

## **SPS as an Energy Policy**

Takamistu SAWA  
Institute of Economic Research, Kyoto University  
(E-mail: sawa@kier.kyoto-u.ac.jp)  
Fax:+81-75-753-7193

The COP3 (the Third Session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change) was held in Kyoto in December 1997. The Kyoto Protocol was adopted by the conference. It commits developed countries to reduce their collective emissions of six key greenhouse gases by at least 5% by the period 2008-12. Japan promised to reduce the greenhouse gases by at least 6 % by the period 2008-12. Governments are now working on a two-year Action Plan to finalize the Protocol's outstanding details so that the agreement will be fully operational when it enters into force sometime after the year 2000.

We have to consider middle-term counter-plan (10-20 years) and long-term counter-plan (50-100 years) in order to reduce the greenhouse gases. For the long-term counter-plan, we need CO<sub>2</sub>-free energy source because we have to reduce the greenhouse gases by at least 1 ton/year · person in all developed countries. To put it perhaps a little too strongly, I think that a Solar Power Station/Satellite SPS is hopeful and that it must be given the highest priority on an energy policy in Japanese government.

In Japan, atomic power generation is now given the highest priority on an energy policy. I think following two policies in order to push forward the atomic power generation; One is clarify an administration of the atomic power generation in order to obtain a nation's trust. The other is to appropriate a budget of re-usable power station such as a wind power station and solar power station in the nation's budget. I hope it will appropriate a budget of the SPS in the nation's budget and I give yells to researchers and engineers of the SPS.

## エネルギー政策としての SPS

佐和 隆光

京都大学 経済研究所

(E-mail: sawa@kier.kyoto-u.ac.jp)

Fax:+81-75-753-7193

私の専門は経済学であり、宇宙太陽発電所 SPS についてはこれまで何も知らなかったのですが、京都大学超高層電波研究センターの松本教授が催される研究会に1年半ほど参加させていただき、それなりに勉強させていただきました。もともと私はここ数年、環境問題、特に気球温暖化問題に大変強い関心を持っています。ご承知の通り、1997年12月1日から10日にかけて、地球温暖化防止京都会議が開催されました。そこで先進38ヶ国に対して、2008年から2012年の5年間の二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素を含む温室効果ガスの平均排出量を少なくとも全体で1990年に比べて5%削減する事が決定されました。先進各国についてそれぞれ差異化がなされ、日本は6%削減が決定しました。

