

中国のエネルギー需要の成長と二酸化炭素排出量の増加¹⁾

卓麗雅
高増明

Energy Demand Growth and Carbon Dioxide Emission in China

Zhuo Liya
TAKAMASU Akira

Abstract

China is currently the second largest energy consumption country and also the second largest emitter of carbon dioxide in the world. China's energy consumption growth rates are more than 10% in 2003 and 2004. But almost no research institutes and researchers could forecast these high growth rates before 2003. In this paper we will analyze the sources of energy consumption growth by using the latest IEA energy balance tables and show that the rapid growth of cement and steel productions are the major factors. We will also forecast the future energy demand and carbon dioxide emissions of China and show that China's carbon dioxide emissions will occupy almost half of the world emissions in 2030 if the current situation continues in the future.

はじめに

中国はアメリカに次ぐ世界第2位のエネルギー消費国であり、同時に世界第2位の二酸化炭素排出国である²⁾。しかも中国経済は年率10%近い率で経済成長を達成し、さらに1

- 1) この論文は、大阪産業大学アジア共同体研究センターの研究成果の一部である。論文の投稿後に、レフリーから中国の経済成長率の改訂などに関して適切なコメントをいただいた。感謝したい。なお、残存するであろう誤りについては執筆者の責任である。
- 2) 2004年で比較すると、アメリカのエネルギー最終消費1600788.2ktoe (ktoeは石油換算キロトン)に対して、中国の最終消費は1038359.6ktoe、日本は354321.5ktoeである。ただし、数字はIEAの統計 (*Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition)) による。またアメリカの二酸化炭素排出量1565 (炭素換算百万トン)に対して、中国1127は、日本は336である (数字は『エネルギー・経済統計要覧2006』p.225)。

次エネルギーの電力への転換効率、各産業の生産におけるエネルギー効率は、先進諸国に比べて大幅に劣ったものになっている。したがって、中国におけるエネルギー需要が、今後どのように成長するのかは、世界のエネルギー問題、環境問題にとって、決定的な重要性をもっている。

このような認識は、国際機関や各国の政策当局、関係企業、研究者にとっては共通のものになっていて、これまでも中国のエネルギー需要、二酸化炭素の排出量の予測については多くの論文や報告書が書かれてきた。しかしながら、2002年以降の中国のエネルギー需要の急成長は、これらの予測を大幅に上回るものになっていて、新しい分析が必要とされている。

この論文では、中国の最近のエネルギー需要の急速な成長の要因を分析し、その原因を明らかにするとともに、エネルギー需要、二酸化炭素排出量の今後の予測を行う。さらに、エネルギー需要の成長を抑制するための対策についても簡単にコメントしたい。

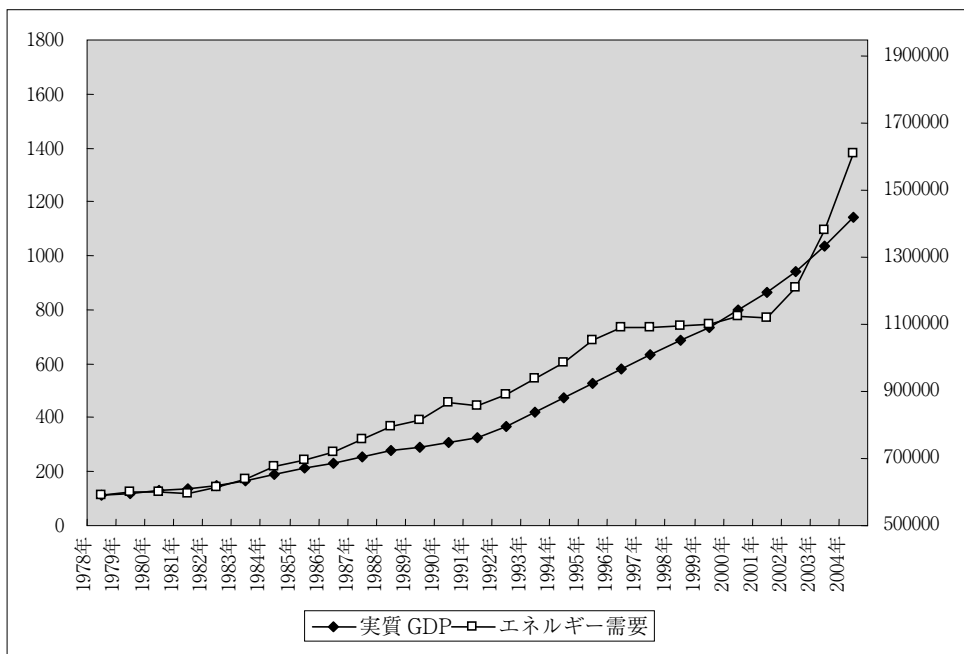
論文の構成を簡単に紹介しておきたい。まず、第1節では、中国のエネルギー需要の増加とGDP成長率をみていく。またここでは、これまでの研究の予測が現実とどのように乖離しているのかを簡単に比較検討する。つぎに第2節では、エネルギー供給が2003年以降急速に増加した原因を分析する。国際エネルギー機関 (International Energy Association, IEA) の発表した最新のエネルギーバランス表を使い、エネルギー需要の増加の原因が産業における需要の増加にあり、そのなかでも鉄鋼とセメントの生産量の急増が原因であることを示す。第3節では、中国のエネルギー需要と二酸化炭素排出量の今後の予測を行う。ここでは楽観的な予測を排して、中国の経済成長が持続し、技術転換が遅れた場合にどのような結果が生じるのかを明らかにしたい。最後に、この論文の内容が要約され、またエネルギー需要と二酸化炭素排出量を抑制するための政策についてコメントする。

