

目 次

－ 特集 － 〈フロン対策の継続と地球温暖化防止活動 Part.2〉

1. フロン対策のその後 ～浮かび上がる新たな問題～
滋賀県立大学 理事 岩坂 泰信1
2. 高齢化時代における紫外線と皮膚癌
山梨大学医学部皮膚科 准教授 川村 龍吉8
3. フロン対策から学ぶ地球環境問題
中部大学中部高等学術研究所 所長 福井 弘道 18

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夏「マハゼ釣り」
釣り人 工藤 秀和 32

－ 講演記録 －

- トヨタの環境取組み
トヨタ自動車(株) 環境部ブランド企画グループ
担当部長 長谷川 雅世 34

－ 愛知県環境部重点施策 －

- 愛知県環境部の新年度の主要事業 47

〔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 27 年 1 月 23 日 (金) 13 : 30～16 : 30

ウインクあいち 13 階 特別会議室 1301

1)演題 「フロン対策のその後」
講師 滋賀県立大学理事 岩坂泰信

2)演題 「高齢化時代における紫外線と皮膚癌」
講師 山梨大学医学部皮膚科 川村龍吉

3)演題 「フロン対策から学ぶ地球環境問題」
講師 中部大学中部高等学術研究所 福井弘道

〔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 27 年 3 月 13 日 (金) 15 : 00～16 : 30

ウインクあいち 13 階 特別会議室 1301

演題 「トヨタの環境取組み」
講師 トヨタ自動車(株)環境部 長谷川雅世

〔講演記録〕

フロン対策のその後
～浮かび上がる新たな問題～

滋賀県立大学 理事／名古屋大学 名誉教授 岩坂 泰信

現在さかんに進められているフロン対策は、環境対策の成功事例としてよく取り上げられていますが、その一方で、地球環境をめぐる現象は複雑に絡み合いながら生じており、ひとつのボタンを押し続けていれば問題が解決するわけではないことをも教えてくれているように感じます。今日は、一つの論文をきっかけに新たな論争を巻き起こしているフロン対策と農業の問題についてお話しします。

1. フロンとオゾン層の破壊

**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**

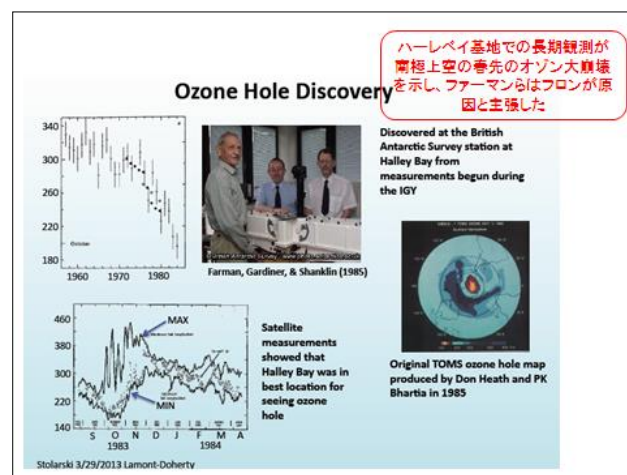
**最近まで
「フロン」は人体に悪影響を及ぼさない
という理由で大気中に捨てられていた**

オゾン層を破壊する原因物質となることが分かり
規制が行われた

我々はこれまでずっと大気圏をゴミ捨て場として使ってきました。その証拠に、人間は換気扇や煙突を発明しています。「捨ててしまえば後は何とかなる」、あるいは「捨ててしまったらその後のことは何も考えなくてもいい」といった生活をしてきたわけです。実際に、捨てたことによって問題は起きていませんでしたし、捨てた後それがどうなっているかについては誰も考えませんでした。こうした中で、捨てたことによって問題が起こったのがフロンであったわけです。

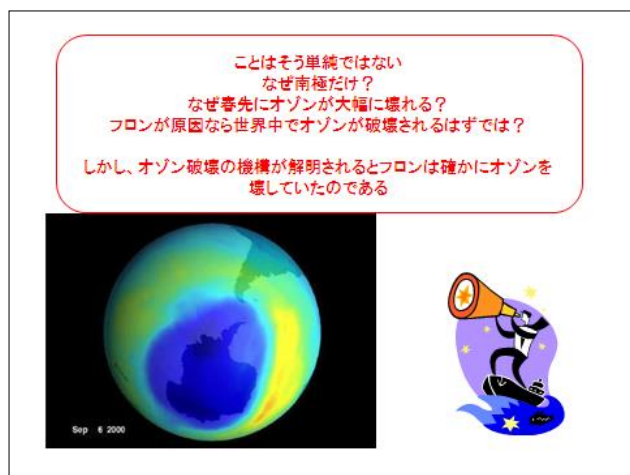
多くの場合、ものを捨てるのは近くにあると鬱陶し

いと感じるからです。オナラを我慢してずっと出さずにいる人はいません。捨てれば周りにちょっとだけ迷惑をかけることはわかっているけれども、そのうちに何とかなると思って捨てています。このように、いろいろなガスを捨てる時に多少の罪悪感が伴うものもありますが、不要になったらどんどん捨てています。かつては、フロンは生理学的には人間に悪い影響は全くないとされ、当時の厚生省の規制のもと捨てても構わないとされた物質のひとつでした。ところが、思わぬところから問題が発覚しました。南極の上空でオゾン層が急速に壊れており、その原因はフロンではないかとイギリスの研究者たちが発表したのです。



この図の左上のグラフは『NATURE』という科学雑誌にイギリスの研究者ファーマンが発表したオゾンの観測結果です。これは南極の春にあたる10月のデータで、IGY (International Geophysical Year) と呼ばれる、世界の研究者たちが国際規模の地球観測を始めた1958年から観測が行われていることを示しています。ファーマンが実際に観測を行ったのはこのうちの一部の期間ですが、彼は帰国後、他の期間のデー

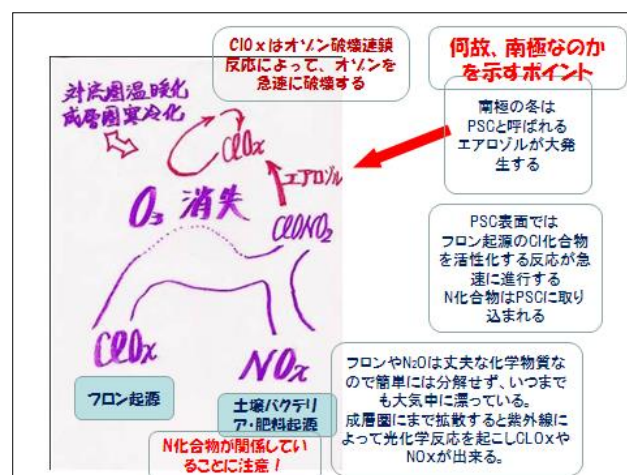
タもあわせて整理したところ、オゾン濃度の数値が年を追うごとに下がっていることがわかったのです。この図にもうひとつのグラフがありますが、それを見るとフロン濃度が上がるとオゾン濃度が下がっており、これらは何か関係があるのではないかというのが論文のひとつのポイントでした。当時はまだわからないことがたくさんあって、この論文では原因はフロンではないかと言いつつもそこをしっかりと詰めることができませんでした。このため、フロンを製造しているアメリカのデュポンという大企業の研究者からすぐに論文の欠陥を指摘されましたが、結果的には「フロンが原因で南極のオゾンが減少する」という指摘は間違っていないでした。アメリカでは当時 TOMS という人工衛星でオゾン濃度を測っていましたが、この後、すぐにそれまでゴミ箱に捨てていた衛星データの再解析を行いました。それはどういうことかというと、オゾン濃度は「ドブソン」という指標を使っていますが、オゾン濃度が 220 ドブソン以下に落ちることはないという想定でデータ管理が行われていました。南極上空のデータはしばしば 220 ドブソンより低い数値になっていましたので、そのデータは自動的にコンピュータのゴミ箱に捨てられていたというわけです。これを聞いただけでこの論文が受け入れられなかった理由がわかります。



当初そのような混乱がありましたが、やがて、人工衛星のデータを見ると、確かにオゾン濃度は南極上空で非常に低くなっており、しかも、イギリスの研究者が主張したように、南極の春先に限った現象であることが少しずつ信用されるようになります。そして、「春

先」という季節と「南極」という場所に特徴づけられた何かがカギを握っているのではないかとこのころに話が進んでいきました。そして、結局のところ、南極では冬の成層圏に PSC (Polar Stratospheric Cloud) と呼ばれる雲が大発生することがポイントでした。

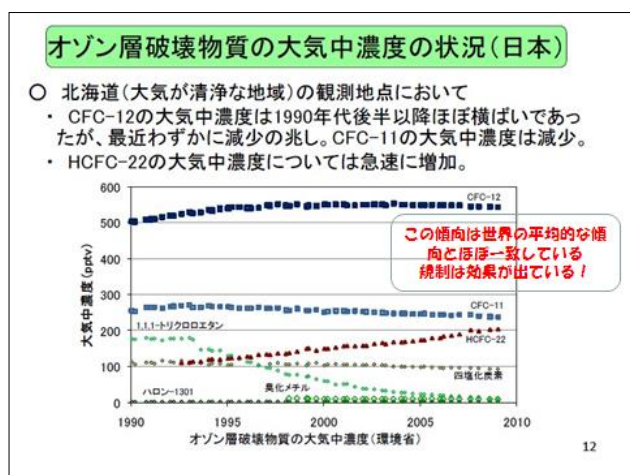
南極の成層圏は北極と比べても平均気温にして 10℃くらい低く、-80℃~-90℃くらいになります。これほどの低温になりますと、成層圏にある非常にわずかな水分も凍ってしまうことが実験室のデータから推定されるようになりました。また、当時、私が南極の成層圏の観測をしていた時にも、霞がかかったような成層圏が出現しており、成層圏にエアロゾルが大発生していたことは疑う余地のない事実として受け入れられるようになりました。



そして、できあがったシナリオは、次のようなものです。フロンから生まれた塩素酸化物 (ClO_x) が成層圏にいくとオゾンが壊されます。しかし、この塩素酸化物がオゾンを壊すのは極めてわずかな間で、地上から成層圏に上って行ったバクテリア起源の窒素酸化物と結合して硝酸塩素 (ClONO₂) と呼ばれる物質になります。硝酸塩素はかなり安定した物質でありオゾンを壊すことはありませんから、塩素酸化物によるオゾンの破壊はいったん止まります。我々が生活している地域の上空では、ここまでの反応しか生じません。ところが、南極に限っては PSC と呼ばれる雲が冬に大発生し、その影響が春先に出てきます。安定していた硝酸塩素は PSC の表面で壊され、このうちの窒素の部分は雲粒の中に入り、塩素の部分だけが再び空气中

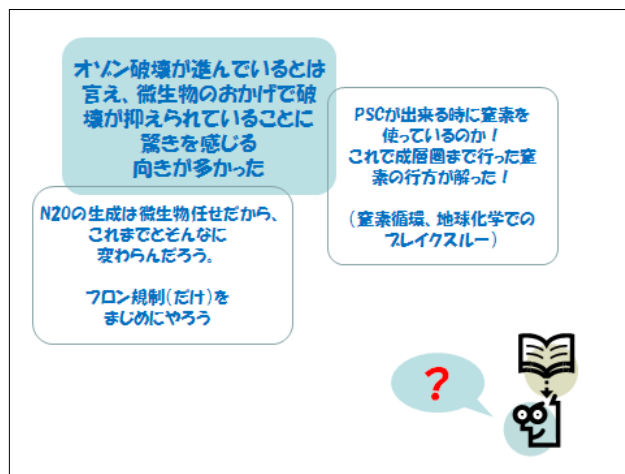
に飛び出します。すなわち、塩素酸化物が釈放されてしまい、塩素酸化物による連鎖反応によってオゾン層を壊すことになるわけです。こうして、オゾン層の破壊が起きるのはなぜ「南極」なのか、なぜ「春先」なのかという謎の概略が説明できました。

当時はこれで謎解きが終わったとされ、「フロンは地球に害を及ぼす」という共通理解が得られたわけです。そして、フロンの規制を世界中で推進しようという空気が広まりました。一方、フロンが完全な人工物であるのに対して、窒素酸化物はバクテリアという、研究者の苦手な複雑さを伴う生き物が起源であったため、研究が手控えられる傾向にならざるを得なかったと言えます。さらに、窒素酸化物は塩素酸化物によるオゾン層破壊を防ぐ対策になるのではないかと楽観的に捉えられた側面もありました。いずれにしても、オゾン層の破壊にはこのような巧妙な仕組みがあるという理解が進み、フロンの使用をやめようということまでは比較的簡単に合意することができました。その先はフロンの規制をどうするかという行政の問題であり、いくつかの障害がありました。今ではほとんどの国がフロンの製造あるいは排出に規制を加えています。

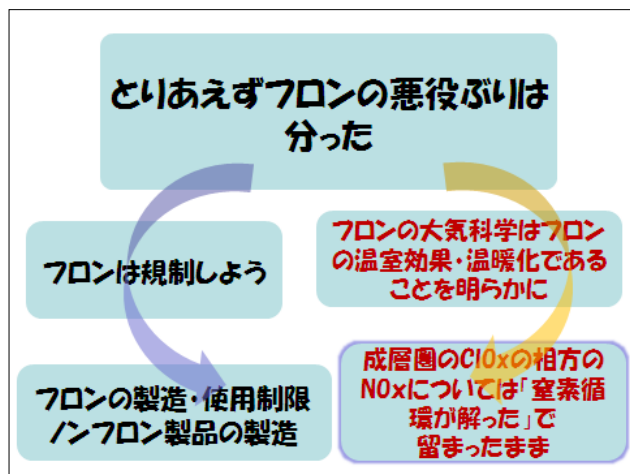


このグラフは、主に洗浄、冷媒に使われているCFC-11、CFC-12という代表的なフロンの大気中の濃度を示したものです。これらは最も古くから使われているフロンですが、1990年～2010年のトレンドを見ると大気中の濃度は頭打ちの状態にあり、CFC-11にあってはやや減る傾向に至っています。現在日本ではフロンや炭酸ガスといった長寿命の物質の測定は、大

気が清浄な北海道で行われており、これも北海道で測定されたものですが、この測定結果は世界の平均的な傾向とほぼ一致しており、フロンの規制の効果が始めていると考えられています。

