

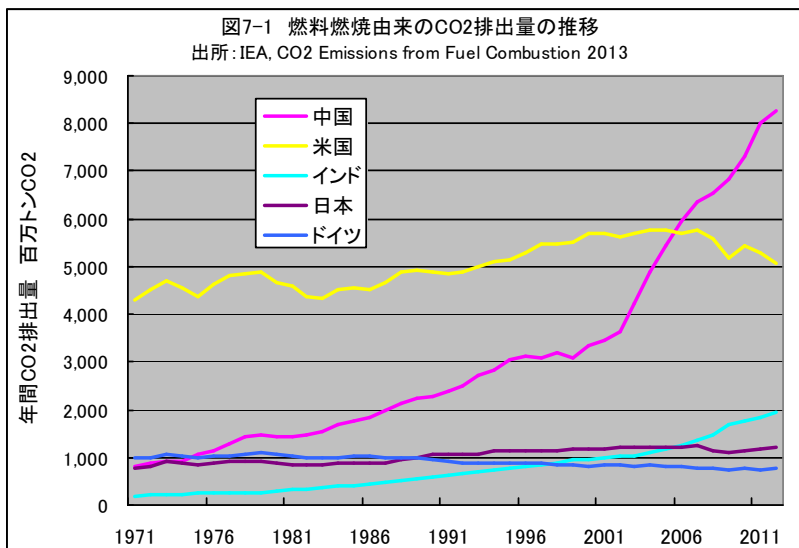
## 7. 中国のCO2排出量はどこまで増加するか

電源構成を見直す上で、問題を難しくしているのは、温暖化防止を考えなければならないためです。温暖化は世界全体の問題ですから、自国のことだけを考えたのでは、目的を達することはできません。本項では、最大のCO2排出国である中国について考えることにします。

### 7.1 CO2排出量の急増

世界で5人に1人は中国人です。そして、化石燃料の燃焼で、世界で排出されるCO2の1/4は中国が排出しています。今もCO2排出量を増加させており、どこまで増大するか脅威です。

図7-1には、中国と主要4各国のCO2排出量の推移を示しました。米国とインドは、中国に次ぐCO2の多量排出国です。米国は今後、CO2排出量の減少に向かうと思われませんが、インドは今後の経済成長により、中国を追従することも考えられます。



世界4位のCO2多量排出国はロシアで、それに続くのが日本です。ドイ

ツのデータを掲載したのは、産業・社会のエネルギー効率が高く、再生可能エネルギーの導入など CO2 排出削減に努めている国の代表例として示したものです。

図 7-1 からは、2002 年頃から CO2 排出量が急増していることが分かります。図 2-5 で前述したように、急速な経済成長によるエネルギー需要の増大を、主に国内で産出する石炭により賄った結果です。

図 7-2 には、2012 年の化石燃料の燃焼による CO2 排出量について、世界全体に対する比率を示しました。中国は世界の排出量の 26%を占めています。

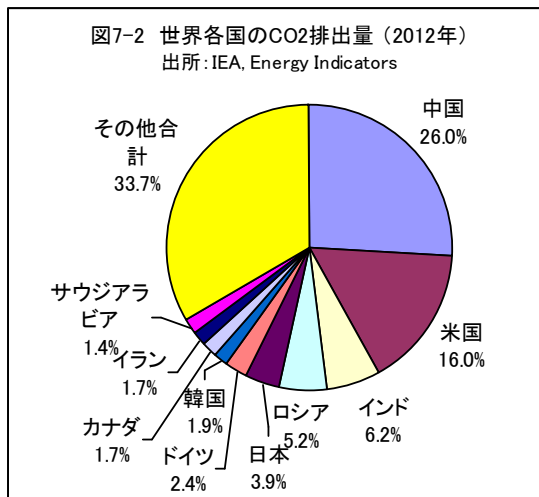
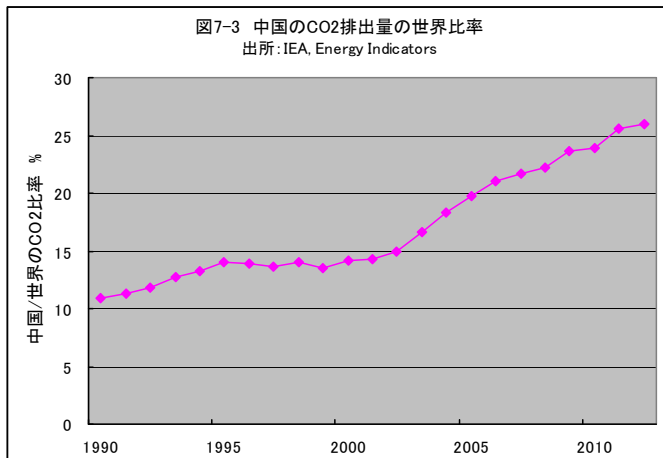


図 7-3 には、世界全体に対する中国の CO2 排出量の比率の推移を示しました。世界全体の CO2 排出量は、1990 年から 2012 年までに 1.5 倍に増加しています。また、2002 年から 2012 年までには、1.3 倍に増加しています。増加する世界の CO2 排出量に対しても、中国は 2002 年頃に 15%だった比率が、2012 年には 26%に達しています。グラフは、今後も世界全体に対する比率が高まる傾向を示しています。

