

# World Bank レポートにおける温暖化対策に関する 各国ランキング、指標について

平成 20 年 10 月 1 日

RITE システム研究グループ

## 1. はじめに

CO<sub>2</sub> 排出要因分析に関するレポートが、2007 年に World Bank (WB) から出されている[1]。そこでは、各国における温暖化対策の実施状況をランキングしている。

マスコミ、国会などの各方面でこの結果が取り上げられており、この WB による、世界ランキングの結果において、日本の評価が低かったことについて触れられている。

このような評価は順位だけが一人歩きしかねないため、本レポートでは、WB レポートについてその詳細を探り、合わせてその問題点も指摘する。

## 2. World Bank レポートの概要

WB レポートでは、1994-2004 年の間における  $[-(\Delta \text{CO}_2/\text{GDP})/(\Delta \text{GDP})]$  による削減効果の指標 (Offsetting) によって、70 カ国をランキングした結果が報告されている (表 1、表 2)。すなわち GDP 成長に起因する CO<sub>2</sub> 排出増加が、CO<sub>2</sub> 原単位の改善 (省エネルギーの進展+燃料転換の進展) によって相殺された比率が高いほど、高くランキングされる。更に換言すると、GDP 成長率は低いながら CO<sub>2</sub> 原単位の改善が大きい国が最も高くランキングされる (例えば第 1 次産業に回帰すると高くなる特徴さえも有する)。続いて GDP 成長率は高いけれども、CO<sub>2</sub> 原単位の改善も大きい国が高くランキングされる傾向がある (第 3 次産業が進展した国)。実際に上位にランキングされたのは、ロシア・東欧諸国であり、またドイツ、北欧の一部の国も上位にランキングされている。一方で、産油国、日本は下位にランキングされるとしている。これらの国の指標はマイナスを示されており、CO<sub>2</sub> 排出削減が進展していないことを意味するとしている。

しかし、GDP を用いて省エネルギー進展の度合いを見ることは、例えば、第 3 次産業が伸び、第 2 次産業が縮小し国外に移転した場合でも、省エネルギーが進んだと見かけ上の結果を示し得る。すなわち温暖化対策に対する絶対的な評価でもなければ、温暖化対策の努力度合いが示されているとも言えないため、このような評価には大きな注意を要する。

また、このような指標は先に示したように数値あるいは順位だけが一人歩きしかねないので、ここでは、WB レポートの要因分析に用いられた手法とデータについてその詳細を検証した。

表 1. 1994-2004 年の CO2 排出量要因分析 (Mt-CO2) (出典 : World Bank[1])

	Ceff	Seff	Ieff	Geff	Peff	ΔE	GDP in PPP per capita
Norway	-2.4	11.6	-6.7	10.3	2.6	15.4	36234
USA	6.1	14.6	-1126.1	1210.7	569.0	674.5	36234
Ireland	-0.9	-0.2	-12.3	22.3	4.6	13.4	33102
Switzerland	-0.2	1.3	-4.4	4.2	1.6	2.6	31958
Austria	0.2	2.0	-3.1	12.5	1.3	13.0	29675
UK	-25.5	8.3	-133.7	143.7	19.6	12.4	29406
Denmark	-1.3	-6.2	-13.5	10.1	2.3	-8.6	29338
Canada	-9.4	38.6	-109.9	124.1	52.2	95.5	29164
Netherlands	11.1	-2.9	-21.1	46.0	13.3	46.4	28918
Belgium	-6.8	-0.2	-2.5	25.6	4.0	20.1	28437
Sweden	-1.1	-2.3	-13.3	15.2	1.5	-0.1	28226
Finland	-1.2	-2.5	-13.3	19.3	1.7	4.0	28078
Australia	6.3	3.3	-22.0	80.7	38.8	107.2	28049
Japan	41.8	-0.4	0.6	106.1	26.0	174.1	27080
France	-2.5	-4.1	-32.0	69.9	15.0	46.3	26989
Germany	-22.2	-23.7	-84.7	111.6	14.1	-4.9	25905
Italy	-6.6	3.2	20.0	61.6	6.5	84.8	25641
Singapore	-4.1	0.0	-0.5	28.6	24.4	48.4	25209
Spain	-4.9	8.7	22.3	82.3	20.2	128.5	23782
Israel	-1.6	0.2	0.7	5.3	13.5	18.1	22950
NZ	1.7	1.3	-7.2	7.7	3.4	6.9	22423
UAE	-4.6	0.0	-21.6	2.0	71.7	47.4	22135
Greece	-2.9	-1.8	-8.1	30.3	4.7	22.2	20077
Korea, Rep. of.	-11.0	-21.9	-28.0	175.9	27.9	142.8	19108
Portugal	-1.1	1.3	2.6	12.4	2.3	17.4	18278
Bahrain	-0.3	0.0	-1.7	4.4	4.5	7.0	18148
Czech Rep.	-6.9	-6.1	-23.2	30.3	-1.2	-7.1	17233
Hungary	-4.1	0.0	-20.0	23.2	-1.2	-2.1	15228
Oman	-0.3	0.0	2.0	3.1	3.4	8.3	13881
Slovakia	-2.8	-1.4	-14.5	16.1	0.4	-2.2	13282
Saudi Arabia	-6.6	0.0	70.9	-18.7	81.2	126.8	12661
Trinidad & T	-6.3	0.0	1.5	14.7	1.0	10.9	12181
Poland	-20.0	1.0	-148.0	134.8	0.2	-31.9	11797
Argentina	-4.6	2.8	14.4	0.0	14.1	26.6	11750
Croatia	0.8	0.5	-5.5	8.7	-0.5	4.0	10890

