

「未来エネルギーフォーラムシンポジウム」で「化石燃料の涸渇と地球温暖化にどう対応するか」ということについてお話しさせていただきますことを、主催者の方々、特に白井克彦早稲田大学総長と中村英夫東京都市大学学長に御礼申し上げます。実は私の祖父は東京専門学校で学びました。その祖父が生きていれば、私とその母校でお話しできることを光栄に思い喜んでくれるであろうと思います。

私がここで話ししようと考えておりますのは、この表の示すような7つのテーマです。

## 0 人口の予測と消費エネルギー予測

1 化石燃料は有限

2 新エネルギーは有望      しかし時間がかかる

3 地球温暖化

4 人間が排出する CO<sub>2</sub> を減らせ

5 2030～2050年までは先ず原子力の活用しか方法がない

6 原子力の安全な利用のために

7 未来エネルギー研究開発とそのための科学者・技術者の養成を

先ず

## 0 人口の予測と消費エネルギー予測

ですが、現在世界には64億人が住んでおり、2030年には82億になると予想されております。世界の人口がこのようになったのは近々のことで、19世紀の初めまでは10億人もいませんでした。

人間1人はどのくらいのエネルギーを必要とするのでしょうか。1人1人は1日2000Kカロリーで生きて行けます。私のように糖尿病になりますと1600K

カロリーです。ところが現代人は、その 100 倍近くを消費しています。特に一人当たりのエネルギー消費量の高い国はカナダとアメリカです。石油換算で 1 年間に 8 トン消費しています。OECD 諸国と日本はその半分の 4 トン、中国は 1,4 トン、インドでは 0,5 トンです。一寸前まで中国は 1 トンでした。このように先進諸国はエネルギーの使い過ぎです。一方新興国や、発展途上国のエネルギー消費量は急激に伸びて行くことが予想されます。

2005 年に世界全体で 103 億トン一次エネルギーを消費しておりますが、2030 年には 1,6 倍の 165 億トンになることが予想されます。特にアジア地域は 32 億トンより 65 億トンと 2,0 倍になるでしょう。そのアジアの中でも中国は 2,1 倍に、インドは 2,9 倍に増えることは確実でしょう。

そこで先進国では Reduce, Reuse and Recycle の 3R 運動を進め、マータイさんのもったいない運動を促進する必要があります。

と同時に省エネルギー技術をもっと発展させなければなりません。その点で日本は優等生です。GDP 当りでの一次エネルギーの消費量は、日本が最低です。日本を 1 とすると OECD 諸国は 2 倍程度、中国は 8,7 倍、インド 9,2 倍、ロシアは 18 倍です。後に問題になる CO<sub>2</sub> の排出量も GDP 当り日本を 1 とすると、中国 7,7 倍、インド 11,2 倍、ロシアは 18,9 倍です。日本の技術を移転するだけでも、世界の省エネルギーに大きく貢献し、CO<sub>2</sub> の排出量を大きく低減することになるでしょう。

## 1、化石燃料は有限

石油石炭など化石燃料は、燃料として貴重であるだけでなく、化学材料としても便利なものです。原子力の放射性廃棄物を負の遺産だと批難する人が多いですが、地球が何億年もかけて作ってくれた化石燃料を使い切ってしまうこと

こそ、負の遺産ではないでしょうか。この化石燃料は今の速度で使ったら何年持つでしょうか。確認可採埋蔵量を年生産量で割りますと、石油は 42 年、天然ガスは 60 年、石炭は 133 年、ウラニウム 235 も 82 年しか持ちません。ただしウラニウムは 238 をプルトニウムに変換し、プルトニウムを燃やせば今後数千年大丈夫です。ここに原子力の燃料 Recycle 技術を発展させる必要性があります。