本章では、今後、中国の CO2 排出量がどの程度まで増加しそうかを、データにより見ていきたいと思ひます。



## 7.2 統計データに対する疑念

エネルギー問題について記載してきましたが、毛色の違う話題を紹介します。中国のGDPなどの経済指標には、疑念が持たれているようです。

中国は人口の総数も疑われる大国ですから、統計データに誤差がある事は想像できると思います。一般に中国の統計データは、30余の地方政府のデータを集計したものです。データ項目にも依りますが、地方政府が、好ましいデータを中央政府に上げたいと思う事は想像に難くないでしょう。また、中央政府も、世界に好ましいデータを発信したいと考える場合もあると思います。中国の統計データには、統計誤差と、地方と中央政府の思惑が含まれていると考えられています。

### <李克強首相の挿話>

李克強氏が首相になる何年か前のこと、米国の駐中国大使との食事の席で、「中国経済を判断する際に、GDPはあまり参考しない。電力消費量、鉄道貨物輸送量、銀行の貸付を参考にしている。」と述べたとのこと。この情報は、米本国に報告され、その後、ウィキリークスにより公開され、世間で知られることになりました。

2008年のリーマンショックの際には、中国の電力消費量の対前年同月比の増加率は、2008年10月から2009年5月まで、ひと月を除いてマイナスを記録しました。一方、GDPの増加率は、その間9%程度を維持しており、おかしいと指摘されたものです。

#### <CO2 排出データの信頼性>

上述の挿話は経済指標に関するものですが、エネルギー指標が例外であるはずはありません。

CO2 排出量は実測されているわけではないので、化石燃料の消費量から算出されているものと思います。化石燃料の輸出入量は、比較的信頼できるデータと考えられます。中国で問題がありそうなのは、国内で大量に産出され、消費されている石炭のデータであると思います。

下記の環境誌のレポートには、中国のCO2 排出量の実績データについて、地方政府が報告しているエネルギー消費量から積算したCO2 排出量と、中央政府の報告値にかなり大きな違いがあることが指摘されています。

Nature Climate Change(2012) 2,672-675(2012), "The gigatonne gap in China's carbon dioxide inventories"

本章では、主にIEAのデータベースの値を用いています。そのデータも、IEAの中国委員が報告した値をもとにしているのでしょうかから、例外ではないと思います。しかし、中国政府が報告しているデータ以外には、方法はないように思われます。

中国のエネルギー効率近年改善されているのか、というような精度を要する検討では注意が必要になります。

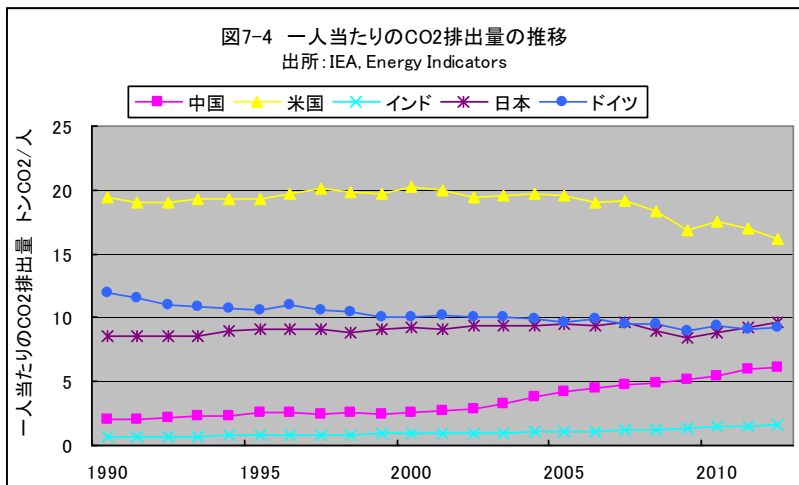
### 7.3 エネルギー指標の推移から考える

IEAデータベースのEnergy indicatorsの値により、燃料燃焼によるCO2 排出量に関するエネルギー指標を紹介します。

#### <一人当たりのCO2 排出量>

中国はCO2の最大の排出国です。しかし、人口が多い国は、CO2 排出量

も多くなるのは当然です。CO<sub>2</sub> 排出量は人口一人当たりの値で比較、評価されるべきです。図 7-4 には、中国の人口一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量の推移を、前述の 4 カ国と対比して示しました。



2012 年の中国の一人当たりの CO<sub>2</sub> 排出量は、日本やドイツの 60%台で、米国となら 40%以下です。大国には大国としての責任が求められますが、CO<sub>2</sub> 排出量の多さを先進国から非難される水準ではありません。

