

エネルギー持続可能性のジレンマ ——有限な世界の未来にパワーを与える



デイビッド・ヒューズ
David Hughes

カナダ地質調査所上級地質学研究员

先ほどメドウズさんのほうから、気候変動とエネルギーの問題は、有限な地球において、いつまでも成長しようとする問題の、症状の表れであるというお話がありました。私のほうからは、私が「エネルギー持続可能性のジレンマ」と呼んでいる問題についてお話をします。

話の中では、ジレンマとは何かという定義づけをします。それは歴史的に、特に最近40年ほど、こういった形で消費が伸びてきたかを見てご説明します。また、将来の予測として出てきているものも見ていきます。例えばアメリカのEIA（エネルギー情報局）という政府の機関が出している予測なども引用します。

それからエネルギーシステム全体、そしてその中でも再生不可能な燃料である石油、天然ガス、石炭、ウランといった、非常にエネルギー密度が高く、これまでわれわれの文明の成長を支えてきたものを見ていきます。今申し上げたような、さまざまな燃料の、いわば化成品という形の電力についても見ていきます。

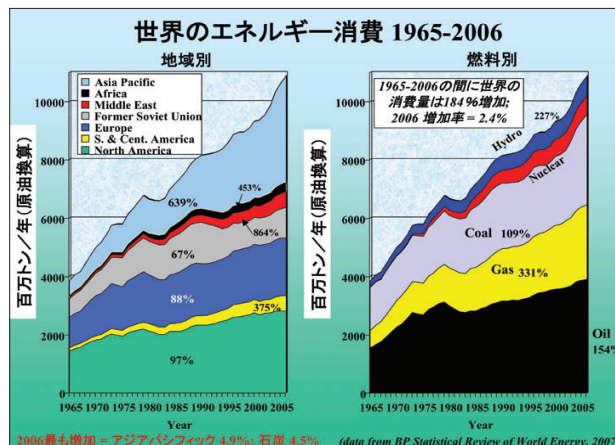
人口の増加による影響、そして特に途上国で顕著な、さらに成長したい、さらにエネルギーを使いたいという志向の影響について、そして、有限な世界で、世界あるいは日本がどういった将来を考えていけばいいのかを見ていきたいと思えます。

●世界のエネルギー消費の 3割を占める石油資源

この40年間の世界のエネルギー消費を見ますと、世界全体でほぼ3倍という規模で伸びてきています（図1）。そのうち85%強が炭化水素系のエネルギー、残りが大規模水力、あるいは原子力というのが、一次エネ

ギーの内訳になっています。EIAの出している予測では、トータルの消費量は2030年までに50%増えることになっています。

図1



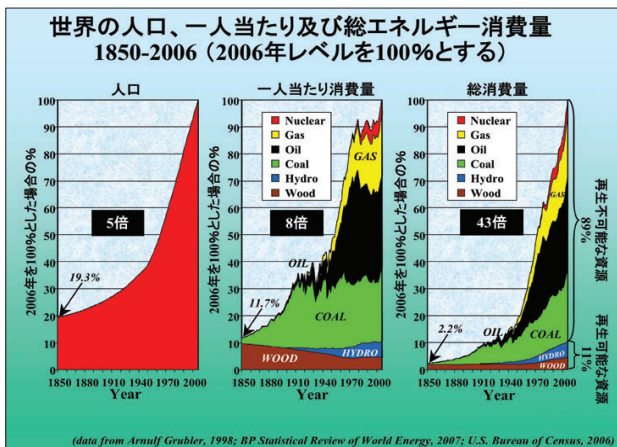
ここでもう1つ注目いただきたいのは、世界の人口の13%がOECD諸国、すなわち先進国にいるわけですが、その13%の人口がエネルギーの54%を消費しています。そして途上国は、この先2030年までに消費量が倍になり、世界の消費に占める比率が58%という予測になっています。

そして2030年までに、エネルギー源としての使用の伸びが最も著しいのが石炭です。2030年でも、やはり炭化水素系の燃料がエネルギーの85%超を賄うことになっています。

より長い期間、1850～2006年の間の推移を見ましょう。こちらをご覧くださいますと、ここでまさにエネ

ギーのジレンマというものが定義されています (図2)。

図2



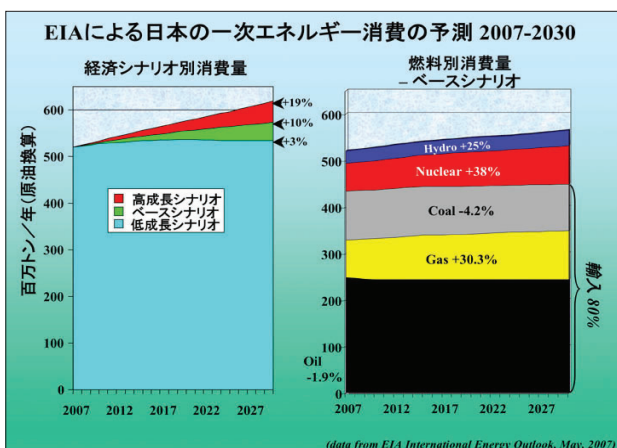
一番左が人口で、ここが伸びていますが、これが先ほどデニスさんがお示しになった等式の最初の項目です。2つ目のところで、一人当たりのエネルギー消費量を見えています。

これが私たちのジレンマです。1850年に比べて人口が5倍、一人当たりのエネルギー消費は8倍。すなわち世界全体でのエネルギー消費は43倍になっている。しかも、その中の89%は再生不可能なエネルギー源になっている。そしてその再生不可能なエネルギーを構成するそれぞれの資源が、いずれも21世紀中にピークを迎えようと考えられます。

日本の状況を見ますと、エネルギー消費の半分が石油です。一次エネルギーの83%が石油、天然ガス、石炭となっていて、いずれもほぼすべてを輸入に頼っています。

もう1つ注目していただきたいのが、石油が少し落ち込んできている分を石炭と天然ガスの伸びで補っているという構造です。EIAが出している日本についての予測ですが、ベースシナリオですと、2030年までにエネルギーの消費は10%増え、80%が化石燃料ベースとなっています (図3)。

図3



このシナリオでは、原子力もかなり伸びるという予想

になっています。

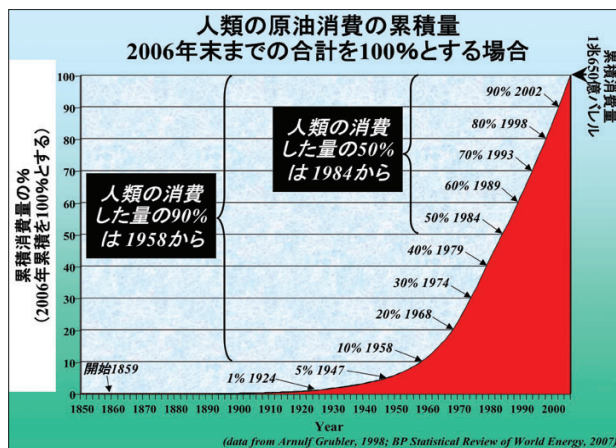
石油資源についてまとめてみますと、石油は今、世界最大のエネルギー源で、エネルギー消費量トータルのおよそ36%を占めています。そして国際的な取引に最も適した、いわば究極の燃料といえます。すなわち、タンカーなりパイプラインで簡単に輸送することができます。

