

基 調 講 演



「原子力発電の今後」



東京工業大学教授

鳥井弘之

実は、パンフレットに書いてありますように、私、長年、日本経済新聞の新聞記者をやっております。2002年に東京工業大学の原子炉工学研究所というところの教授になりました。大学へ行ってみてびっくりしたんですが、大学の方々、木ばかり見ていて森を見ない人たちの集まり。いろいろ深い専門でおやりになるからしょうがないのかなど、こう思うわけであります。

振り返って、ジャーナリストってどんな連中だろうと考えてみますと、森しか見えなくて木が見えないやつか、木も見えなくて枝しか見えないやつか、この2種類いる。私はどっちかというところ森しか見えない方で、子供のころから近眼だったからしょうがないのかもしれないんですけども、余り、細かい木は見えなくて、森ばかり見てきたということで、今も、森を見るというような立場で、科学技術と社会の関係という、そういう話を、担当をしております。そういう視点からきょうも森を見るような話をさせていただくことになると思います。

後ろの方、ごらんになれるでしょうか。まず変な話から始めたいと思います。20世紀の初頭、1900年ごろであります。アメリカのアリゾナ州のカイバブ高原。行ったことないので、どんなところかよくわからないのでありますが、そこにクロオジカという、きつとしっぽが黒いシカだと思んですが、4,000頭ぐらいいいたんだそうであります。当時のアメリカから考えたらガンマン、猟師、そういうものの全盛でありまして、このクロオジカがハンティングの標的としてすごくいいなということになっていたようであります。

狩猟愛好家の人たちが、何とかクロオジカをふやそうじゃないかということで、じゃどうしようと考えたら、クロオジカをピューマやコヨーテが食べちゃうんですね。だからピューマやコヨーテをやっつけばいいじゃないかというので、退治運動を始めました。だれが数えたのか知りませんが、ピューマを766頭、コヨーテを4,388頭撃ち殺したそうであります。今だったらこれ、動物愛護団体かなんかに、きつとひどい目に遭うだろうと思うんですが、この天敵駆除を開始して、1906年から開始したわけであります。20年間で4,000頭が10万頭までふえたんだそうあります。ところが1924年から25年の冬にかけて40%が、ですから4万頭が死んじゃったと、こういうわけ。その後も、どんどんどんどんクロオジカの数減り続けて、1万頭まで減って、1万頭で大体、安定したということのようであります。その減った死因は主に飢餓と病気です。

なぜこんなことが起こるのかというのを考えてみますと、1万頭で安定しているということは、カイバブ高原は1万頭ぐらなら定常的に養える、そういう能力がある。カイバブ高原に降ってくる太陽の恵みは、1万頭分ぐらいはあると、こういう話だろうというふうに思います。

1万頭の余力があるところに、1900年当時は4,000頭しかいなかったわけですから、6,000頭分の

太陽の恵みが、全部余ったわけじゃないですが、一部が余って大地に蓄積されていったと、こういうふうに考えます。

つまり、高原の土壤が肥沃になっていたわけです。高原には長年、その6,000頭分の太陽の恵みがずっと蓄積をしていって、ストックとして蓄えられていた。だからこそ一時的とはいえ、10倍近い10万頭というようなシカでも、一時的には生活ができた、こういうわけでありまして、ところが10万頭もいますと、あっという間にストックを食いつぶしてしまうわけでありまして、結局は、フローで養える、その年の太陽の恵みで養える1万頭にまで下がってしまった。ばたばたと死んでしまったと、こういうようなわけです。

考えてみますと、企業でも社内留保を幾ら持っているといっても、赤字体質になれば一挙に、そんなに長持ちするわけではないわけでありまして。私たちの家計でも、貯金で毎日の生活の収入不足を賄い出せば、これはそんなに長持ちをしないわけです。ストックに手をつけると、カイバブ高原のシカのような状態に早晩なるのではないかと、こういうことです。

考えてみますと、なぜこんな話を持ってきたかといいますと、私たちは、何十億年かけて太陽が地球に降り注いだ恵みを、微生物が地球の中にためてくれた石油とか、それから植物とか石炭とかいってためてくれた、そういう恵み、ストックを使っているというのが現代の文明であります。ですから、このストックを使い切ったとしたら、我々はクロオジカと同じような非常に悲惨な目に遭わざるを得ない、こういう状況にあるのではないかとということを申し上げたかったわけでありまして。

第2の視点になります。地球の大気というのを少し考えてみたいと思います。原始の地球、これは、今の金星と同じぐらい、 CO_2 が98%ほどあったと言われております。