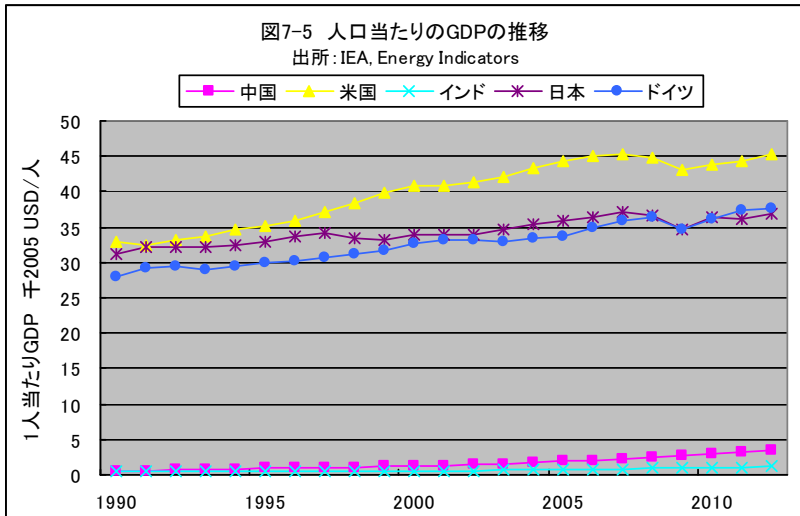
なお、インドの CO<sub>2</sub> 排出量は世界 3 位ですが、一人当たりでは、日本の 15%程度に過ぎず、今後豊かになれば、CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に増加させる可能性があります。

#### <一人当たりの GDP>

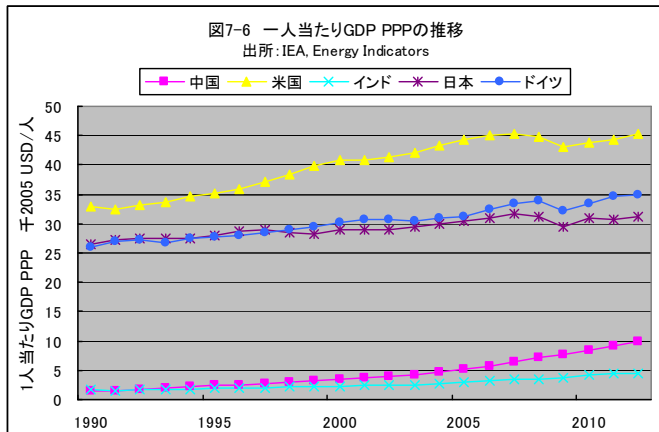
発展途上国は、今後豊かになり、エネルギー消費と CO<sub>2</sub> 排出量を増加させます。図 7-5 には、5 カ国の一人当たりの GDP の推移を示しました。単位は 1,000 米ドル(2,005 年)です。

2012 年の中国の値は、日本やドイツの約 1/10、米国の 8%と、まだ随分低いレベルです。今後も順調に経済成長が続くなら、まだまだエネルギー消費が増大し、CO<sub>2</sub> 排出量を増加させることになるでしょう。まお、インドの値

は日本やドイツの3%に過ぎません。



購買力平価によるGDP PPPで評価するほうが妥当かもしれないと考えて、図7-6に示しました。中国やインドと、米国、日本、ドイツとの差は、縮まっていますが、やはり大きな違いがあります。



<GDP当たりの総一次エネルギー供給量>

発展途上国が豊かになり、GDPが増大してくれば、産業や社会のエネルギー効率は向上し、GDP当たりの一次エネルギー消費量は減少します。図7-7には、GDP当たりの一次エネルギー供給量の推移を示しました。エネルギー供給量の単位 toe は、石油換算トンです。

5カ国とも低下傾向が見られますが、中国の低下が顕著です。但し、2012年の中国の値は、日本やドイツの約6倍であり、エネルギー効率が、まだまだ低いことが分かります。

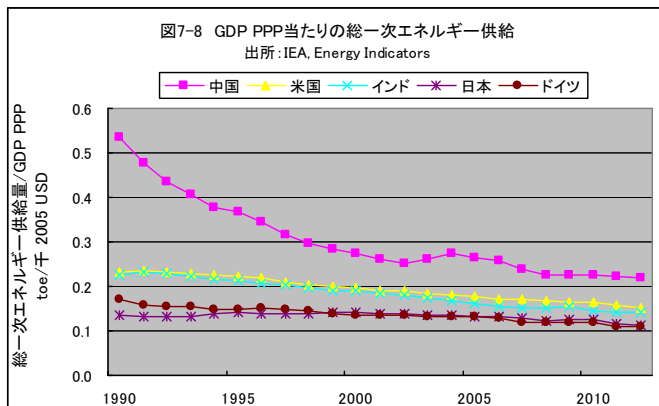
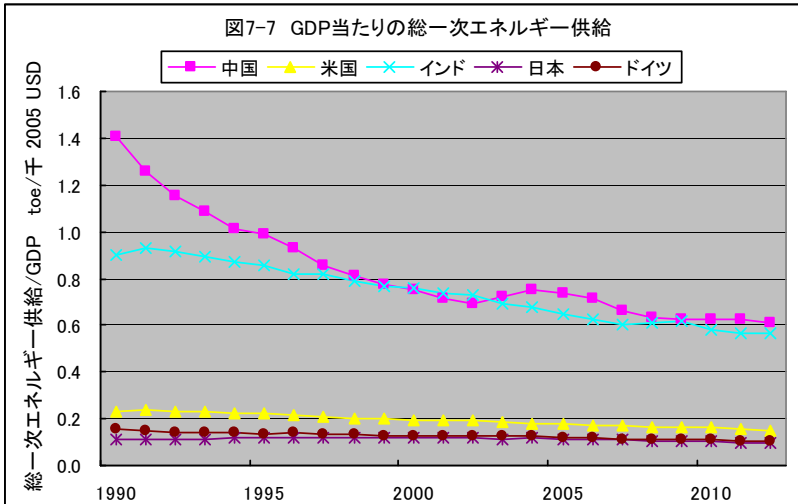
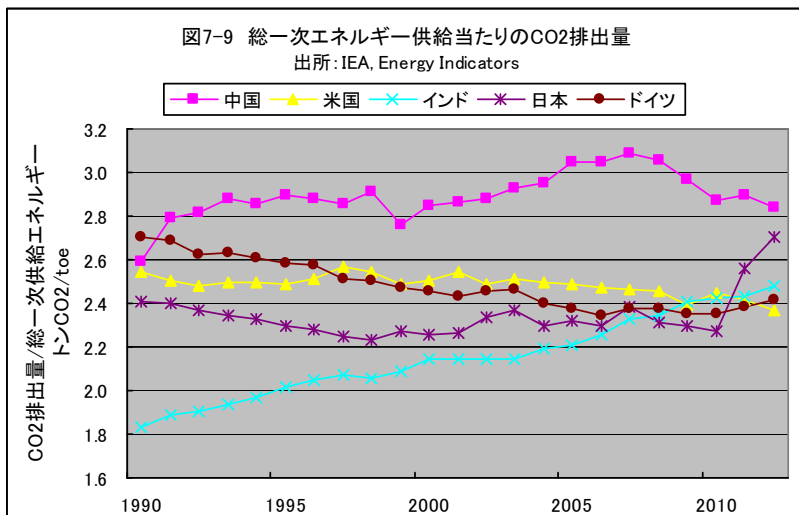