1. エネルギー供給の増加とGDP成長率

中国のエネルギー需要は、どのように変化してきたのだろうか。図表1は、中国の実質GDPと1次エネルギー供給の増加をグラフ化したものである。また図表2は、それぞれの成長率をグラフ化したものである。

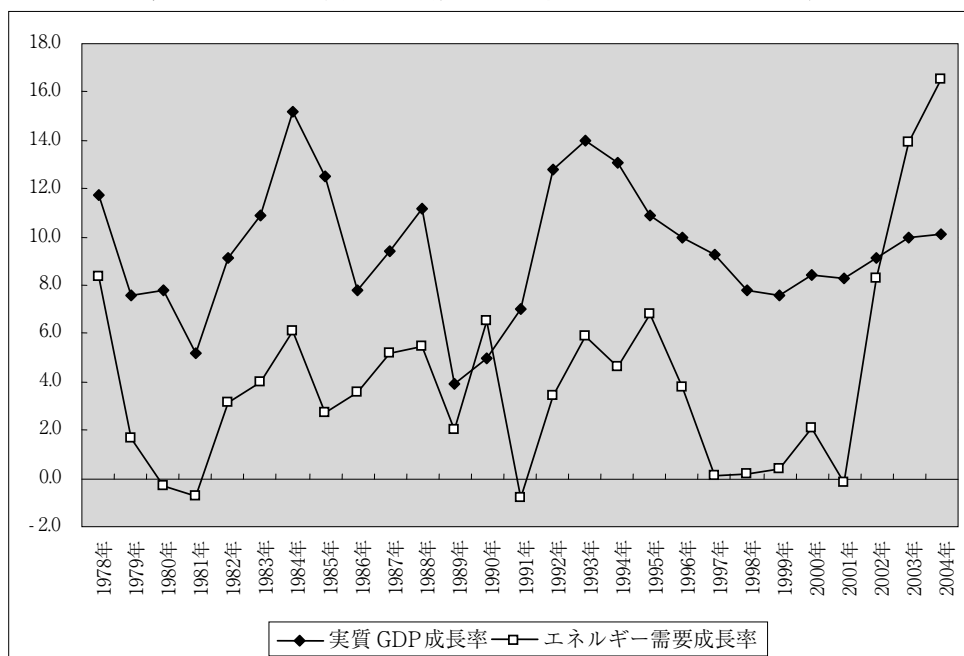
図表2から、1998年ころまでは、GDP成長率とエネルギー供給成長率の間にきれいな相関関係が存在することがわかる。しかし、1998年以降は、GDPが成長してもエネルギー需要はそれほど成長していない、ところが、2003、2004年の2年間では、逆にエネルギ

図表1 中国の実質 GDP とエネルギー 1 次供給量の変化



出典：実質GDPは1977年を100としている。数値については『中国統計年鑑2005』から引用した。ただし、2005年に行われた経済センサスに基づいて、1993年以降の経済成長率が上方に改訂されていて、その値を使っている。エネルギー1次供給量については、IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

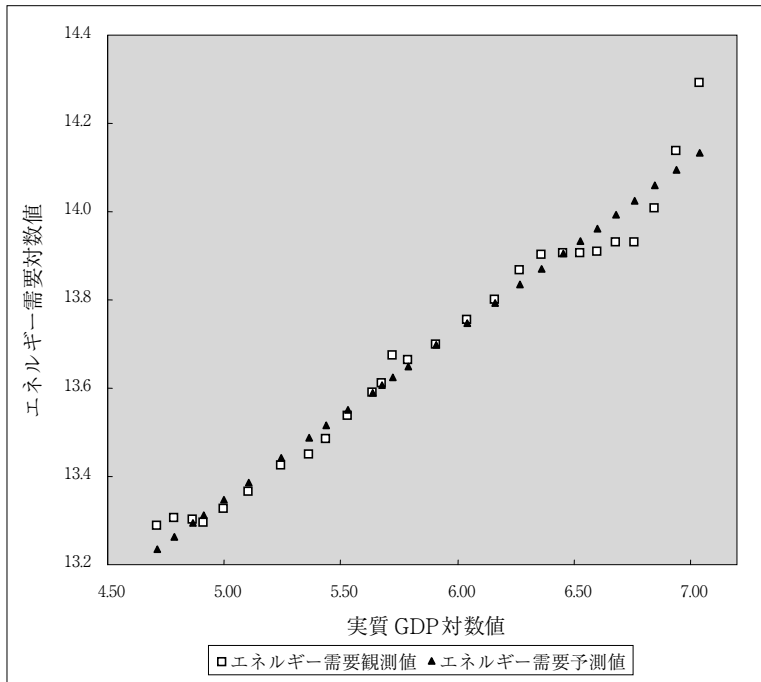
図表2 中国の実質 GDP 成長率とエネルギー 1 次供給量の成長率



	GDP成長率	エネルギー供給成長率		GDP成長率	エネルギー供給成長率
1978年	11.7	8.3	1992年	12.8	3.4
1979年	7.6	1.7	1993年	14.0	5.9
1980年	7.8	-0.3	1994年	13.1	4.6
1981年	5.2	-0.7	1995年	10.9	6.8
1982年	9.1	3.1	1996年	10.0	3.7
1983年	10.9	4.0	1997年	9.3	0.1
1984年	15.2	6.1	1998年	7.8	0.2
1985年	12.5	2.7	1999年	7.6	0.4
1986年	7.8	3.6	2000年	8.4	2.1
1987年	9.4	5.2	2001年	8.3	-0.2
1988年	11.2	5.4	2002年	9.1	8.2
1989年	3.9	2.0	2003年	10.0	13.9
1990年	5.0	6.5	2004年	10.1	16.5
1991年	7.0	-0.8	2005年	10.9	N. A.