それを、先ほどの微生物や植物が一生懸命、太陽のエネルギーを使って地球の中にため込んで、今の状態ができたわけでありまして。35億年ぐらい前に、光合成をする微生物が誕生して、太陽からのエネルギーを化学のエネルギーとして蓄えてくれたわけです。大気中の濃度がだんだん上がって、 CO_2 濃度が減ってきました。20億年ぐらい前になると、大気中の酸素濃度は、今の100分の1ぐらいになる。7億年ぐらい前に10分の1ぐらいになると。3億5,000万年ぐらい前に、やっと現在のレベルになったと、こういうわけでありまして。微生物や植物が35億年かけて太陽の恵みを蓄積してくれた、石油や石炭、そういった化石燃料として蓄積してくれた、これをどんどん使うということは、大気から考えると昔の状態に少しずつ戻っていると、こういうことなのかもしれない。

地球温暖化ということがよく言われますが、このあたりについて少し考えてみたいと思います。

こういう容器に水道から水が流れてきて、下に穴があいていたとします。そうすると水面はどこの位置でとまるかという、上から流れてくる水の量と下から出ていく水の量が一致したときに、水面の高さは一定になります。それより低ければ下から漏れていく水の方が少ないですから、上から入ってくる水がどんどんたまっていくわけです。逆にそれより高い水位になれば水圧が上がりますから、下からどんどん勢いよく流れて、一致したところでとまります。

つまり、もし、その下にある穴に、ちょっとごみが詰まって水が出にくくなったら、水面が上昇していった、前と同じぐらいの量の水が下から漏れるところまで水面が上昇するというわけで

あります。水面の高さが地球の温度に相当するというふうなことを考えますと、太陽から来るエネルギーは、宇宙へすべてが、結局は逃げていく、それによって地球の温度は一定に保っているわけであります。

CO₂なんかがふえるということは、地球から宇宙へ逃げていくのが逃げにくく、漏れにくくなったと、こういうこと。そうしますと当然のように地球の温度が上がって、太陽から来るエネルギーと同じだけが宇宙に逃げていく、そういう状態まで気温が上がる、これが温暖化であります。

皆さん、大変、国を挙げてCO₂対策やらなくちゃいけないと、こういうわけですが、一つ私はどうしてもよくわからない疑問があります。H₂O、つまり水蒸気というのは温室効果があります。大気中にも水蒸気がなければ、地球の温度は今より数十度低いだろうと、こう言われております。それに比べると、わずかな量のCO₂が地球を温めているという効果は、非常に小さいはずだ。どうして、少ししかないCO₂が、少しぐらい変わったぐらいで地球がそんなに大きく温度が変わるんだ。これはよくわからないところでありまして、幾つかの本を読んでみても水蒸気の話はほとんど書いていないというのがあれであります。

そういう問題があるので、場合によってはアメリカが、今の、京都議定書のやり方はおかしいよと言っているのは、正しいのかもしれないという気もするわけです。しかし、とはいえ、もしCO₂の濃度が上がって、本当に地球の温度が上がってしまったら、これは取り返しのつかないことになりますので、やはり予防原則ということを考えざるを得ないのかなという気がいたします。

それで、その悪者扱いのCO₂、二酸化炭素であります。これどんなものかというのを少し話したい。地球温暖化の元凶物質、もしくは、地球を我々が住めるように暖かく保ってくれているのに寄与しているありがたい物質という見方もできる。さらに光合成、植物が育つ重要な要素であります。我々の体は、CO₂がほとんどない空気を呼吸すると、物すごく倦怠感、不快感が出てくる、呼吸しにくくなってくると。CO₂というのは我々の呼吸作用を助けております。それから何か物の本を読みますと、強力な血管拡張作用、血圧を低下させる作用があるそうでございます。

CO₂と呼吸の関係を考えてみますと、吸気の中の酸素は21%、CO₂は0.036%。0.036%ということは、今の大気中に含まれているCO₂です。

吐く息、酸素が17%、CO₂が4%ぐらいだそうです。我々、酸素を吸って呼吸をしているわけでありまして。吐く息でも17%ぐらい酸素が含まれているんですね。じゃ、息とめたって、その酸素を使えばいいじゃないかと。ところがどうもそうは行かないようでありまして、酸素が幾ら十分でも、大気中のCO₂の濃度が一定値を超えると、私たちは呼吸ができなくなるという話があります。

CO₂の濃度、これ労働安全衛生法で、何か、やはり職場の環境ではちゃんと規制があるんですね。0.5%。0.5%と360ppmという現在の濃度と比べてみると、13倍で0.5%になる。それ以上CO₂のある職場には人を働かせちゃいけないんです。大気中の濃度が2%ぐらいになると、呼吸が早くなって30%ぐらい呼吸数がふえるそうです。4%ぐらいになると、あえぎ状態で、もう長期には人間が生きられないと、こういう状況のようであります。

