17.6%
インド	203	1.5%	937	4.1%	2,280	6.0%
東アジア	232	1.7%	1,129	5.0%	2,805	7.4%
南米	360	2.6%	877	3.9%	2,104	5.5%
中東	122	0.9%	978	4.3%	1,879	4.9%
アフリカ	266	1.9%	676	3.0%	1,874	4.9%
その他	120	0.9%	492	2.2%	1,005	2.6%
世界計	13,654	100.0%	22,639	100.0%	38,161	100.0%

(出所) World Energy Outlook 2002 (OECD/IEA)

図4 世界のCO₂排出量と構成比の推移と見通し

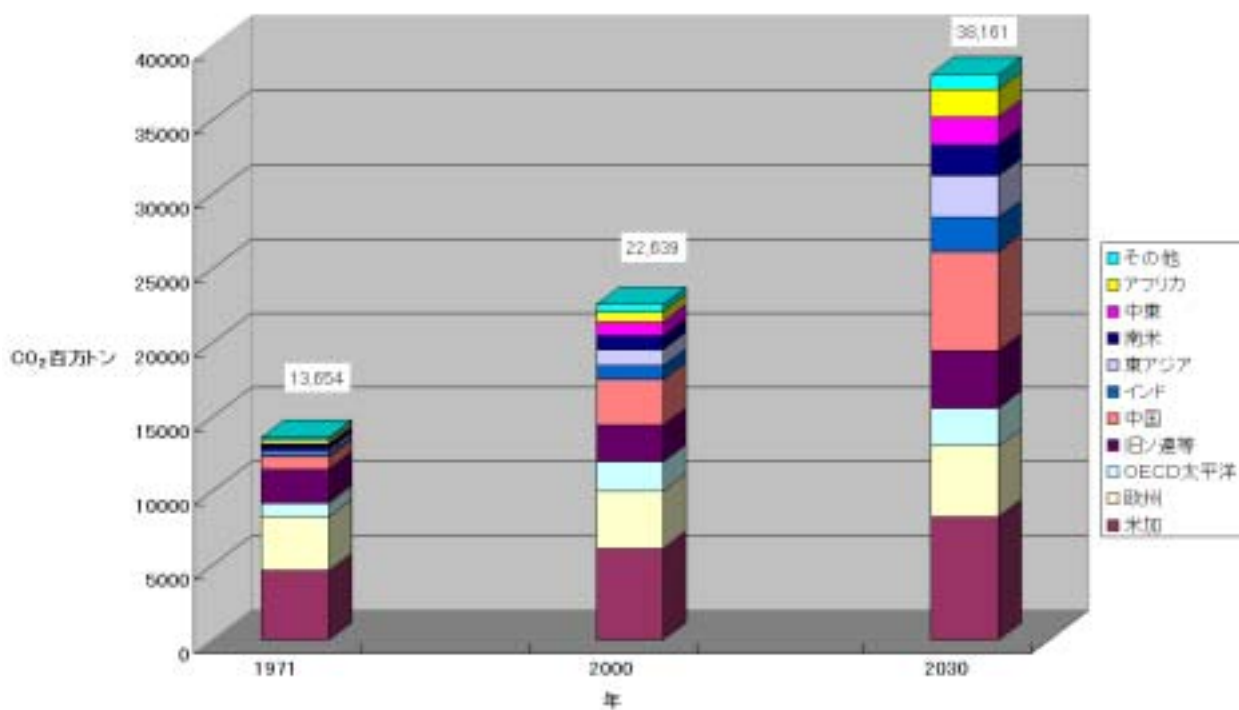


図5 世界のCO2排出量地域分布の変化

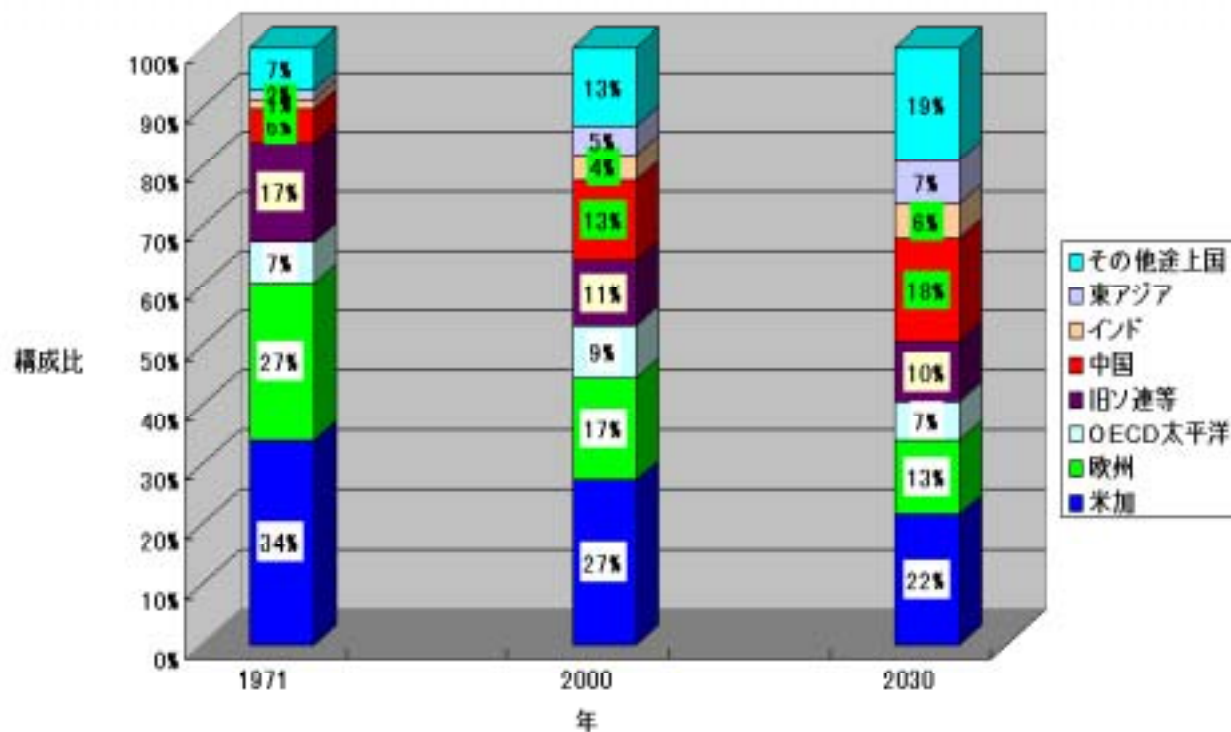


表 11 付属書1国 CO₂排出量推定と京都議定書排出目標とのギャップ

(CO₂換算百万トン)

地域・国	(a)排出目標 (2010年)	(b)排出推定 (2010年)	ギャップ (b) - (a)	ギャップ ((b)/(a)-1.00) × 100%
OECD 付属書1国	9,662	12,457	2,795	28.9
ロシア	2,212	1,829	- 383	- 17.3
ウクライナ+東欧	1,188	711	- 477	- 40.2
付属書1国計	13,062	14,997	1,935	14.8

(注) ロシア、ウクライナ+東欧の差 (b) - (a) がホットエアである。