	Ceff	Seff	Ieff	Geff	Peff	ΔE	GDP in PPP per capita
Chile	-3.5	3.4	3.7	15.8	6.2	25.6	10168
Malaysia	-5.2	2.7	8.6	31.9	26.8	64.9	9374
South Africa	-0.3	-1.0	-30.1	62.2	55.0	85.8	9362
Mexico	-9.5	-4.0	-28.9	40.1	54.1	51.7	9061
Russia	-34.5	-17.7	-414.3	514.2	-52.4	-4.6	9018
Romania	0.3	-7.8	-39.3	30.4	-4.9	-21.3	7688
Bulgaria	-2.4	-1.6	-8.0	12.1	-3.6	-3.4	7577
Thailand	-9.7	-0.8	49.7	35.7	16.8	91.8	7453
Brazil	-27.2	2.0	22.3	27.6	43.9	68.6	7406
Tunisia	-1.3	-0.1	-2.5	6.4	2.2	4.9	7170
Turkey	-8.4	2.1	9.7	41.9	27.7	73.0	6951
Dominican Rep.	0.3	-0.2	3.2	5.1	2.1	10.5	6786
Iran	-27.3	1.3	35.2	107.5	36.6	153.1	6738
Kazakhstan	3.3	2.9	-59.9	84.3	-12.8	17.8	6504
Belarus	-3.8	-0.1	-34.6	31.0	-2.8	-10.3	6425
Colombia	-2.1	-0.5	-7.1	2.3	9.3	1.9	6275
Algeria	-6.7	-0.3	-30.4	18.2	12.4	-6.9	6058
Ukraine	-11.3	-16.6	-93.0	84.0	-38.8	-75.7	5949
Venezuela	2.2	-0.2	8.9	-12.3	25.4	24.1	5457
China	-108.3	-35.8	-1155.4	2917.7	293.0	1911.2	5441
Peru	-0.1	-1.7	-2.6	4.6	4.1	4.3	5122
Philippines	-0.3	-1.2	-2.1	13.2	12.5	22.0	4431
Morocco	-0.9	-0.9	-4.6	3.9	4.4	1.9	3875
Egypt	-11.4	2.6	5.8	29.8	22.9	49.7	3747
Ecuador	0.6	0.2	-1.4	2.3	3.1	4.7	3740
Azerbaijan	-1.7	-1.1	-31.4	21.8	3.4	-9.0	3551
Syria	-1.2	0.7	-2.3	2.6	12.0	11.9	3304
Indonesia	-1.6	-3.3	30.1	40.6	33.6	99.4	3245
India	-31.7	20.0	-152.4	394.4	153.2	383.6	2831
Vietnam	-5.9	1.4	5.5	22.9	5.9	29.8	2520
Pakistan	-3.7	1.0	-10.4	13.3	21.7	22.0	1969
Angola	5.4	0.2	-2.2	5.7	3.3	12.4	1772
Bangladesh	0.2	0.2	4.2	8.5	5.5	18.7	1756
Uzbekistan	-3.9	1.2	-14.7	24.1	16.7	23.3	1712
Nigeria	-29.8	-0.5	-6.6	13.3	22.7	-1.0	959
<b>Aggregate</b>	<b>-156.4</b>	<b>150.4</b>	<b>-3389.3</b>	<b>5735.0</b>	<b>2664.6</b>	<b>5004.3</b>	<b>9099</b>

\* See the discussion of equation (5) for definitions of the decomposition factors.

表 2. 1994-2004 年の要因分析による Offsetting 値 (出典 : World Bank[1])

Country	Offsetting	Country	Offsetting
Ukraine	267.4	Belgium	32.0
Romania	183.6	Trinidad and Tobago	30.4
Denmark	169.1	India	30.0
Bulgaria	140.3	Korea, Rep. of	29.9
Belarus	136.4	South Africa	26.8
Azerbaijan	135.5	Netherlands	21.7
Czech Republic	124.4	Bahrain	21.5
Poland	123.7	Syria	19.0
Algeria	122.6	Philippines	14.2
Slovakia	113.5	Ecuador	12.4
Hungary	109.5	Australia	10.3
Germany	103.9	Singapore	8.8
Nigeria	102.7	Austria	6.0
Russia	101.0	Egypt	5.7
Sweden	100.4	Brazil	4.0
United Kingdom	92.4	Israel	3.5
Colombia	83.6	Vietnam	-3.3
Finland	80.7	Turkey	-4.9
Morocco	77.3	Iran	-6.3
Kazakhstan	75.0	Malaysia	-10.5
United States	62.1	Chile	-16.2
Switzerland	56.7	Portugal	-18.6
Croatia	51.5	Norway	-19.5
Peru	50.6	Italy	-24.4
Ireland	50.2	Spain	-25.4
Canada	45.8	Oman	-26.9
France	45.5	Japan	-31.9
Mexico	45.1	Bangladesh	-33.2
Tunisia	43.8	Indonesia	-33.9
Uzbekistan	42.8	Angola	-38.6
China	40.5	Dominican Republic	-45.6
New Zealand	37.9	Thailand	-74.6
Pakistan	37.1	Venezuela	-83.8
Greece	36.5	Argentina	-89.8
United Arab Emirates	35.7	Saudi Arabia	-102.8

※ 用語について

$C_{eff}$  : Coefficient effect, CO<sub>2</sub>/ fossil fuel

$S_{eff}$  : Substitution effect, share of fossil fuel/ total energy

$I_{eff}$  : energy Intensity effect, energy/ GDP

$G_{eff}$  : change in GDP per capita, GDP/ population

$P_{eff}$  : change in Population

$E$  : Emissions

### 3. 要因分析に用いられた方法論

- WBレポートで引用されている3件の文献(Ang(2004) [2], Ang(2005) [3], Lee and Oh(2006) [4])は、要因分析にはlogarithmic mean Divisia<sup>1</sup> (LMD)が適しているという主旨の内容である。
- これらの文献によると、従来のアプローチは、ラスパイレス<sup>2</sup>(Laspeyres)やパーシェ<sup>3</sup>(Paasche)、Marshall-Edgeworth法のようなもので、残差項を残すため問題があり、完全要因分析の手法を見つけ出すのは容易でない。しかし、LMDは残差項を残さない、としている。
- そこで、以下のようにLMDによって各要因のCO<sub>2</sub>排出量の増大・削減量を求めている(単位: CO<sub>2</sub>排出量 (Mt-CO<sub>2</sub>等))。

$$C_{eff} = [E(t) - E(0)] \begin{bmatrix} \frac{\partial C(t)}{\partial t} \\ \frac{\partial E(t)}{\partial t} \end{bmatrix} = [E(t) - E(0)] \begin{bmatrix} \ln \frac{C(t)}{C(0)} / t \\ \ln \frac{E(t)}{E(0)} / t \end{bmatrix} \quad (\text{文献[1]})$$

