

《中国・北東アジア》

21世紀中国のエネルギーと環境問題

真 柄 欽 次

はじめに

1. 二酸化炭素排出の限界に関する議論
2. 主要国エネルギー弾性率の歴史的変化
3. エネルギー弾性率とカーボン弾性率
4. 人口大国、資源小国中国の将来

結論

はじめに

中国はアメリカに次ぐ世界第二のエネルギー消費国であり、その一次総エネルギー消費の約75%は石炭で、SPM(粉塵)、SO_x (硫黄酸化物) CO₂(二酸化炭素)などの環境上望ましくない物質を多く排出し、酸性雨や地球温暖化の主原因をつくっていると考えられるので、しばしば国際的な批判の標的となる。しかし、近年、中国を含む途上国を擁護する論文が発表されるようになってきた (Capoor, et al¹⁾ 1996、Reid and Goldemberg²⁾ 1997, Goldemberg and Reid³⁾ 1999)。根拠としては、中国を含むいくつかの途上国において、GDP(国内総生産)の増加率に対するエネルギー消費率の比(エネルギー弾性率)が低下の傾向にあることである。もしエネルギー弾性率が低下しなかったら、もっと多くのエネルギーが消費され、より環境破壊的であったはずなのに、現状は予期したよりもエネルギー節約的で、環境に優しかったというわけである。

昨年以來、京都議定書を批准しない方針を明確にした米国の言い分の一つは「途上国、とくに世界2番目の二酸化炭素排出国である中国が除外されている」ことである。一方、途上国側の言い分は「今日問題になっている、地球温暖化の原因は先進工業国が過去につくったものであり、途上国の責任ではない。途上国は経済発展により、国民の生活を改善することに、政策の重点を置きたい」である。

1. 二酸化炭素排出の限界に関する議論

1997年の京都議定書の基礎となる考えは地球温暖化を鈍化させるため「絶対量として二

酸化炭素排出を減らそう」としているのに反して、アメリカの排出問題に対する考えは「増加するGDPに見合う（予想される）二酸化炭素排出増加量をベースとして、排出を抑える」ということである。つまり、京都議定書では2008年から5年間（2008, 9, 10, 11, 12年）の平均で先進国の温暖化ガス排出総量を1990年比で、日本6%、アメリカ7%、EU（欧州連合）8%削減するはずであったが、2002年2月の日本、中国などのアジア諸国訪問の直前、ブッシュ米大統領は京都議定書を順守した場合のアメリカ経済の損失は4000億ドルに及び、490万人の失業者がでると述べた⁴⁾。アメリカの新しい提案によれば、今年から2012年までの10年間でGDP(国内総生産)当たり、温室化ガス排出を18%削減するとのことである。

経済開発の初期から中期にかけては、エネルギー消費とGNP（またはGDP）の増加の間に正相関関係があり、その後開発がさらに進むと、エネルギー節約的でありながらGNPが増加する傾向があるといわれる^{5) 6)}。開発途上国が貧困から脱却する典型的な第一歩は工業化で、エネルギー多用型かつ資本集約的産業の育成となる。この様な開発政策は一般的に公害の原因をつくり、環境破壊を助長する。しかし、経済開発後半においては多くの国々がエネルギー節約的でありながら、平均所得が向上し、かつ所得を平等化できる理由は高度情報産業（IT）の発達とサービス産業の発展によるものであろう。アメリカにおいても、今後さらにIT化とサービス産業の発展が予想されるので、GNPあるいはGDPに対してエネルギー節約的（エネルギー弾性値の低下）になる。したがって国民総生産に対する割合として、エネルギー消費を減らすことは、さほどの努力を要しない（事実、アメリカは過去10年間にGDP当たりのエネルギー消費を16%減少させているので、今後の10年間に18%減少させることはさほど難しいことではない）。

