

## 目 次

### － 特集 － 〈フロン対策の継続と地球温暖化防止活動 Part.1〉

1. フロン対策の継続と地球温暖化防止活動 ～シンポジウム開催にあたって～  
中部大学中部高等学術研究所 副所長 福井 弘道 .....1
2. 不要になったガスの捨て場 ～処理能力を超えて捨てられたフロン～  
滋賀県立大学 理事 岩坂 泰信 .....6
3. 地球共同体と環境問題～地域と地球をつなぐ～  
総合地球環境学研究所 名誉教授 秋道 智彌 ..... 15
4. パネルディスカッション  
『フロンは災いなのか?』を考える ～フロン対策と地球温暖化問題～ ..... 27  
パネリスト 滋賀県立大学 理事 岩坂 泰信  
総合地球環境学研究所 名誉教授 秋道 智彌  
中部大学中部高等学術研究所 副所長 福井 弘道  
コーディネーター 名古屋産業大学・大学院 非常勤講師 児玉 剛則

### ちょっとブレイクー身近な自然を楽しむ

- 釣り人からの水辺だよりー初冬「トウゴロウイワシとヒラメ釣り」  
釣り人 工藤 秀和 ..... 36

### － 講演記録 －

- PM2.5の何が問題か  
滋賀県立大学 理事 岩坂 泰信 ..... 38

### － 講演記録 －

- 再エネ賦課金、いくらまでなら、納得できますか ～温暖化対策としての市場主義の限界～  
名古屋産業大学・大学院 非常勤講師 児玉 剛則 ..... 49

【講演会】

主催 一般社団法人環境創造研究センター  
(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)

平成 26 年 9 月 17 日 (水) 13:30~16:30

ウインクあいち 13 階 特別会議室 1301

- 1)演題 「フロン対策の継続と地球温暖化防止活動  
～シンポジウム開催にあたって～」  
講師 中部大学中部高等学術研究所副所長 福井弘道
- 2)演題 「不要になったガスの捨て場  
～処理能力を超えて捨てられたフロン～」  
講師 滋賀県立大学理事 岩坂泰信
- 3)演題 「地球共同体と環境問題  
～地域と地球をつなぐ～」  
講師 総合地球環境学研究所名誉教授 秋道智彌
- 4)パネルディスカッション  
『「フロンは災いなのか?」を考える  
～フロン対策と地球温暖化問題～』  
パネリスト 岩坂泰信、秋道智彌、福井弘道  
コーディネーター 児玉剛則

【講演会】

主催 一般社団法人環境創造研究センター  
(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)

平成 26 年 6 月 27 日 (金) 15:10~16:40

ウインクあいち 13 階 会議室 1303

演題 「PM2.5の何が問題なのか?」  
講師 滋賀県立大学理事 岩坂泰信

【講演会】

主催 一般社団法人環境創造研究センター  
(愛知県地球温暖化防止活動推進センター)

平成 26 年 9 月 30 日 (金) 14:00~15:00

ウインクあいち 9 階 小会議室 908

演題 「再エネ賦課金、いくらまでなら、納得で  
きますか～温暖化対策としての市場主  
義の限界～」  
講師 名古屋産業大学・大学院非常勤講師  
児玉剛則

## 〔講演記録〕

## フロン対策の継続と地球温暖化防止活動

～シンポジウム開催にあたって～

中部大学中部高等学術研究所 副所長 福井 弘道

当センターは、公益法人法の改正に伴い、昨年4月に一般社団法人として衣替えを致しました。設立は1976年ですから、今から40年ほど前になります。環境アセスメントセンターとして発足した、非常に歴史のある社団法人でありまして、これまで環境アセスメント、あるいはテクノロジーアセスメント、そして今日のテーマでありますような地球環境の問題を中心に取り組んでまいりました。

今日のシンポジウムは、「公益信託地球環境保全フロン対策基金助成事業」に採択され、開催に至ったわけです。フロン対策を継続的に実施すると同時に、フロン対策の経験から地球温暖化の防止活動を考えるということが趣旨であります。

## 1. フロン対策と地球温暖化防止活動

フロン対策の継続と地球温暖化防止活動  
～「ESDユネスコ世界会議」を契機として～

- 地球環境問題の特徴(問題複合体)
  - 時空間スケールが大きい、局地から全球へ
  - 影響や対策の成果が数十年以上かかる
  - 現世代から将来世代へ、短期から長期の利得へ
  - 多様な関係者が複雑に関連、科学的にも不確実
- 成層圏オゾンの破壊と地球温暖化
  - モントリオール議定書の成功体験を生かす
- 俯瞰と緻密、全体像をとらえるESDアプローチ

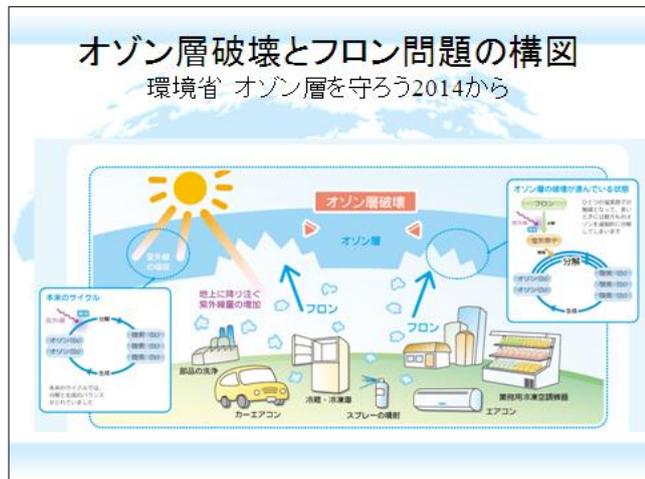
地球環境問題には非常に多くのステークホルダーが関係し、問題複合体を作っているとよく言われます。例えば、今日は空間のスケールが非常に大きくて、局地的なことから全球のことまで考える必要があるフロンの問題をテーマにしておりまして、フロンその

ものが地球の公共財である大気をどのように汚染してきたか、また、それに対して人類がどのような取り組みをしてきたかについて、第一番目の講演者であります、当センターの前理事長岩坂泰信先生に、大気科学の視点から紐解いていただきたいと思います。その後、「グローバル・コモンズ」としての地球をどのように捉え、環境問題にどう対処していけばいいのかということについて、第二番目の講演者であります秋道智彌先生からお話をいただくことになっております。

フロン、あるいはCO<sub>2</sub>をはじめとする温室効果ガスは、その影響や対策の成果が出るまでに数十年以上かかるものであります。つまり、現世代から将来世代への影響を考える必要がありますし、短期から長期の利得をどのように最大にしていくかについても考える必要があります。また、フロン問題をめぐっては、多くのステークホルダーが複雑に関係するとともに、科学的に不確実なこともまだ多く、時間とともに明らかにされることもございます。ともすれば、行政や一般企業が長期的なスケールで対策を考えることは非常に難しいわけではありますが、今回、私どもが取り上げるフロン対策は、地球環境問題の成功事例とも言えることから、それを通して地球温暖化の問題を考えようということです。例えば、モントリオール議定書はフロンの対策を決めた議定書であります。ここでの成功体験が京都議定書にどうして活かされなかったか、あるいは、現在の温暖化の問題をどう捉えるべきかを考える視点にしようというわけです。地球環境の問題を俯瞰すると同時に、様々な利害関係者が科学的な知見をもとに、地域から、あるいは企業からどのように捉え、行動していくかという、まさに11月に名

古屋で行われる ESD のユネスコ世界会議で考えている、ESD の特徴である全体像を把握するアプローチに近いということで、この課題を取り上げたわけです。

## 2. オゾン層の破壊とフロン問題の構図



はじめに、オゾン層の破壊とフロン問題の構図について、環境省が作成しているパンフレットをもとに考えてみたいと思います。

オゾン層は成層圏に存在しておりまして、生命はオゾン層がなければ出現することはなかったと言われております。そして、オゾン層は紫外線を防いでくれることから、人類にとって非常に有用な「コモンズ(共有財)」であったわけです。ところが、カーエアコン、冷蔵庫、あるいはスプレー缶の中に使われていたフロンは、安定的な化学物質であるがために成層圏にまで到達し、そこで化学反応を起こして、それまで安定的に存在していたオゾン層を破壊するということがこれまでに明らかになってきました。

9月はオゾン層保護対策推進月間になっておりま

して、我が国でもこのようなポスターが作成されております。このスライドの右側に書いてありますように、オゾン層は地上の上空 15~35 kmあたりの成層圏に厚く存在し、あらゆる命を守っているわけであります。そのオゾン層を破壊する犯人は何かという問題について歴史的に紐解いていくと、当初はコンコルドのような SST (超音速旅客機) が犯人だと言われていました。その後、フロンがどうも原因であるらしいと言われるようになりました。これに対して、当初は反対していたアメリカのデュポン社のようなフロンを作っている総合的な化学会社は、結局、科学的な知見が十分でない中においても、あらかじめ予防原則に従って対応をとることを決断しました。

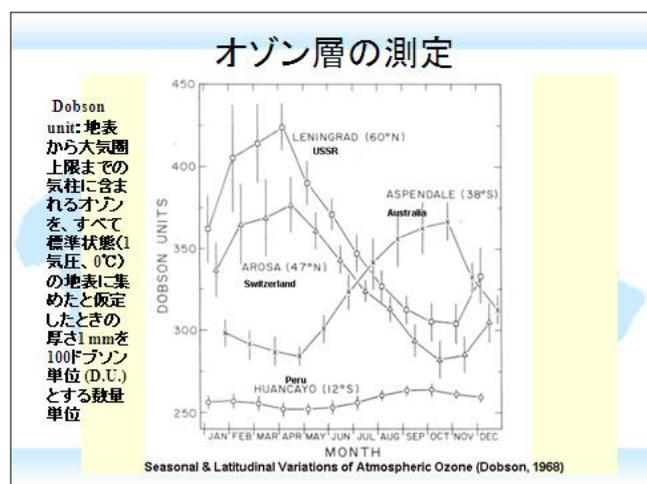


ここにある「オゾン戦争」、「大気の家」、「環境外交の攻防」といった本は、オゾン層の生成や観測の歴史、あるいはオゾン層がどのように守られてきたかについて書かれた本です。

ラブロックはガイア仮説で有名な科学者です。彼はイギリスのレッチワースという田園都市で生まれ、そこで生活をしていましたが、一時期、NASA に勤めていました。NASA ではカールセーガンと同じ研究室にいたと言われております。ラブロックは火星や金星がどのような大気組成になっていて、そこに生命がないのはどういう理由かということレポートにした人物です。オゾン層の研究では、オゾン層を破壊するクロロフルオロカーボンというガスが地球上をどう動いているかについて、自ら作った精密な測定装置を使って測定しています。一方、ノーベル化学賞を受賞した科学者ローランドは、オゾン層が一体どれくらいの

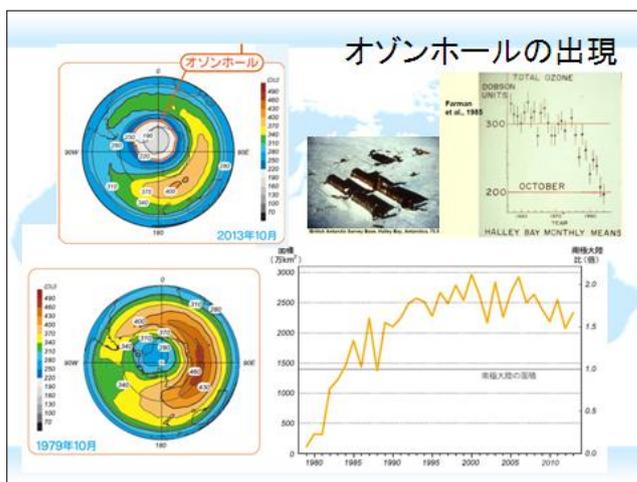
フロンガスによって、どういうふうには破壊されているのかについて科学的な測定を行い、1974年、緻密な観測データとともに科学雑誌「NATURE」に発表しました。そして、1976年、全米科学アカデミーは、それは間違いなことだと論証しました。

1976年のロサンゼルスタイムの記事に、「Verdict on Spray Cans」とあります。これは「スプレー缶に判決が下った」ということであり、オゾン層を破壊する原因になったクロロフルオロカーボンが、スプレー缶に注入されているガスであることから、これからはそれを使用できなくなるのではないかという記事のタイトルです。

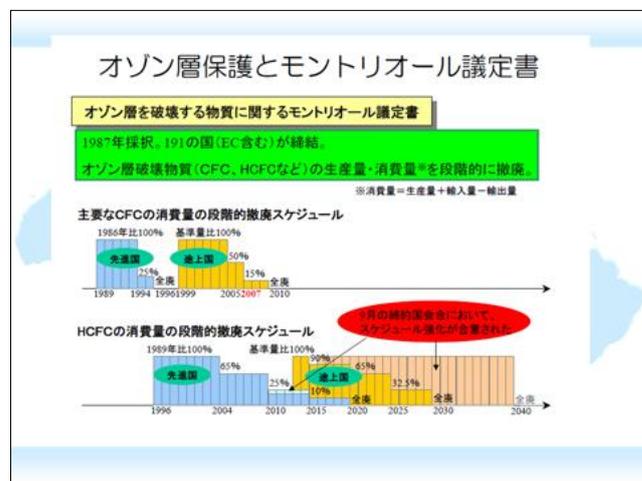


オゾン層を測定した科学者はたくさんいます。オゾン層の測定には「ドブソンユニット」という単位がよく使われますけれども、「ドブソンユニット」の命名者であるドブソンは、スイスのアローサでオゾンの精密な測定をしておりました。この図は1月から12月までの1年間におけるオゾン層の測定結果を示したものです。これを見ると、スイスでは4月頃に高く、その後ずっと下がっていき、10月頃に最も低くなっており、オゾン層にはこのような年変化があることもわかってきました。

### 3. オゾン・ホールの出現

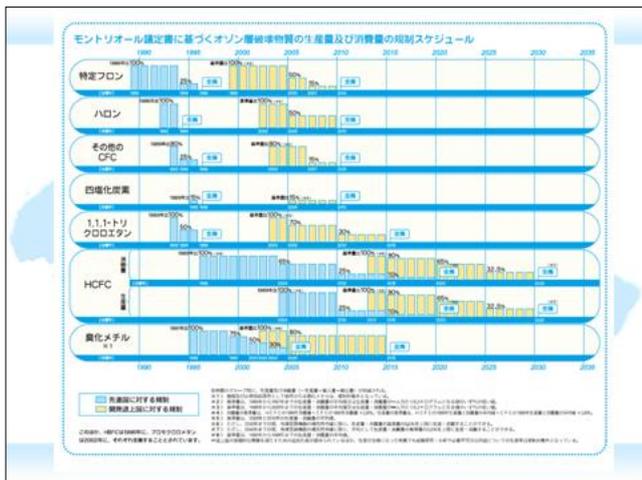


環境省のパンフレットを見ると、オゾン・ホールの現在の状況が載っています。スライドの左上の図は2013年10月のオゾン・ホールの状況について、衛星を使って捉えたものです。その下の図は1979年に10月に岩坂先生が南極で観測された頃のもので、1979年と2013年を比べて見てみますと、1979年にはオゾンはまだまだ十分あったわけですが、2013年になると、オゾンの濃度の低いところが増えているのが分かります。スライドの右下にあるグラフは、オゾン・ホールの面積の推移を示していますが、南極大陸の面積をはるかに上回る大きさのオゾン・ホールが南極で観測されていることがわかります。

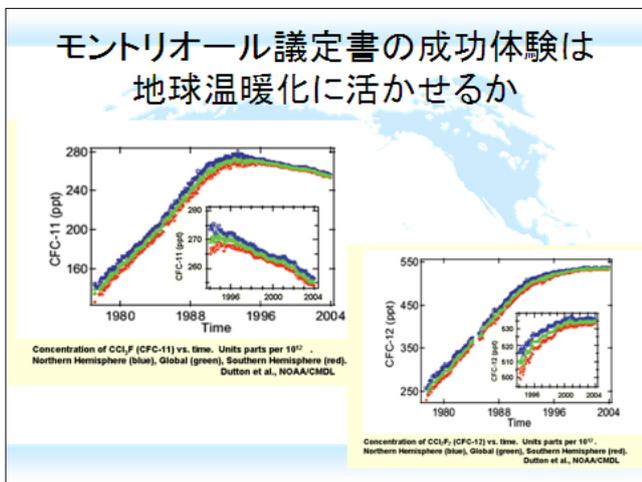


こうした事実が明らかになったことで、ウィーン条約、あるいはモントリオール議定書というかたちでオゾン層の保護のための国際間の取り決めがなされ、オゾン層を破壊する物質を規制しようとする取り組みが始められました。

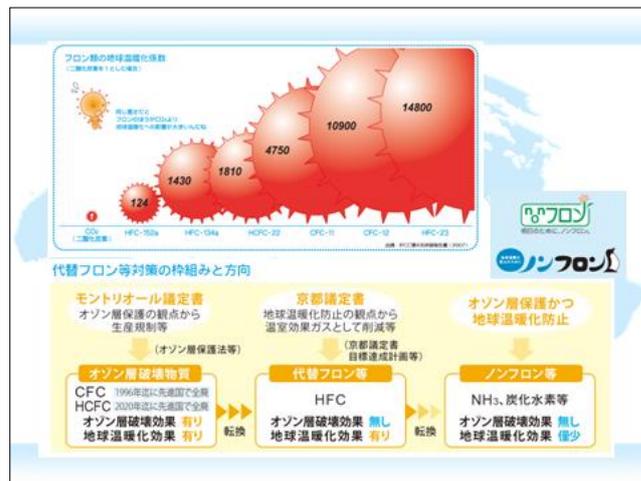
### 4. フロン対策への取り組み



この図はオゾン層を破壊する特定フロンであるクロロフルオロカーボンの規制によって、時代とともにその生産量、消費量が徐々に減っていき、それに代わって代替フロンが使われるようになったことを示すものです。

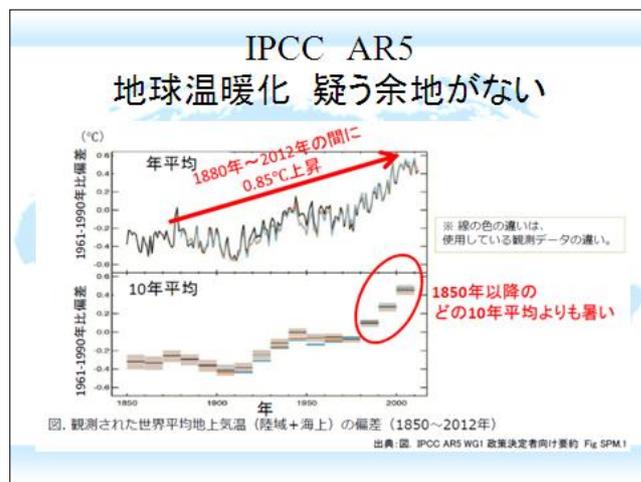


モントリオール議定書はフロン問題に対してうまく機能しました。オゾン層を破壊する原因になったクロロフルオロカーボンはまだ成層圏に残っていますから、90年代の半ばくらいまではまだまだ増え続けるわけですが、1980年以降、ようやくモントリオール議定書の効果が少しずつ表れてきております。タイムラグがありますけれども、現在では原因物質であるクロロフルオロカーボンは少なくなってきております。また、半減期が2倍くらいのものについても、現在ちょうど最大になっている段階ですが、これもモントリオール議定書の効果にしたがって、少しずつ減ってくると予測されています。

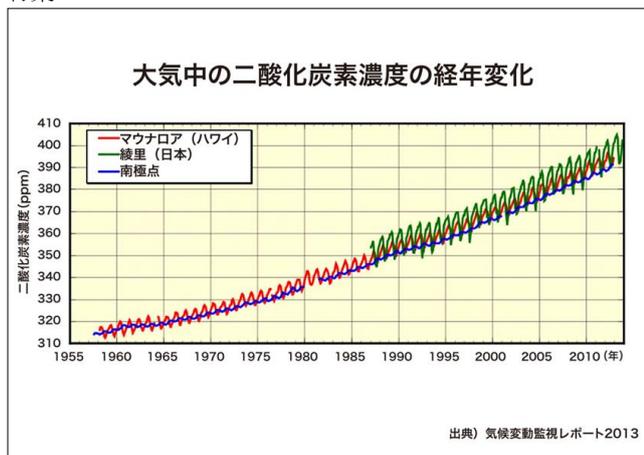


このような取り組みがうまく機能して、オゾン層の破壊物質が抑制され、それに替わって代替フロンが出てきました。ところが、代替フロンはキログラム単位で計算すると、CO<sub>2</sub>よりもより高い温室効果を及ぼすことがわかっています。このため、現在は地球温暖化防止に対応するため、代替フロンではなくノンフロンが推進されているわけです。

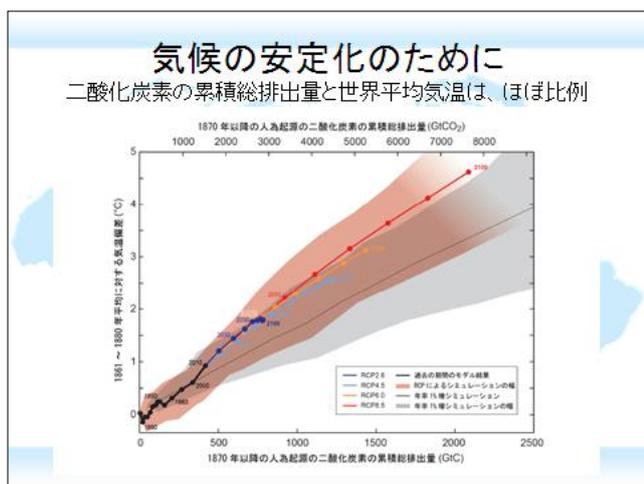
### 5. フロン対策から地球温暖化対策へ



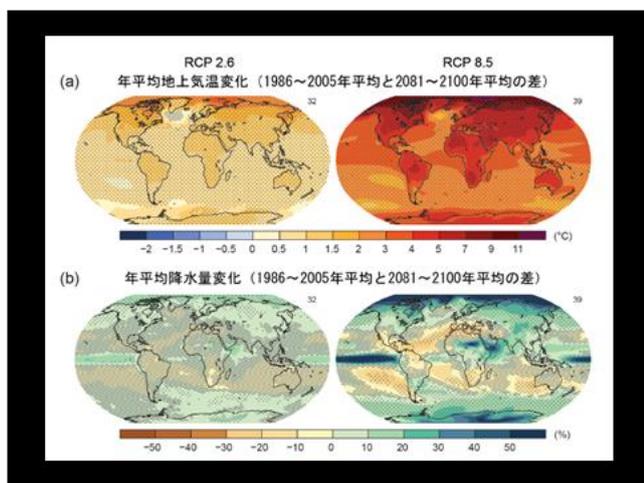
こうしたオゾン層保護の歴史を紐解きながら、それでは、IPCCの第5次報告書に示されているような地球温暖化の問題に対して、科学データをどのように受け止め、科学的な政策の合意形成をどのように図っていけばいいのか、もう一度考えてみようということが本日のテーマであります。



地球温暖化の問題で対象とするガスは、フロンではなく CO<sub>2</sub>をはじめとする温室効果ガスであります。この図は、ハワイ、日本、南極の CO<sub>2</sub> 濃度の経年変化を示したものです。

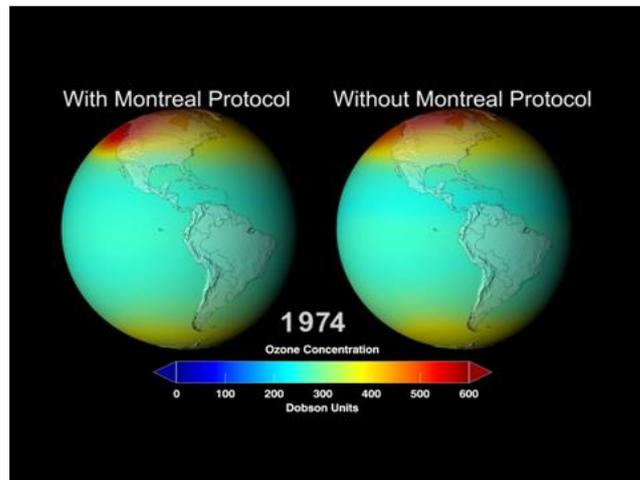


世界平均気温は、CO<sub>2</sub> の累積総排出量とほぼ比例して上がってきております。我々は今まさに、CO<sub>2</sub> やその他の温室効果ガスについて考えなくてはならない時代に生きているのです。



今日の趣旨は、ここに示されているような気温の変化、降水量の変化が IPCC で予測されるなか、国際的

な取り決めによって、地球環境という「グローバル・コモンズ」をどう守っていけばいいのかについて考えてみようということです。



最後に、NASA が作成した興味深いシミュレーションを紹介させていただきます。先ほど申しましたモントリオール議定書がなかった場合を想定し、それがあつた場合に比べて地球のオゾン層はどのようになっていくかを比較したものです。現時点では両者にほとんど違いはありませんけれども、時間の経過とともに変わっていき、2030 年くらいになると、右側、つまりモントリオール議定書を採択しなかった場合はオゾン層の破壊がどんどん進み、2065 年にはオゾン層は破壊し尽されていただろうと想定されています。

ご清聴どうもありがとうございました。

講師プロフィール

福井 弘道 (ふくい ひろみち)

名古屋大学在学中は、主に環境アセスメントや地域環境のシミュレーション等環境問題について研究活動を行い、その後、環境コンサルタントやシンクタンク等に研究活動の場を移し、都市、地域や国土の計画課題や生態環境計画等の研究や政策立案に従事。慶應義塾大学に転じてからは、さらに空間情報システムを活用した各種の政策の解析と立案、新しい社会システムの検討を行う。2011年4月より中部大学中部高等学術研究所副所長に就任。当センター理事長。

〔講演記録〕

不要になったガスの捨て場  
～処理能力を超えて捨てられたフロン～

滋賀県立大学理事／名古屋大学名誉教授 岩坂 泰信

ご紹介いただきました岩坂でございます。我々は、日ごろ不要になったガスを何の気兼ねもなく捨てていますが、今日はそうした大気中に「捨てる」ことの意味について、フロンを題材にして考えてみたいと思います。

1. 大気中に「捨てる」とは

人間の活動は  
様々なものを排気(大気中に捨てる)する  
ことで成り立っている

最近では  
「ベント」と言うハイカラな言葉で  
放射性物質を含むガスが捨てられた

フロン問題は  
何気なく行われている排気という行為が  
どのようなものかを考える契機になった

人間の活動は、排気という行為を常に伴っております。オナラというのも排気の例です。ごくごく最近の例では、「ベント」という言葉が使われました。これは福島第一原子力発電所の事故が起きた時、格納容器の圧力が高まったため、高濃度の放射性物質を含んだガスを外に放出したということであり、要するに大気中に排気したわけです。フロンの問題は、こうした「不要になったガスは捨てる」という行為と結びついていると思います。ただし、捨て方にもいろいろとあって、オナラはなるべく人のいないところで捨てるというルールがあります。これに対して、何も気にしないで捨てていいというものもあります。かつて、フロンは

何も気にしないで捨ててもいいという夢のような物質でした。というのは、極めて反応性に乏しく、人間にとっても生理学的見地から見れば、まったく無害の物質だったのです。使用后、ご用済みになったら何も気にしないで捨ててしまってもいいということであれば、非常に便利なものです。それでは、そもそも我々は大気中に「捨てる」という行為に対して、どういう感覚でいるのかということについて、フロンを題材に改めてじっくりと考えてみたいと思います。

2. 酸素とオゾンと私たちの暮らし

不要になったガスを廃棄すれば  
初めのうちは近くでフワフワと...

そのうち地の果てに流れ...

初めこそ近くに...

