

二十一世紀の環境問題 (02・10・12)

近 藤 次 郎 (昭12・理甲)

はじめに―森口繁一先生のこと

ご紹介頂きました近藤でございます。三高へ入学した時ほど嬉しかったことはございません。私は京都一中を卒業をいたしました。辻さんと同期です。ここは有名な進学校で、湯川、朝永両先生がご卒業なさいましたところでございますし、大勢の立派な諸先輩方がおられます。一中時代は、湯川先生は数学が非常によくできた、朝永先生はこうこうであったというような話を聞かされ、英語のこの単語は今年の三高の入試に出た、といったような教育を受けてきたのです。ところが、三高に入学してみますと桜の花が咲いておりまして、太鼓がどんどんと鳴っています。世の中にこんな学校があるのか、と思いました。三高に入ってから、勉強しろとは誰からも言われません、それを良いことにして三年間を夢の如く楽しく過ごしたというのが真相でございます。

さて三高には山修先生とか深瀬先生とかいろいろな良い先生がいらっしやいましたが、あんまり好かれな先生の一人に「ドテカン」と呼ばれた児玉鹿三先生がおられた。そのドテカン先生が私の保証教授でした。保証教授とは英国ケンブリッジ大学の学寮を真似た一種のチューターシステムで、皆さんも経験されていると思います。私は夏休みに、ドテカン先生のところへ身の上相談に参りまして、「私は医者になりたいので理甲ではちよつとまづいからどうしたらいいだろう」と相談しました。そうしたら、先ず最初にドテカン先生がおっしゃったのは、「いや君、それはやめておけ、それよりは自分の保証生徒で今年三年生の森口繁一というのがある。彼は東大の航空を目指している。勉強して彼に続いて東大へ行け」という話でした。

森口先生の出身は小豆島です。ここは二十四の瞳という映画が撮影された場所で、温暖で波静かな非常にいい環境のところですよ。その苗羽村のうま（現在 小豆郡内海町しょうず）にお家があったものですから、そこで小学校は五年で中学へ、中学は四年で三高を受けて合格といった秀才であります。その秀才ぶりは当時我々下級生にもよく知られていまして、例えば数学の試験で三題位問題が出たとします。答案用紙が配られても少しも鉛筆を取り出して答案を書くこととしない、じつと目をつぶって虚を向くいている、十五分位経ったところでやおら鉛筆をとりだしてフランス語で三問を全部解いて、それでもなお十五分余っていた。

私は実際同級生になったことはないのですが、寮生達の話によりますと、そういうことでした。私と森口先生とは、その後も東大の航空学科で一緒にの学科に居たりしました。そういう関係で非常に大きな影響を受けたのですが、惜しいことに今月の二日に亡くなられました。森口先生は、コンピュータがちょうど普及し始めた時代にFortranのプログラムの講習をNHKでなさいまして、森口先生のテキスト『マイコン入門』（昭和五七年四・九月）等は、売り切れて在庫がないという状態だったことが今でも語りぐさになっています。私のそばには秀才が沢山おりましたけれども、これ程ずば抜けた秀才はあまりいなくて、他の友人はまあ皆似たようなものでございました。本当にこういう不世出の秀才、そういう立派な先輩、これも三高の卒業生であります。私も長いお付き合い、七十年のお付き合いでありますので弔辞を読ませて頂きました。

猖獗する異常気象

さて今日のお話は、明日の天気はどうなるかというようなことです。これは、例えば昨日は台風で大変な目に遭ったけれども今日は気持ちのいい天気だ、それでは明日はどうなるか、ということでございます。では明年の天気はどうなるかということでございますが、今年は二十一世紀に入って以来の非常に異常な気象であります。例えば東京では、桜の花

の見頃はたいいてい四月の四日か五日頃であつたのですが、今年は四月になるまでに散つてしまいました。こういう状況で大変異常な気象あります。これは日本だけでなく、ご承知のようにヨーロッパでは、古い都市、ドレスデンあるいはクラクフ、こういうところが河が氾濫して水浸しになっております。ドイツのシュレーダー首相は一〇〇億ユーロという大變な損害が出てしまったと申しておられました。