西沢潤一先生ってこれ半導体の専門家の方が、なぜ「人類は80年で滅びる」という本をお書きになるのかよくわからないんですが、彼の書いた本によりますと、今のままの勢いでCO₂濃度がふえていくと、80年ごろには大気中の濃度が3%になるよと書いてある。人間もちゃんと知恵がありますから、そんな勢いでふえるはずはないのでありますが、別に温暖化しなくてもCO₂がふえるということは結構怖いことではあると、こういうことです。

こういったことを前提として少しエネルギーのお話をさせてください。いろいろありますエネルギー源を考えてみたいと。まずは今のCO₂との関係であります。1キロワットアワー当たり発電するのに、どのくらいCO₂が出てくるか、石炭火力975グラム、石油火力742グラム、天然ガス608グラム、太陽光53グラム、原子力22グラム。太陽光、なぜCO₂が出るんだと。太陽の光を受けて発電しているだけだから、CO₂なんか出るはずないじゃないかと。いや太陽電池をつくる時には大変なエネルギーが必要であります。それを今の電力システムでつくるとすると、このくらいかかるということです。原子力の場合も同様で、建設だとか廃棄にかかるお金です。

こう考えてみますと、当たり前のことです。温暖化防止という視点では、化石燃料の中で考えると、天然ガスは有利ではあります。でも、太陽光の10倍であります。原子力の30倍ぐらいであります。ですから温暖化防止のために、石油をやめて天然ガスにしようよといっても、大同小異、大きな目で見れば余り変わらない、こういうわけであります。

じゃあ化石燃料を使ってCO₂を固定したらどうだ。海の底に行きますと、ちょうど比重が同じぐらいになって、上手に底の方にCO₂がたまってくれるそうではありますが、じゃそういうことをやったらどうかという提案があります。でも、もしかして、そこからぼこぼこっと出てきたら危ないですね。ですから安全・安定性というのはどうだろう、コストというのは…、余り現実的ではない、こんなことが考えられます。

一方、石油を掘削した穴にCO₂をもう一回戻したらどうだと、こういう試みがある。これについては一部で開始されているそうであります。でも物すごいたくさん出しているCO₂の全部を、こうやって石油の穴に戻すってできるかなというのは、多少疑問があります。そういうふうと考えてみますと、エネルギー源、CO₂との関係から考える限り、できるだけフローで暮らしましょう。つまりその年に降ってくる太陽の恵みで暮らしましょう。これは太陽の恵みということとは自然エネルギーであります。それで足りない分は原子力ってやはり必要なんじゃないでしょうか。こういう話になります。

次は、資源の量からエネルギー源というのを考えてみたいと思います。ここに出ている表は、しばしばごらんになる表であります。石油の寿命はあと41年だよ、天然ガスの寿命はあと61年、石炭は204年、ウランは61年、こんな数字ごらんになったことがあると思います。

しかし私が大学生の時代って40年前、もうちょっと前でしょうか。41～2年前であります。そのとき私の先生が授業にやってきて、「きみたち、石油はあと30年でなくなるんだよ。きみらはどうするつもりかね。」そういう



講義を受けました。あれから40年たって資源の寿命はあと40年だよと、40年たったら10年分ふえちゃったんですね、どんどん使っているのに。何でそんなことが起こるんだろう。「確認可採埋蔵量」と書いてあります。埋蔵されていることが確認されていて、掘っても採算が合う、つまり掘れる、そういう資源の量が「確認可採埋蔵量」であります。この確認可採埋蔵量というのは大変、曲者でございまして、例えば1980年代に急に確認可採埋蔵量がふえます。もちろん石油の値段が上がれば高くなっても可採、つまり掘って採算が合います。それから、どんどん探査技術がふえてしっかりしてきて、たくさん見つければふえるわけです。ところがそれ以外にふえていません。

産油国の立場になって少し考えてみたいと思うんですが、石油の資源はまだ100年大丈夫だよと、こう世界に発表したら、何だといって石油価格は下落するかもしれません。一方、石油ってあと10年しかもたないんだよと、こういう発表をしたら、みんながこぞって原子力をやるに違いないわけ。一番うまく、一番もうかるポイントというのが大体あと30~40年だよとっておくあたりが、一番うまく行く、そういう数字かもしれません。これが本当なのか、うそなのか。例えば41年という話がうそなのか本当なのか。確認可採埋蔵量の方が本当なのかうそなのか、これよくわからないんです。なぜわからないかという、日本は、ちゃんとした油田を持っていない。石油採掘の産業がない。そういうことも含めて、昔の通産省は一生懸命、油田開発をやったわけでありまして。そういう機微な情報に触れられるようになる前に、今の、何とか改革で石油開発のあれはほとんどつぶれてしまったわけでありまして。採算が合わないからといっても、こういうことがきちんとわかっているか、わかっていないか、随分、国に大きな違いを与えるような気がします。

