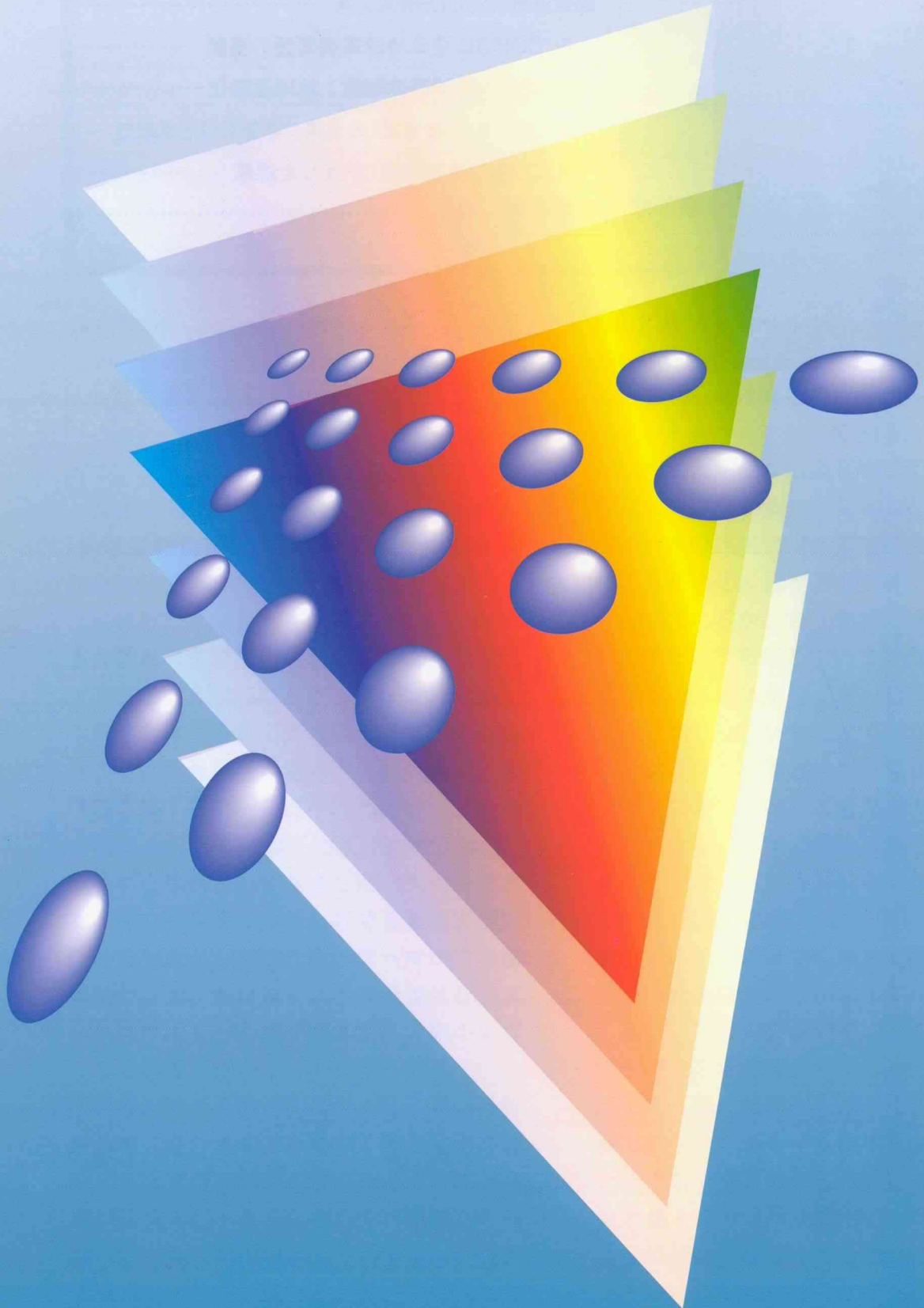
自治研かながわ

1998
6
No.64
（通算128号）

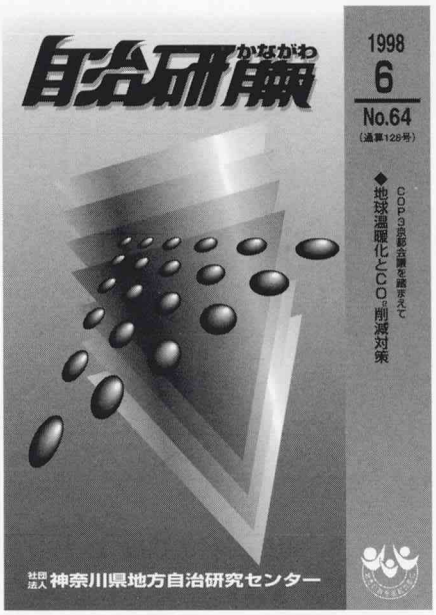
COP3京都会議の結果を踏まえて

◆地球温暖化とCO$_2$削減対策



社団法人 神奈川県地方自治研究センター

地方自治を住民の手に



もくじ＊＊＊CONTENTS

地球温暖化とCO_2削減対策 ……1
1. COP-3に至る地球環境問題の展開 ……2
2. 究極の地球環境問題：地球温暖化……6
3. COP-3（京都会議）の成果：数値目標と柔軟性 …12
4. COP-3（京都会議）が残した課題 ……15
質疑 ……19

地球温暖化とCO2削減対策

COP3京都会議の結果をふまえて

講師　東京大学工学系研究科教授　山　地　憲　治

はじめに

昨年の12月１日から11日まで開かれた「地球温暖化防止・京都会議」を中心にお話をさせていただきます。

私は今、東京大学「工学系研究科」という大学院の工学部に相当するところの電気工学科という学部におり、大学院は電気工学専攻と言います。この職を得て４年になります。それ以前は電力中央研究所に、大学院を終了してから17年ほどいました。

私は、もともと原子力工学科の出身で、原子力を専門としてきました。大学院でドクターコースまで行ったので５年間大学院にいましたが、そのときのテーマが「高速増殖炉」で、私は原子炉の開発ではなくプルトニウムをどう使うかという計画の研究をしていました。

高速炉で使うプルトニウムは、最初は軽水炉でつくります。今の原子力発電所を運転するとプルトニウムができます。高速増殖炉が実用化すると、それを再処理して回収して、最初の燃料にしていきます。高速増殖炉ですから、入れたプルトニウムは増殖して増えていきますが、最初のプルトニウムは軽水炉から回収したプルトニウムを足してやらなければいけません。どのぐらいプルトニウムを足してやると、2000年とか2020年に希望する高速増殖炉の規模がどのぐらいになるかを計算するという、プルトニウムの運用法は、じつはそれほど単純ではありません。どこのプルトニウムをどちらに入れるかという燃料の運用の研究に20年以上前から接していました。

当時から、50年間ぐらい先のシミュレーションをやっていたわけですが、高速増殖炉の規模は、原子力にどのぐらい期待するか、そのためには、エネルギー全体がどのくらいになるのか、それには日本の経済の規模はどのぐらい必要になるのかと、だんだんと自分の扱う対象が広がっていきます。最終的にはエネルギーと経済の関係という分野を扱うことになりました。

私は、電力中央研究所に入り、工学部で工学博士の学位はとりましたが、経済研究所という経済部門へ入り、そこの技術経済部で技術の評価をする仕事をやってきました。そこで今日の話題となるような、技術の評価となりますと経済性は勿論ですが、日本の場合には安くても燃料が入ってこないといけないわけで、どうしたら燃料を安

定的に確保できるかというセキュリティ問題があり、３番目には環境の問題がありました。環境の視点からエネルギー技術、なかんずく電力関係の技術を評価するということをずっとやってきました。

したがって、私が研究所に入った20年ぐらい前は在来型の公害問題の最後の時期ですが、80年代の後半から、急速に地球温暖化問題がエネルギーの技術評価における環境問題として一番重要になってまいります。この話を今日はさせていただきます。

１．COP-3に至る地球環境問題の展開

最初に地球環境問題の展開についてです。

まず、公害問題という時代がありました。これは特徴的に言うと、人間の健康、生命に影響があるということですが、地球環境問題というのは、それと非常に対比的です。

つまり、ローカルではなく、自治体の枠はもちろん、国境も越える。温暖化やオゾン層の問題になると、完全に地球全体の問題になります。対策を行う行政の範囲を、国という広がりをも越えてしまうということが１つの特徴です。