うんとお金を出せば質の悪いオイルサンド等々 2,3 百年可採埋蔵量があるという説もあります。そして海底にあるメタンハイドレードも貴重な資源です。しかしそれを採鉱し、精製するには、莫大な費用が必要でしょう。今のよう安い化石燃料が手に入るのは 50 年せいぜい 100 年です。エネルギー消費量が前にお話ししたように増えれば、もっと早く涸渇してしまうかもしれません。私を含めここにおられる方々には死ぬまで化石燃料はあるかも知れませんが、孫子の時代には化石燃料が涸渇することは明らかでしょう。どうしたらよいでしょうか。

その上化石燃料を燃やせば CO<sub>2</sub> が空気中に排出され、地球温暖化の原因になります。何はともあれ、化石燃料は大切にしなければなりません。

## 2 新エネルギー

ここに太陽発電や風力発電を代表とする新エネルギー、水力まで入れた再生可能エネルギーが大いに期待されます。特にバイオエネルギーが有望です。しかし食料や飼料になる唐蜀黍や、砂糖黍でエタノールを作るのは避けるべきです。

新エネルギーは理想的ですがまだ十分ではありません。2006 年に各国で新エネルギーからの電力が全電力供給量に占める割合は、日本で 2%、あれ程努力し

ているドイツで8%です。もっともドイツはその後にも努力を重ね、10%を越えつつありますが、50%に近い石炭による発電、30%に近い原子力発電を新エネルギーで置き換えるのはまだ遠い将来のことでしょう。

新エネルギーの総発電量に対する割合は、アメリカで2,7%、EUで5,5%、日本で2,5%という評価もありますが、この程度です。これに水力を加えると、アメリカ9,6%、EU14,8%、日本10,4%程度で、再生可能なエネルギーによる発電量は10%から15%というところではあります。

更に注意すべきことは、日本でも太陽発電や風力発電に努力していますが、この表が示しているように、新エネルギーでの優等生は製紙工場の廃液、黒液や廃材です。又廃棄物やバイオマス発電です。2000年以來日本も大いに新エネルギーを進展させる努力をしています。もっと努力すべきですが、新エネルギー総量の一次エネルギーの総供給量に対する割合は、2000年に1,2%、10年たっても最大3%、2%増すのに10年もかかるという厳然たる事実には注意すべきです。新しい長期エネルギー計画で、太陽や風力などによる発電を大幅に増やそうとしていますが、更に10年たった2020年でも一次エネルギーにしめる割合は最大導入ケースで4,3%に過ぎません。

10年で2%増やすことが精一杯というところでしょう。これも相当がんばってです。増やす率を仮に3%としても、新エネルギーで一次エネルギーの総供給量の50%にしようとするると170年掛かることとなります。どうですか。この50年間に新エネルギーで化石燃料や原子力発電を置き換えられると、本当にお思ひになりますか。

だから税金を相当高くしてでも、新エネルギーを促進しましょう。例えば全家庭に太陽光発電装置を、国に頼るだけでなく自己責任で強制的に備えさせるようなことをすべきです。

ドイツは新エネルギーで努力していることは事実です。原子力に批判的なグリーン・パーティが強いことも事実です。しかしドイツ人は合理主義者の集まりで、70%以上を原子力で発電しているフランスから、ドイツの総発電量3%に達するくらい大量に電力を輸入しています。原子力発電を最近まで拒否していたイタリアも、フランスからドイツ以上に電力を輸入しています。ヨーロッパ人は合理主義者ですし、相互に協力し合っています。

ところで日本中の家庭の屋根に、発電力3kwの太陽発電機を備えさせたら、さぞかし大量の電力が発電できるのではないかと思い、計算してみました。一家族が平均4人として約2650万戸あるとします。又太陽電池の設備利用率を12%とします。その計算の結果によれば、太陽光による発電量の日本の総発電量に占める割合は7~8%と言ったところで、一次エネルギー消費量と比べますと1.4%程度でした。率直に言ってこんなものかとがっかりしました。これでは産業用の電力としては少な過ぎます。それでもこの位はやらなければならない。税金をとってでも、やらなければなりません。また仮に、総発電量を太陽光で全部賄うとすれば、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県を合計したものより大きい面積がいるということも認識すべきです。