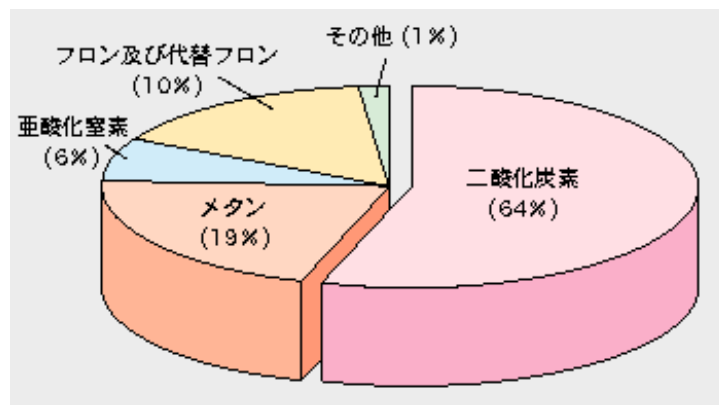
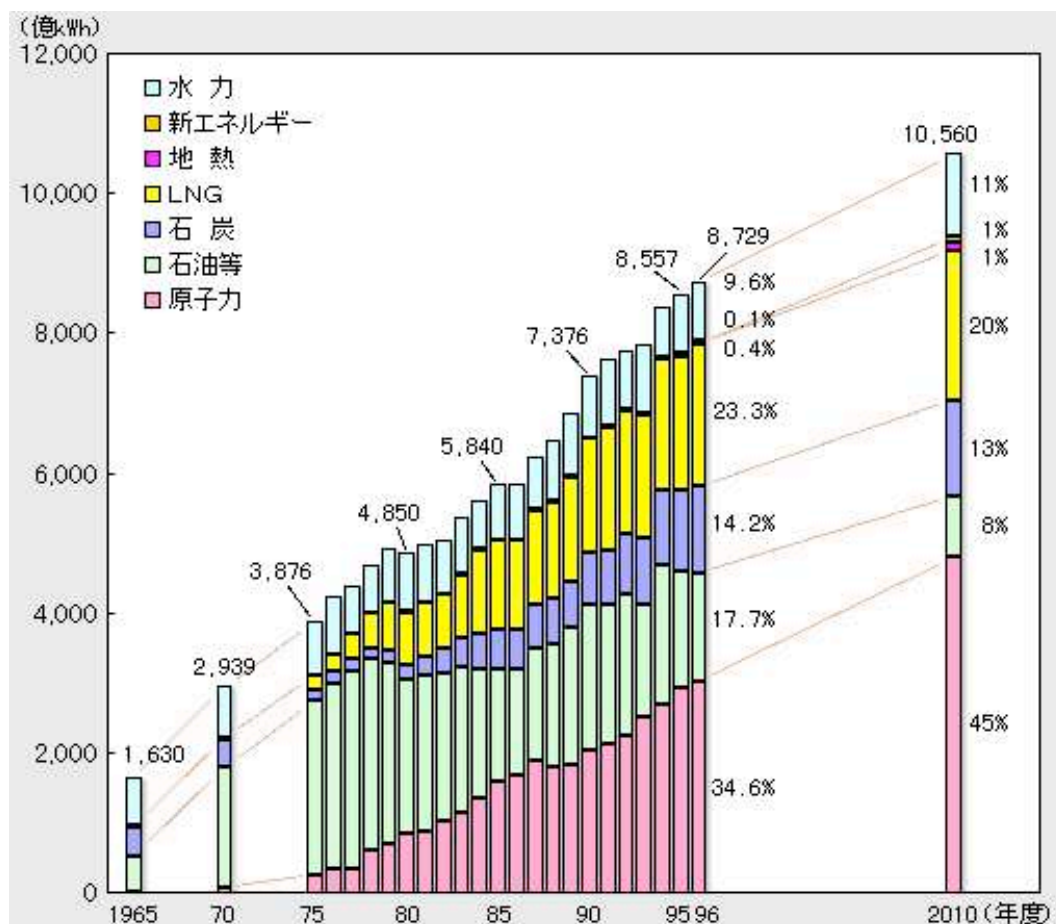


図1 人間活動に伴って排出される温室効果ガスの地球温暖化への寄与率[出典：「IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第二次評価報告書」（1995年12月）]

そのための対策が現在思案されています。このような対策を考える際、5年から10年のタームである中期的な対策と、30年から50年といった長期的な対策に分けて考える必要があると思います。まず2010年までの中期的対策として、例えば炭素税をはじめとする経済措置導入による化石燃料消費の抑制があげられます。さらに、少なくとも日本政府は原子力推進を打ち出しています。2010年までに20基の原子力発電所を新設し、電源構成に占める化石燃料の率を減ずることで二酸化炭素排出削減を目指すわけです。これも一つの政策としては十分意味のありますが、先日の東海村での事故等から推測されるように、原子力発電所の立地やパブリックアクセプタンスは非常に困難となってきています。現状では2010年までに20基建造することは到底不可能です。最悪の場合、10基すら新設することは不可能とさえ言われています。



- (注) 1: 石油等には LNG、その他ガス及び歴青質混合物を含む。  
 2: LNG には天然ガス、燃料電池及びメタノールを含む。  
 3: 新エネルギーとは廃棄物、太陽光及び風力をいう。  
 4: 構成比の各欄の数値の合計は四捨五入の関係で 100 にならない場合がある。

図 2 日本の電源別発電電力量（一般電気事業用）の実績及び見通し [出典：「電源開発の概要」（実績）、電気事業審議会需要部会中間報告](見通し)]