今年はまた台風が非常に沢山来ました。台風というのは、大体が二百十日といつて、九月に入ってから来るのが普通であります。私たちが三高一年生のとき、室戸台風がやってまいりました。九月二十一日でした。私達は岩子良一先生のドイツ語の講義を聴いていたのですが、とにかく校舎が動いて今にも倒れそうになった。岩子先生もとうとう途中で授業を打ち切られて、今日はこれでお終いということになりました。私共は帰ろうとしたのですが、荒神橋は既に落ちていました。私は下鴨に住んでおりまして、やっと下鴨へはたどりついたのですが、鴨川には見たこともないような茶色の泥水が流れておりました。室戸台風といわれる大災害に見舞われ、二、四九九名という人が亡くなりました。今年はそのときのように大きな人的被害は出ておりません。

ここに図（図一）に実線で描いてありますのは、今年の台風六号、七号、そして二一号の進路でございます。このような日本の国土をたて、よこに進行した台風が、五月か六月

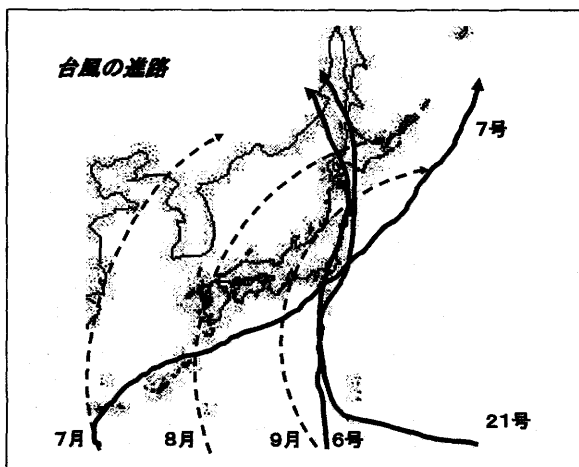


図 1

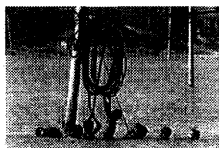


図 2

頃から日本を襲い各地に大きな被害を及ぼしました。こういった自然災害が起こったのが今年の特徴であります。なお、点線は平年の各月の台風の進路です。

これ(図2)は先程申し上げましたプラハの街で、お出でになられた方もあると思います

中国での被害 (2002年8月22日)



中国南部のDongting湖が決壊する恐れがあり、数百万人が被害に巻き込まれる危険生があったため、600,000人を避難させる騒ぎとなった。

避難者数: 60万人

洪水の影響を受けた人: 8400万人

経済損失: 54億ドル以上

被害を受けた農地: 415,000ヘクタール

倒壊家屋: 27,000棟

図 3

す。この王宮（ブラハ城）のちよつと奥の方にシヨパンが一時住んでいました。アインシユタインもちよつと上流のカレル大学に滞在したことがあります。そこがこういう大洪水の状況であります。ヨーロッパは大水が出ますと、なかなか引かないのです。土地がフラットでありますから、日本のように台風で大水が出てもすぐ海へ流れてしまうということがありません。

中国でも今年の八月二十二日には避難者数六〇万人、中国は何しろ人口が多いですから大きな影響が出て来ます。八、四〇〇万人の人が影響を受けて、損害額は五四億ドルの被害を受けた。農地、倒壊家屋で桁違いに大きな被害が出てしまいました。（図2・3）こういういったような異常気象が続き、地球がどうも様子がおかしい、ということが言われるようになってきました。

これ（図4）は揚子江を人工衛星で撮った

写真であります。左の小さい方が洪水の前の画像、右の大きいのが後の画像です。洪水が
出ますと、右の画像のように、曲がっているあたりのところに広く氾濫している場所が見
えます。このような状況で、先ほどのような大きな被害が出ってしまったということであり

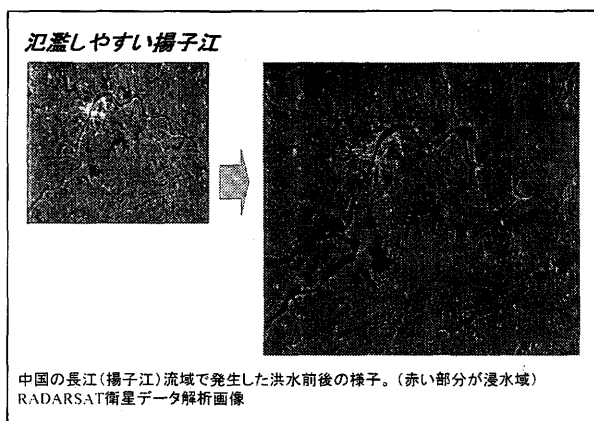


図 4

降水量と平年比 2002年8月1日～13日

国名	地点	降水量(mm)	平年比(%)
ドイツ	ドレスデン	250	760
チェコ	プラハ	122	450
オーストリア	サンクトポルテン	265	800
ポーランド	ワルシャワ	132	510
ハンガリー	ブダペスト	90	450
イタリア	トリエステ	207	620
ブルガリア	バルナ	75	520