ともかく新エネルギー技術を発展させましょう。太陽光発電の効率を高め価格を安くしましょう。夜や曇ったとき、風がないときのため、電気をためておく蓄電器がいます。その蓄電器の効率も上げ、価格を安くしましょう。

麦わらやとうもろこしや、砂糖きびなどの葉や茎のセルロースを用いてエタノールを作るような技術を開発しましょう。

新エネルギーの問題は発電が止まることがあること、そのため他の方法で補わねばならないことです。そのため火力発電を増やしたのでは、本末転倒です。第一にCO<sub>2</sub>が増してしまいます。新エネルギーの問題はエネルギー密度があま

りにも低いことです。又バイオエネルギーを増すため水が多量にいることも留意しておくべきです。

そこで新エネルギーの問題点を補う観点からも、原子力発電が役立ちます。新エネルギーと原子力を協力させていかねばなりません。

### 3 地球温暖化

ここで地球温暖化問題を論じておきます。この地球温暖化問題は、新聞や TV で毎日のように話題になっていますので、手短かに述べましょう。

第一に地球温暖化の歴とした事実です。この 100 年間に  $0,6^{\circ}\text{C}$  から  $0,7^{\circ}\text{C}$  上昇しています。次に 18 世紀半ばの産業革命以降空気中の  $\text{CO}_2$  濃度の急上昇も明らかです。もともと元々  $280\text{ppm}$  だったので、人為的な上昇量は  $80\text{ppm}$  に過ぎない。従って地球温暖化の重要な原因とは思えないという説を唱える研究者もあります。

このような説はごくごく少数派で、大多数の研究者は、人為的な  $\text{CO}_2$  の増加をとめなければ、2100 年には  $4^{\circ}\text{C}$  も気温が上ると信じています。だから何とかして  $\text{CO}_2$  を減らそうと世界各国が努力しています。

にもかかわらず、一方地球は氷河期と間氷期をくり返し寒くなったり温かくなったりしている。近々氷河期に入るといふ人もいます。

そこで人間による  $\text{CO}_2$  の増加が地球温暖化の元凶か、自然が元凶か、どちらかについて、東大の住教授に聞いてみました。地球シミュレーターを駆使して計算した結果は、1970 年頃気温が低かったのは、太陽の変動や火山の大噴火が起ったためである。それ以降の気温の上昇は人為的な  $\text{CO}_2$  等温室効果ガスの濃度の増加が原因とせざるを得ないということでした。

IPCC の第 3 次報告で温暖化の影響がはっきりしてきたことの報告がありま

した。温度が 20 世紀中に 0,6°C 上昇したこと、海水面が 10cm から 20cm 上がったことなどです。別荘や家を買うとき海岸を選んでは絶対にいけません。お買いになるなら山に近い所になさって下さい。IPCC 第 4 次評価報告書ではこの事実が更に確認されました。そして 100 年間で温度は 0,74°C 上昇、最近 50 年間の温度上昇の傾向は、過去 100 年間の傾向のほぼ 2 倍に相当、温暖化は既に起っており、人為起源の温室効果ガスの増加がその原因と断言しています。

地球科学者の意見はまだ一致していませんが、人為的原因を指摘する科学者が多いことを考え、科学の真実は多数決できめられることではないのですが、先ず予防的手段を実行すべきです。水俣病の原因を廻って科学者の意見が一致しない間に患者がどんどん増えて、とり返しがつかない事態になってしまった過去の経験を重く考えるべきです。はっきりと正否が決まらなくても打つべき手は打っておくべきです。