ですが、石油の弱みとしては、地政学的な要因に大きく左右されるという点があります。すなわち、世界に残っている石油資源の4分の3はOPECが支配している。余剰の生産能力を持っているのもOPECだけです。特に余剰生産能力は、具体的にはほとんど 사우ジにしかないわけです。そういったこともあって、石油に関する需給は逼迫した状況が続いていて、1バレル90ドルという価格にもなっています。この10年間を振り返って見ますと、石油の代替として考えられるもの、例えば天然ガス、ウランといった資源も、価格はかなり上昇してきています。

●これまでの石油資源消費の半分は過去20年で

こちらは、1859年に初めて石油を使うようになって以来、人類がどのような形で石油を使ってきたか、その累積量を示してあります (図4)。

図4



2006年までに使った総量は1.1兆バレルとなっていて、これは人類が歴史全部を合わせてこれから先も含めて使うであろう総量の2分の1ないし3分の1という水準になります。この図を見て一番気づく点は、これまでに使われたうち90%は1958年以降の使用分で、1984年以降の使用分で、これまでの歴史的な使用量の50%になるという点です。

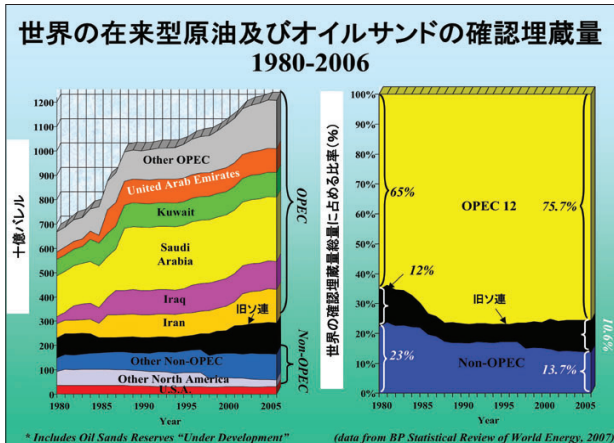
今後の世界の石油総使用量は、同じくEIAの予測では、2030年にはベースシナリオで2004年比42%という増加になっています。

今度は具体的に、どこで実際に生産され、どこで消費が起こったかを見ますと、旧ソ連を除く非OPEC諸国が41%を生産し、使用量は84%を使っていることが分

かります。OPEC 諸国の生産量が全体の 44%、消費しているのは 11%にとどまっていますが、実はこちらは今伸びつつあります。

石油資源がどこにあるかを見ますと、2006 年時点で、OPEC のところに 4 分の 3、旧ソ連を除く OPEC 以外の国々に 14%となっています。埋蔵資源量に関して、OPEC のデータはそのまま信じるしかないわけですが、それを 1980～2006 年までプロットしたのがこちらです (図 5)。

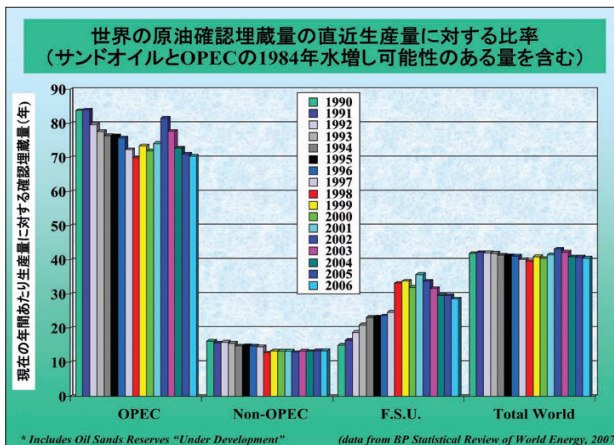
図 5



ここで注目すべきは、1984 年に突然、OPEC の埋蔵量がほぼ倍になっていることです。特に大規模な油田の発見がなかったこの時期に、急激に伸びています。その間に生産した量は 2,000 億バレルに上っています。地質学者の多くは、これは水増しして言っているのであって、水増し幅は 3,000 億ないし 4,000 億バレルにもなり得ると考えています。

OPEC の報告数値が仮に正しいとして、今のペースで生産を続けていたら、何年掘っていけるかという可採年数をこちらで示しています (図 6)。世界全体としては大体 40 年、旧ソ連を除く OPEC 以外の国々で 13 年になります。

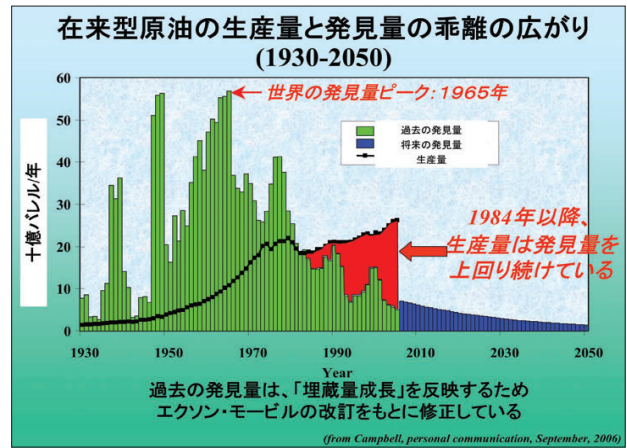
図 6



こちらで、緑色で表しているのが石油資源の発見量で

す (図 7)。

図 7



この発見量は、世界全体ベースで見ると、1960 年代の半ばにピークを迎えています。そして 1984 年以来、世界トータルで見ますと、消費されている資源の量の方が新しく発見されたものよりも多い状況が続いていて、今 1 バレル発見するごとに、その 3 倍が消費されている状況です。

●本当のピークオイルはいつか？

ピークオイルということが、近年いろいろなところで盛んに議論されています。さまざまな要因が絡んでいるため、石油生産のピークがいつ来るのかについてはいろいろな議論があります。ただ、いつかは必ずピークが来るということについては、異議は出ていません。

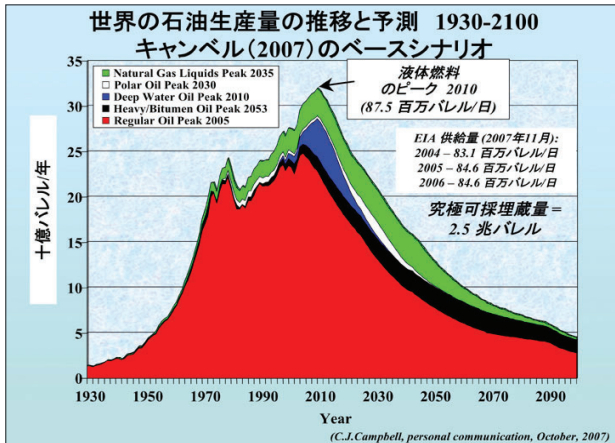
そして、その要因として効いてくるのは、究極の埋蔵量がトータルでどれだけあるのか、すなわち、そもそも大自然がどれだけ用意してくれているのか、技術がどうなっているのか、価格水準がどうなっているのか。それから、いわゆる埋蔵量成長といわれる、最初に思っていたより実は資源が多かったという現象が効いてきます。もう 1 つ大きく効いてくるのが、どれだけのスピード、勢いでそれを使っているのかです。使っていくスピードには、価格やインフラ、資源の減耗率などが響いてきます。