出典：GDPについては『中国統計年鑑2005』，ただし，1993年以降については中国国家统计局（2006）「中国国内総生産の遡及改訂結果に関する広告」によって，上方に改訂されたデータを使った。エネルギー1次供給量については，IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

図表3 エネルギー1次供給の予測値と実現値



出典：図表1, 2のデータから作成。

一需要がGDPをはるかに上回る比率で成長している。

1978～2004年について、エネルギー供給を実質GDPの実質成長率に回帰させた結果は、以下ようになる。ただし E はエネルギーの1次供給量、 Y は実質GDPである³⁾。

$$\log E = 0.39 \log Y + 11.42 \quad R^2 = 0.97$$

(29.16) (146.27)

この式からわかるように、エネルギー供給のGDP弾力性は0.39となる。この回帰の結果は、それほど悪いものではない。しかし、予測値と実現値をグラフ化した図表3を見ればわかるように、明らかに時期によって弾力性は変化している。図表3の右上の実現値がより最近のものであるが、1993～2002年は実現値が予測値より小さく、2003、2004年では、実現値は予測値よりはるかに大きくなっている。

この点をより明確にするために、時期を区分して、平均GDP成長率と平均エネルギー供給成長率を計算したのが図表4である。この表からわかるように、1978年から1988年について、弾力性は0.32、1988年～1996年の期間では、弾力性は0.42と少し上昇するが、1996～2001年では、0.06と非常に低い数字を示している。ところが、2001～2004年には、突然、1.32と高い弾力性を示している。

図表4 時期区分を行ったときのGDP成長率、エネルギー1次供給成長率、弾力性

	平均GDP成長率	平均エネルギー供給成長率	弾力性
1978～1988年	9.64	3.05	0.32
1988～1996年	9.53	4.00	0.42
1996～2001年	8.28	0.53	0.06
2001～2004年	9.73	12.83	1.32

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

2002年以降の弾力性の上昇は、関係機関、研究者にとっても予測できないものであった。たとえば、周（2005）は、中国の実質GDP成長率を7%、エネルギー需要のGDP弾力性を0.5と予測し、今後、エネルギー需要は毎年3.5%の率で成長すると予測している。しかし、2003年と2004年の13.9%、16.5%という成長率を見るとき、このような予測が、楽観的なものであることは明らかである。

早見（2000）は、2000年1月という時点で、利用可能なほとんどすべての統計データを使って、産業連関モデルを組み込んだ一般均衡モデルによって、中国のエネルギー需要と

3) エネルギー需要のGDP弾力性については、(財)日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編（2004, pp.6-21）を参考にしている。式の係数の下の数値はt値である。

二酸化炭素の排出量を予測している。しかし、その2005年のエネルギー最終需要の予測値996.7（百万toe）は、すでに2004年の1038.4（百万toe）という実績値を下回るものになっている。早見の予測では、2010年のエネルギー最終需要は1068.9であるが、2005年の段階でこれを超えていることは確実であろう。

一方、国際エネルギー機関（IEA）の予測では、*World Energy Outlook 2000*では、2000～2010年の中国のエネルギー需要成長率を5.3%と予測していた。*World Energy Outlook 2004*では、2010年の1次エネルギー供給を1622Mtoe、2020年を2072Mtoe、2030年では2539Mtoeと予測している。しかし、2004年の実現値は、1609Mtoeであるから、この予測もすではずれている。

アメリカエネルギー省（EIA）の最新の*International Energy Outlook 2006*では、2010年で77.0Btu、2020年106.6Btu、2003～2030年の平均エネルギー消費の成長率を4.2%と推測している。しかし、これも楽観的な数字だと考えられる。2002年から2010年については、IEO2005の平均6.8%からIEO2006では平均7.8%に上方に修正されている。

中国エネルギー研究所（ERI）などの2003年の予測⁴⁾では4.4%であるが、これも低すぎる数字である。

いずれにしろ、最近の中国の1次エネルギー供給、エネルギーの最終消費の高い成長率は、ほとんど誰も予測できていなかったと言っていだろう。

2. エネルギー供給成長の要因分析

このようなエネルギー需要の急速な成長をもたらした原因は何なのだろうか。図表5は、中国のエネルギー最終消費を産業、輸送、他部門、非エネルギー利用の四つに分類して、1995年から2004年までについてグラフ化したものである。また図表6は、1996年から2004年までの産業、輸送（全体と道路）、他部門（全体、家庭、業務）、非エネルギー消費の成長率を計算したものである⁵⁾。

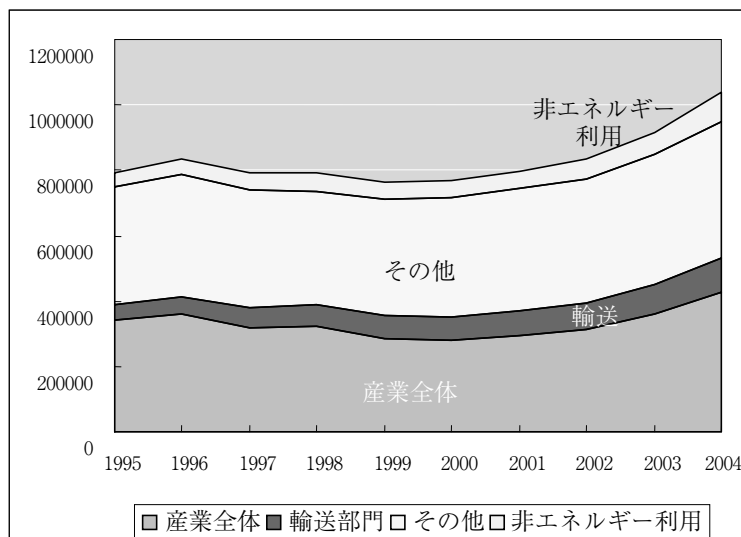
このグラフと表から産業部門が高い成長を示していること、輸送部門のなかでは、道路（自動車輸送）の成長率が高いこと、他部門のなかでは商業、公共などの業務部門の成長率が高く、また非エネルギー需要（主として産業用）の成長率も高いことがわかる。図表7は、各部門のエネルギー需要の成長に対する寄与度（エネルギー需要の増加のどれだけが各部門の需要の増加であるのか）を計算したものであるが、エネルギー需要の成長の40