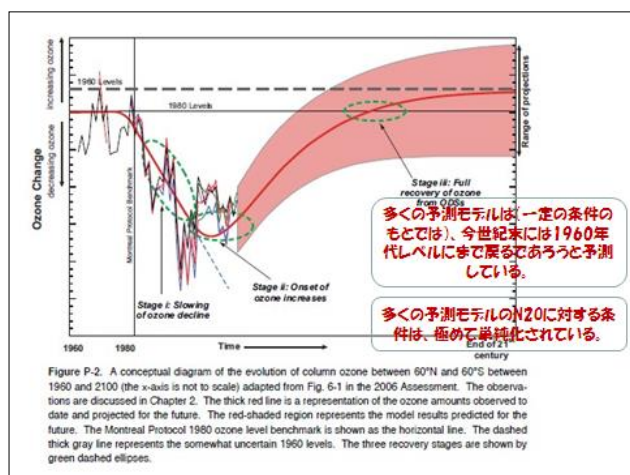


一方、フロンによるオゾン破壊に歯止めをかけていた窒素酸化物については、繰り返しになりますが、微生物の活動がその発生に関与しているがために解析が難しいという理由で手つかずになっていた面が大きかったと言えます。2008年の論文を契機として、改めて窒素酸化物に関心をもたれるようになっていますが、今思えば窒素関係の研究にエネルギーがなかなか向けられなかった理由には次のようなこともあったと考えられます。すなわち、当時大気中の窒素を研究していた科学者の間では、大気中の窒素酸化物の量と酸性雨などとして地面や海にもどってくる量を比較すると、大気中に出たものよりも帰ってくるものの方が少なくなっており、成層圏で行方不明になっているのではないかと考えられていました。そうした中で、南極の成層圏に発生する雲粒の中に窒素が入り込み、その雲粒が南極に雨として降ることがわかると、研究者にとってはそれまでの大きな謎が解決したということであり、ひとつの区切りとされてしまったわけです。このことも窒素酸化物への対策を遅らせてしまう大きな要因となったと考えられます。



まとめると、次のようになります。フロンはオゾン層を破壊する悪役であることがわかったので規制することとなり、その効果が今出始めています。一方で、フロンは地球の温暖化を加速する物質のひとつでもあることがわかり、その規制はたいへんよいことだとされました。しかし、ここに書いてありますように、窒素酸化物については、地上から出ていった量が再び地上にもどってきていることがわかったというあたりで話が終わってしまい、その後は長い間、研究の空白期間が生じてしまったわけです。

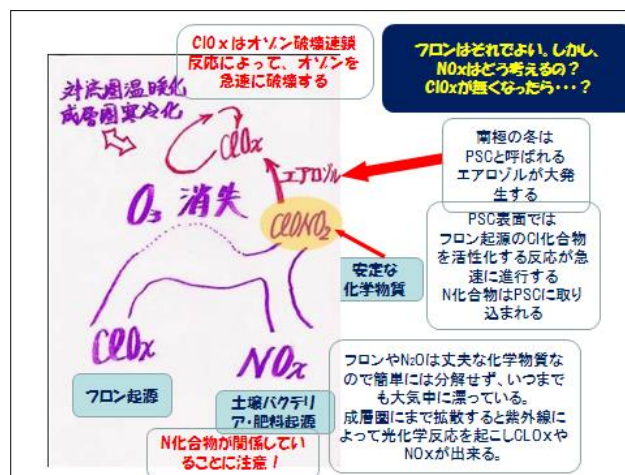
2. フロンと窒素酸化物の関係



これはいろいろな研究機関が出しているレポートに掲載されている、オゾン濃度の変化を示したグラフです。1982年にオゾン保護活動の世界的なネットワークがつけられていまして、精密な観測が始められ、そのデータをもとに将来予測が行われています。

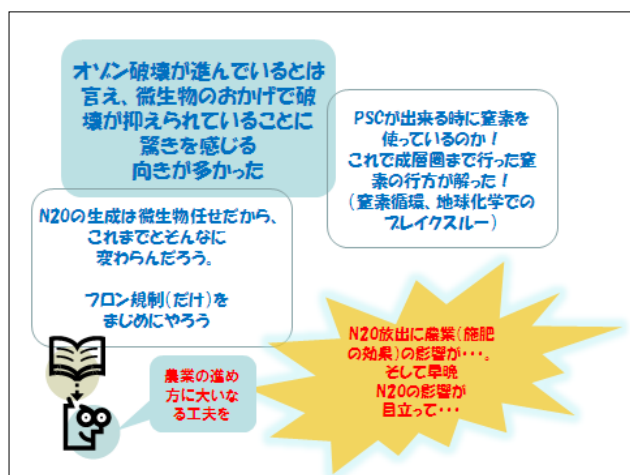
多くの予測モデルでは、ある一定の条件をつけて予測が行われますが、南極の成層圏では窒素酸化物とフ

ロンは競合関係にありますから、フロンの予測モデルでは窒素酸化物がこれまでどうであったのか、そして今後どうなるのかといったデータや条件をコンピュータに必ず与える必要があります。ところが、これらの予測モデルの多くでは、 N_2O の値について、1980年レベルの値を一定値として使ったり、ごく最近の観測データを一定値として使ったりするなど、極めて単純化して予測が行われています。要するに、 N_2O に対する考慮は十分にされていないということであり、そのような条件のもとでは、オゾン層は21世紀の終わりには1960年レベルに回復するという予測になっているということです。ですから、オゾン層の回復はそんなに上手くいくことはなく、フロンとは別のオゾン破壊物質が登場し、このグラフに示されたオゾン層回復のカーブを大きく変える可能性が無きにしも非ずであるというのが今日の話です。

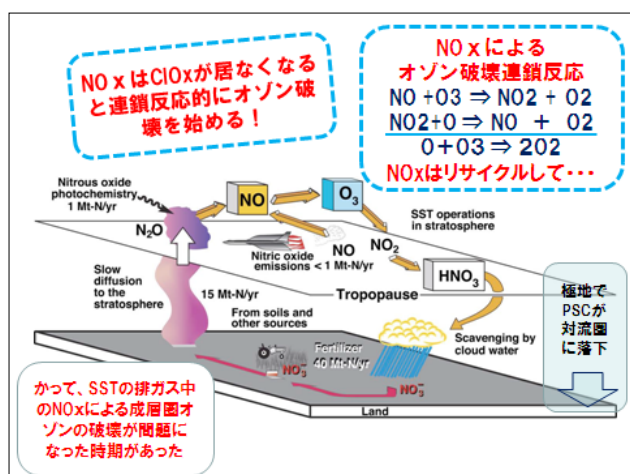


この図は先ほどもお示ししたのですが、塩素酸化物と窒素酸化物が安定した化学物質をつくるのがフロンによるオゾン破壊をくい止める大事なプロセスでした。また、地球上のどこであっても上空のオゾン濃度は低くなっていますが、それは我々が住んでいる地域の上空でオゾンが壊されているのではなく、南極上空のオゾン濃度の薄い空気が広がって地球全体のオゾン濃度を下げているということがポイントでした。ですから、塩素酸化物と窒素酸化物が安定した物質をつくるができなかった場合を想定しますと、まず、大量に塩素酸化物が発生した場合では、窒素酸化物が足りなくなり、フロンの濃度が増える可能性があります。もうひとつの状態は、フロン規制が効

いて成層圏に塩素酸化物がなくなり、窒素酸化物が成層圏をふらふらしているという状態です。今後予想される成層圏は後者に近いと思われます。フロン規制はどうやら効き始めておりまして、今世紀の半ばには相当にその効き目が出てくるだろうと思われます。今まで塩素酸化物と窒素酸化物が同じような濃度で存在し、上手い具合に結合していたわけですが、今後は窒素酸化物ばかりが目立つ成層圏になりかねないと考えられます。



ここに書いてありますように、N₂Oの生成と大気中への放出には微生物が関与しています。ずっと昔の時代には、空気中の窒素酸化物はおそらく雷の放電によって生まれていたのではないかと考えられています。雷の放電現象が起きると、その周辺の空気は瞬間的に1200～1800℃くらいに加熱されます。その時に窒素酸化物が作られ、場合によってはそれが雨と一緒に地上に撒かれ、肥料として役に立っていたと考えられています。



これは研究者の間でしばしば使われる成層圏の図

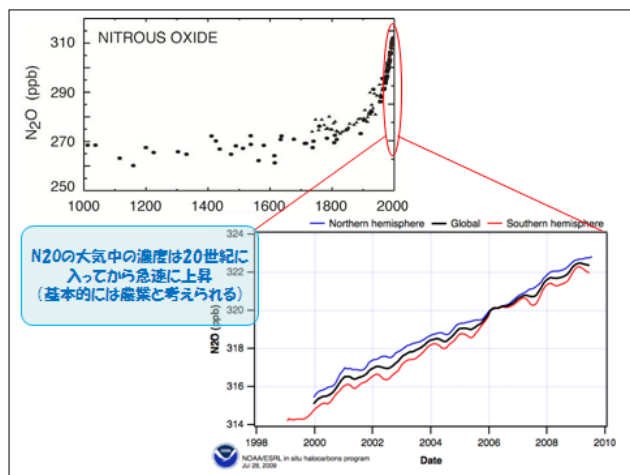
です。この図を見ていただくと、N₂Oがどのように成層圏に入っていくのかがわかります。

ものを燃やすと、燃やし方にもよりますが空気中の窒素も酸化します。その多くはNOやNO₂というかたちで出てきますが、N₂Oも出ます。一般的に地表面から出ているN₂Oの起源は、モータリゼーションも一部関与していますが、雷によってばら撒かれたものや人間が人工的に作った肥料を農作物に与えた結果、地面から出てきたものであると考えられています。数年前のデータでは、地上から大気中に放出される窒素の総量うち、人工肥料が撒かれた結果出てくるN₂Oと雷や動物の死骸などの自然の働きで発生するN₂Oの量はほぼ等しくなっています。要するに、人工的に作られた窒素酸化物が地球の働きによるものと同じくらい膨大な量で使われているということであり、たいへんな量の窒素酸化物が地球上をめぐっているということです。

地表から立ち上っていったN₂Oは成層圏に入ると、いろいろな化学反応を経て、NOあるいはNO₂に変化しますが、NOとNO₂とオゾン(O₃)の関係はたいへん奇妙な関係にあります。オゾンは3つの酸素原子(O)が結合してできていますが、NOが成層圏でオゾンと出会うと、NOはオゾンから1つの酸素原子をもらって、自分はNO₂に化け、酸素原子をひとつ抜かれたオゾンは酸素(O₂)になります。これに対して、NO₂は酸素原子があると、それにひとつ酸素原子を引き渡して自らはNOに変わります。そのNOはオゾンから酸素原子をひとつもらってNO₂になり、オゾンは酸素になります。こうしてオゾンは一方的に酸素になり、窒素酸化物の濃度は変わらないという連鎖的な破壊反応が起きるわけです。成層圏に窒素酸化物の分子がひとつあれば、理屈上、世界中のオゾンを壊すことができることになります。反応には時間がかかりますので、その間に成層圏からこの物質がなくなれば反応はそこで終わりますが、成層圏に窒素酸化物がある限りはオゾンを壊し続けることになります。これまでこうした反応が起きていなかったのは、妙な言い方ですがフロンがあったからだと言えます。フロンの規制が始まってからずいぶん時間がたっていますから、今お話

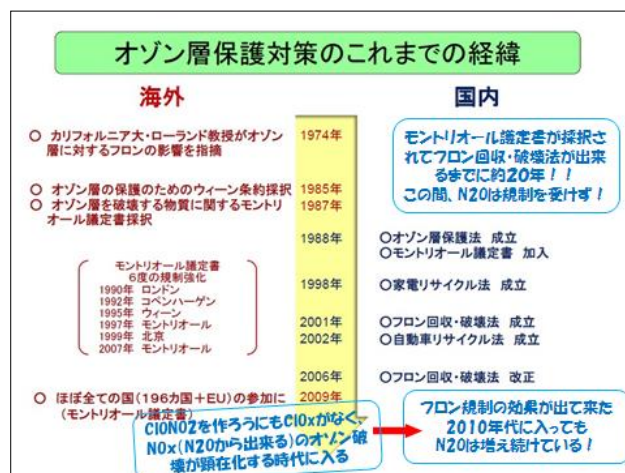
しした窒素酸化物によるオゾン破壊連鎖反応のパイプはだんだん太くなっており、大量の窒素酸化物が成層圏に浮かぶ時代に突入しています。フロン規制の効果がようやく見え始めていますが、今後、窒素に対するケアをどうするかによって、将来は大きく変わってくると考えざるを得ないわけです。

3. 窒素酸化物とオゾン層保護のこれから

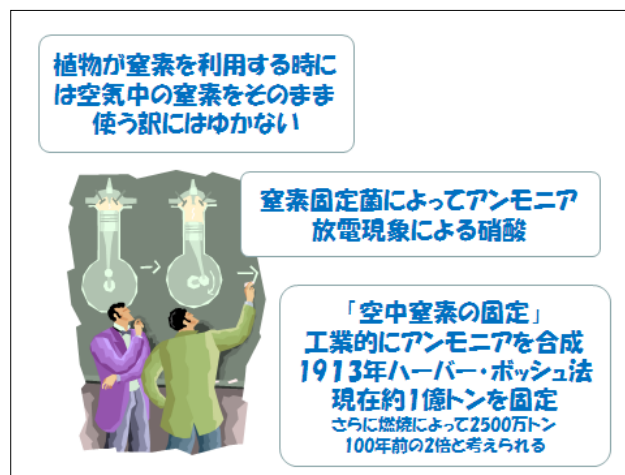


この図は N_2O の大気中の濃度がどのように変わってきたかを示したものです。 N_2O の濃度は少し前までは主に南極、一部は北極やグリーンランドの氷の中の気泡を使って観測されていました。極地のデータであれば地理的に限られたものになるのではないかと考えられるかもしれませんが、 N_2O はフロンと同じように簡単に分解されない物質で、あまり姿を変えずに成層圏にいくことができます。ですから世界中に広く分布しており、サンプリングしている場所が極地に限られていても十分に世界を代表する数値になっていると考えられます。この図を見ますと、 N_2O の大気中の濃度はおよそ 800~900 年間、ほぼ 270ppm という数値であったのが、近年になって急速に濃度が上がっていることがわかります。研究者の多くは、この濃度の上昇は農業に使われた人工肥料が原因ではないかと考えています。1998~2010 年の推移を拡大したグラフを見ると、時期によって多少の違いはありますが、北半球側がやや高く南半球がやや低いレベルにあることがわかります。これは人間活動や農業を行う面積、単位面積あたりに投入される肥料の量の差を表しているのではないかと考えられますが、いずれにしても、