多くの産油国では、実はすでに石油の生産量はピークに達し、下がっていく段階に入っています。例えばアメリカの場合は、ピークは 1970 年に来ました。現在の生産量はそのピークから 40%低い水準になっています。イギリスは 1999 年にピークが来ていて、今はそこから 43%低い状態、ノルウェーは 2001 年に、メキシコは 2004 年に、それぞれ生産量がピークを迎えています。1996 年以来ピークをつけた国が 22、うち 17 カ国では 2000 年以降ピークを迎えており、加速的にピークが来ています。2006 年の石油生産量の 3 分の 2 は、すでにピークを過ぎてしまった国々で生産されたものでした。

いつピークが来るのかに関しての予測です。これはコ

リン・キャンベル（今日のピークオイルの提唱者）の予測です（図8）。

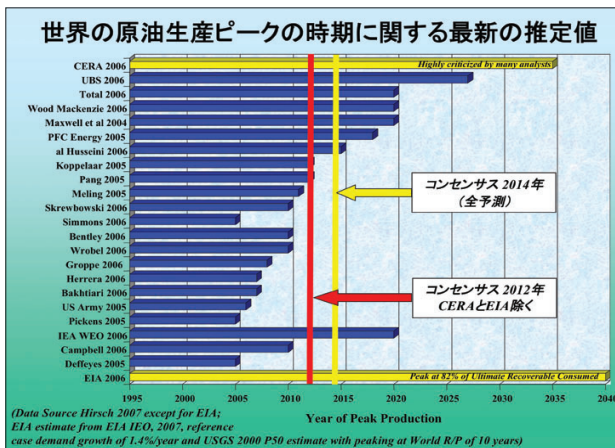
図8



これによると、2010年に今より少し高い水準でピークが来ることになっています。

こちらは2004年以降に発表された、ピークがいつ来るかという予測を20種挙げてみました（図9）。

図9



単純に平均を取ると、2012～2014年の間に来ることになります。

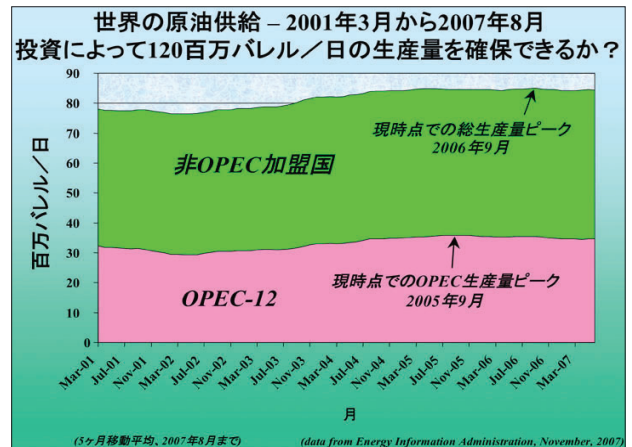
より信頼性が高いといわれている方々は、もうピークは過ぎていとおっしゃっている方が多いです。例えば2005年と言っている方、いろいろいらっしゃいますが、例えばシモンズもその一人で、かなり信頼性が高いと考えられています。ディフェイエスも2005年にピークが来たと考えています。

こちらは、2007年8月までの石油の供給量をプロットしたものです（図10）。

世界全体で見たときに、これまでのピークは2006年9月になっています。OPECだけで見ますと、2005年9月がピークとなって、今まで一番高い水準になっています。国際エネルギー機関などは、さらに投資をすれば下がっていく傾向を逆転させて、また増やしていくことができると示唆していますが、そうではないという考えも

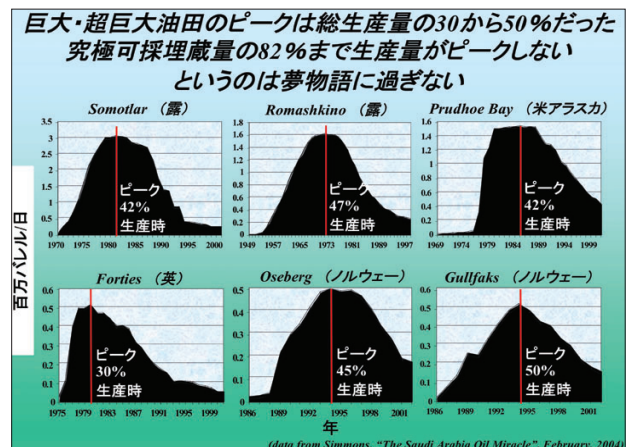
たくさんあります。

図10



一般にピークがどういう形になるのかをこちらに示していて、いくつか巨大油田といわれるものの生産量を見えています（図11）。

図11



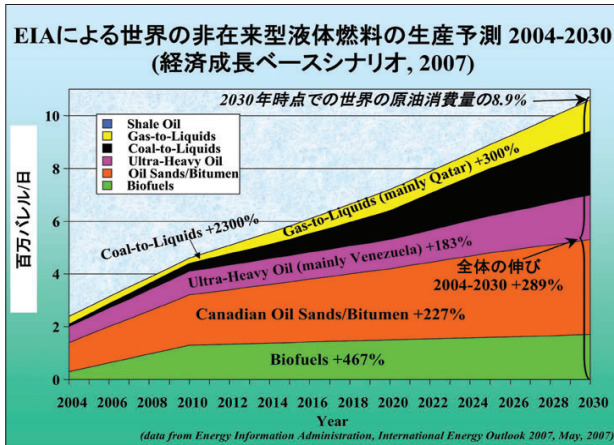
ピークを迎える典型的な例は、全体の回収量のうちの50%に届かないところ、生産量の50%に行く前にピークをつけてしまいます。またピークのあとですが、低くなりながらもシッポのように長く続くものがあります。この長いシッポは、数十年、場合によっては100年以上続くこともあります。それは技術によって引き延ばされています。ただ、技術をもってしても、もう一度ピークの水準に引き上げることはできません。

日本の原油はどこから来るのかを見ますと、実に88%が中東、実質的にはOPEC諸国から来ています。

在来型の石油生産が減っても、非在来型のもので補うことができるという人もいます。こちらEIAの予測ですが、2030年には、世界の消費量の9%を非在来型のもので賄う可能性があると言っています（図12）。こういった非在来型の資源のほとんどは化石燃料で、例えばタールサンドや、ベネズエラのエクストラヘビーといわれるオイルや、石炭の液化、GTL（Gas-to-Liquids）と呼ばれるものなどです。

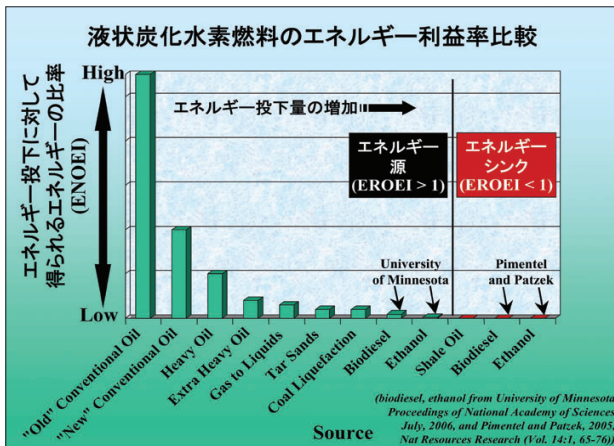
一番下のバイオ燃料のところにご注目ください。全体が1億2,000万バレルであるのに対して、200万バレルになっていますので、液体燃料という全体から見ると、ほとんどあまり意味のないレベルになっています。

図 12



エネルギー利益率という概念があり、私どもはこれを重視しています。こちらで何を見ているかというと、例えばサウジアラビアなどで最初に掘られた油井は、非常に生産性が高くてリターンがよかった (図 13)。