(S<sub>eff</sub>、I<sub>eff</sub>、G<sub>eff</sub>、P<sub>eff</sub>についても同様)

- しかし、各要因は、茅恒等式[5][6]に[ E(t) - E(0) ] / [ ∂E (t)/∂t ]を掛けて排出量に変更しているだけである。そして、ランキングの指標としているのは、[ -(Δ CO<sub>2</sub>/GDP) / (Δ GDP) ]であるため、[ E(t) - E(0) ] / [ ∂E (t)/∂t ]の項は打ち消されるので、結局、茅恒等式によって分解された2要因の比率に基づいてランキングしていることになる。

### 4. 要因分析に用いられたデータ

- WBレポートでは、CO<sub>2</sub>およびエネルギーの統計データに、U.S.DOEの統計局であるEnergy Information Administration (EIA)データを用いている。

<sup>1</sup> Divisia : ディヴィジア指数—マクロ経済学で使われる場合、物価指数の一つである。毎年異なる現在価格を用いて(連鎖指数)、ウェイトを計算する。

<sup>2</sup> Laspeyres : ラスパイレス指数—マクロ経済学で使われる場合、物価指数の一つである。消費者物価指数などで用いられる。基準年次の財の数量を固定して、ウェイトを計算する。

<sup>3</sup> Paasche : パーシェ指数—マクロ経済学で使われる場合、物価指数の一つである。GDPデフレーターなどで用いられる。基準年次の価格を固定して、ウェイトを計算する。

## 5. EIA データと IEA データを用いた要因分析結果の比較

- WB レポートにおける要因分析の結果をより詳細に検証するため、WB と同じ方法論を用いつつも、IEA 統計データを基にした要因分析結果と比較する。
- 表 3 に示すように、GDP、人口については、互いにデータ元がほぼ合致する。したがって両者の比較は、主として CO2 およびエネルギーの統計データ元の違いによる比較となる。

表 3. WB レポートおよび本分析におけるデータ元

WB レポート		IEA データに基づく要因分析	
項目	データ	項目	データ
CO2	EIA (化石燃料燃焼による排出。排出係数は DOE website で公開していない)	CO2	IEA
Consumption of primary commercial energy	EIA (化石燃料、電力)	TPES	IEA
Consumption of fossil fuels	EIA	TFC	IEA
GDP (PPP)	World Development Indicators (WDI)	GDP (MER)	IEA
Population	UN Population Fund (UNFPA)	POP	IEA

- EIA データと IEA データの違いによる要因分析結果の比較を表 4 に示す。
- また同様の比較で、WB レポートによると CO2 原単位の改善度合いを示すとされる相殺の比率 (Offsetting) を示す (表 4、表 5)。
- とりわけ日本、ノルウェーの結果が大きく異なる。
- GDP、人口については、互いにデータ元がほぼ同じため、大きな違いは見られない (サウジアラビアの GDP を除く)。

表 4. EIA(WB)データおよび IEA データに基づく 要因分析結果の比較 (変化率%/y)  
(1994-2004 年)