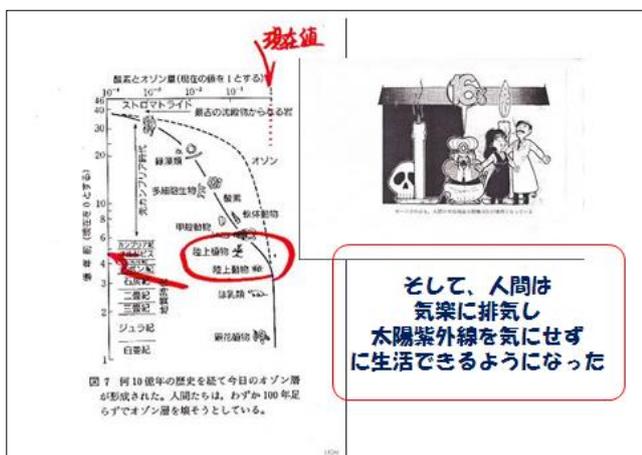
不要になって捨てたガスは、その当初は近くに漂っていますが、そのうちにどこかに行ってしまいます。まさに「どこか」に行ってしまうのですね。具体的にはよくわからない「どこか」、自分とは無関係な「どこか」に行ってしまいます。いつの間にか、人間ひとりひとりが、あるいは社会全体がそのように考える癖がついてしまっているのではないかと、そのように思っています。

**「排気」を可能にしたのは**  
 ✓酸素が豊富  
 ✓活発な空気の運動

**酸素が豊富な地球の大気は  
 太陽の紫外線(UVC)を吸収し  
 オゾン層を作りだした**

正確には  
 酸素がUVCを吸収し(生成)  
 オゾンがUVBを吸収して(消滅)  
 バランスして定常的なオゾン層が生まれる

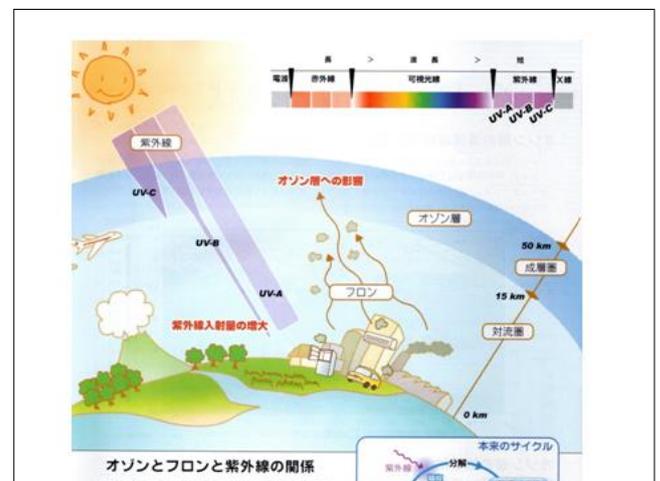
地球が進化する過程で比較的たくさんの酸素を含む大気圏ができ、さらに太陽紫外線をエネルギー源とする酸素の光化学反応を通して、大気圏にオゾン層が出現したのです。使ってオゾン層というものを作り出しました。要するに、オゾン層というのは酸素があって、しかも太陽紫外線があって初めてできるものです。酸素が紫外線Cを吸収すると、それをエネルギーとしてオゾン層ができます。また、紫外線には紫外線Bと呼ばれるものもありまして、オゾンはこれを非常によく吸収します。しかし、それを吸収する時にオゾンは壊れます。つまり、オゾンは酸素を材料にしながら、紫外線Cをエネルギー源として吸収して生成され、紫外線Bを吸収して消えていくという構造を持っているということです。ですから、オゾン層がいつも安定して存在するためには、生成されるプロセスと消滅するプロセスがバランスしていることが必要なわけです。空气中に酸素が豊富にあったことは、不要になったガスを気軽に捨てられるようになったことと非常に密接な関係にあります。オゾン層が地球上に現れたこととも深い関係があるわけです。



このスライド左側の図の縦軸には、今から何年昔かという数字が書いてあります。単位は億年ですから、西暦 2014 年という年代はとてもこの図の中に書きこめません。横軸には酸素とオゾンの量が書いてあります。現在の量を 1 として、その 1/10、1/100、1/1000 といった書き方がされています。現在のオゾンの量とほぼ等しい量のオゾンが出現し始めたのは、今からおよそ数億年前です。この図を見てたいへん興味を持たれるのは、オゾン層が現在とほぼ同じくらい出来上がった時期に、植物や動物が陸上に進出し始めていることです。生物の陸上生活を可能にしたのはどうやらオゾン層の出現ではないか、もっと言えば、地球の大気に酸素がたくさんあったからそれが可能になったと考えられます。ちなみに、現在の地球の空気には酸素が 20% くらい含まれていますが、一般的に 4% くらいまで低下すると息苦しくなったり、頭が痛くなったり、眠くなるといった症状が起きると言われています。

こうした時間軸で見ると、人間はうんと新しい時代に登場しております。人間が地球上に出現した頃は酸素の量も十分、オゾンの量も十分であって、不要なガスは気軽に排気すればなんとかなる、紫外線は全然気にしなくてもよい、そうした環境のもとで人間は生活し始めたと言えます。

### 3. フロン悪役説

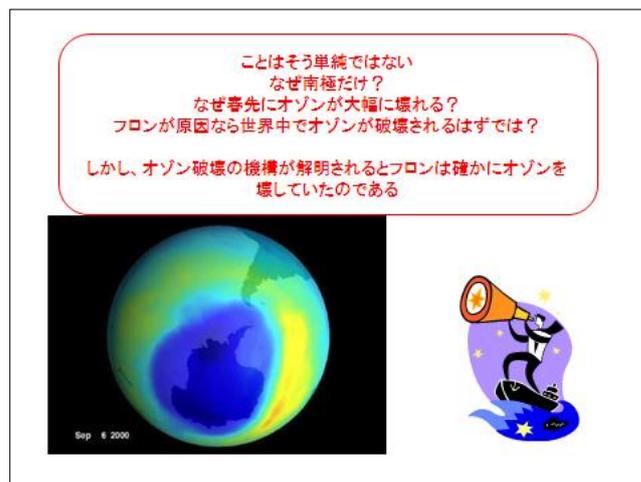
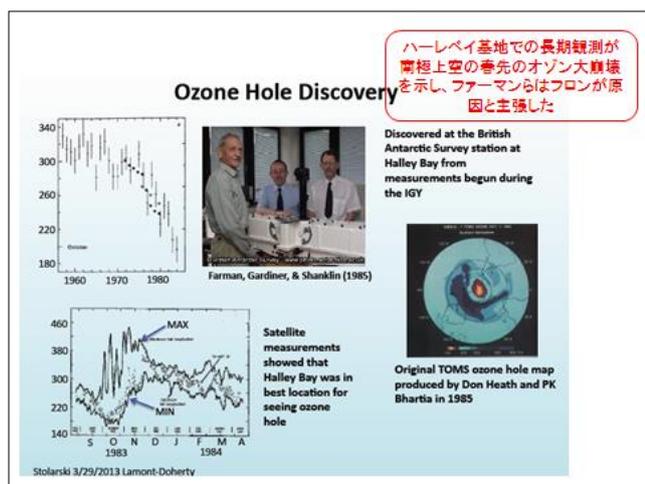


これは、オゾンとフロンと紫外線の関係についてまとめた図です。先ほど福井先生からもその説明がありましたので、ここでは簡単に説明をします。

太陽から紫外線がやって来ます。紫外線はA、B、

Cという3つの種類があります。これは主に医学関係の分野で作られた分類ですが、先ほど言いましたように、紫外線Cはオゾンを作る時に貢献するものですが、上空の方で吸収されて地表近くにはやってきません。紫外線Bは、少し高い山に登るとある程度の量が観測されるものであり、稀に地上近くまでやってきます。紫外線Aと呼ばれているものはかなり頻繁に地上にやってきます。これらのうち、人間の健康に大きく影響するのはBであると言われています。そして、オゾン層が薄くなってくると、だんだんその染み出す量が増えてくることになるわけです。

としてまとめられていました。ところが、ハーレのステーションからは観測は行っているという報告だけで、10年くらいデータが全く出されませんでした。ところが、突如「Nature」という科学雑誌にこのような図が出されました。オゾンの減り方がフロンの濃度の増加と非常によく似た傾向にあるということで、彼らはフロン悪役説を雑誌に初めて出しました。これがフロン悪役説を観測事実をもとに主張した最初の見解で、世界中が驚きました。



さて、フロンのどうやらオゾン壊しに関わっているのではないかという話があちこちから出始めた時、抵抗がありました。フロンは何と言っても、とても便利でありがたいものであり、悪者にされても簡単に止めることはできないものでした。ところが、1984年に南極の上空でオゾン層が広範囲で壊れているとする論文が出されました。上の図がその時のデータを示したものです。イギリスのハーレーという基地のデータを整理したもので、南極では春先になるとオゾンがどんどん減っています。しかも、その減り方は年を追って激しくなっているという結果です。中央の写真に載っているのは、その論文の第一著者になったファーマンです。彼は、我々がバス（BAS）と略して呼んでいるBritish Antarctic Surveyという、イギリスの軍や大学が共同で南極観測を担当している調査機関の責任者でした。当時、赤本と呼ばれていた表紙の赤い本がありまして、そこには世界のオゾン濃度の観測を担当している機関から出されるデータが月間のレポート

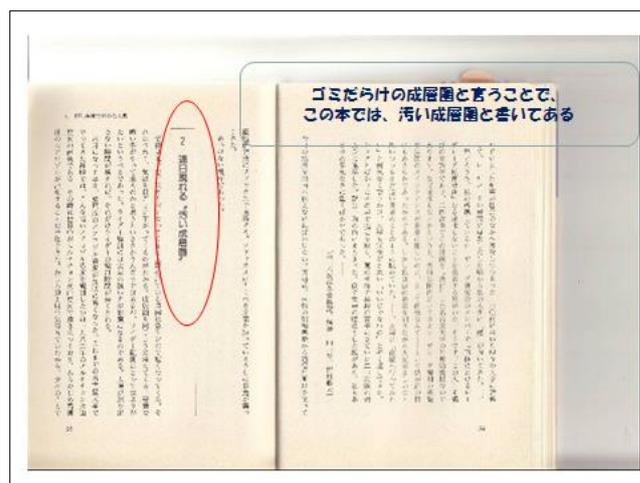
しかし、ことはそう簡単ではありませんでした。つまり、オゾンが壊れるのはなぜ南極なのか、フロンを一番多く出しているのはアメリカではないか、アメリカの上空はどうなっているのか、といった素朴な疑問が出されました。しかも、オゾンが破壊されている状況は南極の春にしか見られませんでした。季節が進行して、夏、秋になっていくと、大きな変化とは言えない幅の中に入ってしまい、南極だけがことさら濃度が低いという状況にはならなかったわけです。フロンが壊れている状態は南極の春にしかないわけですから、フロンが悪いと言ってもそう簡単に片づけられる問題ではないことがよくわかります。

上の写真は、NASAが発表している資料のひとつで、2000年9月のある日の南極上空を写したものです。9月は南極では春にあたります。私たちが住んでいる北半球では秋ですが、南極はこれとは季節が逆になります。この写真から、オゾン層の濃度の低い場所が南極大陸をカバーするくらいの面積にまで広がっていることがわかります。

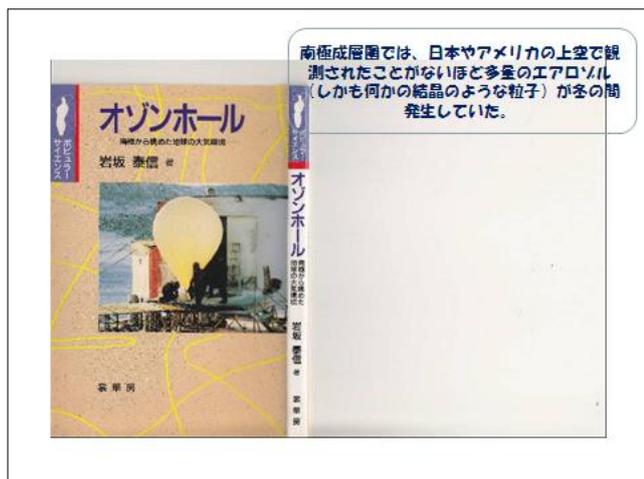


オゾンがどうやって壊れ、オゾンホールがどのようにできていくのかというプロセスまで含めてわかったのはその後しばらくたってからのことです。ファーマンの論文はまだ世に出てはいないけれども、その噂が世界中を走っていた頃、私はちょうど南極にいました。私は24次観測隊に所属していましたが、23次隊がオゾンを観測したデータがヨーロッパで引っ張りだこになっていました。私も気象の担当者からオゾン濃度が非常に低いことを聞きました。通常の値と比較して相当低い状況でした。その原因について、最初に疑われたのは機械の整備不良ではないかということでした。しかし、どうやらそうではないことがわかり、前年のデータを全部見てみると、前年のこの時期も低い値であったことがわかりました。それで、「よかったね」という話で終わりにになりました。このあたりが「Nature」に論文を出したファーマンと違うところです。ファーマンは10年間レポートを出さなかったことが幸いしたのだと思います。10年間の結果を並べてみて初めて、オゾンがどんどん減っていることがわかったということです。

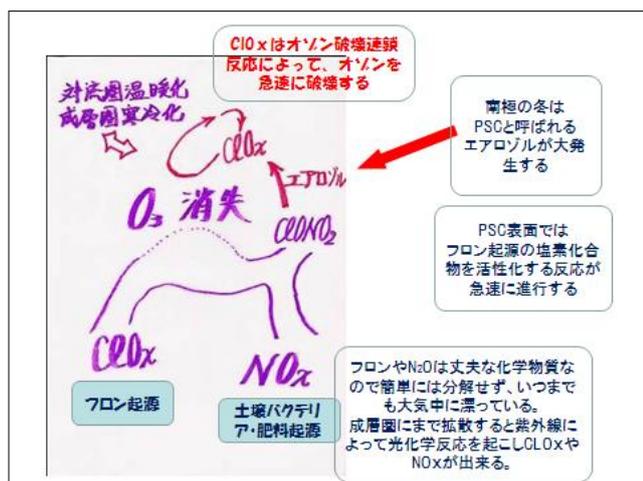
私の観測結果もある意味で偶然が幸いしたと言えらるのですが、私が南極にいた頃、PSCと呼ばれる極特有の小さな粒子が成層圏にたいへん多く発生していました。今まで日本やアメリカで観測された（私が南極に持ち込んだ装置は、当時、世界中で20台ほど運用されており、その多くはアメリカと日本に設置され、上空を監視していた）ことがないほど大量のエアロゾルが冬の間浮かんでいたわけですね。そのことについて、昔本に書いたことがあります。勘のいい人はこのへんで、冬に何かが起こって春にオゾンが壊れるというふうにつながっているのではないかとわかったのでしょうかね。



当時私が出した本の中に「連日現れる“汚い成層圏”」という章を設けてあります。これは成層圏にたくさんのエアロゾルが発生していたということです。このことが、なぜ南極でしかも春に急速にオゾンが壊れるのかということを見出す大きなきっかけになりました。



#### 4. オゾンが破壊される仕組み



ややこしくなってしまうので簡単に説明します。地上から成層圏までいくと、少しずつ紫外線の強さが増していきます。フロンは成層圏まで行って初めて紫外線によって破壊されます。そこまで行かないと破壊されません。フロンが分解されると、塩素酸化物が大量に発生します。この塩素酸化物はオゾン急速に壊していきま。フロンがあると成層圏で塩素酸化物ができ、塩素酸化物はオゾンを壊すというシナリオはこれまでいろいろな形で語られております。ローランドが主張した「フロンがオゾン壊す」というシナリオはそういうことです。ところが、実はもうひとつのシナリオがあります。それは土壌から出てくる亜酸化窒素 (N<sub>2</sub>O) と呼んでいるガスです。そのガスの濃度が高いと顔面神経痛のような笑った顔に近い表情になってしまうため、日常生活の中では「笑気」と書かれることがあります。地面からはこの亜酸化窒素がたくさん出ております。発生源は土壌中のバクテリアです。窒素肥料を投入するとバクテリアの働きによってそれが発生すると考えられています。つまり、オゾン壊す物質の一方はフロン経由、もう一方はごく自然の植物の活動や動物の遺骸からも出てくるものです。人間もたくさんの肥料を撒いていますので、人間の影響が全くないとは言いきれませんが、フロンのように100%人間のせいとは言えないガスです。この亜酸化窒素は成層圏に行くと、光化学反応で窒素酸化物を作ります。この窒素酸化物もオゾン壊すことが可能です。このようにプレイヤーが二人いるわけです。しかし、これらが一緒になると (化学反応すると)、非常

に安定した物質になります。つまり、フロンによるオゾン破壊はここでストップするわけです。かつてはこういう状態でした。ところが、南極では成層圏に非常にたくさんの微小粒子が発生します。調べてみると、水が圧倒的に多く含まれる氷の粒で、その中にいろいろなものが入っていると考えられます。P が Polar (極)、S が Stratospheric (成層圏)、C が Cloud、雲、極成層圏雲という名前を持ったエアロゾルで、略してPSCと呼んでいます。これが大量に発生すると、安定していた塩素化合物はこの物質の表面で再び反応を活性化させ、窒素分はそのPSCの中に取り込まれてしまいます。フロン起源の塩素酸化物はいったん逮捕されますが、このエアロゾルが出てくると釈放されてしまいます。オゾン壊す悪役の釈放が冬の間、どんどん起き始めるわけです。こういう仕組みで南極の春に大量のオゾンの破壊が進むというわけです。PSCは寒くないとできませんが、南極ではとても寒い成層圏が登場しますので、そこで初めてPSCができます。

このようなプロセスがわかったことで、春先になぜ急速にオゾンの破壊が進むのか、また、破壊の進行がなぜ南極特有であるのかがわかりました。同時に、フロンが確かにオゾン層破壊に関連していることもわかりました。

#### 5. オゾン層の破壊による影響



これは当時しばしば登場した写真のひとつで、「NATIONAL GEO GRAPHIC」にも載っています。写真に映っているのは人間の横顔で、この人が持って

特集

いる三角形のものはプラスチックでできた鼻です。紫外線がよく当たる頬骨や鼻の頭、額あたりに皮膚ガンがよくできるのですが、この人は鼻にできてしまいました。そこで、鼻をばっさりと切ってプラスチックで成形した鼻を作ってもらい、今鏡を見て装着するところです。これは、オーストラリアで見られた事例です。オゾンホールが存在が問題視され始め、ようやく世界がその原因が紫外線であったと認識し始めた頃の写真です。それまでは風土病ではないかという考えが一部にあったと言われております。とりわけ入植した白人によく発生したことから、それ以前からいた原住民はその病気に強く、後から来たイギリス人は弱くてそれに罹るのではないかとされました。後になって、どうやらこれは紫外線の害だと言われるようになりました。



このような写真が世界中に流れると、瞬間に紫外線防護用クリームというものが販売されるようになりました。現在では、誰もがこういったものを顔や手に塗って夏場を過ごすようになっておりますが、紫外線の問題が話題になり始めた頃には、化粧を禁止された女子高校生が化粧品ではなく医療品だと称して紫外線防護作用のある口紅を使っていたという笑い話がありました。この新聞記事はその当時に彷彿とさせる化粧品メーカーの広告です。私のところにも「オゾンホールの問題はあと何年続くのか」と化粧品メーカーの担当者が尋ねて来たことがありました。

6. フロン回収の取り組みとオゾン層の回復



オゾン破壊の原因物質がフロンであることが分かると、各メディアはフロンガスを追放するキャンペーンをあちこちで張りました。新聞記事に「各国で開発競争火ぶた」と書かれていますが、業界はオゾン層を破壊するとされたフロンに代わる代替品を作ることへと一気に流れていったわけです。

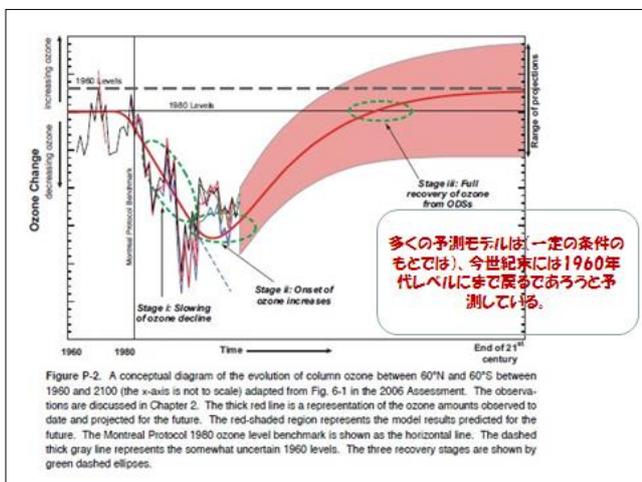


一方で、現在使われているフロンの回収にも動き出しました。フロンは一旦外に出るとたいへんなことになるため、フロンを回収しようというわけですが、こちらの方は難しく、なかなか進まない状況にありました。



左側は 2000 年の新聞記事で、「南極成層圏のオゾン激減」とあります。右側は比較的新しい記事でして、2011 年の新聞記事です。今から数年前のもので、オゾンホールは南極だけではなく、北極にも出現しているのではないかとというニュースが出ました。気象条件がそろると、南極に出るオゾンホールに似た状況が北極でも生じることが知られています。

現在、オゾンについては、次のように言われています。フロンはオゾンを破壊する。破壊をされている主な場所は南極であり、オゾンが少なくなった南極の空気は夏場になるといろいろなところに流れ出していく。そして地球全体のオゾン濃度を低下させていく。このように考えられています。



今世紀の末くらいになると、地球の極を除いた、北緯 60 度から南緯 60 度くらいあたりでは、オゾン濃度は概ね 1960 年くらいのレベルにまで戻るのではないかとされています。このことは、コンピュータでいろいろなシミュレーションが行われ、研究者間で概ね合意がされています。もちろん、予測はあくまで予

測であってどうなるかはわかりませんが、フロンの影響が今世紀末にはなくなるということは、逆に言えば、フロンの影響がなくなるには、そこまで待たなくてはならないということです。

再び、先ほどお見せしたファーマンのスライドです。彼らは 1980 年代にこの論文で初めてオゾンが破壊されている状況を世界に発表しました。その後、いろいろな努力がなされ、その結果、オゾン層がもとに戻るのはどうやら今世紀の末であるという予測ですから、回復までにだいたい 120 年くらいかかることとなります。このことはたいへんなメッセージを我々に伝えていると言えます。つまり、ひとつの過ちを回復するのに自分たちの世代だけでは解決しきれず、次の世代、もしくはまたその次の世代にまで借金を持ち込む可能性があることを示しているわけです。福井先生はフロンに対する取り組みは比較的上手くいった例として話をされました。しかしながら、上手くいった例にしてこのような状況です。負債がどれだけ残っているかを読めるということはたいしたことだと思いますけれども。

## 7. オゾン層保護の取り組みの歴史

**ウィーン条約／モントリオール議定書**

**ウィーン条約の主な内容**

(A) オゾン層の変化により生ずる悪影響から人の健康及び環境を保護するために適当な措置をとること(第2条第1項)  
 (B) 研究及び組織的観測等に協力すること(第3条)  
 (C) 法律、科学、技術等に関する情報を交換すること(第4条)等について規定

**モントリオール議定書の主な内容**

(A) 各オゾン層破壊物質 (ODS: Ozone Depleting Substances) の全廃スケジュールの設定(第2条のA~H)  
 (B) 非締約国との貿易の規制(規制物質の輸出入の禁止又は制限等)(第4条)  
 (C) 最新の科学、環境、技術及び経済に関する情報に基づく規制措置の評価及び再検討(第6条)等について規定

それでは、オゾン層の破壊という事実を突き付けられた社会、都市、あるいは我々がどのように対応してきたのか、ざっと見ていきます。

ウィーン条約、モントリオール議定書というものがありました。ウィーン条約の主な内容のうち、(C)を見て下さい。「法律、科学、技術等に関する情報を交換すること」とあります。しかしながら、「情報を交換」さえすれば、それに対応して人間はいいように働いてくれるかというとなかなかそうはいきません。次にモントリオール議定書です。同じく(C)に、「最新の科学、環境、技術及び経済に関する情報に基づく規制措置の評価及び再検討」とあります。「規制措置の評価」をしよう、「再検討」もしよう、とあるように、もはや我々がやらなくてはならないことを「取り決め」にしなければいけない時代に入ってきました。これはオゾンに関するものであり、大気全般を見渡したものではありませんが、我々が抱えている問題の一部を見せてくれているように思います。

**オゾン層保護対策のこれまでの経緯**

**海外**

- カリフォルニア大・ローランド教授がオゾン層に対するフロンの影響を指摘 1974年
- オゾン層の保護のためのウィーン条約採択 1985年
- オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書採択 1987年

モントリオール議定書  
6度の規制強化

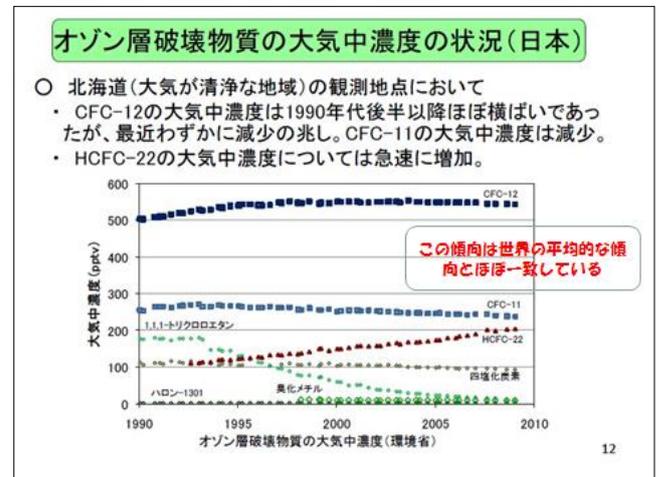
1990年 ロンドン  
1992年 コペンハーゲン  
1995年 ウィーン  
1997年 モントリオール  
1999年 北京  
2007年 モントリオール

- ほぼ全ての国(196か国+EU)の参加に(モントリオール議定書) 2009年

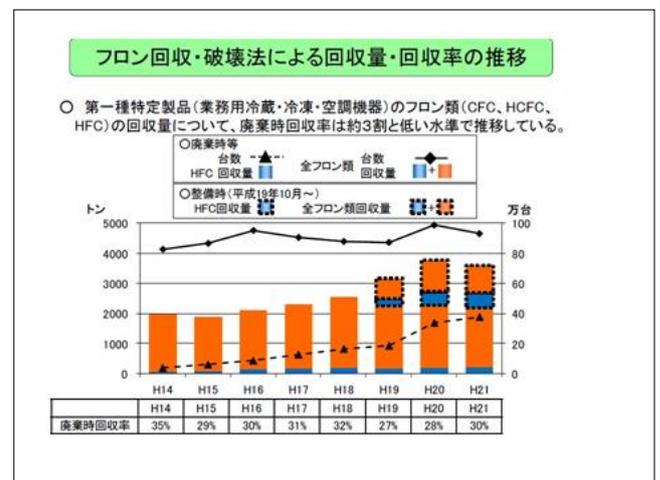
**国内**

- オゾン層保護法 成立
- モントリオール議定書 加入 1988年
- 家電リサイクル法 成立 1998年
- フロン回収・破壊法 成立
- 自動車リサイクル法 成立 2001年
- フロン回収・破壊法 改正 2002年
- フロン回収・破壊法 改正 2006年
- フロン回収・破壊法 改正 2009年

ウィーン条約が結ばれたのは、ファーマンの論文が出された直後でした。そして、2009年にはほぼすべての国がモントリオール議定書に参加しています。この間、何度も規制が強化され、それを受け日本でも「フロン回収・破壊法」の改正が行われています。



これは大気中のフロンの濃度がどう変わってきているかを示したもので、北海道の例です。ある時期にピークを示し、少しずつ下がっています。一方、代替フロンと呼ばれているものはどんどん増えています。



これはフロンの回収の推移を示したものです。回収率を見て下さい。だいたい3割くらいしか回収できていません。

8. 地球温暖化問題とフロン



何の因果か、人間は酸素をたくさん含んだ空気とつきあう中で、ガスは排出してしまえば自然に酸化反応が起こり無害になると考えるようになりました。また、ものを燃やすと CO<sub>2</sub>が出ますが、それもどんどん捨てています。こうして不要になったガスは捨ててもいいと考える癖がついてしまい、フロンの問題が生じたということをお伝えしたかったわけです。

今日はフロンについてオゾン層の破壊と関連づけて話をしましたが、フロンは新たに温暖化問題の点からも注目されています。2014年に環境省が作った「オゾン層を守ろう」と題するパンフレットでは、そのサブタイトルに「地球温暖化防止のためにもフロンの放出を抑えよう」と書いてあります。どうやらオゾン層の保護ともうひとつ、地球温暖化防止の観点からもフロンを見ていかねばならない時代に入っていると言えるのだらうと思います。