もう１つは、人間の健康とか生命に直接影響を与えるのではなく、むしろ魚がいなくなるとか植生が悪くなるとかという、人間が住む周りの環境を破壊することによって間接的にわれわれにダメージを与えてくる、そういうジワジワとした問題になってきます。よく言われる地球環境問題の３つの課題は、大気に関しては、酸性雨、オゾン層破壊、そして地球温暖化の問題です。

(1) 酸性雨

酸性雨と地球温暖化の問題は、直接エネルギーに関係しているのですが、オゾン層破壊もその対策を考えるという意味では非常に参考になります。

まず酸性雨ですが、従来型の公害が広域化したともとれます。健康被害は起こらなかったが、硫黄酸化物や窒素酸化物を出す地点から1000㌔とか2000㌔離れたところで、酸性化した雨が降る、霧になるとかチリが降るということで広域の被害になります。これはヨーロッパで70年代に顕在化した問題です。

最初に問題になりましたのは、スカンジナビア半島の湖から魚が絶滅するという現象です。これを解明していくと、湖の水が酸性化している。それはなぜかというと上空から落ちている物質によって酸性化している、それはどこからきているのか。私が一口に言うのは簡単ですが、これを全部モニタリングして、風の向き、発生源を調べていきました。

スカンジナビア半島は、今でこそ、ノルウェーは石油も天然ガスもたくさん生産する大エネルギー資源国ですが、当時は完全に水力の国でしたし、スウェーデンも水力と原子力の国でした。スウェーデンは原子力発電を止めた国として有名ですが、実は１人あたりの原子力の発電電力量では世界一です。最近、リトアニアが出てきましたが、それを除くと原子力発電のシェアのもっとも大きい国で、ほとんど火力発電はやりません。

そういうところに硫黄酸化物が落ちるはずがない。調べてみると、大陸の旧東ドイツ、ポーランド、チェコ、そして西ドイツもそうですが、そこで石炭をたくさん炊いている。そこから出てくる硫黄酸化物で、スカンジナビアに酸性雨が降り、その結果、湖から魚がいなくなったことが70年代に解明されました。

そこでどうしたかというと、79年に地球環境問題では有名で重要な条約「長距離越境大気汚染条約」が成立しました。ヨーロッパの関係する20数ヶ国が広域問題だから広域的に取り組まなければいけないという基本的な認識をそこで決めました。次には、85年に「ヘルシンキ議定書」で原因物質の硫黄酸化物を85年基準で30 %削減という「一律削減」を打ち立てます。この時に条約で原則を出し、議定書で行動目標を決めるというパターンが確立したわけです。

酸性雨のメカニズム

酸性雨の問題では、世界で硫黄酸化物がたくさん出ている地域が3ヵ所あって、これはヨーロッパと北アメリカ、日本を中心とする東アジアです。アメリカでは環境規制の権限が相当州にありますが、州を超えた環境規制ということで連邦政府が乗り出します。カナダとの関係は、覚書で調整することとしています。

東アジアで酸性雨の原因物質である硫黄酸化物を一番たくさん出しているのは中国です。エネルギー使用量では、日本は中国の半分近くで、中国は日本の2倍になるのですが、中国はそれに比例する以上の硫黄を出しています。日本は酸性雨に関しては世界の先進国になりました。これは健康被害のための公害対策で徹底して硫黄酸化物を抑制することをやったからです。典型的には発電所の煙突から硫黄を取る、いわゆる「排煙脱硫」をやって、これで硫黄をたくさん回収しました。公害対策の副産物の硫黄生産で、日本が持っている唯一の自然鉱物であった硫黄鉱山が成り立たなくなったほど回収しました。

ですから、日本では問題はないのですが、中国という大ＳＯxの発生国がとなりにありますから、冬になると日本海側を中心に酸性雨が観測されています。日本の酸性雨も季節ごとに計測されていますが、冬になると日本海側に多く降ります。これは風の向きを考えると明らかに西方産であって中国から来ています。

東アジアの酸性雨に関しては、環境庁を中心にモニタリングをしています。中国や韓国、ベトナムなど広域な東アジア地域でやり、発生源の推定と風の向きから原因物質の発生と輸送のメカニズムを探る研究をはじめようとしています。ヨーロッパやアメリカは、日本と違ってそれほど雨が降りませんし、火山地帯もない。そもそも酸性雨に弱い環境にあります。日本は比較的に雨がたくさん降って、土壌の質が柔らかい土の層が厚いとか、火山性の硫黄酸化物の耐性もあって、植生が違うこともありますが、酸性雨は降っているけど被害が認定されていないというのが現状で、今は特段の対策はしていません。

私はこの問題に関しては、中国国内の公害対策が先にくると思います。それに対して日本は、現在協力しています。中国の硫黄酸化物の排出量を下げていくことが、日本にも影響のある東アジア地域の酸性雨対策になると思っています。酸性雨の話は、実は重要ですが、この面で日本が進んでいる事実は知られていません。

アメリカ、イギリス、フランス、西ドイツ、カナダの先進5カ国と日本を比較すると、火力発電の1Kwh当たりで硫黄酸化物の排出量は、先進5カ国が平均8.5ｇで、日本は0.4ｇで20分の1になっています。窒素

酸化物では3.1ｇに対して0.5ｇですから６分の１です。今やヨーロッパやアメリカでも、排煙脱硫だけでなく硫黄分の少ない石油とか石油精製時に硫黄分をとるなどの対策をしています。日本の排煙脱硫・脱硝技術が高いということで世界に普及しているかというと、必ずしもそうではありません。

ここでもコストで競争することになっています。日本は、技術的なことと、パフォーマンスに関しては、先進国と比べても優れた環境対策がなされているということをご認識いただきたいと思います。

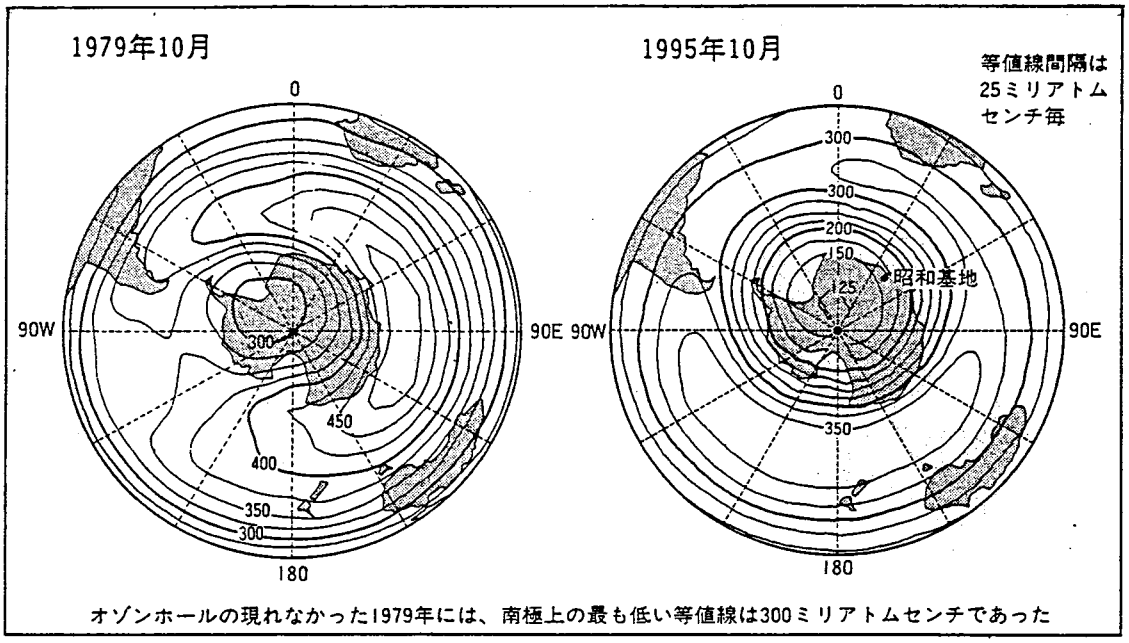
(2) オゾン層破壊

オゾン層の問題と温暖化の問題では、名前の似ている物質名がたくさん出てきます。フロンもオゾンも、実は温暖化に関係する物質です。両方とも地球全体の大気汚染の問題ですが、大気は地表面から十数㌔の対流圏を言います。上空へ行くと温度が下がり重たくなった空気が下がってきます。そしてまた地表で温められた空気が上昇するというのが地表から十数㌔、ジェット機が飛んでいるあたりです。温暖化は、その対流圏のCO_2の濃度で起こります。

オゾン層破壊は、対流圏のその上にある成層圏、十数㌔から数十㌔が成層圏で、そこでは上にいくと温度が上がって上の空気は軽くなり、下の空気は重く落ち着いた層を成していますが、ここで起こります。