	EIA(WB) Ceff	IEA	EIA(WB) Seff	IEA	EIA(WB) leff	IEA	EIA(WB) Geff	IEA	EIA(WB) Peff	IEA	EIA(WB) ΔE	IEA	EIA(WB) Offsetting	IEA
Norway	-0.56	-0.98	2.71	0.56	-1.56	-1.72	2.40	2.43	0.61	0.56	3.59	0.86	-19.4	71.6
USA	0.01	0.04	0.03	-0.33	-2.02	-1.61	2.17	2.05	1.02	1.09	1.21	1.25	62.1	60.5
Ireland	-0.26	-0.66	-0.06	-0.36	-3.53	-4.01	6.39	6.32	1.32	1.23	3.87	2.52	49.8	66.6
Switzerland	-0.05	0.20	0.30	-0.39	-1.01	-0.29	0.96	0.82	0.37	0.57	0.57	0.91	56.9	34.5
Austria	0.03	0.21	0.32	-0.25	-0.49	0.59	1.98	1.86	0.21	0.30	2.04	2.70	6.5	-25.5
UK	-0.44	-0.26	0.14	-0.17	-2.33	-2.24	2.50	2.54	0.34	0.34	0.22	0.22	92.4	92.7
Denmark	-0.22	-1.81	-1.03	-0.51	-2.24	-1.57	1.68	1.72	0.38	0.36	-1.43	-1.81	169.4	187.0
Canada	-0.17	0.39	0.72	-0.05	-2.04	-1.62	2.30	2.30	0.97	0.98	1.77	2.00	45.8	39.0
Netherlands	0.46	-0.58	-0.12	-0.05	-0.87	-1.21	1.89	2.14	0.55	0.57	1.91	0.87	21.8	67.9
Belgium	-0.49	-1.16	-0.01	-0.11	-0.18	-0.89	1.86	1.86	0.29	0.29	1.46	-0.01	32.1	100.5
Sweden	-0.19	-1.37	-0.39	0.64	-2.25	-2.93	2.57	2.61	0.25	0.24	0.00	-0.81	100.0	128.4
Finland	-0.20	-1.16	-0.42	0.73	-2.26	-2.42	3.27	3.39	0.29	0.27	0.68	0.81	81.0	77.9
Australia	0.19	0.65	0.10	0.23	-0.67	-1.88	2.45	2.47	1.18	1.18	3.25	2.66	10.4	27.4
Japan	0.36	-0.21	0.00	0.06	0.01	-0.31	0.90	0.92	0.22	0.20	1.48	0.66	-31.8	41.1
France	-0.07	-0.64	-0.11	0.37	-0.84	-0.90	1.83	1.71	0.39	0.51	1.21	1.06	45.5	52.7
Germany	-0.26	-0.64	-0.27	-0.36	-0.98	-0.77	1.29	1.28	0.16	0.13	-0.06	-0.36	103.9	125.5
Italy	-0.15	-0.61	0.07	-0.02	0.45	0.57	1.40	1.31	0.15	0.23	1.92	1.48	-24.4	3.9
Singapore	-0.40	-0.02	0.00	-5.35	-0.05	0.50	2.78	2.98	2.37	2.15	4.70	0.27	8.7	94.9
Spain	-0.17	0.18	0.30	-0.42	0.76	0.60	2.81	2.71	0.69	0.82	4.39	3.90	-25.5	-10.2
Israel	-0.28	0.78	0.04	-0.46	0.12	0.02	0.94	1.01	2.39	2.31	3.21	3.66	3.7	-10.2
NZ	0.49	2.42	0.38	-0.94	-2.09	-1.07	2.24	2.08	0.99	1.15	2.00	3.64	37.8	-12.7
UAE	-0.40	0.37	0.00	2.00	-1.87	-3.55	0.17	-0.31	6.20	6.66	4.11	5.16	35.5	18.6
Greece	-0.31	0.01	-0.19	-0.29	-0.86	-0.71	3.21	3.24	0.50	0.42	2.35	2.67	36.6	27.0
Korea, Rep. of.	-0.26	-1.21	-0.52	0.73	-0.66	-0.97	4.17	4.09	0.66	0.74	3.39	3.38	29.9	30.0
Portugal	-0.20	-0.06	0.24	-0.14	0.48	0.55	2.30	2.21	0.43	0.49	3.25	3.06	-19.0	-13.0
Bahrain	-0.16	0.29	0.00	0.45	-0.88	-1.66	2.28	2.35	2.33	2.34	3.58	3.77	22.5	19.6
Czech Rep.	-0.60	-1.19	-0.53	0.37	-2.01	-1.66	2.62	2.64	-0.10	-0.13	-0.61	0.03	124.4	98.8
Hungary	-0.72	-0.90	0.00	-0.45	-3.51	-2.74	4.07	3.97	-0.21	-0.15	-0.37	-0.26	109.5	107.1
Oman	-0.16	1.44	0.00	0.26	1.08	2.54	1.67	1.67	1.83	1.82	4.42	7.72	-26.2	-121.5
Slovakia	-0.72	-1.24	-0.36	-0.19	-3.71	-3.35	4.12	3.97	0.10	0.06	-0.56	-0.75	113.3	118.6
Saudi Arabia	-0.22	0.01	0.00	-0.72	2.39	2.10	-0.63	0.38	2.73	2.23	4.27	3.99	-102.9	-53.3
Trinidad & T	-2.32	-0.72	0.00	-1.19	0.55	2.53	5.41	4.94	0.37	0.39	4.01	5.95	30.6	-11.6
Poland	-0.66	-0.62	0.03	-0.10	-4.87	-4.85	4.44	4.54	0.01	-0.09	-1.05	-1.12	123.7	125.2
Argentina	-0.36	0.23	0.22	-0.17	1.12	0.71	0.00	0.00	1.10	1.09	2.08	1.87	-89.4	-70.6
Croatia	0.40	0.70	0.25	-0.52	-2.76	-1.29	4.36	4.67	-0.25	-0.46	2.01	3.10	51.2	26.4
Chile	-0.73	0.11	0.71	0.22	0.77	-0.14	3.29	3.28	1.29	1.30	5.33	4.77	-16.4	-4.1
Malaysia	-0.44	1.07	0.23	-1.31	0.73	1.33	2.69	2.70	2.26	2.27	5.46	6.06	-10.4	-21.9
South Africa	-0.01	0.10	-0.03	-0.03	-0.78	-0.42	1.61	1.13	1.43	1.92	2.23	2.69	26.8	11.5
Mexico	-0.26	-0.48	-0.11	0.97	-0.81	-1.72	1.12	1.12	1.51	1.52	1.44	1.41	45.0	46.6
Russia	-0.20	-0.32	-0.10	1.15	-2.46	-4.07	3.05	3.04	-0.31	-0.31	-0.03	-0.50	101.0	118.7
Romania	0.03	-1.00	-0.74	-0.92	-3.73	-2.57	2.89	2.89	-0.47	-0.47	-2.02	-2.07	183.5	185.5
Bulgaria	-0.49	-0.21	-0.33	0.23	-1.64	-3.28	2.49	2.56	-0.74	-0.81	-0.72	-1.52	141.2	186.3
Thailand	-0.57	0.11	-0.05	0.71	2.94	1.37	2.11	2.12	0.99	1.00	5.43	5.30	-74.7	-70.2
Brazil	-0.90	0.58	0.07	0.06	0.74	0.75	0.92	0.92	1.46	1.46	2.28	3.77	4.1	-58.4
Tunisia	-0.70	-0.36	-0.05	0.28	-1.36	-1.28	3.47	3.53	1.19	1.19	2.55	3.35	45.3	28.8
Turkey	-0.49	0.24	0.12	-0.22	0.56	-0.10	2.42	2.34	1.60	1.70	4.22	3.96	-4.9	2.0
Dominican Rep.	0.21	2.06	-0.14	-1.27	2.27	-0.84	3.62	3.53	1.49	1.48	7.44	4.96	-45.8	1.0
Iran	-0.85	-0.49	0.04	0.50	1.10	-0.04	3.37	3.02	1.15	1.49	4.80	4.48	-6.4	0.7
Kazakhstan	0.20	-0.60	0.18	1.10	-3.68	-7.33	5.17	5.08	-0.79	-0.70	1.09	-2.45	75.1	155.9
Belarus	-0.63	-1.29	-0.02	0.22	-5.77	-4.75	5.17	5.09	-0.47	-0.41	-1.72	-1.15	136.5	124.4
Colombia	-0.39	1.23	-0.09	-0.14	-1.31	-2.40	0.43	0.43	1.72	1.72	0.35	0.83	83.6	60.9
Algeria	-0.83	0.01	-0.04	-0.37	-3.78	-0.53	2.26	2.26	1.54	1.54	-0.85	2.91	122.2	23.4
Ukraine	-0.28	-1.26	-0.41	0.19	-2.32	-2.52	2.10	2.03	-0.97	-0.91	-1.89	-2.47	267.5	320.5
Venezuela	0.17	1.02	-0.02	-1.37	0.68	0.79	-0.94	-0.91	1.95	1.91	1.84	1.44	-83.2	-44.0
China	-0.30	0.26	-0.10	1.65	-3.15	-5.61	7.95	7.91	0.80	0.84	5.21	5.05	40.5	42.3
Peru	-0.04	0.99	-0.69	-0.25	-1.05	-1.00	1.86	1.84	1.65	1.63	1.73	3.21	50.6	7.5
Philippines	-0.05	-0.61	-0.19	0.15	-0.33	-0.67	2.08	2.09	1.97	1.99	3.49	2.94	14.0	27.7
Morocco	-0.32	0.22	-0.32	-0.07	-1.64	0.49	1.39	1.58	1.57	1.37	0.68	3.59	77.1	-21.7
Egypt	-0.95	0.38	0.22	0.07	0.48	0.81	2.47	2.47	1.90	1.90	4.13	5.62	5.7	-28.8
Ecuador	0.29	-0.47	0.10	1.51	-0.68	0.20	1.12	1.16	1.51	1.53	2.33	3.93	11.1	-46.1
Azerbaijan	-0.41	0.05	-0.27	1.37	-7.60	-9.74	5.27	5.24	0.82	0.89	-2.18	-2.18	135.7	135.7
Syria	-0.26	-0.17	0.15	0.79	-0.49	-0.92	0.56	0.57	2.56	2.57	2.52	2.83	19.2	9.6
Indonesia	-0.06	2.33	-0.13	-0.08	1.18	0.54	1.59	1.56	1.32	1.35	3.90	5.69	-34.0	-95.9
India	-0.35	0.82	0.22	1.23	-1.68	-3.77	4.34	4.39	1.69	1.65	4.22	4.31	30.0	28.5
Vietnam	-1.46	6.57	0.35	0.59	1.37	-1.93	5.69	5.71	1.46	1.36	7.40	12.31	-3.5	-74.0
Pakistan	-0.39	0.87	0.11	0.05	-1.10	-0.17	1.41	1.27	2.29	2.42	2.32	4.44	37.4	-20.3
Angola	4.21	2.69	0.16	0.02	-1.72	-3.90	4.45	4.52	2.58	2.60	9.68	5.94	-37.8	16.7
Bangladesh	0.07	2.78	0.07	0.76	1.52	-1.34	3.08	3.08	1.99	2.00	6.74	7.28	-32.9	-43.3
Uzbekistan	-0.36	-0.32	0.11	-0.19	-1.35	-2.96	2.21	2.32	1.53	1.45	2.15	0.28	42.6	92.0
Nigeria	-3.15	1.82	-0.05	0.04	-0.70	-1.31	1.41	1.41	2.40	2.40	-0.10	4.35	102.5	-14.4

