

## 退任記念講演

# エネルギーと環境～21世紀の選択

加藤 尚武

都倉先生、御紹介どうもありがとうございました。

今の御紹介にありましたように、1969年に山形大学の教養部講師として私の大学の授業を始めて2005年の今日まで36年間になります。もうここから先は大学に就職しないので、「専門祖父」になろうと思っております。まだ書かなければならない本がたくさんあります。それらを死ぬ前に書き上げて、「加藤はほら吹きでなかった、ちゃんと約束を守って死んだ」と言われるようにしたいと思っております。

今日は「エネルギーと環境～21世紀の選択」という題で、遺言状みたいなものですから、留保抜きではっきりと言ってみたいと思っております原稿をまとめました。

現在、地球についてどんな見通しが成り立つかということ、まず「a.化石エネルギーの依存から脱却して温暖化が防止される」というのが、いわば環境庁の建前論です。「そんなことはもう無理、京都議定書の枠の中で幾らあがいたって温暖化防止はできない」と発言すると、「加藤先生、そんなこと絶対に言わないでください」と暗い所へ引きずり込まれて説教されてしまう。環境庁の建前ですが、これはほとんど破綻しているシナリオです。

b.温暖化によって気候が変動した後で石油が枯渇するのか、c.石油が枯渇した後で温暖化が起こるのかどちらかのシナリオになるのでしょうか。石油が枯渇する前に、相当深刻な気候変動が発生すると予測する人が増えてきました。すると、実際問題として、温暖化防止のために非常に多くの経済的な負担を強いられるだけでなく、災害対策でさらに大きな負担を強いられる。2004年に損保業界は5,500億円の保険金を支払ったそうですが、これが毎年続くと日本の損保業界は成立しなくなります。損保業界は気候変動についてある程度予測が成り立つから素人の考えよりも上手を行って商売が成り立つわけです。玄人筋が幾ら予測しても予測を外れるような大災害が次から次と起こったら、保険会社はやっていけません。そういう保険会社が生きていけない時代の方が先に来るのではないかと思います。

d.石油以外の化石燃料によって工業文明が生き延びて、温暖化は防げないけれども対処するという、これが大体、工学部系の先生方が実際に思い描いているシナリオではないかと思えます。ですから、「加藤さん、温暖化防止なんてどうせできっこないんだ。石油以外にもまだいろいろ化石燃料はあるのだから、それで食いつないで、水没した人や環境難民が出たって、そんなのはどこかへ運んで救っ

### 地球の未来の四つのシナリオ

- a. 化石エネルギーへの依存から脱却して温暖化が防止される
- b. 温暖化によって気候が変動し石油が枯渇する前に工業文明が大打撃を受ける
- c. 石油の枯渇によって温暖化の原因の一つは消滅するが気候変動は防げない
- d. 石油以外の化石燃料によって工業文明が生き延びて温暖化は防げないが対処する

てやればいいんだ」というのです。この間の津波を受けた、ツバルだとかフィジーだとか水没するかもしれない国の人民はどこかで環境難民として拾ってやればいいというのです。何しろ世界中に現在 2,500 万人も環境難民がいるのだから、100 万人くらい増えたってどうということはないというのが普通一番多く語られるシナリオです。

実際に温暖化について、ここ数日間のニュースだけ拾ってみたのですが、温暖化の兆候は加速されているというデータばかり上がってきました。南極の氷が予測よりも速いペースで解けているとか、日本の平均気温が平年より 1.01 度高くて観測史上 2 番目であるとか、ホッキョクグマやアザラシの絶滅が 20 年以内に起こるだろうとか。