成層圏には、地球の歴史規模で起こった光合成などによるオゾンがあります。太陽が地球にエネルギーを与えてくれているわけですが、その中には有害な放射線があり、とくに紫外線は有害と言われています。紫外線は成層圏にあるオゾンでカットされ、地表面に到達する量が少なくなります。生命史で言われる海から陸上に生物が上がってきたのは、成層圏にオゾン層ができて、地表への紫外線到達が少なくなり、無害になったために上がってこられたといわれるのです。そのようにして地上に棲む動植物を紫外線から守っているのがオゾン層です。

◘オゾンホール



オゾンホールの現れなかった1979年には、南極上の最も低い等値線は300ミリアトムセンチであった

そのオゾン層を破壊するのがフロンで、ＣＦＣ（クロロ・フローロ・カーボン）と言われます。塩素とフッ素と炭素に水素がついたものですが、最初の塩素が一番問題になります。オゾン層を破壊するフロンは、ＣＦＣという塩素を持っているものです。

現在では生産されなくなりましたが、冷媒とかスプレー、半導体の洗浄などによく使われるものです。これは安定した物質で人畜無害ですので、使用後は大気中に放出していたのです。それが安定なものですから対流圏で回っているうちに成層圏に拡散していって、宇宙線などによって分解して塩素が遊離してオゾンを連鎖的に破壊するというのが原理です。それが解ったのは、1974年のモリナーとローランドという人の論文ですから、大昔の話ではありません。

オゾン層が破壊されている可能性があると理論的に言われて、オゾン層の濃度のモニタリングが行われました。そこで解ってきたのが南極のオゾンホールで、80年代から観測されるようになりました。オゾンホール発生の時の紫外線到達量も増えることがわかり、非常に問題になりました。これに対する対策の動きは非常に早く、85年に「オゾン層保護のためのウィーン条約」が結ばれます。そのわずか２年後の87年にはモントリオール議定書が結ばれ、有害な特定フロンは2000年までに生産量を半減するという行動の約束がされました。その後、モントリオール議定書締約国会議で、2000年全廃が早められてさらに96年全廃が決められ、現在に至っているわけです。非常に展開が早かったのが、このオゾン層破壊の問題への対応です。

これは地球環境対策としては、１つの金字塔と言われていますが、とくにモントリオール議定書の成果が強調されることが多いようです。国々の利害が対立しがちな国と国との交渉の中で、非常に早急に対策が打たれています。紫外線到達量はある程度解っているわけですが、それで動植物に被害が出たとか、皮膚ガンが増えたとかは必ずしもまだ判っていない状態ですから、予防保全行動とも言えるわけです。

それを国際レベルでやったということが評価されているわけです。ただ、これをやったのは国の利害を背負う国の代表ではなく、国際環境ＮＧＯが非常に活躍した結果です。

実際、モントリオール議定書の効果は大きく、特定フロンの中でも一番の寿命の長いＣＦＣ11Ｐというタイプのフロンでは、対策の行動をとったことが対流圏のモニタリングに表れてきています。

今や、ＣＦＣ11Ｐについては濃度は安定しましたが、寿命が非常に長いものですから21世紀の半ば頃までこの濃度を保つでしょう。このままでは、対流圏から成層圏に拡散していく量は増えますので、成層圏のオゾン層破壊にブレーキがかかるわけではありませんが、原因物質の濃度にブレーキをかけることには成功しました。寿命の短いフロンでは、すでにブレーキがかかりつつあるものがあります。確かに、オゾン層破壊は国際環境ＮＧＯの活躍もあって、目に見える成果を上げたわけです。

CO_2に関しても、国際環境ＮＧＯのラジカルな人は「現状で濃度を増やさないようにする」と言いますが、フロンは生産をゼロにしているからできるのであって、CO_2の放出を今ゼロにできるかというと無理です。安定化させるには７割ぐらい、半減以下にする必要があると言われているのですが、CO_2の場合の困難さが理解されていないような気がします。

2．究極の地球環境問題：地球温暖化

私たち、エネルギーの技術評価をやっているものは、地球温暖化はエネルギーの環境問題であることを知っています。CO_2の排出量とか大気中のCO_2濃度について時々話題にはしていたのですが、あまり注目されませんでした。1972年のローマ・クラブの『成長の限界』という本をもう一度読むと、地球温暖化のCO_2濃度のことが書いてあります。歴史には潮時のようなものがあり、80年代の後半、モントリオール議定書の後が温暖化問題の対策の１つの潮時だったと思います。私も、温暖化は問題にはなるだろうが、「対策に着手するにはまだ早い」と実は考えていました。結局は1988年からの10年間に条約が結ばれ、議定書まできたというのが今日です。

(1)「気候変動枠組条約(FCCC)」の成立

温暖化は知られていたわけですが、問題の対策としてのアクションがはじまったのは、実は10年前です。スタートラインは、88年のトロントでの先進国サミットで、そこで温暖化が取り上げられました。その後に専門家の会合があり、「温暖化に関しても今から行動を起こすべきで、先進国はCO_2の排出量の2割を削減しなければいけない」というアピールが出されました。それが政府を動かして、ＩＰＣＣ（気候変動に関する政府間パネル）がこの年からはじまって現在も続いています。

そして第１次報告が90年に出されました。「温暖化にはサイエンス上、不確実なことがたくさんある。しかし、ノー・アクションはだめで、条約採択をめざして交渉をはじめるべき」という趣旨が言われました。同時に、国際気象会議もあって、そこからはじまったのが、1992年のブラジルのリオデジャネイロで開かれた地球サミットです。

日本では宮沢首相のときで、内閣が不安定でしたから行けなかったのですが、主要国でトップが行かなかったのは日本だけでした。この地球サミットで「気候変動枠組条約（ＦＣＣＣ）」に160カ国ほどが署名し、発効要件を満たしたのが1994年です。

それ以来、ＦＣＣＣの締約国が１年ごとに会議を開く、これがＣＯＰ（コップ）です。1回目は95年にベルリンで開かれ、これが「ＣＯＰ１」です。２回目は96年にジュネーヴで開かれた「ＣＯＰ２」、３回目は昨年の京都の「ＣＯＰ３」と言われるわけです。新聞紙上では、「温暖化防止・京都会議」あるいは「京都会議」と言えばこれを指すようになってきたのです。

これが大事なのは、ここで「京都プロトコル（議定書）」が採択されたことです。

ＧＨＧ（グリーン・ハウス・ガス＝温室効果をもたらすガス）、CO_2と言っていたのですが、京都議定書ではCO_2だけではなく、その他の温室効果を起こすガスも規制することになります。正確に言うと、CO_2削減目標ではなくＧＨＧ削減目標です。非常に難しい、長期を要する問題だと思われていた地球温暖化問題も、10年あまりの間に議定書までこぎつけたわけで、これは大

変大きな動きです。この議定書が採択されたことは、エネルギーの将来にとって、21世紀のエネルギーのあり方を非常に大きく規定するものだと考えています。

(2) 地球温暖化の意味
(エネルギーバランス)

地球温暖化はどういうメカニズムで、どういう対策があるのかを説明しておきます。

単純な誤解は、エネルギーを使うと最終的に熱になりますが、その熱で暖められているというものです。地球温暖化というときには、それは全く効果はありません。その効果が多少なりともみられるのは、いわゆる「ヒートアイランド」と言われる現象です。東京や横浜のように集中的にエネルギーを使うところでは排熱が非常に多いのですが、排熱だけでなく緑がないために蒸発熱がうまく奪われないこともあってローカルの温度が上がるのは、私たちのエネルギーの排熱が効いているのです。

地球の平均気温になりますと、私たちの使っているエネルギーの量は問題になりません。と言うのは、太陽が太陽光線で地球にエネルギーを与えていますが、私たちが使っている石油、天然ガス、石炭、原子力、水力を全部合わせても地球上で使っているエネルギー量は、石油換算で年間80億ﾄﾝです。そのうち日本が5億ﾄﾝぐらいです。太陽が地球に与えているエネルギーは、石油換算で年間130兆ﾄﾝになり、1万5000倍ぐらいになります。その3割ほどは反射されますから40兆ﾄﾝぐらいは減っても90兆ﾄﾝですが、それでも1万倍です。

地球全体のエネルギー収支は太陽の方で決まってきます。太陽常数と言いまして、地球の位置で太陽に直面して、1平方ﾒｰﾄﾙ当たり受けるエネルギーは1368ﾜｯﾄであること