注) EIA(WB)の値は、WB レポート Table1, Table5 (文献[1]) の CO2 排出量値を基に、変化率  
に換算。なお EIA(WB)の Offsetting 値は、ここで換算した値を基に算出しているため、WB レ  
ポート Table6 と若干異なる。

表 5. EIA(WB)データと IEA データにおける相殺比率 (Offsetting) の比較

	EIA Offsetting	IEA
Ukraine	267.5	320.5
Romania	183.5	185.5
Denmark	169.4	187.0
Bulgaria	141.2	186.3
Belarus	136.5	124.4
Azerbaijan	135.7	135.7
Czech Rep.	124.4	98.8
Poland	123.7	125.2
Algeria	122.2	23.4
Slovakia	113.3	118.6
Hungary	109.5	107.1
Germany	103.9	125.5
Nigeria	102.5	-14.4
Russia	101.0	118.7
Sweden	100.0	128.4
UK	92.4	92.7
Colombia	83.6	60.9
Finland	81.0	77.9
Morocco	77.1	-21.7
Kazakhstan	75.1	155.9
USA	62.1	60.5
Switzerland	56.9	34.5
Croatia	51.2	26.4
Peru	50.6	7.5
Ireland	49.8	66.6
Canada	45.8	39.0
France	45.5	52.7
Tunisia	45.3	28.8
Mexico	45.0	46.6
Uzbekistan	42.6	92.0
China	40.5	42.3
NZ	37.8	-12.7
Pakistan	37.4	-20.3
Greece	36.6	27.0
UAE	35.5	18.6
Belgium	32.1	100.5
Trinidad & T	30.6	-11.6
India	30.0	28.5
Korea, Rep. of.	29.9	30.0
South Africa	26.8	11.5
Bahrain	22.5	19.6
Netherlands	21.8	67.9
Syria	19.2	9.6
Philippines	14.0	27.7
Ecuador	11.1	-46.1
Australia	10.4	27.4
Singapore	8.7	94.9
Austria	6.5	-25.5
Egypt	5.7	-28.8
Brazil	4.1	-58.4
Israel	3.7	-10.2
Vietnam	-3.5	-74.0
Turkey	-4.9	2.0
Iran	-6.4	0.7
Malaysia	-10.4	-21.9
Chile	-16.4	-4.1
Portugal	-19.0	-13.0
Norway	-19.4	71.6
Italy	-24.4	3.9
Spain	-25.5	-10.2
Oman	-26.2	-121.5
Japan	-31.8	41.1
Bangladesh	-32.9	-43.3
Indonesia	-34.0	-95.9
Angola	-37.8	16.7
Dominican Rep.	-45.8	1.0
Thailand	-74.7	-70.2
Venezuela	-83.2	-44.0
Argentina	-89.4	-70.6
Vietnam	-89.4	-70.6
Indonesia	-34.0	-95.9
Saudi Arabia	-102.9	-53.3