結論として、日本やヨーロッパ諸国がエネルギー消費総量を絶対量として減らすことを志向しているのに反して、アメリカは経済規模の拡大に重点を置き、環境問題を二次的に考えている古い「開発先行概念」にとらわれているといわざるを得ない。ただ、ここで問題となるのは、中国を含む途上国を擁護しようとしている学者（経済学者）たちもアメリカと同じ「経済成長重点主義」に基づいた理論を展開していることである。有限な地球上で「無限の経済成長」を夢とした、エネルギー使用の正当性を論じている余裕があるのだろうか？ それとも、絶対的な意味でエネルギー消費を削減しなければならないのだろうか？

地球の生態系が毎年吸収できる二酸化炭素量は、生態学者達の評価によると、炭素換算で約30億トンである。他方、地球上の約60億人が一人平均排出している炭素量は年1トン、地球全体で年約60億トンとなる。したがって、人類が現在二酸化炭素の形で排出している約半分しか自然が吸収できない。40年前の1960年頃の地球人口は、ほぼ現人口の半分、約30億人で、しかも当時の一人当たりエネルギー消費は今より低かったので、当時までは生態系が地球のエコシステムのバランスを保持していたことになる⁷⁾。

大気中に毎年残される約30億トンは年約7_{ppm}の割合で大気中の二酸化炭素増加の原因となる。氷河の氷の中の気泡中に含まれる空気の分析結果によると、200年前の大気にはたった270_{ppm}の二酸化炭素しか含まれていなかったが、現在は350_{ppm}を越えている。メタン、CFC(フロン)、NO_x (窒素酸化物)などの他の温暖化ガスも加わるので、現在はかなりのスピードで地球温暖化が進んでいるものと考えられる。これらの温暖化ガスは太陽熱を通過させるが、地表面に到達すると同時にできる赤外線は通過させないので、熱が宇宙に放射されにくくなる。地球に入ってくるエネルギーとほぼ同量のエネルギーが宇宙に放射されている限り、大気の気温は一定に保たれるが、放射が十分行われないと温暖化する。

2. 主要国エネルギー弾性率の歴史的变化

一人当たりのエネルギー使用量や個人所得は国ごとに大きく変化するが、これら2つの比(エネルギー弾性率)の変化は、はるかに少ない。世界主要国の1850以降のエネルギー弾性率をプロットすると図1のようになる(Goldemberg and Reid³⁾ 1999)。経済開発の第一歩は通常工業化でありエネルギー多用型かつ資本集約的産業の育成となる。先にも述べたとおり、このような開発段階においては、公害が発生したり、国民の間の貧富差が拡大する可能性が高い(Kuznets⁸⁾ 1996)。しかし、経済開発の後半においてはエネルギー節約的でありながら、平均所得が向上し、かつ所得を平等化できる理由は高度な技術産業の育成とサービス産業の発展の結果であろう。