気候変動枠組条約交渉について

現行の気候変動枠組条約（1994年3月発効）：2000年までのCO_2等の温室効果ガスの排出抑制についての国際的枠組み。2000年以降の対策については、具体的定めを置いていない。

（気候変動枠組条約の概要）

（目　　的）　大気中の温室効果ガスの濃度を気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準に安定化すること。
（先進国の約束）「2000年において温室効果ガスの排出量を1990年水準で安定化すること」の重要性を認識し、政策・措置を採用すること。
（途上国の約束）先進国のような約束はなく、排出状況等についての通報のみ。

このため、第1回締約国会議（COP1）において、2000年以降の先進国の
① 温室効果ガス排出の抑制・削減の数量目的の設定
② 温暖化防止のための政策・措置の精緻化
等について検討を開始し、第3回締約国会議(COP3)までに結論を得ることとされた（ベルリン・マンデート）

（条約交渉のスケジュール）

第1回締約国会議（COP 1）	95年3月～4月	ベルリン
第2回締約国会議（COP 2）	96年7月	ジュネーブ
第3回締約国会議（COP 3）	97年12月1日～10日	京　　都

が解っています。地上面で直射日光を受けるが、1平方㍍当たり1㌔㍗と言います。

太陽電池のパネルの出力を計算するとき、効率10%ですから1平方㍍で1㌔㍗入ってきて大体100㍗です。宇宙まで行きますと若干多くなって1368㍗、それに地球の半径が解っていますから円盤の面積を掛ければ17万3千兆㍗というような値になります。

そのうちの3割が反射しますから、その7割のエネルギーで温められています。

温められた地球はどのようにして冷やしているかというと、赤外線とか光とかを出して宇宙にエネルギーを逃がしているわけです。宇宙にエネルギーを逃がす輻射の強さは、表面の温度によって物理法則で決まります。温度が高いほど輻射で逃げる割合が加速度に増えていき、絶対温度の4乗に比例するという法則があります。したがって、地球の表面積は$4\pi r^2$という球の表面積に、表面の絶対温度の4乗に比例する分だけで輻射する。入ってきたエネルギーをこの輻射エネルギーがバランスするような温度になり、摂氏でマイナス18度になります。

私たちの住んでいる地球の平均気温はプラス15度Cですから、これが温室効果です。

これは基本的にはいいことなのです。温室効果がなければマイナス18度になるところが、温室効果のために15度Cになっており、私たちは快適な生活を送っているわけです。先ほどは、地表面から出る赤外線が全部宇宙へ逃げていくと考えて計算しましたが、宇宙の間に薄い大気の層があって、地上から出てくる赤外線を吸収する物質があります。それがCO_2であり、メタンで亜酸化窒素でありフロン類であり、オゾンであったりするわけです。それがあるために全部は逃げていかずに、ある部分はここで吸収されて、また地表を照り返すわけです。地上の温度がもっと上がって4割がトラップされ6割が宇宙へ逃げていく、それが今のCO_2の濃度の状況です。

1つ重要なことは、ここでは海のことを考えていないことです。海は平均の深さで3000㍍ぐらいあると思いますが、地球の空気の部分と温度が同じ海水は、海面からの深さは100㍍か200㍍です。それから下は、だんだん温度は下がっていって、深海は4度から0度です。実は、海の水もゆっくりと上下に攪拌されているわけで、冷たい水が上がってくる攪拌のスピードをどう仮定するかで、地球自身の熱容量は、海洋の熱容量をどう見るかによって変わってくるということはありますが、そう大きくは違ってきません。

地球温暖化に懐疑的な人もいます。その意見は、過去の温度上昇を見ていると温室効果で温まっているのではなく、CO_2の濃度が上がったから温度が上がるとは言えないという批判です。それは科学的にはかなり正当なものです。地球の全球平均気温、地上および海上の気温なのですが、実測結果があります。1880年から1920年の平均気温をゼロにすると、今が、だいたい100年で0.5度を超える程度上がっています。これが温室効果で上がっているのかどうかにはいろいろな意見があり決着していません。また、太陽活動もかなり変化をしており、このあたりは科学的に議論をしているところです。

(3) 因果連鎖の不確実性

ところで、温室効果でここまで温度が上昇したきたというには、また、21世紀の温室効果を考えるには、まだ序の口の濃度上昇でしかありません。過去についてはいろいろ議論がありますが、これから将来を考えると温室効果がドミナントな要因で温度上

昇が顕在化していくということに関しては、良く研究している人の疑義は少ないようです。

西暦1000年から大気中のCO_2の濃度を示す図があり、南極やグリーンランドの氷からその時代の空気を分析して得られたものです。1800年ごろの産業革命で世界人口が伸びはじめるころまでは280ppmで、大体安定してきています。このころから上昇しはじめて、1957年からは国際地球観測年で実測値があります。今、360ppmです。歴然として80ppm上がったというのは事実です。このままいきますと、21世紀中に400ppmの上昇に止めるのは絶望的です。

私は550から600ppmだと思います。ここまでいきますと、反射とか太陽活動の変動などをすべて凌駕して、温室効果がきちんと出てくると思います。

京都会議の新聞論調を見ていますと、「このままでは気温2度も上がるので大変」と言うのですが、私は2度上がるのは避けられないと思います。放っておいて5度、10度と上がることになると、本当に海面上昇が怖い状態になります。私は、2度ぐらいに止めることが大事で、そのためにインド洋から太平洋の一部の島嶼国には負担になるというのは事実だと思います。

フロンとオゾンという温室効果ガスについては混乱があります。オゾンによって成層圏のフロンが破壊されますと、成層圏下部のフロンが減る。このことは温室効果を減らす効果があります。このように温暖化の問題とオゾン層破壊の問題とは、物理現象としても絡み合っています。N_2Oもオゾン層破壊に絡んでいまして、N_2Oが増えるとオゾン層破壊が防止されるというアンビバレントな関係にあります。

(4) 水蒸気が最大の温室効果ガス

水蒸気が、実は最大の温室効果ガスなのです。それがなぜ問題にされないかというと、すでにその効果が飽和しているからで、人為的起源の水蒸気より自然起源のものがはるかに多いからです。先ほど言いました、マイナス18度Cが15度になって33度上がっているというのは、実は水蒸気の効果が一番大きいわけです。その次がCO_2で、それ以外の温室効果ガスは33度上昇にはほと

1974年にアメリカのF.ローランド（95年ノーベル化学賞を受賞）は、大気中に放出されたCFCが成層圏に達してから紫外線で分解されて塩素原子を生成し、これが連鎖反応によりオゾンそうを破壊する可能性を指摘した87年に「オゾン層破壊物質に関するモントリオール議定書（Montreal protocol）」が採択され、特定フロン（CFC-11、12、113、114、115、の5種類）の生産量と消費量を段階的に削減することにな り、95年末に生産が打ち切られた。特定フロンに代わる物質として、フロン系および非フロン系のものが開発中。代替物の条件のとしては、分子内に塩素を含まないか、成層圏に達する前に大部分が分解すること、地球温暖化の効果が小さいこ と、毒性のないことがあげられる。また代替される用途に応ずる性能、製造技術、コストの問題もある。フロン系の代替物として、塩素を含まないハイドロフルオロカーボン（HFC）と、対流圏での寿命が比較的短いハイドロクロロフルオロカーボンがあるが、後者は2020年に原則全廃される。冷媒用のCFC－12の代替物としては、HFC-134aが広く用いられるが、その温室効果が問題となっている。発泡剤であるCFC-11の代替物としては、HCFC-123やHCFC-141bがある。

◘フロンの種類

	コード名	分子式	沸点(℃)
特定フロン	CFC-11	CCl_3F	23.8
	CFC-12	CCl_2F	－29.8
	CFC-113	CCl_2FCClF_2	47.6
	CFC-114	$CClF_2CClF_2$	3.6
	CFC-115	$CClF_2CF_3$	－38.7
代替フロン	HCFC-22	$CHClF_2$	－40.8
	HCFC-123	$CHCl_2CF_3$	27.5
	HCFC-141b	CH_3CCl_2F	32.0
	HCFC-134a	CH_2FCF_3	－26.3
	HCFC-152a	CH_3CHF_2	－25.0

んど効いていません。最近、過去100年ぐらいの間に上がってきているガスで効いているのはCO_2がほとんどで、つぎがメタン、亜酸化窒素という順です。今後、2100年までに2度上がると言われていますが、これの約半分がCO_2で、残りの3分の1ぐらいがメタンです。

ですから温室効果ガスというのはいろいろあって、対策が取られているガスもありますが、自然科学的に言うと水蒸気が一番重要です。水蒸気はフィードバックがあります。CO_2の濃度が増えて温暖化すると蒸発量が増えますから水蒸気は増えます。