	EIA Offsetting	IEA
Ukraine	267.5	320.5
Denmark	169.4	187.0
Bulgaria	141.2	186.3
Romania	183.5	185.5
Kazakhstan	75.1	155.9
Azerbaijan	135.7	135.7
Sweden	100.0	128.4
Germany	103.9	125.5
Poland	123.7	125.2
Belarus	136.5	124.4
Russia	101.0	118.7
Slovakia	113.3	118.6
Hungary	109.5	107.1
Belgium	32.1	100.5
Czech Rep.	124.4	98.8
Singapore	8.7	94.9
UK	92.4	92.7
Uzbekistan	42.6	92.0
Finland	81.0	77.9
Norway	-19.4	71.6
Netherlands	21.8	67.9
Ireland	49.8	66.6
Colombia	83.6	60.9
USA	62.1	60.5
France	45.5	52.7
Mexico	45.0	46.6
China	40.5	42.3
Japan	-31.8	41.1
Canada	45.8	39.0
Switzerland	56.9	34.5
Korea, Rep. of.	29.9	30.0
Tunisia	45.3	28.8
India	30.0	28.5
Philippines	14.0	27.7
Australia	10.4	27.4
Greece	36.6	27.0
Croatia	51.2	26.4
Algeria	122.2	23.4
Bahrain	22.5	19.6
UAE	35.5	18.6
Angola	-37.8	16.7
South Africa	26.8	11.5
Syria	19.2	9.6
Peru	50.6	7.5
Italy	-24.4	3.9
Turkey	-4.9	2.0
Dominican Rep.	-45.8	1.0
Iran	-6.4	0.7
Chile	-16.4	-4.1
Spain	-25.5	-10.2
Israel	3.7	-10.2
Trinidad & T	30.6	-11.6
NZ	37.8	-12.7
Portugal	-19.0	-13.0
Nigeria	102.5	-14.4
Pakistan	37.4	-20.3
Morocco	77.1	-21.7
Malaysia	-10.4	-21.9
Austria	6.5	-25.5
Egypt	5.7	-28.8
Bangladesh	-32.9	-43.3
Venezuela	-83.2	-44.0
Ecuador	11.1	-46.1
Saudi Arabia	-102.9	-53.3
Brazil	4.1	-58.4
Thailand	-74.7	-70.2
Argentina	-89.4	-70.6
Vietnam	-3.5	-74.0
Indonesia	-34.0	-95.9
Oman	-26.2	-121.5

注) 表1に示した Offsetting 値に基づいて、降順に並び換えたもの。そのため WB レポート Table6 の順位付けと若干異なる。

- ▶ 左表は、EIA データを優先して降順、右表は、IEA データを優先して降順に並び換えたものである。
- ▶ IEA データに基づいてランキングした場合、各国の位置づけは流動的となり、とりわけ日本は中盤に位置付けられる。
- ▶ GDP 変化率の高いロシアや東欧諸国が、ランキング上位にある傾向がある。

## 6. CO2 排出原単位 (CO2/GDP) の経年推移

- WB レポートでも触れられていることであるが、Offsetting によるランキングは、CO2 原単位すなわち CO2/GDP によるランキングと比較した場合、全く異なる結果となる。参考までに、IEA データを用いて各国における CO2/GDP の経年推移を図示する (図 1~図 3)。Offsetting 値で最も評価の高かったウクライナは、CO2 原単位の評価では 2 番目に低い結果を示した。日本は、先進国の中でも常に上位に位置づけられた。
- 絶対値で見ることにより、WB による Offsetting 値がいかに CO2 原単位の改善を示すランキングの指標として不十分なものであるかが伺える。