長時間、ご清聴どうもありがとうございました。

講師プロフィール

岩坂 泰信 (いわさか やすのぶ)

1941年、富山県生まれ。東京大学理学部物理学科卒業。東京大学大学院理学系研究科地球物理専攻博士課程修了(理学博士)。

主に熱圏下部におけるエネルギー収支について研究。専攻は、大気物理学、大気環境計測学。

1971年、名古屋大学理学部助手。1977年、名古屋大学水圏科学研究所助教授(降水物理部門)。1989年、名古屋大学太陽地球環境研究所教授を経て、2001年、名古屋大学大学院環境学研究科教授。2004年12月、金沢大学自然計測応用研究センター教授、2007年4月より同大学フロンティアサイエンス機構特任教授。その間、名古屋大学太陽地球環境研究所附属佐久島観測所長、同研究所附属共同観測情報センター長など歴任。また、英国アップルトン研究所客員研究員、第24次南極地域観測隊隊員、独立行政法人大学入試センター客員教授(研究開発部)などを務める。公職、独立行政法人日本学術振興会特別研究員等専門委員(平成20~21年度)他多数。現在、滋賀県立大学理事、名古屋大学名誉教授を務める。

# 〔講演記録〕

## 地球共同体と環境問題 ～地域と地球をつなぐ～

総合地球環境学研究所 名誉教授 秋道 智彌

私はオゾンの専門家ではなく、京都で環境問題について研究を行っておりまして、今日のキーワードは共同体、「コモンズ」の発想です。

1968年にG.ハーディンというアメリカの学者が、みんなが使えるように土地を共有地として開放したら、安売りのスーパーマーケットのように一気に争奪戦が始まり、喧嘩をしようが、怪我人が出ようが、物がなくなろうが誰も責任をとらないからそれはよくないとして、国有化あるいは私有化して管理するしか方法はないと主張しました。ところが、国有化すると、誰がそれを管理するのか、警察なのか、他の権力か、処罰はどうするのかといった問題が生じ、コストが高くついてしまいます。一方、私有化すると、駅前開発と同じで所有権などがものすごく面倒になります。どちらも問題があるということで、一昨年ノーベル経済学賞を受賞したE.オストロムというインディアナ大学の女性の先生が、共同体という考え方を出しました。それが1990年のことですから、今から24年前になります。

### 1. 「コモンズ」論と負債

#### 環境問題への視点(1):コモンズ論と負債

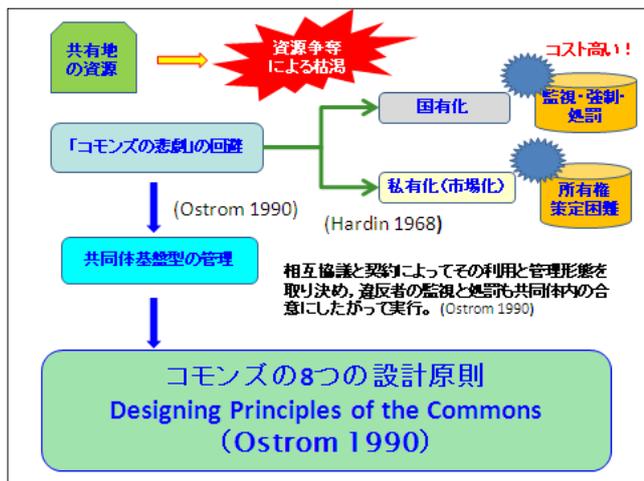
- 1. コモンズ論 「コモンズ」の悲劇論[Hardin 1968]とアンチ・コモンズ論[Heller 1996]
- 2. ローカル・コモンズとグローバル・コモンズ [秋道 2008]
- 3. 権利の束論[Ostrom 1990]から他者の権利への視座

今日は環境問題のうち、特にフロンについて、「コモンズの悲劇論」、「ローカル・コモンズ」と「グローバル・コモンズ」、「権利の束論」といったところから考えてみたいと思います。

コモンズ=みんなのもの ↔ 誰のものでもない

#### コモンズの類型

- ローカル・コモンズ: 地域のもの  
共有林、地域の広場、採草地、牧畑(隠岐)
- パブリック・コモンズ: だれでも利用できる  
公園、親水空間、図書館、博物館、国立公園
- グローバル・コモンズ: 地球全体のもの  
循環する水、野生動植物、世界(自然・文化)遺産
- フロンという負の財産は？

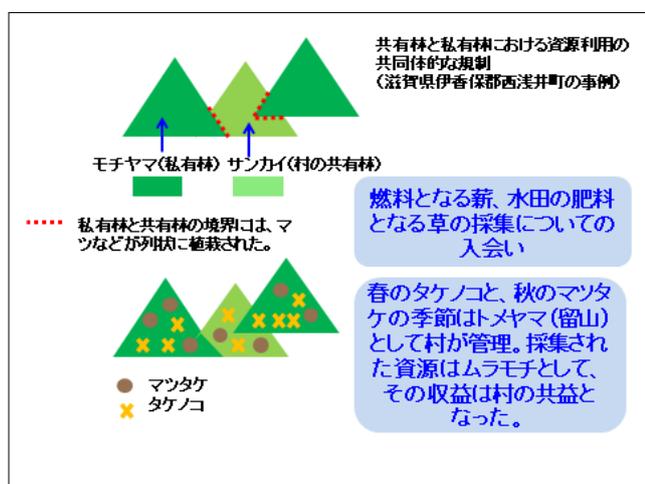


「コモンズ」とはみんなのもので、逆に言えば、誰のものでもないと言えるかもしれません。少し昔の話になりますが、石油革命の以前では、各村々に共有

林がありました。地域で共有するこのような資源は「ローカル・コモンズ」と言い、柴を採ったり、牛や馬の飼料にする草をみんなで集めて山分けするということが行われてきました。

もう少し規模が大きくなりますと、「パブリック・コモンズ」というものがあります。「パブリック」ですから公の場であり、例えば、名古屋城などの公園、図書館、博物館といったものがこれにあたります。これらはある程度の条件を守れば誰でも利用できます。犬を連れて行ったら糞をとりなさいとか、ドンチャン騒ぎをしてはいけないなどのルールはありますが、それを守れば誰でも利用できます。それが「パブリック・コモンズ」です。

さらに規模が大きくなると、「グローバル・コモンズ」です。「グローバル・コモンズ」とは、地球上を循環する水や野生の動植物、世界遺産などですが、これらはいったい誰のものか、誰が管理をするのかといったことが問題になります。ひとつには、世界で言えば国連、日本では環境省や国土交通省など共同で管理するという方法があります。それでは、フロン問題はどのように考えたらいいかというのが今日の話のポイントでございます。



これも昔の話ではありますが、「ローカル・コモンズ」の例です。滋賀県の北部に位置する西浅井町の話です。村に私有林と共有林があり、私有林は個人の所有ですから所有者個人が利用します。一方、共有林にはみんなで薪や草を採りに行きます。ここまでは何の問題もありません。ところが、両者の境界に松の木が植えられ、商品経済が入ってきますと、共有林のマツ

タケやタケノコはみんなで採って分けようということになりますが、私有林に生えているマツタケやタケノコも土地の所有者が勝手に自分のものにしてはいけない、みんなで採りに行って山分けをし、売って得たお金は村の共益金、つまり村の道路をよくしたり、カラオケをするための建物やゲートボール場をつくったりと、共益目的に使うと決められていました。これは昔の話ですが、村の「コモンズ」と言っても、いろいろな制約があったという例です。

**アンチ・コモンズ論 [Heller 1996]**

**“The Tragedy of the Anti-Commons”**

ある特定の資源をめぐってきわめて多くの利害関係者(企業や個人)がその利権を主張するために、効率的な交渉が困難となり、その結果、特許化された技術の利用や特定の場所(道路とか空港、鉄道路線)の利用が妨げられる現象。

Hardin説のミラー・イメージ

Under-Use ↔ Over-Use

もうひとつ例を示します。去年、国際コモンズ学会が山梨県の富士吉田市でありました。富士山が世界遺産になる2週間ほど前のことですが、私が議長を務めまして、マイケル・ヘラーさんという人をニューヨークから招きました。ヘラーさんは1996年に、先ほどお話しした、使いすぎによってみんなが悲劇になるというオーバーユースの反対の話である、アンダーユースの問題を「アンチ・コモンズの悲劇」として論文に書きました。これは、ある特定の資源に対して、いろいろな人が権利を主張するあまりに、その資源をどのように効率的に使うかという議論ができなくなり、結局何もできないという、まさにオーバーユースの反対のアンダーユースの現象です。ハーディンの「コモンズの悲劇」に対して、それを鏡でみた逆の像とお考えください。現在、これに相当する問題が日本でも、世界でも起きています。

1. 土地の収用権(Eminent Domain)。道路や鉄道を建設する場合、その土地を収用する権利が必要と考えられてきた。適用できる法律のない場合、立ち退きを拒否する個人が登場する。
2. 空港や道路の大渋滞現象(Gridlock)では、航空会社が自社の空港使用料を払うので、渋滞は日常茶飯事となる。連休に高速道路が大渋滞を起こす場合、多くの個人が高速道路料を払うので、渋滞の責任は誰も取らない。
3. iPS細胞を使った新薬や研究のために熾烈な研究競争が起こるとして、特許出願などで規制や条件がありすぎると、新規の研究を抑制し、研究の進捗が大幅に遅れる。

例えば、名古屋鉄道がどこかに新しい路線をつくらうとして、土地の収用権を国土交通省から得てそれを行使すれば、土地所有者が立ち退かないと主張しても、収用権によって強制的に立ち退かせることができます。しかし、こうした権利が設けられておりませんと、立ち退きを拒否する人が出てきます。そうなると、鉄道会社の立場からすれば、新しい路線をつくることができず、近隣の住民や通勤、通学に利用する人たちが困ることになります。

二つ目の例は、渋滞の問題です。年末年始やお盆の時期には、中央高速道路が非常に混みます。民主党政権の頃は高速料金を無料にしましたが、料金を高く設定しても、それでもかまわないと言って高速道路をみんなが利用したら大渋滞が発生し、塩尻から名古屋に帰るのに8時間もかかってしまうことがあります。こんなに時間がかかるのなら、JRを利用した方が速いですよね。このようにみんなが迷惑を被ることになるわけです。

最後の例は、iPS細胞です。もしも京都大学の山中伸弥教授がiPS細胞を使った医薬品の特許にもものすごく厳しい条件をつけたら、新たな研究をして論文を書こうとか、新薬を開発して癌の人を救おうとする人はいなくなります。あまりに高すぎると、みんなやる気がなくなってしまい、新しい展開、医学の進歩がなくなってしまうわけです。

こうしたことが「アンチ・コモンズ論」の指摘する現象です。それでは、誰がそれをコントロールするのかということが「コモンズ論」の研究において問題になりました。

## エネルギー・コモンズの未来

1. 福島原発の事故以降、国のエネルギー政策をめぐる議論が活発化
2. エネルギーのもととなる化石燃料(石炭・石油・天然ガス・メタン水素・バイオ)、水力、風力、波動力、バイオ(トウモロコシ、サトウキビ、海藻 etc.)
3. エネルギー資源の国有化と市場化
4. 風、水、波はもともと誰のものでもない。越境性が顕著(トランス・バウンダリー: Trans-boundary)
5. エネルギー資源は誰のものか?誰が管理するのか

福島第一原子力発電所の事故以降、国のエネルギー政策をどうするのかという議論がありますが、九州の川内原発では再稼働させようとする動きがあります。静岡県の浜岡原発についてもどう判断するのか、私も注目しておりますが、エネルギー源は原子力の他にもたくさんあります。例えば、化石燃料ではペルシャ湾岸諸国から運ぶ時にはそれらの国との関係がありますが、風、水、波については一体誰のものなのか、誰が管理するのかということが問題になります。私たちはこういった問題を研究してきておりまして、今日はこれをフロンで考えようということでもあります。

### コモンズ論と「権利の束」での問題

- 利害関係者(ステークホルダー)の範囲の設定  
加害者のみ、被害者のみ、加害者と被害者  
意識下にある人、意識下にない人(関係ないと考えている人)
- 恩恵と災禍のトレードオフ関係  
生物多様性の保護と経済発展  
海洋から受ける恩恵と津波災害(海はきらいだ)
- 新しい発想からの取り組み  
現在の利益と未来の負債(次世代に悪影響がおよぶ)  
関係のない人もあまねく影響を受ける(地球規模の危機感)  
ネット情報のように、誰がどのように使うかが予測できない。

そこでヒントになるのが、フロンを出した人やフロンによって影響を受ける人は、加害者なのか、被害者なのか、あるいは両方なのかということです。また、フロンの問題について知っている人、知らない人、問題意識の高い人、自分には関係ないと考えている人などいろいろな考え方の人がいるわけです。そういう人をどう捉えるのか、つまり、恩恵と災いをどう考えるかということです。

一般的に、恩恵を受けたら災害が起こった場合でもそれは仕方がないと受け止めますが、あの人は得したけれども私は損をしたというように、私たちは非常にセンシティブに損得を考えがちです。では、フロンの場合はどうでしょうか。現在、私たちは冷蔵庫やエアコンを使うことによって、快適な暮らしを享受しています。ところが、その快適な暮らしのつけは、次世代、3世代先にまで負債として残してしまうことになっています。私はこれがひとつのポイントだろうと思います。

## 2. 因果論と波及効果

### 環境問題への視点(2):因果論と波及効果

- 風桶論(一般論)
- 偏西風と局地的豪雨(2014年8月)
- エルニーニョ(El Niño)と大豆・トウモロコシ
- 海洋生物のレジーム・シフト
- オゾン・ホールと南アフリカの気候変動

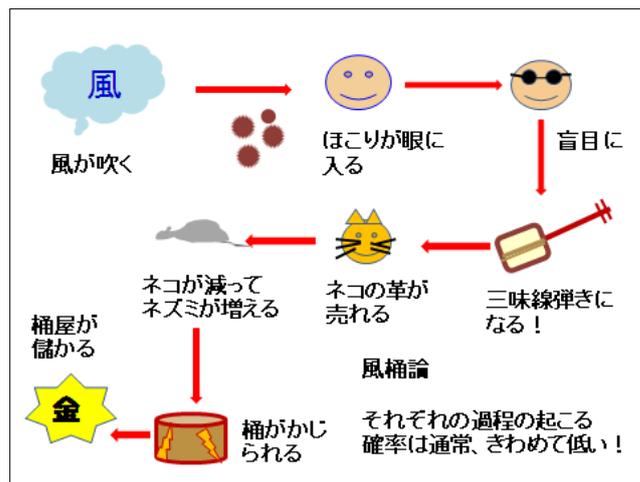
フロンを環境問題として考える第2の視点は、因果論と波及効果です。ここでは、風桶論やこの夏の局地的豪雨、エルニーニョ現象、海洋生物のレジーム・シフト、オゾン・ホールの問題を取り上げながらご説明します。

### (1) 風桶論

#### 1. 風桶論: 風が吹くと、桶屋が儲かる

まず、**風が吹く**と地上のほこりが舞い上がる。  
 すると、そのほこりが人間の眼に入って、眼を傷める。  
 眼に入ったほこりが元で目の見えなくなる人が増える。  
 目の不自由な人が使う三味線が売れるようになる。  
 三味線の材料となるネコの革が必要になる。  
 ネコが数多く処分されるようになるので、ネズミが増える。  
 ネズミが増えた結果、桶がかじられて使えなくなる。  
 そのため、**桶屋が儲かる**。

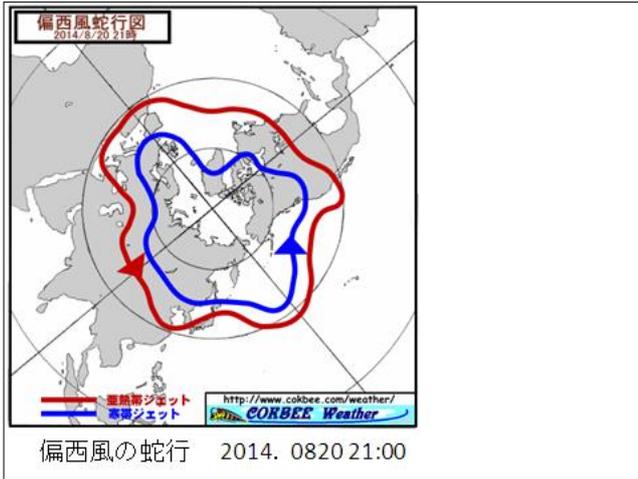
初めに風桶論です。ご存じない方もいらっしゃるかもしれませんが、言葉よりも絵を見た方がわかりやすいと思います。



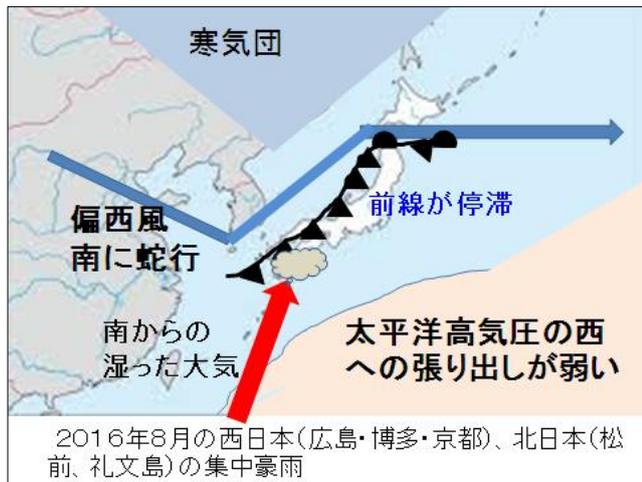
これは「風が吹けば桶屋が儲かる」という理論でして、風が吹くと人間の目に埃が入ります。そうすると、この人は目が不自由になり、三味線を弾く仕事をします。三味線は猫の皮でつくるので、猫がたくさん捕まえられます。猫を捕りすぎるとネズミが増えます。ネズミが増えると、桶がかじられて使えなくなり、桶屋さんが桶を修繕したり、新しく作ったりすることになります。だから桶屋さんが儲かるというものです。

こんな話と思うかもしれませんが、「風が吹けば桶屋が儲かる」という話は、ある意味で正しい話、あり得る話です。問題はその確率です。風が吹いただけで目が見えなくなる人は一体どれくらいいるのでしょうか。おそらく1,000人に一人もいないでしょう。その中で三味線弾きになる人の割合はもっと少ないでしょう。とすると、桶屋が儲かるという確率は宝くじに当たる確率よりももっと低いかもしれません。しかしながら、私たちが生きている現代においても、冷蔵庫を使っていることと自分が皮膚ガンになることとの間には、同じようなシナリオ的つながりがあるという科学的な説明ができるわけです。ですから、自分は加害者かもしれないという倫理的、あるいは科学的な認識を持っていることが重要です。

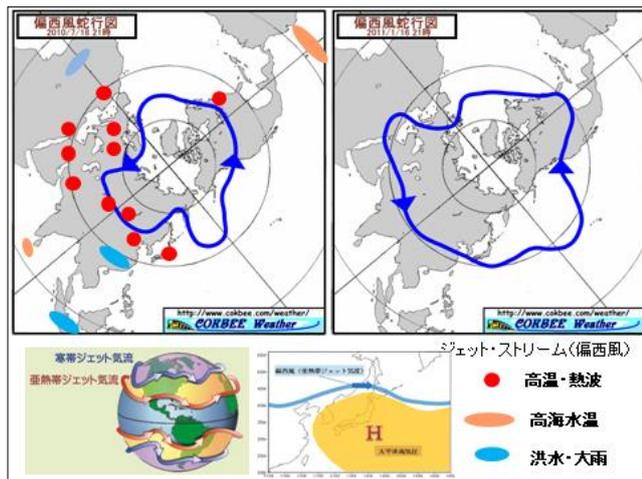
### (2) 偏西風と局地的豪雨



次に、偏西風と局地的豪雨の話です。これは全球的に偏西風が吹いているという話です。

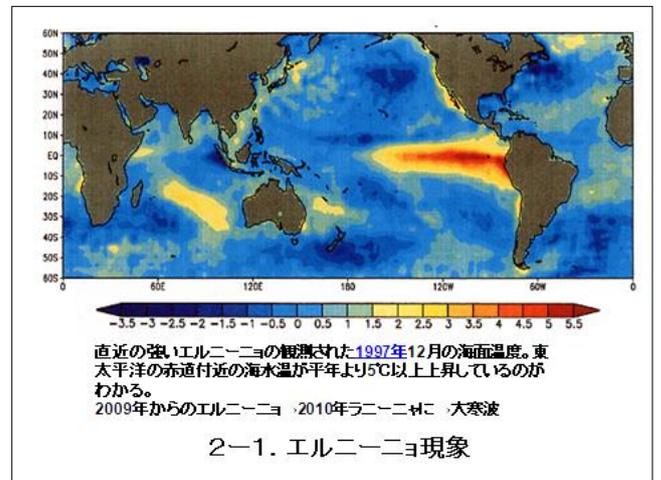


8月に広島で起きた土砂災害は、偏西風が南に蛇行し、夏の太平洋高気圧の西への張り出しが弱かったため、南から温かく湿った空気が入りやすくなり、それが日本海に停滞していた前線にぶつかって積乱雲が次々と発生、発達し、ゲリラ豪雨が起こることによって生じたとする気象解説によって理解できます。



しかし、偏西風の全球的な動きと太平洋での動きとは違います。もっと局所的に見ると、広島県や九州の福岡、京都の福知山、あるいは北海道の松前、礼文島でもいろいろな災いがもたらされています。偏西風の動きが各地に高温や熱波や火事、さらには洪水をもたらすことがありますから、私たちは風桶論をふまえなくても、偏西風をキーワードにすれば、地球上のあちこちで生じている異なった現象はそれによって起きていることを直感的に理解できるわけです。例えば、ロシアであまりにも暑いのでウオッカを飲みすぎて川に飛び込み、心臓麻痺になって死んだ人がいたとします。それは事故死ですが、地球上で生じている、いろいろな気象条件の変化が絡んでいることにほかなりません。

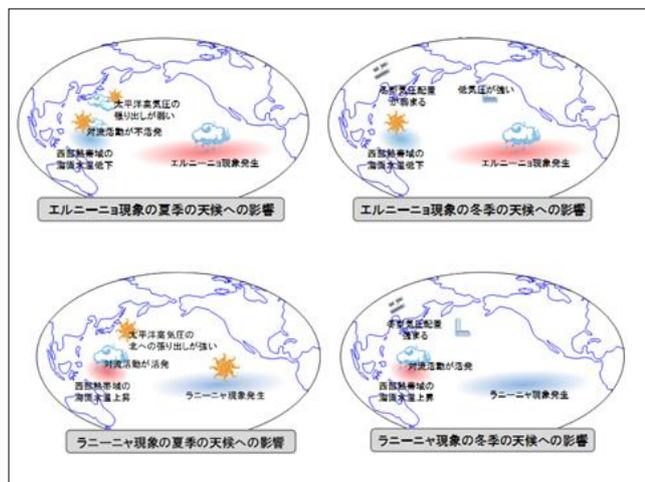
### (3) エルニーニョ現象と大豆・トウモロコシ



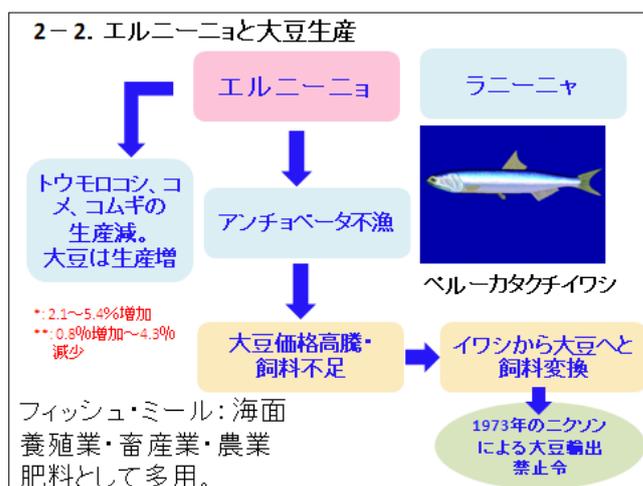
エルニーニョ現象については、みなさんご存知だと思いますが、簡単に説明しますと、南米のペルーやエクアドルの沖合の海面水温が高くなる現象です。



エルニーニョ現象が生じると、下の方にあった冷たい海水が上にあがってくることはできません。すると、プランクトンが上の方に来ませんので、イワシの仲間が獲れなくなります。このように、エルニーニョ現象は、私たちの住んでいる日本にまでいろいろな影響をもたらすことがわかってきました。



これとは逆に、東部太平洋の海水温が低いとラニーニャ現象が起きます。これらの現象には周期性があって、ラニーニャ現象の後にエルニーニョ現象が、エルニーニョ現象の後にラニーニャ現象が起きるといように変動しています。オゾンのようにだんだん減っているとか、地球温暖化のようにだんだん右上がりになっているものとは異なる変動のパターンです。この点は区別しないとイケません。地球環境問題という、地球温暖化だけだと思ってしまうがちですが、それは大間違いです。フロン問題は解消の方向にあるということですが、それぞれの現象はそれぞれが異なる変化を示しながら、しかも互いに関係しあっているという、非常にややこしい問題です。ですから、地球環境問題に対しては、フロンの研究者と気象学者が手を組んで取り組んだ方がいいと私は思っております。



今から 40 年くらい前の話になりますが、エルニーニョ現象が起きて、ペルー沖で獲れていたイワシが獲れなくなりました。これは、単にイワシが獲れなくなったという問題ではなく、イワシのほとんどは農作物の肥料になりますから、イワシが獲れなければその代わりとして大豆の値段が上がりました。株の話になりますが、イワシがダメなら大豆にしようということで、大豆の国際相場が暴騰しました。これはベトナム戦争の北爆の頃の話ですが、いろいろな国が飼料を必要としますから、世界最大の大豆の輸出国であるアメリカはその高騰を避けようと、当時大統領であったニクソンは大豆輸出禁止令を出しました。このように、エルニーニョ現象は、気候だけでなく、産業にも、さらには政治にまで影響を及ぼすことになりました。こうしたことが戦後のグローバル時代にわかってきたわけです。

### 2-3. トウモロコシ生産とタコ焼き

- 2007年1月 G・W・ブッシュ大統領の年頭一般教書で、**バイオエタノール産業の振興**を訴えた。
  - ・米国農務省の過去10年ほどの資料では、世界のトウモロコシ生産量・輸出量ともトップの座にある。生産量は世界の4割にあたる3億トン、輸出量は4500万～6000万トン
  - ・日本は1600万トン/年輸入。
- ブッシュ大統領の演説によりトウモロコシの国際価格が上昇。世界各地で、**小麦増加の転用、新規の森林開拓によるトウモロコシの増産**。
- 輸出競争力の強い米国が最大の輸出国になる。途上国は一転してトウモロコシの輸入国となる。**途上国の小規模な農家が打撃**を受けた。
- メキシコでは、トウモロコシ価格の上昇で、主食の**トルティーヤ**(トウモロコシ粉からつくった薄焼きパン)が**値上がり**した。ブラジルでは、大規模な農地開拓で**森林が減少**した。日本でも小麦価格の上昇で、**タコ焼きの値段**があがった。
- 米国におけるトウモロコシ生産のための水使用量は莫大。日本がトウモロコシや小麦の最大の輸入国であることは、その分、米国の水を使ったことを意味する。
- CO2排出削減という環境政策が、皮肉にも途上国の環境を破壊し、生産農家を疲弊させた。さらに、日本は米国産トウモロコシを大量に輸入することで、かぎりある水資源をとてつもなく消費したことになる。

時代がもう少し進んで、ブッシュ大統領の時代です。2007年、ブッシュ大統領は年頭の一般教書演説で、地球温暖化に影響する化石燃料はやめてバイオエタ

ノールをもっと使わなくては行かないと訴えました。この発言を受けて、アメリカの産業界は必死になってバイオエタノールの原料であるトウモロコシの生産に乗り出しました。

ここで、先ほどの風桶論を思い出してください。ブッシュ大統領の一言でトウモロコシの市場価格が上がると、小麦畑はトウモロコシ畑に転用され、森林も新規にトウモロコシ畑として開発されました。それにより、途上国の小さなトウモロコシ農家は全部つぶれてしまいました。メキシコのご存じの通りトルティーヤです。トルティーヤはトウモロコシの粉で作られますから、その値段も上がりました。