農業に使われる肥料がそもそもの原因であると考えたと説明がつくということです。



この図はこれまでのオゾン層保護対策の経緯をまとめたものです。オゾン層保護対策とは、言い換えるとフロンの規制であり、フロン規制政策のこれまでの経緯を表したものだと言えます。皆さんは、これまでお話しした内容から、オゾン層保護のためにはフロンとあわせて窒素のことも考えなくてはいけないと感じておられると思いますが、そうした取り組みは一切されていません。繰り返しになりますが、フロンの規制の効果はすでに出てきていますが、我々は今も N_2O を出し続けていますので、おそらく成層圏にその影響は出始めていると考えられます。

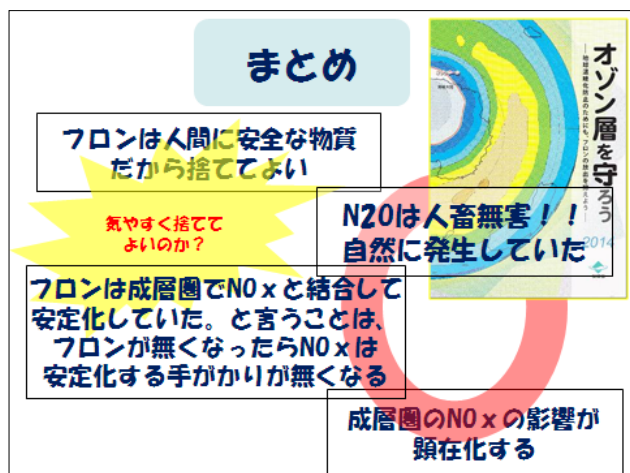


現在農業に使われている肥料の多くは、1900 年代の初頭にアンモニアを工業的に合成することに成功した結果使われるようになったものです。この人工肥料の使用によって、世界中の人々の胃袋を満足させられるようになりました。この図にも書いてありますが、現在、世界で毎年 1 億 t ものアンモニアが工業的に合

成されています。また、燃焼によって空中の 2500 万 t の窒素がアンモニア、あるいは硝酸に姿を変えて固定されています。この量は 100 年前、すなわち工業的にアンモニアの合成に成功する前の時代のおよそ 2 倍に相当します。



人工肥料が作られる以前では、植物は細菌の活動によって空気中の窒素が固定されたアンモニアや雷の放電現象による高エネルギーを受けた空気から発生する硝酸を利用していたことがわかっています。こうした自然現象に頼った農業がかつての農業形態であったわけです。ですから、我々の食べ物は「空中窒素の固定」という技術に支えられていると強く感じる一方で、肥料は人間が空気中に捨てたものではなく、農地に撒いたものですが、いずれ N_2O に姿を変えて空气中に帰ってくることを考えると、間接的には空気中に捨てているとも言えます。これはオゾン層の保護という視点から考えると、今後大きな問題になると思われますし、大気圏をゴミ捨て場として使うことの意味や行為について改めて考えさせられます。



これまで人間は、フロンは安全な物質であると考え捨てていました。 N_2O も、本来は反応性が低く人畜無害であり、しかも自然にも発生するものであることからあまり深刻に考えずに捨てていたのかもしれませんが、ところが、フロンの問題を経てどうやら次の問題が出てきているように思われます。これは大気中に気安くものを捨ててもよいのかという問いかけであり、我々人間は、問題を一つ解決しても地球は夢の惑星にはならない時代をつくってしまったと考えざるを得ません。

長い時間ご清聴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）。専攻は、大気物理学、大気環境計測学。

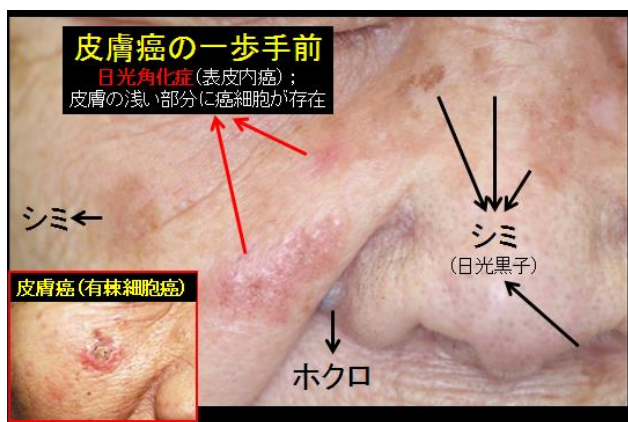
1971 年、名古屋大学理学部助手。1977 年、名古屋大学水圏科学研究所助教授（降水物理部門）。1989 年、名古屋大学太陽地球環境研究所教授を経て、2001 年、名古屋大学大学院環境学研究科教授。2004 年 12 月、金沢大学自然計測応用研究センター教授、2007 年 4 月より同大学フロンティアサイエンス機構特任教授。その間、名古屋大学太陽地球環境研究所付属佐久島観測所長、同研究所付属共同観測情報センター長など歴任。また、英国アップルトン研究所客員研究員、第 24 次南極地域観測隊隊員、独立行政法人大学入試センター客員教授（研究開発部）などを務める。公職、独立行政法人日本学術振興会特別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

高齢化時代における紫外線と皮膚癌

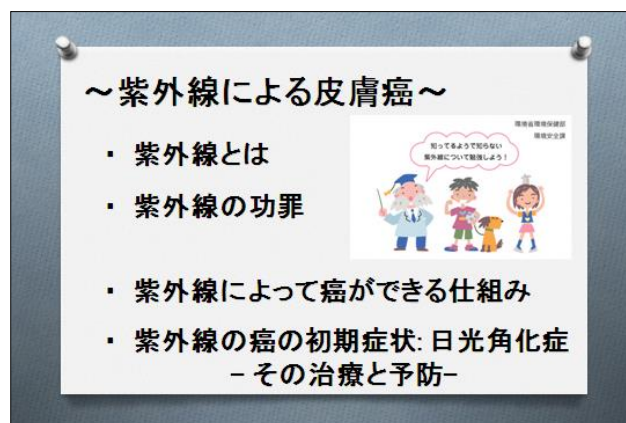
山梨大学医学部皮膚科 准教授 川村 龍吉

こんにちは。山梨大学の川村と申します。日頃は、皮膚科で診療を行っております。今日の講演のタイトルは「高齢化時代における紫外線と皮膚癌」となっておりまして、オゾン層が破壊された時、紫外線が人間にどのように影響するのか、またどんな皮膚障害が起きるのかといったお話をさせていただきます。



これは私が診察した患者さんの顔面です。ご本人の了解を得て写真を使わせていただいています。年をとると顔だけではなく手の甲をはじめ、紫外線のあたる部分にはいろいろなものができます。この方もたくさんの皮膚症状が出ていまして、鼻の脇にはホクロがあります。最近では医者が登場するテレビ番組がたくさんありますが、そこでホクロが癌になるという話が出ると、その週はものすごい数の患者さんが診察にやってくるということがよくあります。しかし、ほとんどのホクロは癌にならないというのが最近の定説です。一方、メラノーマという悪性黒色腫は最初から癌として生まれ、数年のうちに広がっていくとされています。この患者さんには、若い頃から鼻のところにホクロがあり、頬には老人性のシミである茶色斑がありますが、問題なのはこれらではなく、薄赤い色のシミの方です。

これが皮膚癌の一手手前の「日光角化症」です。癌という名前はないですが、れっきとした表皮内癌です。癌細胞が表皮の浅いところにいるため、血管やリンパ管によって転移することはない、生命に関わることはありません。しかし、それがどんどん深く広がっていけば、やがて盛り上がった典型的な紫外線癌ができ転移します。そうすると、当然、生命に関わるようになります。紫外線癌（有棘細胞癌）のおよそ 10%の方が亡くなっています。日光角化症と紫外線癌は全く同じ癌細胞がいて、それが浅いところか深いところかという違いだけであり、要するに赤いシミも癌であるということです。

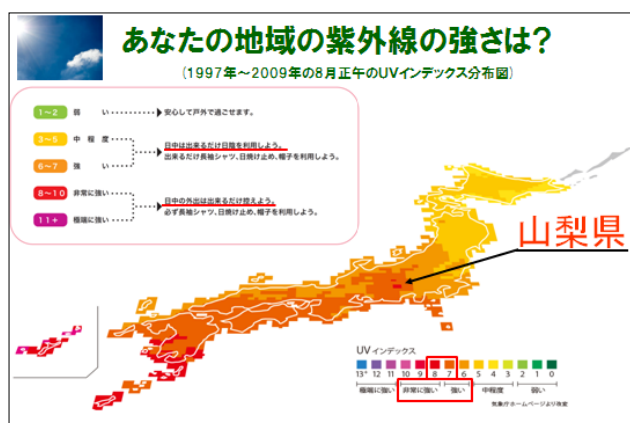


そこで、今日は最初に紫外線とその功罪についてのお話をさせていただいた上で、紫外線によって癌ができる仕組み、紫外線による癌の初期症状と治療、予防のお話をさせていただきます。

1. 紫外線とは

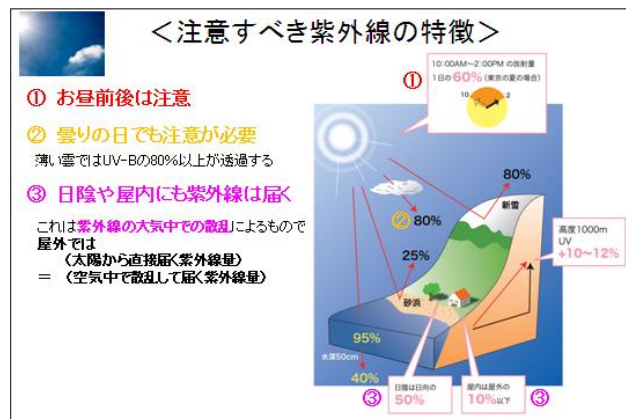


はじめに、紫外線とはどういうものかについて簡単に申し上げます。太陽の光のうち、波長の短い UV-C はオゾン層で吸収されて地表にはほとんど到達しません。オゾンは南極の上空で薄くなっていますが、UV-C は非常に発癌性が高いので、もしもこれを浴びてしまうとすぐに癌になります。UV-C の次に発癌性が高いのが UV-B です。UV-B は、一部オゾン層で吸収されますが、地表へも到達し皮膚や眼に有害となります。UV-A は地表に到達しますが、これは発癌作用がゼロではありませんが、ほとんどないとされています。オゾン層が破壊されてしまうと、地表に到達する UV-B が増え、皮膚癌が増えることが予想されていて、これがオゾン層の破壊が問題になっている理由です。



これは気象庁のホームページに掲載されている紫外線の強さを示す図で、紫外線が最も強い8月の正午のデータです。名古屋あたりの紫外線の強さは中程度になっています。本州で一箇所、紫外線が特に強いところがありまして、それは山梨県です。山梨県はおいしいモモやブドウがとれるフルーツ王国として有名ですが、それは太陽光が多く降り注いでいるというこ

とであり、日光角化症の方も非常にたくさんみえます。紫外線の量と日光角化症という紫外線による癌の発現頻度は相関していると推測されています。

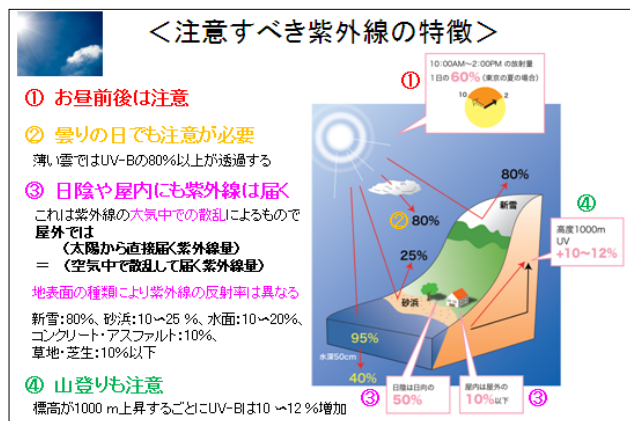


次に、注意すべき紫外線の特徴についてです。簡単に説明しますと、お昼前後は紫外線が特に多く降り注いでいるので要注意ということ、もうひとつは曇りの日でも注意が必要ということです。薄い雲では UV-B の80%以上が透過します。つまり、曇りの日でも日焼けをしてしまうということです。病院に来られる患者さんをみると、カンカン照りの日にはほとんどの人が日傘をさしたり、日焼け止めクリームを塗ったりしていますが、曇りの日にはほとんどの人が日焼け止めクリームを塗っていないため、この日に皮膚障害が起きているわけです。曇りの日でも UV-B の80%が透過するわけですから、駐車場から病院に入るまでの間に UV-B を浴びてしまうことになります。また、太陽から直接届く光のほかに、大気中で散乱した紫外線があり、日陰や室内にも紫外線は届くとされており、これも馬鹿に出来ない量です。



つい最近の雑誌に載ったスイスの研究チームのデータによると、紫外線の年間被ばく量のうち、その8

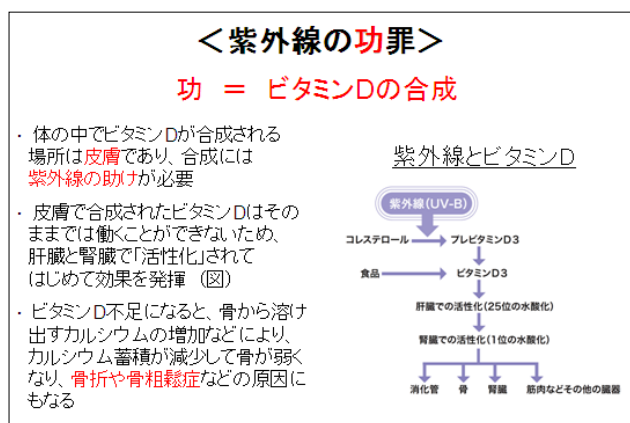
割は反射光や散乱光といった間接的な紫外線によるものであって、直射日光は2割程度であることが新たにわかりました。つまり、昔から使われている日傘はあまり意味がなかったということになります。では、どうしたらいいかというと、日焼け止めのクリームを塗ったり、腕に何かを巻いたりといった防備が必要になります。



紫外線の反射率をみると、雪やけの原因となる新雪では80%と高く、アスファルトも10%くらいの照り返しがあります。山登りも注意が必要です。標高が1000m上がると、UV-Bは10%くらい増加と言われています。