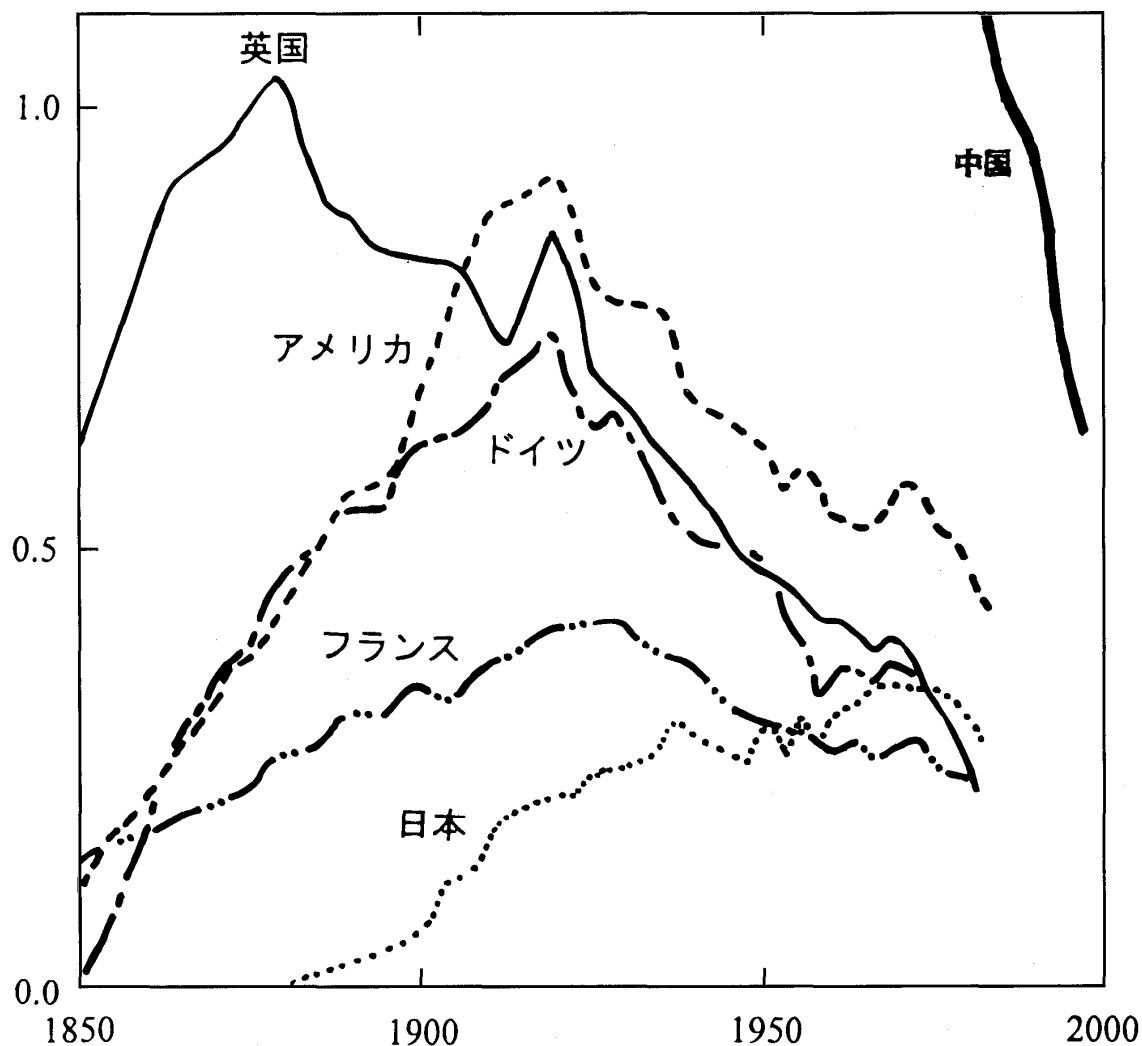
図1によると、産業革命の発生地、英国のエネルギー弾性値は1880年ごろピークに達し、その後下降線をたどっている。英国に遅れて産業革命期に入った米国とドイツのピークは1920年ごろで、フランスはさらに10年遅れた。ヨーロッパや北米に大きく遅れをとった日本のピークは戦後の1970年頃となる。日本の戦後が終わったのは1970年頃とよくいわれるが、そのころエネルギー弾性率がピークに達したことは、偶然だけでは説明できないであろう。1960年代に多く発生した公害問題は1970年のピーク直前の出来事であった。

英国、米国、ドイツのピーク時のエネルギー弾性率(0.75-1.13トン、石油換算/1000ドル)は1980年のこれらの国々(英国、米国、ドイツ)の弾性率(0.25-0.5トン、石油換算/1000ドル)の2倍以上であった。つまり、数十年間にエネルギー弾性率が大幅に低下した(エネルギー効率が大幅に向上した)。他方、産業革命に遅れた日本は国民の節約精神に加えて、進んだ技術を取り入れられるメリットにより、低い弾性率を維持することができた。「遅れた者が得(Follower advantage)」または「技術的な蛙の一つ飛び(Technological leapfrogging)」であったわけで³⁾、現在の開発途上国のエネルギー政策にも応用できる可能性がある。