では、日本では何が起きたのでしょうか。小麦粉の値段が上がって、タコ焼きの値段も上がりました。タコが小さくなったという話を大阪で聞いたこともあります。問題はトウモロコシだけにとどまりません。東京大学の沖大幹という先生が、トウモロコシを1トン生産するために使われる水の量を計算したところ、トウモロコシの最大の輸入国である日本は、世界で最大の水の輸入国でもあることがわかりました。日本は豊かな水に恵まれた国ですが、食糧品に換算すると、世界で最大の水輸入国です。つまり、世界で最も重要な「グローバル・コモンズ」と言われている水を、我々日本人は世界で最も多く輸入、消費をしているということです。しかも、その水を使ったトウモロコシは私たちが直接食べるのではなく、豚や鶏の餌です。私たちがおいしい肉を食べられる背景には、飼料用として、それだけの多くの水を使っているということ、日本全体として私たちは認識し、反省すべきです。

トウモロコシは、ブッシュ大統領の年頭の発言以来、バイオエタノール用としての利用が増えています。

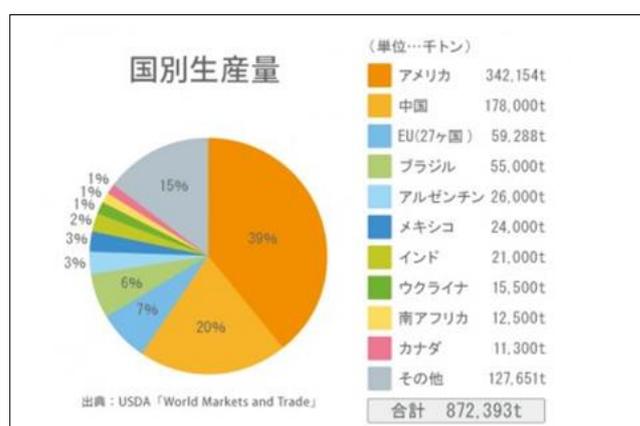
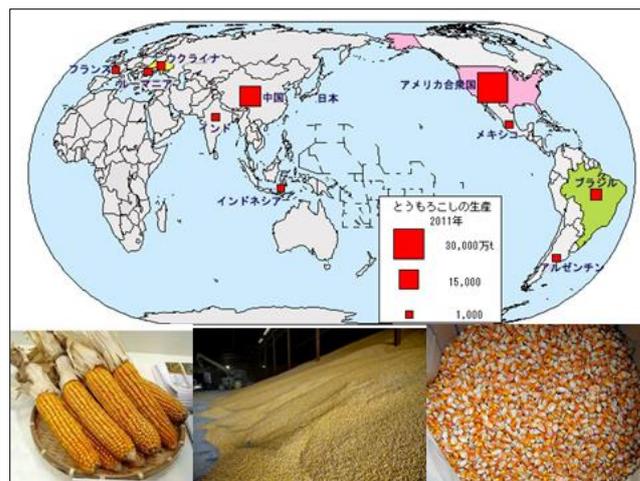


図 トウモロコシの国別生産量(2011) 総量で約8.7億トン

アメリカが世界最大のトウモロコシ生産国であり、世界の半分近くを占めていることがわかります。次いで中国、EU、ブラジルとなっています。日本では北海道でたくさん作られていますが、これらの国とは全然比較になりません。桁が違います。

トウモロコシの生産は、アメリカの中西部の平原で行われており、そこでは日本の国土よりも大きな面積に相当する膨大な地下水が汲み上げられており、その結果、陥没が起こっております。ですから、アメリカの農業問題としてだけでなく、地球全体の問題として考える必要があります。トウモロコシの生産ひとつとっても、いろいろなことが絡まりあっているということです。

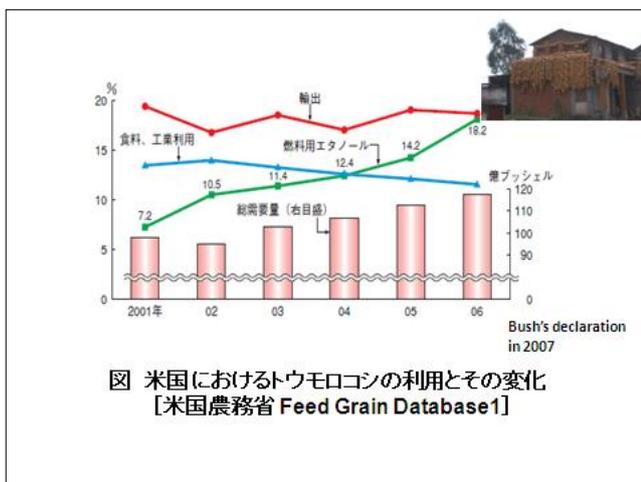
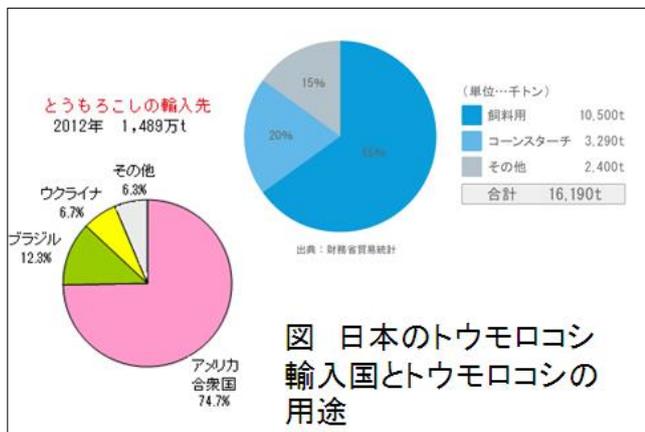
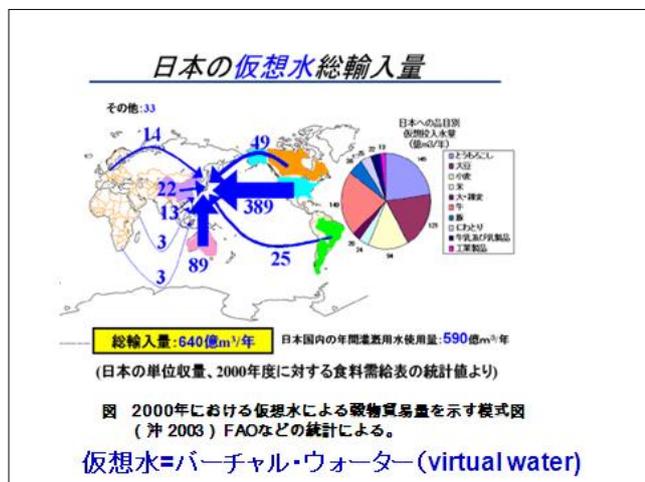


図 米国におけるトウモロコシの利用とその変化 [米国農務省 Feed Grain Database1]

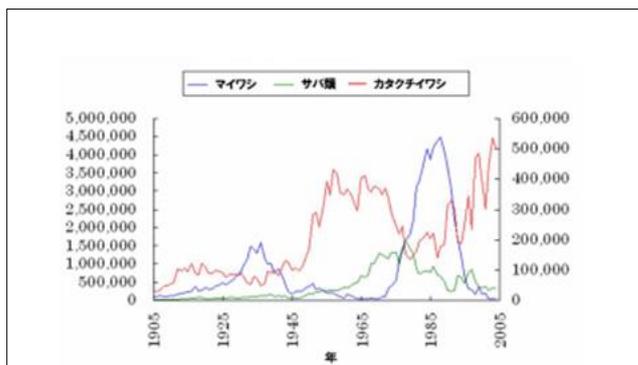


日本はおもろこしの輸入量のうち、その3/4をアメリカから輸入しています。しかも、上のグラフをご覧いただくとわかりますように、輸入おもろこしの65%は人間ではなく、豚や鶏が食べています。それによって、私たちはおもろこしを食べて育った、おいしい豚肉や鶏肉を食べることができるわけです。最近では、アメリカはTPPで牛肉も買ってくれと言っていますが、そのあたりを上手くやれば、我々は安くおいしい牛肉が食べられ、アメリカでは水の消費も減ることになります。これは経済産業省や農林水産省がどう判断するかということになりますが、自分のことだけを考えては日本の国はダメになります。リーダーシップをもって、フロン問題、地球温暖化の問題について発言をしていく必要があります。



これは先ほどお話した、食糧品をその生産に使われた水の量に置き換えた、バーチャルウォーター、仮想水についてまとめた図です。輸入食糧品から換算した水の輸入量は、日本は世界でダントツです。桁が違います。389億m<sup>3</sup>/年です。これだけの水を諸外国に使わせているということです。

(4) 海洋生物のレジーム・シフト

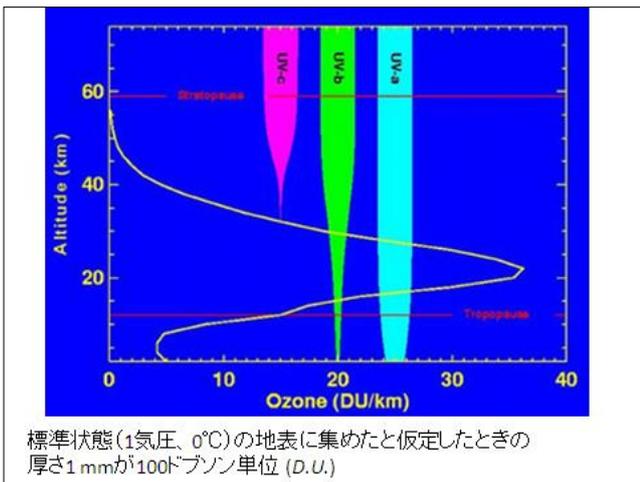


これはイワシの漁獲量の変動を示したグラフです。フロン問題のような右上がり、右下がりの話とは違い、またエルニーニョ現象の話とも違います。イワシといっても、マイワシとカタクチイワシでは違いますが、水温の上昇、下降によってマイワシが増える時期とカタクチイワシが増える時期はこの図のように変わっています。こうした変動について、多くの人が温暖化の影響だと言いますが、これは異なる現象です。

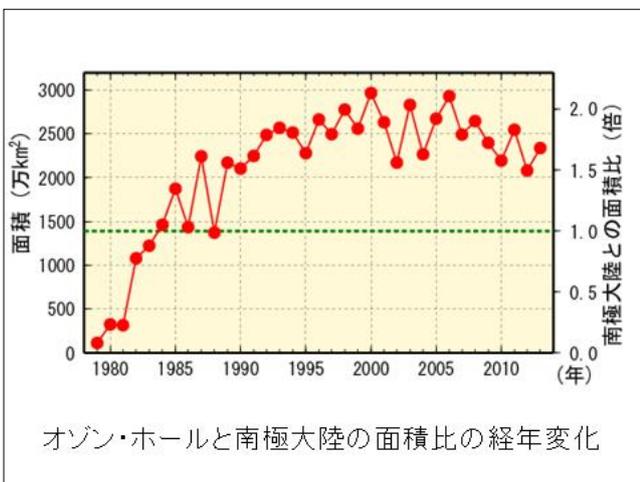


一方、これは4年前、北海道の湧別にあるオホーツク流氷館に行った時に撮影したアカクラゲの写真です。オホーツク海にアカクラゲがいるのは温暖化の影響だと聞きました。かつて、オホーツク海では見られなかったのですが、2年前くらいから見かけるようになったということでした。アカクラゲは瀬戸内海に多くいます。それだけ海水温が下がっていないということです。つまり、周期的に変動するものと徐々に変わる動きの両方があるということです。

(5) オゾン・ホールと南アフリカの気候変動



ここからは、フロンの話になります。紫外線のA、B、Cの説明は省略しますが、それぞれ図に示したような分布になっています。



南極上空のオゾン・ホールの面積は、1985年あたりから南極大陸の面積よりも大きくなっています。

第四紀	万年	イベント
第三紀	1,700	哺乳類の繁栄
白亜紀	6,500	
ジュラ紀	14,600	恐竜時代
三畳紀	20,800	
ペルム紀	24,500	シダ植物大繁栄
石炭紀	29,000	
デボン紀	36,300	O <sub>3</sub> オゾン層の形成 カンブリア大爆発
シルル紀	40,800	
オルドビス紀	43,900	
カンブリア紀	51,000 - 54,200	

オゾン層が現代なみに形成されたのは、生物が大発生したカンブリア紀という時代です。ですから、私たちはここ数十年の問題としてではなく、5億年くらい

の時間幅でオゾンの問題を考えなくてはならないということです。

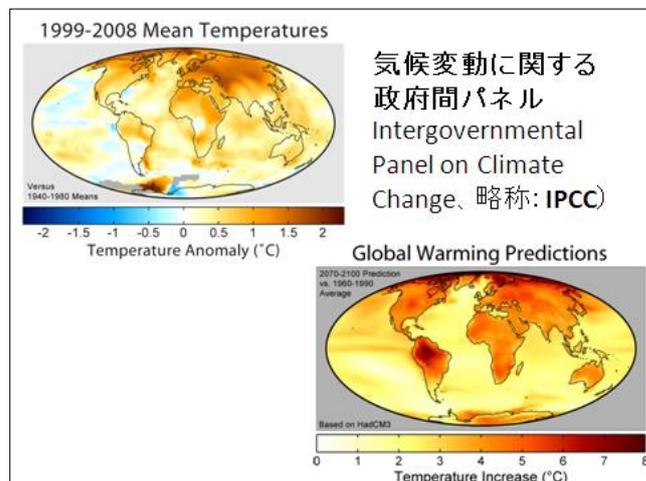
時間と空間からみた地球上における人類の位置

時間: **人新世 Anthropocene**  
空間: **人間圏 Anthroposphere**

生存圏(京都大学生存圏研究所: since 2004)  
人間生活圏、森林圏、大気圏、宇宙圏など人類の生存に必要な領域と空間を「生存圏」として包括的に捉え、その現状と将来を学術的に正しく評価・理解するとともに、それらを踏まえ、環境保全と調和した持続的社会的の基盤となる先進的科学技术を探索します。

人新世: Anthropocene 人類中心の時代(支配ではなく、影響の大きな意味)  
完新世: Holocene 氷河時代のおと、人類の拡散、農耕革命、産業革命、工業革命  
更新世: Pleistocene 人類の誕生。ラミダス猿人、サヘラントロプス 600-700万年前

現在は、「更新世」、「完新世」が終わって、人類中心の「人新生: Anthropocene」という時代になっています。また、空間的には「人間圏: Anthroposphere」という言い方をしています。これは人間が支配者ということの意味するものではありません。



温暖化はフロンによる影響とは違い、IPCCの報告書でも、今後も温度は数度上がるとされています。

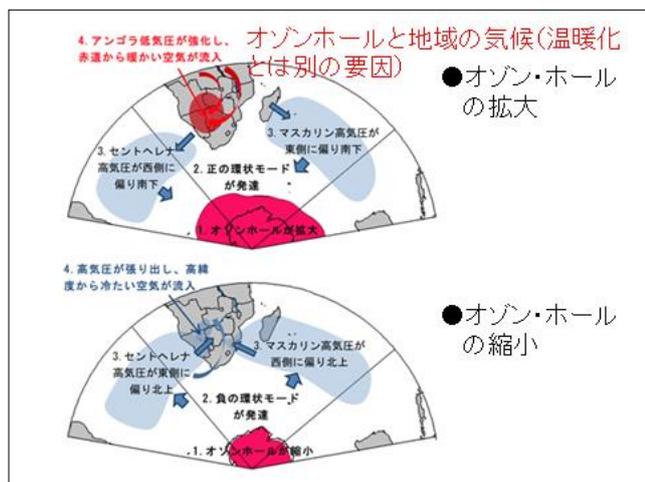
- 白物家電製品: しろものかでん・せいひん 炊飯器、冷蔵庫、洗濯機、電子レンジ、エアコンなど。高度経済成長期以降、一般家庭に普及。
- 企業・ホテル・交通機関・自動車などでも、冷蔵庫・エアコンは当たり前の設備となっている。
- 三種の神器  
○ 1950年代: 白黒テレビ・冷蔵庫・洗濯機  
○ 1960年代: 3C時代:  
Color Television・Cooler・Car  
○ 家庭から企業・公共の場まで浸透

1950年代には、白黒テレビ、冷蔵庫、洗濯機が三種の神器と言われていました。

### 三種の神器

- 1950年代  
白黒テレビ・冷蔵庫・洗濯機
- 1960年代  
3C時代: Color Television・Cooler・Car
- 2003年以降  
デジタルカメラ・薄型テレビ・DVDレコーダー
- 2003年 小泉首相  
食器洗い乾燥機・薄型テレビ・カメラ付携帯電話
- 2004年  
キッチン三種の神器: 食器洗い乾燥機・IHクッキングヒーター・生ゴミ処理機 (松下電器産業)
- 2014年  
デジカメ・スマホ・カーナビ → 個人化、神器は消滅?

やがて、それは死語になり、Color Television、Cooler、Car の 3C 時代になるわけですが、これらの製品の中にもフロンが使われているものがあります。そして、これらは家庭だけでなく公共施設にもあり、影響を及ぼしています。問題は、そのフロンがこれまでずっと使われてきたということでもあります。



フロンは地球全体に影響を及ぼすわけですが、細かく見ますと、オゾン・ホールで最も直接的な影響を受けるのはアフリカです。なぜなら、アフリカは南極に近いからです。特にオゾン・ホールの拡大期には、アフリカ大陸の中緯度から南端のケープタウンのあたりにかけて、熱帯からの暖かい空気が入り込んで気候が変わります。オゾン・ホールが小さい時には、逆に高気圧が大西洋、インド洋に入り込み、それほど高くなりません。

このようなことを言われると、オゾン・ホールの影響は全球的に及ぶと頭では理解しつつも、アフリカだ

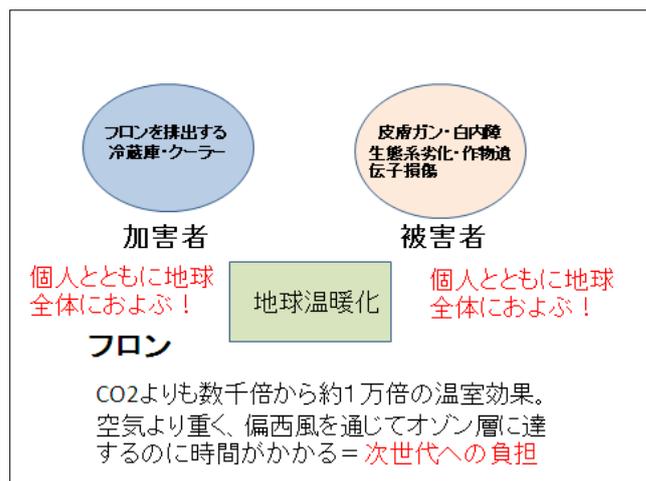
けの問題で、日本は北半球だから関係ないと思いがちですが、それは間違いです。

### オゾンと風桶論

南極でのオゾンホールの拡大 → 成層圏での紫外線の吸収の減少 → 上空の気温が低下 → 偏西風が強化 → 中緯度における高気圧性の循環と高緯度における低気圧性の循環が発達 → アフリカ南部周辺の高気圧の南下

結局は、南極でオゾン・ホールが大きくなると、成層圏の紫外線の吸収が減少して、アフリカ南部周辺の高気圧が南下して温かくなるという、これは一種の風桶論でございます。しかしながら、これだけで全球の動きのすべてが解釈できるかというところではないということです。

### 3. まとめ

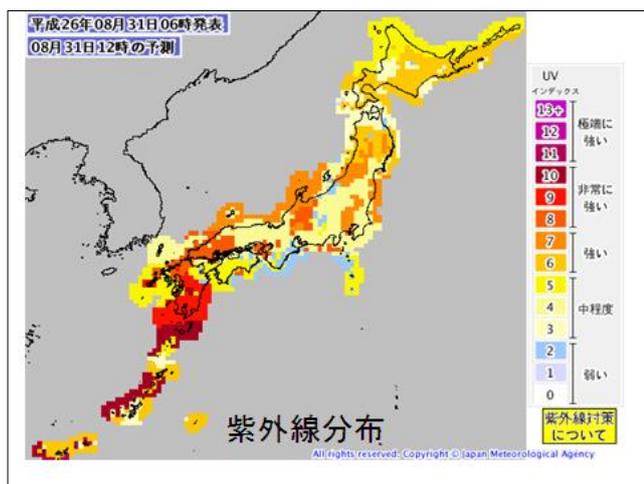


フロンの問題では、私たちは加害者であり、被害者でもあります。しかも、地球上で出されたフロンが偏西風を通じて上空のオゾン層に行くまでには時間がかかり、私たちの孫の世代にあたる 2099 年から 2100 年ごろには大丈夫になるだろうと言いながら、そこまで面倒を見なくては行けないということが非常に問題です。

人間圏の範囲

- 生態系をふくむ生物圏と水圏 生物多様性論
- 生態系をふくむ生物圏・水圏・雪氷圏 地球圏 Giosphere
- 雪氷圏は温暖化の指標となる
- 大気圏まで拡大して考える。地球共同体の発想。グローバルゼーションをふまえた議論。

先ほどお話ししました人間圏の範囲についてはいろいろな議論がなされる必要がございます。



紫外線を受けたら困るのは女性だけではありません。先日、テレビで、紫外線をあまり避けすぎると大腸癌になるのではないかという話もありましたが、やはり程度問題だろうと考えられます。

**地球共同体と環境問題**

- 環境問題はそれぞれの地域で起こる  
→ ドミノ式に広域・遠距離間で拡散・発生  
疾病・経済・生態系・政治など多分野に波及
- 利害関係者(被害者と加害者)の入れ子構造  
恩恵と災禍も一元的に決まらない  
ネット情報のように、誰がどのように使うかが予測できない
- Future Eater (未来を食いつぶす)への対処  
現在の利益と未来の負債(次世代に悪影響がおよぶ負の遺産)  
オゾンによる地球環境破壊をもっと可視化する必要がある
- 地球共同体の視座  
地球共同体は古くからあった(都市の視点)  
生態系基盤型の発想は2001~2005年の国連ミレニアム評価以降  
(MA: Millennium Ecosystem Assessment)  
オゾンが全地球を覆う点に注目=成層圏をふくむ範囲を射程に  
生存圏の用語はかつてヒトラーが使ったので要注意

最後のスライドになります。フロンの問題をはじめ、私たちが環境問題を考える際に忘れてならないのは、問題はそれぞれの地域で起こるけれども、その波及効

果は風桶論にもありましたように、広域・遠距離間で拡散・発生し、しかも疾病、経済、生態系、政治などいろいろな分野に波及するという事です。また、ひとりの人間が加害者であり、被害者でもあるというように、加害者と被害者が入れ子の構造になっています。さらに、インターネット上の情報のように、自分で判断して使わなければならない状況が日常茶飯事になっています。「Future Eater」、つまり、未来を食いつぶすという考え方は、私が所属する研究所のかつての所長がよく使っていた言葉です。私たちは未来の世代に負の遺産を残してはならない、私たちの世代が未来を食いつぶすようなことをしてはいけない、肉だけ食って、骨だけを未来に残すようなことはしたくないということです。

オゾンの問題も未来に負担がかかりますので、もっと未来のことを可視化できるような宣伝、普及活動を行うべきだという意味で、「地球共同体」という言葉を使いたいと思っています。生態系基盤型の発想は2005年に国連のミレニアム評価というものがあり、それ以降議論がなされてきましたが、それからまだ9年しかたっていません。ところが、オゾンというのは厄介でして、全地球を覆っていて、被害者と加害者が一緒になっているということです。もうひとつの問題は、皮膚ガンに罹るのは個人だということです。言い方が適切かどうかわかりませんが、個人が何らかのマイナスの影響を被ることと、地球全体が被ることをセットで捉える上で、フロンは格好の材料です。そういう意味で、オゾンをどう守るかという問題は、地球上のすべての人々が地球全体をどうしていくかを考えるという地球共同体的な視座に依拠する問題であるということです。

ご清聴、どうもありがとうございました。

## 講師プロフィール

秋道 智 彌 (あきみち ともや)

1946年京都府生まれ。京都大学理学部動物学科、東京大学大学院理学系研究科人類学専攻博士課程修了。国立民族学博物館教授、民族文化研究所部長、総合地球環境学研究所教授・副所長を歴任。

理学博士。選考は、生態人類学、海洋民族学、民俗生物学。

日本、東南アジア、オセアニアを中心にした自然と人間の関係性とその歴史の変容や、天然資源の利用と保護をめぐる資源・土地・海洋の共有システムが有する生態学的、社会的な意味を探る研究、漁撈民を中心とした生体人類学的調査・研究活動などを行っている。

著書・編著に、「日本のコモンズ思想」「海に生きる」「コモンズの地球史」「クジラは誰のものか」「日本の環境思想の基層」「資源とコモンズ」などがある。総合地球環境学研究所名誉教授、国立民族学博物館名誉教授、総合研究大学院大学名誉教授。

## 〔パネルディスカッション〕

『フロンは災いなのか?!』を考える  
～フロン対策と地球温暖化問題～

パネリスト 岩坂 泰信 (滋賀県立大学 理事)  
秋道 智彌 (総合地球環境学研究所 名誉教授)  
福井 弘道 (中部大学中部高等学術研究所 副所長)  
コーディネーター 児玉 剛則 (名古屋産業大学・大学院 非常勤講師)

**児玉 :**

児玉でございます。今日はパネルディスカッションの進行役を仰せつかりました。この時間は最初に福井先生から、岩坂先生と秋道先生のお話を総括するかたちでご意見をいただきます。その後、会場の皆さんからのご質問に答えるかたちで両先生からお話をいただきます。さらに時間があれば、改めて会場からご意見、ご質問をいただきたいと思っておりますのでどうぞよろしくお願いいたします。

では、福井先生、よろしくお願いいたします。

**福井 :**

どうもありがとうございます。最初に両先生の講演の感想から述べてみたいと思います。

岩坂先生の話で一番印象に残ったのは、私たちは科学技術によって利便性を追求するあまり、その結果生じる不利益、あるいは不都合をごみというかたちで出しているわけですが、捨てたものに対して無関心になってしまうという社会の構造があり、また個人においてもそのように考える癖がついてしまっているのではないかというお話でして、経験に基づいたとても鋭いご指摘だと思いました。不要になったガスについて、社会がどう考え、どう捉えていくのか、このパネルディスカッションにおいてももう少し突っ込んで具体的に検討してはどうかと思います。

岩坂先生は大気科学がご専門でありまして、フロンというガスがどのような経緯で生まれて、それがどのようにオゾン層を破壊するのか、また、オゾン層は生

物が酸素を出すことで5億年くらいかけてつくられてきたものであり、地球自身が生命圏として生物の都合のいいようなかたちに変わっていったという、共進化の過程についてもお話になりました。さらに、科学的な技術がオゾン層にどのように影響したかについては、科学的な見解は十分に出ていない面もある中で、影響が予想されるのであれば、あらかじめ予防原則に従って政策をとっていくということがウイーン条約、あるいはモントリオール議定書において、いろいろなステークホルダー間で国際的に合意されたというお話がありました。

今日の趣旨は、このようなフロン対策の経験をふまえ、今我々が直面している温暖化の問題に対して、どのような解決の糸口を導くことができるかということです。モントリオール議定書が採択された20年くらい後に、環境省がローランド教授を日本に招いてシンポジウムを開催したことがありました。その時、会場から出された質問で印象に残っているものがあります。それは、モントリオール議定書の経験が京都議定書にうまく受け継がれず、京都議定書では事実上、中国やアメリカの参加が得られなかったという問題があるわけですが、その原因は一体どんなところにあるのかというものです。これに対して、ローランド先生は、京都会議の時もそうであったように、国際的な取り決めをする際には千人規模のステークホルダーが参加するのですが、モントリオール議定書を精力的にまとめたアメリカのディケンズによれば本当の

ステークホルダーはそのうちの 20 数人くらいで、その人たちが科学、産業あるいは行政、国連といったそれぞれの立場から、お互いの立場を信頼し、理解しながら合意へと導いていったと回顧していたことを紹介されました。IPCC においても、科学者が相当数参加し、ステークホルダーもたくさん参加するなかで政策決定者に対して訴え、議論を行うわけでした、具体的にどんな決め方でどう進めていくべきかということも今後問われると思いました。