表 1

ます。

今年のいろいろな洪水だけを自然災害として取り上げて見ましても沢山あります。ドイツで言えばドレスデン、チェコで言えばプラハ、オーストリアで言えばサンクトボルテン、あるいはポーランドのワルシャワ、ハンガリーのブタペスト、イタリアのトリエステ、ブルガリアのバルナ、こういったところで、今年の八月一日から十三日、こういう二週間の降水量が前年の年平均に対して何パーセント位多いかというのが(表1)の一番右の列です。例えば七六〇%というのは前年年平均の七・六倍というように、洪水が氾濫している状況を示します。こういった状況でこんな大被害が起こった。では、それはどうしてかということがこれからの話の中心であります。

我が国でも温度が上昇しまして、これ(表2)は読売新聞からデータをもらいましたが、

平均気温100年で3度上昇 (1901~2000年)

地点	平均気温(℃)		
	年	1月	8月
札幌	+2.3	+3.0	+1.5
仙台	+2.3	+3.5	+0.6
東京	+3.0	+3.8	+2.6
名古屋	+2.6	+3.6	+1.9
京都	+2.5	+3.2	+2.3
福岡	+2.5	+1.9	+2.1
大都市平均	+2.5	+3.2	+1.8
中小都市平均	+1.0	+1.5	+1.1

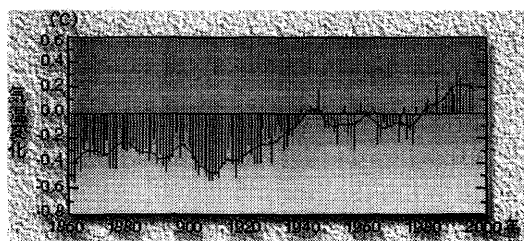
出典: 2002年8月11日読売新聞

表 2

札幌、京都もご覧のように、一年間では普通の一年と比べて二・五度暑かった、一月は特にこんなに京都も暖かであった。というわけで、八月はどうかというところ八月はこれくらいの暑さであった、例年と比べてこのように暑い。天気予報で天気図をご覧になりますと京都は本当に暑いですね。京都に住んでいらっしゃる方は本当にお気の毒だと思いますが、私達が三高にいたときはそれ程ではなかったのですが、今見ますと京都は山に囲まれたところで、こんなに平均温度が高いというのは、本当に夏はやりきれない思いであろうと同情をしている次第であります。

一八六〇年から二〇〇〇年まで、地球表面の平均気温の推移をみたのが(図5)です。ここで平均気温というのは、地球の表面全体のいろいろなところにある気象台で測った温度を平均して、その年平均を地球表面の平均とお考え頂いたらよろしい。それを約一四〇

地球表面の平均気温変化



注)棒グラフは毎年、折れ線は10年平均の地上気温の偏差

出典:IPCC

図 5

天気予報で天気図をご覧になりますと京

年間平均した温度を水準としますと、それより低かったところ、それは前の十九世紀の中頃まではそんなに暑くなかった。それが二十世紀の中頃、ちょうど世界大戦争が済んだ頃からずっと気温が上ってまいりまして、ここ二十年程の間はこんなに温度が上昇してしまつた。これが世界中の平均温度の動きであります。京都だけではなく、あるいは東京、日本だけではなくて地球全体がこのように暖かくなっている、というのが、それが現在の状況であります。

進まぬ地球温暖化対策

それでは二十一世紀になったらどうなるのだろうかということが大きな問題であります。これについて科学者の間では、二十一世紀には温室効果によって地球の温度が上がるということが定説になっており、これは国際会議でも多くの人が認められています。それはどういう理由かといいますと(図6)、地球に熱を与えているのは太陽の日射でありまして、太陽の光が大気層を通して入ってきて地球を暖めます。地球から出ていくのは石油ストーブのような赤外線が多いのですが、それが地球から宇宙に放射されるのです。入ってきた熱エネルギーが地球を暖め、その熱を地球から宇宙空間に放射いたします。通常の状態ですとこれはバランスしてしまして、入ってくる熱量と出ていく熱量は同じ、従って