1997 年、日本は 6 %、アメリカは 7 %、EU は 8 %で、先進国全体で 5 %温暖化原因ガスを削減するというのが京都議定書の目標であったわけですが、そのとき IPCC（気候変動に関する政府間パネル）で世界中の環境学者が集まってデータを集めて、環境について一番間違いないのはこの辺だという案を出しているのです。IPCC は京都議定書の審議の前に、「温暖化を防止するためには少なくとも温暖化原因ガスを 60 %削減する必要があります」と言っていたのです。「わかった、60 %だな、じゃあ 5 %削減しよう」というのが京都議定書なのです。ちょうどこれは船に例えると、「船長、大変です、船が沈没します、積み荷を 60 %減らしてください。」「よし、わかった、5 %減らせ。」と言っているようなものなので、もともと沈没するとわかっていながら 5 %で手を打つというのが京都議定書でした。なぜかといえば、いきなり 60 %の削減をしても世界の足並みがそろわずがないから、まず 5 %でどんなモデルが実行可能かということをやってみて、それから本当に実効性のあるプランに移していこうというのが京都議定書だったわけです。数日前のニュースだと、東京工業大学の蟹江さんという人が国立環境研究所と一緒に出したデータで、2005 年までに 70 %削減しろという要求になったわけです。70 %の削減というのは、まず普通だったら不可能と言わなければならないので、ほとんど絶望的と言ってもいい。70 %削減をしなければならないということは、温暖化の防止なんかできないという結論と同じだと受けとめても、うそにはならないと思うわけです。

環境についての書物を見ますといろんなことが書いてある。例えば、「石油は枯渇しない」、そういうテーゼが実際教科書に載っているわけです。理由は石油の門石油枯渇しない環境 甲兩

かわるとすると、エネルギー不足は起こりません。海水中の三重水素を使うだけで莫大なエネルギーが得られるので、この3番目のシナリオがうまくいけば世界中のエネルギー問題なんて何にもなくなってしまうのです。期末試験の問題で、「世界中の水の量はたくさんあるけど枯渇しないかと聞いて、水を運べば水の枯渇は心配ない」正しいか間違っているかマル・バツをつけるというのを出しました。運ぶコストが高過ぎて、水の絶対量が足りているからといって水不足は解消できないというのが私のひそかに用意した答えだったのですが、しかし、エネルギーが無限に入ればそういう意味での枯渇というのはもうなくなってしまうわけです。この第3の可能性があるかないかということは非常に大きな問題です。

石油にかわる化石燃料がどのくらいあるかということですが、この間ロンボルクという人が、「環境危機をあおってはいけない」という本を出しました。その人は、石油が枯渇するなんていうことを大げさに言う人がいるけども、石油はあと40年分もあると書いているのです。その本には、石油がなくなったとしても、海の底のオイルシェールを使えば5,000年分使えるというデータが上がっていました。日本でも新潟と静岡で、そのオイルシェールの採掘に成功しておりますし、恐らく石油価格が今の2倍ぐらいになれば、オイルシェールも経済性に到達する、1バレル50ドル以上になると代替化石燃料の経済性が成り立つと言われます。工学部の先生と話をする、菜種油やてんぷら油でディーゼルエンジンを走らせるなんてけちなことを考えているよりは、オイルシェール等を大量に使った方が絶対うまくいくと言います。全く別の資源に転換するよりは、経済とか供給の安定性だとか既成技術の利用とかという点で安心して使えるというので、石油になるべく近いものを使いたいというのが工学部の先生からよく出される意見です。

すると、このエネルギー問題の最終的な出口が一体どういうふうになるか。ここで今自然エネルギーと言っているのは、風力であるとか太陽光であるとか、あるいはバイオマスであるとか、要するに循環型のエネルギー資源です。

考えられるのは、a.あらゆる化石燃料を使い果たしてから自然エネルギーに転換する。もう掘って出てくるものは全部使って燃やしてしまっ、その後で、じゃあしようがないから風力にしようかというふうな、そういうタイプの成り行きです。私はかなりこの可能性が高いと思います。

その次は、b.化石燃料の利用を停止して直ちに自然エネルギーに転換する、c.化石燃料の利用を抑制して徐々に自然エネルギーに転換する。学術会議の中のエネルギー部会でも、化石燃料の利用を抑制して徐々に自然エネルギーに転換するというのが採用すべき路線だと考えられています。