図 7-8 には、同様に購買力平価による GDP PPP を用いた値を示しました。  
 <総一次エネルギー供給量当たりの CO2 排出量>

図 7-9 には、一次エネルギー供給量当たりの CO2 排出量を示しました。たて軸を拡大して示したため、5 カ国で差異が大きいように見えますが、何れも 2.5 トン CO2/toe 前後です。



米国、日本、ドイツが低下傾向を示しているのは、再生可能エネルギーや天然ガスなどの CO2 排出量の少ない燃料の比率が増加しているためです。なお、2011 年から日本の値が飛び上がっているのは、原発が停止し火力発電が急増したためです。

中国の値が高いのは、CO2 排出量が多い石炭の比率が高いためです。CO2 排出量は、1990 年から概ね横ばいです。一方、インドの値は中国よりも低いのですが、増加を続けています。これらについての解説は次項に記載します。

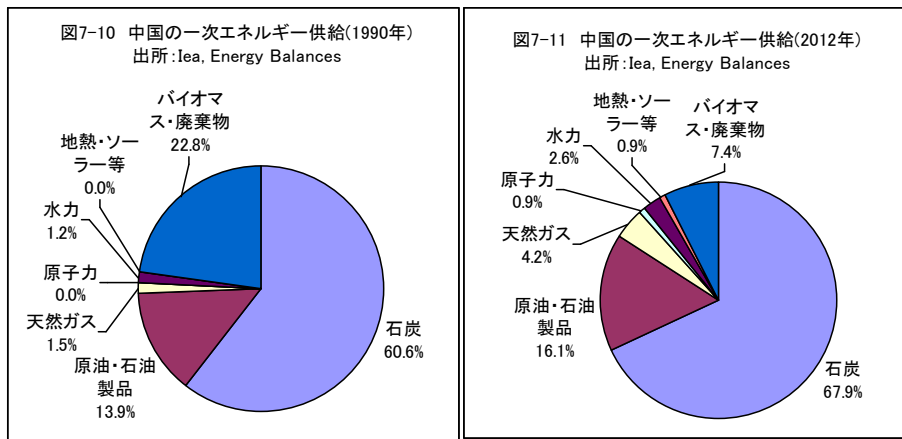
#### 7.4 中国のエネルギー構成

図 7-10 から図 7-13 には、1990 年と 2012 年の中国とインドの一次エネルギー供給のエネルギー構成を示しました。



## ＜中国のエネルギー＞

中国の1990年と2012年のエネルギー構成を比べると、石炭比率が増加し、バイオマス・廃棄物が減少しています。その他、天然ガスや水力も増加し、1990年には無かった原子力が、多くはありませんが2012年には出てきています。



石炭比率の増大は、2002年頃から始まる中国経済の急成長で必要となったエネルギーを、主に石炭により賄った結果です。

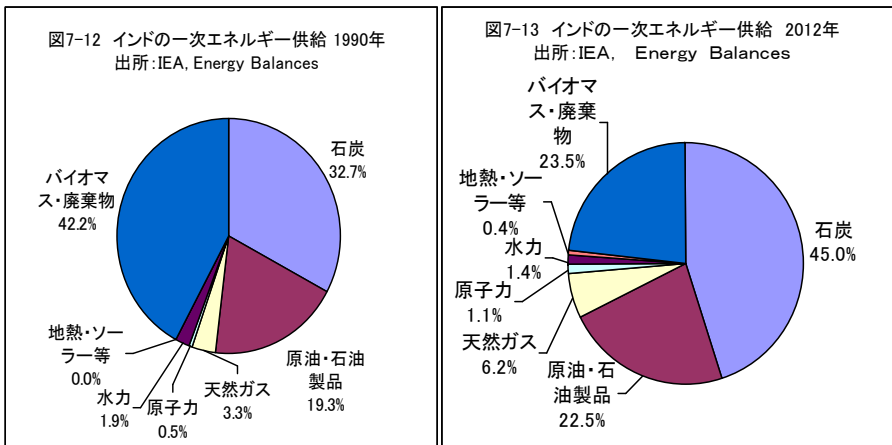
中国やインドにおけるバイオマス・廃棄物は、先進国における温暖化防止を目的としたものとは異なり、在来型のバイオマス・廃棄物です。具体的には、農村の家庭などで燃料に使用されている薪、農業廃棄物、畜産廃棄物などです。