それは雲をつくり、雲は赤外線を吸収する雲ももちろんあるのですが、反射率を高める雲もあります。反射の方が勝れば冷却効果をもち、赤外線吸収が勝れば温暖化を加速する。雲がどういう働きをするかが科学上も難しいと言われるのが水蒸気です。

こういう状態で温暖化対策を考えますと、私たちがコントロールするのはグリーン・ハウス・ガス、なかんずくCO_2の排出量のコントロールです。それの連鎖を考えますと、CO_2を出す、大気中にCO_2が溜まる、溜まると温度上昇が起こり、温度上昇が起こると気候が変化する。台風が大きくなるとか海面が上昇するとかで被害が起こります。このような一連の被害を食い止めようとするために発生を食い止めようという連鎖があるわけですが、この連鎖の方向性は解っているわけですが、定量的に記述できているかというと、一番最初の排出から濃度のところすら実はきちんと記述されていないのです。

CO_2ですが、CO_2の重さで言うときとCの重さで言うときがあります。Cの重さ14、CO_2の重さは44で、私もそうですが、専門家はCだけの重さで言うことが多いのです。条約はCO_2の重さで言っていますから、3.7倍になります。

人間が出しているC（炭素）は、年間で化石燃料から60億㌧、森林破壊から10から20億㌧、これは放出している量でほぼ解っています。大気中にどのくらいあるかも解っていて40億㌧。と言うことは、出した量の半分ぐらいですから、その分を海が吸収していることは解っています。陸地でも土に吸収され、光合成が盛んになったりしています。計算はできるのですが正確には解っていません。どこへ行っているか、Cのバランスがわかっていないために、CO_2の放出量をコントロールする方法が解りません。

海面上昇は、2100年までに大体50㎝ぐらいと言われていますが、その半分以上は海水の熱膨脹ですから、それ以上、上がることになりますと、陸地の氷、グリーンランドと南極ですが、これが落ちると10mを超える海面上昇を起こします。それを予測するためには、氷河のあるところの温度上昇がどうなるか解らなければいけません。これはまだまだ解りません。北極の氷は海面に浮いていますから、浮いている氷は溶けても浮力の法則で水面は変わりません。陸地の氷が溶け出すと相当に海面を上げますが、細かい計算は解りません。

私たちが技術評価をやっていて、これだけの被害があるからこれだけの対策をとってもいいという、「費用と便益」コスト・ベネフィット分析をします。CO_2の排出を減らすには当然コストがかかりますが、どのぐらい被害が避けられてメリットがあるか解れば評価ができますが、解らないというのが現在です。ですから、通常のコスト・ベネフィット分析はきかない問題です。しかし評価しないわけには行きません。

(5) CO2の削減対策

対策としては、なにをやっていくか。基本から言いますと、まずＣＯ₂に着目します。その他のグリーン・ハウス・ガスは省きます。ＣＯ₂は、１つはエネルギーから出ますが、もう１つは森林破壊から出ますが、ここではエネルギー対応だけ考えています。

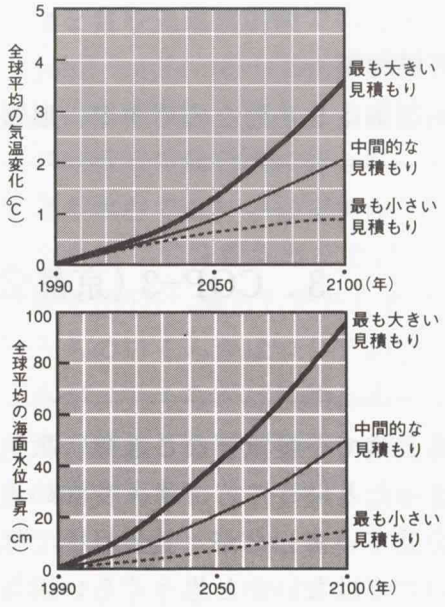
①省エネルギー行動

まず、「省エネルギーをする」ということがあります。日本は省エネルギー先進国と言われていますが、なかなか複雑なところがあります。産業界は省エネルギー先進国ですが、実は民生部門はそうでもありません。民生部門に省エネルギーを普及させる政策手段がなかなかないというジレンマがあります。いずれにしても省エネルギーでは、エネルギーをゼロにはできません、時間稼ぎはできますが…。そうなると、エネルギーの脱炭素化、炭素系でないエネルギーを使うということになります。化石エネルギーである石油、石炭、天然ガスはだめになりますが、それでは原子力、太陽エネルギーかというと、原子力では立地の問題を抱えていますし、太陽エネルギーは日本で期待するのは幻想です。あまりこれに期待してしまうと、他の対策の着手に遅れてしまうことになります。

そうすると、化石燃料を燃やしても大気中にＣＯ₂を出さなければ良いわけですから、ＣＯ₂を回収して処分すればいいわけです。これは乱暴に聞こえるかもしれませんが、排煙の脱硫・脱硝と同じ考えで、排煙・脱炭と言います。これはできることが技術的に実証されています。ただ高価なのです。これをやると、発電原価で５割ぐらい上がる可能性があります。５割上がってもいいということであれば、ＣＯ₂を煙突から回収するというのは、しばらく化石燃料を使いながらいけるという意味で価値ある技術だと考えます。

ただ、回収だけでなく処分をしなければなりません。ＣＯ₂のＣの重さだけで、世界で60億ﾄﾝ、日本で３億ﾄﾝです。そのうち、火力発電所から出ているのが４分の１ぐらいで７千万ﾄﾝ、これを全部回収すると、ＣＯ₂で回収しますから3.7倍です、また３億ﾄﾝぐらいになります。３億ﾄﾝのを産業廃棄物が出るわけで、これは処理できる量ではありません。リサイクルするという考えもありますが、これほど大量のＣＯ₂を使っている産業はない。例えば鉄の素材でも１億ﾄﾝ、セメントで８千万ﾄﾝぐらいです。ＣＯ₂は固体で土砂のように使えるわけではありません。メタノールに替えるという人もいますが、替えるためにはエネルギーと水素が要るわけで、水素は太陽エネルギーや原子力エネルギーを使うことの隠れ蓑になる可能性もあります。と考えると、捨てるしかないのですが、捨て場所として海の

◘全球平均地上気温と全球平均海面水位上昇の変化の見通しの範囲



底とか地下水に溶かしこむという研究がはじまっています。こういう研究は公害対策技術ということで嫌う人もいます。

本当は根本から取るのがいいのですが、煙突の先から取るという技術も考えなければならないような現状に立っているのです。また、大気中に出てしまっても、大気中のCO_2を固定してやる、植林すればいいというのは当然です。研究開発者の中には植林というような甘いことではなく、もっと凄いことを考えている人もいます。それは鉄肥沃化（アイアン・ファーティライゼンション）という考えです。

海洋には植物性プランクトンがいて光合成をしていますが、他の栄養素の、窒素とか燐は十分あるのに鉄分が不足して植物プランクトンの増殖が抑えられている海域がたくさんあります。そういう海域に鉄分を撒布をすると爆発的な植物性プランクトンの増殖が起こります。海面を通して大気中のCO_2を固定して最終的には動物連鎖で海の底に落とし込んでいく（生物ポンピング）。これで年間、何億㌧ものCO_2を固定できると言っています。それは他の環境リスクを犯す可能性があるので慎重にすべきですが、温暖化対策としてはそういうことまで考える段階にきています。

②気候制御

気候制御はＳＦ的なのですが、温暖化で温度が上がるのなら他の手段で温度を下げてやればいいわけで一番簡単なのは反射率を上げることです。これも実際に主張する人がいまして、今ジェット機がたくさん飛んでいますから、ジェット燃料に反射を起こすエアロゾルの核になる物質を入れてやる。すると、成層圏と対流圏の境目に薄い膜ができて、反射率を上げて温暖化の温度を相殺してやるという。これも危険ですが、いよいよとなったらこれもあり得ます。

③温暖化に適応

最後に、温暖化への適応です。現状では２度上がることは避けられないと言いましたが、２度上がった状態でどう生活するか、これには適応していくしかないわけです。

そういう状態でインド洋や太平洋の島を守るというのであれば、それは土木工事しかないのではないでしょうか。あるいは、かなりの移住をするしかない。現実には、そういうことはやってきています。農業の生産力をみますと、だんだん寒冷地で農業をするようになったり、温暖なところで寒冷地のものを作るなど、気候依存性を減らしてきているのです。ですから、これは可能ですが、これだけで対応していくのは大変ですから予防保全はやります。しかしある程度の温暖化は避けられないということを強調しておきたいと思います。