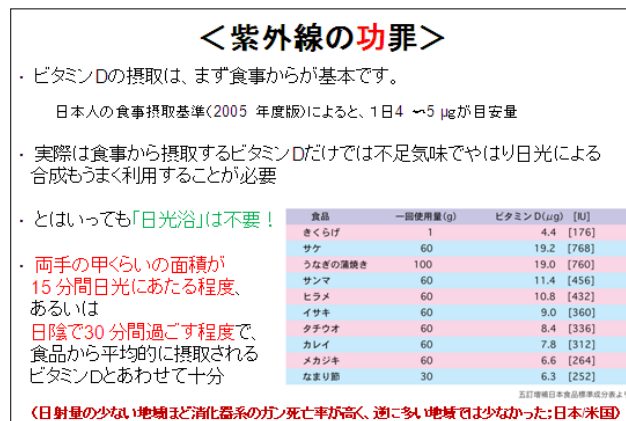
以上が、紫外線に対して注意したい事項になります。

2. 紫外線の功罪



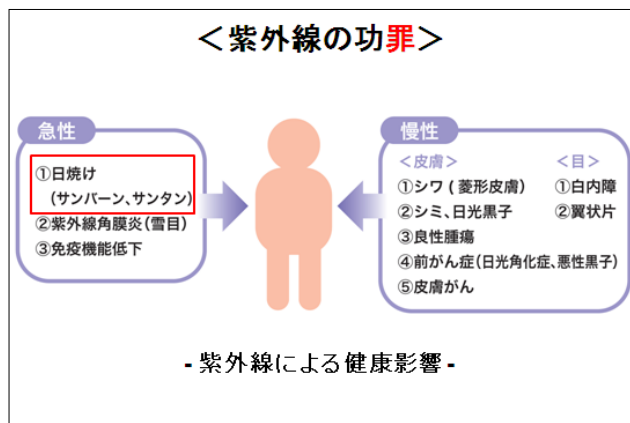
次に、紫外線のいいところと悪いところについてお話しします。紫外線の「功」、つまり、いいところはビタミンDを合成する働きです。紫外線が皮膚に当たると、コレステロールがプレビタミンD3というビタミンDの前の段階の物質になり、皮膚においてビタミンDに合成されます。合成されたビタミンDは、肝臓や

腎臓で活性化されて効果を発揮します。つまり、ビタミンDが作られる場所が皮膚であること、そして、その合成には紫外線の助けが必要であるということです。ビタミンDが足りなくなると、骨から溶け出すカルシウムが増えて骨が弱くなり、骨粗しょう症の原因になります。特に女性は高齢になると骨折や骨粗鬆症の発生率が高くなりますから、ビタミンDが不足すると、さらに危険ということになります。

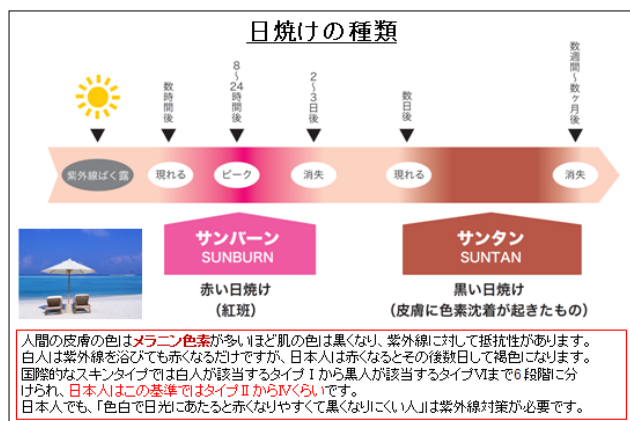


とはいいいながら、大事なことは、敢えて日光浴をする必要はないということです。ビタミンDの摂取はまず食事からというのが基本です。上の表にありますように、ビタミンDはいろいろな食品に入っていますから、これを摂るだけで十分であり、ことさら紫外線を浴びる必要はないと言われております。上の図中に「食事から摂取するビタミンDだけでは不足気味」と書いてありますが、実際には一日中室内にいる人でも、食事をきちんと摂っていれば病気になることはまずありません。つまり、ビタミンDを心配して日光浴を行うよりも、何もしない方がいいということです。紫外線を100%避けても何も問題は起きません。両手の甲くらいの面積に、1日15分くらい日光が当たれば十分と言われていますが、日頃、日光に当たっていない専業主婦の方であっても、買い物や洗濯などで2時間くらいは当たっているとされておりまして、これはもう十分すぎるくらいの量になります。先ほど言いましたように、極端に紫外線を避けている特別な方以外は心配する必要はなく、紫外線を極力避けた方がいいと言えます。とはいいいながら、内臓癌では少し話が違ってきます。東北地方のように日照時間が短い地域ほど消化器癌の死亡率が高いというデータがアメリカ

でも日本でも出ていまして、それが世界の常識になっています。その原因はわかっていませんが、何らかの因果関係があるものと考えられます。ですから、紫外線が全くよくないとしてしまうのは危険だと思いますが、皮膚癌に関しては、日光浴は「功罪」のうちの「罪」の方が大きいと言えます。



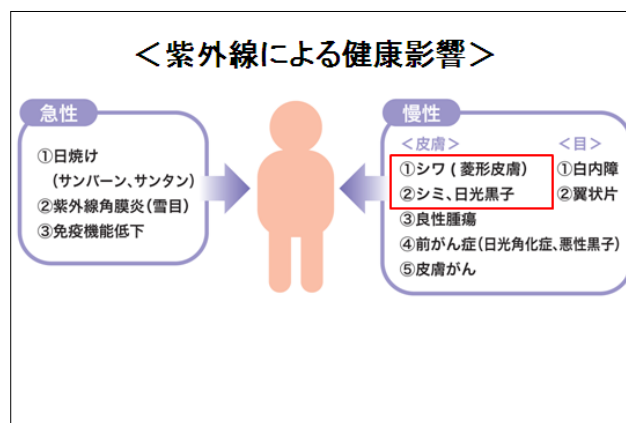
次に、紫外線による健康への影響についてです。急性のものには、日焼け（サンバーン、サンタン）、紫外線角膜炎（雪目）、免疫機能低下といったものがあります。一方、慢性のものには、目と皮膚の障害がありまして、皮膚では、シワ、皮膚のところが亀の甲羅のようになってしまう菱形皮膚、シミや日光黒子、良性の腫瘍、前がん症、本物の癌があり、目では、白内障や翼状片があります。



日焼けの種類について、身近なものからお話しします。海に行って紫外線を浴びると、8~24時間後くらいに皮膚が真っ赤になり、ヒリヒリして夜も眠れないという話を患者さんからよく聞きますけれども、それをサンバーン（Sunburn）、赤い日焼けと呼んでいます。やがて赤みがだんだん治まって黒くなるのがサンタン（Suntan）、黒い日焼けです。日焼けにはこの2

種類があります。時々水ぶくれになる人がいますが、これは非常に危険です。すぐにステロイドの軟膏を塗らないと発熱したり、二次感染を起こしたりする人もいますので、日焼け止めクリームをきちんと塗って予防することが大切です。

人間の皮膚にはもともとメラニン色素があり、この色素が多い人ほど肌の色は黒くなります。メラニンは細胞内にある核の帽子の役割を担って DNA 障害を防ぐという最も重要なファクターですので、これがないと皮膚癌が出やすくなります。ですから、黒人の方は細胞の中にこれがたっぷりあり、紫外線に対する抵抗性が最も強く紫外線癌にはあまりなりません。白人の方にはほとんどないため、紫外線を浴びるとすぐに赤くなります。国際的な6段階のスキンタイプの分類では、白人はタイプⅠ、黒人はタイプⅥ、日本人はその間のタイプⅡ~Ⅳになり、日本人の多くは、すぐに赤くなって、その後褐色になります。日本人でも日光に当たって赤くなるという人は皮膚癌になりやすいので、日焼け止めクリームを塗るなどの紫外線対策が必要です。スキンタイプⅠの中でも肌の色が透き通るほど白いケルト人は、一生のうちにほぼ確実に紫外線癌になると言われています。つまり、皮膚に含まれるメラニンの量によって、紫外線による癌の発生が左右されるということです。



次は、シワとシミについてです。簡単に言うと、シミは UV-B、シワは UV-A によって起きると思っていたかとわかりやすいと思います。

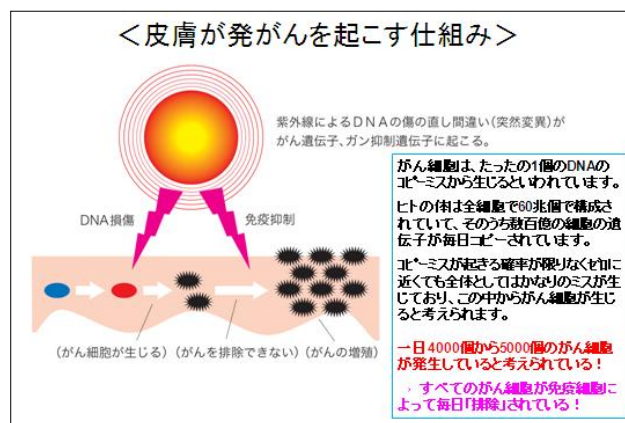


このスライドの左上にある図は、皮膚の断面を表したものです。表皮と呼ばれる薄皮がありまして、その下に真皮があります。真皮には、血管、リンパ管、神経、コラーゲンなどがありますが、表皮には血管やリンパ管はありません。真皮の下には皮下脂肪があるという構造です。発癌性の高いUV-Bは波長が短いので、表皮までしか届きません。表皮がメインに打撃を受けます。これに対して、UV-Aは波長が長いので、深く真皮にまで届き、膠原繊維がダメージを受けてシワになるということです。

上のスライドにある顔の写真は、一昨年、『NEW ENGLAND JOURNAL OF MEDICINE』という医学会最高峰の雑誌に出た有名な写真です。写真の男性は28年間、左ハンドルの配達トラックを運転していて、ガラス越しに左側だけ紫外線を浴びていました。長年のUV-Aの蓄積がこのような深いシワをつくることがわかります。ちなみに、ガラスを通して入ってくる紫外線はUV-Aだけで、UV-Bは窓ガラスでほぼ止まりますから、深いシワがこれだけあってもシミも皮膚癌もありません。これは何を意味するかというと、シワはUV-Aの作用であって、UV-Bを浴びなければ、日光角化症も皮膚癌も出ないということです。

3. 紫外線によって癌ができる仕組み

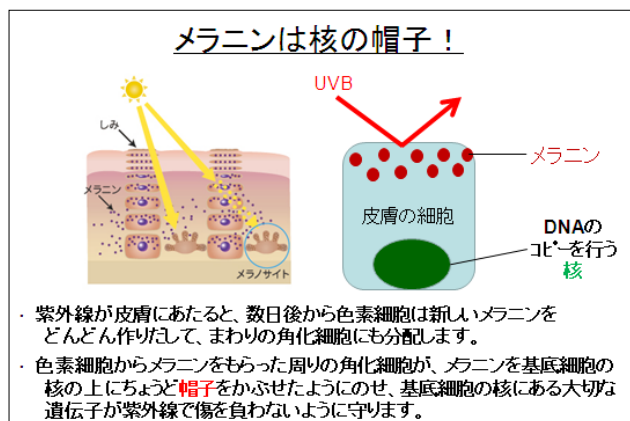
次は、紫外線によって癌ができる仕組みについてです。少しややこしい話になりますが、非常に大事なところなので丁寧にお話しします。



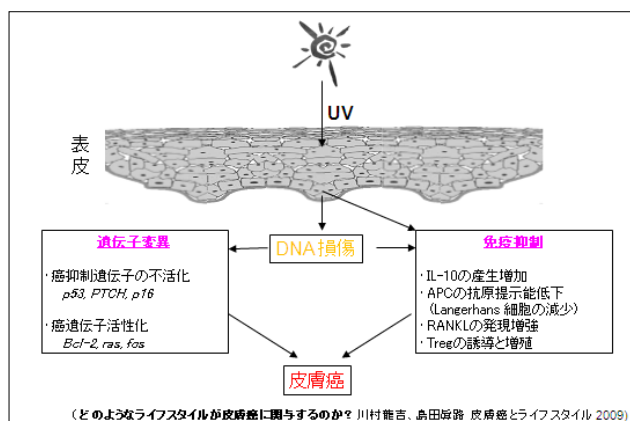
皮膚の表皮に紫外線が当たりますと、DNAの傷の直し間違いが起こります。これを突然変異と呼んでいきますけれども、これが癌を起こすきっかけです。つまり、細胞が増殖するときにDNAがコピーされるのですが、癌に関係する遺伝子や癌の抑制遺伝子のDNAが損傷を受けてコピーミスが起きると、細胞は癌化します。一般に身体全体で癌細胞は一日に数千個できると言われていますが、癌化した細胞は免疫細胞によって日々除去されています。UV-Aのやっかいなところは、DNAに損傷を与えてコピーミスを起こすことに加えて、癌化した細胞を排除する免疫機構を抑えてしまうことです。紫外線は二重に悪いことをしているため、癌が出やすいことになります。繰り返しますと、癌細胞はたった1個のDNAのコピーミスから生じます。癌は毎日できているけれども、それを毎日排除する免疫の働きがあります。しかし、紫外線はこの免疫の働きを抑制してしまいます。これがひとつのポイントになります。

ヒトの身体は約60兆個の細胞からできていまして、そのうち数百億の細胞の遺伝子が毎日コピーされて増えていきます。皮膚では基底細胞と呼ばれる細胞が自らをコピーして増え、だんだん皮膚の上層にいき、古い表皮細胞はおよそ1か月で垢になって剥がれ落ちるということを繰り返しているわけです。細胞が分裂するときにはDNAがコピーされるわけですが、車を100億回運転すれば必ず事故が起きるのと同じ理論で、数百億の細胞のコピーが行われれば、必ずミスが起きてしまいます。体中で毎日必ずできてしまう4000～5000個の癌細胞は免疫抑制細胞が排除します。私の専門は免疫ですが、免疫細胞は、癌細胞の数が

少ないうちはやっつけることができるのですが、たくさんできて塊になってしまうとやっつけることができません。免疫は身体の外から入ってきたウイルスをやっつけるだけではなく、癌のように自分の体内にある敵に対しても働いており、非常に重要です。