発展途上国では、家庭の燃料の薪拾いは子供の仕事で、子供の大きな負担になっている、と聞いたことがあります。また、1970年代に、中国で家庭用のメタン発酵槽が手作りされており、厨芥や家畜の排泄物を投入すると、一家の燃料を賄うことができ、発酵槽の残渣は畑の肥料に利用できるという報告を聞いたこともあります。しかし、1990年の中国で、バイオマス・廃棄物が、一次エネルギー供給量の1/4近くを占めていたことは驚きです。

石炭比率の増加、バイオマス・廃棄物の減少は、一次供給エネルギーに対する CO2 排出量の比率を増加させます。一方、天然ガス、水力、原子力の増加は、CO2 排出量の比率を減少させ、全体として、図 7-9 に示した推移になったものと思います。

### <インドのエネルギー>

インドの一次エネルギー供給では、1990 年のデータで、バイオマス・廃棄物が最大のエネルギー源であった事は驚きです。発展途上国のエネルギー問題を考える場合には、先進国の常識が通用しないことを自覚する必要があります。



中国ほど急速ではありませんが、インドも経済成長を続けており、バイオマス・廃棄物の比率は減少し、エネルギー需要の増大を充足したのは、第一に石炭です。その他、天然ガス、石油、原子力の比率も増加しています。

インドにも、中国の 2002 年頃からのような、急速な経済成長の時代が訪れるかもしれません。その場合には、急増するエネルギー需要を如何にして確保するかは大きな課題になります。

### <必要なエネルギーの確保>

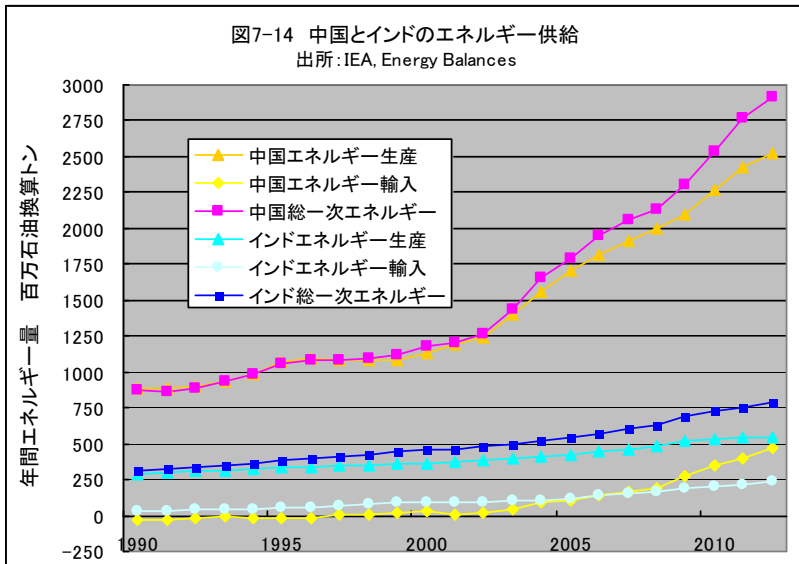
図 7-14 には、中国とインドの国内エネルギー生産量、エネルギー輸入量、

総一次エネルギー供給量を示しました。

中国は、1996年までは正味のエネルギー輸出国で、1990年には生産量の4%を輸出していました。1997年以降、正味エネルギー輸入国に転じ、2012年には、総一次エネルギー供給量の16%を輸入しています。この輸入量は、日本の総一次エネルギー供給量に匹敵するものです。

中国とASEAN諸国との南シナ海での領土問題も、主に石油資源に関するものです。日本との間の尖閣諸島の問題も、東シナ海に石油が賦存するという情報が発端でした。中国が、多くの発展途上国に進出しているのも、資源エネルギーの確保が主な目的です。

中国が経済成長を続けるために、エネルギーの確保は最重要課題の一つであると思われます。今後、中国が温暖化防止にどれだけ注力するかは不明ですが、エネルギー消費を抑制する努力は行われるでしょう。



2012年のインドの一次エネルギー供給量は、中国の27%に過ぎません。また、エネルギー輸入量は、一次エネルギー供給量の30%です。但し、イン

ドは、2020年代のうちに、人口で中国を抜くと予測されており、エネルギー消費でも、CO2 排出量でも、今後の経済成長により、大幅に増大するものと思われま

## 7.5 中国 CO2 排出量の将来予測

### <Kaya identity>

本項では、中国の CO2 排出量について、筆者の将来予測を紹介し

$$\text{人口} \times \frac{\text{GDP PPP}}{\text{人口}} \times \frac{\text{一次エネルギー供給}}{\text{GDP PPP}} \times \frac{\text{CO2排出量}}{\text{一次エネルギー供給}} = \text{CO2排出量}$$

この式は茅先生の恒等式 (Kaya identity) として、CO2 排出量に関する海外文献にも記載されているものであることを、後から知りました。定かではありませんが、茅先生の講演などのおぼろげな記憶が残っていたのかもしれ