３．COP-3（京都会議）の成果：数値目標と柔軟性

京都会議で一番重要なことは、数値目標が決まったということです。交渉の過程の前段を見ていましたが、数値目標で採択できないのではないかと思うぐらい困難な交渉でしたから、非常に結構なことです。

①排出量の「数値目標」の決定

1990年を基準とし、それに対して2008年

から2012年までの５年間の平均の温室効果ガス（二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素）の排出量を、先進国は90年比で、平均５％削減する。日本は６％、アメリカは７％、ほとんどのヨーロッパ諸国は８％、ロシア、ウクライナは０％、オーストラリアは＋８％。ちなみに一番高かったのは＋10のアイスランドで極めて特殊なケースです。アイスランドはアルミ精錬で生きている国で、パー・フロロ・カーボンという特別な温室効果ガスを出してしまっていて、これに上限を抑えられると工業的に困ってしまうからです。

②６種類の温室効果ガス

二酸化炭素CO_2、メタンCH_4、亜酸化窒素N_2O、他に代替フロン類のハイドロ・フロロ・カーボンＨＦＣ、パー・フロロ・カーボンＰＦＣ、絶縁性ガス６フッ化硫黄SF_6です。これらは回収するか処理するかとなっていかざるを得ません。また代替フロンは90年にはなかった物質ですから95年基準で換算することになっています。これらの物質は１分子当たりでいうと、メタンでCO_2の場合20倍、N_2Oで数百倍、フロン類で数千倍、SF_6だと１万倍で、１㌘当たりでいうと温室効果は強いのです。

③吸収分を差し引いた正味排出量

吸収分を差し引くことが認められることになりました。これも重要です。森林や土地利用を変えると大気中からCO_2を吸収するわけで、その国で植林すればその部分マイナスになることが認められました。ただし、森林の中でも90年以降に新たに植林したものだけに限ることになっていますが、90年以前の植林にも広げようとしています。

④排出権取引

先進諸国間での「排出権取引」が認められました。これは例えば、ロシアは０％ですが、90年比で今出しているグリーンハウスガスは30％ぐらい減っていますので規則の枠に余裕があります。ほかの国は数値目標の枠の中に収めようと削減しなければならないのに、ロシアは現在、90年より下がっていますから2010年までを考えても余計に出せそうです。その権利を与えられたようなものですから、ロシアのこの権利を、基準達成が苦しいアメリカや日本が買うことができることになりました。トータルは変わらずロシアが90にするとアメリカが96ぐらいになります。排出量を取引きする、お金が動くわけですが、この調整ができることになります。

私たちはこれができると効率的で経済的にいい対策ができるので理論的にはいいと思ってきたのですが、こんなに早くこの制度が導入されるとは思いませんでした。制度の設計はまだできていません。排出権の取引きにモニタリングがされているか、値段をどう決めるのかなどはまだできていません。京都会議でよく言われた「ロシアのホット・エアhot air」というのは、ロシアが売り物をたくさん持ったということです。

⑤「共同実施ＪＩ」を認める

旧ソ連を含む先進諸国間での「共同実施ＪＩ＝ joint implementation」も認められました。排出権取引と違うところは、例えばロシアの特定の発電所に行って、日本特定の企業や政府でもいいのですが、技術協力と資金を出して発電効率を上げてCO_2の排出量を100万ﾄﾝ減らしたとします。100万ﾄﾝのうちのいくらかはロシアの削減として認めるが、いくらかは技術と資金を提供した日本の削減として認める、つまり共同で削減対策を実施したことにし、枠でなくプロジェクト・ベースで決まるということです。

この共同実施は、本当は発展途上国とやりたかったのです。途上国には遅れた技術が多く、例えば中国の石炭利用を近代化すると、相当のCO_2の排出量を削減できます。それを日本の削減努力としてカウントされることを狙ったのですが、京都会議では「先進国の数値目標を決めたが、目標を守れなかった国をどうするか、罰則をつくるべきか」という議論が出て、「罰金を出させてプールし、その資金を使って途上国の温暖化対策をしよう」というアイディアをブラジルが出しました。

この機会をアメリカの代表がうまく捉えて、「プールして使うより、途上国に特定のプロジェクト“クリーン・ディベロップメント”計画をつくって、そこに罰金に限らず先進国が資金を出す」というメカニズムをつくることに成功した。削減した温暖化ガスの量は、ある取り決めによって先進国が自国で削減したのと同じようにカウントすることになりました。その細目は、今年11月にアルゼンチンで開かれるCOP-4で詰めていくことになっています。これは先進国が狙っていた「途上国との共同実施CDM=clean development mechanism」の突破口になり得るものです。

⑥時間軸上の柔軟性

削減対策には「時間軸上の問題」がいろいろあります。数値目標で、2008年から2012年の5年間の平均になったと言いましたが、2008年、9年、10年は対策を実施できなくても11年と12年を頑張って削減すれば目標を達成できるというもので、少し楽になりました。

もう1つに「バンキング」ができるというのがあります。今の数値目標は、2010年前後の5年間を決めましたが、今後のCOP-4、COP-5では、次のセカンド・ステージでは2015年を前後する5年間というように先に伸びていきます。その時に今回の2010年の目標を下回ってクリアした国は、それを貯めておいて次期の削減努力にカウントすることができる、先に減らして後で多く出してもいい、バンキングという考えです。

本当のところは、バンキングでなく「ボローイングborrowing」をさせて欲しかったのです。「2010年は至近だから大変だが、2015年には日本は人口も減ってもっと削減できます」という「借金をして後で返す」ことをやりたかったのですが…。環境団体は、排出権取引も共同実施もボローイングも、みな「抜け道だ」と悪く言うのです。

「自分のところでやらずに、お金で途上国の権利を買ってくる」と言うわけです。

温暖化の問題というのは、2010年で片付く問題ではなく、また2010年を失敗したから“アウト”というではなく、長期的に実行可能で効率的なものにしていかなくてはならいもので、その点では、取引とか共同実施、バンキング、ボローイングは良い制度だと思います。その制度をキチンと設計する必要がありますが、その取っ掛かりを京都会議はつくったと考えます。

これらを称して、言葉は悪いのですが「柔軟性措置」と言い、長期的には重要だと思っています。アメリカは柔軟性を、「排出権取引」と「途上国との共同実施CDM」を引き出したと思います。アメリカは非常に譲歩したと言われていますが、ロシアを相手にした排出権取引では勝算があり、これらの柔軟性措置が通れば「数値目標はゆずる」という構えをもっていたと思われます。ただし、アメリカがこの議定書を批准するかどうかは非常に難しいところですが、交渉としては非常に良くやったと思います。私の見解では「アメリカは非常に得をした」、柔軟性を引き出したということで、大きな成果を上げたと思います。

4．COP-3（京都会議）が残した課題

①京都議定書の発効

「京都議定書は採択はされましたが、発効したわけではない」ということです。発効要件は、「55カ国が批准してかつ批准した国の排出量が先進国全体の排出量の55%を越えなければならない」という２つの歯止めがついています。この歯止めは、アメリカが批准しなくても、ロシアが批准し、あとの国が頑張れば２つの基準は満たせますが、アメリカはロシアを巻き込んで批准させないような動きをしています。アメリカとロシアが組むと、先進国の55%という歯止めが満たせません。アメリカの動向がどうなるかが鍵になります。京都会議に向けて、アメリカ合衆国上院は「途上国に対して枠を決めないような議定書が採択された場合には批准しない」という決議をしています。「柔軟性措置」が通ったこと、ゴア副大統領が環境問題に熱心と言われていますから、批准の可能性は残されています。

②測定と実証

「測定と実証」の問題も大切です。化石燃料からのCO_2の排出量は石油や石炭は取引されていますから燃やされた量が解りますが、森林がCO_2をいくら吸収しているかは計算はできますが、樹木がどれだけ太ったか、CO_2の吸収量が解るのか、またフロンやSF_6は高価な物質ですから計量はされていますが、メタンやN_2Oは農業関係や汚水処理から出ますが推測でしかなく、その推測式をどこかでオーソライズしないと国のアカウントをするわけですから、システムづくりがかなり難しいのです。

また柔軟性措置の共同実施ＪＩや、先進国と途上国との間の共同実施ＣＤＭは重要ですが、研究者も実運用するところまで具体的に制度設計しているわけではありません。今からやるわけで、モニタリングをどうするとか、取引の値段をどう決めるとかの制度設計が重要になります。