図 13



エネルギーの回収ということ考えますと、大体1という投資に対して100のリターンがありました。ところがもっと右のほう、例えばタルサンドなどを見ますと、非常に低くなってきています。4とか2とか1という水準になってきます。

トモロコシを使ってエタノールをつくることに関しては、エネルギーの費用対効果で見ると30%と見る人もいれば、プラスマイナスでプラスにならないという見方もあります。いずれにせよ、非常に利益率が悪いわけです。品位の低いエネルギー源をどんどん使うことは、どんどん石油を燃やして、石油の代わりにあまり石油になっていないものを得ようとしていることになりま

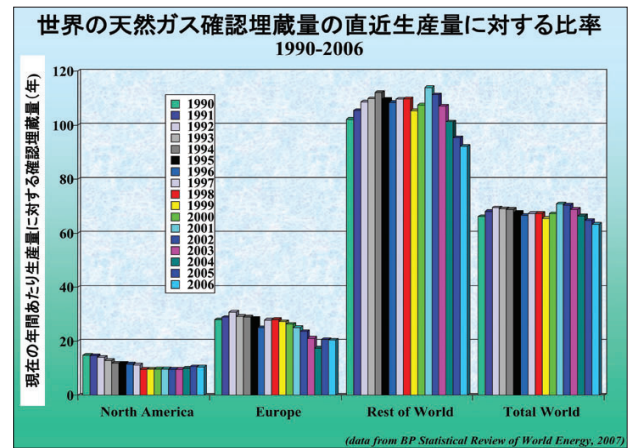
●天然ガスは石油の代替にならない

天然ガスに目を向けると、世界の一次エネルギーの24%を賄っているわけですが、累積の生産量を見てみますと、90%は1963年以降、50%は1988年以降に生産された、もしくは使われたものであることが分かります。

そして、先ほどお見せしているベースシナリオでは、2030年に天然ガスの消費は世界で65%増えることになっています。では、これから使える天然ガス資源はどこにあるのか。4分の3が中東および旧ソ連にあります。北米は、世界の天然ガスの30%の消費を占めていますが、自分が持っている資源としては4%しかありません。

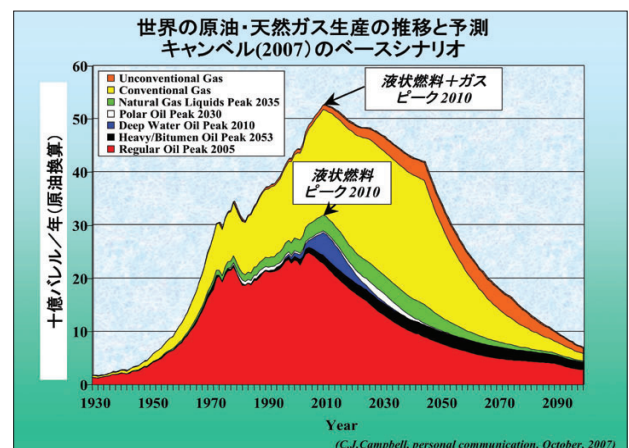
では、天然ガスを今の勢いで採取したら、何年生産し続けられるのか、こちらで見ていきますと、北米では10年、ヨーロッパでは20年、世界全体ではせいぜい60年です (図 14)。

図 14



天然ガスのピーク、ピークガスがいつ来るかですが、コリン・キャンベル氏の予測では石油よりも先の2045年という予測になっています。天然ガスを石油総量に換算して考えますと、ピークオイルが来たあとに、天然ガスを使っても石油の落ち込み分を埋めることはできないことが分かります (図 15)。

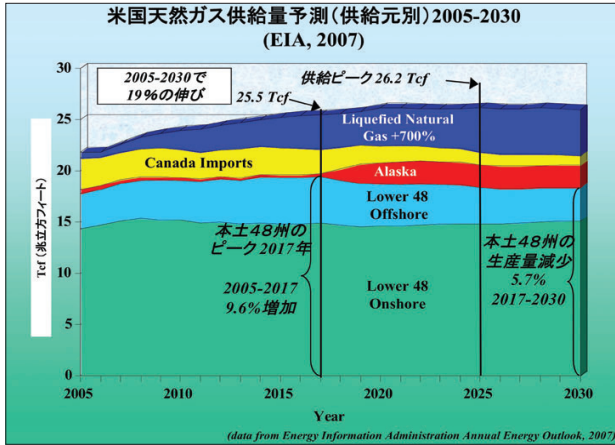
図 15



すなわち、石油とガスを合わせて考えますと、2010年にピークが来てしまうということです。

こちらはアメリカの天然ガスの供給を示した様子ですが、これを見て分かるのは、LNGという形での輸入がかなり増えるということです（図16）。

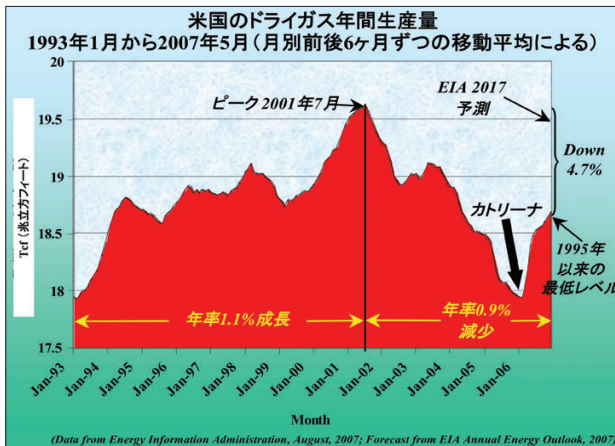
図16



これは非常に楽観的なシナリオだと考えます。Lower 48といわれる、アメリカのいわゆる本土48州での生産が、2017年までは増えていくというシナリオです。

一方、アメリカの実際の生産量を見ると、2001年の半ばにピークをつけています（図17）。

図17



これはアメリカだけではなく、北米という枠で見てもやはり同じです。記録的な規模での掘削活動が行われていますが、それでも天然ガスの生産は、アメリカの場合は、年率1%以上のスピードで落ち込んできています。仮に天然ガス生産の低下を年率1.5%に抑えたとしても、2025年には41%分に当たる不足が発生するということです。

その不足分はどうやって埋めるかと言いますと、LNGという形で海外から輸入しなければいけない。世界のその他の輸入国と競争して手に入れてこなくてはならないわけです。北米での生産が落ちるということは、それだけ北米が、日本やほかの国々と競争してLNGを

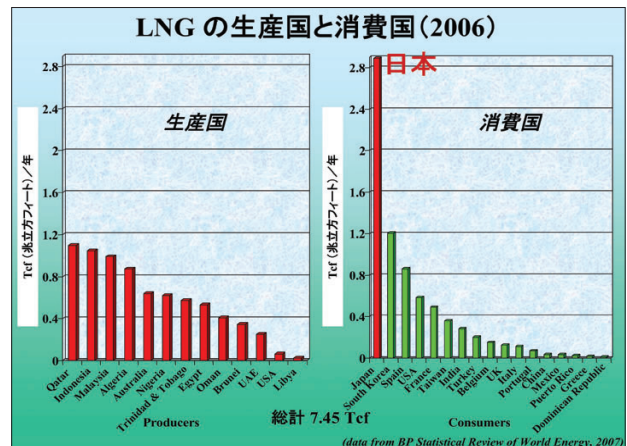
輸入する、獲得に走るということです。

解決策として第一にやらなければいけないことは、省エネをすることと効率を向上させること。そもそも燃やさない、使わないことです。燃料を転換して、例えば天然ガスの代わりに石油とか石炭への転換も、もちろん一つの可能性ですが、そちらの資源はそちらの資源で、それなりに問題があるわけです。