こういう意味で、自然エネルギーを考えますと、太陽から地球へ降ってくるエネルギーの量は莫大であります。地球を4分間照らすだけで、それを全部集めたら、人類が全部使うエネルギーに相当するぐらいで、時間的にも、我々がわかっている範囲で考えても10億年ぐらいは十分に続くわけでありまして。

しかし、1平米当たりどうかという、これは、余りたくさんは来ていない。これが自然エネルギーであります。原子力資源61年、ここの数字は61年でありまして、これはウランだけを使っていた場合でありまして、核燃料サイクルをきちんとやってプルトニウムを使うということになると、原理的には、この70倍ぐらいまで有効利用することが可能になるだろうと考えられています。しかも、もう一つトリウムというのが核物質になりまして、これはウラン資源より多いかなというのが通説であります。

次は安定供給という視点から、安定性というふうに考えていきます。石油価格、もう安定してずっと15ドルぐらいで行くのかと思っていたら、今や60ドルを超えたという、そういう状況にあります。この石油価格の高騰というのはどういうふうに見るべきなのか、単なる一時的需給のアンバランスなのか、中国だとかそういったところの需要が急増して、採掘施設が追いつかないのか、そういうことなのかという見方が一つあります。いずれはちゃんと需給バランスがとれていいところへ値段が落ちつくだろうという見方が一つであります。

もう一つの見方は、どの油田を見ても埋蔵量の半分を掘ると急速に生産量が落ちるというデータがあります。世界全体の今、動いている油田の埋蔵量の半分を掘り尽くすのが大体2005年から

2010年というふうに考えられています。そうだとすると、やはり半分の限界点を超過してしまったがために、今、石油価格は高くなっている、こういうことなのかもしれません。

しかし、先ほど申しましたように、石油の本当のことはわからない国家ですから、これがどちらなのかはよくわかりません。もし石油埋蔵量半分説の方であるならば、石油は今後どんどん値段が上がっていくはずであります。そういう意味では安定性が悪いという感じがする。石炭や天然ガスの価格というのは大体、石油と連動をしまして、石油価格が不安定になれば石炭やガスの値段も変動するだろうと。

自然エネルギー、これよく雨が降る日もあるし、風が吹かない日もあるから不安定だよと、こういうふうに言われます。そのとおりであります。ですから風力なんかでも、せいぜい稼働率は20%とかそういう数字であります。

もう一つ、大きな不安定要因があるような気がしてならないわけでもあります。平成の大飢饉というのがありまして、お米が日本全国で取れなくて東南アジアから輸入した経験があります。1992年なんでしょうかね、それをよく考えてみますと1991年にピナツポ火山が爆発をしています。その爆発によって噴出した火山ガスみたいなものが地球を覆って、太陽が地球に届かなくなって、日本は凶作になったわけでもあります。大きな火山が爆発すると、2～3年天候不順が続く可能性がある。例えば中米サンタマリア火山で1905年から6年、火山が噴火したとき、5年～6年と2年にかけて日本は大飢饉が起こっています。

もし、エネルギー源を太陽光発電に全量頼るなんていうことは考えられないことですが、非常に大きな割合で太陽光発電に頼っているとすると、こういう知らないところで起こった火山爆発というのが、お米が育たないということは太陽が来ないということでもありますから、太陽電池も発電をしないということでもあります。そうすると日本のエネルギーシステムが完全におかしくなるという、こういう不安定性がどうもありそうです。

原子力について見ますと、アメリカの核不拡散政策というのは、大変大きな意味を持ってしまして、これが変わると日本は一挙に不安定になる可能性があるという。

次が廃棄物の視点からエネルギー源を考えてみます。化石燃料、気体廃棄物つまりCO₂がありますが、これを垂れ流しているのが現状であります。無害と思われたCO₂も量がふえてくると、大変大きな影響がありそうだとということになる。原子力、極めて有害な高レベル放射線廃棄物が発生をいたします。しかし火力と違うことは初めから廃棄物は完全に管理してやってきているということでもあります。それから量的に極めて小さいということ。再処理をした高レベル放射線廃棄物はガラスの成分として固めて、ガラス固化体という格好で最終的には地下の地層の中に埋設するという、そういうことが考えられています。日本で年に発生するガラス固化体の量というのは、ほぼ日本の金の消費量と同程度であります。数百トンのオーダーであります。量が多いか量が小さいかということは、廃棄物を考える上では大変大きな違いであります。