4) 中国エネルギー研究所の予測については、周（2005）を参考にした。

5) 家庭の自動車利用は、日本では家庭にいれているが、ここでは、道路に含めている。

中国のエネルギー需要の成長と二酸化炭素排出量の増加（卓麗雅・高増明）

図表5 部門別のエネルギー最終需要（1995～2004年）



出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

図表6 エネルギー最終需要の各部門の成長率（1996～2004年）

年	産業	輸送		他部門			非エネルギー
		全体	道路	全体	家庭	業務	
1996	6.49	5.04	8.42	2.91	2.07	16.13	15.60
1997	-11.84	11.22	5.31	-2.60	-1.94	3.10	8.45
1998	1.23	9.93	9.18	-3.37	-4.30	-4.71	-1.50
1999	-11.80	6.70	5.76	2.95	1.86	16.10	-8.27
2000	-2.46	6.53	6.64	1.76	1.51	3.43	3.58
2001	6.75	2.40	3.32	1.51	0.99	4.80	5.61
2002	5.50	5.74	6.34	2.65	2.00	5.96	13.25
2003	15.83	13.17	11.76	3.55	3.30	7.35	12.61
2004	18.36	14.12	19.59	5.40	2.25	21.37	30.75

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

図表7 エネルギー需要の成長への各部門の寄与度（2001～2004年）

年	産業	輸送	他部門	非エネルギー
2001	64.77	6.16	19.11	9.95
2002	43.25	11.57	26.12	19.06
2003	60.85	13.00	16.63	9.52
2004	54.55	10.53	17.48	17.43

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

～60%は、産業部門の需要の成長によるものであることがわかる。

産業の成長によってエネルギー需要が成長するのは、ある意味では当然であるが、ではなぜGDP成長率をはるかに超える成長率でエネルギー需要が増加しているのだろうか。また産業用エネルギーの急激な増加は、どの産業の成長によるものなのだろうか。図表8は2003、2004年について、各産業のエネルギーの需要の成長率を計算したものであり、図表9は、産業部門の成長に対する各産業の寄与度を計算したものである。

図表8 各産業のエネルギー消費の成長率 (2001～2004年)

	2001	2002	2003	2004
鉄鋼	5.98	7.29	23.01	14.52
化学・石油化学	1.19	6.65	16.20	-2.85
非鉄金属	7.10	9.59	19.13	20.26
非金属鉱物	6.59	1.76	18.34	40.49
輸送機械	15.33	3.28	1.47	26.53
機械	9.06	10.87	12.71	16.79
鉱業 and Quarrying	9.75	4.45	35.81	3.51
食料・タバコ	12.45	1.23	-4.48	12.91
紙・パルプ・印刷	12.62	8.34	5.98	26.82
木材・木製品	18.75	-1.17	18.74	23.00
建設	10.00	9.87	6.82	13.46
繊維・皮革	12.76	6.06	11.49	25.34
その他	6.72	0.14	4.81	23.86
産業全体	6.75	5.50	15.83	18.36

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。
ただし、農業と漁業は除いている。

図表9 産業用エネルギーの消費成長に対する各産業の寄与度 (2001～2004年)

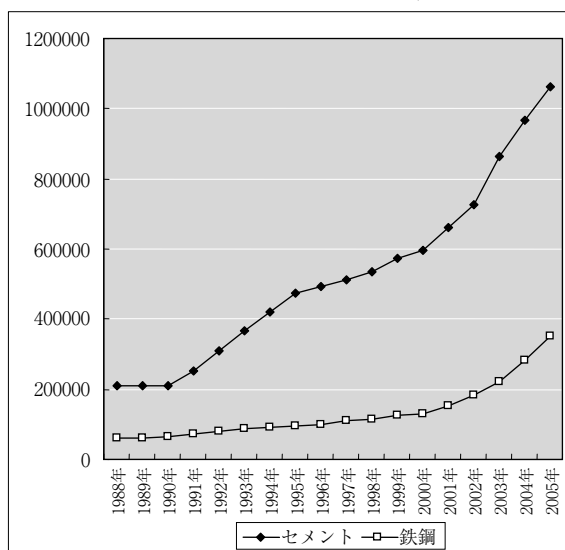
	2001	2002	2003	2004
鉄鋼	20.62	30.64	34.17	19.74
化学・石油化学	3.51	22.82	19.51	-2.96
非鉄金属	5.00	8.33	5.99	5.63
非金属鉱物	21.09	6.90	24.11	46.89
輸送機械	4.38	1.24	0.19	2.58
機械	8.07	12.14	5.18	5.74
Mining and Quarrying	2.72	1.56	4.33	0.43
食料・タバコ	9.98	1.27	-1.55	3.17
紙・パルプ・印刷	6.43	5.51	1.41	4.98
木材・木工製品	1.80	-0.15	0.80	0.87
建設	3.36	4.19	1.05	1.64
繊維・皮革	8.83	5.44	3.60	6.59
その他産業	4.20	0.10	1.21	4.70

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。
ただし、農業と漁業は除いている。

この二つの表から明らかなように、産業用エネルギーの成長に最大の寄与をしているのは、鉄鋼と非金属鉱物である。鉄鋼は2001年以降、産業のエネルギー需要の成長に対して20～35%の寄与をしている。また非金属鉱物については、とくに2004年では46.89%という大きな寄与が見られる。2003年、2004年について他の産業はそれほど大きな寄与をしていない。非金属鉱物産業のエネルギー需要の70%以上はセメント生産によるものであり、最近の中国のエネルギー需要の急成長は建設ラッシュに伴う鉄鋼、セメントの生産の増加によるものであると推測することができる。