しかし、核融合反応によってエネルギーを得るという可能性もあるのではないかと、それに期待しようではないかという人々も当然いるわけです。核融合反応というのは、極めて微量しか海水に含まれていないのですけれども、重水素とリチウムが原料になり、事実上無限にあると言ってもいい。

原子炉が核分裂によって発生するエネルギーであるのに対して、この核融合は質量がエネルギーに転換するので太陽と同じ原理であると言われます。それから連鎖反応による暴走事故はないと言われますけども、実は連鎖反応を起こそうと思っても起こってくれない。なかなかもともと反応を起こすまでが大変で、反応はあっという間に0.00...1秒で終わっちゃったとかというのが今までの実験データで、だから暴走にまで到底到達しないと言われております。それから原子炉よりも生物学的リスクが少ない。普通、原子炉ですと廃棄物でウラン238が出てきます。ウラン238の半減期は44億年ですから、地球の生命

全体の歴史と同じぐらいの時間が経ってやっと放射能が半分に減るといすごい超長期型の放射能を持っています。これに対して核融合で使われるリチウムは12年ぐらいの半減期というので、ウラン238などと比べればはるかに半減期が短い。

昔私が原子力委員をやっていたとき、どこかでパーティーがあったのですが、私の知っている人は誰もいない。文学部を出た人が私一人しかいなかったのではないかと思うのですが、酒を飲もうと思っても相手がいない。ところが、私と同じように酒を飲もうと思っても相手がいない人がいて、崎川範行さんという日本の原子力の父とされている人なのですが、どういうわけだかその人はひとりぼっちでぼやっとしていたので、いろいろ話を聞いたのです。私はそのとき原子力の廃棄物処理の部会の委員だったので、「日本の原子力産業というのは始めたときから廃棄物のことを考えていない、だからトイレのない家と同じだ」なんて初めから悪口言われているという話をしたのです。デンマークだとか北欧の国などは初めから廃棄物の処理施設をつくって、廃棄物の処理料金を電力料金に上乗せして原子力産業を始めたのに、日本はそういうことを一切やらないで原子力産業を始めて、2000年になってやっと料金に上乗せしていいという法律をつくって廃棄物処理を本格的に始めたというやり方です。崎川さんに「廃棄物について1957年に東海村で初めて原子力発電が行われることになったときにどういうお考えだったのですか」と聞いたら、「遅くとも1985年には核融合反応の制御は成功するだろうから、そうなったら無限にエネルギーが得られるので、それで煮て食おうと焼いて食おうと原子炉の廃棄物なんていうのはもう幾らでも処理しようがある。だからそんなことを心配して電力料金に上乗せするなんていう先進国がとっているばかな心配はやめて、1985年だったらできるというふうに見込んでやった方が得だ」という、そういう判断だったと言うのです。

今でも舞台裏でよく言われている「法則」があります。科学的な原理は、発見の日付とその応用の日付はだんだん縮まっていると言うのです。昔は何百年も経ってやっと応用ができたのに、最近は2、3年経つとどんどん応用がされるようになる。だからその当時の原子力関係の人は、幾ら何でも1985年までにできないはずはないと考えていたと思うのです。ところが、だんだん核融合反応というのはそんなものではないということが分かってきました。例えば日本政府でも原子力関係の学者を集めて、何がボトルネックになるかという答申案を出させました。コンピュータが今の規模よりずっと大きな数万倍もの情報整理ができるようにならなければ原子炉の設計はできないという答申案が出たのは、東海村で原子炉が動いてから10年ぐらい経ってからです。コンピュータの開発は進んだのに初めの予測とは違って、核融合が現実化して技術化するという段階ではなくて、いつまでたっても原理的な研究のところで足踏みしています。こういうのが核融合反応の開発の研究状態で、例えば狐崎晶雄、吉川庄一「新核融合への挑戦」(ブルーバックス)という本には、「30年後に実用化に必要な技術的なデータが揃うだろう」と述べられています。