温室効果の起こる理由

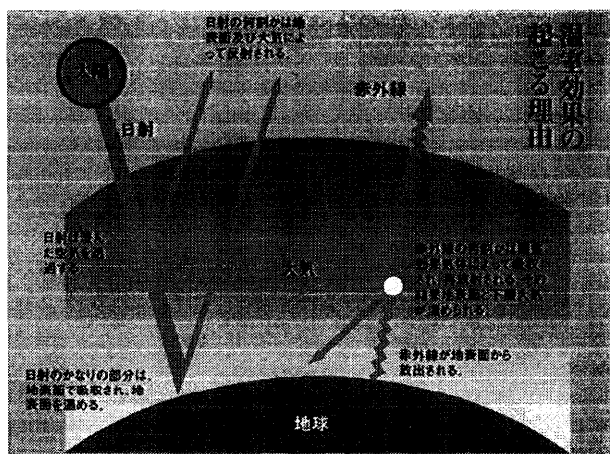
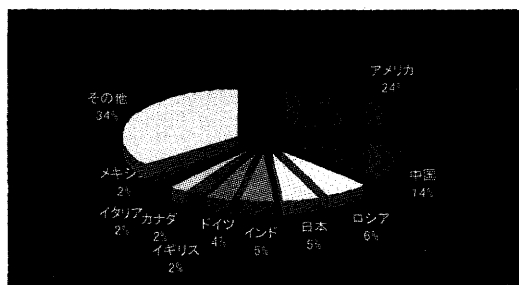


図 6

放っておいても地球が暖まり過ぎるということはない。平均的に言えば一年間に入って来た分だけ出ていくというわけです。ところが、温室効果ガスと言いまして、二酸化炭素がその一番大きなものですが、そのいわゆる炭酸ガスがこの大気の中にありますと、太陽から来た赤外線が地球から反射するのですが、この反射するものが大気層でトラップ（捕捉）されてしまう。大気の下の方にたまっている二酸化炭素を先ず暖めます。二酸化炭素が暖まるものですから、そこから下向きにも上向きにも、そして宇宙空間にも熱が逃げて行きます。それを計算してみますと、結局また下向きに跳ね返ってくるのが

各国の二酸化炭素排出割合



出典: 米蘭オーケリッジ研究所

図 7

あるものですから、その結果地球が余計に暖まることになります。

これは日本が言い出したわけではありませんが、世界中で一応定説として認められておりまして、二酸化炭素を減らそうという会議、気候変動枠組条約締約国会議（COP II

Conference of the Parties）を一九九五年

から行なって来たのですが、COP 3 という国際会議が、一九九七年十二月一日から京都で開催されました。その会議で二酸化炭素の排出量を減らそうという約束をしました。当初は各国の意見がまちまちでありまして、始め十日間であった予定の会期を一日延ばして十一日になってやっと約束ができた。これを京都議定書と申します。

その京都議定書については、その後もCOPの会議で議論が続いておりまして、本年九月のヨハネスブルグの国連会議でも議論しました。各国それぞれ二酸化炭素を排出してお

りますが、地球全体から出る二酸化炭素の各国の割合はこの図(図7)の通りです。アメリカはどれだけだしているかという二四%、中国が一四%、ロシアが九%、日本が五%、インドが五%、ドイツが四%、イギリス、カナダと続きます。先進工業国の方が多いのですが、中国とかあるいはインドとかいうところはやっぱり人口が多いですから、そういう人達が、煮炊きをしたり暖房をとるということになると沢山燃料を使います。その結果このように各国で二酸化炭素をたくさん排出する結果になってしまっているというわけです。

これ(図8)は最終日、今年の九月四日の様子であります。ブッシュはテキサスにおりまして、それでこんな顔、渋い顔をして、アメリカは京都議定書の約束から下りる、と言いつ出したのです。世界で一番二酸化炭素を排出しているそのアメリカが、真つ先に京都議定書から下りるという始末です。国務長官パウエルは演説をしましたが、みんなが席を立て帰ってしまう。フランスの通信社特派員は、もうサミットなんかやめちゃえということ^{ひたい}を額に書いて訴えている、このような有様です。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC=Intergovernmental Panel on Climate Change)の予測によれば(図9)、温室効果ガスである二酸化炭素は、現在が380ppmです。ppmというのがお分かりにならなかったら、〇・〇三八%ということです。〇・〇四%に近い、それがこのままの調子でいきますと、二十一世紀中に大体970ppm、ほぼ