EM菌という、家庭用の廃棄物から堆肥みたいなものをつくるという、沖縄の先生が開発した、そういう処理方法がありまして、私も、これはいいやというので、そのEM菌の処理をするこんなおけとEM菌の種を買ってきまして、喜んで家庭のごみを処理していったわけであります。

私の庭に、わずかながら2坪程度の畑がありまして、それに一生懸命埋めたんですが、3カ月もやるともう埋めるところがないのであります。

一方、ひげそり器に入っている電池であります。カドミウムなんかが入っている可能性があります。大変有害な物質が入っている可能性があります。電池交換しますと、こんなものです。これどうするかというと、きちんとした回収の日が来るまで、どこの引き出しに入れておいても全然大丈夫だと。つまり廃棄物を考えるときに、もちろん、いかに危険かということも極めて大事ですが、それと同時に、量の問題というのが非常に大きな要因であるということを考える必要があります。

そういう意味では原子力はかなり量が小さいということ。自然エネルギー、風力にしても太陽光にしても、今のところ極めて普及率が低いですから、量の問題はほとんど議論されていません。しかし風力発電は相当な複合材料であります。あれが物すごくたくさん廃棄されてくることになるとどうなるのかはわかりません。

その他の視点であります。安全と安心だというテーマであります。安全性について、「その他」の視点に入れるとは何事かと、こうお叱りを受けそうではありますが、確かに原子力は安全性が問われます。なぜか。危ない核物質を扱っているから慎重にやらなくちゃいけない。

一つ、考えていただきたいことがあります。人間が時速200キロで走ることは、安全なのか危ないのかということです。自転車ででっかいエンジンをつけて時速200キロで走れば、これは、ほぼ確実に死にます。人が空を飛ぶことは安全なのか危ないのか。ビルから飛び降りれば必ず死にます。しかし整備された自動車で、整備された高速道路を、ベテランのドライバーが200キロで走っても大丈夫です。相当に安全です。空を飛ぶのはちゃんとした整備された飛行機に乗って整備された空港があって、訓練されたパイロットが運転してくれれば、我々は平気で飛行機に乗っているわけであります。

つまり、工学というのは何かというと、危ないと思われるものでも安全に使えるようにして、人々の役に立つというのが工学の本質であります。原子力が原子力だから危ないわけではないのであります。どのようなシステムで、どういう人たちがそれを管理運転するかという、そこが危ないか、危なくないかの別れ道であります。よく、立地地域の皆さんとお話しして、原子力は安全なのと聞かれると、原子力の人たちはみんな困っちゃうんですね。それはやりようによっては安全だし、やりようによっては安全じゃないわけです。原子力の安全について考えるならば、そっちの部分を問うのが本質であるという、そういう意味で安全性について考えますと、原子力は確かに安全性が問われていますが、どういう工学かということをよく考えたいと。

コストの点であります。石油がこんなに高騰してきますと、原子力は相当有利です。風力というのも相当競争力が出てきます。太陽電池はまだちょっと高いわけであります。じゃあ同じ量の発電をするのにどのくらい面積必要なの、狭い日本ですから余り面積かけるわけにはいかないわけです。自然エネルギー、やはり先ほど申しましたように1平米あたりは非常に少ししか来ていませんから、全体としてはたくさん来ていますが、大床面積が必要であります。

アルペンルートで有名な黒部峡谷、あそこ全部で河川全部沿ったところで30万キロワットであります。100万キロワット発電所と同じ電力を風力で、100万キロの発電所が1年間発電するのと同じ電気の量を風力で発電しようとしたら、これは経済産業省の試算ですが、琵琶湖と同じぐらいの面積が要るだろうと、こう言われております。もし太陽光発電だとしたら、東京の、山手線の内側ぐらいの面積が要るだろうと、こう言われています。

技術的な将来の発展の可能性であります。多分、火力発電というのは、ほぼ完成領域なんだろうと思います。ただし熱のエネルギーを電気に変換するところでは、まだまだ新技術が出てくる余地があります。少し効率が上がる可能性があります。

太陽電池、太陽から来る光の、よくて15%ぐらいしか電気に変えることができません。太陽から来る光をもっともっと電気に変えるように工夫することができるはずであります。そういう意味では完成からほど遠くて、太陽電気には技術的な可能性はあります。