### 地球共同体と環境問題

- 環境問題はそれぞれの地域で起こる  
→ドミノ式に広域・遠距離間で拡散・発生  
疾病・経済・生態系・政治など多分野に波及
- 利害関係者(被害者と加害者)の入れ子構造  
恩恵と災禍も一元的に決まらない  
ネット情報のように、誰かどのように使うかが予測できない
- Future Eater (未来を食いつぶす)への対処  
現在の利益と未来の負債(次世代に悪影響がおよぶ負の遺産)  
オゾンによる地球環境破壊をもっと可視化する必要がある
- 地球共同体の視座  
地球共同体は古くからあった(都市の視点)  
生態系基盤型の発想は2001~2005年の国連ミレニアム評価以降  
(MA: Millennium Ecosystem Assessment)  
オゾンが地球を覆う点に注目=成層圏をふくむ範囲を射程に  
生存圏の用語はかつてヒトラーが使ったので要注意

秋道先生は、大気や水は地球の「グローバル・コモンズ」であり、「グローバル・コモンズ」の管理の歴史を紐解きながら、オゾンの問題に対してどう取り組んでいくべきかということをお話しされました。秋道先生の最後のスライド(上図)にそれらのすべてが網羅されていると思います。

私たちは 3.11 の東日本大震災や福島第一原子力発電所の事故を経験し、科学だけではどうにもならない問題があることを改めて実感しています。IPCC は地球温暖化の問題について、科学者の立場から全体に共通する部分を取りまとめ、最大公約数的な見解として発表しているわけですが、岩坂先生も言われたように、まだまだ科学ではわからない不確実性を伴っています。科学に問うことはできるけれども、科学だけでは答えを出すことはできない「トランスサイエンスの問題」があるわけですが、ステークホルダー間の合意によって、どうしても一歩前に進んで取りまなくてはならない問題が存在するということです。そして、その代表的な問題が秋道先生の言われた、「グローバル・コモンズ」を破壊するような、地球の共同

体を脅かす事柄であり、科学的にはとても複雑で、どこがどのようにつながっていて、その結果どうなるのかということは、風桶の理論ではありませんが、ひとつの論理的なプロセスを示すことはできますが、そのプロセス自身がとても不確実性を含んだ、確率的な事象であるということです。このような問題に対して、フロン対策の経験をふまえながら、共同体を管理していく時に、一体どういう倫理、あるいはどういうアプローチをとるべきなのかということのパネルディスカッションで議論していただければと考えています。

岩坂先生、秋道先生のご意見をふまえ、この会を主催した者として敢えて取りまとめるとすると、このような論点になるのではないかと思います。

### 児玉：

ありがとうございました。では、すでにご提出いただいているご質問について、各先生からお答えをいただきたいと思います。質問は2つあります。ひとつめは、武者小路様からの質問であります。難しい用語が使われておりますが、読ませていただきます。その後、武者小路様ご自身から補足をしていただいて、お二人の先生方からお答えをいただきたいと思います。

「全く素人の無根拠な疑問ですが、最近の異常気象について無関係な説明はできても、地球規模でのホメオスターシス(ゆらぎを減らしエントロピーを増大させる全体的傾向、恒常性)が人間の工業活動によって効かなくなっているということはないのでしょうか。国際金融による投機的な行動が様々なショックを引き起こしているように、正のフィードバックが負のフィードバックを超えているような例からの類推ですが。」

というご質問であります。武者小路様、ご質問の意図を補足していただければと思います。

### 質問者：

ありがとうございます。この頃、津波があったり、嵐があったり、大水があったりと、今までとは異なる災害が増えております。ESD の関係でこうした災害問題にどう取り組むかということを考えるわけですが、秋道先生の因果論と波及効果のお話からヒントを得たように思いました。

そこで、私がお尋ねしたいのは、台風があったり、大水があったりと、いろいろな災害が起こることについて、それぞれローカルな説明はつくけれども、その裏にはもしかしたら地球共同体全体の「ゆらぎ」が生じており、それによっていろいろな形で異常気象が出てきているのではないかということです。本来は、水を放っておくと、乱流がそのうちに収まっていくというようなシステムができていました。つまり、人間の工業活動がたくさん起きるまでは、何かことが起こってもそれが抑えられるというひとつのシステムがあったのではないかと。ところが、いろいろな投機的な活動をすると、あるところに金がどんどん集まるように、次第に「ゆらぎ」が増える方向にいつているのではないかと。その「ゆらぎ」が災害の原因になっているとすれば、「ゆらぎ」をどうしたら抑えることができるかという質問です。この考え方自体が問題かもしれませんが、人間の健康な状態は全体として安定しているものであり、病的な状態はバランスが崩れている状態だと言えます。地球温暖化の問題も大事ですが、温暖化だけではなくて、「ゆらぎ」が増えていきながら地球が温暖化しているというように、因果関係や波及効果というかたちで相対的に捉えることはできないかという質問です。もしそういった整理ができれば、いろいろな災害対策、災害予防に結び付けられるのではないかという思いからご質問をさせていただきました。

**児玉：**

ありがとうございました。ひとつは、「ゆらぎ」という言葉が使われましたが、工業化前と工業化した現代について、何がどのように違うのかというご質問だと思います。もうひとつは、災害を含めた因果論と波及効果について考えたいというご質問であったと思います。それでは、まず工業化の話について岩坂先生、お願いします。

**岩坂：**

工業化による地球環境の変化はいろいろと考えられますが、CO<sub>2</sub>の増加問題もその一つだと思います。フロンをどんどん使っていることもそうです。福井先生の最初のお話にもあったように、CO<sub>2</sub>の地球温暖化

に対する負の貢献はピークに近い状況になっています。これに対して、フロンは分子レベルで言えば一つ増えるだけで、地球温暖化に対してCO<sub>2</sub>の何千倍、あるいは何万倍というレベルで効いてくることになります。

工業化という言葉で表現された地球環境の変化について、例えば温暖化問題の範疇で整理し直すと、最近異常気象が起きると「海水温の上昇」という言葉が非常によく使われるようになりました。地球が温暖化するプロセスの中で、太陽放射や地球放射の熱を一番よく吸収するのは赤道周辺地域の海水ですが、海水は同じ場所にじっとしているわけではなく、水平方向にも垂直方向にもぐるぐると回っています。その回り方の規模がある意味で「ゆらぎ」を作っていると言えますが、日本近海の海水温の上昇とは、赤道域の海水温の上昇が海流によって次第に高緯度側に伝わってきているということです。また、空気も安定化するために昔よりもはるかに速いスピードで上下運動をする必要になっており、雲の活動はいったんスイッチが入るとどんどん活発になり、それが今まで見たことも聞いたこともないような降雨量として表現されているわけです。雲がなくなると次の曇が発生し、また次の雲が発生するという、これもひとつの「ゆらぎ」と言えます。

日本近海の海水温の上昇値は、最近20~30年の間に非常に顕著になっています。場所によって上昇値が違うことまでは説明がつかないのですが、全体的に上っていることは誰でもわかります。それは今お話ししたように、赤道周辺地域が熱くなった状態を解消し安定化させようとしてあちらこちらに暖かい海水を流しているということであり、それが盛んに行われることで解消されると説明しています。工業化という言葉で、温暖化を加速する物質の放出量と言い換えればこのような説明ができます。

**児玉：**

ありがとうございました。それでは、秋道先生、「共同体」というキーワードを使って、今のご質問に対するご回答をしていただくといかがでしょうか。

**秋道：**

ありがとうございます。問題は多岐に渡り、また時代をどうみるかによって違いますが、岩坂先生は物理化学的なご説明をされました。それは基盤にあるに話だと思えます。

人間を含む生き物の世界がもしマイナスの状況になった場合には、温度の安定化のための動きと同じように、必ずそれを修復しようとする働きがあります。この働きは一般的にはレジリアンスという言葉で表現されますが、生態系の中でマイナスのことが起こっても、ぐちゃぐちゃとしながらも何となくうまくいくようになっています。逆に言えば、何となくうまくいく上で重要な生き物が必ずいて、もしそれを取り去ったら滅茶苦茶になってしまうということです。その生き物を「キーストン・スピーシーズ」と呼んでいます。今やこの地球上の「キーストン・スピーシーズ」は我々人間です。つまり、我々がどうするかによって未来が変わるわけですから、工業化以前の段階でも今の段階でも、国や国際機関が押さえるべきポイントをつかまなくてははいけません。そういう意味で、もう一度科学の視点から、今起きている現象を押さえようということになるのですが、世界各地で起きているからそれほど簡単なことではありません。それでも、それを突き止めることができたなら、ある意味でやりやすくなります。

サイエンスの世界はまだ不確定な部分が多いと言いますが、これからは予防原則に従って、危ないとなったのなら絶対にそれを増やしたり拡散させたりすることを止める施策が重要です。「疑わしくは罰せず」ではない、生き様を変えるべき時代に私たちは生きています。株価（為替レート）が106円から107円になるといった、ちょっとした変化でかなり多くの人間が影響を受けるように、まさに自分のことしか考えていないような投機的な行動は、地球共同体の時代にはふさわしくないということです。特に発言力のある人は、地球環境に対する倫理観を持つべきです。価値転換をしない限り、問題の解決はありません。

8月に起きた広島の土砂災害について、気象庁は低気圧がどうなっていて、雨雲がどうなっていると説明していますが、たくさんの方が亡くなっていますから、

広島県知事が悪い、国土交通省が悪いという話では済まないということであり、政治家や研究者は深く反省をすべきであるというのがひとつの答えです。抜本的な答えというものはありません。地球生態系において、「キーストン・スピーシーズ」は今や人間であるということ認識することが重要です。

#### 兎玉：

ありがとうございます。先ほどの質問の中に災害という言葉もありましたし、予防原則という言葉は福井先生もお使いになりました。そのあたりについて、福井先生からご質問に対するコメントをいただきたいと思えます。

#### 福井：

私も秋道先生が言われたことと全く同感です。武者小路先生も国際金融の話を少しされていましたが、世の中には時間スケールとリズム感が全然違う人種がいます。例えば、国際金融のヘッジファンドというのは短期の利得だけを考えて行動をします。これに対して、国際金融の中でも年金ファンドなどの比較的長期のことを考えている人は、それとは違ったタイムスケールでやられるわけですが、今やこれだけITが進むと極端事象が蓄積して、「Winner Takes Everything」、すなわち、情報を得る人が限られていて、瞬く間にすべての利益を市場から奪い去ってしまうことが構造的に成り立つ社会になっていると思えます。そのあたりを変えない限りはいつまでも同じことが繰り返されるのではないのでしょうか。

秋道先生が言われたように、これからは倫理観や生き様を変えること、まさにそれがESDであると思うのですけれども、それが不可欠であると思えます。そのあたりをこの地域の具体的な問題で考えることを積み重ねることによって、もう少し解が見えてくるのではないかと思います。

#### 兎玉：

ありがとうございます。今のお話と関連するような質問がふたつあります。ひとつはステークホルダーの扱い方をどうしていくかというものです。様々なステークホルダーが共同体の中で互いを認め合いながらも、しかしそれぞれはステークホルダーです

から、様々な考え方がいらっしゃるわけです。そういったステークホルダーをどう扱っていけばいいのかというご質問です。もう一つは、先ほど秋道先生からは風桶論の話がありましたけれども、環境問題をもう少しわかりやすく「見える化」、あるいは「見せる化」するための工夫にはどんな方法があるかというご質問です。ご質問の趣旨について、質問者の原様に補足していただきたいと思います。

**質問者：**

今日はたいへん興味深いお話を聞かせていただきました。ふたつほど質問をさせていただきます。私の理解では、岩坂先生のお話にあった、何も気にしないで捨てるという行為は、結局は自分の庭に捨てるようなものだという話だったのではないかと思います。また、秋道先生のお話は、大気、地球環境は誰のものでもないのではなく、みんなのもの、「グローバル・コモンズ」であるという話であったと思います。そうすると、そこに捨てる際にはルールが必要になります。捨てる際のルールは、これまでも必要と考えられてきており、モンリオール議定書でそれが現実化されましたが、120年という長期間を経ないとその効果が出ないという現実があります。秋道先生の著書の中では、「アクセスルール」という言葉が使われていたと記憶していますが、様々な「グローバル・コモンズ」に対してアクセスするためのルールが当然必要になり、しかもそれはステークホルダーごとにたぶん違うのではないかと思います。政治家は政治家なりに、技術者は技術者なりに、企業は自らの利益の枠の中でアクセスする、あるいは我々一般市民はどういうふうにしていくかといったように様々なルールが要ると思います。今日の趣旨は、その一環としてフロンについて考えようということだと思います。そこで、そのようなルールがあるとするれば、秋道先生のこれまでご研究の中から何らかの一般的な原理、あるいは仮説でも構いませんが、そういったお考えについて教えていただきたいというのがひとつ目の質問です。それと同時に、「アクセスルール」をそれぞれが自分のものにしていくにあたって、私も含めた一般市民が複雑な因果関係を理解できるように見せるためにはどのようにした

らいいのかというのが二つ目の質問です。福井先生には情報科学の分野のお話も含めて、三先生にお話を伺いたいと思いますので、どうぞよろしく願いいたします。

**児玉：**

ありがとうございます。では、秋道先生からお願いいたします

**秋道：**

ありがとうございます。「アクセスルール」とは、パスポートや年齢制限といった、ある場所に行くために必要な条件、ルールですが、いろいろな利害関係者がいる中でそれを決めようとする、最大公約数的なごく一般的なルールしかできません。日本国憲法に書いてあるような当たり前の内容になり、強制力、つまり排除したり、受け入れたりする基準にはなりにくいこととなります。ですから、ご質問に対する答えとしては、ルールを決めるための協議会に誰が入るかということになります。企業にしろ、学会にしろ、市民代表にしろ、PTAにしろ、それぞれが自分たちのエゴで主張しますから、意見調整はかなり難しくなります。例えば、津波の被害が想定される地域に防波堤をつくるかどうかという時に、国土交通省の意見と市町村の首長の意見と各地区の住民の意見、その他に土建業者もいますが、それらのうちのどの意見が通るのかということです。そこで必要なのは強力な政治性だと私は思っています。そして、これは国政選挙の投票に何パーセントの人が行くかということと同じで、現代の日本人は知識も意識もまだまだ低いので、啓発活動をもっと行うべきだということです。風桶論的な発想は誰もがしますが、科学的な整理は普通の思考ではなかなかできません。ですから、あまり国民を威さないようにしながら、啓発活動をうまく行わなくてはなりません。 Deng 熱の原因となる熱帯の蚊は代々木公園だけでなく新宿にもいて、東京の人はみんなパニックになりました。読めないことがたくさんあります。こういった時代を生きていくためには、個人の判断とともにコラボレーションが不可欠です。自分ひとりで考えていたら絶対に失敗します。マスコミも100%信じたらダメです。間違った報道もありますから、一人ひとり

の市民が判断力を持つことが重要であり、いろいろなことを広く深く考える市民が必要とされます。自分は被害者であると同時に、加害者でもあるという認識を持って生きるという、まさに新しい生き方をすべきだといつも私は言っているのですが、なかなか伝わりません。



児玉：

岩坂先生の最後のスライドを出していただきました。岩坂先生がわざわざお話の最後にこのスライドが使われたのは、人の特徴である火を使うことは、秋道先生がおっしゃった、人間が「キーストン・スピーシーズ」であるというお話と重なるのではないかと思います。このあたりについて、もう一度岩坂先生、解説をお願いいたします。

岩坂：

我々は至るところで、ものを燃やしています。飯を作ることに始まって、電力も、もちろん車が走る時ものも燃やしています。これは空気が十分にあるためにできることですが、勝手にものが燃える場合もあります。オナラが臭わなくなるのは拡散するからだと言う人もいますが、そうではなく、どこかで酸化反応が起きることによって消えているわけです。

かつて、名古屋大学の文化祭で学生と面白い企画をしようということになり、ひとつのボンベに学生のオナラを詰め、もうひとつのボンベにはフロンを詰めて、4週間置いておき、文化祭の日にボンベを開けてガスクロマトグラフィーで成分分析をやるのではないかと話を持ちかけました。当初の封入量と化学組成がちゃんとボンベの中に残っているかどうかを調べ

てみようという実験です。僕の予測では、オナラの方は10人分くらいを集めても変化してしまい、フロンはおそらく入れた時のままで出てくるだろうということであり、最初、学生はおもしろがっていたのですが、技術的な問題もあり、また誰のオナラを入れるのかというプライドの問題もあって、結局プランのまま挫折してしまいました。私が言いたいのは、オナラをしても酸化反応で他の物質に変わっている、つまり、燃えているということです。こうした経験が何回もあって、人間は捨てる時は何も気にすることなく、いい気になって捨てるようになったのだらうと思います。CO<sub>2</sub>問題は、エネルギー（今の我々の例では化石燃料）を積極的に燃やすけれども、出てきたごみ（すなわち、CO<sub>2</sub>）は捨てるという、一番身近な例だと思います。

何の因果か、人間は生活をしていく中で、燃やして料理をすると美味しいものが食べられるとか、利用しやすいエネルギー、例えば電気がとれるということの一つの間にか発見したわけです。ところが、その後は出てきたものをポイポイ捨ててもいいらしいということ、我々は本能的な部分に植え付けてしまった、あるいはDNAに取り込まれてしまったのではないかとさえ思います。これを何とかしようとするなら、相当、根性を入れてやらないと成功しないだらうということと言いたかったわけです。

時間と空間からみた地球上における人類の位置

時間: **人新世 Anthropocene**  
 空間: **人間圏 Anthroposphere**

生存圏 (京都大学生存圏研究所: since 2004)  
 人間生活圏、森林圏、大気圏、宇宙圏など人類の生存に必要な領域と空間を「生存圏」として包括的に捉え、その現状と将来を学術的に正しく評価・理解するとともに、それらを踏まえ、環境保全と調和した持続的社会的基盤となる先進的科学技术を探求します。

人新世: Anthropocene 人類中心の時代 (支配ではなく、影響の大きな意味)  
 完新世: Holocene 氷河時代のおと、人類の拡散、農耕革命、産業革命、工業革命  
 更新世: Pleistocene 人類の誕生。ラミダス猿人、サヘラントロプス 600-700万年前

児玉：

次に秋道先生のスライドから1枚、興味のあるものを出していただきました。このスライドも含蓄の深いものがあると思うのですが、先生もう一度ご説明いただけますでしょうか。

**秋道：**

「Anthropo」というのは、もともとギリシャ語で人間のという意味です。「cene」は時代です。「Sphere」は成層圏、大気圏の「圏」です。ですから、21世紀以降の時間と空間は、あらゆる思想家、研究者によって「人新世」と「人間圏」と表現ようにされるようになっており、新しい時代に入ったと認識しております。それ以前には、「更新世」、「完新世」という時代がありますが、5億年前にあたるカンブリア紀の後期に生物が大発生し、人間が表れたのは「更新世」です。人間のDNAの99%以上はその祖先であるチンパンジーと似ていると言われていますが、様々な進化をとげて、このような文明ができ、北京原人が火を使い、今の世代になって産業革命、工業革命がおこり、地球が何百万年もの時間をかけてつくってきた重要な地球の時代をわずかここ数十年で破壊しようとしてきたということです。我々人間はこうした時代の変化を本当にちゃんと認識しているのかどうか、どうもその認識が薄いと言えます。

例えば、信長が明智光秀に本能寺で殺されると、その翌日に光秀を討てとなりましたが、そのことが戦国時代から近世にどう影響を与えたかということは、後世にならないとわかりません。しかし、我々が問題にしているフロンは100年経たないと影響がわからないという歴史の話とはちょっと違います。人間が地球を覆い尽くし、オゾン層を破壊し、その結果、人間が皮膚ガンになるだけではなく、あらゆる生物をも殺しています。今我々はそういう危機的な時代を生きしており、100年後の歴史家に言われなくても、人間として、市民としてやるべきことがあるのではないかと、もしかしたら何か変えられることがあるのではないかと、動きが新しい時代をつくるのであり、人が言っているからといって鵜呑みにすることはやめましょうというのがひとつのねらいです。それが地球共同体です。

**児玉：**

ありがとうございます。次に、質問ではありませんが、佐藤様からフロン対策として行われている取り組みについて解説をいただきましたので、ご紹介します。

「フロン回収・破壊法は、冷凍・空調用の冷媒としてのフロンを、撤去、整備時に回収し破壊する法律ですが、回収率が低いために、平成27年4月に施行される改正フロン法では、フロン製造、輸入業者と冷凍・空調メーカー、さらに使用者でフロンの使用量を減らすため、メーカーは温暖化係数の少ない機器開発を、使用者は冷凍・空調機器を1～3年に1回、プロによる定期点検を行うことになり、漏えいにおいては漏れが生じていないことが確認されるまで充填しない。」と、フロン回収・破壊法の改正の趣旨をご説明いただいているわけですが、このような法体系でフロンの回収をより一層深めていくということです。もうひとつ、説明をいただいています。「フロンは最近では冷凍・空調用に最近では利用され、冷蔵庫、洗浄剤、発泡剤、噴霧剤にはほとんど使用されていません。エアコン、冷凍機のみです。冷蔵庫ではブタンや二酸化炭素が使われるようになりました。」と、ご説明がありました。秋道先生が言われたように、法体系においてもフロンをできるだけ出さない取り組みが導入されつつあります。しかし、それを実際に守るかどうかという問題もあり、これからはこのへんが課題になると思われれます。

会場の皆さんからいただいたご質問、ご意見は以上になります。少し時間がありますので、お聞きになりたいことがありましたら、挙手をお願いいたします。

**質問者：**

羽後と申します。私は国際関係を専門としております。岩坂先生の火を使うスライドを見ながら感じたのですが、戦争が一番の環境破壊だから平和が大事だという話を学生にするのですが、戦争における爆撃とフロンや地球温暖化、環境破壊との因果関係についてどのような説明ができるのか、教えていただければと思います。

**岩坂先生：**

戦争というのは基本的にはモノの燃やしごっこです。日常では、モノを燃やしてご馳走を作ったり、エネルギーを作り出したりするわけですが、戦争では何も生まれません。また、戦争がCO<sub>2</sub>問題にどう関わっているかということですが、CO<sub>2</sub>の濃度はピークに達

しているのです、今の戦争によって増えたというデータはほとんど見つかりません。これは、ある意味ではCO<sub>2</sub>濃度が相当のレベルにまで上がっており、近年起きていた戦争で出る量等で左右されることはない程すごい量なのだと言えるかもしれません。しかし、フロンは少々違います。例えば、阪神淡路大震災の時にはフロン濃度が何十倍かに上がりました。冷蔵庫に使われていたフロンが一気に漏れ出したということです。フロンはもともと大気中の濃度が少ない状況にありましたから、そこに一気に漏れ出したのでその増加が認識されやすかったということです。おそらく今質問されているのは、戦争が行われることによってCO<sub>2</sub>が増えているのではないかということだと思いますが、グローバルにみると影響はなかなか現れません。測定器を持って戦場に行く人はおそらくいないと思いますが、戦場の近くでは濃度は上がっているのではないかと思います。

**児玉：**

ありがとうございます。では、もうお一人、挙手をされた方、お願いいたします。

**質問者：**

二つ質問させていただきます。ひとつは温暖化の関係でして、岩坂先生と福井先生にお願いします。地球温暖化の懐疑論の中で、水蒸気主犯説というものがありますが、私のような素人にはいかにも最もだと思われるのですが、これについて専門家である先生方のご意見をお聞きしたいということです。もうひとつは秋道先生にお願いしたいのですが、これまでずっと気になっていたことが今日、風桶論というかたちで出てきました。風桶論は七つのステップで説明されているのですが、どうして桶屋で終わっているのかわかりません。もっと前のところで終わってもいいし、もっと続いていてもいいと思うのですが、桶屋で終わることに何らかの意味があるのかどうかという質問です。このふたつについて、よろしくお願いします。

**児玉：**

ユニークなご質問をありがとうございます。では、まずは水蒸気主犯説についてお願いいたします。

**岩坂：**

水蒸気は確かに強力な温暖化物質であります。しかし、水蒸気は我々人間が意図的に作っているものではなく、早い時期から地球上に登場しているものです。しかも、地球の環境では一定のレベルで飽和してしまい、飽和すると雨になってもどってくるという、アッパーリミットを持っているわけです。確かに温暖化のポテンシャルは持っているけれども、どんどん増えていくことにはなりません。これもまた地球のいいところだと言えます。CO<sub>2</sub>も上空まで行くと、氷の塊になって落ちてくるというサイクルを作ってくれればいいのですが、フロンと同じで反応性の乏しい物質であり、無関係に増えていってしまいます。ですから、水蒸気は温暖化に対して大きな役目を果たしているけれども、地球のシステムの中で空気中のアッパーリミットが決められていて、あるところまでいくと雲になり、あるところまでいくと水になって戻ってくると私は理解しています。

**福井：**

私も岩坂先生と基本的に同じでして、水は地球の中で循環をしているので、温暖化に対するポテンシャルはあるけれども大気中に野放図に増えていくものではないと捉えています。

**児玉：**

それでは、秋道先生、なぜ桶屋でとまっているのかというご質問についてお願いします。

**秋道：**

ご質問をいただき、ありがとうございます。これは要するに因果論です。何かが起こったら何かが起こるわけですが、その何かというのは、偶然に過ぎません。風桶論は我々が考えたものです。ですから、目の不自由な方が三味線を弾くようになるという話が、芸者が減ったという話になった方がいい場合もあるわけです。これは想像力の問題で、あることが起こったらその波及効果は一元的に起こるわけではなく、いろいろな影響が及ぶから、我々は確率が低くても何かの影響を受けるかもしれないという想像力を持ちましょうということです。フロン問題はその最たるもので、A社がフロンを使ったからといって、自分の鼻が皮膚がんになるとは限りません。自然や社会は複雑ですから、

特集

それに対する想像力や、被害者意識と加害者意識など、鋭敏な感性を持ち続けなくてはならないということです。

**児玉：**

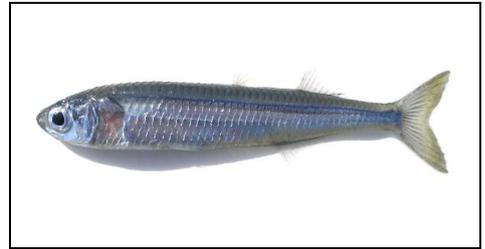
ありがとうございました。時間になりましたので、これで終わらせていただきます。どうもありがとうございました。

## 釣り人からの水辺だよりー初冬 「トウゴロウイワシとヒラメ釣り」

### トウゴロウイワシの魅力

季節は冬へと向かっていく。水温の低下に伴い、釣りものも少ないため、多くの釣り人で賑わった堤防も静けさを取り戻す。この頃から少しだけ人気度がアップするのがトウゴロウイワシ釣りだ。

トウゴロウイワシは、体長 12~13 cmの小魚で、イワシの名こそつくがイワシとは縁遠い魚で、ボラの仲間とされる。通年姿を見せ



るが、アジやイワシの釣れ盛るシーズン（初夏から秋）には持ち帰る人も珍しいほどの雑魚であり、無論、店頭には並ぶこともない。その理由は、ガラス質の固い鱗にある。トウゴロウイワシの鱗ははがれにくく、握ってもイワシの鱗のように手につくこともない。料理するにはこれが厄介者となるのである。ところが、固い鱗の下、透明感のある身はサヨリを凌ぐ上品な味で、骨もさほど固くもない。小魚だが、刺身、揚げ物、焼き物と料理の幅は広く、この魚の味を知る者には歓迎されるターゲットなのだ。至福の時を過ごすため、食味目的の釣りを楽しんでみたい。

### トウゴロウイワシ釣りのポイント

中部地方では、太平洋側では釣れるが、なぜか北陸ではあまり見かけない。外海向きの汐通しの良い港や堤防で期待が持てる。

トウゴロウイワシは少々気難しい面のある魚で、喰い気があればアジ釣りの疑似餌サビキ\*1にも喰ってくるが、その気がなければ見向きもしない。撒き餌を打つと集団で水面まで浮いてくるので、サビキ釣りでも簡単に釣ることがができる。

\*1 サビキ：餌に似せた疑似餌の針のことで、一つの仕掛けに6~10本くらいの針が木の枝のようについている。魚をおびきよせるための餌（撒き餌）を仕掛けのカゴに入れて使う。