#### 4 人間が排出する CO<sub>2</sub> を減らせ

ということについて述べましょう。先ず CO<sub>2</sub> の排出量は増えるであろうということです。そこで特に先進国はさんざん CO<sub>2</sub> を多量に放出して来たのだから、思い切って CO<sub>2</sub> の放出量を減らすべきだと思います。その上で新興国や発展途上国にも協力を要請すべきでしょう。そして CO<sub>2</sub> 封じ込め技術を開発すべきです。

世界全体では CO<sub>2</sub> の排出量が 2005 年の 75 億トンから 2030 年には 117 億に増加するだろう。即ち 1,6 倍になるであろうと予測されます。特に中国では 15 億トンから 26 億トンへ 1,8 倍になるだろうと言われていています。

CO<sub>2</sub> 排出量を減らそうという動きは様々ありますが、昨年、洞爺湖で行われた G8 サミットでは 2050 年までに 50% 減らそうということになりました。又先

日のイタリア、ラキラサミットでは 2050 年までに先進国は 80%減らし、全世界で 50%まで減らすことに合意しました。

大変なことですよ。これは。中期目標として 2020 年までに、日本は 2005 年のレベルの 15%、EU は 13%、アメリカは 14%減らそうとしている。先程述べた新エネルギーの伸びをもう一度お考え下さい。10 年で大変がんばっても 2%でした。それに対してこれからの 10 年で 15%も CO<sub>2</sub>を減らそうと言うのです。省エネルギーをうんとやるか、原子力を大活用するしか方法がないではありませんか。

#### 5 2030～2050 年まで先ず原子力の活用しか方法がない

という事をもう一度お考え下さい。

そこで世界の原子力の利用度を見てみましょう。

そして MOX 燃料をどんどん使用すべきであることに注意しましょう。原子力に批判的なドイツですらフランスに次いで多くの原子炉で MOX を燃やしています。MOX を燃やした経験がないから不安だと言う人が多いのですが、ドイツの経験などから技術的に問題がないことが確証されています。

先ず世界各国の原子力発電の割合をご覧ください。アメリカ 19,1%、日本 27,8%、ドイツ 26,6%、フランス 79,1%等々です。随分使われていますね。

MOX 燃料を燃やしている軽水炉は世界には沢山あります。フランス 21 基、ドイツ 15 基等です。どこも事故を起したことはありません。

面白いのは世界の世論の動きです。例えばイギリス。2001 年には賛成 19%反対 60%が、2005 年には逆転して賛成 35%反対 30%になりました。

2005 年から 2008 年に英国、フィンランド等々で、原子力賛成の世論が高まり、イタリア、ドイツですら 43%、46%と半数近くなりました。英国、フィン



ランド、米国は 50%を超えました。特に興味深いのはスウェーデンです。1980 年国民投票の結果 2010 年までに原子炉を全廃することを決定し、新エネルギーに全力投球していたのですが、その予想が現実的でないことに気が付いたのでしょう。現政権は 2010 年迄に全廃という決定を撤回し、現在出力を増強する工事を行っています。イタリアも日本政府に対して原子力発電所建設について技術協力を要請して来ています。

日本の世論はどうでしょう。日本政府が 2005 年に行った調査では、原子炉を増やすべきだと考えている人が 55%になりました。1999 年には 43%でしたが大きく変化しました。原子力の安全性が不安と考える人の数は逆に減っていて 25%以下になりました。日本でも原子力を使うべきだと考える人々が過半数を超えたと言えます。

面白いのは原子力反対、鯨を取るの反対とあばれ廻っているグリーンピースの創立者の 1 人パトリック・モアが 2006 年に今までの意見を撤回して、「世界のエネルギー増に対する要求を満足しながら、化石燃料のかわりに、温室効果ガスを出さない唯一のエネルギー源は原子力だ」と言ったことです。正に君子豹変すです。