さて、中国の現状はどうであろうか? 1980年以前に評価された弾性率は存在せず、以後の値(Goldemberg and Reid³⁾、1999)が図1に示されているが、下降傾向にあるとはいえ、弾性率自体は先進国よりかなり高い。とくに、中国が国際貿易に登場した2年後

(1980年)のエネルギー弾性値が1.4トン、石油換算/1000ドル(図1の枠外)であったことは、共産主義経済がいかにエネルギー消費的であったかを伺わせるに十分である。しかし、この年以後のエネルギー効率化計画により、エネルギー弾性率は急減した(図1参照)。1980年以後の5年間の総エネルギー投資の約10%が効率改善に使われた結果、それ以前の年エネルギー増加率7%を約4.5%に抑えることができた⁸⁾。この結果、エネルギー使用増加率をGDP増加率の約半分に抑えることができた。1980年以来、中国政府は省エネルギーに特に力を入れ、約30に及ぶ省エネ法の制定に向けて長年計画し、1998年1月から新しい「環境保護法」が施行された。石炭に対する補助についても、1984年の61%、1990年37%、そして1995年29%へと徐々に減少させる一方、石油に対する補助は1990年の55%から1995年の2%へと急減させた(Kosmo¹⁰⁾ 1987)。

図1 主要先進国のエネルギー弾性率の変化



エネルギー弾性率、トン、石油換算/1000ドル
出所：Goldemberg and Reid³⁾,1999

先に述べたとおり、適切な環境保護技術をとまわらない石炭の大量使用は、SO_xの大量排出となり、酸性雨の原因をつくる。Levine⁹⁾(1992)によると、中国は年間1800万トンのSO₂を排出し、周辺諸国にも被害を及ぼしている。揚子江の南での影響が、とくに大きく、チベット高原東側の地域のなんと48%の都市で年平均pH5.6以下の酸性雨が降っている。最も酸性度の高い雨はpH3.8であった⁹⁾。

3. エネルギー弾性率とカーボン弾性率

先進、高所得国のエネルギー弾性率が低い理由については、次の4つの理由が挙げられる。

- ①エネルギー消費的産業からエネルギー節約的産業への移管
- ②エネルギー効率の低い資源（例えば、石炭）から高い資源（例えば、天然ガス）への移管
- ③エネルギー効率の改善（技術開発）
- ④エネルギー効率を向上させるための政策（例えば、エネルギー価格の上昇、車の排気規制、自然エネルギーへの補助など）

これらのうち、中国がとくに力を入れてきたのは③エネルギー効率の改善であった。石炭中心（約75%）であり、石油生産が下降線をたどる中国にとって、新疆タリム盆地における天然ガスを東部工業地帯に送る「西気東輸」政策や、LNG（液化天然ガス）輸入、そして長江沿いのダム建設と水力発電に望みをかける以外に手はないが、即効は期待できない。石炭をベースとしたエネルギー効率の改善以外に目立った政策は考えられない。

一次エネルギーが使われた結果の「二酸化炭素排出状況」を示す「カーボン弾性率（トン、カーボン／トン、石油換算）」も計算された。クリーンなエネルギー源（例えば天然ガス、風力、太陽熱）に頼っている国は、たとえエネルギー弾性率が高くても、カーボン弾性率は低くなるわけであるが、二酸化炭素発生率の高い石炭を主なエネルギーとしている中国の値は高くなる。1994年現在で中国とインドの1.03トン、カーボン／トン、石油換算にたいして、世界平均値は約0.78、英国のそれは約0.68である（Goldemberg and Reid³⁾ 1999）。インドも中国同様、一次エネルギーに占める石炭の割合が高い（約50%）。