長期的にはやはり石油が問題となります。石油の可採年数は今現在 41 年と言われており、2040 年くらいには石油は枯渇する考えられます。石炭の可採年数は 100 年以上あると言われていますが、石炭は炭素含有量が化石燃料の中で最も多く、温暖化対策という点から石炭に傾斜していくことは困難と考えられます。すると天然ガスが唯一の解となります。化石燃料の石炭、石油、天然ガスの炭素含有量、言い換えれば二酸化炭素排出量は 5:4:3 であり、石炭を天然ガスに燃料転換すれば二酸化炭素の排出量は 40%削減が可能となります。結局、長期的には化石燃料の中で天然ガスにシフトすると予測されます。そのために日本の場合、例えばシベリアからのパイプラインによる液化天然ガス輸送施設の建造等、様々な対策が考えられ、これも長期的な対策の一つとなります。

将来の電源問題を考える場合、天然ガスでも燃焼の際は二酸化炭素を排出するため、長期的には二酸化炭素フリーな、つまり二酸化炭素を排出しない電源を検討する必要があります。二酸化炭素を排出しない電源として原子力発電と核融合発電がまず考えられます。未来の発電方式と歌われた核融合発電は、少なくとも現在ヨーロッパとアメリカ

は研究開発から一歩も二歩も後退しつつあります。原子力発電の場合も、アメリカでは70年代後半以降20数年間、原子力発電所の新設がありません。ヨーロッパでも、例えばスウェーデンは脱原子力を国民投票で決定し、2010年までに現在あるすべての原子力発電所の停止もしくは廃炉を決定しています。ドイツでも原子力から後退気味であり、少なくとも当分の間原子力発電所の新設はほとんどあり得ないだろうと言われていています。少なくとも原子力は様々な問題があるため、現在積極的に推進しているのは、フランスと日本、そして中国、韓国、台湾等アジアの国々です。しかし、アジアの国々の中でもタイやマレーシア、インドネシアといった東南アジア諸国は、一頃は原子力に大変積極的であったにも関わらず、当面原子力発電所は新造しないと国で決定しており、今は原子力から後退しています。

そういう状況の下で、新しい電源を考えると、やはり太陽となります。現在、各家庭の屋根に太陽電池を敷設することが各地で行われています。屋根に敷設可能な太陽電池は、普通サイズの家屋ならば3kW程度です。現在、太陽電池を屋根に敷設する際、1kW当たり34万円の補助金が政府から交付されますので、3kW程度の太陽電池を敷設すると約100万円の補助金が交付されます。100万円の補助金をもらい、太陽電池を敷設しても元を取るためには二十数年かかるとされています。これでは少なくとも経済計算からすると、コスト面で引き合いません。このままの状態では普通住宅の屋根に敷設される太陽電池の出力が飛躍的に増加することは期待できません。その様にして考えていくと、新電源の一つの有力な候補はSPSとなります。宇宙空間で発電し、それをマイクロウェーブで地上に送電して我々が地上でそれを利用する。これは一つの大変有望な電源だと私は考えています。特に長期的課題としては、やや誇張して言えば、最優先されてもいい技術ではないかと考えています。当然、長期的課題といって先まで何もせずに置いておくのではなく、長期的課題であるからこそ、今すぐ研究開発を開始すべきであると考えます。

温暖化対策のための二酸化炭素削減として、2010年までに90年に比べ6%削減すればいいという誤解が多く見られますが、実際は2010年が過ぎれば、今度はその5年先の2015年が次のターゲットになります。第2コミットメント期というのが次に始まるのです。現在、日本では一人当たりの二酸化炭素年間排出量は2.6トンです。世界平均では何故か過去十年間程度常に一定で、一人当たり1トンです。現在、大気中の二酸化炭素濃度は365ppmであり、産業革命以前の280ppmから化石燃料の燃焼によって急増してきました。二酸化炭素の大気中濃度の許容量は、専門の科学者達の見解によると、産業革命以前の280ppmの約2倍の550ppmというのが一つの指標となっています。そして2100年くらいにかけて大気中の二酸化炭素濃度を550ppmに安定化させるためには、今後の人口増を考慮すれば、二酸化炭素の一人当たり年間排出量を1トンにしなければならないと言われていています。日本の場合、現在の2.6トンを1トンに抑制しなければならないことになり、非常に困難です。すると電源はやはり可能な限り二酸化炭素フリーであることが望ましいわけです。第2コミットメント期、第3コミットメント期と、21世紀にかけて二酸化炭素排出削減はずっと続くため、結局最終的には一人当たり1トンまでの抑制が必要となります。そのためには大幅な発想の転換が求められます。非常に長期的な課題であるからこそ今すぐ開始しなければ、10年後、20年後から開始したのでは遅すぎることになるのです。