原子力であります。多分これもいろいろなおっしゃる方によって違いますが、技術的にはほぼ完成したとおっしゃる方が多いのであります。

ただし、それは今、使われている軽水炉の話であります。軽水炉にしても経年変化というのには、まだ不確実性があると思います。よく半導体なんか考えますと、軍用の半導体より民生用の半導体が、はるかに信頼性が高いと言われます。軍用の半導体というのは量が少ないんですね。

しかも、例えばミサイルの中に入っている半導体、それを使うということは、そんなにしょっちゅうないわけでありまして。一方、民生用の半導体、我々は、家電であるとかパソコンであるとかで、みんなが毎日使っているわけでありまして。軍用の戦車に比べると民生用の自動車は、はるかに信頼性が高い。軍用の戦車は台数が少ないです。使うチャンスも少ないです。

それに比べて、日本だけ考えても、自動車は今、何台ぐらい日本が持っているのかわかりませんが、家庭の数、世帯の数と同じと考えれば、3,000万人の人が使う、毎日のように運転している3,000万台ぐらいが毎日のように動いているわけです。そうすると1年間たてば3,000万台分の経験ができるわけでありまして。

しかし戦車の経験数年数というのには、そんなふうに行かないわけですね。そのように考えてみますと、原子力、これは日本だけですと50基でしょうか。平均して30年、もっと短いでしょうか。50基で20年とすると、トータルで1,000年分ぐらいの経験時間しかないわけでありまして。ここが原子力技術の弱みの一つであります。

次は、ちょっと政治的観点から考えてみたいと思います。エネルギーというのは国でも人間でも基盤であります。ある程度は国産のエネルギーという状態が望ましいことは、だれもが考えるとおりであります。

しかし原子力を除くと日本の輸入依存率は96%、ほとんど全量を輸入しているわけでありまして。そういう中で原子力、特に核燃料サイクルが確立をしたとすれば、これは日本の原子力発電所から出てきた使用済み燃料を原料にするわけですから、ほぼ純国産エネルギーと考えることができます。そういう意味では原子力が有利です。

原子力だけで全部賄うわけにはいきませんから、後の分についてはなるべく多様なエネルギーを、多様な地域から持ってくるのが大切です。ベストミックスなんていう言い方がなされています。

石油、中東依存であります。まだまだ中東依存であります。いつ紛争が起こるかわからないという、これは、いまだに大きく変わっていないと思います。

それから、もう1つの大問題は中国と資源確保の競争をしなくちゃならないという点であります。さすがの中国でありまして、アフリカなんかには、もう早々と手を打っているという話であります。

天然ガス、パイプラインで持ってこようという構想があります。大変いいことであります。

でも、ウクライナが先日ひどい目に遭いました。パイプラインの元栓が日本にあるなら、これでいいんですが、シベリアにあるといつキュッと閉められるかわからない。ロシアはかつてバルト三国の元栓を閉めました。この間はウクライナの元栓を閉めたわけでありまして。そういう意味では、やはり政治的にはちょっと大丈夫かなと。

原子力にも、もちろん問題があります。核拡散の問題であります。米国との関係というのは極めて重要になります。ただ再処理をして、それを利用してもいいよという国際的地位を保っているのは、日本が非核兵器国としては唯一であります。もし、この地位を日本が捨てたとしたら、アメリカは大喜びをするだろうと思います。大喜びをした結果、日本は二度とできなくなります。もう一度やりたい、もう一度再処理に戻りたいんだってこう言ったときには、韓国も台湾も、なぜ日本だけと、こう言い出すに決まっているわけでありまして、韓国、台湾も一緒に認めるといふことなら、あり得るかもしれませんが、ほとんど不可能な状況になる。

そういう意味では核燃料サイクルの路線を堅持するという事は、政治的にはとても重要なことであります。

もうちょっと長期的な話をさせていただきたいと思えます。

科学技術というのは生物の進化に例えることができそうだなというふうに思っています。発明、発見、アイデアというのが突然変異に相当して、それで生物の方は自然環境の選択で進化の道が決まるわけですが、科学技術の方は、社会の価値観が自然環境に相当して、それによって取捨選択される。

生物というのは、違う環境で進化すれば、鳥にもなるし魚にもなる。自然環境の選択によるわけですから、同じ遺伝のメカニズムを使っているのに、鳥も生まれれば植物も生まれれば魚も生まれるわけでありまして。