次はメラニンの話です。先ほどお話しした表皮の中にある基底細胞には、メラノサイトという樹の枝を伸ばしたようなかたちの樹状細胞が存在します。メラノサイトは、だいたい10個の基底細胞に1個の割合で分布していると言われておりまして、これに紫外線が当たるとメラニン色素の元が活発に作られ、周りの角化細胞がメラニンを受け取ります。そのとき、メラニンは帽子のように細胞一個一個の上部にきて、基底細胞の核にある大切な遺伝子が傷を負わないように紫外線から守ってくれます。ですから、メラニンの多い黒人の方では、UV-Bを受けてもDNAのコピーが行われるところまでUV-Bが届くことが少なくなります。一方、白人、特にケルト人の方では、核のところまでUV-Bが入ってきますから、コピーミスが簡単に起きてしまいます。メラニンの帽子がないとコピーミスが起きやすいことは想像に難くないと言えます。



もう少し詳しく説明します。この図は、山梨大学の島田真路教授と私の連名で『皮膚癌とライフスタイル』という皮膚科医向けの雑誌に書いたもので、コピーミスが起きてはならない遺伝子があるということを示したものです。つまり、癌を起こす遺伝子や癌を抑える遺伝子にコピーミスが起きてしまうと、すぐに癌化してしましますが、その他のところでコピーミスが起きても大丈夫だということです。UV-Bは癌化を抑制する免疫を抑えてしまいます。ワクチンは、免疫を高めるために使われますが、UV-Bは、これとは逆に免疫を抑える物質を増やしてしまうということです。そうすると、悪い細胞をやっつける機能が働かなくなってしまう、紫外線によってコピーミスを起こした細胞はのうのうと癌細胞をつくることになってしまいうということ。このように、2つの作用点があるところが紫外線の恐ろしいところです。

4. 紫外線の癌の初期症状：日光角化症



最後に紫外線による癌の初期症状と日光角化症についてお話しします。

日光角化症は最初は赤いシミの状態ですが、放っておくとやがて盛り上がりたり、奥に入っていくたりして癌になります。日光角化症は、その名前から良性のような印象がありますが、紫外線による早期の癌です。皮膚癌のほとんどはリンパ管を通して転移しますが、日光角化症では、癌細胞はリンパ管のない表皮のごく浅い部分にいますので転移することはありません。これは上皮体癌と呼んでおりますが、転移の可能性は0%ということです。

日光角化症の病態

病態: 皮膚がん(有棘細胞癌)のごく早期段階の病変であり、癌細胞が表皮内(皮膚の浅いところ)に限局している状態を示す

病因: 慢性的な日光紫外線への曝露

症状: 紅斑が主体の病変であって、表面に鱗屑(かさかさ)・痂皮(かさぶた)を伴うことが多い
自覚症状はほとんどない(ときに軽度の刺激感・かゆみを訴える)

疫学: 高齢者に多い(特に70歳以上が多い) 推定患者数: 10万人以上/年



＜日光角化症病変＞

日光角化症は、赤いシミが病変の主体でありまして、表面がかさかさしたものもありますし、かさぶたを伴うこともあります。自覚症状は、全くと言っていいほどありません。かゆみもありません。ふつうのシミも自覚症状はないので、誤診してしまうこともあります。特に 70 歳以上の高齢者で非常に多くみられます。推定患者数は 1 年に 10 万人以上と書いてありますが、これは 10 年前のデータであり、高齢者はどんどん増えていますから、今では毎年数十万人は発症していると思われます。

日光角化症の臨床病型

1) 紅斑型

2) 色素沈着型

3) 疣状型

4) 皮角型

5) 肥大型

各病型の中間型や複数の病型で構成される病変も稀ならず存在する

森田 敬明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

日光角化症には、赤斑点型や、いぼのように尖ったもの、角のようなもの、はれぼったくなった肥大型のもの他、これらの中間のようなものもあり、一概にどのような症状であるのか言えないのが難しいところです。

日光角化症の臨床病型(1)



1) 一部に鱗屑・痂皮を付す紅斑型



1) やや萎縮性の紅斑型



2) 色素沈着型

森田 敬明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

たとえば、紅斑型では赤くなってかさかさしたものや赤みの冷めた少し茶色っぽいものもあり、典型というものはありません。

日光角化症の臨床病型(2)



3) 疣状型



4) 皮角型



5) 肥大型

森田 敬明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

盛り上がってイボのようになったものや、「皮角型」と呼ばれる、まさに角のように飛び出たものもあります。若い医者は普通のイボと間違えることがあるので、「皮角型」のように飛び出たものであれば、それはまず癌である可能性が高いと教えています。その他にも、「肥大型」と呼ばれる盛り上がったものがあります。

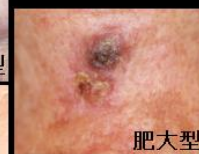
日光角化症の臨床病型(3)



紅斑型



皮角型



肥大型

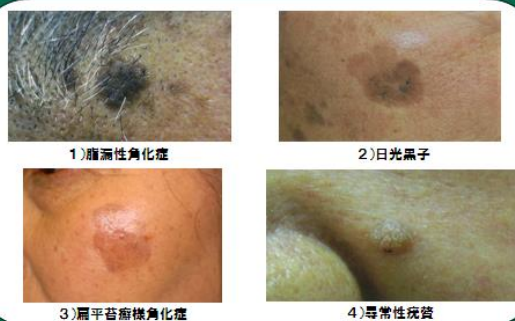
有棘細胞癌



左側の写真は日光角化症で、右側は本物の癌です。こうした癌では 2 cm くらい離して切除しなくてはならないため、欠損がとて大きくなります。ですから、

身体他の場所の皮膚をとって植皮をしなくてはなりませんし、リンパ節への転移も考えられますので、大手術になります。治療に数週間から1カ月かかりますから、こうなる前に対処しておく必要があります。放っておけば病状が進んでしまいますので、早い段階で何とかしようというのが今日の主旨です。

日光角化症の臨床的鑑別診断(1)



奈良 俊明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

日光角化症と似た良性の病変もあります。脂漏性角化症は、歳をとると必ず出てくる老人性のイボで、鑑別するのが一番難しいと言われています。その他、一見、日光角化症のように見えるけれども、実は違うというものに、ホクロやホクロのように見えるシミ、本物のイボがありますが、これらは良性の腫瘍と言われるもので、専門家の診断能力が問われる疾患でもあります。

日光角化症の臨床的鑑別診断(2)

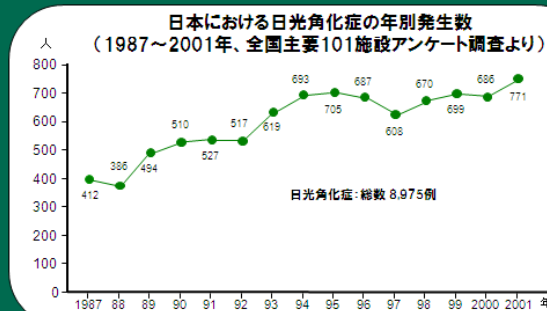


奈良 俊明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

これは Bowen 病と呼ばれる表皮内癌でして、先ほどの日光角化症とは別の癌です。基底細胞癌は紫外線癌です。その他、ホクロの癌があります。これらも紫外線によっても起きる癌だと覚えておいてください。基底細胞癌はカリフォルニア出身のレーガン元大統領の鼻にできて有名になりました。私はかつて4年ほどアメリカに住んでいたのですが、以前は日光浴全盛

の時代で、アメリカでは夏になると誰もが裸でベランダに出て日光浴をしたり、海水浴をしたりしていました。ところが、紫外線によってレーガン元大統領の鼻に小さな基底細胞癌ができたというニュースが流れると、みんな一斉に日光浴をやめました。アメリカ人は猫も杓子も日光浴と言っていたのに、一斉にやめました。それは紫外線による癌を身近に感じたからだと思います。このように、紫外線の癌にもいろいろありますが、頻度的には日光角化症が一番多いということです。

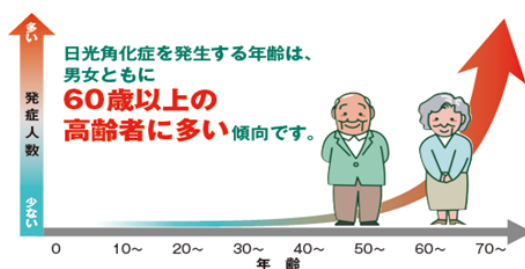
日光角化症の患者数は増加傾向にある



石原 勉之, Skin Cancer 2007; 22: 209-16より改定

日光角化症は、日本でもどんどん増えています。

平均寿命の延長に伴い、生涯で浴びる紫外線の総量 ↑



高齢化社会になるに従って、日光角化症の患者数は増えています。70歳を超えるとぐっと増えますが、50~60歳までの紫外線の蓄積量によって発症の頻度が決まると言われています。一般的に、一生で浴びる紫外線の半分を20歳までに浴びると言われています。子供のころは真っ黒になって遊びまわりますから、20歳までに一生の半分の量の紫外線を浴び、その後をどのように過ごすかによって、トータルの紫外線量が決まり、皮膚癌になるかどうかが決まってくるようになります。子どもの頃に浴びる分は仕方がないので、

その後は日焼け止めクリームをしっかりと塗って遮光に努めましょうというのが最近のコンセンサスとなっています。

最近の美白ブームは非常にいいことです。とある有名私立幼稚園では、日焼け止めクリームを塗らないとプールに入れてくれないそうですが、その幼稚園の先生方の言っていることは正しいと言えます。つまり、早い段階から紫外線をブロックすることがよりよいということです。アメリカの4つの州では、日焼け禁止法という法律があります。これは日焼けマシンを18歳未満の人に使ったら懲罰を与えるというものです。生涯で浴びる紫外線の総量が問題であり、寿命が延びれば延びるほど浴びる紫外線の量は増えますから、できるだけ早い時期から紫外線を浴びないようにすることが重要になります。

日光角化症の治療意義

治療意義：皮膚がん(有棘細胞癌)への進展抑制

日光角化症から皮膚がんへの進展率：およそ8%程度
(海外の調査では0.025~16%)

※いつ、どの日光角化症病変が有棘細胞癌に進展するかを予測することは不可能

皮膚がん(有棘細胞癌)の予後：早期に治療を行えば予後良好だが、遠隔転移を生じると死に至ることもある

※石原 希之, Skin Cancer 2007; 22: 209-16、 宮田 俊明, Skin Cancer 2010; 25: 214-31

次は治療についてです。日光角化症の段階で抑えること、つまり有棘細胞癌への進展を抑えることが重要です。日光角化症から皮膚癌への進展率は約8%とされていますが、この数字は少し高めです。最近の海外のデータでは0.001という低い数字もあり、どちらの数字が正しいのかはわかりません。ただ、悪いものであることには間違いないので、早期発見、早期治療という、いわゆる癌予防において言われている予防法を皮膚癌においても実践すべきだということです。

日光角化症の各種治療法

1)凍結療法

2)外科切除

3)5-FU軟膏

4)イミキモドクリーム(塗り薬)

<メリット>

- ・優れたfield効果を示す
- ・長期的な再発抑制率が高い
- ・治療後の顔容面の満足度が高い

<デメリット>

- ・病巣が深い場合、深部への浸透度の点で問題があり、不適用となる。
- ・塗布部位には紅斑、熱感、落屑、痂皮等が必発である

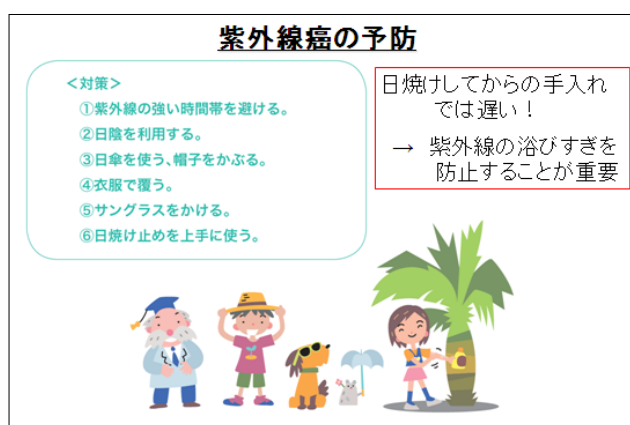
治療は液体窒素でカチカチに固めて取ってしまったり、手術で切除したり、抗癌剤の軟膏を塗って取ったりします。抗がん剤の軟膏は強すぎてビランのように溶けてしまい、いい方法がなかったため、昔は身体の別の場所の皮膚をとって植えるという方法をとっていましたが、そうすると患部がパッチワークのようになってしまい外観がよくありませんでした。医者の私たちもいいことしているのか悪いことをしているのかわからないといった感じでしたが、他にいい方法はなく、癌細胞があるのでなんとかしなくてはならないということで苦慮していましたが、ようやくいい薬が出てきました。

イミキモド5%クリーム塗布による日光角化症治療経過

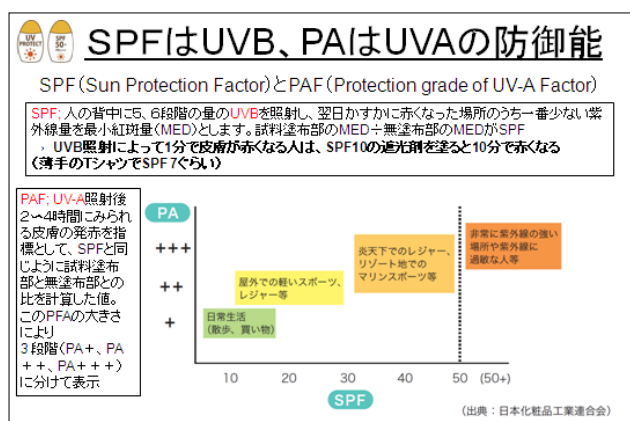


先ほど、免疫細胞が一日に4000~5000個の癌細胞をやっつけるという話をしましたが、その薬は免疫細胞を賦活化、つまり、より元気にして癌細胞をやっつけるという夢のような薬でありまして、これを週に3回塗るだけで、患部が真っ赤になってやがて消え、再発しないというものです。免疫賦活剤とは、抗癌剤とは異なり免疫作用を高めることによって癌細胞をやっつけるというものです。再発しないのは周りの免疫細胞を元気にしているからであり、たとえ再発した

としてもすぐにまたやっつけることができます。抗腐剤では、再発することがありますが、免疫賦活剤は局所の免疫を元気にするので、たとえ再発することがあっても免疫が働いてやっつけてくれるという薬です。しかも、副作用は赤くなるだけという夢のような薬が今出てきているわけです。この薬のすごいところは、リトマス試験紙のように癌細胞だけが赤くなり、黒いシミも黒いホクロも茶色のイボも赤くはならないという働きを持っているということです。今後、さらに改良されてより良い薬になっていくことが期待されます。