そこで問題となるのはコストです。例えば現在、原子力発電の発電コストというのは10円前後/kWhと言われていています。現在は原子力が一番安価とされていますが、化石燃料の値段が続落しているため、石油火力発電のコストも今後かなり軽減されるとも予測されます。しかし、10年後、20年後の石油価格の暴騰は確実に予測される範囲です。

その時、天然ガスや石炭の価格も石油の価格の上昇に伴って上昇することは容易に予測されます。すると現在安価とされている火力発電のコストも当然上昇します。これに対し、SPSはどうでしょうか？ SPSはまだ実際問題として実験的にすら存在しないために、コストを推定するのはかなり困難であると思われます。しかし、私は専門家ではないために確たることは言えませんが、100万kW級SPSともなれば当然基本経済のようなものが働き、コストは相当安価になると考えて良いと考えられます。SPSの耐用年数もコストの増減の一要因でもあります。SPSでは発電の燃料として太陽を利用するわけですので、燃料コストは0です。SPSの発電コストの最大の要因は衛星の打ち上げ、つまり設備本体を宇宙にインストールするためのコストに尽きます。実際にマイクロウェーブで地上に電力を送電し、地上で受電、整流して電力として再びユーザーに送電するためのコストも当然考慮しなければいけません。

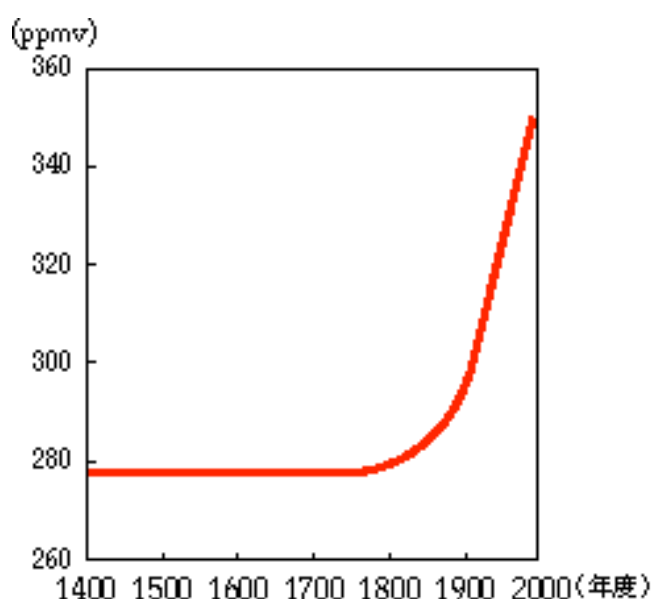


図3 大気中の二酸化炭素濃度 [出典：どうなる地球？どうする21世紀？（環境庁）]

SPSでは、今後の研究開発によるコスト削減は十分可能だと私は思います。そのような意味でも、1日も早く、SPSの研究開発に日本政府は思い切った金額の研究費を投ずるべきだと思います。SPSは、無限のエネルギー源である太陽光を利用することによるエネルギー枯渇問題の解決と、二酸化炭素排出削減という2つの目的に給することが可能なのです。SPSの安全性については、専門の研究者である松本教授によれば問題はないとのことですし、その点からしてもSPSは原子力に勝るとも劣らぬ将来の電源であるといえると思います。