③将来における途上国のコミットメント

「将来における途上国のコミットメントが必要」とも言われました。今は世界の温室効果ガスの半分以上が先進国から出ていますが、2020年から40年の間で逆転し、21世紀全体で言えば途上国の方が増えます。

その途上国に枠をかけずに温暖化対策をしても全く効果はないということが私たちの計算でも出てきます。途上国を制約しないで、ＣＯＰ-３の目標を先進国が守ったとしても、大気中のCO_2の濃度は2100年でほとんど変わりません。将来は途上国を必ずコミットさせなければいけないのですが、どうしたらいいかは難しい。ＣＯＰ-３でも、「evolusion条項」で途上国もどのぐらいCO_2を出しているか計量することになっていますが、将来は発展段階に応じて責任を増やしていくことを入れようとしましたが削除されました。

④長期政策の必要性

京都議定書は、2010年の先進国の排出量を言っているだけで、温暖化にとってみるとまったくの入り口であるわけです。

京都議定書の概要

1.数量目的

①目標年次： 2008～2012年
②基準年次： 1990年（ＨＦＣ，ＰＦＣ，ＳＦ６は95年も選択可能）
③レ ベ ル： 温室効果ガスを先進国全体で基準年より少なくとも５％削減（日本▲６％、米国▲７％、ＥＵ▲８％（90年比））
④対象ガス： ６ガス（ＣＯ２，メタン,亜酸化窒素,ＨＦＣ,ＰＦＣ，ＳＦ６）
⑤吸 収 源： 植林等の吸収源の増源を目標達成のために勘案することとした。（ただし、対象はＣＯＰ-３では1990年以降の植林等に限定することとし、その他の吸収源の扱いについては議定書の第１回締約会議（ＭＯＰ１）以降検討、決定することとする。）
⑥柔 軟 性： ○先進国間排出権取引の導入
先進国間で数量目的を「排出権」として取引できる仕組み。導入は決定されたが、詳細はＣＯＰ４以降の締結国会議で決定することとされた。
○先進国間共同実施の導入
先進国で温室効果ガス削減のプロジェクトを行った場合、そのプロジェクトに伴う削減量を譲受できる仕組み。
○クリーン開発メカニズムの導入
温室効果ガス削減プロジェクトについて、その削減量を、一定の認証手続きを経て譲受できる仕組み。
⑦バ ブ ル： ＥＵバブルについては、削減目標について深堀りを求めるとともに、議定書上、責任関係の明確化、バブル拡大時の扱い（ＥＵが拡大した場合も拡大前の加盟国の目標に変更をもたらさないこと）を規定。

（数量目的の各国毎の数字）

+10% アイスランド
+８% 豪州
+１% ノルウエー
安定化 ＮＺ、ロシア、ウクライナ
▲５% クロアチア、
▲６% 日本、カナダ、ハンガリー、ポーランド
▲７% 米国、
▲８% ＥＵ、オーストリア、ベルギー、デンマーク、フィンランド、仏、独、ギリシャ、アイルランド、伊、リヒテンシュタイン、ルクセンブルグ、モナコ、蘭、ポルトル、スペイン、スウェーデン、英、スイス、ブルガリア、チェコ、エストニア、ラトビアリトアニア、ルーマニア、スロバキア、スロベニア

2.途上国問題

①条約上の既存の義務の推進
気候変動枠組条約に規定されている各国の情報送付などの既存の義務を着実に推進する。
②クリーン開発メカニズムの導入
温室効果ガス削減プロジェクトについて、その削減量を一定の認証手続きを経て譲受できる仕み。
③自主的な目標設定、エボリューション
途上国による自主的な目標設定や、将来の目標設定につき交渉を開始する「エボリューション」については、途上国からの強い反対を受けて盛り込まれず。

3.政策・措置

政策・措置については、先進各国が以下のような政策措置を国情に応じて講じることとされた。
① エネルギー利用効率の向上
② 新エネルギー、再生可能エネルギー、先進的・革新的技術の研究、開発及び利用拡大
③ 森林等のＣＯ2吸収源の保護　他

4.発効要件

本議定書は① 55ケ国の批准、及び② 批准した付属書１国（先進国）のＣＯ2総輩出量が前付属書１国のＣＯ2排出量の55%超過することを要件として発効する。

どこかでフロンのように濃度を安定化させなければならないのですが、私が考える実現可能な安定化レベルは550ppm、産業革命前の2倍だと思っています。これを実現しようといろいろ計算すると、とても大変です。

要するに2100年には化石燃料はまったく使えない、バイオマスを使ってCO_2を固定して、エネルギーからCO_2を出さない状態にしてやっとそのレベルです。原子力はもちろん太陽エネルギーもたくさん使わなければいけません。21世紀中にCO_2の濃度の山をつくらなければいけないというような長期的な議論をせずに、2010年の先進国の排出量の目標だけをギリギリ議論して「できる・できない」と言ってみても、それはもちろん大切ですが、長期的な展望をもっていなければなりません。そのためには途上国の参加は絶対に必要ですし、排出権市場とかバンキングは非常に重要です。

⑤我が国の取り組み

日本の取り組みを最後に考えてみます。

日本は数値目標は90年比で6％と決められていましたが、京都会議の前にどういう計画を持っていたかと言いますと、通産省はエネルギーに関しては、90年水準で安定化するのが精一杯と言っていました。これでも、中身をみると「本当にそんなことができるのか」というぐらい大変なのです。

90年にエネルギーから出るCO_2の排出量は2億8,700万ﾄﾝ、それが95年には3億1,100万ﾄﾝになり、8％ぐらい増えています。この間、産業用は増えていませんが、家庭、商業、交通関係が16%増ています。日本のエネルギー消費は産業が半分、民生・交通が半分と言われますので、産業の増加がゼロでも全体では8％上がります。

この状態で2億8,700万ﾄﾝに戻すと言っているのです。自然体で行きますと、目標に対して6千万ﾄﾝもオーバーすることになります。それも「原子力発電7000万ｷﾛﾜｯﾄ」という、これから原子力発電所を20基つくるということが実現してのことです。

この計画の実現は困難と思うのですが、通産省は、「暖房は20℃、冷房は28℃」という省エネを積み上げて、エネルギーとしては5,600万ﾄﾝ減らして、カーボンの発生量を6,000万ﾄﾝ減らすという筋書きをつくり、今、これの裏付けをつくっているところです。

私は「この計画自体が難しい」と思っている上に、京都会議の「6％削減」がきたわけです。この6％削減の内訳は、政府は1998年1月に「地球温暖化対策本部」（橋本首相が本部長になっている）が発表した数字ですが、6％を以下のようにわけています。

2.5%は CO_2とメタンとN_2Oを併せて削減し、森林の正味吸収、植林で3.7%、排出権取引と共同実施で1.8%を削減、しかし代替フロン類は増えて＋2％という辻褄あわせをしていますが、これでうまく行くのでしょうかというのが現状の問題点であると思います。

今後の取り組み方針について

1．基本的方向

○昨年11月に「地球温暖化問題への国内対策に関する関係審議会合同会議」において取りまとめられた産業・民生・運輸の各部門における抜本的な省エネルギー対策を中心とする温暖化対策の基本的方向について、対策の具体化とフォローアップを着実に行う。

○上記の対策に加え、吸収源、ＨＦＣ等の対策や、発展途上国などにおけると取組みの促進により、我が国目標である1990年度比▲６％（注１）を達成する。

（注１）▲６％の内訳

▲2.5％　ＣＯ２、メタン、亜酸化窒素の排出抑制

▲3.7％　土地利用の変化と森林活動による吸収

＋2.0％　代替フロン等（HFC,PFC,SF6）の排出抑制（注２）

▲1.8％　共同実施、排出権取引などの活用

（注２）ＨＦＣ等の代替フロン等については、オゾン層保護対策の観点から使用が規制されている、ＣＦＣ、ＨＣＦＣからの転換物質として90年代初頭から初めて使用されたものであり、今後の需要増が不可避というのが現実。このため産業の実態を踏まえた回収・再利用・破壊等の推進を図ることにより、特に対策を講じない場合には相当程度の排出増が見込まれるところを、２％程度増の影響に止めるよう、極力排出抑制に努める。

2．国内でのとり組み

（１）需要面における省エネルギー対策

・経団連等の自主行動計画が確実に実現されるよう、同計画を産業構造審議会と総合エネルギー調査会等との合同小委員会の場で、今後、定期的にフォローアップを行い、結果を公表する。

・自動車、電子機器等の分野において、トップランナー方式の考え方を導入して省エネルギー基準を厳しく設定し、その実施を担保する措置の強化を図るほか、エネルギー多消費工場における計画的エネルギー使用の合理化の取組を促すための措置の強化を図るなど、「エネルギーの使用の合理化にに関する法律」を改正する。