あるいは、産業部門での需要を抑えるということもあります。実際に石油化学関連、あるいは企業のプラントなどが閉鎖されて海外に移転することも見られています。

図18はLNGの生産国と消費国を見ています。1番の消費国は日本で、2番は韓国です。ですが、中国やイタリア、その他のヨーロッパの国々も、天然ガスの問題を解決するためにLNGの輸入に着目しています。

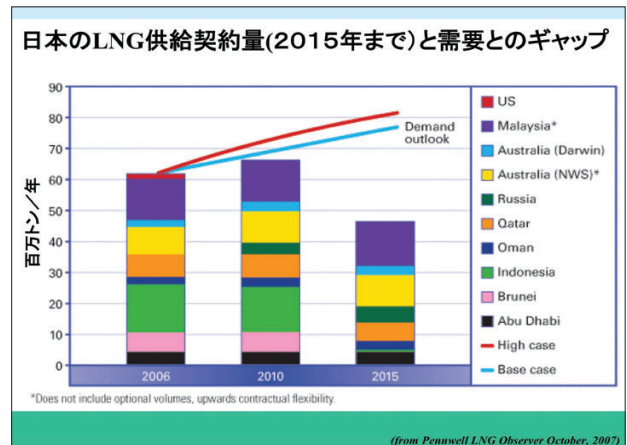
図18



日本のLNGがどこから来ているかですが、ほとんどが東南アジア、具体的にはインドネシア、オーストラリア、マレーシアなどが大きくなっています。

この先どうなるかを見ると、図19は日本のLNG契約供給確保量の見通しですが、2015年には需要と今取れている分のギャップがかなりある。ということは、この不足分は世界市場で、LNGに着目しているほかの国々と競争して何とか獲得しなければいけないこととなります。

図19



アメリカのケースでは、LNGの再ガス化のための施設、受け入れのための施設の拡充はかなり進みましたが、実は肝心な中身が入手できず、半分以上が空という状態になっています。液化の生産能力に関してはかなり建設中ですが、ただ建設中の分をもってしても、予測される世界の需要の伸びを埋めることはできません。

先ほど石油でもお見せしたエネルギーの利益率というコンセプトは、天然ガスについて考えるときも非常に大切です。実はLNGは、実際に液化して輸送して、また再ガス化するというプロセスの中で、15%分のロスが出ます。この分をさらに考える必要があることに、ぜひご注意ください。

日本は、ガスハイドレードというものにかなり投資をして開発を進めようとしています。もちろん可能性はあるのですが、今のところ、投入したエネルギーに対して回収できていませんので、エネルギーの「吸収源」になってしまっています。

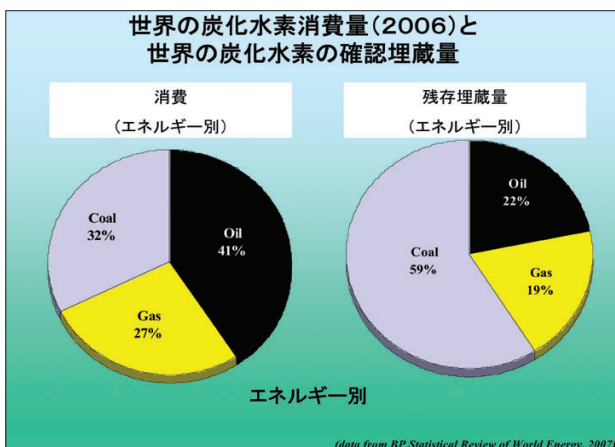
●アジアで著しい伸びを示す石炭

今度は石炭ですが、石炭利用の歴史は、石油や天然ガスより長いです。これまで消費された石炭全体の90%は1909年以降、50%は1970年以降の消費となります。

世界の石炭の生産および消費ですが、アジア太平洋地域、中国、インドは大生産国であり、同時に大消費国です。2001年から石炭の消費が30%以上伸びていますが、ほとんどはこういった国々によるものです。EIAの予測では、石炭の伸びが最も著しくて、2030年には2004年よりも74%で増えることになっています。

図20は残っている資源量について、さまざまな炭化水素系の資源をエネルギー総量に換算して見えています。残っている資源のうち60%が石炭になります。

図20

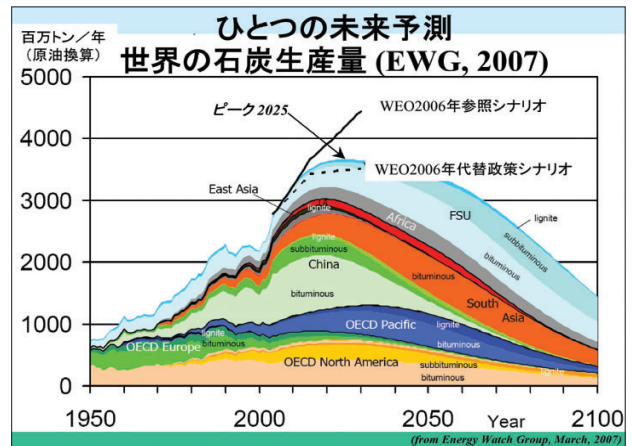


石炭が急速に伸びている理由は、価格の安さにあります。例えば輸出用の一般炭を見ると、同じ熱量換算のガスと比べると半分、石油と比べて4分の1という価格で手に入ります。

ですが、最近複数の調査で、可採な石炭の資源は思っ

たほどなかったという結果が出てきています。図21はドイツのエネルギーウォッチが出した結果ですが、これによると世界の石炭の生産が2025年にピークをつけるという内容になっています。ほかにも、同じような結論を出している調査結果がさまざま出てきています。これまで思っていたより、実際に採掘して使える石炭の量は少ないという結論が出ているのです。

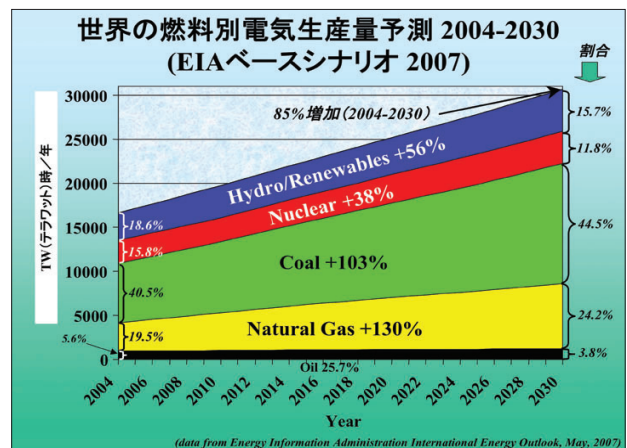
図21



●燃焼効率アップと省エネでエネルギー消費を4分の1に

図22は、発電量を燃料別に見ています。やはりEIAの予測ですが、これによると2030年には石炭は使用量が大体倍に増えます。石炭の占める比率も今よりも大きくなります。