表 7-1 には、恒等式の各項目について、米国、日本、ドイツおよび中国の実績値を示しました。日本は東日本大震災が発生する前の 2010 年の値、その他の国は 2012 年の値です。

表 7-1 エネルギー指標による2030年の中国CO2排出量の予測 (筆者の試算値)

項目	人口 百万人	GDP PPP/人口 千 2005 USD/人	TPES/GDP PPP toe/千 2005 USD	CO2/TPES トンCO2/toe	CO2排出量 百万トンCO2	
実績	米国 (2012年)	314.28	45.283	0.150	2.370	5,074.14
	日本 (2010年)	128.04	30.887	0.126	2.274	1,134.05
	ドイツ (2012年)	81.92	34.806	0.110	2.417	755.27
	中国 (2012年)	1,357.86	9.787	0.219	2.836	8,250.85
予測	中国 (2030年)	1,461.00	25.300	0.140	2.500	12,937.16
	備考	国連推計 (2013年)	注3)	米国と日本 の間	10%向上	左記の 掛け算値

注 1) GDP PPPは、購買力平価のGDP

2) TPESは、総一次エネルギー供給

3) 2010年代前半は年7.5%成長、後半は6%、2020年代前半は5%、2020年代後半は4%で推定

### <指標の設定>

表 7-1 の中国の 2030 年の予測の欄の値は、筆者の想定です。人口は国連の 2013 年の推計値です。人口予測は、かなり精度が良いものと言われます。

GDP PPP は、2010 年代前半の 2012 年以降の年間成長率を 7.5%、2010 年代後半は 6%、2020 年代前半は 5%、2020 年代後半は 4%として算定しました。以前には、中国は高い経済成長を続けると考えられていました。しかし、2014 年に入ると、リーマンショック以後のバブルの後遺症が顕在化を始めたため、最近は以前に比べ、経済成長率はかなり低下すると考えられるようになりました。上記の値はそれに対応したものです。

TPES/GDP PPP (購買力平価による GDP 当たりの総一次エネルギー供給量) は、産業や社会のエネルギー効率の高さを表すものです。中国にとって、必要とされるエネルギーの確保は、最大の課題の一つであり、エネルギー消費を抑制するために、今よりもエネルギー効率は高まるものと思います。16 年後に中国は、今の日本の水準には達しないが、エネルギー多消費社会である米国の今の値よりも低くなると考えたものです。

CO<sub>2</sub>/TPES は、一次エネルギー消費量に対する CO<sub>2</sub> 排出量の比率です。CO<sub>2</sub> 排出量の少ないエネルギーの比率が増加すれば、この値は小さくなります。図 7-11 に示した、2012 年の中国の一次エネルギーの構成では、バイオマス・廃棄物が 7.4%を占めています。主に農村で、未だに薪などか家庭用燃料に使用されてものです。バイオマス・廃棄物の燃焼による CO<sub>2</sub> は、化石燃料による CO<sub>2</sub> 排出量には含まれていません。中国が豊かになれば、バイオマス・廃棄物は、化石燃料に置き換わると思います。差し当たり、石炭に転換すると思われ、CO<sub>2</sub> 排出量を増加させます。

電力需要の増加分のかなりは、原発によることになると思います。3.5 項では、中国には建設中や計画段階の原発が多数あることを紹介しました。現状 1.1%である原発比率が増大することは、CO<sub>2</sub>/TPES を低下させます。また、現状で 6.2%の天然ガスの比率もかなり増加し、CO<sub>2</sub>/TPES を低下させると思います。

一方、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーは、あまり期待で

きないと想定しました。中国の環境・エネルギー分野に関し、温暖化防止よりも、PM2.5 対策や排水浄化などが、優先すべき課題であることは、疑う余地はありません。中国は大国ですから、風力発電の設置量が世界で 1、2 位になるかもしれませんが、中国の総発電電力量に占める割合は僅かな値に留まるでしょう。それらを総合し、CO2/TPES の低下はあまり期待できないと考えて、現状の 90%と仮定しました。

#### <CO2 排出量の将来予測値>

表 7-1 には、以上を掛け算した値として、2030 年の中国の CO2 排出量の予測値を示しました。2012 年の CO2 排出量の約 1.6 倍です。

表 7-2 には、人口当たりと、GDP PPP 当たりの CO2 排出量を、現状の米国、日本、ドイツ、中国と対比して示しました。

中国 2030 年の一人当たりの CO2 排出量は、現状の中国の値の約 1.4 倍で、現状の日本とは近い値になっています。GDP PPP 当たりの CO2 排出量は、現状の中国の値の約 60%、現状の日本の 1.2 倍です。