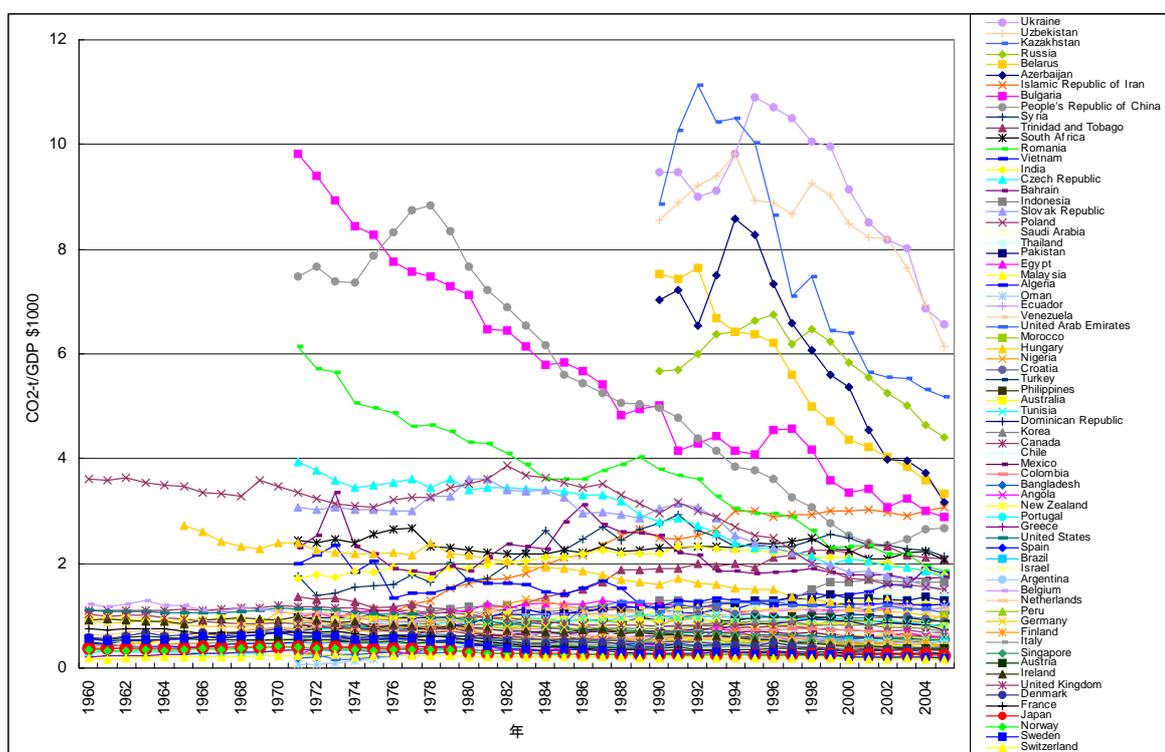


図 1. 70 カ国における CO2 排出原単位 (CO2/GDP) の経年推移 (1960-2005 年)

以下は、図 1 を見易くするため、CO<sub>2</sub>/GDP が 0~1.6 の範囲を取る国のうち、原単位が概ね減少傾向にある国を示す (図 2)。また同様に、CO<sub>2</sub>/GDP が 0~1.6 の範囲を取る国のうち、原単位が概ね増加傾向にある国を図 3 に示す。

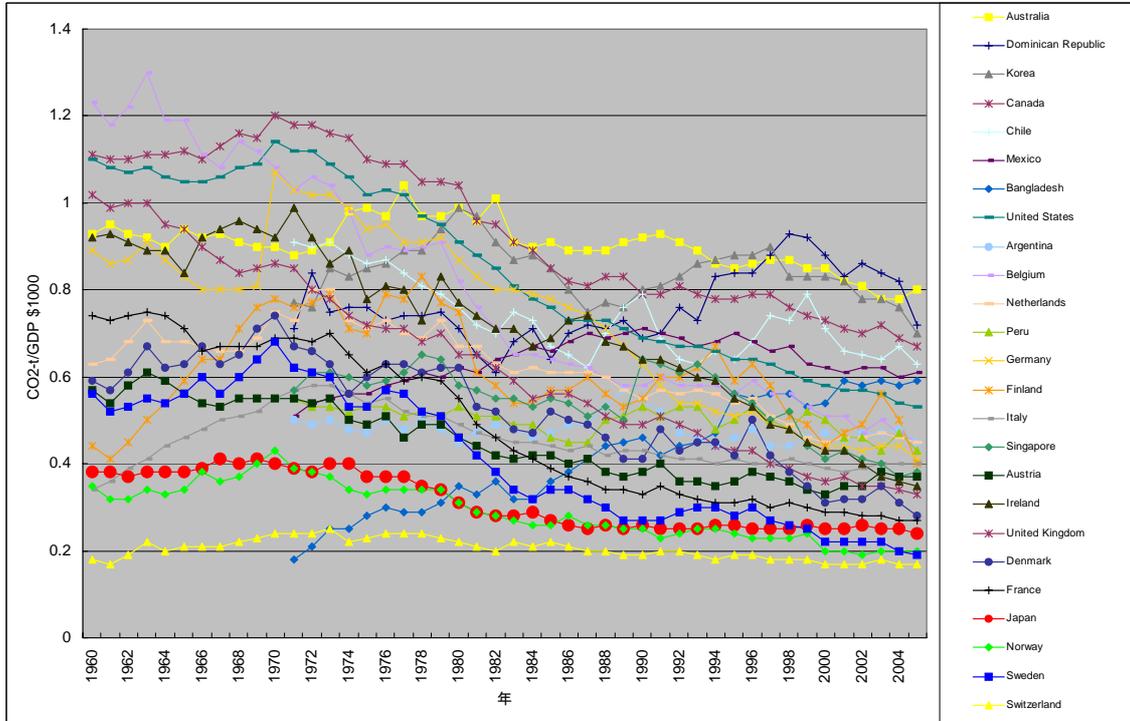


図 2. CO<sub>2</sub> 排出原単位 (CO<sub>2</sub>/GDP : 0~1.6 で減少) の経年推移 (1960-2005 年)