予防に関しては、日焼け止めクリームを塗ることによって、紫外線を浴びすぎないようにすることが大切になります。



SPF (Sun Protection Factor) は、UV-B の防御効果を表す指標で、UV-B を 2 分浴びると皮膚が赤くなる人の場合、SPF2 の日焼け止めクリームを塗れば 4 分間までは大丈夫、SPF10 の日焼け止めクリームを塗れば 20 分間は大丈夫ということを示します。ちなみに、薄手のTシャツ 1 枚は SPF7 に相当しますので、SPF50 の日焼け止めクリームは、Tシャツを 7 枚重

ね着したときと同じ程度の効果があることになります。これに対して、PAF (Protection grade of UV-A Factor) は、UV-A の防御効果を表す指標で、「++」の日焼け止めクリームが SPF30 くらいに相当し、日常生活はほぼこれで大丈夫ということになります。



日焼け止めクリームの塗り方については、身体の場合も顔の場合も、皮膚の上にいったん置いてから延ばした方がいいと言われています。

ご清聴ありがとうございました。

講師プロフィール

川村 龍吉 (かわむら たつよし)

1964 年生まれ。山梨医科大学医学部卒業。静岡県公立蒲原総合病院皮膚科医員、山梨医科大学医学部皮膚科学助手、順天堂大学医学部免疫学講座研究員、米国立衛生研究所／国立癌研究所研究員をへて、山梨大学医学部講師、医学部附属病院皮膚科病棟医長、2006 年に同病院皮膚科外来医長となる。2014 年より山梨大学医学部准教授。

専門は、皮膚免疫、皮膚感染症、皮膚アレルギー、皮膚悪性腫瘍。

2014 年に JSID (日本研究皮膚科学会) 賞、2013 年に日本皮膚科学会皆見賞、2012 年に日本皮膚科学会雑誌論文賞、2011 年に第 16 回山梨科学アカデミー奨励賞、2010 年に第 2 回ロート皮膚医学研究賞、2009 年に第 10 回ガルデルマ賞など受賞多数。

〔講演記録〕

フロン対策から学ぶ地球環境問題

中部大学中部高等学術研究所 所長 福井 弘道

環境創造研究所の理事長をしております福井です。今日はフロン対策をきっかけとして、予防原則という言葉の意味について考えてみたいと思います。

フロン対策と地球環境問題

- 地球環境問題の特徴(問題複合体、複雑系)
 - 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を例に
 - **モントリオール議定書の成功体験を生かせるか**
- 俯瞰と緻密、全体像をとらえる・ESDアプローチ
 - 予防原則
 - 便利さの果て、足るを知る生活、ほどほどの。。

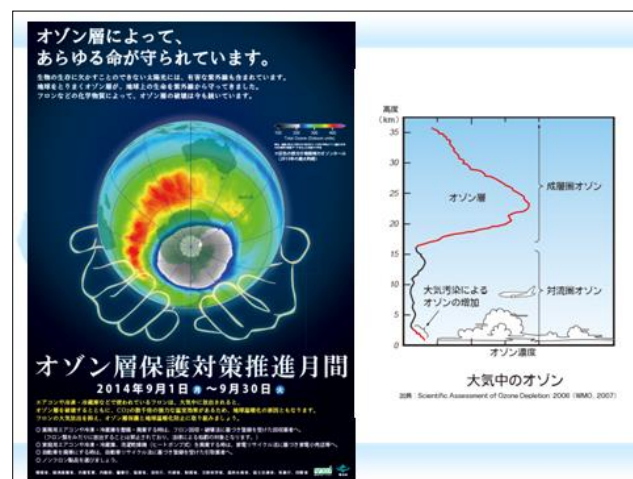
地球環境問題はとても複雑で問題が複合体になっており、要素間が一对一ではなく一对複数という関係で連関しています。フロン問題ではグローバルコモンズと呼ばれる大気に影響が及ぶわけですが、大気はシームレスで地球全体を覆っていて、空間的にもスケールが大きく、それに対する影響や対策の成果が出るまでには数十年以上かかるという特徴があります。そうすると、現在の世代から将来の世代までの長期的な利得を最大にするにはどうすればいいかということが問題になります。それは今日の話題である予防原則という立場から考えると、科学的に不確実なことをどのように捉え、地球や将来の生活のためにどのようにつないでいくかということになります。

成層圏のオゾン層の保護は予防原則が成功した最初の事例であるとよく言われます。国際的な枠組みのなかでモントリオール議定書というオゾン層保護の取り決めが合意され、フロンの規制が行われたわけで

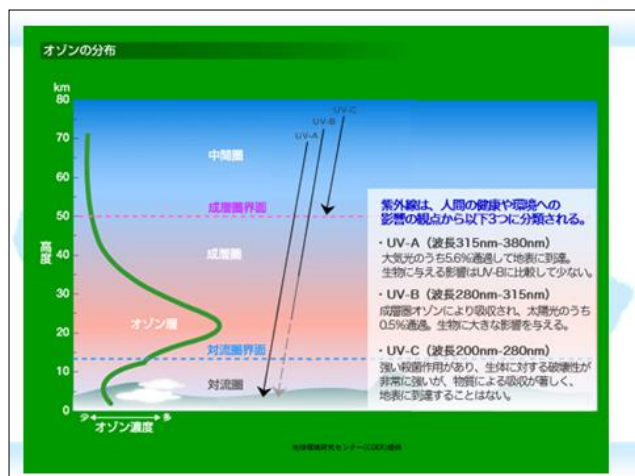
すが、今問題になっている地球温暖化問題において、この成功体験から学ぶべきところはないか、あるいはこの成功体験をいかに生かしていくかという視点が重要になります。

問題の全体像を捉えるためには俯瞰する姿勢が重要になりますが、その一方で、たとえば紫外線による皮膚癌の発症のメカニズムを捉えるときもそうであったように、要因の関係性を緻密に見ていくことも重要です。そして、これは昨年、名古屋で会議が行われたユネスコの ESD (Sustainable Development for Education) のアプローチとも通じるところがあると考えられます。そこで、今日はこれまでのフロン対策の取り組みを取り上げながら、予防原則について丁寧に考えてみたいと思います。

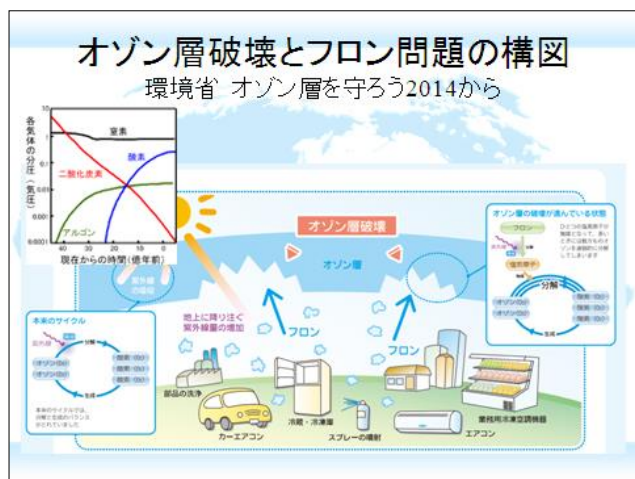
1. オゾン層破壊とフロン対策



オゾン層の保護に関しては、国の政策的な取り組みとして毎年9月がオゾン層保護対策推進月間に指定されており、このようなポスターが作られています。



紫外線には UV-A、UV-B、UV-C があります。このうち UV-A と UV-B が地表まで届き、これらが私たちの健康に影響を与えるのですが、その影響から守ってくれているのが成層圏のオゾン層です。ところが、フロンという特殊なガスが使われるようになったことで、南極上空でオゾン層が破壊され、地球全体のオゾン濃度が薄くなってきているというわけです。



図の左上にある小さなグラフは、46 億年という地球の歴史の中で大気成分がどのように変わってきたかを示したものです。38 億年くらい前から生命が少しずつ現われて、やがて爆発的に発生し、光合成が活発に行われるようになって、その生命により大気中に酸素がもたらされました。そして、この酸素が結合してオゾンができたわけですが、人間が関わることでそれを壊してきました。これに対して、グローバルコモンズであるオゾン層の管理には国際的な取り組みが不可欠であるということで、その対策が始められたということです。

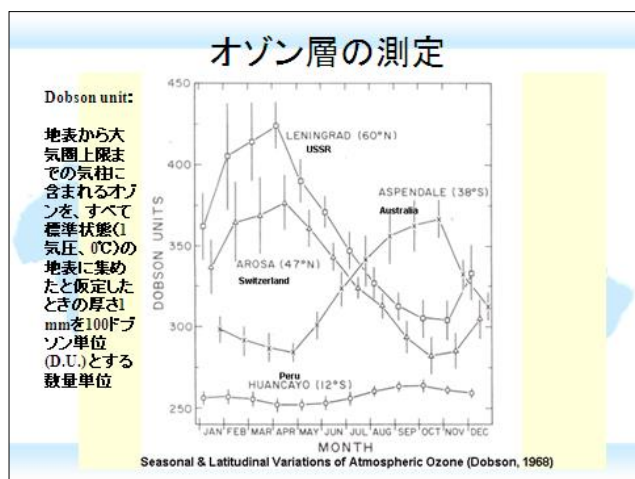


私が大学院生の頃に読んだ本に『オゾン戦争』という本があります。これは 1982 年に出版された本ですが、この頃からオゾン層の存在が注目されるようになっていきます。オゾン層の破壊が観測によってわかった当初は、その原因が何であるのかがわからず犯人探しが行われました。ちょうど超音速旅客機 (SST) やスペースシャトルが飛び始めた頃であったため、最初はこれらが原因ではないかと言われました。やがて、フロンが原因ではないかと指摘されるようになり、その製造に関わっていた企業はいろいろと弁明を行っていましたが、フロンが犯人であることがわかってくると一気に方針を変え、アメリカのデュボンという企業はいち早くフロン対策に取り組むようになったということがこの本には書かれています。

『大気の手』という本には、オゾンをはじめ、大気がどのようにできてきたかについて書かれています。また、『環境外交の攻防』は、オゾン層の保護条約を作るときにアメリカの代表として参加していたベネディック・リチャードさんが書いた本で、タイトル通り、どのような背景のもとでどういう議論を行って条約が成立したのかについて書かれています。

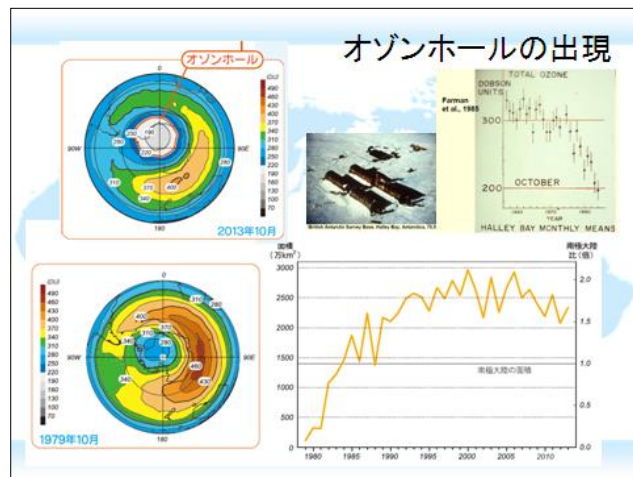


次はフロンとオゾン層の研究の歴史についてです。ガイア思想という言葉を目にしたことがあると思いますが、これはジェームズ・ラブロックが晩年に提唱した理論です。彼は若い頃に NASA に勤めていましたが、NASA をやめた後はイギリスにもどって大気中の微量のガスを測定する装置を開発し、フロンが地球上をどう動いているのか測定をしています。一方、ラブロックと接する機会があったローランドは、後にノーベル化学賞を受賞していますが、フロンガスがオゾン層を破壊するメカニズムを発見しました。当時のロサンゼルスタイムズ紙には、「スプレー缶に判決が下った」という記事が載ってまして、それまでスプレー缶の中に使われていたフロンガスがもはや使えなくなったということが書かれています。

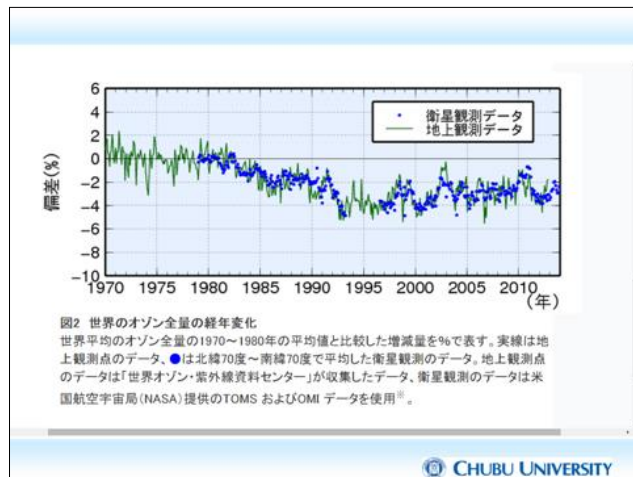


オゾン層の測定は、衛星とともに地上でも行われています。このグラフはオゾン層の測定結果で、横軸には季節がとってあり、1～12月と記載されています。縦軸はオゾンの濃度を示すドブソン単位です。これを見ると、北半球のロシアのレニングラードやスイスの

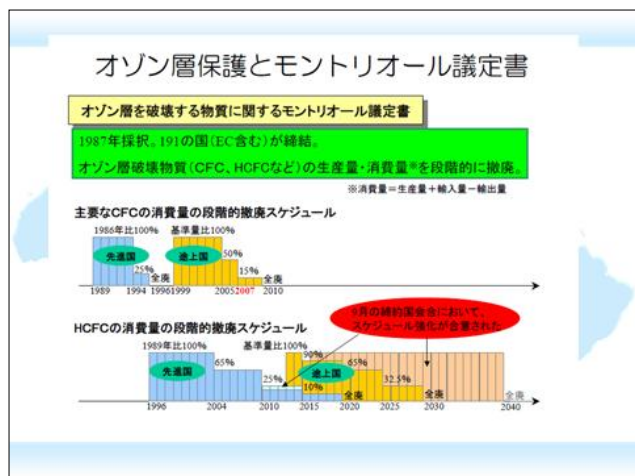
アローザと、南半球のオーストラリアでは逆の変動になっています。また、低緯度にあるペルーでは、1年を通じて低い値になっています。