実際、中国のセメントと鉄の生産は、図表10のように2002年ごろから急速に成長している。

図表10 中国におけるセメントと鉄の生産量の変化（1988～2005年 単位 千トン）



出典：Asian Development Bank (ADB) - Key Indicators 2006から作成（www.adb.org/statistics）

この論文の第1節と第2節では、エネルギーの1次供給とエネルギーの最終需要の二つの概念を使っているが、もちろん、この二つは同一の概念ではない。1次エネルギーとして供給された石油や石炭、天然ガスの一部分は電力に転換され、電力として最終消費されるが、転換効率は100%ではないからである。日本の場合は、2004年の1次エネルギー供給が533200.78ktoeなのに対して、最終エネルギー需要は、354321.5ktoeで、その比率は、66.45%である。一方、中国における最終エネルギー需要と1次エネルギー供給の比率は、図表のようになっていて、年々減少傾向にある。

これは、中国においても、石炭や石油などを直接エネルギーとして利用することから、いったん電力に転換してから、利用することが進んでいるからである。中国における電力需要は、図表12のように急速に成長していて、とくに2002、2003、2004年は10%を超える

図表11 中国のエネルギー最終消費と1次供給量の比率

	最終消費	1次供給量	比率
1995	794363.88	1051706.61	75.53
1996	836241.85	1091118.49	76.64
1997	794088.43	1092635.74	72.68
1998	790913.51	1094753.85	72.25
1999	763029.13	1099342.64	69.41
2000	768685.14	1122583.79	68.47
2001	797589.53	1120420.32	71.19
2002	835236.78	1212827.17	68.87
2003	916540.17	1381297.15	66.35
2004	1038359.67	1609347.91	64.52

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

図表12 中国の電力消費の成長率 (1996～2004年)

1996	7.17
1997	5.04
1998	2.80
1999	6.27
2000	9.38
2001	8.56
2002	11.47
2003	16.27
2004	15.32

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

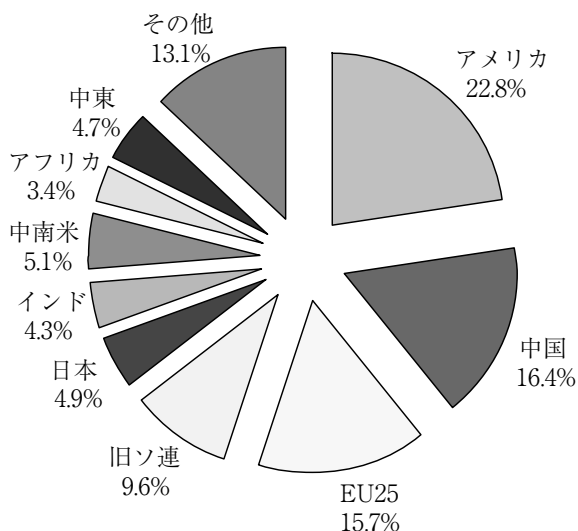
大きな数字を示している。

このように、2002年以降の中国のエネルギー消費の急速な成長は、最近の建設ブームによる鉄鋼、セメントの生産量の急激な増加によるものであると考えられる。また中国のエネルギーの利用は電力にシフトしつつあり、それによって、エネルギーの利用の効率は低下し更なるエネルギー1次供給の増加を引き起こしていることも明らかになった。

3. 二酸化炭素排出量増加の予測

中国は世界第2位の二酸化炭素排出国であり、その排出量は、図表13のように、2003年で世界の排出量の16%を占めている。しかも、前述のようにエネルギーの1次供給、最終需要の成長率はアメリカをはるかに上回っている。したがって、中国の二酸化炭素排出量が今後、どのように推移するのかは、地球温暖化⁶⁾にとって非常に重要であることがわか

図表13 世界の二酸化炭素排出量（2003年）



出典：出典：『エネルギー・経済統計要覧2006』p.225から作成

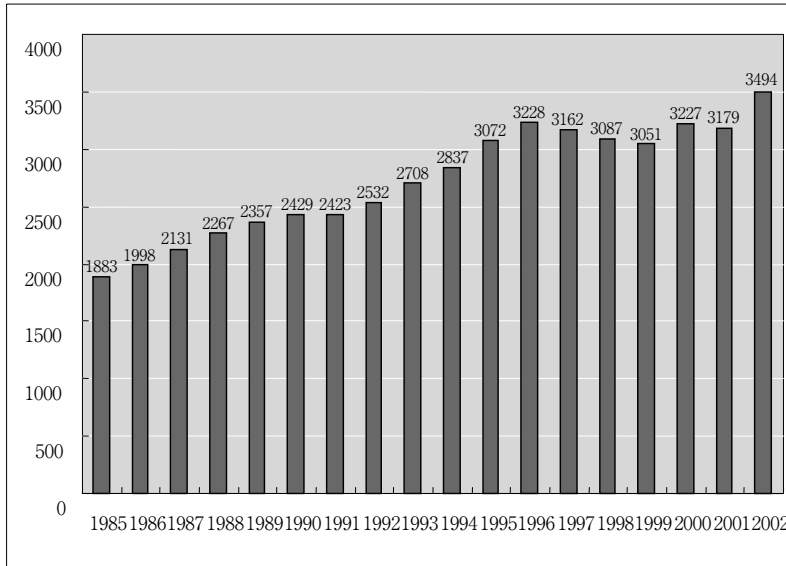
る。

2001年までは図表14のように、中国の二酸化炭素排出量は比較的安定していた。しかし、2002年以降のエネルギー需要の急速な成長は、二酸化炭素排出量にも大きな影響を与えている。この論文では、楽観的な予測を排して、中国の経済成長が高く維持され、しかも省エネ型、二酸化炭素の排出を抑制するような技術への転換がうまくいかなかった場合のシナリオを検討してみたい。なぜ、このような予測を行うのかといえ、これまでの予測は、すべて過度に楽観的であることが明らかになったからである。