#### トウゴロウイワシ釣りの仕掛け

サビキ仕掛けの中でも「餌付器」とセットで使用する「パニック仕掛け」を選ぶのがベスト。

- 竿 硬調子万能竿 5.4~6.3m、リール竿でもok
- 道糸 ナイロン 1.5号~2号
- 仕掛け オーナー製パニック仕掛け 2号~3号
- オモリ ナス型 3~8号 重いほど糸が張り、トラブルは少ない
- 他に玉ウキ、ウキゴム、ウキを付けると棚が固定されるメリットがあるが釣り場によってはなくてもよい

#### 撒き餌と道具

付け餌や撒き餌となるアミエビは、冷凍ブロックやチューブ入りまで様々ある。半日で1kgは必要。付け餌として半量、残り半量は撒き餌として使用する。

（撒き餌）アミエビをバケツに入れ、海水でシャビシャビに溶く。

（付け餌）スピード餌付け器（第一精巧製）に適量入れておく。

- バケツ 撒き餌用 他に手洗い用など
- ヒシャク 撒き餌用専用のヒシャク 小タイプで長さ 50cmほどのプラスチック製
- スピード餌付け器 餌付けが速く手返し良く釣りができる

## サビキ釣りとセットでねらう、堤防からのヒラメ釣り

ヒラメは貪欲なフィッシュイーター、魚食性の強い魚である。動くものに興味を示し、砂に潜り石に紛れ、近くを通る小魚に大口を開けて襲いかかる。ヒラメ釣りの餌は、現地で入手できる活魚に勝るものはなく、トウゴロウイワシなど、サビキ釣りとセットでの釣りが合理的だ。

ヒラメ釣りは沖での船釣りに限らず、砂浜や堤防からの陸釣りも盛んに行われている。天然物に加え、漁協等による放流も盛んで、その個体数は意外に多く、サビキ釣りの直下にも潜んでいる。沖釣りの大ヒラメには届かないが、堤防からでも50~60cmくらいまでなら十分期待が持てる。そうはいても、簡単に釣れる魚ではない。何度も通ってやっと出会える魚だからこそその値打ちがある。

## ヒラメ釣りのポイントと釣法

ヒラメの主な釣りポイントは、突堤先端周りや船道、波消しブロック周辺や漁船の荷揚げ場、定期的に撒き餌が入る堤防、常夜灯周りである。

釣法はスポットをつる「ぶっ込み釣り」と広範囲を探る「ウキ流し釣り」に大別できる。竿を複数本用意し、遠近で投げ分けると出会うチャンスが広がる。

ヒラメは通年釣れるが、旨みが増すのは晩秋から。朝、夕が絶好のチャンスとなる。餌は、活魚ならトウゴロウイワシの他、アジ、シロギス、ベラなど何でも使える。親鉤を鼻掛けか上あごに掛け、孫鉤を腹びれや背びれの後ろに掛けておく。

## ヒラメの当たり

ヒラメが餌のアジに遭遇すると、アジが逃げ回る当たりがあり、その後ヒラメがアジを噛み砕く当たりが続くが、ここで合わせを入れては釣れるものも釣れなくなる。「ヒラメ40」\*2のたともあるように、ヒラメは喰いつくのは早いですが、餌を呑み込むまでに時間を要する魚である。ヒラメが動き出し竿が大きく入った時が合わせ時となる。ヒラメ釣りでは、気配のないまま竿が忽然と消えることもあり尻手ロープ\*3は欠かせない。

\*2ヒラメ40：ヒラメ釣りでは当たりがあったら40秒くらいしっかり喰わせてから合わせなければならないこと。

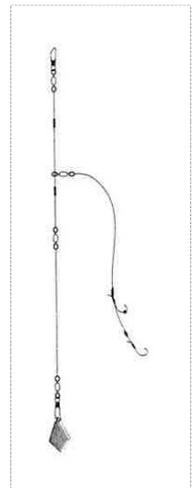
\*3尻手ロープ：魚に竿をとられないようにするため、竿の根本とクーラーなどの重量のあるものを結んで使う。

(釣り人/工藤秀和)

### ぶっ込み釣り

重めのおもりを使って仕掛けを投げ、あたりを待つ釣りで、ベタ底釣り、幹糸を中心にアジが泳ぐ仕掛けはシンプルに作る。

- 竿、磯竿 2~4号 5.4cm (チョイ投げロットでもOK)
- リール 中型スピニングリール 3000番
- 道糸 4~5号
- ハリス 4~5号
- 80cm~1ヒロ(親釣りと孫釣り)
- 鉤 チヌ鉤 4~6号  
(2本鉤仕掛けと1本鉤仕掛けがある。  
餌が小振りの際は1本鉤でok)
- オモリ 角型 3~10号
- オモリ用捨て糸 2.5~3号
- 30cm~50cm
- 他にサルカン、三叉サルカンなど



### ウキ流し釣り

フラットな底向き、アジが仕掛けを引き、自由に泳ぎ広く探れるメリットがある。

- 竿、磯竿 2~4号 5.4m、スピニングリール
- ウキ 2~3号(オモリに合わせる)ウキ止め
- オモリ 2~3号
- ハリス 4~5号 1mから1ヒロ

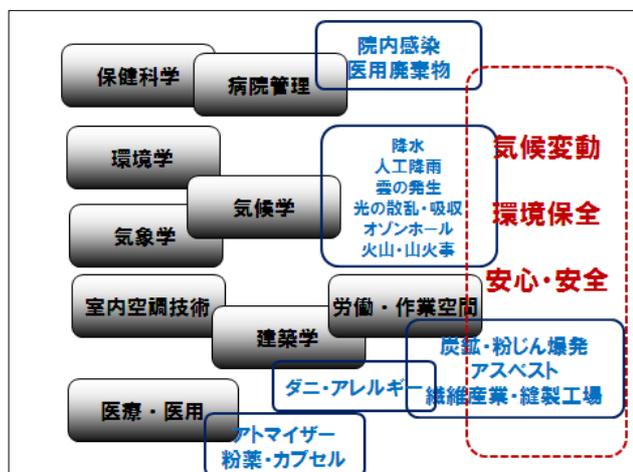


〔講演記録〕

PM2.5の何が問題か

滋賀県立大学理事／名古屋大学名誉教授 岩坂 泰信

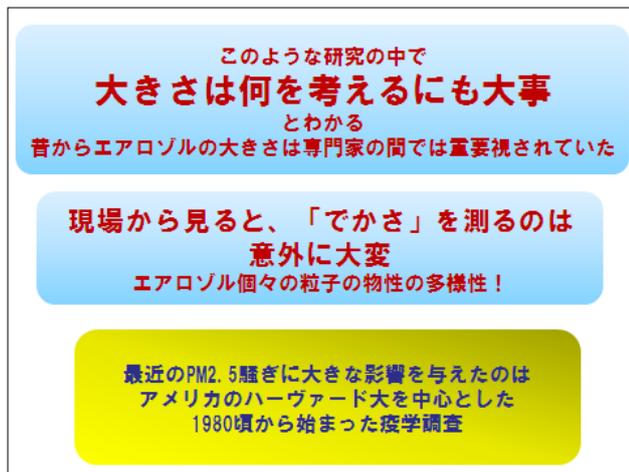
ただいまご紹介いただきました岩坂でございます。今日は「PM2.5」について、皆さんと一緒に問題点を勉強したいと思っております。「PM2.5」という言葉は急に有名になったのですが、それにはいくつか理由があります。おいおいそれにふれていきたいと思えます。



この図は、いわゆる「PM (浮遊性)粒子状物質」がいろいろな分野に関わっていることを示した図です。「PM2.5 (大きさが 2.5 ミクロン (マイクロメートル) 以下の粒子)」が有名になる前は、「PM」という言葉がよく使われていました。場合によっては、頭に「S」を付けて「S PM」と言う場合もありますが、いずれにしてもこれらの言葉はこれまで全然話題になりませんでした。「PM2.5」が注目されるようになってから「PM」という言葉も話題に上るようになったのですが、図に示したような分野では、それ以前から「PM」の大きさに注意して研究をしないといけないと盛んに言われていたわけです。

皆さんの身近なところで例を示すと、「保健科学」あるいは「公衆衛生学」と呼ばれている分野のひとつ

に「病院管理学」があります。これは、病院では一般の事務所とは異なる空間の管理をしないといけないという考え方から出てきた分野です。病院の中にはいろいろな患者さんがいるので、病原菌もたくさんいます。そのような建物の中で、なるべく影響が出ないようにするためには空気をどう動かしたらよいかを研究する分野が「病院管理学」です。当然、空気中に浮かんでいる大きな粒子は落ちやすく、小さいものはなかなか落ちません。こうしたことから、この分野では室内に浮かんでいるほこりやバクテリア等の大きさに関心が持たれたわけです。私が専門とする大気の「環境学」、あるいは「気象学」で言えば、火山噴火が起きた後は冷夏がやってくるのではないかとしばしば話題になります。では、火山噴火によって生じた噴煙とは一体何なのでしょう。これはガスではなく、火山灰や水蒸気が液体になった水滴です。要するに、「PM」なわけです。それらが気候に与える影響を考えようとすると、それらの粒子が地球の上で一体何日間、あるいは何年間、何十年間、空気中に滞在することが可能かということを知らなくてはなりません。それには当然大きさが関係します。このように、この図に示した分野では、空気中に浮かんでいる粒子を想定し、大きさにたいへん強い関心を持って研究がなされてきています。



これらの分野で扱われている粒子状の物質は、「SPM」もしくは「PM」と呼ばれていたものです。私が皆さんと一緒に勉強したいのは、なぜ「PM」が急に「PM2.5」になったのかというあたりです。昔から「エアロゾル」、すなわち、空気中に浮かんでいる粒子の大きさは、専門家の間では重要視されてきましたが、その大きさを測ることは意外に大変な仕事なのです。「PM2.5」とは、「PM」と呼ばれている粒子のうち、2.5ミクロンよりも小さなもの全てを含んでいます。ですから、「PM2.5」と言うためには、粒子の大きさを測らなくてはならないわけです。ちなみに、人間は結構いい感度で「PM」粒子を捉えています。これは考えてみれば当たり前です。地球上には人間だけがいるわけではなく、大昔からバクテリアのような微小な生物が飛び回っていたはずで、地球の歴史を考えれば、彼らの方がはるか昔から地球を占拠していました。地球上に登場した順から言えば、人間は後発部隊です。ですから、人間は彼らとうまく付き合う方法を発見しないと生きてこられなかったわけです。

それを示すいい調査結果がなかなか見つからないのですが、労働あるいは作業空間における「PM」の研究の中で、「東京に住んでいる人の鼻毛は早く伸びる」というものがあります。お聞きになったことはありませんか。人によっては、東京に単身赴任していた時に経験された方もいるようで、どうやらそれは本当だと思われま。かつて、日本専売公社の研究レポートに鼻毛に関する研究がありました。読んだ時の印象として、人間の身体はよくできているなあと思った記憶が残っています。人間の鼻毛の表面は、粒子が付着

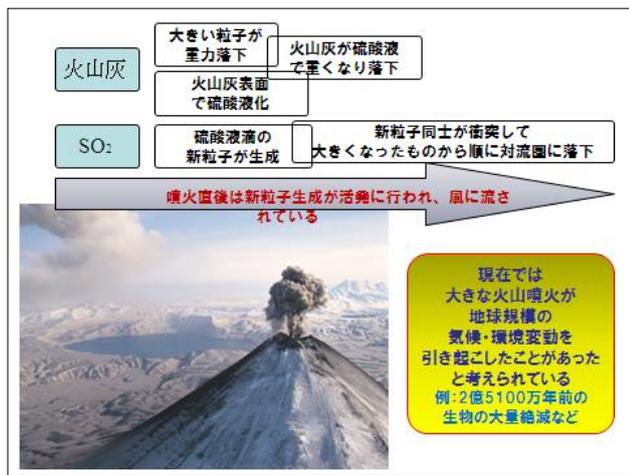
するように常に濡れている状態にあります。また、鼻毛が伸びていく方向、つまり、その角度の分布は相当にランダムであり、いろいろな方向に伸びていて同じ方向に向かっていません。これがものをつかまえる時に非常に都合がいいと言われております。また、長さもほどよくなっています。要するに、空気中にはいろいろなゴミがあるので、「PM2.5」だけではなく、いろいろなサイズのものを同時につかまえずにはなりません。どうやら人間は、呼吸する際には、そういうものを効率よくつかまえるための方法として、鼻毛を持っているのだらうと言われております。このように、人間は頭ではよくわかっていないけれども、身体はそれらをちゃんと感じてつくられているようです。もうひとつ例を挙げると、机の上がきれいかどうかを確かめるために手でなでることがありますね。机の上に異物があると、その角が手の皮膚の表面にある指紋にひっかかって神経に伝わるのですが、その異物の存在を認識できる大きさが概ね2ミクロン、「PM2」くらいからと言われております。このように、人間の身体のいろいろな器官を見ると、我々が小さいものにつきあってきた歴史の跡が残っているように思われます。

「PM」に「2.5」という数字がくっついて大騒ぎになった原因のひとつには、1980年頃から始まったアメリカでの疫学調査の結果があります。もうひとつは、北京の大気の汚れは相当なものだということが大きなニュースになった頃、しばしば新聞で報道されたアメリカ大使館での測定結果です。要するに、アメリカは外交特権で中国に測定器を持ち込んで、大使館のキャンパスを利用して「PM」を測ったわけです。アメリカは、健康第一の国です。この「PM2.5」のレポートも健康に感度のよいアメリカ人の心に響いたのでしょう。

北京あるいはその他の中国の都市に住んでいるアメリカ人やその子どもたちの健康を守っていかうとその測定が始められました。アメリカは北京の「PM2.5」の濃度はとんでもなく高いと報道しました。このニュースを中国がどう捉えたかという、当然ながら「認めなくてよい」としました。中国は自らの支配地域においては自分たちのスタンダードで測ると

いう権利を持っています。アメリカが中国と異なる基準で測った結果について、中国がオーソライズする必要は全くありません。「それは事実ではない」と言っても何の問題もありません。海外で計ったデータに基づいて何か行動をとろうとすると、こうしたややこしい問題があります。これについては、また後ほどお話しします。要するに、「PM2.5」が有名になったのは、アメリカのハーバード大学の疫学調査の結果ともうひとつは北京のアメリカ大使館の観測結果でした。

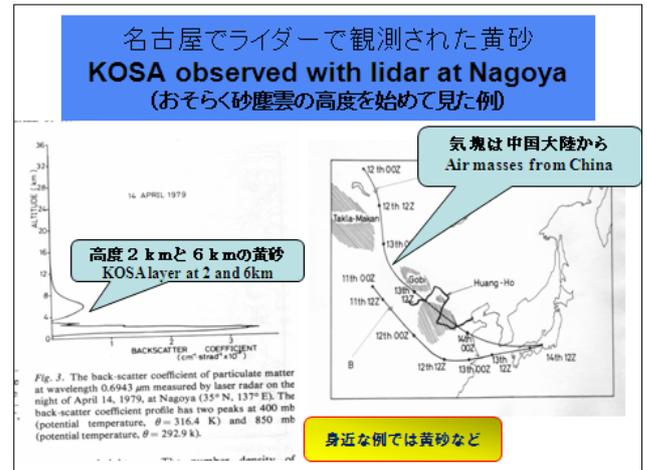
エアロゾルを研究してきた、あるいは「PM」を研究してきた人間にとっては、大きさはいつも悩ましい問題であり、研究テーマであったわけです。



これは火山噴火が起きた際、噴煙が気候にどんな影響を与えるかについて議論したときの図です。

例えば、火山灰の雲の中にある大きな粒子は重力で落下します。また、火山灰の表面では化学反応が起きていて、盛んに硫酸の液体が作られていますから、火山灰粒子の表面上に硫酸の溶液がたまって重くなり落下します。「〇〇火山の噴煙が地球を何周も回っています」といった報道が新聞に出ることがありますが、こういう粒子は一周も回らないうちにほとんど落ちてしまうわけです。長生きするのは亜硫酸ガスであり、「PM」ではありません。亜硫酸ガスからは直接的に硫酸の新粒子が生まれます。これはものすごく小さくて、「PM」の数字で言えば「PM0.02」くらいからあります。これらの粒子同士はぶつかりあいますが、すぐには火山灰のような立派な大きさにはなりません。こうした粒子が2年、3年と成層圏を漂っています。このようなことがわかってきたのは今から30年くら

い前のことです。その当時は、「PM」の大きさの調査が盛んに試みられていたわけです。この分野では「PM」に数字が付きまゝ。そして、その数字と気候の関係が問題ということになります。もちろん、これらの粒子が非常に長生きすることで地球に冷却効果を及ぼすかどうか、これは大変難しい問題を含んでおりますけれども、概して地球を冷やす方向に働くことが多いと言われております。

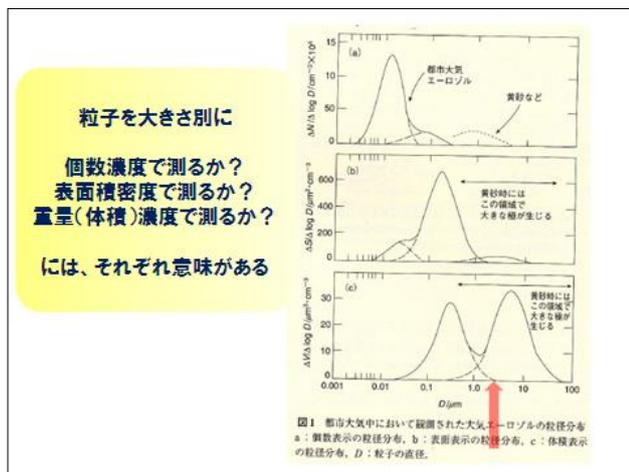


もうひとつ例を挙げます。最近「PM2.5」と一緒に中国から汚れた黄砂がやってくるという話が話題に上ります。黄砂がやってくるのにはその大きさが関係します。どの程度の大きさだったら、どの程度飛べるのかという問題と同じです。少し前までは、黄砂がやってくるというと、地面から上空まで一斉にやってくると思われていました。しかし、今から30年くらい前、ライダー（レーザー光の散乱を利用して上空の「PM」を検出する）が観測に使われるようになってからそれを使って調べてみると、かなり高いところで黄砂の濃度が高くなっていたわけです。上の図のグラフの縦軸に4km、8km、12kmといった高度が書いてあります。不思議ではないですか。地上あたりでは黄砂の濃度はすかすかですが、上空にいくと黄砂だらけになっています。当然、そんな変なことが起きる時の黄砂の粒子の大きさはどれくらいかということが問題になります。しかし、測りに行こうと言っても、そう簡単に問屋は卸してくれません。高度2kmくらいを飛ぶ飛行機はたくさんありますが、だからと言って2km上空の黄砂の大きさが測定出来るとはなりません。どうやって粒子をつかまえたらいいかという問

題があります。これは今でも技術上の難しい問題になっています。

このように、大変長い距離を飛んできて、上空だけを飛んでいて、地上にはなかなか降りてきません。落下がそれほど活発でないことから、その大きさは2ミクロンを出ないだろうと、当時私たちは想像していました。ところが、結果は「机上で考えることはたいたことではない」と思わせるものでした。ハワイ沖でアメリカの研究者が10ミクロンくらいの黄砂を採集しました。考えてみれば、黄砂が3日も4日も同じ状態で飛んでいると考える方がおかしいですね。当然、高気圧や低気圧の影響を受けます。ある空気は低気圧の渦の中でポンプアップされて非常に高く押し上げられます。10ミクロンの黄砂の粒は、それ自体は落下しようとしていても、大きな空気塊である低気圧の中の上昇流によって上に押し上げられるわけです。ですから、黄砂粒自体は落ちようとしていても、低気圧の外から見ると全然落ちていません。そのようにして、3回くらいポンプアップされたものがハワイ沖に落ちたのではないかと後から計算機でシミュレーションをやってみて分かりました。少々大きな粒であっても、上手くいけば長く浮遊しているものもあるようです。

いで数が問題になるのは微生物の分野です。ところが、例えば、この部屋の空気中にカドミウムが何グラムあるかというように、「PM」がどんな化学物質からできているかを調べるとなると、数ではなく重さに関する情報が必要になってきます。そのため、「PM」を重さで捉え直す必要があります。見ていただきたいの一番下のグラフの右側あたりです。縦軸に「PM」の数をとった一番上のグラフではほとんど表せていなかったものが、重さを縦軸にとった一番下のグラフでは大きなヤマが表れています。数でみると圧倒的多数の小さな粒子は重さで勘定するとももの数ではないということです。化学物質の影響を考える時には「PM」の大きさと重さで考えると、どのあたりでモニターすればいいのかがわかります。現在、「PM2.5」として関心が持たれている粒子状物質の大きさのクライテリアは、これを考えて出されています。かつては、カドミニウムなどの空気中の化学物質の総量を捉えようとしていたので、一番下のグラフにあるヤマふたつ分をモニターしてやればよいという考え方をした。ついこの前まで環境省が基準としてきた「PM10」というのは、10ミクロンより小さなものすべてを数えれば、粒子状物質のほとんどが捉えられるだろうというものでした。



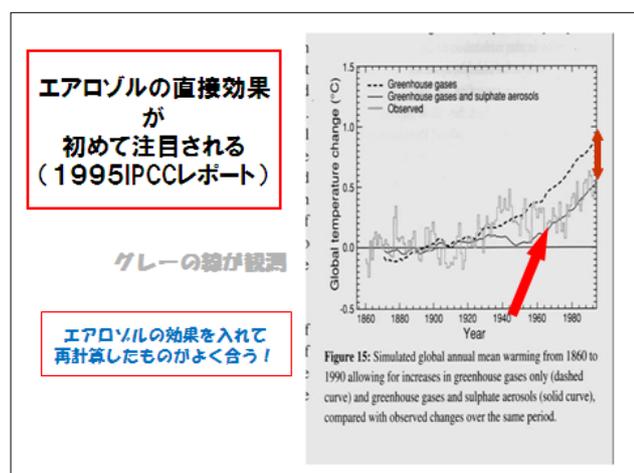
私どもの世界では、しばしばこのような図で考えます。3つのグラフが書いてありますが、どれも同じ「PM」を想定しています。いずれのグラフも横軸には大きさが書いてあります。左にいくほど粒子が小さく、右にいくほど大きいわけです。一番上のグラフは、縦軸が「PM」の数になっています。数で考えると、粒子の小さい方にピークがあります。エアロゾルの扱

真中のグラフの縦軸は表面積です。先ほど、火山灰の表面では硫酸、亜硫酸ガスが硫酸液滴をつくる反応を起こしていると言いましたが、この反応には粒子の表面積の大きさが関係します。ですから、そういうことに専ら関心を持っている人にとってはこのグラフが大事です。一番反応をよく起こすサイズはどのあたりであるのかがわかります。

このように、大きさ一つとっても、何を考えるかによって捉え方が変わってきます。一番下のグラフが今日言われている「PM2.5」という数字を考えさせる最初のヒントを与えたグラフです。ハーバード大学を中心とした研究グループが疫学調査をするにあたって、ニューヨークなどアメリカの6都市における年齢別の死亡率を20年近くわたって調査しました。その時、彼らは粒子の中に何が入っているかわからないが、とりあえず身体にいいものばかりではないだろうと

ということで、一番下のグラフを参考にして、「PM10」、「PM9」、「PM2.5」など、いろいろな大きさを測った結果、どうやら「PM2.5」で測ると、2.5 ミクロン以下の粒子の濃度と、そこに住んでいる人の死亡率がみごとに対応することが分かりました。実は身体に悪い粒子はたくさんあります。日本でもこうした調査を行っていなかったわけではありません。しかし、身体に入った時の総量にこだわりすぎていて、長い間、「PM10」以下全てという数え方をしていました。その結果、全然傾向が見えませんでした。そういうこともあって、アメリカの調査結果は余計にショックだったわけです。アメリカの調査結果は、肺の奥にまで達するような「PM」は、「PM2.5」であるので、健康との関係では「PM」より「PM2.5」が大切ということを示したのです。

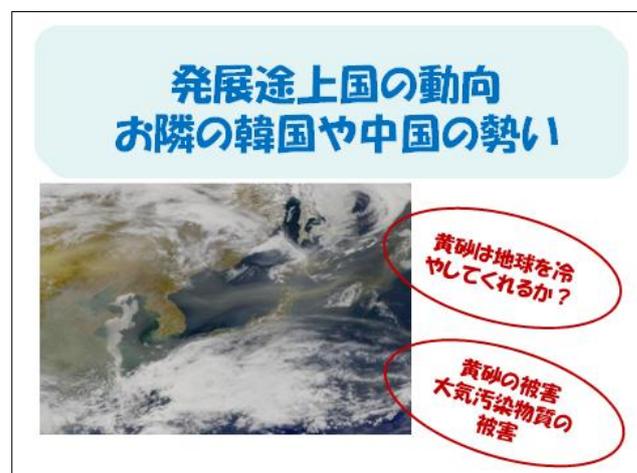
なのであって、そんなものは入れなくてもいい」、「点線と実測値のギャップはコンピュータの能力が上がれば埋まっていくだろう」といった考え方もありました。現在、このような論調は影をひそめました。今から 20 年前ですと、まだまだ多くの研究者の心を動かすだけの力があつたのです。



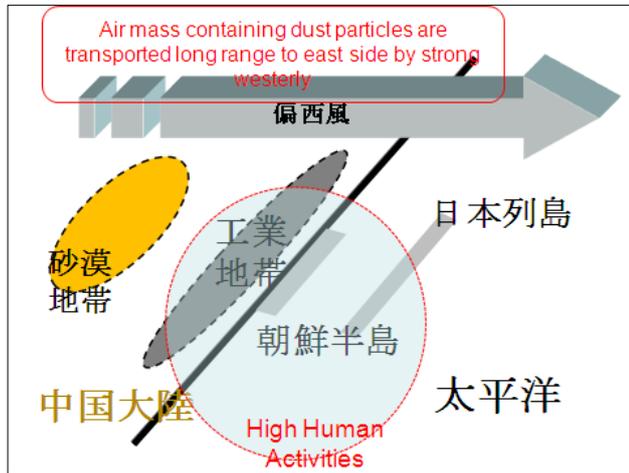
**当時、関係者の中で  
想定されていた  
代表的な粒子は、硫酸ミスト**

このように、「PM」はこの頃から地球の温暖化問題とある関わりを持ち始めていたわけです。しかしながら、当時関係者の中で想定されていたエアロゾルとは硫酸ミストのことです。石炭の使用量から SO<sub>2</sub> がどれくらい空気中に出て、それらが反応をしてミスト化するだろうという手順で、コンピュータで出されたものでした。

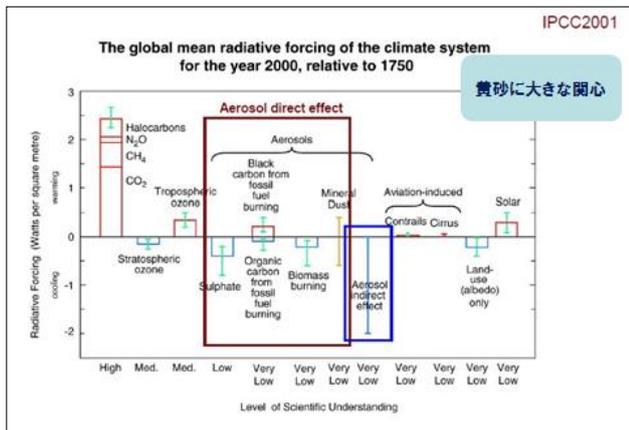
さて、地球環境の分野では、エアロゾルの登場の仕方は「PM2.5」ほど、大きな騒ぎにはならなかったような気がしますが、エネルギー関係の業界にとってはかなりの驚きを持って捉えられたレポートがあります。今から 20 年くらい前、1995 年の IPCC のレポートです。地球の温暖化について、エアロゾルの効果を入れてシミュレーションをすると、上のグラフの実線のようになり、実際の傾向とよく合いました。一方、エアロゾルの効果を入れずに CO<sub>2</sub> やメタン、フロン、窒素酸化物を入れて予測をすると点線のようになり、実測値と合わなくなっていました。どうやら地球の温暖化予測にはエアロゾルの存在も必ず頭に入れておかななくてはならないと、この時代に強調されました。しかし、当時は「コンピュータの能力がまだまだ