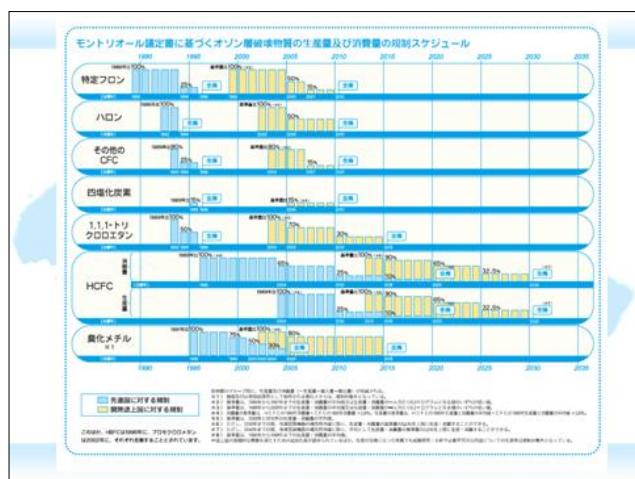
オゾン層の測定が地上と同時に衛星を使って行われるようになったことによって、全球のオゾン層の状況がわかるようになり、オゾンホールもビジュアルにわかるようになりました。そして、南極観測隊の測定によって、南極大陸の面積の2倍くらいの大きさのオゾンホールが出現していることが観測されています。



世界のオゾン全量の経年変化がどうなっているのを見てみると、地上観測と衛星観測の結果はほぼ同じ値を示してまして、ともに少しずつ減ってきていましたが、今は定常的、あるいは少しずつ回復しつつあるようにも見えるという状況になっています。



こうした変化の背景には、オゾン層の保護に関わるモントリオール議定書という国際間の枠組みができ、オゾン層を破壊する物質が規制されるようになったことがあります。



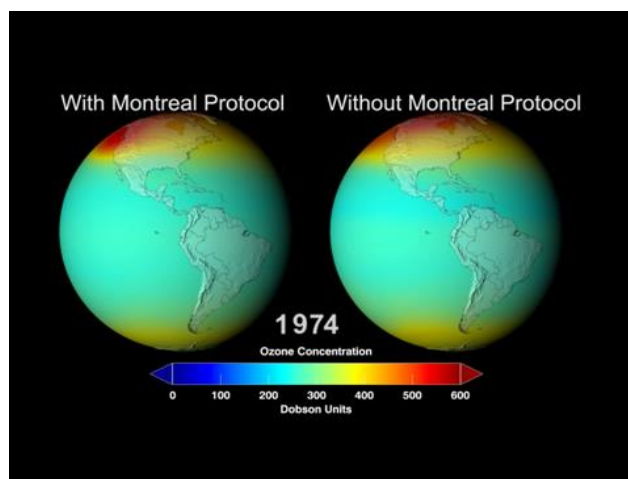
モントリオール議定書では、オゾン層破壊物質の生産量および消費量の全廃までのスケジュールが先進国、途上国に分けて、非常に細かく管理されています。

途上国の支援へ

- 2007年11月に開催された第19回モントリオール議定書締約国会合において、途上国におけるHCFC(ハイドロクロロフルオロカーボン)の削減前倒しが合意され、2013年には途上国においてもHCFCの削減義務が始まることとなっている。各途上国は、今後ノンフロン機器、技術への転換を余儀なくされることとなる。
- 一方、日本の国内マーケットは、少子高齢化等により今後縮小していくことが予想され、空調冷蔵などの日本のノンフロン技術を使用する分野においては、海外マーケット、特にアジアマーケットの獲得が最重要課題となっている。
- そこで、平成23年度に引き続き日本の優れたノンフロン等の技術を途上国向けに大々的にPRし、それらの技術の途上国へのマッチングを実現し、併せて途上国のHCFCの削減にも多大な貢献を行うこととする(経済産業省)

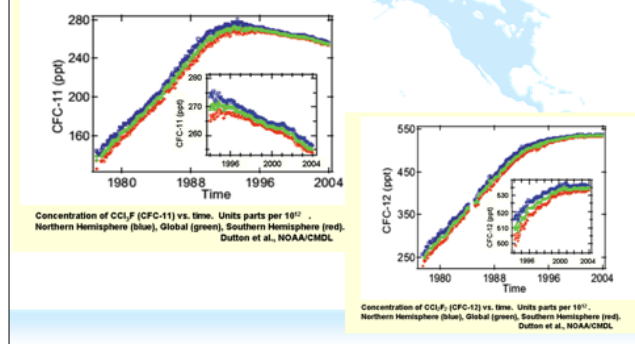
これは経済産業省の報告書からの抜粋ですが、毎年モントリオール議定書の締約国会合が行われ

ておりまして、2007年に開催された第19回の会議においてハイドロクロロフルオロカーボンの削減前倒しが合意され、それまで先進国だけに課せられていた削減義務が2013年からはいよいよ途上国においても発生するようになっていきます。日本では少子高齢化の進展によって国内マーケットが縮小していくことが予想されていることから、空調、冷蔵庫などのノンフロン技術を持っている企業が途上国に出て行き、日本の技術を大々的にPRし、ハイドロクロロフルオロカーボンを前倒しで削減することに貢献していくと書かれています。このように、我が国はノンフロン化を積極的に進めるとともに、開発途上国のフロン削減の援助もできるような段階になっています。



これはモントリオール議定書がなかったら地球のオゾン層がどのようなになっていたかをNASAがシミュレーションしたものです。これを見ると、モントリオール議定書がなかった場合では、南極を中心にオゾン層が減っていることがわかります。これに対して、モントリオール議定書が結ばれたことによって、その減少が食い止められています。しかしながら、フロンガスがなくなると、今度は窒素がオゾン層に悪さをするかもしれないという新たな問題が浮上しています。昨年、世界中の科学者が統合して地球の問題を10年間かけて考えようという「Future Earth」というプロジェクトが始められていますが、その中でも窒素循環の問題は最優先に取り組むべき課題として取り上げられています。

モントリオール議定書の成功体験は地球温暖化に活かせるか

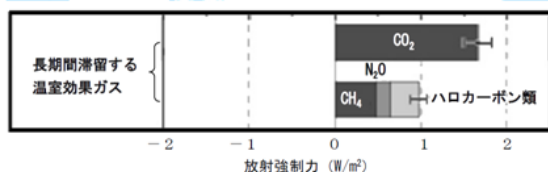


モントリオール議定書によって、先進国にも途上国にもフロン規制が及ぶようになり、ようやく少しずつオゾン層が回復し始めたという状況にあるわけですが、このモントリオール議定書の成功体験を地球温暖化にどう活かすかというのがこれからの課題です。

2. フロン対策と地球温暖化問題

オゾン層破壊物質と温室効果

- オゾン層破壊物質であるクロロフルオロカーボン類(CFC類)は、オゾン層の破壊に関係しているだけでなく、二酸化炭素やメタンなどと同様温室効果ガスという性質も持つ。

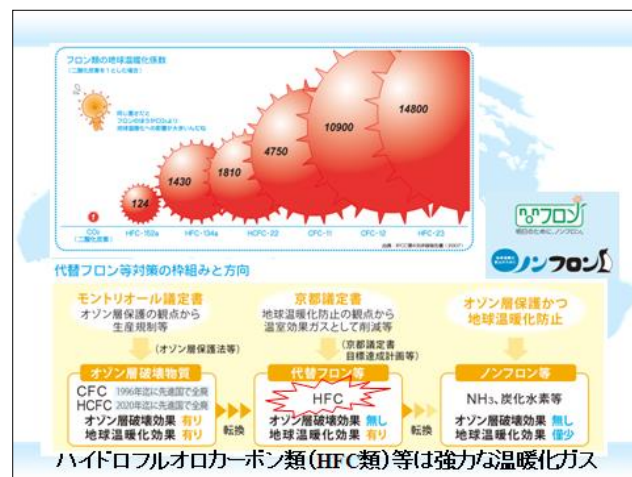


オゾン層の破壊物質であるクロロフルオロカーボンは、温室効果ガスとしての性質もっており、その規制は地球温暖化の防止にも貢献しています。

オゾン層保護だけでなく地球温暖化の防止に貢献

- モントリオール議定書によって削減されたオゾン層破壊物質の排出量は、二酸化炭素の量に換算すると、1年あたり約110億トンに相当する割合で減少したことになる。これは、先進国の温室効果ガス排出量削減目標を定めた京都議定書の第一約束期間(2008～2012年)の削減目標(二酸化炭素換算で1年あたり20億トン)の5～6倍に相当する。

ここに書いてありますように、「モントリオール議定書によって削減されたオゾン層破壊物質の排出量は二酸化炭素量に換算すると、1年あたり約110億トンに相当する割合で減少した」ということであり、これは京都議定書の第一約束期間の削減目標の5～6倍に相当します。

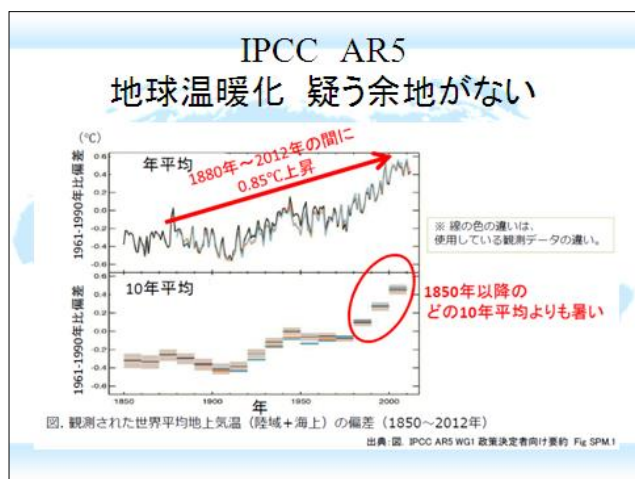


フロンを規制したことは地球温暖化の防止という側面から見てもたいへん効果的であったことは忘れてはならないことだと思います。また、代替フロンとして作られた物質も温暖化係数がたいへん高いものであったことから、今はノンフロン化が進められています。

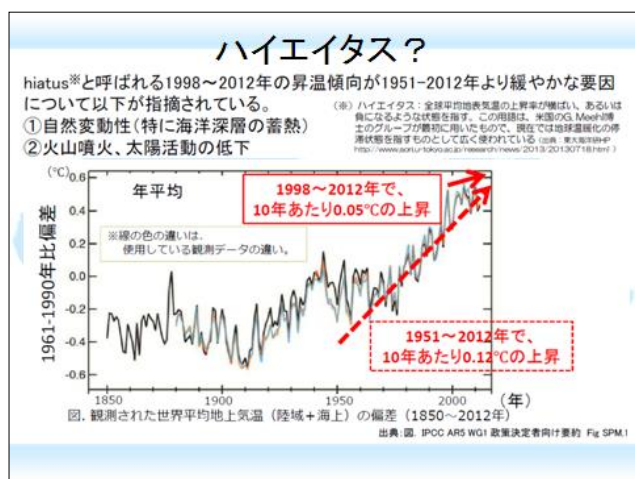
温室効果ガスの特徴

温室効果ガス	地球温暖化係数	性質	用途・排出源
CO ₂ 二酸化炭素	1	代表的な温室効果ガス。	化石燃料の燃焼など。
CH ₄ メタン	25	天然ガスの主成分で、空気中で燃焼し、よく燃える。	稲作、家畜の腸内発酵、産業物の燃焼など。
N ₂ O 一酸化二窒素	298	数ある窒素化合物の中で最も安定した物質。水の溶解性も高く、工業上二酸化窒素などよりも高い需要がある。	肥料の燃焼、工業プロセスなど。
オゾン層を破壊する CFC HCFC	数千～数万	産業などでもオゾン層破壊物質で、同時に強力な温室効果ガス。モントリオール議定書で生産や消費を規制。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、冷凍機、産業物の燃焼など。
オゾン層を破壊する HFC	数千～数万	産業などでもオゾン層を破壊しないフロン。強力な温室効果ガス。	スプレー、エアコンや冷蔵庫などの冷媒、冷凍機、産業物の燃焼など。
オゾン層を破壊しない PFC	数千～数万	産業と工業プロセスからなるフロン。強力な温室効果ガス。	半導体の製造プロセスなど。
SF ₆ 六フッ化硫黄	22,800	産業と工業プロセスからなるフロンの仲間。強力な温室効果ガス。	電気の絶縁体など。

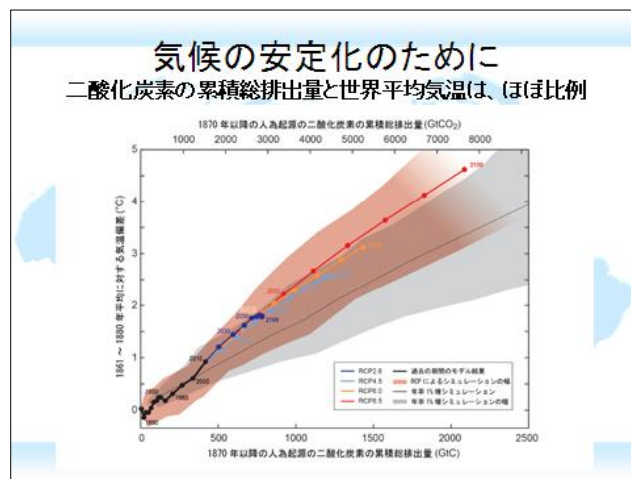
この表は二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの特徴をまとめたものです。オゾン層を破壊するフロン類は二酸化炭素と比べて、数千～数万倍の温室効果があることがわかります。



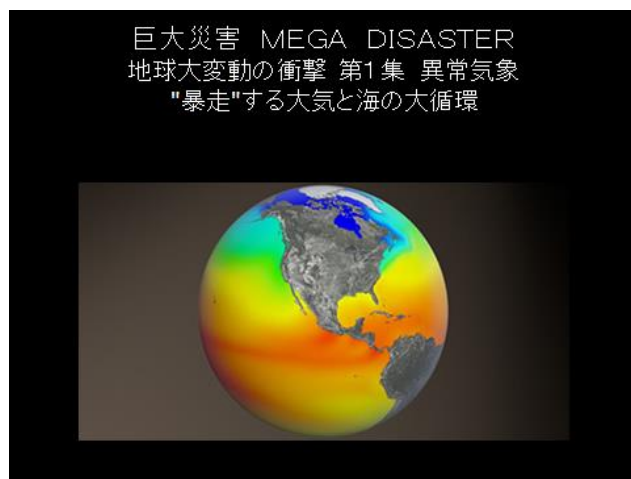
昨年出された IPCC の第 5 次報告書では、「地球温暖化には疑う余地がない」とされています。そして、観測された世界平均地上気温は 1880 年～2012 年の間に年平均で 0.85℃ 上昇しており、10 年平均でみると、最近 30 年の各 10 年間は、いずれも 1850 年以降のどの 10 年平均と比べても非常に高くなっていることが示されています。