すると、うまくいけば40年後に核融合反応はやっとちょびちょび使い始めることができるということになります。狐崎・吉川両氏は希望的な観測で言っていると思うのですが、石油が枯渇する日付に核融合反応はうまくいっても間に合わないということがわかります。しかも研究そのものを維持していくコストは、遺伝子研究とは桁が違う、恐ろしい費用がかかりますから、その費用を40年後、石油が枯渇した段階で維持できるかどうか。世界は核融合反応研究を維持するだけの研究費の拠出ができるかどうかというところまでいくと思われるのです。

そこで、核融合反応とは全然違うバイオマスの可能性を考えてみなければならない。生物エネルギーです。これは電力研で出したデータですが、電力研というのは、日本の9電力

の全部の技術開発を支えるために各電力会社が金を払って維持している研究所で、ともかくデータはしっかりしていると思うのです。

エネルギー密度、すなわち1平米当たりどのぐらいのエネルギーを出すことができるかという比較尺度をとると、太陽光発電や風力発電は1平米からとれるエネルギーが20です。ところが家庭は1平米当たり35とか40とかのエネルギーを消費しているのです。1戸の家のエネルギー消費に対して、同じ面積が産出することのできるエネルギーは大体3分の2なのです。この方式でやるとエネルギーの自給化は不可能だという結論になるわけです。

ユーカリの木で計算したバイオマス発電の場合には、1平米で2キロワットアワーという数字になって出てくる。ところが石炭や原子力ですと、この数が20に対して9,560とか1万2,400という数になって、太陽光発電の500倍、バイオマス発電の5,000倍というふうに、石炭や原子力発電が面積当たりで生み出すエネルギーの量が全く違う。

石油だって石炭だって、長年自然エネルギーを貯めておいたものですから、貯め込んでおいたエネルギーをぱっと使う場合に貯めずに使うエネルギーがかなうはずなのです。つめに火をともしてお金を生み出しそれで酒を飲むのと、おやじが貯めた金で酒を飲むのとどっちが酒を飲めるかと比較したら、おやじの金で酒を飲む方がたくさん飲めるに決まっています。エドワード・O・ウィルソンという生物学者がいて、生物多様性について最近よく本が翻訳が出ていますし、大変いろいろ物議を醸すような発言をする人で有名ですが、

こうなりますと、今のところエネルギー問題に出口はないと言わざるを得ないのでは  
ないか。化石エネルギーの新しいタイプを開発する。それからバイオマスだとか太陽光だ  
とか風力だとか、いわゆる自然エネルギーを開発する。核融合反応を開発する。それが  
持っている限界というのはかなり厳しいものがあって、例えば化石エネルギーの消費を  
70 %削減するというような、そういう大きな量的な目標が与えられたときに、それを  
何で代替するのかということと考えますと、とても厳しい状況に今我々の地球全体の技術と  
環境の問題が置かれていると思います。

そこで、我々はこれからいろんな工夫をして何とか地球の問題を解決していかなければ  
ならないのですが、私が心配しているのは、果たしてそういう長期的な展望に立った技術  
開発について、民主的な合意形成ができるのかできないのかという問題です。実は私、ス  
ーパー民主主義というのを提案しました。どうなのかというと、万事公論に決すべしと  
いうので、毎日国民投票をやる。消費税率を何%にしたらいいか、きょう国民投票をやり  
ましょう。総理大臣の任期はどうしますか、きょう国民投票をやりましょう。何でも毎日  
国民投票をやる。そういうのをスーパー民主主義という。ただし、例えばクローン人間を  
つくっていいかどうかということでスーパー民主主義で国民投票するとき、同時に質問状  
を入れておく。その質問状の中には遺伝学の知識が含まれて、そして遺伝学のテストで合  
格しなかった人の票数は有効投票に入れられない。そういうスーパー民主主義というのをや  
るとするのです。