表 7-2 中国 2030 年予測の CO2 排出量指標（筆者の試算）

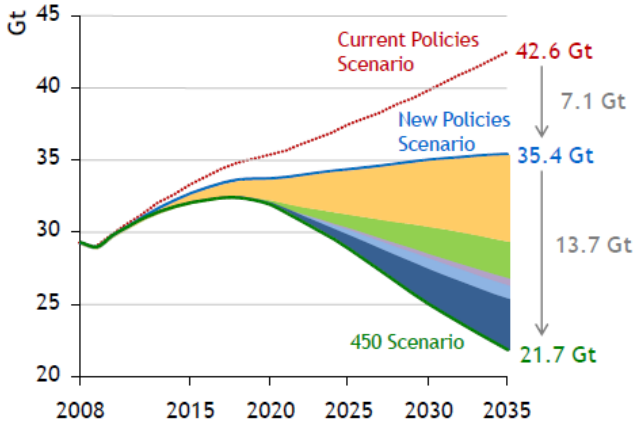
項目	CO2/人口	CO2/GDP PPP
米国 (2012年)	16.15	0.357
日本 (2010年)	8.86	0.287
ドイツ (2012年)	9.22	0.265
中国 (2012年)	6.08	0.621
中国 (2030年予測)	8.23	0.350

## 7.6 公的機関による中国 CO2 排出量の予測

本項では、IEA と米国エネルギー情報局（以下、米 EIA と略）による、CO2 排出量の真面目な予測を紹介します。大きな機関による予測には、予測の根拠が明示されています。だからと言って、予測が当たるわけではありません。過去の多くのエネルギー予測がその事を示しています。将来を予測する事は、本質的に誤りを犯すことであると私は考えています。

#### <IEA の WEO の予測>

### 世界の CO2 排出量予測



### 中国の CO2 排出量予測

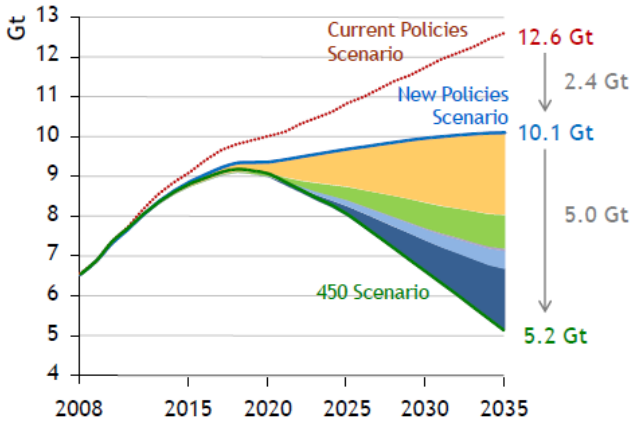


図 7-15 IEA の「450 シナリオ」、「新政策シナリオ」、「現状政策シナリオ」による 2035 年までの世界と中国の CO2 排出量予測

出所: World Energy Outlook 2010, Nobuo Tanaka, Executive Director  
International Energy Agency, Beijing, 17 November 2010

世界のエネルギー予測で最も権威があるのは、IEA が毎年発行している

World Energy Outlook (WEO) だと思えます。450 シナリオ、新政策シナリオ、現状政策シナリオの3シナリオに基づくエネルギー消費と、それに関わるCO<sub>2</sub>排出量の予測が掲載されています。

地球温暖化防止のためには、2050年までにCO<sub>2</sub>排出量を現在のレベルから半減させ、気温上昇を2°Cに留め、大気中の温室効果ガス濃度を450ppm程度に安定化させることが必要との考えが支配的ですが、450シナリオはそれに対応したものです。ただし、450シナリオの実現は、ほとんど困難と考えられています。

各国が実施している政策に基づく現状政策シナリオに対し、新政策シナリオは、各国が発表した公約や計画を考慮したものです。それが本当に実施されるかは不確かですから、新政策シナリオは努力目標と言えるでしょう。

図7-15には、無償でダウンロードできる2010年版WEOの3シナリオによる、2035年までの世界と中国のCO<sub>2</sub>排出量の予測を示しました。2011年版以降で修正されているかは確認していません。

現状の成り行きを表す現状政策シナリオでは、2035年の世界のCO<sub>2</sub>排出量を426億トンCO<sub>2</sub>と予測しています。それに対し中国は、126億トンCO<sub>2</sub>で、世界の約30%を占めることになると予測しています。なお、前述した筆者の2030年の予測値は129億トンCO<sub>2</sub>ですから、それほど見当外れの値ではないと思います。

#### <米EIAのIEO2013の予測>

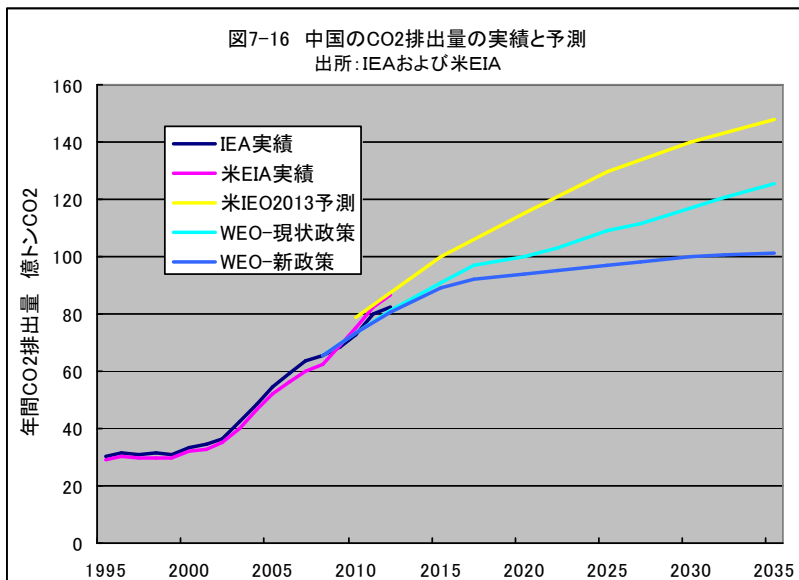
米EIAも、毎年International Energy Outlookを発行しており、その2013年版(IEO2013)には、2040年までのエネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出量の予測が記載されています。基準ケースは、各国の既存の法律や政策に基づくもので、IEAの現状政策シナリオに対応するものです。