ヨハネスブルグサミット

2002年9月4日

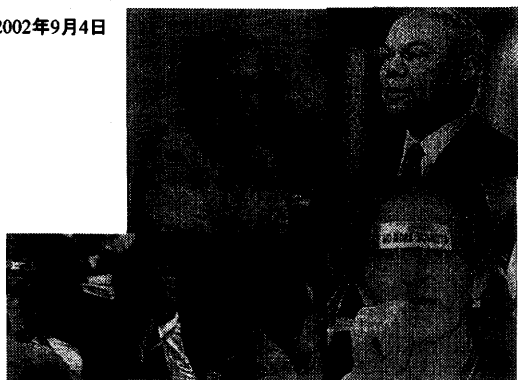


図 8

IPCCの予測

温室効果ガス

二酸化炭素濃度が540~970ppm上昇(現在360~380ppm)

気温

2100年までに1.4~5.8℃上昇

海面上昇

2100年までに13~94cm上昇

図 9

○・一％になるということです。そうすると今世紀の終わり、二一〇〇年末には平均気温が五・八度今より上がる。そうするといろいろな所で氷山が融けます。海の水が熱膨張するといったことで海面(海水面)が上がってくる、それを計算してみますと、そこに書いて

であるように一メートル近く上がるというのです。日本は海岸線のところの平地がごく狭くて、多くの都市が海岸線に沿って建設されています。そこが一メートルでも水かさ上がりがあると、これは急に明日上がるわけではありませんし、土手を作りますけれども、一番地価の高いところが水没します。水浸しになるということです。地価が大きく下がってしまつて、金銭的にしましても、全体で一兆円ほども不動産の損失が出るということになります。

予測と地球シミュレータ

そのようにいきなりばつと二一〇〇年というところに飛ばさないで、それまでどういうふうになつて行くかと言つと(図10)、気温が最も上昇するケースでは、今より更に三・五度くらい、それが最も低い場合ですと一度くらい、気温が平均で二〇〇〇年頃より上がつ

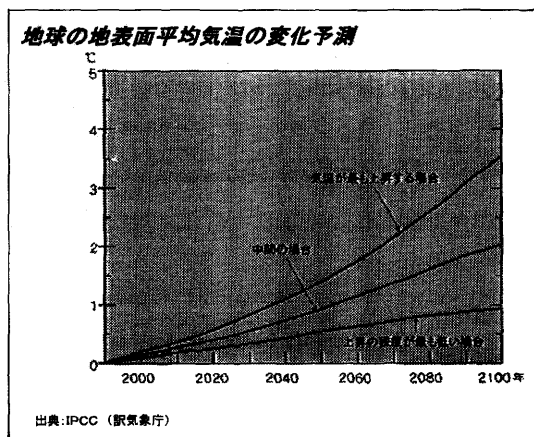


図 10

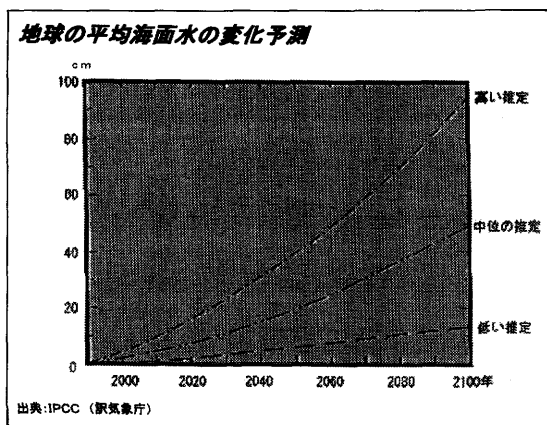


図 11

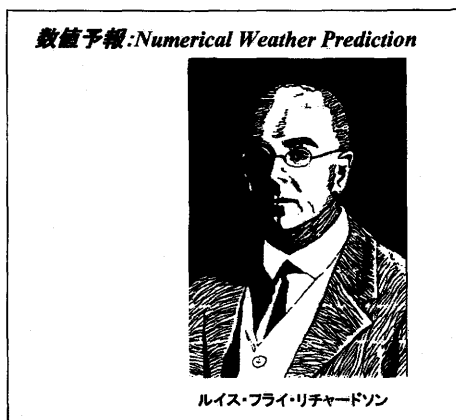


図 12

てくるということでもあります。こんなふうになっては大変であります。

一方で、これが(図11)海面の上昇でありまして、縦軸はセンチメートル、何センチ海面が上がるかということでもあります。一メートル近く、今世紀の終わりまでには海の水

が上がる可能性がある。ということがここに示されております。

こういのが計算で答えが出てくるのでありまして、これ(図12)はルイス・リチャードソンというイギリスの気象学者で、大気の運動に対する運動方程式、エネルギーの方程式、大気が空を全部満たしている、大気には穴があいていませんという連続性等を表す式を解くと、空気密度や圧力や気温や風速、こういった特性が解ける、風速も分かるということです。こういうことで、基本的な方程式(図13)を、この頃はコンピュータがありますので、それによって計算するのです。