図表15は、2005年に発表されたIEAの*Energy Outlook 2004*の予測であるが、この予測では、2010年の中国の二酸化炭素排出量は炭素換算で1196（百万トン）になっている。しかし、この予測は2002年以降の中国のエネルギー需要の急成長をほとんど考慮していない。その後に発表されたものとしては、アメリカのEIAによる予測がある（図表16）が、この予測では、2010年の中国の二酸化炭素排出量は、1597とIEAと比較して40%近く増加している。EIAの予測に従えば、2015年には、中国の二酸化炭素排出量はアメリカを上回ることになる。

6) 地球温暖化と二酸化炭素排出の関係についての最も包括的な研究は、IPCC (2001) である。この報告書によると、IPCC (2001, p.13) では、1990年から2100年のあいだに地球の平均気温は、1.4度から5.8度上昇すると予測されている。しかし、この報告における予測も現時点で見れば二酸化炭素の排出量の成長を過少に予測していると考えられる。

図表14 中国の二酸化炭素排出量 (単位 二酸化炭素Mトン)



出典：OECDと『エネルギー・経済統計要覧』p.217から作成 単位：二酸化炭素100万トン

図表15 IEAによる二酸化炭素排出量の予測 (単位 炭素換算百万トン)

	1971	2002	2010	2020	2030
世界	3807	6431	7586	9062	10422
OECD	2558	3394	3767	4132	4318
北アメリカ	1291	1767	1986	2193	2344
アジア	217	449	495	538	541
ヨーロッパ	1007	1076	1173	1277	1305
中国	221	902	1196	1557	1948

出典：World Energy Outlook 2004から作成。

しかし、このようなEIAの最新のシナリオでも、依然として、中国の二酸化炭素排出量の予測は過少に評価されていると考えられる。ここでは、より悲観的なシナリオについて検討しておきたい。

二酸化炭素の排出量を計算するためには、石油、石炭、石油製品、天然ガスというエネルギーの供給量のそれぞれに、排出原単位 (Mt-C/Mtoe) を掛け合わせたものを合計し、それから非エネルギー利用分を差し引いてやればいい。IEAの計算では、石炭1.08、原油0.837、天然ガス0.641、ガソリン0.791、ナフサ0.837、ジェット0.816、灯油0.821、軽油0.816、重油0.883、その他石油製品0.837という排出原単位を使っている⁷⁾。図表17は、中国のエネルギーの1次供給の種類別 (石炭、原油、石油製品、天然ガス) を示したもので

7) (財) 日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編 (2004, p.88)。

図表16 EIAによる世界の二酸化炭素排出量の予測（単位 炭素換算百万トン）

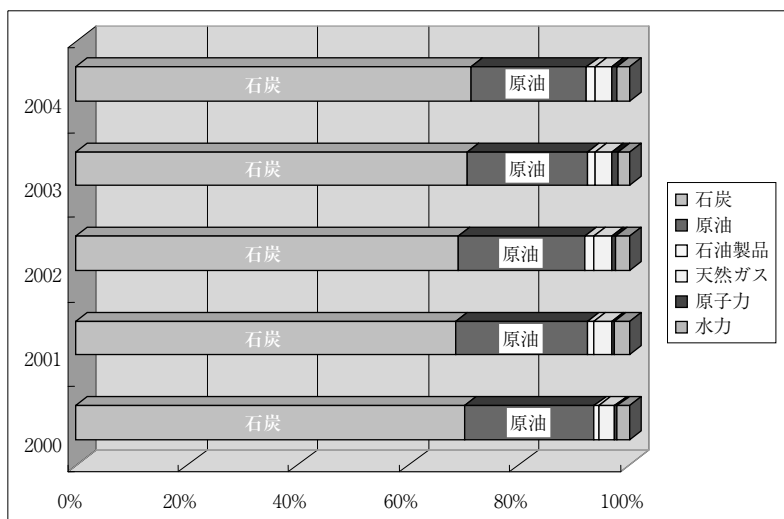
地域	歴史		予測					年平均成長率	
	1990	2003	2010	2015	2020	2025	2030	1990-2003	2003-2030
OECD	3,103	3,586	3,886	4,096	4,284	4,512	4,772	1.1	1.1
北アメリカ	1,569	1,854	2,047	2,181	2,322	2,481	2,655	1.3	1.3
アメリカ	1,358	1,568	1,736	1,832	1,942	2,069	2,213	1.1	1.3
ヨーロッパ	1,115	1,163	1,220	1,263	1,293	1,339	1,397	0.3	0.7
アジア	419	570	619	652	670	693	719	2.4	0.9
非OECD	2,685	3,239	4,394	5,084	5,738	6,409	7,140	1.5	3
ヨーロッパ ユーラシア	1,144	743	849	939	1,025	1,104	1,187	-3.3	1.7
アジア	989	1,656	2,476	2,933	3,384	3,849	4,359	4	3.6
中国	611	966	1,597	1,909	2,225	2,550	2,923	3.6	4.2
中東	192	322	399	449	494	542	594	4.1	2.3
アフリカ	177	244	324	372	403	434	473	2.5	2.5
中南米	184	274	346	392	433	479	527	3.1	2.4
世界	5,788	6,826	8,281	9,181	10,022	10,921	11,912	1.3	2.1