つまり違う環境の中で育てば見える形は全然違ってしまふわけです。

技術も同じではないかという話。黒服を着て終身雇用の企業の中で、コンピュータ技術が進化すると、昔の汎用コンピュータみたいな格好になったわけです。ジーパンをはいて遊びが大好きで、髪の毛の長い若者の間で育つと、パソコンになってインターネットになる。インターネットと、昔のIBMのコンピュータ、原理は同じですが全く違う見え方がする。

自動車だってそうです。乗り心地を優先すれば乗用車になりますし、スピードを優先すればF1自動車みたいになる。

つまり、科学技術というのは社会の、価値観の影響で進化の方向が変わってくると、こういうわけです。

一方、社会の方も科学技術の成果で変化します。さまざまな発明が製品化されて、社会の文化、価値観というのは変化していきます。

英語で、「ハロー」とあいさつをします。あれ、「ハロー」という言葉は、だれが発明したかご存じでしょうか。エジソンなんですね。

電話ができたときに、ベルとエジソンと両方が電話の研究をしたわけでありまして、電話かけたのはいいけれども、まず相手が出たときに何と言ったらいいかわからないというので、それでエジソンが考え出したのが「ハロー」だそうであります。それが、今や、日常的に使われている

わけでありませう。それは非常に卑近な例ですが。

要するに科学技術の変化が社会の文化というのを変えます。

それから科学的な知識が僕らに影響します。ガガーリンが宇宙へ行つて「地球は青かった」と言わなかったら、というところと象徴的過ぎますが、我々、人類というのが地球外から地球を見ることがなかったとすれば、こんなに地球環境というのが、人々が強く認識したかどうか、これは非常に疑問であります。

塩分のとり過ぎというようなことも、やはり科学が事態を見つけてきて、それで我々に警告を発することで、我々は塩のきついものは控えようというような文化ができてきたわけでありませう。

先ほど申しましたように、科学技術の方も、社会の変化で変化いたします。

つまり、科学技術も社会もそれぞれがお互いに影響し合つて変化をしていく、こういう状態を、ともに進化する、「共進化」というような言い方をいたします。

これは2番目のところだけ申し上げる。科学技術の科学の集団がプロとして社会の中でヨーロッパですけれども認められるようになったのは、1840年ごろだと言われていませう。それが独立したプロの集団として成立すると、そのプロの中でしか通用しないルールというのができてきませう。

例えば、今の状態を見ますと、科学技術に携わる人は、社会や市民と無縁でもいい、多少、変人でも、いい論文さえ書いていればいい。いい論文書いたら、その科学技術コミュニティの中での地位というのが、同時に社会がそれを認めてしまふ。そういう、ちょっとほかの社会では考えられないようなルールが存在をしております。原子力を考えますと、原子力のコミュニティというのも科学技術のコミュニティの中でも、また一つの独立したコミュニティというのを形成して、ほかの人たちとは相入れないようなルールが、原子力の中にでき上がってきているという疑いがあります。

一般論でありますが、今までの科学技術ってどういう人たちとともに進化して、社会の中のどういう人たちとともに進化してきたんだらう。

実は、最初に進化したのはキリスト教なんですね。魔女だとか奇跡だとかいう話を排除するためにキリスト教が一生懸命、科学を信仰した時代があります。「地球を取り巻く自然が神のつくりたもうたものであるならば、そのつくりたもうたものを見るのが神の道を知ることだ」というのは、そういう発想であります。

次は政治や軍事であります。政治や軍事とともに進化しました。第二次世界大戦以降、やっとな一般の産業界とともに進化することになりました。一般の社会人というのは何をやってたかというところ、科学技術がどういうふうに行こうと無関心だったんですね。ただただ、あ、こんな便利なものができた。こんな安全になったという成果だけを享受していたわけでありませうが、だんだんそこに違う感情が出て、反対運動が出てきて、情報開示の請求があつて、市民参加がある。今や、教会や軍隊や産業界とだけとともに科学技術が進化していたのでは許されない時代になって、我々一般市民とともに進化しなくちゃいけない、そういう状況にあります。

先ほど、ちょっと申し上げかけましたが、じゃ原子力って、どんな社会と進化してきたんだらう。当然のように初期は原爆であります。原爆つくろうよと言ひ出したのも科学者であります。

アインシュタインが、ハンガリー人であるレナードというおじさんが、アメリカに亡命をしてきて、その男がアインシュタインをそそのかして、大統領に、原爆開発しようよと、手紙を書かせた。マンハッタン計画が動き出した途端、全米の物理学者が協力しました。すごいですね。

マンハッタン計画の中ではプルトニウムを末期がんの患者に注射をして、それが体外にどのくらい排出されるかというような人体実験もやっているんです。中には末期がんだというのは誤診だったんで、元気だった人も含まれていたそうで、その人は70か80まで生きたと書いてありましたけれども。