世界一のコンピュータが日本の横浜市金沢区にある地球シミュレータセンター(図14)に設置されて、今年の三月にやっと開設しました。私も見てまいりました。このコンピュータは、非常に性能が高くて、ここに三五・六一テラフロップスと書いてあります。これ

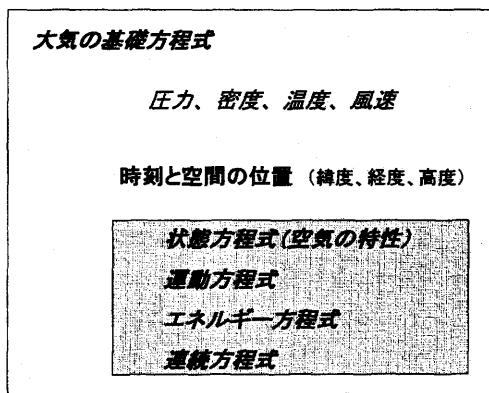
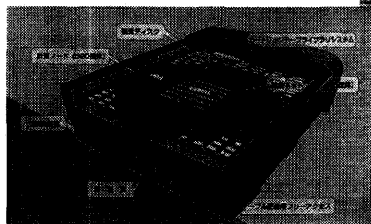


図 13

地球シミュレータの概要



・実測性能、35.61テラフロップス(世界1位)

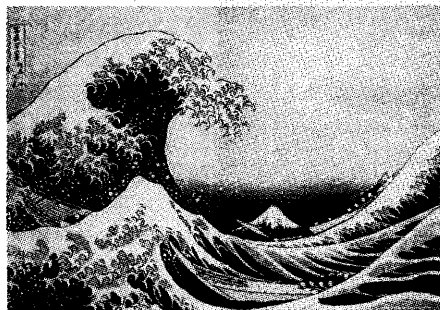
1テラフロップスとは、1秒間に1兆回の浮動小数点演算を行う能力を示す。
つまり一秒間あたり平均35.61兆回の浮動小数点演算を行える。

出典：地球シミュレータセンター



図 14

IPCC 北斎(1760-1847)



富嶽36景 神奈川沖大浪

図 15

を四捨五入すると40テラ、つまり四〇兆です。何と一秒間に四〇兆回の演算ができる、四〇兆回の足し算、引き算、掛け算、割り算ができるのです。それで先程言った基本的な方程式(図13)を解くと、大気の動きや各地の風速や気温が分かる、とこういう次第であり

ます。

このようにして二十一世紀になると地球上に二酸化炭素が沢山増え、そうすると地球から放出する太陽熱が、途中でトラップされてしまう。その結果地球上の気温はどうなるかということが地球シミュレータという超大型コンピュータで計算できます。

みんなそう言ってコンピュータでひたすら計算しているのですが、考え方を変えて、私は外国でひとに話をする機会に、何時も最後はこの絵(図15)を見せます。これは広重という木版画家が今から一六〇年程前に描いた、神奈川沖大浪図でありまして、富嶽三六景のなかの一つです。海から日本を見ますと、こういうふうに大きな波が寄って来て、海面が一メートルも上がりますから、日本は殆ど水平線の下に隠れてしまつて、富士山だけしか見えない。ところがこんなものは、そんな大きなコンピュータで計算しなくても、昔の日本人は直感的に知っていたのだ、とこういうことであります。(笑)

コンピュータで計算することはできませんが、私はあまり信用しておりません。何故かという、一番困るのが雲です。これは雲をつかむような話ということでして、そんなに計算でがちがちに予測はできない。なかなか答えが出てこない。どうしてかという、例えば冬は雲がある方が暖かい、雲がないと放射冷却で寒くなる。夏はその反対で、雲があると日差しが遮られるので曇りの日は涼しい、晴れの日は暑い、暑くて仕方がないという

うことであります。まあそんなようなことで、正しい推定をするためには、我々はまだまだ研究を進めなければなりません。ただ計算をむやみにしても、正しい答えが出るものではないというのが本日の結論でございます。

ご静聴ありがとうございました。

(前中央環境審議会会長・財団法人国際科学技術財団)