また、その当時は、途上国が急速に重工業を勃興させ、日本でも隣の韓国や中国の発展ぶりが大きな話題になり始めた頃と重なっています。幸か不幸か、黄砂がしばしば日本にやってくるので、黄砂をサンプルにして、中国や韓国から汚染物質がどんなふうにも日本に流れてくるかを考える手がかりにしてはどうかということが盛んに言われていました。

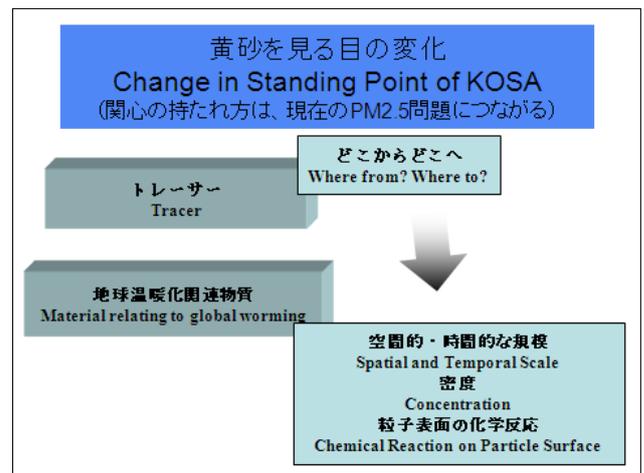


日本は、たしかにそのようなことを考えるのにたいへん都合のよい地理条件になっています。偏西風が吹いており、その風上側に砂漠地帯があって、アジア大陸の沿岸部には産業開発が非常に活発な場所があり、発展を続けています。そして、日本との間には海峡があって、日本の東には太平洋が広がっています。このような地理条件にあるので、砂塵を上手に取り扱えいろいろなことがモニタリングできるのではないかと考えられます。

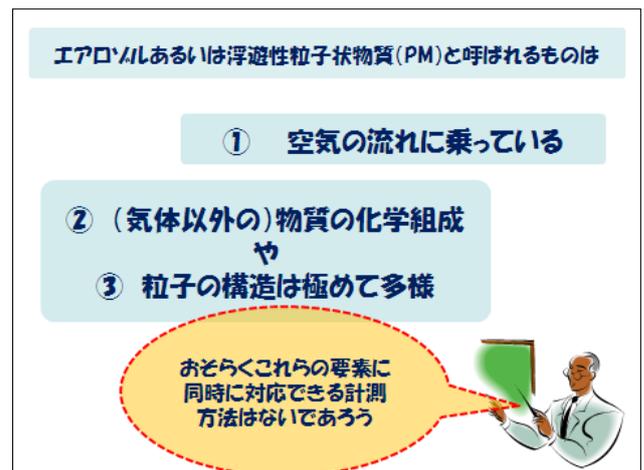


その一方で、地球温暖化問題はエネルギー問題と深くリンクしているため、研究が必要な領域が急速に広がってきました。2001年のIPCCのレポートでは、この図に書いてあるように、様々な粒子状物質を考えなさいと指摘しています。それ以前のレポートでは、硫酸ミストだけを考えていました。上の図にあるブラックカーボンとは煤です。また、完全に煤になっただけでなく、いろいろな有機物が含まれているものもあるかもしれません。ミネラルダストとは黄砂のことです。これらも考えなさいということです。ひとつ前のバージョンでは、サルフェート、つまり硫酸ミストだけで

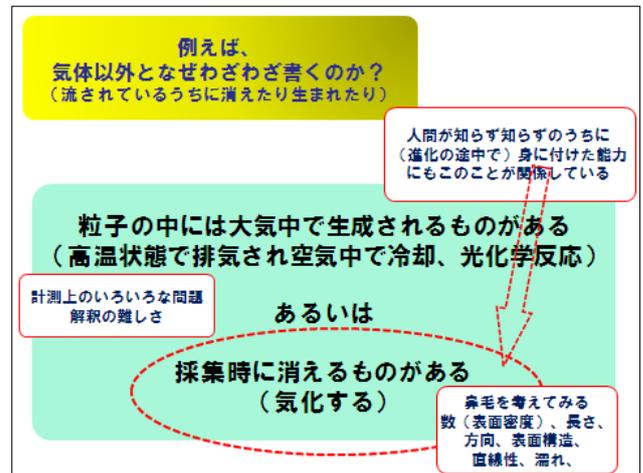
したが、ターゲットが増えています。これはわずか5、6年の間にエアロゾルの研究、特にエアロゾル粒子の光に対する性質に関する研究が急速に進歩したということを示しています。そういったものが急速に進んで、このような大きな分布表が出てきたわけです。いずれにしても、2001年のIPCCレポートでは、エアロゾルの調査に力を入れなさいという論調でまとめられているところがたくさんあります。ここではエアロゾルという言葉で書いてありまして、はなはだ気象の世界の学術用語の色合いを持っていますが、要するに「PM」ということです。「Aerosol direct effect」を「PM direct effect」と考えていただければいいわけです。しかしながら、「PM2.5」とは書いてありません。



黄砂がやってくる、そしてそれは汚染物質を運ぶことにもつながるのではないかとようになってきたのですが、当然、それは地球温暖化に関する物質の輸送にもつながっています。研究者の間では規模や密度、表面積を詳細に調べることが必要だろうと言われて現在に至っております。



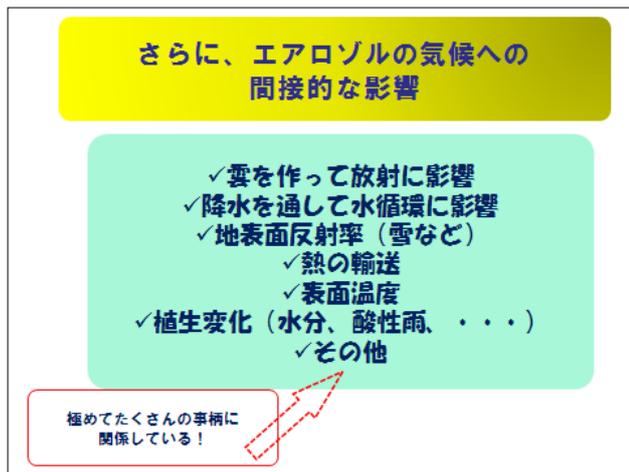
しかし、それはなかなか難しい問題です。なぜなら、まずひとつには、黄砂を見るとよくわかります。黄砂などの「PM」は空気の流れに乗ってやってきますが、いつまで乗っているのかは大きさを知らないとわかりません。また、どんな物質からできているか、すなわち化学組成を知ることが必要です。しかし、これらは簡単なようで結構面倒なところがあります。というのは「PM」を採集しようとしても、あっという間に消えて無くなってしまふからです。こうしたことは当たり前のように起こります。例えば、火山の噴煙が気候変動に影響を及ぼす場合、その噴煙は、成層圏くらいまで上がっていきます。そこは恐ろしく寒い所です。ですから、そこでサンプリングに成功しても小牧空港までもどって来たら何も残っていないことがあります。なぜなら、成層圏は-30℃、南極あたりの上空だと-90℃です。これに対して、名古屋は 20℃、30℃の世界ですから 100℃位のギャップがあります。冷たいところで粒子の形になっていても、こんなに暖かいところに持ってきたらたちまち蒸発してしまいます。それくらいは簡単に想像がつかますね。ですから、これをつかまえて化学組成を調べようというのはなかなか難儀なことであります。その他、粒子の格好や表面の状態にもいろいろあります。これらは、例えば面積を計算する時にも必要ですし、光の反射能力を推定する場合にも必要です。しかし、それはたいへん面倒な問題です。今よく行われているのは、表面構造を考えることはやめよう、しかし、形くらいは考えようという方法です。形についても、コンピュータの容量がまだまだ少ないがために、一番進歩しているデータの処理方法でも6つくらいの形に分類するというものであり、現実に合わせて形状を確保することはできていません。このように、「PM」の世界で比較的わかっているのは、空気の流れに乗ってやってくるということくらいです。



今お話したことがこの図に書いてあります。大気中で生成されるものもあれば、採ったつもりでも採集時に気化してしまい、なくなっていることもよくあります。こうした技術上、非常に難しいところがあって、「PM」の詳細を調べることはなかなか思うようにできていません。



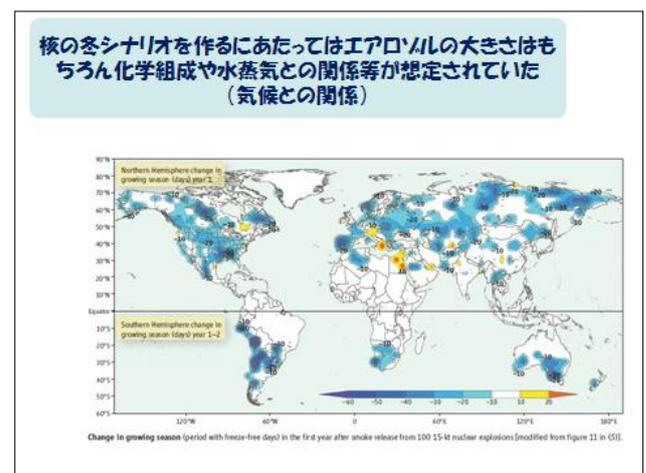
さて、もうひとつ、地球の温暖化を考える上で忘れてはならない要素があります。「PM」というのは、太陽の光を反射して地球を寒冷化させたり、煤のようなものが太陽光をたくさん吸って地球を温暖化せたりするだけではなくて、雲が生まれる時の核になるということです。雲がどの程度、地球の温度を支配しているかについて正確なところはまだまだわかりませんが、大変大きな要素であることは間違いありません。「PM」はそうした雲の生成に関わっているわけです。



「PM」粒子が気候に間接的に与える影響を書き出してみました。まず、雲を作るということです。雲は大気の光の分野からいうと、反射能力が非常に高い真白い物質です。ですから、太陽放射をそのまま照り返します。現在、アメリカでは飛行機雲の研究が非常に盛んです。もちろん、日本でも行われていますが、アメリカは国土が非常に広いことと飛行機の運航数が日本と比べて桁違いに多いことから、それらが雲を作って気候に影響を与えているのではないかということが大きな研究テーマになっています。そして、できた雲が放射にどんな影響を与えるかということがひとつめの問題です。もうひとつは、雲が雨になって水循環に影響を及ぼすということです。IPCC レポートでは、水循環という項目の中で農業、水産業といった分野への影響について大変詳しく記述されています。日本は水の循環がたいへん活発な場所です。その悪化によって死者が出たり、特定の農業が完全にだめになったりすることはあまり起きません。けれども、例えば、水循環に変化が起きると日本酒の質が落ちることも考えられます。石川県や富山県では、白山や立山の雪が解けて地下水になり、その水脈が何百年と続く酒造メーカーの井戸につながっているわけです。私はかつて金沢大学におりましたが、私のつきあいの深かった酒屋さんの井戸水は立山から2年くらいかけて地下を流れてきたものであり、それより早くても遅くてもよくないという話でした。要するに、酒造りは立山の雪の降り具合に左右されるということです。また、積雪は地表面の反射率にも影響します。今まで太陽放射を比較的良好に吸収していた所が積雪によって一気

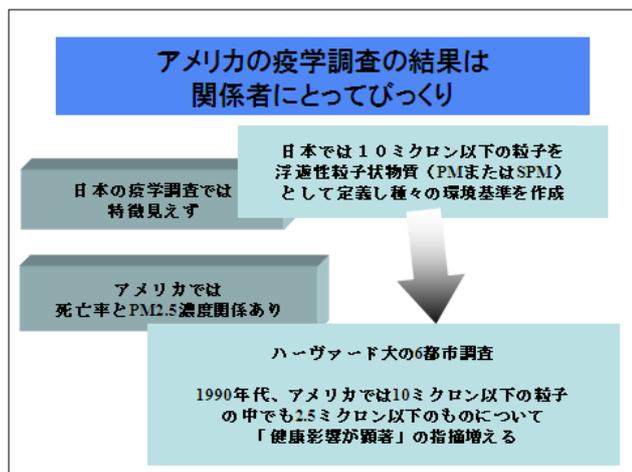
に白くなって反射体になってしまうということです。積雪は太陽放射を受け取る能力に直接関係しますから、黄河上流域の雪解けのタイミングがずれて「今年は妙な時に黄砂がやってくる」という事件につながったりするわけです。あるいは、雪が解けたり蒸発したりすることで、熱を出したり、空気中の熱を奪ったり、あるいは地表面の温度をある時期、強制的に一定値にしたり、植生の変化につながったりします。

このようにエアロゾルが雲を作った後でも、いろいろなことに関係していきます。「PM」粒子は、気候ひとつとっても非常に多くの領域に関係しています。



かつて、「核の冬」という話が話題になりました。これは「核戦争を行うと、その後冬がやってくる」というもので、地球上の広い地域で寒冷化が起ると想定されています。これをまとめたのは、南極の仕事で私がよくやりとりをしていたハミル (Hamill) という科学者らですが、要するに、核戦争が起きると、核爆発によって非常に高い温度が発生します。それによって、いろいろな物質が蒸気化して大気中を拡散する間に冷やされると「PM」を作り、やがて地球の至るところに広がって寒冷化するだろうということです。

ここまでが「PM」粒子と気候、地球の温暖化の切り口での整理になります。



もうひとつが「PM」粒子と人の健康という切り口です。先ほども言いましたが、アメリカは健康に特に敏感な国です。産業構造もそうになっていますし、国民の一般的な感性もそうであるような気がします。この図に書いてありますように、ハーバード大学が中心になって6都市で調査を行いました。粒子の濃度を10ミクロンではなく、2.5ミクロンでサイズを切って調べたら、死亡率と大きな相関が見つかったということです。その結果は、1990年代には、いろいろなかたちで報告がなされました。もちろん、日本でもこんな汚い空気を吸っていたら健康にいいことはないと言われており、情報を集めていたのですが、あくまでも10ミクロンを基準にしていたわけです。何度も言いますが、10ミクロンで切れば10ミクロン以下全てが含まれますから、いろいろな化学組成の粒子全部がカウントできるということです。要するに、身体に入った全量の影響がわかるということです。ところが、それでは全然傾向が見えなくて、2.5ミクロンで見えたところがポイントです。アメリカのハーバード大学から出された結果をみると、どうやら2.5ミクロンくらいのサイズの粒子が人間の肺に入って、さらに肺胞の中にまで入り込む、あるいは器官の表面からより内部の方にまで入り込む可能性が高いということであり、目の付けどころは、総量ではなく、身体の中での粒子状の物質の動きに目をつけたということです。これがひとつのブレイクスルーを生んだポイントだと思います。

**健康影響への関心の高まり**

黄砂など中国からの影響  
汚染物質で汚れた黄砂！！

硫黄酸化物など中国から  
オキシダント、窒素酸化物も

中国の大都市や沿岸部の  
大気汚染状態

ハーヴァード大の報告  
が出てPM2.5に  
大きな関心

生物由来のものにも関心が  
寄せられている(病原性の有無など)

日本はいち早く高齢化社会を迎えており、これまでの人口構成の社会とは異なり、人の健康を考える時、かなりリスクが高くなっているのではないかと考えられて、そういう時に、ハーバード大学からこうしたレポートが出てきたわけですからたいへんな驚きだったわけです。

もうひとつ、たいへんな驚きだったのは、中国の大都市の大気汚染状態がアメリカ大使館の測定器から出てきたことです。このように「PM」の世界というのはいろいろな領域に関係しています。

**中国敦煌市観測拠点**

黄砂発生源地、黄砂沈降地域の系統的な比較を目指す

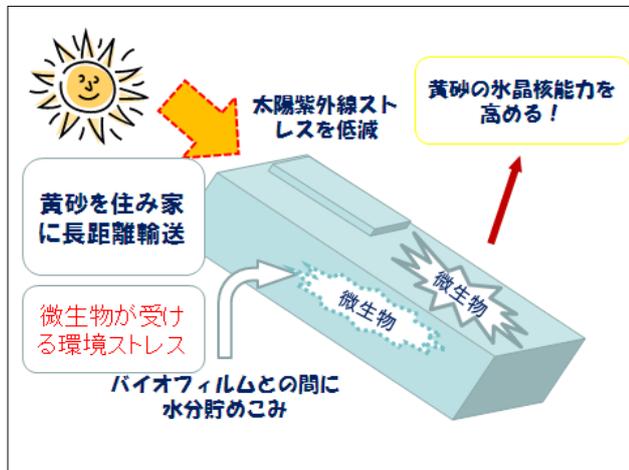
2006年サンプリング

2007年サンプリング

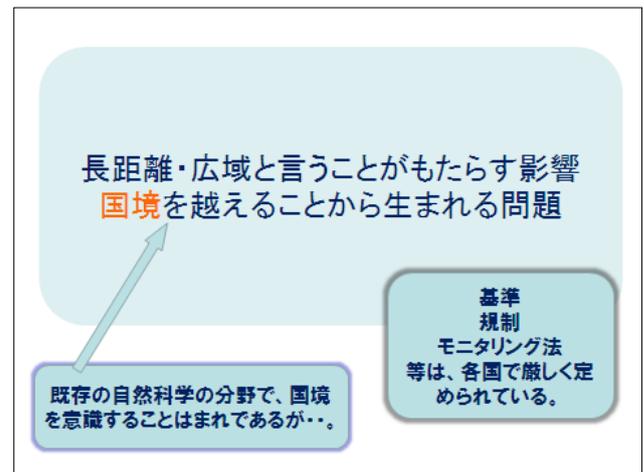
驚くべきは、  
「こんな(内部混合してた)粒子が黄砂粒子の20%程度であった」と言うことです

さらに驚くべきは、  
「単独で浮いている微生物が見つからなかった」と言うことです

最近、私は中国の敦煌で微生物の観測を始めました。そして、黄砂に微生物が付着していることがわかってきました。これは黄砂の写真で、光っているのは微生物の DNA です。つまり、光っているところが黄砂に微生物が付着している場所ということです。驚いたことに、黄砂全体の 10~20% に微生物の付着が見られます。



昔、磯野謙治という先生が粘土鉱物は雲を作る時の核になることを指摘しました。これはたいへん有名な話で、あちこちの教科書に書いてあります。私がイギリスに研究に行った際には、いかにもこの研究は日本人らしいと言われました。褒めているのか、けなしているのかよくわかりませんが、褒めているとすれば、こういうことです。材料はそこらへんにあるもので、ただ（無料）です。通常、空気を $-20^{\circ}\text{C}$ よりももっと冷やさないと氷の雲粒はできません。ところが、粘土鉱物の粒子を足場によって、それよりも $10^{\circ}\text{C}$ ぐらい高い温度でも氷の微結晶（＝雲粒子）ができると指摘したわけです。とんでもない大発見です。分野が違えば、超伝導物質の発見といった感じではないでしょうか。その物質が身近なところに浮かんでいる単なる黄砂粒であったことは何とも味のある話ですが、この黄砂に付着している微生物の能力はそれよりもっと高い温度でも氷粒を作ります。 $-2^{\circ}\text{C}$ 、 $-4^{\circ}\text{C}$ と言えば、ちょっと冷やしただけではないですか。微生物のグループによっては、それくらいの温度で氷粒を作ることがあるらしく、これからますます微生物と黄砂と気候との妙な絡まり方が注目されるようになると思われます。



### まとめ

- PM2.5で知られるようになった浮遊性の粒子は、グローバルな気候、環境問題から人間個人の健康問題まで多様な問題とかわりがある。
- 大気の流れと大きな関係があるため、国内の地上測定だけでは状況把握が出来ず、航空機や高山を利用した観測も重要。
- 黄砂とともに、大気汚染物質や細菌が移動していることは確かで、最近に関しては大部分がグラム陽性細菌に属し、*Bacillus*属の細菌群であることが分かった。それらは、積雪層においても生残していると考えられる。また、食習慣などにも影響しているかもしれない
- 我が国のPM2.5問題は、越境問題として考えられるべきもので、関係国間の協力・連携が多方面で必要である。

「PM」も「PM2.5」も黄砂もエアロゾルも、ともに空気中の粒子状の物質を指していますが、空気が流れることによっていろいろな問題を起こします。先ほどお話した、アメリカ大使館が北京の「PM2.5」の濃度を報告した時、中国がそれを認めなかったのは、各国がそれぞれ空気の管理を行っており、こうしたガスの濃度の排出規制基準は各国で決められているからです。ですから、平和的に調査を行おうとすれば、メイドインジャパンの測定器とメイドインチャイナの測定器の両方のデータを比較し、共通の結論を出していくという手続きが必要です。それを行うためには、国同士の仲が良くないとできないということもあって今はなかなか難しい状況にあります。このような問題も「PM2.5」等の研究の背景にあることをご承知おきいただきたいと思います。

どうもありがとうございました。

## 講師プロフィール

岩坂 泰信 (いわさか やすのぶ)

1941年、富山県生まれ。東京大学理学部物理学科卒業。東京大学大学院理学系研究科地球物理専攻博士課程修了(理学博士)。

主に熱圏下部におけるエネルギー収支について研究。専攻は、大気物理学、大気環境計測学。

1971年、名古屋大学理学部助手。1977年、名古屋大学水圏科学研究所助教授(降水物理部門)。1989年、名古屋大学太陽地球環境研究所教授を経て、2001年、名古屋大学大学院環境学研究科教授。2004年12月、金沢大学自然計測応用研究センター教授、2007年4月より同大学フロンティアサイエンス機構特任教授。その間、名古屋大学太陽地球環境研究所附属佐久島観測所長、同研究所附属共同観測情報センター長など歴任。また、英国アップルトン研究所客員研究員、第24次南極地域観測隊隊員、独立行政法人大学入試センター客員教授(研究開発部)などを務める。公職、独立行政法人日本学術振興会特別研究員等専門委員(平成20~21年度)他多数。現在、滋賀県立大学理事、名古屋大学名誉教授を務める。

## 〔講演記録〕

再エネ賦課金、いくらまでなら、納得できますか  
～温暖化対策としての市場主義の限界～

名古屋産業大学・大学院 非常勤講師 児玉剛則

私は普段大学で教えておりました、再生可能エネルギーの導入促進が大事だという話をしております。けれども、それを大学で使うとなると学費に影響するがそれでもいいかと学生に尋ねたところ、とたんに学生たちの反応が消極的になりまして、いろいろな意見が出てきました。話は変わりました、豊田市では毎年年初めにインタープリターを養成する講座がありまして、私はそこで温暖化に関わる話をしています。インタープリターを目指す方々に、「再生可能エネルギー発電促進賦課金（以下、再エネ賦課金）はいくらまでなら払ってもいいか」と尋ねたところ、驚いたことに再エネ賦課金を知らないという人がいました。払っていることを知らないというわけです。毎月自宅に届く電力料金の領収書を見れば書いてありますが、それを見ていないということです。インタープリターになろう、あるいはなっている人でも再エネ賦課金を払っていることを知らない人がいるということを私は今年の1月に初めて知りました。

こうした出来事があったことから、もう一度これらのことについて皆さんと一緒に考えなくてはいけないと思い、今日のタイトルを「再エネ賦課金、いくらまでなら、納得できますか～温暖化対策としての市場主義の限界～」としました。再エネ賦課金を払うという考え方は、市場主義、あるいはグローバリゼーションという言葉に代表されるような経済合理性を重視する考え方です。今日は、このことについて温暖化を通して考えてみたいと思います。

### 映画から知る環境問題



世界的に問題となっている食料廃棄の真実に迫った、ドイツ発のドキュメンタリー。

毎年、世界で生産されるうちの最大約半分にあたる20億トンの食品が食卓に届く前に廃棄されているという現実を踏まえ、ヨーロッパや日本をまじめとする世界各地で取材を敢行。

生産現場や流通・小売過程など、食品がたどるさまざまな段階に携わる人々へのインタビューを通じ、食料廃棄の現状やその原因、影響をあぶり出していく。2011年作品

<http://eiga.com/movie/78668/>

問1 「もったいない!」について、実行していることは「何」ですか。

最初の質問です。2011年に「もったいない!」という、ドイツのドキュメンタリー映画がありました。この映画は「もったいない」の実践を勧めるような映画です。そこで、皆さんにお聞きしたいのは、普段の生活の中で「もったいない」という理由で何か行っていることはありますかということです。何もしていない場合は「何もしていない」という回答で構いません。名古屋市のごみの分別方法に従って、積極的に分別に協力しているのであればそれを書いてください。たくさんある方は代表的なものを書いてください。

この映画では、食糧品の「もったいない」について語られています。食糧品は意外にたくさん廃棄されています。調べてみると、途上国では収穫してから市場に来るまでに腐らせてしまうという、流通過程の悪さで廃棄されています。これに対して、先進国では家庭の冷蔵庫の中で消費期限が切れてしまい廃棄されていることがFAO(国際連合食糧農業機関)の報告にあります。ところで、消費期限と賞味期限の違いはおわ

かりでしょうか。消費期限はその日までに食べなくてはならないことを示していて、それ以降は食べないで下さいということであり、一方、賞味期限はその日を過ぎると味が落ちるということで、すぐに腹痛を起こすようなことにはなりません。先進国では冷蔵庫に入れておいて家庭で悪くしてしまう例が非常に多いということですから、つまり、買いすぎです。皆さんは、自分の家の冷蔵庫に入っている野菜の種類を覚えておられますか。多くの人が冷蔵庫に何がどれだけ入っているか覚えていません。冷蔵庫の奥の方になると見えないからおさらです。

### 映画「地球にやさしい生活」

2011年10月8日 公開



- 電車も車もエレベーターも使わない。
- 電気を止めて冷蔵庫も洗濯機もテレビも使わない
- ゴミを出さない。
- コーヒーは飲まず、外食もしない。
- 食べ物は全て青空市場で買う。
- 生ゴミはミミズを飼って土に戻し、レンタル菜園で野菜を栽培。
- トイレtpペーパーも使わない。



問2 こういふ生活を友達に勧められますか。

次の質問も映画に関するものです。この映画はニューヨークのマンハッタンに住んでいる若い夫婦と子ども、親子三人の家族の話です。「地球にやさしい生活」というタイトルで、2011年10月に公開されています。この家族はニューヨークのマンハッタンに住んでいます。地下鉄も自家用車も使いません。30階建てくらいの高層マンションに住んでいますが、エレベーターも使いません。すごいですね。電気を止め、冷蔵庫も洗濯機もテレビも使いません。ゴミも出しません。コーヒーも飲まず、外食もしません。買い物はスーパーではなく、青空市場を利用します。由来がわかる場所で購入するということです。生ゴミはマンションのベランダでミミズを飼って土にもどし、レンタル菜園を借りてそこで野菜を栽培しています。さらには、トイレtpペーパーを使わないというのですから、これはなかなかできないですね。この家族はそういう生活をしているわけです。

そこで、2つめの質問です。皆さんはこの家族のよ

うな生活を人に勧められますか。全的に勧められる、ある部分なら勧められる、あるいは勧められないなど、いろいろな答えがあると思います。それを書いてください。あなた自身がこういう生活をできますかではなく、友達に勧められますかという質問です。

### 労せず楽をしたい

- 小原庄助さん なんて身上つぶした  
朝寝 朝酒 朝湯が大好きで  
それで身上つぶした もっともだ もっともだ

[http://www.mahoroba.ne.jp/~gonbe007/hog/shouka/siduband\\_sisen.html](http://www.mahoroba.ne.jp/~gonbe007/hog/shouka/siduband_sisen.html)

- 足柄金太郎さん なんてシンショウ残した  
ハラマキひとつで 真冬も過して  
それでシンショウ残したア もっともだ ア もっともだ

<http://f.ly/ric.net/artists/a01629/01e25b.html>

問3 金太郎さんのようにシンショウを残すのは、何故でしょうか、

次は「会津磐梯山」の歌詞です。上段に書いてある歌詞は「朝寝、朝酒、朝湯が大好きで、それで身上つぶした」というもので、労せず楽をしたので身上を失くしたということです。これに対して、その下にある歌詞はドリフターズが歌っていた、なかにし礼作詞によるものです。ここには足柄山の金太郎が出てきます。こちらは身上を残すのですが、「ハラマキひとつで真冬も過して、それでシンショウ残した」とあります。なぜ金太郎はハラマキひとつで冬を過ごしてまで身上を残すのでしょうか。これが3つ目の質問です。一番簡単な答えは金の亡者だからということかもしれません。ここでいう身上にはいろいろなものが考えられますが、次世代への貢献という考え方もあるかもしれません。