・高性能工業炉等の省エネルギー技術、クリーンエネルギー自動車の開発・普及を促進する。
国民一人一人のライフスタイルを抜本的に変革させるため、省エネを我慢節約といった消極的なイメージからスマートなものとしてより積極的な位置づけにするべく、スマートライフ運動の提言を行うとともに、広報体制の抜本的強化を図る。

（２）供給面のCO_2 対策

・安全確保に万全を期すとともに国民の理解を得て原子力立地の一層の促進をはかる。

・新エネルギー導入を図るため、新エネ法に基ずく措置、予算措置等を講じる。

（３）長期需要見通し等

・経済成長、エネルギーセキュリティ及びCO_2 削減目標達成等を総合的に判断した上で、長期エネルギー需給見通しを改定する。

・「石油代替エネルギーの開発及び導入の促進に関する法律」に基ずく「石油代替エネルギー供給目標」及び「石油代替エネルギー導入指針」を改定する。

（４）エネルギー起源CO_2　以外の温室効果ガス（CO_2、メタン、亜酸化窒素）に関する対策

・工業プロセス起源の亜酸化窒素等の排出・削減を推進する。

（５）代替フロン等の温室効果ガス（ＨＦＣ、ＰＦＣ、ＳＦ６）の排出抑制対策

・化学品審議会地球温暖化防止対策部会における議論を踏まえた上で、産業の実態に即した回収・再利用・破壊等を推進するための指針を策定し、産業界に対し、自主的・計画的取組を促すとともに、その着実なフォローアップを行う。

・代替物質等の革新的技術開発に取り組む。

（６）革新的技術の研究開発の推進

・我が国の温室効果ガスの削減目標を実現するため、産業技術審議会エネルギー・環境技術開発部会基本問題検討委員会の議論を踏まえ、2010年に向けて現在の想定を超えた技術革新のを実現を目指した政策努力を一層強化する。

3．国際的な取組

○ＣＯＰ３で導入が決定された「排出権取引」、「共同実施」、「クリーン開発メカニズム」の適正なルールづくりや途上国の取組の推進に努める。

○具体的には、「共同実施」、「クリーン開発メカニズム」を積極的に活用するべく、技術移転や共同実施に係るプロジェクトのＦ／Ｓ調査を実施するとともに、これらの事業を踏まえ「共同実施」等の具体的な制度のあり方について検討する。

4．中期的な取組

○気候変動問題の抜本的な解決に向けて、我が国が提唱した「グリーン・イニシアティブ」を推進するため、革新的なエネルギー・かんな教技術の開発・普及や発展途上国への技術移転に取り組む。

○具体的には、CO_2の海洋隔離に関する技術開発、アモルファス太陽電池の太陽電池の開発及び新型電池電力貯蔵システムの開発等の取組を推進する。

質　　疑

① 熱帯雨林の破壊についてどう考えられますか。

山地　　熱帯雨林が破壊されているということは、森林が減っていけば当然根森林に固定されたカーボンが排出され、排出源になります。これは忌々しき問題で、熱帯雨林の破壊を防止するということは温暖化対策になるわけです。京都会議では樹木を増やすとその分はマイナスにカウントされることになりましたから、これは植林のインセンティブになります。

もう１つの共同実施ですが、途上国との共同実施であるＣＤＭの中には植林プロジェクトが入っていました。途上国で破壊された熱帯雨林を復元することによって吸収されたCO_2はマイナスで、全部ではありませんが、マイナス分を植林事業を行った先進国の努力としてカウントするというメカニズムが取り込まれていく可能性があり、こういうことが熱帯雨林の破壊を防止し、かつ植林を進めるメカニズムとして働き得ると思います。

ただ、この議論の中には環境団体が納得しないところがあります。紙パルプ産業では、切って切りっぱなしということはほとんどなく、切ったら植えるというローリングでやっています。そうすると緑としては保全されているのですが、自然の成熟林ではないという問題が残ると思います。

② エネルギーの収支計算はどのようにされていますか。

山地　　CO_2の回収処分のコスト計算とともに、エネルギー収支の計算をやりますが、一番やられているのは、回収したCO_2を圧縮して液体化し、それを深海に沈めるというやり方です。圧縮して液体化する行程とそれを深海まで運んでいく行程があります。300気圧を超えて圧縮すると、液化CO_2の比重が海水の比重より大きくなり、自然に沈降していきます。3000㍍より深いところに誘導してやれば海底の窪地に落ち着きます。このシステムで計算するかぎり、エネルギー収支上はあまり問題になりません。

地下水に圧入するというやり方もありますが、あまりたいしたエネルギーはいりません。ここで問題にならないというのはマイナスにならないという意味で、火力発電所の発電効率が40%ぐらいですが、それが30%に落ちるということになります。商売上は問題ですが、マイナスになるということはないという評価です。

（この稿は、1998年５月12日に横浜ラジアントホールで開かれた「かながわエネルギー問題研究懇話会」における山地憲治教授の講演を編集したものです。文責は編集者にあります。）

地球温暖化防止総合戦略（グリーンイニシャティブ）について

(Globl Remedy for Enviment and Energy use：GREEN)

グリーン・イニシャティブは、気候変動解決に向けたアクションプログラムである。二酸化炭素（CO2）濃度を、例えば、産業革命前の2倍レベルに安定化させるためには、先進国のCO2排出量を1990年の一人当たり3.5炭素換算トンから2100年までに1.0炭素換算トンまでに減らすことが必要である。このため、グリーン・イニシャティブの下、先進国において「グリーン・テクノロジー」の開発・普及並びに「グリーン・エイド」による途上国への技術移転を進めることを呼びかける。

1．グリーン・テクノロジー

（1）省エネルギー技術の開発・普及

・産業部門における省エネルギー技術の開発・普及

・省エネルギー危機の開発・普及及びエネルギー効率基準の国際規格化

（2）非化石エネルギーの導入促進

・太陽光発電の低コスト化

・クリーンエネルギー自動車の普及

・超高効率太陽高発電の開発

・バイオエネルギーの有効利用技術の開発

（3）世界的な森林・森林保全等の推進

・砂漠等における耐環境特性に優れた植物の研究開発と砂漠化防止対策

・公的部門・民間部門による世界的な植林・森林保全の推進

（4）革新的なエネルギー・環境技術の開発

・CO2の海中・地中貯留技術の開発

・CO2の科学的・生物的固定化・有効利用技術の開発

2．グリーン・エイド

（1）ODA及び民間協力

・エネルギー・環境分野での活用

（2）人材育成

・地球温暖化対策に係る技術協力

（3）基盤整備

・社会的、経済的、制度的側面を含めた対処能力の向上

（4）情報提供

・省エネルギー技術等のインベントリの提示

3．グリーン・イニシャティブ

グリーン・イニシャティブは、二国間・多国間協力を通じ実施するとともに、国際エネルギー機関（IEA）や経済協力機構（OECD）等の国際機構（国連機関を含み得る）を通じ実施。

また、民間が本イニシャチブの実施に大きな役割を果たすことを期待。

1998年6月25日
自治研かながわ月報第64号（1998年6月号，通算128号）
発行所　社団法人 神奈川県地方自治研究センター
発行人　横山桂次　　編集人　上林得郎　　定価1部 500円
〒232-0022　横浜市南区高根町１－３　　神奈川県地域労働文化会館４Ｆ
☎045（251）9721（代表）　FAX 045（251）3199
振替口座　労働金庫本店 1365-1195174　横浜銀行市庁舎出張所 317-709629

会員になるには

1．誰でも会員になれます。
2．申込書は自治研センター事務局にあります。会費は個人会員月1,000円、賛助会員月500円のどちらかを選び、半年または１年分をそえてお申しこみください。
3．詳細は自治研センター事務局
☎045（251）9721へご連絡ください。

会員の特典

1．自治研センターの「自治研かながわ月報」が隔月送られます。
2．「月刊自治研」（自治労本部自治研推進委員会発行・Ａ５版・120～150ページ定価500円）が毎月無料で購読できます。
3．自治研センターの資料集が活用でき、調査研究会などに参加できます。

自治研かながわ月報 改題64号（通算128号）1998（平成10）年6月25日発行（隔月25日発行）定価一部500円 発行人／横山桂次 編集人／上林得郎
発行所／㈳神奈川県地方自治研究センター 横浜市南区高根町1―3 神奈川県地域労働文化会館4階 ☎045（251）9721 印刷所／㈲横浜プリント