出典：Energy Information Administration (EIA) International Energy Annual 2003から作成。

図表17 中国のエネルギー1次供給の種別（単位 石油換算キロトン）

	2000	2001	2002	2003	2004
石炭	637743.05	620399.70	688699.76	822311.80	992647.75
原油	214015.64	215579.06	227912.38	252110.70	290410.66
石油製品	7500.75	11481.02	16243.55	17878.50	20927.04
天然ガス	26122.73	29340.06	31852.87	34973.84	41831.49
原子力	4361.76	4553.31	6548.25	11295.19	13152.53
水力	19127.60	23859.15	24765.76	24396.57	30404.78
可燃性廃棄物	214428.81	215929.81	217441.35	218963.43	220496.20

出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。



出典：IEA, *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition) から作成。

ある。また下のグラフはそれをグラフ化したものである（ただし、可燃性の再生・廃棄物はグラフに含めていない）。

この図表17から、たとえば2004年の二酸化炭素排出量は、つぎの式によって計算することができる。

$$(992647.75 \times 1.08 + 290410.66 \times 0.837 + (20927.04 - 90312.97) \times 0.837 + 41831.49 \times 0.641) \div 1000 = 1284 \text{ (炭素換算百万トン)}$$

この式で90312.97は非エネルギー利用である。ただし、この結果は、石油製品の内訳について厳密に調べていないために、概算値になっている（二酸化炭素排出量の値は、各エネルギー機関の算定がすべて異なっている。）

中国の今後のGDP成長率については、様々な議論があるが、ここでは、高い成長率が継続し、2030年まで年率8%の経済成長が維持されると想定することにしたい。また1次エネルギー供給のGDP弾力性を1とする。このとき、中国の炭素排出量の予測は、図表18のようになる。もし、このとおりになって、中国を除く世界の国々の二酸化炭素排出量がEIAの予測通りであるとすれば、世界の二酸化炭素排出量に占める中国の比率は、図表18の下の行のようになり、2030年には、世界の二酸化炭素の50%近くを中国が排出することになる。

図表18 中国の二酸化炭素排出量の予測（成長率8%，弾力性1のケース，炭素換算百万トン）

	2003	2010	2015	2020	2025	2030
二酸化炭素排出量	966	1656	2433	3574	5252	7716
世界の二酸化炭素排出量に占める比率	14.2%	19.9%	25.1%	31.4%	38.5%	46.2%

出典：図表16から作成

これは、極端なシナリオだろうか？中国の二酸化炭素排出を抑制する要因としては、GDP成長率の低下、エネルギー源の石炭から石油、天然ガス、原子力などへのシフト、省エネ型の生産技術の導入が考えられる。このような要因を考慮した場合に、二酸化炭素排出はどの程度、抑制されるのだろうか。図表19は、EIAのシナリオとGDP成長率8%、弾力性1のケース（シナリオA）、GDP成長率が2010年から5%に低下し、弾力性は1のケース（シナリオB）、GDP成長率が2010年から5%に低下し、弾力性が0.5に低下してケース（シナリオD）を比較したものである。各シナリオの下の行は、世界の二酸化炭素排出量に占める中国の比率を示している。計算はEIAのシナリオから中国の排出量予測を差し引き、それに各シナリオの中国の排出量の予測を加えたもので、中国の排出量予測を割っている。

図表19 中国の二酸化炭素排出量の予測（四つのシナリオ）
（炭素換算百万トン）

	2003	2010	2015	2020	2025	2030
EIA	966 14.2%	1597 19.3%	1909 20.8%	2225 22.2%	2550 23.3%	2923 24.5%
A GDP成長率 8 % 弾力性 1	966 14.2%	1656 19.9%	2433 25.1%	3574 31.4%	5252 38.5%	7716 46.2%
B GDP成長率 5 % 弾力性 1	966 14.2%	1656 19.9%	2113 22.5%	2697 25.7%	3442 29.1%	4393 32.8%
C GDP成長率 5 % 弾力性 0.5	966 14.2%	1656 19.9%	1873 20.5%	2119 21.4%	2398 22.3%	2713 23.2%

最後のCのケースでは、二酸化炭素の排出量は、EIAの予測よりも小さくなるが、これは過度に楽観的なケースであろう。最近の中国のエネルギー供給の傾向をみると、石炭から石油、天然ガスへの転換は、まったくといっていいほど進んでいない。またGDP成長率の低下傾向もまったく見られない。このなかでは、もっとも悲観的なシナリオAがもっとも現実的にみえる。

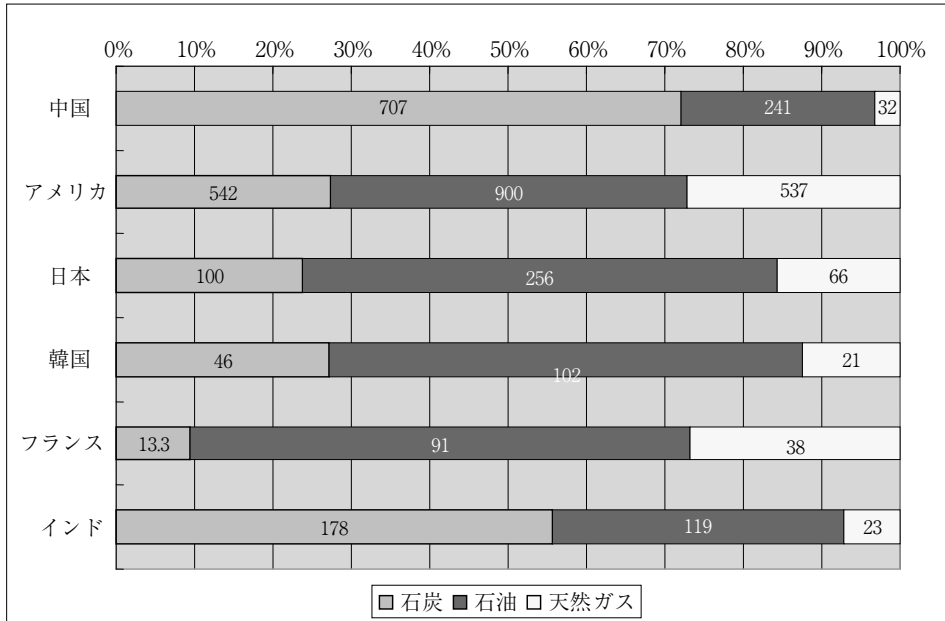
おわりに：エネルギー需要、二酸化炭素排出をどのように抑制するのか？

これまで考察してきたように、中国のエネルギー需要の急増は、世界のエネルギー市場に大きな影響を与えると同時に、二酸化炭素排出の増大により地球環境にも多大な影響を与えることになる。最後に、このような中国のエネルギー需要、二酸化炭素の排出をどのように抑制したらいいのかを考えておこう。