図22

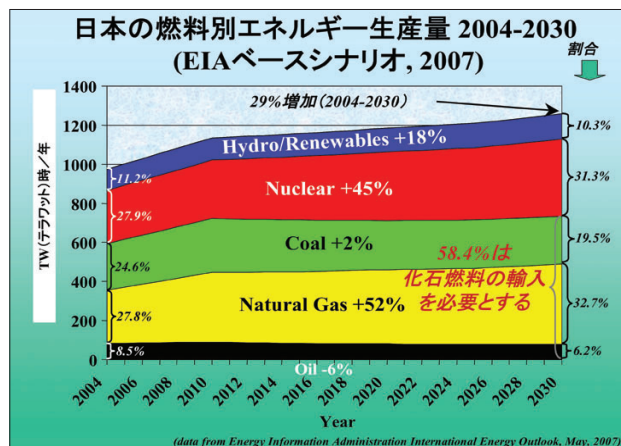


ちなみに原子力に関しては、絶対値は増えるという予測になっていますが、全体に占める比率は下がることになっています。原子力に関しては、今の水準を維持するだけでも、これまであるものを置き換えるような形で新規につくったり、停止しているものを再稼働させたりが必要になります。

図23は、同じ予測を日本について見えています。2030

年に、日本の電力の6割は輸入された化石燃料に依存することになっています。このシナリオでは、日本において原子力は、絶対値も全体に占める比率も伸びるという予測になっています。

図 23



では、クリーンコールはどうでしょうか。基本的に石炭を燃やす点では変わりませんが、少なくともCO₂の排出という意味では、かなりクリーン度がアップします。しかもその他の排出物、例えば窒素炭化物、硫黄酸化物、水銀といったものの排出を減らすと期待されています。

今、一番効率性の高い技術として注目されているのは、未臨界燃焼というもので、これのエネルギー効率が44%ほど。通常の昔ながらの古い石炭火力の効率は34%です。

デンマークは風力の面で世界をリードしている国ですが、実は超々臨界圧縮プラントの分野でも、世界のリーダーとなっています。デンマークの場合は、石炭のプラントをつくるときに、同じ場所や近くにさまざまな工業施設を一緒につくることで、余熱をうまく利用しています。それによって効率をアップしているわけです。これは石炭だけでなく、天然ガスでもいえることですが、余熱をうまく使うことで、大幅に効率を向上させることができます。場合によっては70%という数字を実現することもできます。

そういった形で炭化水素類の燃やし方を2倍効率化することができれば、CO₂の排出はその時点でまず半分になるわけです。私は個人的に、そもそもエネルギーの消費を半分にしなればいけないと思っていますので、そうすると両方合わせて4分の1になります。

では原子力はどうでしょうか。2003年にマサチューセッツ工科大学(MIT)が行った調査で、原子力の問題点が洗い出されています。まずコストの問題がありますが、MITのチームの意見では、炭素税などが導入されれば原子力が有利になって、少し状況が変わるということです。

安全性の問題があります。特に核燃料サイクル全体を見たときの安全性に関しては懸念があります。放射性廃棄物の問題は、まだ解決されていません。地層処分とい

ったことが数十年かけて研究されていますが、おそらく数十年かかって、全体の解決策はおろか、部分的な解決策すらあやしいと思います。最後になりますが、核兵器の拡散という問題もあります。

先ほど申し上げましたが、原子力の発電容量を今の水準に維持するだけでも、かなり大規模な原子力発電所の建設を進める必要があります。世界全体で、いまの水準を維持するだけでも283の新しい発電用の原子炉が必要になります。今は年にせいぜい2~3基というペースで建設されていますので、これをグローバルに見たときには、原子力の設備容量は下がっていくわけです。

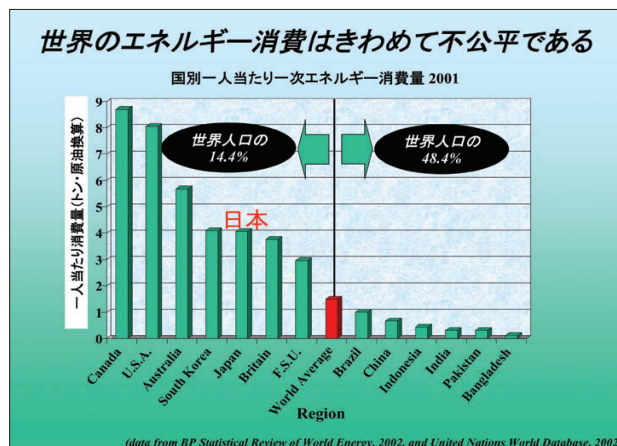
もう1つ、原子力に関しても燃料の問題があります。今の技術のままで原子炉を使って核燃料を燃やし続けると、すでにこれまで発見されているウラン資源は、2030年に使い切ってしまうことになり、2070年には、まだ未発見の埋蔵量分も使い切ってしまうことになります。

原子力について考えたときに、長期的に解決策になるのは、高速炉を使うことです。それによって元々のウラン、燃料に含まれているエネルギーをより効率的に、より多くの部分を取り出すことができます。

●途上国と先進国の不公正を見直す

もう1つ、この問題を考えるときに、特に持続可能性について考えるときに忘れてはいけないのは、これからまだ成長したい、消費を増やしたいと考えている途上国の存在です。先進国の人間の一人当たりのエネルギー消費量は、途上国の一人当たりのエネルギー消費量に比べて非常に大きいという格差があります(図24)。

図 24



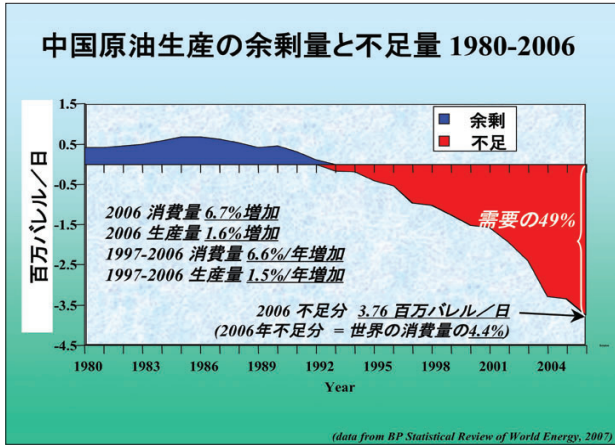
特に私の母国であるカナダは最悪で、一人当たりのエネルギー消費量が一番高くなっています。

こうした不均衡が先進国と途上国の間にあると、地政学的な緊張を生みます。これはエネルギーが制約された中で、地球の将来像を考えたときに、決していい材料にはなりません。中国の例を見ると、2030年には人口は15億に達すると予測されていますし、一人当たりのエ

エネルギー消費は2倍近く、トータルのエネルギー消費も2倍以上になると見られています。

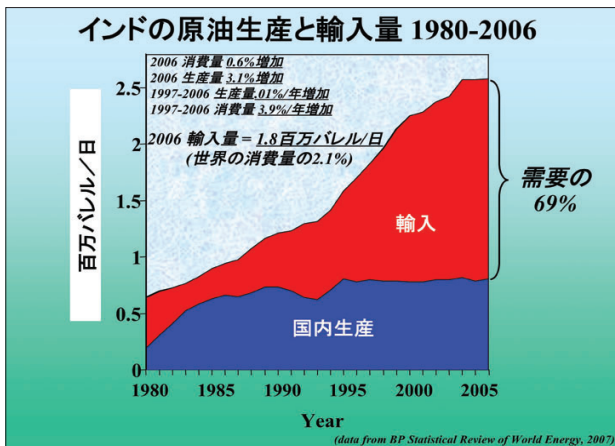
中国の石油の消費を見ると、1993年までは純輸出国でしたが、2006年には石油の消費の半分を輸入に頼っていました(図25)。