それ以降は、アイゼンハワーが「アトムズ・フォー・ピース」、50数年前に言っている。それ以降は、電力会社と原子力技術というのは、ともに進化をしまいいりました。

生物、特殊な、例えば洞窟の中みたいところで進化をしますと、その環境に適応し過ぎますと、洞窟の中の魚は目が見えなくなって、ほかの感覚器官が発達します。しかし地殻変動で洞窟が壊れてそこが明るくなった途端に、目が見えないということは大変不利になりますから、簡単に食べられてしまいます。つまり特殊な環境に適応し過ぎた、特殊な環境と共進化をし過ぎた、そういう技術は環境の変化があると滅びてしまいそうだ。原子力という技術は電力会社という特殊な会社とともに進化してきたのではないか。どんな特殊があるかということ、送電網がありますから、集中して電気を起こせばいい。投資は40年から60年かけて回収すればいい。無競争で利益は法律的に守られている。日本の基盤を担うという自意識がある社会。官僚以上に官僚的な会社。これ、電力自由化みたいな、環境変化がありますと、原子力技術って絶滅してしまうかもしれないと、こういう心配があるわけでありまして。

もう、そろそろ時間ですので、ちょっと私原子力工学研究所なんていうところにいますので、原子力を考える視点というのをちょっとまとめてみました。

既に、太陽の恵み、フローで暮らせる人口の数ををはるかに超えた人類であります。クロオジカの悲劇を回避するにはどうしたらいいのか。いずれ、原子力といえどもストックでありますから、相当先とは言え、尽きることは確かである。結局は安定して太陽の恵みで暮らしていくまで人口が減らざるを得ない。それを、急激にクロオジカのように、1年で半分に減るとするのはそういう減り方をするのか、徐々に軟着陸していくのか、どっちが人々にとって幸せなんだろう。多分、軟着陸の方がいいわけでありまして。軟着陸する道というのをどう考えるか、どういうふうにつくっていくか、これが大事であります。

1日で2倍にふえるネズミの夫婦がある野原にやってきました。99日たったときに野原の半分がネズミのテリトリーで占められていました。あと何日で野原いっぱいになりますでしょうかと、これだと小学生のためのクイズであります。翌日にはいっぱいになるわけでありまして。1日で倍にふえるわけで。

ところが私が申し上げたいのは、99日目のネズミたちは、どうやって野原全体を眺めていたんだろうと。おお、まだ半分残っている大丈夫だわいと思っていたんではないか。ところが翌日になるといっぱいになるわけです。まだ大丈夫です。101日目になるとどうなるのかということ、野原の倍の分のネズミがいるわけです。共食い、こういう。

だけど、やはり99日目に人類がいたとしても、人類も、そこをちゃんと自覚しないんじゃないだろうか、こういう気がいたします。少なくとも、フローで暮らせる人口まで軟着陸するために

はエネルギー源が必要です。

多分、そこをちゃんと暮らせるのは、原子力以外にないだろうというふうに考えます。

しかし、今の原子力技術、先ほど申し上げたように、特殊な社会とともに進化をしてきたがために、非常に特殊な技術になっています。電力会社というお客さんしかいないんですよ。自動車だったら一般家庭もお客さんですし、普通の企業もお客さんですし、運送会社もお客さんです。でも運送会社しかお客さんがいない産業みたいなもの、9人しかお客さんがいないような技術というのは、まともに発達するわけではないわけでありまして。

何とか、一般産業だとか地域社会ときちんと共進化する道を、もう一回考えざるを得ない。

福井でちょっと地元の方と議論したことがあるんですけども、昔は、雪に勝て。

まさに、ことしのなんですが、「雪に勝つ」というのが標語だったそうであります。じゃあ融雪のためだけの原子力というのをつくったらどうだ。これだと100年ぐらい平気で持つ原子炉がつくれるねというようなことをサイクル機構の方が言っていました。

それから4番目に申しますが、まだまだ核反応を制御する学術というのがあるんじゃないかという気もしております。短期的視点で見ると技術者をどうやって確保していくか、それから新しく原研とサイクル機構が合併した原子力開発機構というのをどういう役割を果たしていくのか。それから、高レベル放射性廃棄物の処分をどうするのか、この辺が短期的には課題です。下の方は木のお話であります、上の方は森のお話。

というようなぐあい、結局、私が感じていますのは原子力を、どう、うまく使いこなしていくかが、我々並びに人類全体、これにとって大きな課題であり、そのために、やはり新たな技術の展開というのをつくっていく必要があるなというふうに考えている次第であります。