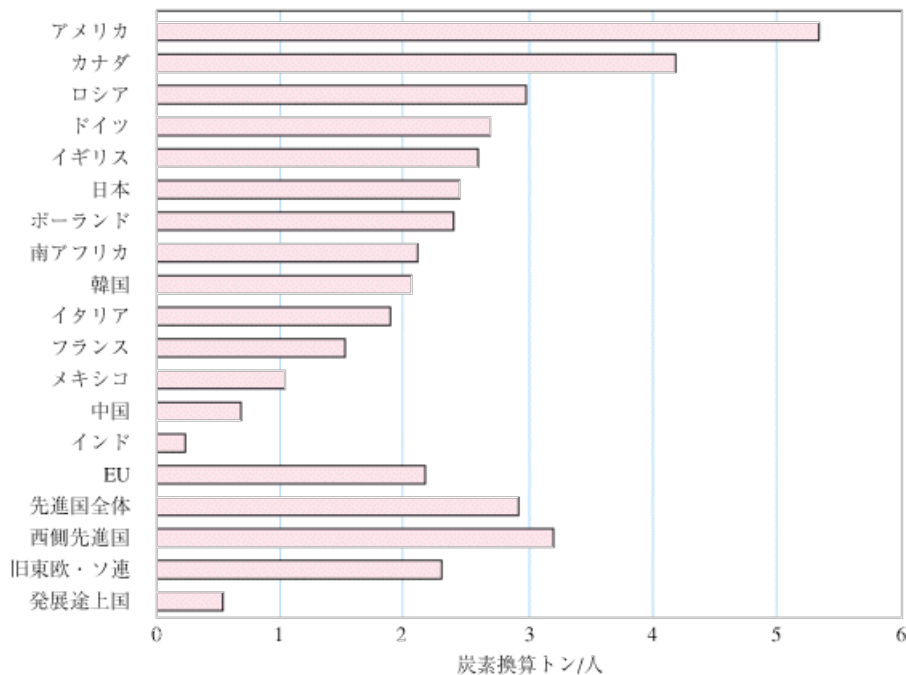


図4 国別一人当たり二酸化炭素年間排出量 (1994年) (炭素換算トン/人・年) [出典：オークリッジ国立研究所(米国)及び総務庁統計局「世界の統計1997」より環境庁作成]

現在の日本政府のエネルギー政策、原子力推進に主眼が置かれており、風力発電や太陽光発電のような小規模電源に対して十分な費用を出してきたわけではないと思います。原子力発電に関しては、私はどちらかといえばニュートラルな立場にいるつもりですが、政府が本当に原子力推進を行うならば、次の二つのことが必要であると考えています。一つは原子力行政の透明化による国民の信頼獲得です。国民の信頼を獲得することが一番重要です。人々が安心するためには行政が信頼されてなくてはいけない、もう一つは太陽光や風力をはじめとする再生可能エネルギーに対してもっと予算を付けることだと考えます。原発推進派と原発反対派の意見の分かれ目は、新エネルギーの評価の仕方です。推進派は「あんな密度の薄いエネルギーは使えない」と言います。「原子力発電所1基分100万kWを自然エネルギー源で得るためには甲子園球場の何十倍も面積がいる」、そういう言い方をします。政府も新エネルギーに対して決して熱心ではありません。一方、原発反対派は、私から見ても太陽光とか風力をやや課題に評価しています。原子力発電所を今後一切新設せずとも、自然エネルギーで十分であると言うわけです。この意見のギャップが非常に大きいため、推進派と反対派はなかなか意見が合いません。政府は新エネルギーにもっと思い切った額の費用を投入し、その限界を見極める必要があると考えます。新エネルギーの限界を見極めた上で初めて推進派と反対派の意見は折り合うことになると思います。同時に、繰り返しになりますが、長期的課題として、SPSの研究開発にもっと積極的に取り組むべきであると考えます。「今は原子力だからそれ以外のことは言うな」というのは国のエネルギー政策として問題有りと言わざるを得ません。

このような意味で、私は国のエネルギー政策の一環にこのSPSが取り込まれるということをお願いしたいし、そのための研究開発を進めてらっしゃる技術者の方々に声援を送りたいと思っています。