まず、エネルギー需要を抑制するためには、セメント、鉄鋼などの生産技術の改善が必要であることは言うまでもない。沈（2003）によれば、日本で使用されている生産技術を基準とするとき、中国は石炭火力発電で17%、鉄鋼で16%、セメントで29%の省エネが可能である。省エネが可能なのは、中国における生産の規模が小さいためであり、大規模な発電所や生産工場を建設することによって、エネルギー効率を改善することができるからである。生産技術改善のための技術移転に関しては、後述のクリーン開発メカニズムを利用したかたちで、日本が貢献できる可能性がある。

つぎに、石炭から石油・天然ガスへのエネルギーの転換であるが、中国の1次エネルギー消費は、その70%以上が石炭によるものである。これは、アメリカ、日本などと比べると、はるかに大きな比率になっている（図表20）。石炭を石油に転換すれば、20%以上、排出される二酸化炭素を削減することができる。天然ガスなら約40%二酸化炭素は削減さ

図表20 各国の石炭・石油・天然ガスの一次エネルギー消費の割合（2002年）



出典：『エネルギー・経済統計要覧2005』pp.202-204から作成 単位：石油換算100万トン

れる。しかしながら、図表17から明らかなように、石炭から石油、天然ガスへの転換はまったく進んでいない。転換を促進させるためには、優遇措置などのインセンティブ・メカニズムを整備する必要があるだろう。

二酸化炭素の排出やエネルギー需要を抑制するためには、炭素税を導入するという政策が効果的だと考えられている。しかし、炭素税の導入は、北欧を中心とするヨーロッパ諸国を除くと、日本などの先進諸国でもあまり導入されていない。したがって、これも現時点での中国への導入は非常にむずかしいだろう。

また、日本などの先進国との関係では、京都議定書で定められた京都メカニズムを利用することが、日本にとっても中国にとってもメリットになる。京都メカニズムとは、つぎの三つの仕組みを指す。すなわち、（1）共同実施（JI: Joint Implementation）、（2）クリーン開発メカニズム（CDM: Clean Development Mechanism）、（3）国際排出量取引（International Emissions Trading）の三つであるが、このうち（2）が、日中協力による二酸化炭素排出量の抑制に有効である。このクリーン開発メカニズムとは、数値目標を設定されている国（附属書I国）が設定されていない国の温暖化ガスの排出量削減プロジェクトを実行したときに、それによって削減された排出量を自国の排出量に上乗せすることができるという仕組みである。したがって、日本が中国と共同プロジェクトを行い、中国の二酸化炭素排出を抑制することによって、日本の数値目標も緩和されるわけである。

このような試みのひとつとして、朝日新聞2006年9月3日は、日本電気工業会が、中国の家庭で一般的に使われている白熱灯の電球を、省エネタイプの電球型蛍光灯に交換し、その分の排出権を政府や投資家に販売する試みを紹介している⁸⁾。

いずれにしても、中国の石油需要と二酸化炭素排出量の成長を抑制することは容易なことではないことは明らかである。したがって、この問題に関して、中国の京都議定書への参加も含めて、できるだけ早い時期に、日本などの先進諸国が中国と共同で取り組むことが必須であろう。

参考文献

- 周瑋生「気候変動枠組みにおける途上国の参加問題」田中・増田（2005）所収。
田中則夫・増田啓子編『地球温暖化防止の課題と展望』法律文化社，2005年。
中国国家統計局編『中国統計年鑑2005』中国統計出版社，2005年。
中国国家統計局「中国国内総生産の遡及改訂結果に関する公告」2006年。
沈中元「中国の省エネルギー潜在力」『IEEJ』2003年7月。
永田稔「蛍光灯で中国のCO₂減」『朝日新聞』2006年9月3日。
日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編『改訂版エネルギー・経済データの読み方入門』財団法人省エネルギーセンター，2004年。
日本エネルギー経済研究所計量分析ユニット編『エネルギー・経済統計要覧'06』省エネルギーセンター，2006年。
NEDO「中国におけるエネルギー資源節約の実施状況」『NEDO海外レポート』No.960，2005年7月27日。
早見均「中国2010年のエネルギーバランスシミュレーション」『開発金融研究所報』2000年。
Asian Development Bank (2006), *Key Indicators* 2006.
EAI (2006), *International Energy Outlook* 2006.
IEA (2000), *World Energy Outlook* 2000.
IEA (2004), *World Energy Outlook* 2004.
IEA (2006), *Energy Balances Non-OECD Countries* (2006 edition).
IPCC (2002), *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 『第3次評価報告書』) 2002年。

8) この試みは、中国河北省石家荘市ですでに実験的に行われた。電球型蛍光灯を買った消費者は白熱灯を持参すると購入費の半額を中国の省エネ推進機関から受け取ることができる。3900世帯を対象に実験したところ、2週間あまりで約3千個の電球が交換できた。年間60万個の交換を想定しているが、それが実現されれば、85,000トンの二酸化炭素の削減につながり、排出権の販売額は1億3000万円になる。