図 25



インドの場合は、中国ほど人口抑制策が進んでいません。2030年には、インドは中国の人口を追い越し、トータルのエネルギー消費も倍に伸びると見られています。インドは今、石油の70%を輸入に頼っています(図26)。

図 26



日本はあらゆる意味で先進工業国で、人口は2030年には11%減少すると見られています。ですが、トータルのエネルギー消費はまだ伸び続けると予測されています。それは一人当たりの消費がまだ伸び続けると見られるからです。

人口の増加という点で、日本、韓国、オーストラリア、ニュージーランドといった先進国と、中国、インド、その他のアジアの途上国を見てみると、大きな格差があることが分かります(図27)。

一人当たりの消費を見ると、例えば中国で仮に一人当たりの消費が倍になったとしても、それでもまだ日本人の半分という水準です(図28)。人口と一人当たりのエネルギー消費を掛けたトータルの消費を見ると、2030

年には、中国はアメリカを抜いて、世界一のエネルギー消費国になります(図29)。

図 27

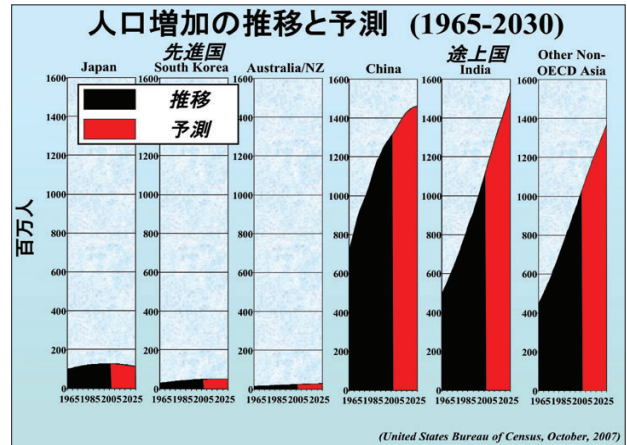


図 28

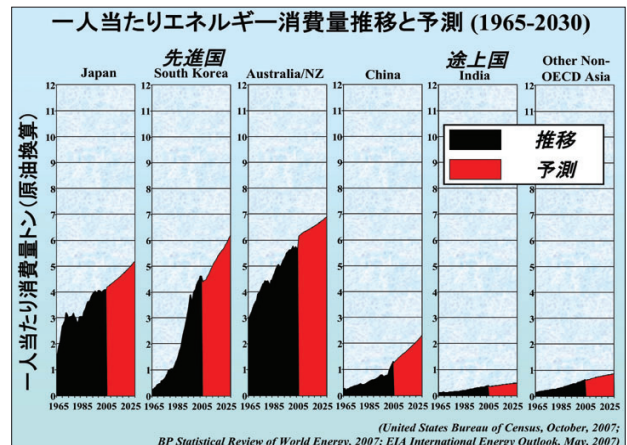
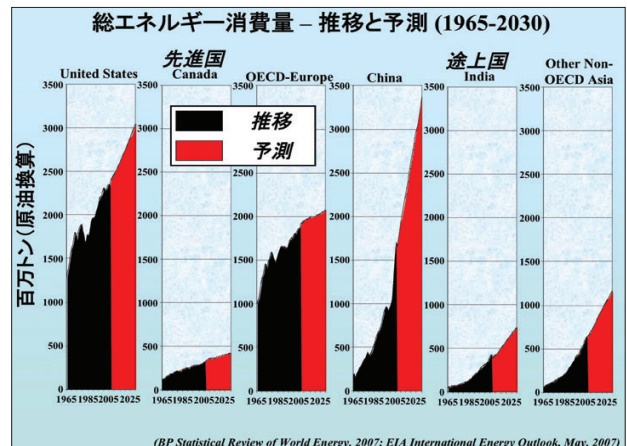


図 29

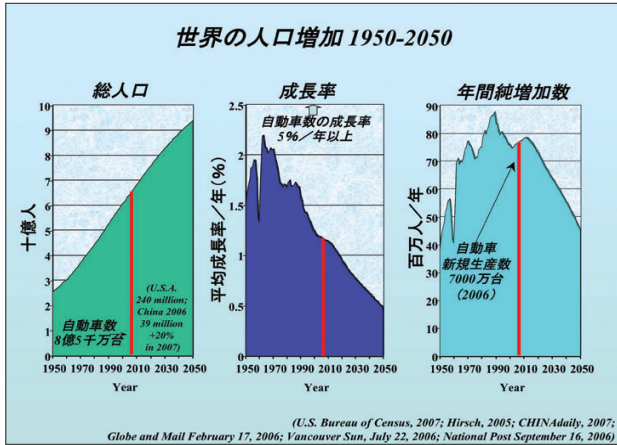


世界の総人口ですが、2050年ごろに、大体95億人という水準でピークをつけると予測されています。そのピークに向かっていくにつれ、人口の増加率は下がっていく、すなわちネットの地球上の人間の増加はだんだん下がっていきます。

世界の自動車台数を見ると、8億5,000万台あります。そのうちアメリカに2億4,000万台。中国にあるのは、わ

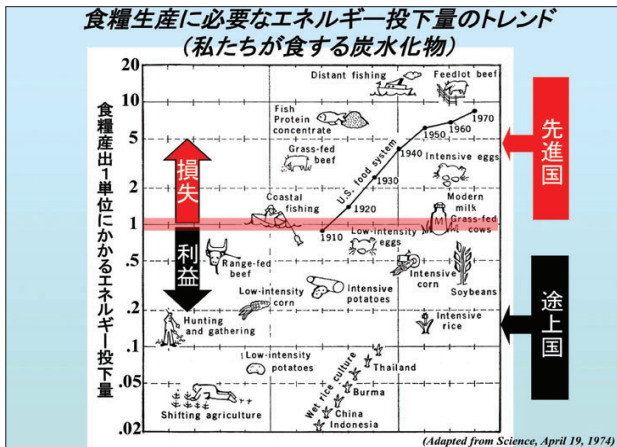
ずかに3,900万台です。中国では、大体年間700万台のペースで自動車の台数が増えています。2006年には7,000万台の新しい自動車がつくられましたが、それは地球上に増えた人口の純増分と一致する数字になります(図30)。

図30



では、こういった形で、その人たちに必要な食糧を提供するのかを考えますと、食糧という点でも、炭水素への依存度が高くなります。食糧を得るにはいろいろなやり方があります。例えば、一番右上のフィードロット・ビーフと書いてあるのがありますが、普通の形で畜産業を行うと、15のエネルギーを投入してやっと1のエネルギー分の食糧を得ることができます(図31)。

図31



真ん中に細く線が上がっていくのが出ていますが、これはアメリカの食糧供給体制がどうなっているかを示しています。1910年には1の投入に対して1産出しましたが、1970年にはこれが10対1、すなわち10投入して1産出するという状況で、いまは17の投入でやっと1産出できる状況です。