図7-16には、中国のCO<sub>2</sub>排出量の実績とともに、2035年までのIEAの現状政策シナリオと新政策シナリオ、米EIAのIEO2013の基準ケースの予測値を示しました。

先ず実績値では、IEAと米EIAで少し違っていることが分かります。前



述したように、中国の統計データに正確さを求めるのは、少し無理であるということでしょう。



予測値では、IEAのWEOの現状政策の値よりも、米EIAのIEO2013ではかなり大きいCO2排出量を予測しています。例えば、2030年の予測値は、IEA新政策が100億トン、IEA現状政策が117億トンに対し、米EIAの予測値は140億トンです。

#### <筆者の感想>

図7-16を眺めると、米EIAの予測は、実績のトレンドを延長し、エネルギー確保の制約などから、ある程度エネルギー効率の向上が図られることを想定したように見えます。一方、IEAの二つのシナリオともに、2010年代後半からCO2増加の傾きが低下しており、CO2排出削減の積極策がとられることを想定しているように見えます。

中国は2009年に、2020年のGDP当たりのCO2排出量を2005年に比較して40~45%削減する目標を打ち出しており、IEAの予測は、それを反映

したものと思われます。また、発展途上国とはいえ最大の CO2 排出国の中国に対し、CO2 の増加を抑制してほしいという IEA の願望が込められたものかもしれません。

一方、米 EIA の予測には、PM2.5 の削減もできない中国には、実効性ある CO2 削減は無理であろうという第三者の見方を感じます。

IEA の予測はレポート発行前年の 2009 年頃の状況、米 EIA の予測は 2012 年頃の状況をもとにしています。一方、中国の経済成長の減速は、2014 年に入りかなり明確になってきました。両予測が根拠とした中国の経済成長を、下方修正する必要があると思います。

私としては、米 EIA の予測と、IEA 現状政策の予測の中間くらいが、今後の中国の CO2 排出量になるのではないかと考えています。

## 7.7 中国の CO2 排出量の削減目標

### <米中共同声明>

この原稿を書いている 2014 年 11 月、APEC に合わせて行われた米中首脳会談の共同声明で、これまで温暖化防止に積極的でなかった両国が、温室効果ガスの排出削減目標案を発表しました。

米国は 2025 年までに、温室効果ガスを 2005 年比で 26~28%削減する。中国は CO2 排出量を、2030 年頃のなるべく早い時期にピークにするとし、全エネルギーにおける化石燃料以外の割合を、2030 年までに約 2 割に高める、というものです。

### <2030 年以降の CO2 削減>

中国の CO2 排出量の増減は、中国の経済成長と、エネルギー効率や非化石燃料比率に依存しますが、支配的なのは経済成長でしょう。

中国の人口は、2030 年頃にピークに達したあと、減少に転じると予測されています。また、15 歳以上 65 歳未満の生産年齢人口は、それよりも早く減少が始まります。そのため、中国の経済成長も、2030 年頃には概ねピーク域に達するように思われます。その段階で、エネルギー効率の向上が図られ

ば、共同声明の一つの目標は達成できる訳です。

中国にとって、エネルギーの確保は重要な課題であり、一方、経済的に成り立つ省エネ技術などは、まだまだ普及せずには山残されています。エネルギー消費の抑制は、中国にとって経済的な負担にはなりません。日本のように、経済的な負担があっても、温室効果ガスを削減しようとするのとは異なります。

#### <化石燃料以外の比率>

図 7-11 に示した中国の 2012 年の一次エネルギー供給で、バイオマス・廃棄物が 7.4%、水力が 2.6%、原子力が 0.9%、地熱・ソーラー等が 0.9%ですから、化石燃料以外の比率は 11.8%です。これを 20%まで高めることになります。

中国社会全体が豊かになれば、バイオマス・廃棄物を燃料に使用することは減ると思います。これは CO<sub>2</sub> の増加要因です。一方、前述したように、中国には建設中と計画段階の原発が多数あります。例えば、東日本大震災前の日本は、一次エネルギー供給に占める原子力の比率は 15%でした。中国の原発比率が日本並みに増加すれば、それだけで、化石燃料以外の比率の 20%は達成できます。発電コストが高い風力発電や太陽光発電の導入拡大は、殆ど必要がありません。

#### <本章のおわりに>

CO<sub>2</sub> を増加させるのは、中国だけではありません。インドもブラジルもインドネシアも、今後もっと豊かになり CO<sub>2</sub> 排出量を増加させます。豊かになることは発展途上国の権利です。

先進国には CO<sub>2</sub> 排出量の少ないエネルギーへの転換が求められますが、発展途上国は、エネルギー効率を高め、GDP 当たりの CO<sub>2</sub> 排出量を低減することが極めて重要です。温暖化防止は困難な課題であり、自国の CO<sub>2</sub> 削減だけに限界的努力をしても解決できるわけではありません。