### 講義での問いかけ事例

地球温暖化防止のためには、化石燃料の利用にともなう二酸化炭素を発生させない、自然エネルギーを活用する社会が望まれています。いまのところ、自然エネルギーはコストが高いので避けられる傾向にあります。

問1 仮にこの大学は自然エネルギーのみを利用するため、来年度の学費を一部アップ。駅からのバスも電気バスとするので、バス代は二倍となると仮定した場合、それでも自然エネルギーの利用を支持しますか。

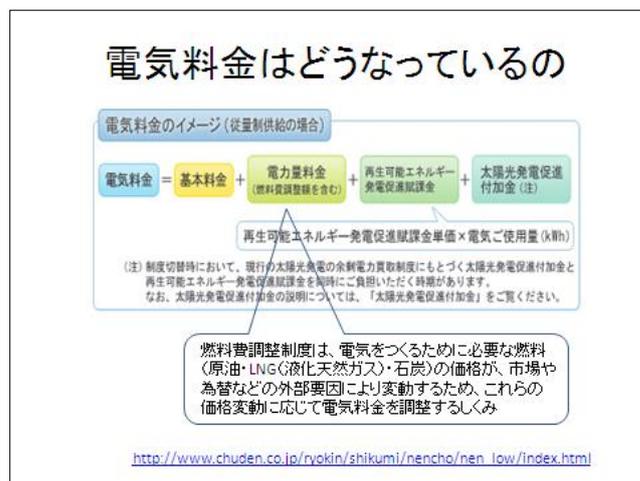
問2 自然エネルギーを選択した結果、今の電気代が、どのくらい高くなっても許容しますか 5%・10%・20%

問3 知っている自然エネルギーの種類は

問4 自分が実際に利用している自然エネルギーは

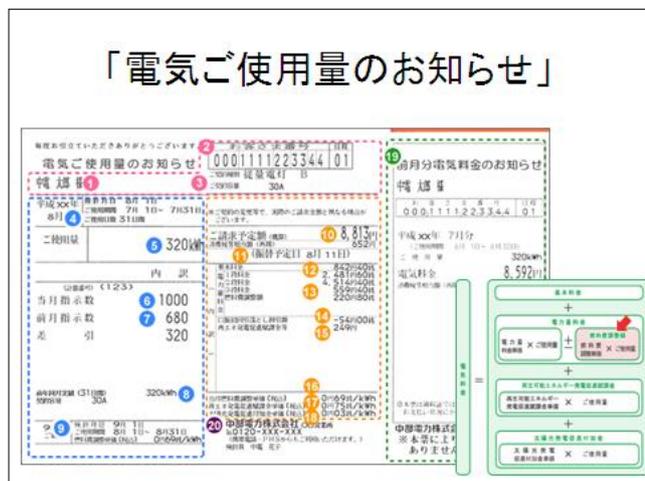
問5 今後、自分が利用しようと思う自然エネルギーは

質問4は、冒頭でお話した、学生に尋ねた質問に関わるものです。地球温暖化防止のためには、化石燃料ではなく、CO<sub>2</sub>を発生させない自然エネルギーを活用する社会が望まれています。今のところ自然エネルギーはコストが高いため避けられる傾向にあります。そこで、学生に質問したのは、「仮にこの大学は自然エネルギーのみを利用するため、来年度の学費を一割アップ。駅からのバスも電気バスとするので、バス代は二倍となると仮定した場合、それでも自然エネルギーの利用を支持しますか」という質問です。私が受け持っていたのは「生活環境と人間」という講義でした。この質問に対して、全員の学生が嫌だと答えました。バスについては、歩くか自転車に替えると回答しました。泣けるような理由を書いた学生もいました。「これ以上親に迷惑をかけられない」というものです。2つ目の質問は「自然エネルギーを選択した結果、今の電気代がどれくらい高くなっても許容しますか」というもので、「5%」、「10%」、「20%」から選択させました。100人くらいの学生が受講していますが、「20%」を選択したのは全体の5%くらいしかいませんでした。3つ目の質問で、「知っている自然エネルギーの種類は」と尋ねたところ、なかなか書けないものですね。太陽光発電はほとんどの学生が書きましたが、バイオマスや風力、地熱といった、その他の自然エネルギーはあまり知られていませんでした。次に、「自分が実際に利用している自然エネルギーはありますか」と尋ねたところ、「電卓」と答えた学生が結構いました。しかし、電卓のエネルギーはあまりに小さく、節約したうちに入らないですね。また、自分の家で太陽光発電をしているという学生は意外と少なかったですね。最後に、「今後、自分が利用しようと思う自然エネルギーは」と尋ねたら、「金がかかるから利用しない」という答えが結構多くありました。お金に関してシビアだと思いました。いいことならどんどんやろうという考えはあまり持っていないようです。我々は若者の倫理観に訴えるような方法に期待をしてはいけなことがわかりました。



ここで、電気料金の仕組みは一体どうなっているのか、おさらいをしたいと思います。この図は中部電力のホームページに載っているものです。電気料金には、まず基本料金があります。次に電力量料金とありますが、これは使った電気に対する料金です。また、燃料費調整額とは、市場や為替などによって原油などの燃料の価格が変動しますから、それに応じて料金を調整するというものです。その他に、再生可能エネルギー発電促進賦課金と言われているものがあります。これが冒頭でお話した再エネ賦課金です。さらに太陽光発電促進付加金があります。これはメガソーラーにより発電した電力や自宅で太陽光発電を行って余った分の電力を電力会社に購入してもらうという制度で、その購入にかかった費用をみんなで払うという仕組みです。

このように、電気料金は簡単に言うと、基本料金と使った分の電気料金、再生エネルギー関連の3種類を払っているということです。冒頭でお話した、再エネ賦課金を知らなかったという人は、この再生可能エネルギー発電促進賦課金と太陽光発電促進付加金を知らなかったということです。皆さんは、自分が毎月、再生エネルギー賦課金と太陽光発電促進付加金を合わせて、いくら払っているか知っていますか。



これも中部電力のホームページに載っているもので、皆さんのご自宅に届く領収書と同じものです。問題にしているのは中央にある「再エネ発電促進賦課金等(15)」の部分です。中電太郎さんはこの月320kWhの電気を使って、8,813円の電気代を請求されています。その内訳を見ると、基本料金は840円くらいで、再エネ賦課金は250円くらいです。電気代は1、2、3と分かれていることがわかります。使った電気の量によって値段が変わるという仕組みになっています。

### 電灯契約での料金は3段階

電気を無駄なく上手に使いましょう←中電の勧め

- 従量電灯⇒A(5A)・B(10A~60A)・C(6kVA~50kVA)
- 従量電灯Bの基本料金→10Aだと280.80/月、60Aでは1,684.80/月
- 従量電灯B・Cの料金単価は使用量によって3段階  
使用量が多いと単価も高くなる  
120kWhまで⇒安めの(20.68/ kWh)料金。  
300kWh まで⇒平均的な料金(25.08/ kWh)  
300kWhこえ⇒高めの料金(27.97/ kWh)

電灯契約の料金は3段階制になっており、中部電力は、「電気を無駄なく上手に使いましょう」と忠告しています。それでは、どういう仕組みになっているかというと、まず、従量電灯Aの契約は「5A」、Bは「10A~60A」、Cは「6kVA~50kVA」と3つに分けられています。「50kVA」以上使うと、さらに別の枠になりますが普通の家庭ではまずありません。次に、仮に従量電灯Bという契約をしている場合、基本料金はAによって違ってきます。10Aだと月あたり280.80円、60Aだと1,684.80円です。電気の使用量

に関係なくこの料金を払うことになります。もし皆さんが60Aの契約をしているけれども、実際には30Aくらいしか使っていないとすると、基本料金を変えて電気代を下げるすることができます。最近、5Aでの生活体験をまとめた本が出されました。この本によると、5Aではエアコンは使えません。掃除機も難しいですね。要するに、ちょっとした電化製品はほとんど使えません。5Aは従量電灯Aですから、この契約にすると、扇風機のみでエアコンはなし、冷蔵庫も使えないという生活になります。洗濯機を動かす時は、あらゆる電化製品の使用を止めることになります。このように、基本料金は契約するアンペアによって異なるということです。さらに、単価も電気の使用量によって違ってきます。120kWhまでは約20円、300kWhまでなら25円で、5円アップになります。300kWhを超えると、さらに2~3円高くなって27.97円となります。

つまり、電気代を安くしたければ、従量電灯の契約を小さくして、120kWh以上使わないということです。これが一番安くする方法です。そのためには大きな電化製品は使えなくなります。一方で、電気を多く使わないということは、結果的にCO<sub>2</sub>を多く発生させないことにつながります。

### 従量電灯とは？

<http://www.eco-words.net/e/power/post-124.html>

- 電力会社の契約プランの一つで、最もオーソドックスな契約プランのこと。
- 使用するアンペア(電気の流れる量⇒A)の大きさにより基本料金が異なり、使用電力量に応じて電気代が発生する。
- 契約アンペア数が大きいほど、基本料金が高くなる仕組みとなっており、アンペアを下げれば基本料金を節約することができるけれども、家庭全体で利用可能な家電製品に制限が出てくる。

問4 契約アンペアを下げて、利用可能な家電品を少なくしますか

従量電灯とは、先ほどご説明をしたように、電気の利用量に応じて料金を払う電力契約のことです。そこで、4番目の質問です。契約Aを下げると使える電化製品が減って不便になりますが、それでも契約Aを下げますかという質問です。マンションに住んでいるから勝手に変更できないという人がいるかもしれませんが、変更できることを前提にした質問です。とても

できないという人もいれば、下げようではないかという人もいるでしょうね。

### 再生可能エネルギー発電促進賦課金

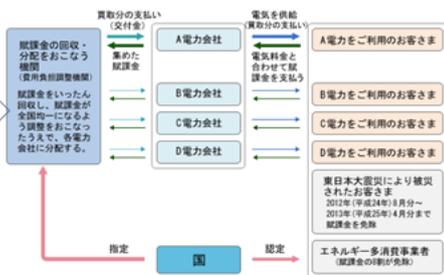
2012年7月より、再生可能エネルギーを用いて発電された電気について、一定の期間・価格で電気事業者が買い取ることを義務付ける「固定価格買取制度」が始まりました。固定価格買取制度は、電気の利用者皆さまのお力を借りて、再生可能エネルギーを育てることを目的としており、電気事業者は太陽光、風力など再生可能エネルギーによって発電された電気について、国が定めた単価により購入し、電気事業者が購入に要した費用については、電気を利用する全てのお客さまに、賦課金として、電気のご使用量に応じて負担いただくこととなります。



次は、再エネ賦課金の仕組みについてです。これは経済産業省のホームページに載っているものです。要するに、電気を使用する我々は電気の使用料金と合わせて再エネ賦課金を払います。それは一時的には電力会社に払うわけですが、電力会社は再生可能エネルギーと呼ばれる、太陽光、水力、風力、バイオマス、地熱による発電を行う事業者及び自宅で発電される方に戻すという仕組みです。そして、それを調整するための機関として、調達価格等算定委員会というものがあり、そこで再エネ賦課金の単価等の様々な条件を決めています。この制度は、皆が再生可能エネルギーを使えるようにするために、とりあえず火力発電より高くなる部分を皆で負担し合おうという考え方です。

### 買取価格の決定方法

[http://www.meti.go.jp/committee/shotoku/kakaku/pdf/043\\_01\\_00.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/shotoku/kakaku/pdf/043_01_00.pdf)



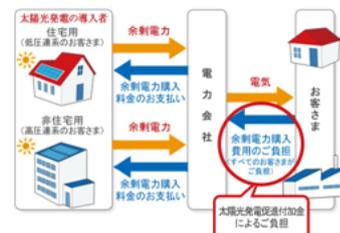
電気を大量に使用される事業所は、再生可能エネルギー発電促進賦課金が一部、免除されます

次は買い取り価格の決定方法です。左側に「再生可能エネルギー発電促進賦課金単価は、地域間の負担の公平性を保つために国により地域間調整を行い、全国一律単価とされており」と書いてあります。食べ

物では「地産地消」がいいとよく使われますが、エネルギーも遠くから運べば送電線などの設備が必要となるため、「地産地消」がいいわけですが、価格については公平性を保つため、どの地域も一律にされています。もしかしたら、中部電力管内の買い取り価格による電気料金はもっと安いのかもかもしれません。経営状況の悪い他の電力会社に対して、我々が負担をしているのかもしれませんが、全国一律にすると決められています。しかも、スライドの下の方には、「電気を大量に使用される事業所は、再生可能エネルギー発電促進賦課金が一部、免除されます」と書いてあります。再エネ賦課金を皆が払っていると思ったら大間違いです。3.11の東日本大震災の被災地は免除されていますが、それ以外にも、大量に電気を使用している事業所は一部免除されています。大量に電気を使用する人ほどCO<sub>2</sub>の発生に関わっているにも関わらず、それを相殺するために設けられた再エネ賦課金を払わなくてもいいとなっているわけです。私はこれを発見したいへん驚きました。皆さんがこれをどう思うかはわかりませんが、このような制度になっていることを知っておいていただきたいと思います。

### 太陽光発電促進付加金

[http://www.chuden.co.jp/ryokin/shikumi/taiyofukakin/index.html?cid=ul\\_me](http://www.chuden.co.jp/ryokin/shikumi/taiyofukakin/index.html?cid=ul_me)



太陽光発電の余剰電力(太陽光発電設備により発電される電気のうち、自家消費されずに余った電気)を国が定めるルール・単価に基づき購入するものであり、購入に要した費用をすべてのお客さまに電気のご使用量に応じてご負担いただくものです。

なお、平成24年7月に「再生可能エネルギーの固定価格買取制度」が導入されたことにより、平成26年9月分電気料金までの適用をもって終了となります。  
<http://www.kepcoc.co.jp/home/ryoukin/solar/fukakin/index.html>

太陽光発電に関わる制度については皆さんよくご存じだと思います。自宅に太陽光発電の設備を設けて発電し、余った電気は電力会社を買ってもらい、その購入に要した費用を電気利用者が電気の使用量に応じて負担するというものです。平成24年10月以降、この太陽光発電促進付加金は、「再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度」の導入によって、再生可能エネルギー発電促進賦課金としてまとめて請求され

ることになっています。

### 「日経定例電話世論調査」

2014年8月調査 <http://www.nikkei-r.co.jp/phone/results/2014-08.html>

- 原子力発電から火力発電や自然エネルギーによる発電などへの移行を進めた場合、コストが上昇するため、電気料金が値上げされる可能性があります。あなたはこれをどう思いますか。
- (A) 受け入れられる⇒61%
- (B) 受け入れられない⇒31%
- (C) どちらともいえない⇒5%
- (D) いえない・わからない⇒3%

問5 あなたはA～Dのいずれでしょう。

問6 値上げされたとして、お支払料金の5or10or20%までなら受け入れられますか。

これは、日本経済新聞が行っている「日経定例電話世論調査」の今年の8月の調査です。質問は、「原子力発電から火力発電や自然エネルギーによる発電などへの移行を進めた場合、コストが上昇するため、電気料金が値上げされる可能性があります。あなたはこれをどう思いますか。」というものです。「原子力発電」をめぐるはややこしい問題がありますが、自然エネルギーによる発電に移行すると、どうしても電気代が上がってしまうことについてどう考えるかということです。これに対して、「(A)受け入れられる」と回答した人が61%、「(B)受け入れられない」が31%、「(C)どちらともいえない」が5%、「(D)いえない、わからない」が3%という割合でした。この調査結果はインターネット上で公開されています。

そこで、皆さんに5番目の質問です。皆さんは、(A)～(D)のどれを選択しますか。「原子力発電」という部分をカットして、「再生可能エネルギーを使うと電気代が上がる」という点について考えてください。私が教えている大学の学生は、学費に反映されるのならば嫌だと答えましたが、皆さんはどうでしょうか。そして、6番目の質問は、値上げされる場合、どれくらいまでなら容認できるかということです。料金の「5%」、「10%」、「20%」という選択肢があります。どれくらいまでなら我慢できるか、あるいは協力できるか、お答えください。

### 誰が象を殺したのか

問7、あなたが村の住民ならどうのように対処しますか



2006年04月05日 <http://sustainable.asia.net/article/16174860.html>

インドネシアのスマトラ島では、住み場所を奪われたゾウと住民の衝突が多発。WWFの報告によれば、リアウ州に生息するゾウは今や350頭、わずか7年前に比べて半減。森を奪われたゾウは村に出没し、農作物を荒らし、ときには民家を破壊。住民たちは生活の基盤が失われることはもちろん、生命さえ脅かされ、ついにゾウを殺傷。

ここからは、自然保護、環境保護とお金が裏腹になっている事例です。これは2006年にインドネシアのスマトラ島で実際にあった事案で、WWFがホームページに載せている写真です。象は寝ているのではなく殺されています。棲み慣れた場所を奪われた象が仕方なく里に出てきて、農作物を荒らしたり民家を破壊したりしました。このため、住民は自分たちの生活や生命を守るために象を撃ち殺したということです。

そこで、質問7です。もし皆さんが、明日にでも象が襲ってくるかもしれない、この村に住んでいたとしたら、象を撃ち殺すことは仕方がないと考えますか。他人事ではなく、自分がそこに住んでいたらどうするか、考えてください。

### 問、金を払ってクロサイを撃つ



15万\$で絶滅危惧種のクロサイが撃てます。このお金であなたは自然保護に貢献できます。



問8 娯楽のために野生動物を殺すことは許されるでしょうか。

引用、マイケル・サンデル「それをお金で買いますか」早川書房、2012年5月

次も実際にあった話です。クロサイは絶滅危惧種に指定されている動物であります。クロサイは自然公園などで保護されていますが、一方で、これを15万ドル払って撃つということも行われています。このスライドでは、15万ドルという金額についての説明がありませんが、次のような背景があります。自然公園を維



スを出す枠を売買する排出量取引を国連や欧州連合が導入し、環境派の人々や少なからぬメディアが『必要な市場』と信じ込んできた制度によって、『温室効果ガスを排出する「罪」を相殺することは正しいのか』と指摘しています。ここでは倫理的、道徳的な面からの疑問が出されています。「道徳」とは、「人々がそれによって善悪・正邪を判断し、正しく行為するための規範の総体」と広辞苑にあります。

そこで、皆さんに伺います。サンデル教授は場違いなことを述べていると考えるのか、あるいはサンデル教授の述べていることはその通りで、我々はあまりにも金に執着していると考えなのか、というのが 11 番目の質問です。

### ローマクラブ & 報告書

- 地球の有限性という共通の問題意識をもった、世界各国の知識人で構成される民間団体。1968年ローマで初会合を開き、以後「成長の限界」(1972年)などの提言を含んだ報告書を発表。
- 1960年代のような人口増加率と経済成長率が今後も持続するとすれば、食糧不足、資源の枯渇、汚染の増大によって地球と人類は 100年以内、おそらく 50年以内に成長の限界に達し、人口と工業力の制御不可能な減少という破滅的結果が発生せざるをえないと警告し、高度成長を享受していた先進諸国の人々の根本的な反省への重大な契機となった。(72年の報告)

問12 ローマクラブによる報告書「成長の限界」を知っておられましたか

次はローマクラブの話です。1972年に「成長の限界」という有名な報告書が出されました。これは、1960年代の人口増加率と経済成長がこのまま続けば、人間が増えすぎて地球は駄目になるという指摘です。これは、今ほどではないものの、コンピュータでシミュレーションができるようになったという時代的な背景があります。

そこで、12番目の質問です。このような話を以前から知っていましたか、あるいは初めて聞く話ですか、お答えください。

### ローマ・クラブ『成長の限界』から 40年総会でのあらたな議論

Money and Sustainability 報告  
問13 環境と経済の関係をお考えになりましたか

- 私(『成長の限界』報告の共著者であるデニス・メドウズ)は、この報告に接するまで、金融システムのことをほとんど考えなかった。
- なぜなら、金融システムは中立的であり、人間社会にとって不可欠な制度であり、あたり前のものと思っていたからだ。
- しかし、いまは全く異なった見方をするようになった。現行の金融システムは、①過度な景気変動をもたらし、②目先指向を生み、③不断の成長を必要とし、④富の集中と⑤社会資本の破壊という5つの面で sustainability とは相容れないものだと思う。

<http://www.jec.or.jp/column/cjime/index431.html>

「成長の限界」が出された後、ローマクラブの 40 年総会で、「Money and Sustainability」という報告書が出されました。直訳すると、「金と持続可能性」です。先ほどお話しした、サンデル教授の話や動物の話には、お金がひとつの価値として出てきました。また、持続可能にしなければ、環境が損なわれてしまい、それこそともこないという考え方もあります。自分の世代だけでなく、子供や孫の代についても考えなくてはいけないという考え方が少しずつ浸透してきているということです。「成長の限界」をまとめた学者の一人であるデニス・メドウズは、その 40 年総会で、「この報告に接するまで、金融システムについてほとんど考えてこなかった。金融システムは中立的でしかも人間社会にとって不可欠な制度で当たり前と思ってきたが、どうも違う。最近の金融システムは過度の景気変動が起こる。リーマンショックが起き、それ以前にも同様なことが起きている。そして、今日はどうなる、明日はどうなるというような目先志向であり、そのために不断の成長が必要となる。成長を常に続けなくてはならない。しかも、その結果は金持ちと貧乏人の二分化がどんどん進んでいく。さらに、社会資本の破壊という問題がある」と指摘しています。例えば、2階建てくらいの住宅ばかりが集まっている地域で、みんなで太陽光発電の設備をつけた。ところが、ある日突然、その一人が家を売却して 40 階建のマンションを建てた。制度上、それは何の問題もないけれども、せっかく付けた太陽光発電は駄目になってしまいます。このような社会資本の破壊という面で、サステナビリティとは相容れない今の金融システムに気づ

いたという話です。

そこで、13 番目の質問は、環境と経済の関係を考えたことがありますかということです。初めて聞いたという人、前から知っていたという人、いろいろあると思います。環境と経済の関係についての質問です。



これはスターバックスコーヒーのホームページに載っている写真です。皆さんもコーヒーを飲まれることがあると思いますが、ここで 14 番目の質問です。コーヒーを飲む時、それがどこでどのように栽培されたのかなど、消費者である自分と生産者との関係を「思い」、「学ぼう」としたことがありますかという質問です。ここで使っている「思う」、「学ぶ」という言葉は論語からとっています。論語にある「学而不思則暗」（学びて思わざればすなわち暗し）とは、知識（学ぶ）はたくさん持っているが、自分で考える（思う）ことをしていないということです。最近こういう人がよくいますね。一方、やたらと自分の考えを持っている（思う）けれども、知識（学ぶ）が不足している人もいます。論語には、「思而不学則殆」（思いて学ばざればすなわち殆し）とあります。「殆し」というのは、狭く偏った考えしか持っていないということです。論語ではこのふたつのバランスが大事と言っているわけですが、皆さんは、消費者である我々とコーヒーの生産者の関係を「思い」、「学ぼう」としたことがありますか、というのが 14 番目の質問です。これからは孔子のこの言葉をヒントにしていきたいと思えます。皆さんが生活していく中で、消費者と生産者、あるいはその中間もあるかもしれませんが、そういった関係の中で、生産品がどのように作られてきたのか

に関わる知識をちゃんと持ちましょう、生産者に対する思いを持ちましょうということでもあります。

このような質問をする背景には、イギリスのある評論家の話があります。この人は毎日コーヒーを 2 杯飲んでおり、これを一年間続けると、一体何本のコーヒーの木がいるのかを考えて計算をしてみました。コーヒーの木にもいろいろあるでしょうから、どんな木を基準にしたのかはわかりませんが、8 本いることがわかりました。次に、8 本の木がちゃんと実をつけるようにするためには、農薬と肥料がどれくらいいるのかを調べました。すると、5kg の肥料と 50g の農薬がいることがわかりました。自分が毎日コーヒーを飲むために、1 年間に 50g の農薬を撒いているわけです。しかも、コーヒーの実のすべての部分を使っているわけではなく、コーヒー豆の周りの果肉は現地に捨てられています。自分が毎日コーヒーを飲むと、一年間で廃棄される果肉が 20kg 出ます。現地で捨てられた果肉はどうなるのでしょうか。おそらく環境汚染、水質汚濁などの原因になっているでしょう。コーヒーを飲んでいる自分は、廃棄される果肉がどうなるのか、環境の持続可能性という視点から適正な処理が行われているのかどうかについて、何も知らない、それでいいのだろうかと考えました。それ以降、その人は環境にやさしいコーヒーを選ぼうという考えに至ったということです。



最後の質問です。共同体に関わる話です。「地球は青かった」とは、宇宙飛行士の有名な言葉です。私たちは、地球を宇宙から見ているわけではありませんから、それを実感しているわけではありません。何が言

いたいのかという、外から見ると地球はひとつの「共同体」であるということです。地球から離れてみると、そのように実感できるのだけれども、地表で活動している私たちは、このような感覚を日常的に覚えるのは難しいことです。一方、見える範囲の取り組み、例えば岡崎市の「地球温暖化防止隊」のように、地域の人たちの具体的な活動はさかんであります。地域の「隊」の活動を、地球全体を「共同体」とする取り組みへ広げるのは課題が多く、京都議定書に続くものも未だにできていません。これまで「ローカル・コモンズ」という考え方はありました。これは目で見ることができます。一方、地球は直接見ることができませんから、非常に難しい問題です。それでも、「グローバル・コモンズ」を考えなくてはならない時代になってきたということです。そして、「地球共同体」の形成のためには、何らかの規制が必要になってくるということです。

そこで、最後の質問です。どのようにして『隊』から『体』に変えていくか、発展させていくかということです。言葉遊びのようになっていますが、どうしたらいいと思われるか、お考えください。

先ほどの話に出てきたスターバックスコーヒーは、一部ですが、環境保護に協力しています。フェアトレード（公平貿易）という言葉がありますが、この考え方を導入したのはアメリカの人たちです。そのきっかけは、渡り鳥がアメリカに来なくなったことでした。その鳥はブラジルと行き来しており、アメリカにやっ来て来ないということは、ブラジルで何かがあったのではないかと考えたわけです。コーヒーの木はもともと日陰に育つ木です。大きな木の下の日陰ではいいコーヒーができます。大きな木の落ち葉や、大きな木に棲みついている多様な虫のおかげで農薬を撒く必要がありません。肥料を与えなくても結構いいコーヒーができます。問題は小規模になるということです。家族くらいの規模で行うことになり、非常に生産性が悪くなります。そこで、生産性を上げるために、コーヒー豆を機械的に収穫できるようにしました。日陰をついていた大きな木を切り、コーヒーの木もまっすぐに植えて機械で一気に収穫できるようにしたわけです。

これによって、渡り鳥は休息地を奪われ、生息数が減少してしまったということです。環境保護に配慮しようと思えば、小規模生産で作られたコーヒー豆を購入するという方法もあるけれども、それは値段が高くなります。量も少ししかありませんけれど、フェアトレードによるコーヒーも飲まれるようになっています。皆さんはそのコーヒーに変えることができますか。そのような節度のある飲み方をすれば何も問題はありませぬ。渡り鳥も行ったたり来たりできますし、生産者も地域にあったコーヒーの栽培ができます。我々はグローバルズムによって金持ち主義になってしまっていますが、これからはそこに思いをめぐらせていただきたいと思います。

私は大学の学生に4コマで環境に関する話をつくるというレポートを出したことがあります。A3の紙をたたんで、4コマで絵を描きそれを詳しく説明するというものです。皆さんが推進員として現場に行かれる時にも、今日私がお話したことの中からひとつをテーマとして選択し、4コマで話をつくるよう指示をしていただくと、例えば電気代を安くするために掃除機をやめるといった、ひとつのヒントになるのではないかと思いますので、ぜひ利用してください。

どうもありがとうございました。

#### 講師プロフィール

児玉 剛則（こだま たけのり）

1966年3月 立命館大学理工学部化学科卒業。

1966年4月、名古屋市役所勤務。1969年5月、愛知県庁勤務。2004年4月、社団法人環境創造研究センター勤務。2010年4月、愛知県地球温暖化防止活動推進センター（非常勤）

2004年より、名古屋産業大学、中部大学、常葉大学で非常勤講師。現在、名古屋産業大学・大学院非常勤講師を務める。