私が参考にしたいと思うのは、もんじゅの判決です。もんじゅというのは、福井県の敦  
賀市の高速増殖炉で、1995年にナトリウムの火災事故が起きました。原子炉燃料は普  
通ウラン235で、238というのはよく燃えない。劣化ウランというのがほとんどその  
238でできているのですけれども、普通の原子炉で燃えた燃えかすの中の非常に燃料部  
分の低いものとその238をまぜて原子炉で燃やすと、そこからプルトニウムができて  
きて、それでプルトニウムと238と235、3種の混合物が新しい燃料になる。だから燃  
料を燃やして燃料ができるというので増殖炉と呼ばれていて、これを1台つくるのに確か  
7,000億円かかった。試運転をしていて40%レベルの稼働率まで行ったときに事故が起  
こった。普通の原子炉では中性子の活動がある程度抑制しないと暴走してしまうので抑制  
するのですが、この増殖炉の場合だとなるべく抑制しない。そのかわりに200度の熱で  
溶けたナトリウムの液体を熱媒体に使う。

その溶けたナトリウムの中に温度計を突っ込んでおいたところが、その温度計が少し  
づつの震動で折れて、そこからナトリウムが漏れた。そのとき、東海大学の唐津一さんと  
会って話をしたのだけど、「あんなもの事故のうちに入らないよ」と彼は怒っていました。  
要するに彼からすれば、そもそも高速増殖炉の基本的なシステムそのものが間違っていた  
のか、その設計が間違っていたというのなら重大事故だけでも、その熱媒体を測定するた  
めの温度計の事故なんていうのは事故のうちに入らないと言いたかったのでしょうか。し  
かし、ナトリウムは溶けて空気中の水素と反応して高熱を発生して、そして床の鉄板を溶か  
したのです。それを放っておけば炉全体に大きな事故が起こる可能性があった。その  
ときにビデオを撮ったのにビデオはなかったとうそについて、初めから事故はなかった  
というその報告書を書いて、そのうその報告書の実態がばれた。そういうのがもんじゅ  
の事故なのです。

それに対して、名古屋高裁金沢支部が2003年1月27日に、高速増殖実験炉もんじゅ  
の安全審査に関し、看過しがたい、見逃すことのできない過ち、欠落があったというので、  
罰金を命ずるというのと、それから操業停止の処分というのも認めるという判決を出しま

した。事件は今最高裁にかかっています。

「原子力報道を考える会」という会があります。私はもう原子力委員をやめて何年も経つのですが、何か事故が起こるたびに手紙を送ってよこすのです。手紙の御当人は、実は私は読売新聞のNさんという原子力記者が1人で書いているのだと思うのですが、このもんじゅの判決に対して彼はかんかんになって怒って、問題だというので手紙を書いてよこしたのです。

まず、名古屋高裁金沢支部は、高速増殖炉実証炉もんじゅの安全審査に看過しがたい過誤、欠落があったと判断した。その「考える会」(Nさん)は、「国の専門家集団の判断を、技術的には素人の裁判官が否定したのである、これは問題だ」と書いているのです。国の専門家集団の判断を技術的には素人の裁判官が否定した、これはけしからん、こういうふうに言っているのです。すると、専門家が何をやろうとみんな国民がだまって見ているよりしょうがないのであって、こういう国の専門家集団の判断に対しては民主主義的な判断も合意形成も一切あり得ないという結論になる。本当は、本来重大な事故でないものを隠したから、その説明責任を全うしなかったからこそ多くの疑惑が発生したのです。

Nさんの言うのは、国は説明に失敗したが、国の判断に間違いはない。説明義務を果たさなかったというのではなくて、説明に失敗したのだというふうに言っているわけです。住民側の説明は上手で裁判官によく理解できたのに対して、国は説明が下手だったので不利な判決になった。本来は、説明責任を果たせないということと説明が下手だということとは違うことなのです。もんじゅの判決の問題というのは、説明が下手だったので国側が裁判に負けたというふうな、そういう問題なのかどうか。