このような世論の変化により世界中で原子力への期待が高まってきました。新エネルギーは開発すべきだ。だがそれだけでは化石燃料の涸渇にも、温暖化対策にも間に合わない。もっと現実的な方法を取ろうと言うわけです。

アメリカは 2016 年までに 4 から 8 基の原子力発電所を新設する。トルコは 2012 年までに 3 原子力発電所を、ポーランドは 2020 年までに 2 原子力発電所を、新設する計画を立てました。

そしてスウェーデンは、先程述べたように原子力発電所を全廃するという決定を撤回し、10 基の新しい原子力発電所を増設することを決定しました。

アジア諸国も中国やインドを始め、多くの国々で原子力発電所や原子炉施設を建設しようとしています。

そこで

## 6 原子力の安全な利用のために

どうすべきかについて考えてみましょう。

そのためにまず原子力は平和利用に徹するべきだという点で日本が強く主張すべきです。そして核不拡散政策を大いに推進すべきです。幸い天野之弥氏がIAEAの事務局長に選ばれましたから、天野さんが活躍しやすいように日本は国をあげて協力すべきです。

原子力の安全を確保すべく全力を注入すべきです。それにしても原子力の事故によって死亡した人はごく少ないという事実に着目すべきです。JCOの事故は不幸にして2名死亡しましたが、これはあまりにもずさんな工場の運営、やっつけはいけないことが一杯書かれている不正な裏マニュアルを用いていたことや、所内教育が欠如していた人災というべきです。美浜の原子力発電所で5名死亡、6名重傷という不幸な事故がありましたが、これは原子力の事故ではなく、タービンの事故によって起ったわけで、火力発電所でも起り得ることでした。

外国の事故でも直接に多くの方が亡くなったのは、チェルノブイリぐらいです。そこでは31名が死亡しました。チェルノブイリの原子炉の設計上の問題点、原子炉を格納する建屋の脆弱さが指摘されています。このような過去の事故を教訓にして原子力技術の安全を更に高めなければなりません。

勿論原子力は科学・技術によって支えられていて充分安全性に留意していますが、どんな技術にも100%安全ということはないことは、しっかりと認識し、安全のため細心の注意をはらうべきです。

1年間あたりに最も多くの方が亡くなるのは交通事故でしょう。飛行機事故はその危険なものの代表です。原子力が怖いという人々は、もっともっと交通事故の恐さを知り、もっともっと対策を立てるべきです。その上で原子力の安全性について、どこが危険か、どうすれば安心するかを明らかにすべきです。ただ恐いから恐い、反対だから反対だというのではなく、理性的に判断すべきです。

原子力で考えなければならないことは

安全性

核不拡散

であることは強調してきましたが、もう一つ使用済核燃料と廃棄物の処理の問題があります。今のところはっきりと最終処理所が決定したのは、フィンランドのみです。私は使用済核燃料の処理技術は充分安全性を保証できるレベルに達していると思いますが、更に検討を重ねて早く日本でも最終処理所を決定すべきだと思います。

そして貴重な資源を活用すべく、六ヶ所村の再処理工場の完成を急ぐべきです。またプルトニウムを燃やす高速中性子炉の技術を開発すべきです。そのため一日も早く「もんじゅ」の運転が再開されることを望んでいます。

私は原子核研究者の一人として放射性廃棄物中の長寿命核を短寿命化する核変換技術を、世界の原子核研究者が協力して研究すべきだと思っています。

そのため最近完成した東海村の J-PARC の強力な中性子ビームを用いて研究を進めることが良いと思います。

日本の原子力研究者・技術者はもっと自信を持って堂々と発言すべきです。例えば丁度2年前に起ったマグニチュード 6.8 の大地震の際、柏崎・刈羽原子力発電所で、(1)安全上重要な施設の機能は地震時も地震後も確保されていたこと、