石炭を主な資源としたエネルギー効率化政策として、大型で効率的な火力発電所建設がある。1987年には国内で1ギガワット（10億ワット）以上の石炭火力発電所は、たった11しかなく、これらの合計発電能力は15ギガワットに過ぎなかったが、1994年までにそれぞれ、34発電所、43ギガワットにまで成長した（大型発電所の合計発電能力は全国総発電量の21.4%、State Economic and Trade Commission¹¹⁾ 1996）。一方、100メガワット（1億ワット）以上の発電所の占める割合も、1984年の32.5%から1994年の57.2%へ増加した。大型化と同時にエネルギー効率化が図られた。加えて、時間と資金がかかるものの、水力発電所の建設にも力が入れた。

4. 人口大国、資源小国中国の将来

1978年の開放政策開始以降の、中国の経済発展はめざましい。表1¹²⁾によると、1980-1994年間のGDP（国内総生産）の平均増加率は11%/年である。一方、この期間のエネルギー使用増加率は4.5%/年に過ぎず、それらの比率は0.41で高所得国の比率0.39と大差はない。他方、中国を除く低所得国や中所得国の値ははるかに高い（1.66-1.56）。つまり、中国は高所得国並にエネルギー節約的であったというわけであるが、その理由の主なものは分母（GDP増加率）の大きさである。中国が以前と同様な経済成長を今後も続けることは不可能と思われるので、分母の大きさに安心してはられない。つまり、根本的なエネルギー効率改善の政策がとられるかどうか、中国の将来を考える上で重要であろう。

表1 1980-1994年間の低、中、高所得国のGDP（国内総生産）増加率、一次エネルギー使用増加率、そしてエネルギー弾性比率を示す。

	GDP増加率 (%)	一次エネルギー使用増加率 (%)	エネルギー弾性比率
低所得国 (中国をのぞく)	2.8	4.7	1.66
中国	11.0	4.5	0.41
中所得国	2.5	3.9	1.56
高所得国	2.8	1.1	0.39

出所：Zhang(1999)¹²⁾

上にも述べたとおり、この期間、中国の総生産に占める貿易額の増加があったが、結果として大きな外貨収入となり、GDPの増大に貢献した面があるものの、国内的には農業からサービス業へのシフトが顕著であった。表2¹²⁾によると、1980年から1997年にかけて、GDPに占めるサービス業の割合が増加した（21.4%から32.1%）。一方、日本やアメリカなどの高所得国ではサービス業の割合が非常に高い（60%及び72%）。

表2 中国、日本、およびアメリカのGDPに占める農業、工業、サービス業の割合 (%)

	中国		日本	アメリカ
	1980	1997	1995	1995
農業	30.1	18.7	2.0	2.0
工業	48.5	49.2	38.0	26.0
サービス業	21.4	32.1	60.0	72.0

出所：Zhang(1999)¹²⁾

エネルギーを節約することは人口大国、資源小国である中国自身にとって、大切である。表3にあるとおり、石炭埋蔵量こそ世界の約11%を保有するとしても、石油（2.3%）及び天然ガス（0.8%）とも、埋蔵量は少ない。石炭と石油の可採年数（埋蔵量／年生産量）も世界のそれらより、かなり少ない（石炭：219年対82年、石油：41年対21年）。一人当たりの埋蔵量となると、過大な人口をかかえる中国の持ち分は、ますます小さくなる（表3参照）。資源を節約することは、中国の存続のために必須であることが判る。

表3 中国のエネルギー資源埋蔵量、可採年数（埋蔵量／年生産量）、一人当たり埋蔵量 世界との比較

エネルギーのタイプ	埋蔵量		埋蔵量／年生産量		一人当たり埋蔵量	
	中国(億トン、世界における億立方米)	割合(%)	中国(年)	世界(年)	中国(トン、立方米)	世界(トン、立方米)
石炭	1145	11.1	82	219	95	182
石油	33	2.3	21	41	3	25
天然ガス	11600	0.8	52	64	967	25517