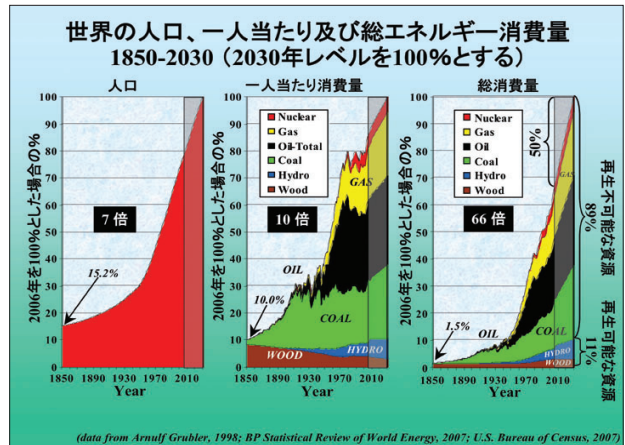
投入のほとんどが炭水素ですが、具体的にはディーゼル燃料、炭水素ベースでつくった肥料、抗生物質、殺虫剤、農薬などです。

もう一度、最初のエネルギーのジレンマのおさらいを

しましょう。1990年に比べて人口は5倍、一人当たりのエネルギー消費は8倍、トータルのエネルギー消費は43倍。しかも89%が再生不可能な資源によるもの、というのが1点目です。

先ほどご紹介しました2030年までの予測が現実になった場合、2030年と1850年を比較すると、このような様子になります(図32)。それを見ると、これから先20年で、エネルギーの消費量はさらに50%増える。しかもトータルのエネルギーの89%は依然、再生不可能な資源になります。

図32



先ほど来お話ししました資源の制約がありますので、この予測がこの形で現実になることはあり得ません。不可能です。しかも決して持続可能な形でもありません。すなわち、1850年と比べて7倍の人口が、一人ひとりが10倍のエネルギーを使う。世界全体としては66倍のエネルギーを使うという状態です。

●長期的な視野を持ち、今すぐ行動を

まとめになります。世界の人口は1850年以来5倍に増えていますが、それは再生不可能な燃料を使って実現したものでした。そしてその消費は、社会のあらゆるところへ浸透しています。また1850年以来、一人当たりのエネルギーの消費量が8倍伸びていますが、これもひとえに、再生不可能エネルギーで賄った結果です。

先進工業諸国は、非常に不釣り合いなまでにたくさんのエネルギーを消費してきています。当然、発展途上国も同じだけの消費水準に追いつきたいと思うわけですが、再生不可能な資源の量が限られている中で、残念ながらそれに十分なだけのものはありません。これは国際対立の発端となりかねません。

再生不可能エネルギー資源には限りがあることが、より多くの人々に見える形で、今現実として出てきています。多くの産油国がピークオイルを迎えています。北米では天然ガスの生産もピークをつけました。また、ウランの価格は2000年以来10倍に上がっています。そしてアメリカは、長い間石炭を自給してきましたが、今や輸

入しています。

メドウズさんもおっしゃったことですが、再生可能エネルギーをもってしても、これから減っていく再生可能エネルギーの供給の落ち込み分を埋めることはできません。その落ち込み分はあまりにも大きすぎるからです。ですので、根本的にこれを変えていくことが必要になります。すなわちエネルギーの使用を減らし、使い方を根本的に考え直す必要があります。

そして先進工業国は今後ますます、輸入に対する脆弱性が出てきます。それは石油、天然ガスもそうですが、それを使った石油化学製品や肥料、プラスチックといったものも出てきます。すなわち輸入によって、供給の不確実性に対する影響にさらされるわけです。そして、先ほども申し上げましたが、原子力の全体の発電量の今の割合を維持するだけですら、かなり大規模な原子力発電所の建設が必要です。

解決へ向けての第一歩としては、現状の問題を認識することです。といいますのは、次に必要となるインフラをつくるためにも、たくさんの炭化水素が必要になるからです。そして、最もコスト効率のいい、長期的なアプローチとしては、省エネを進めること。そしてさらに効率性を上げていくこと。すなわち、あらゆるレベルで消費を落としていくことです。

持続可能なエネルギーの未来は不可能なものではありません。もちろん、かなり大変なものになります。そして、かなり長期的な視野を持って、今行動を起こさなければなりません。

日本は、特に第一次石油ショックのあと、トッパンナー方式を導入するなど、かなり積極的に取り組んでいます。ですが、日本はやはりピークオイルあるいはピークガスといった問題に対して、極めて脆弱です。例えば2006年には、エネルギーの83%が化石燃料で、そのほぼすべてが輸入であり、EIAの予想では、この傾向が2030年になっても変わらないとなっています。発電施設の稼働能力も向上してはいますが、やはり発電量の60%は輸入燃料に依存しているという現実があります。

日本はこの先、発電容量の3分の1を、天然ガスを輸入して賄うことになっていますが、やはりここで認識していただきたいのが、ライフサイクルでの温室効果ガスです。そしてLNGを使うには、液化、輸送、再ガス化をする中で、15%のロスが出ることを十分認識していただきたいと思います。

国外からの輸入、すなわち国外のサプライチェーンに対して非常にもろいという状況があります。その対策として、それに対する体制、あるいは回復力、抵抗力を上げていく必要があります。具体的には輸入を減らしていく。そのためには、例えば省エネ、あるいは効率も大事ですが、それとは別に、やはりたとえ少々最初にコストがかかっても、なるべく地元でモノを入手する、手当てすることも考える必要があります。

気候変動そしてエネルギーの持続可能性という、日本そして世界が直面する大きな問題を見てきました。両方

の問題が大切ですが、おそらくエネルギーの持続可能性という問題の方が、より早い時期に、社会・経済的な意味で効いてくるであろうと思われます。

幸い、この2つの問題の解決策には共通するものがあります。例えば省エネ、効率アップ、あるいはそもそもエネルギーの使い方を見直すことです。省エネや効率アップの点では、考えられることがいろいろあります。そのいくつかをこちら挙げてみました。例えば既存のビルに関しては、事後の改修、改造によってエネルギー効率を向上するとか、新築に関してはゼロエミッションを義務づける、といったことが考えられます。

あるいは、再生可能なエネルギーをより拡大し、またその経済性がより有利になるような形で、政府の選択としてできることもいろいろあります。例えばバイオマス、地熱、太陽光など、エネルギーを拡大するためにヨーロッパで行われていることもいろいろありますし、またカリフォルニア州なども面白い例になると思います。

インターネットを活用することも、非常に大きな可能性があります。例えば人の移動を減らす在宅勤務、テレコミュニケーションも可能でしょう。

輸送方法も、より効率化することができると思います。例えばトラックよりは鉄道の方が効率がいいわけですし、船舶とかハイブリッド自動車とかいったこともあります。

あるいは、より歩行者にやさしいまちづくりをする。例えば公共の交通機関を充実させる。あるいは食糧、その他のさまざまなものを地元で手に入れて、地元で使うといった地産地消型のものを進めるということもあると思います。

炭化水素を使うのであれば、できるだけ社会にとって一番高い価値をもたらすように、最大限にして使うことです。

日本の方々は今まで問題に直面すると、信じられないほどの回復力、叡智を発揮して対処してきました。これからやってくるエネルギーの持続可能性の危機は、これまで経験してきたものとは全く違う形のものになると思われます。そしてやはり、前もって将来を見据えた形で、計画を立てて備えることが、エネルギーの価格上昇の影響を最小限に抑え、より持続可能な形での移行を成功させるために一番大切なことだと思います。

この先の道は極めて険しい道のりでしょうが、不可能な道のりではありません。しっかりした認識と前向きな考え方があれば可能なものです。ご清聴ありがとうございました。■