(2)運転中の4基の原子炉は、設計どおり、制御棒が炉心にすべて挿入され自動停止したこと、点検の結果、7基の原子炉の損傷は認められなかったこと、など大いに日本の技術者は誇りにしてよいのではないのでしょうか。IAEAの人々を始め外国の仲間は大変日本の技術、特に地震に対する安全性の確保に感心してくれます。

マスコミ関係の方々がここにおられれば訴えたいことがあります。原子炉が止まっているために、火力発電を用いている。そのため2%もCO<sub>2</sub>排出量が増したことを正しく国民に伝えて欲しいのです。そして地震などの際の報道を正しく行って欲しいのです。例えば柏崎・刈羽の地震の際、沢山の放射能を帯びた水が海へ流れたというニュースがあったので、柏崎の海でとれた魚は売れなくなって漁民が大変損害を受けました。しかしこの時海へこぼれた放射線の線量はラドン温泉の水90程度でした。このようなことを定量的にわかりやすく報道して欲しいのです。

もう一つ日本の原子力発電所の利用率をあげるべきだということを訴えておきましょう。日本はなんと70%前後です。一時は60%でした。これを80%乃至90%へ上げれば、それだけで10%から30%原子力発電所を増設した効果が得られます。

2030年から2050年にかけて、エネルギーの安定供給と温暖化防止のために、具体的に実現できる方法を考えましょう。

観念論ではない具体的数値目標を立てましょう。その時、新エネルギーで本当にどこまでやれるか、原子力をどのくらい利用すべきか、真剣に、実現可能な策を考えて欲しいのです。新エネルギーも原子力もともに研究開発しなければなりません。両方を最大限に活用して、化石燃料の涸渇と地球温暖化の危機を克服しましょう。

このような方策を立て実行するためには

未来エネルギーを研究・開発を推進し、そのための科学者、技術者を緊急に養成しなければなりません。特にアジア諸国の原子力利用の急増に対処するための技術者が必要です。特に安全を確保しながら原子力発電所や原子炉の建設に対応するためには、人材育成がきわめて重要です。この点早稲田大学と東京都市大学が協力してこの目的のため新しいプロジェクトをお立てになった先見の明に敬意を表し、その計画が成功を収めることを祈念しております。

さて結論を申し上げます。本日私は

#### 8-1 化石燃料は有限である

化石燃料は重要な宝物 使い切るのは子孫への負の遺産である

#### 8-2 地球温暖化は起こっていることはほぼ確実

それも人間が出す CO<sub>2</sub> が大きな原因であることも ほぼ確実

#### 8-3 3R、省エネルギーを推進せよ

#### 8-4 原子力の安全利用を 新進国での利用を援助せよ

IAEA との協力を強化せよ

#### 8-5 原子力の技術を更に推進せよ そのための教育を充実せよ

#### 8-6 低炭素・循環型・自然共生型社会を構築しよう

#### 8-7 持続可能な発展を推進せよ

(サステイナブル・デヴェロップメント)は発展である 抑制+科学・技術による発展

#### 8-8 新エネルギー、クリーン・コール、CO<sub>2</sub>回収・貯留等の技術を推進せよ

#### 8-9 新エネルギー技術を発展させ、同時に原子力技術も発展させ、協力し合え

#### 8-10 厳しい現実をよく知らせること

同時に人間の英知を結集し、科学技術などを進め、解決できる  
希望を持とうではありませんか

このようなことを論じました。皆様に多少ともお役に立てば、それ以上の喜びはありません。

そして最後に原子核物理学者として、私の尊敬するアインシュタインやフェルミ、師事したウイグナーミなど優れた大科学者が、原子力という素晴らしい科学技術を平和利用にのみ用いることをせず、戦時中とは言え、原子爆弾として用いたことを大変残念に思います。これは科学技術の原罪であると思います。科学者・技術者はこれを償わなければなりません。皆さん、原子力に限らず科学や技術は人類の福祉のためにのみ用いようではありませんか。

御清聴有難うございました。