出所：Zhang(1999)¹²⁾

多量のエネルギーを使う、鉄鋼、アンモニア、セメントの生産や火力発電に関して、中国の1980年当時と1994年時におけるエネルギー使用量（トン、またはキロ、石炭換算／トン）と先進国での値の比較が表4に示されている（ボイラーの熱効率比較も含む）。エネルギー効率向上について、中国に大きな改善が求められる。先進国による技術援助が必要であろう。

表4 エネルギー効率に関する中国と先進国の比較

	中国 1980	中国 1994	先進国
鉄鋼 (トン、石炭換算／トン、鉄鋼)	1.30	1.03	0.6(イタリア)
アンモニア (トン、石炭換算／トン、アンモニア)	1.45	1.34	1.2
セメント (キロ、石炭換算／トン、セメント)	206.5	175.3	108.4(日本)
発電 (グラム、石炭換算／KWH)	448	413	327(旧ソ連)
工業用ボイラーの熱効率 (%)	—	60—70	80—85

出所：Zhang(1999)¹²⁾

結論

エネルギーを効率よく使い、環境保全に留意することは、中国の農業を守るためにも大切である。酸性雨を含む地域的な公害問題はいうに及ばず、地球規模の環境破壊、温暖化

による気候変動、乾燥化、土壌削剥などは大きな人口をかかえる中国にとって、重大問題である。経済開発が進んでいるとはいえ、全経済における農業の比率の高い中国にとって、農業の重要性は述べるまでもない。

資源小国である中国が資源節約的になることは、自国の経済を動かし続けるために必要なことである。エネルギー資源が枯渇すれば、経済発展の鈍化ないし、崩壊にさえ結びつく可能性が出てくる。省資源、省エネルギーを基本とした環境政策の確立は12億国民の健康と生活環境を守り、改善するために必要な条件である。もし、これらの政策が成功しなければ、1978年以来の経済発展が終わりを告げ、歴史のかなたに消え去ることになりかねない。

省エネルギーと環境保護の分野で進んでいるわが国を含む先進国による国際協力体制の確立は中国とその国民を守るためばかりでなく、地球の未来のために必要であると信ずる。

注

- 1) Capoor, K., Deutz, A. M. and Ramakrishna, K., 1996, Toward Practical Implementation of Article 4.1 of the Climate Treaty, U.S. Environmental Protection Agency's Climate Analysis Workshop, Springfield, Virginia, U.S.A.
- 2) Reid, W.V. and Goldemberg, J., 1997, Developing countries are combating climate change, Energy Policy, v.26, no.3, p. 233-237。
- 3) Goldemberg, J. and Reid, W.V., 1999, Greenhouse gas emissions and development: a review of lessons learned, In Promoting Development While Limiting Greenhouse Gas Emissions, Trends and Baselines, UNDP, New York, N.Y., U.S.A., p.1-13。
- 4) 読売新聞、2002、米、温室効果ガス18%削減、2002年2月16日。
- 5) 速水祐次郎、1995、開発経済学、創文社。
- 6) 真柄欽次、1998、開発途上国の所得不平等とエネルギー消費、開発技術、第4巻、57-63頁。
- 7) 真柄欽次、2002、アジアにおけるエネルギー事情と環境対策、資源環境対策、第38巻、第6号、37-43頁。
- 8) Kuznets, S., 1996, Economic Growth of Nations, Yale University Press.
- 9) Levine, et al., 1992, China's Energy System, Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, California, U.S.A.
- 10) Kosmo, M., 1987, Money to Burn? The High Costs of Energy Subsidies, World Resources Institute, Washington, D.C., U.S.A.
- 11) State Economic and Trade Commission, 1996, China Energy Annual Review, Beijing, China.
- 12) Zhang, Z. X., 1999, Is China taking actions to limit its greenhouse gas emissions? Past evidence and future prospects, In Promoting Development While Limiting Greenhouse Gas Emissions, Trends and Baselines, UNDP, New York, N.Y., USA.

(Kinji MAGARA)