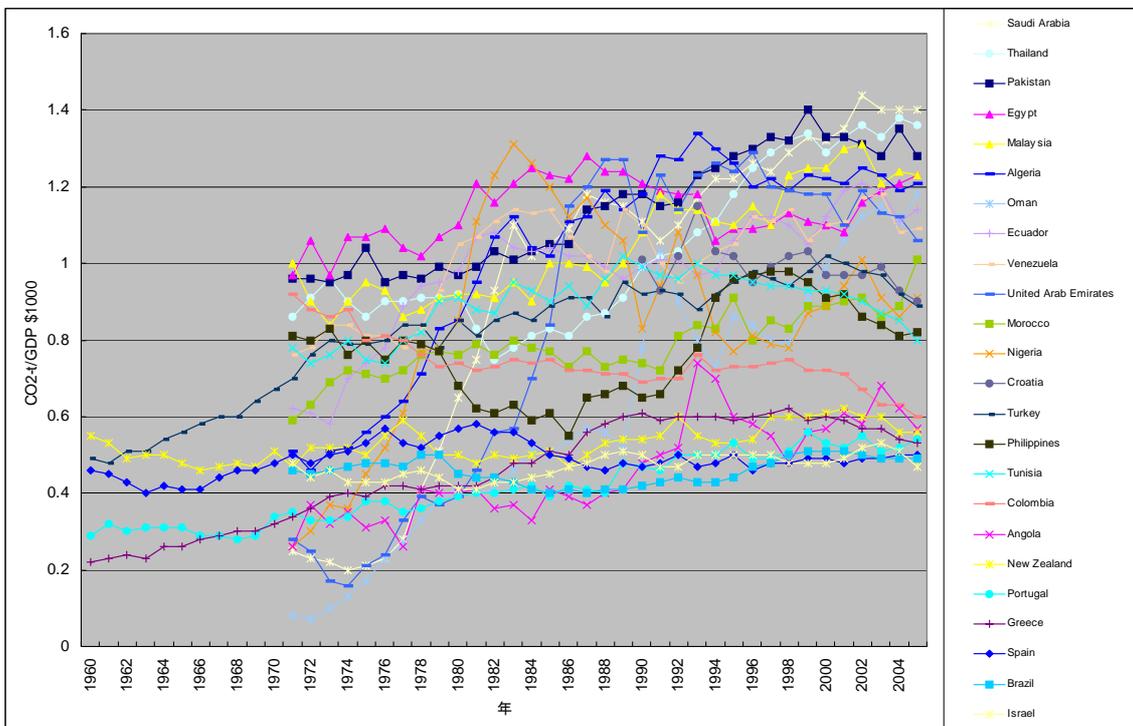


図 3. CO<sub>2</sub> 排出原単位 (CO<sub>2</sub>/GDP : 0~1.6 で増加) の経年推移 (1960-2005 年)

表 6. 相殺比率 (Offsetting) および CO2/GDP によるランキングの比較

	EIA(WB) Offsetting	IEA ランキング	1994年 CO2/GDP	2004年 ランキング
Ukraine	1	1	69	69
Romania	2	4	62	58
Denmark	3	2	11	6
Bulgaria	4	3	64	64
Belarus	5	10	66	65
Azerbaijan	6	6	67	66
Czech Rep.	7	15	58	55
Poland	8	9	60	51
Algeria	9	38	51	45
Slovakia	10	12	59	52
Hungary	11	13	52	40
Germany	12	8	17	12
Nigeria	13	55	32	36
Russia	14	11	65	67
Sweden	15	7	4	3
UK	16	17	10	7
Colombia	17	23	29	28
Finland	18	19	26	19
Morocco	19	57	33	37
Kazakhstan	20	5	70	68
USA	21	24	25	23
Switzerland	22	30	1	1
Croatia	23	37	42	39
Peru	24	44	14	15
Ireland	25	22	21	8
Canada	26	29	31	30
France	27	25	5	5
Tunisia	28	32	39	35
Mexico	29	26	27	26
Uzbekistan	30	18	68	70
China	31	27	63	62
NZ	32	53	18	24
Pakistan	33	56	49	48
Greece	34	36	22	22
UAE	35	40	50	44
Belgium	36	14	20	14
Trinidad & T	37	52	54	59
India	38	33	55	56
Korea, Rep. of.	39	31	36	31
South Africa	40	42	56	60
Bahrain	41	39	53	54
Netherlands	42	21	19	13
Syria	43	43	57	61
Philippines	44	34	37	33
Ecuador	45	63	40	43
Australia	46	35	35	32
Singapore	47	16	23	9
Austria	48	59	6	10
Egypt	49	60	43	46
Brazil	50	65	8	17
Israel	51	51	16	20
Vietnam	52	68	46	57
Turkey	53	46	38	38
Iran	54	48	61	63
Malaysia	55	58	45	47
Chile	56	49	24	29
Portugal	57	54	15	21
Norway	58	20	2	2
Italy	59	45	7	11
Spain	60	50	13	18
Oman	61	70	30	42
Japan	62	28	3	4
Bangladesh	63	61	12	25
Indonesia	64	69	48	53
Angola	65	41	28	27
Dominican Rep.	66	47	34	34
Thailand	67	66	44	49
Venezuela	68	62	41	41
Argentina	69	67	9	16
Saudi Arabia	70	64	47	50

## 7. まとめ

- ・ 表 6 に、Offsetting および CO2/GDP による各国ランキングをまとめた。
- ・ CO2 原単位の改善の度合いを示すとされる指標 (WB レポート提示) は、GDP 変化率の程度の大きさによって改善効果をより良い方向へ見えやすくする傾向があり、一見、経済成長と環境の両立を可能とする国を上位に評価し得るが、第 1 次産業や第 2 次産業の伸びが GDP 成長を押し上げている場合であっても、GDP 成長の起因は捨象されるため、特に技術面 (エネルギー効率改善、省エネ等) の効果を示す指標としては、適切とは言い難い。
- ・ また、元とする統計データによって、結果が全く異なってくることに留意が必要である。
- ・ このように指標は、誤ったメッセージを発する恐れもあるので、指標の意味、元となるデータ等の読み方を慎重に検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] World Bank; Growth and CO2 emissions: How do different countries fare?, (2007).
- [2] Ang, B.W.; Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?, *Energy Policy*, Vol32, 1131-1139, (2004).
- [3] Ang, B. W.; The LMDI approach to decomposition analysis: a practical guide, *Energy Policy*, Vol33, 867-871, (2005).
- [4] Lee, K. and W. Oh; Analysis of CO2 emissions in APEC countries: a time-series and a cross-sectional decomposition using the log mean Divisia method, *Energy Policy*, Vol34, 2779-2787, (2006).
- [5] Kaya, Y.; Impact of carbon dioxide emission control on GNP growth: Interpretation of proposed scenarios, Paper presented to the IPCC Energy and Industry Subgroup, Response Strategies Working Group, Paris, (mimeo), (1990).
- [6] IPCC 2000; Special report on emissions scenarios, Cambridge University Press, (2000).