こうなりますと、そもそももんじゅについての国民的な判断は可能なかどうか。国民全員、大学の工学部を出て、何十年間ずっと原子力についての勉強をし続けて、あらゆるニュースを読んで、あれはだめだ、これはいいということと言えるぐらいでないで原子力についての判断ができないのかどうかという問題になるのではないかと思うのです。現在21世紀でエネルギーと環境の問題というのが起こってきたときに、例えば石油にかわる化石燃料を使うという判断に立った場合には温暖化が加速されるという結果になります。石油が無限にあるとか石油のかわりに石炭を使うとかというときに、温暖化が加速されるだけではなくて、地球上の炭酸ガスの濃度が、今国連では産業革命のときの2倍の濃度までなら認めようというふうに言っていますが、その濃度の危険というのが迫ってくる。これらについての判断をしなければならない。バイオマスや自然エネルギーについて使用量に追いつく生産量は確保できないということについても判断が要求される。原子力発電については廃棄物処理と経済性が成り立つかどうかということについて判断しなければならないし、廃棄物処理の技術的な安全性も問題です。

私はこの間A E R Aという雑誌から、理想の環境論とは何かという、そういう記事が求められた。その記事の中に書いたのですが、海水の中に含まれるコバルトの濃度が最近数年間で100倍に変化した。なぜ変化したかという、コバルトの濃度が変化したのではなくて測定技術が変わったからです。ところが核廃棄物は、実際には半減期が44億年というすさまじいものを、1,000年間だけ技術的に安全な装置をつくって保管するというのです。大学の工学部の先生が1,000年間の安全というデータをつくって、毎年毎年このくらい摩耗していくとこのくらいになるとかという1,000年間のデータをつくるのだけど、そのもとになるデータが1,000年間使えるという保証はないでしょう。恐らく化学系の人には1,000年間変わらずにもつデータはないと言わざるを得ないのではないかと思うのです。1,000年間ずっと使っている物理学的なデータもないと思います。重力の加速度だっ

てガリレオが測定して以来まだ 1,000 年経っていないわけですから、ニュートン力学ができてから 300 何年しか経っていないわけですから、1,000 年使っているデータなんて科学にはあるはずないのです。しかし、原子力発電の廃棄物処理をやる人は 1,000 年間の安全の計算をしなければならない。そういう計算は、そのデータの基礎そのものは 1,000 年間使えるというそを含まざるを得ない。こういう判断が 21 世紀の人類の文化全体を支えていくような大きな判断材料になるときに、一体今の教育でこれだけの判断をこなすことのできる国民は育つのかどうか。だから原子力発電のNさんみたいに、国の専門家の発言に対して、裁判官のような素人は黙っていると、よく言えたものだと思うのです。最高裁は黙っている、国会は黙っているというようにエスカレートさせたら最後にはテクノクラートの独裁制になります。

今の教育体制そのものがこの 21 世紀の人類に課せられてくる重大な選択問題に対して

ませんが、最終的な持続可能性の確立に向けた里程標が環境学の第三の目標です。また、こういう地球全体の問題についての国際的な合意の再確立が不可欠です。プッシュさんが京都議定書をけっ飛ばしたために、もともと京都議定書そのものが60%は削減しなければいけないというのに5%の削減目標でやるという妥協ですから、予行演習みたいなものだったのです。その予行演習のシステムまでもがけっ飛ばされてしまった。それでは世界全体が本当にこの巨大な人口を維持し、この巨大な文明を維持していく、そういう持続可能性、それから最終的なゼロエミッションへの出口までどうやって到達するかについて、国際的な合意がなくなってしまった。その課題が21世紀に課せられると思うのですが、私は墓石の下で眠っていますが、今から長生きする若い人たちは、是非、こういう問題に直面するぞと、またこういう問題から逃げられないぞと覚悟してください。今のところまだ解決の道は非常に険しいですが、こういう課題そのものをしっかりと受けとめてほしいと思います。

私の最終講義はこれで終わらせてもらいます。(2005年2月8日)