ところが、1998～2012 年にかけては昇温傾向が少し緩やかになっています。この現象はハイエイトスと呼ばれていて、海洋深層の蓄熱などの自然変動や火山の噴火、太陽活動の低下といったことが影響しているのではないかと指摘されています。しかしながら、多くの科学者は趨勢として、今後も昇温傾向は続いていくと考えています。



地球温暖化の原因が人為起源の二酸化炭素であることを裏付ける情報として、1870 年以降の人為起源の二酸化炭素の累積総排出量と世界平均気温はほぼ比例の関係にあることが挙げられます。このことから、二酸化炭素の増加が地球温暖化に影響していると考えざるを得ないということです。



地球温暖化に伴う気候変動は地球上のあちこちで巨大災害を巻き起こしており、最近 NHK が巨大災害の番組を制作するなど、異常気象についての情報が多く出されるようになっていきます。

このように、地球温暖化の問題はたいへん複雑であり、そのリスクを政策的にどのように考えていったらいいのか丁寧に考えておく必要があるということで、今回予防原則を取り上げたわけです。

3. 環境政策と予防原則

環境問題、リスク管理の政策

- 科学的なリスク評価に基づいた費用便益分析が基本
- 科学的とはどういうことか、発展途上の科学。
- 疑似科学(池内了、岩波新書)からみると
 - 第1種疑似科学(占い、超能力、超科学。。)
 - 第2種疑似科学(永久機関、健康食品。。)
 - 第3種疑似科学
 - 複雑系で、科学的にははっきりと結論が下せない。
 - 未来の予測が不完全なので、安全サイドに立って手をうておく、**予防措置原則**が大切

CHUBU UNIVERSITY

リスク管理においては、基本的には科学的なリスク評価を行った上で、それに基づいた費用便益の分析を行い、政策を決めていくことになります。そうすると、「科学的」とはということなのかを明確にしておく必要があります。

私たちは 3.11 の東日本大震災と福島第一原発事故を経験して、改めて科学というものが発展途上のものであることを認識しました。本来、単一の真理を求めるのが科学ですが、発展途上の科学では単一の真理を求めることができず、いろいろな言説が生じています。たとえば、池内了さんは『疑似科学入門』(岩波新書)において、疑似科学を3つに分類しています。第1種の疑似科学としては、占いや超能力、超科学を取り上げています。第2種の疑似科学では、健康食品など、科学的な信憑性はあまりないもののそれをうたっているものを取り上げています。彼はもうひとつ、第3種の疑似科学を取り上げていて、これが今日取り上げる予防措置と関係するものです。第3種の疑似科学とは、複雑系で科学的にははっきりと結論が下せないような事柄を指します。ところが、科学者と称される方のなかにも、このようなはっきりとしない事柄に対して歯切れのよい発言をされる方がたくさんいまして、それはある種の疑似科学に陥る可能性があるということです。第3種の疑似科学は、未来の予測が不完全であるため安全サイドに立って手を打ておくことが重要であり、予防的措置が不可欠だと言えます。

表 3. 三種類のリスク管理手法	
Risk-Based Management	科学的知見が十分に得られることを前提として、リスク(発生確率、被害の規模)の技術的制御を追究する従来のリスク管理手法
Precaution-Based Management	科学的知見の欠落による不確実性を補うための、予防原則的管理手法。可能性が否定しきれない事態の深刻さに関して社会的な決断を行う
Discourse-Based Management	あいまいさによる価値観の対立を解消するための、政治的対話に基づく手法
資料 [10] に基づき、三菱総合研究所作成	

リスク管理とは、将来にわたってどのような危険性があるのかを把握し、適切に対応することですが、最近では大きく3種類のやり方があるとされています。ひとつは「Risk-Based Management」というもので、これは科学的な知見が十分に得られていることを前提として、リスク、つまり発生の確率や被害の規模の技術的制御を追究するという手法です。2つ目の「Precaution-Based Management」は、科学的知見が欠落していて不確実性が存在しているときにそれを補う予防原則的な管理手法であり、可能性が否定できない事態の深刻さに関して社会的な決断を行うというものです。そして、もうひとつが曖昧さによる価値観の対立を解消するための、政治的な対話に基づいて管理を行う「Discourse-Based Management」です。今日はこれらの従来型のリスク管理手法をベースにしつつ、こうしたやり方を適用することが本当によいのかどうかを考えてみたいと思います。

予防原則から考える環境政策

precautionary principle
慎重原則？ 予備原則？

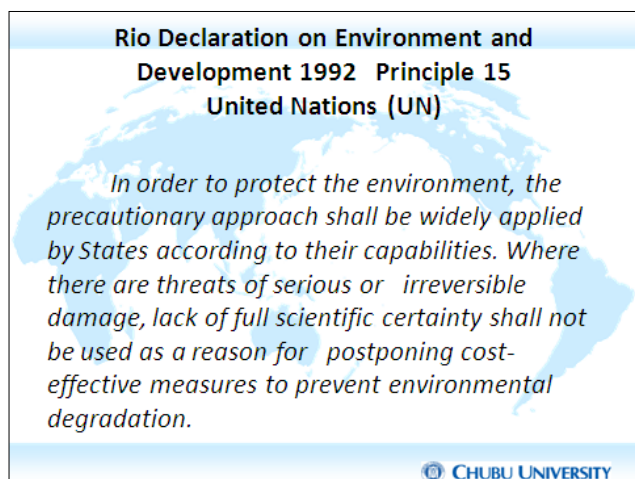
環境を防御するため各国はその能力に応じて予防的方策を広く講じなければならない。重大あるいは取り返しのつかない損害の恐れがあるところでは、十分な科学的確実性がないことを、環境悪化を防ぐ費用対効果の高い対策を引き延ばす理由にしてはならない。

(1992年リオデジャネイロ宣言 第15原則)

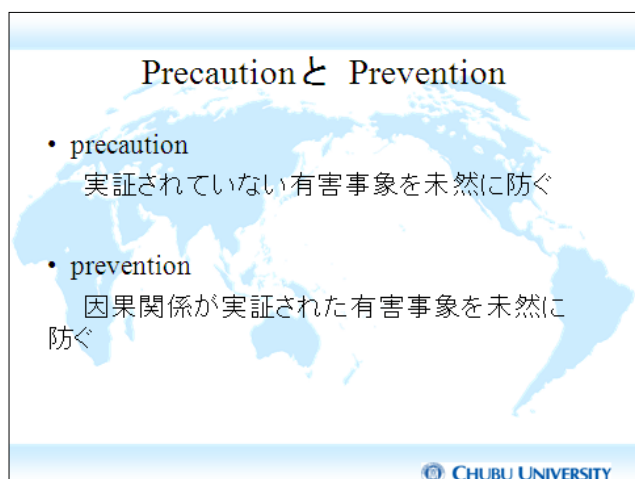
CHUBU UNIVERSITY 2.6

そもそも予防原則が初めて導入されたのは、1992年のリオデジャネイロ宣言の第15原則ではないかと

されています。「Precaution」を「予防」と訳すことには反論もあり、「Precautionary principle」は予防原則ではなく、慎重原則、予備原則と訳されることもあります。いずれにしても、それは「環境を防御するため、各国はその能力に応じて予防的方策を広く講じなければならない。重大あるいは取り返しのつかない損害の恐れがあるところでは、十分な科学的確実性がないことを、環境悪化を防ぐ費用対効果の高い対策を引き延ばす理由にしてはならない」というものです。



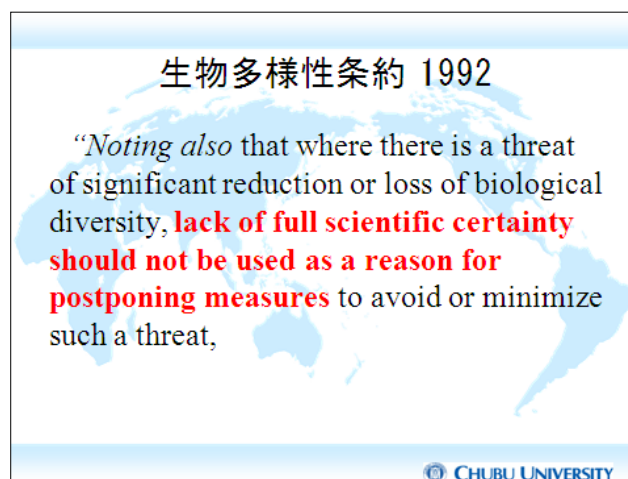
これはリオデジャネイロ宣言について英語で書かれたものですが、ここでは「Prevent」という言葉も使われていますし、「Precaution」という言葉も使われています。



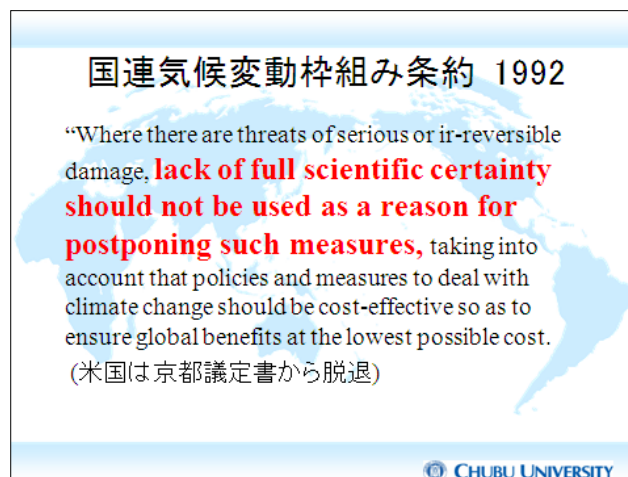
そして、これらの「Precaution」と「Prevention」という2つの言葉に対して、私たちは、実証されていない有害事象を未然に防ぐのが「Precaution」であり、因果関係が実証された有害事業を未然に防ぐのが「Prevention」とであると定義し、区別しています。

国際条約、協定等	概要	制定年
世界自然遺産	国連の場ではじめて予防原則に近い概念が提唱された重要。環境被害を生じさせた当事者側に環境への被害性を証明する举证責任を課すとともに、潜在的な脅威の裏面が充分に確認されていない場合には活動の中止または延期を求めている。	1982
オゾン層の保護に関するウィーン条約	予防原則を組み込んだ世界初の条約。オゾン層の減少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の予防的措置を求めている。	1985
第2回北海の保護に関する国際会議	国際法上に初めて登場した予防原則。北海の生態系を保護するための環境政策の適用条件として旧西独の環境問題専門家会議（1980）において提案された予防原則を反映した国際法が制定された。	1987
オゾン層の破壊に関するモントリオール議定書	ウィーン条約を受けて制定された議定書。技術的かつ経済的な配慮をいっつ科学的研究の進展に基づいてオゾン層を破壊する物質を除去することを目的とし、全地球的にその放出を公平に制御するための予防原則の適用を求めている。	1987
地球サミットにおけるリオ宣言	これまでに検討されてきた予防原則の考え方が、十分な審議のもと、最も精緻化された記述にまとめられたとされる宣言文（第15原則）を持つ。これ以降の予防原則の概念のスタンダードとなっている。	1992
地球サミットで採択された条約 —気候変動に関する国際連合枠組条約	大気中の温室効果ガスの安定化を目的とする。予防原則の適用にあたって、気候変動に対処するため、可能な限り最少の費用で地球規模の利益をもたらすことを求めている。	1992
—生物多様性条約	多国間環境協定の中で最も加盟国数が多い条約（189カ国）。予防原則適用の条件として、生物多様性の著しい減少の恐れがあげられている。	1993

予防原則は1992年のリオデジャネイロ宣言の中で初めて明確に位置づけられたわけですが、それ以前に締結された国際的な条約の中にも、それに類似したものはいくつかあります。今日のテーマであるオゾン層保護に関するウィーン条約やそれを具体化したモントリオール議定書はより早い段階で予防原則が適用された例です。



生物多様性条約の中でも予防原則について書かれています。



国連の気候変動枠組み条約においても、科学的な確実性がないことを、対策を引き延ばす理由にしてはならないと書かれています。

予防原則に関する ウイングスプレッド宣言(1998年1月)

(前略) 既存の環境規制やその他のさまざまな決定、特にリスクアセスメントを基礎としたものによって、人間の健康および人間がその一部にすぎないより大きなシステムである環境を守ることができてこなかったと我々は考える。

人間および地球環境に対する被害は、あまりに大規模、かつ深刻であり、**人間活動の指針となる新たな原理**が必要なことを示す、**確固とした証拠**があると我々は考える。

© CHUBU UNIVERSITY

さらに、リオデジャネイロ宣言の6年後にあたる1998年には、健康、化学物質、環境問題等に関わるNGOが参加する会議において、予防原則に関するウイングスプレッド宣言が出されています。ウイングスプレッド宣言では予防原則について非常に具体的に考えられていまして、「既存の環境規則やその他のさまざまな決定、特にリスクアセスメントを基礎としたものによって、人間の健康および人間がその一部にすぎない、より大きなシステムである環境を守ることができてこなかった」としています。そして、「人間および地球環境に対する被害は、あまりにも大規模、かつ深刻であり、人間活動の指針となる新たな原理が必要なことを示す、確固とした証拠がある」と書かれています。

予防原則に関する ウイングスプレッド宣言(続き)

人間の活動によって危険が発生することがありうるのは確かだが、**物事の進め方を近代において行ってきたよりも慎重に物事をすすめなければならないのだ。企業や政府機関、組織、地域社会、科学者、その他の人々のすべてが、あらゆる人間活動に対して予防的アプローチを採用する必要がある。**

© CHUBU UNIVERSITY

そのため、「人間の活動によって危険が発生することがありうるのは確かだが、物事の進め方を近代にお

いて行ってきたよりも慎重に物事を進めなければならないのだ。企業や政府機関、組織、地域社会、科学者、その他の人々のすべてが、あらゆる人間活動に対して予防的アプローチを採用する必要がある」ということです。

予防原則に関する ウイングスプレッド宣言(続き2)

よって、そのために**予防原則を実現しなければならない**：

ある行為が人間の健康や環境に対する脅威であるときには、その**因果関係が科学的に完全に解明されていなくとも、予防的方策をとらなければならない。**

予防原則では、**立証責任は、市民ではなく、その行為を推進しようとする者が負うべきである。**(後略)

© CHUBU UNIVERSITY

それは「ある行為が人間の健康や環境に対する脅威であるときには、その因果関係が科学的に完全に解明されていなくとも、予防的方策をとらなければならない」ということです。そして「予防原則では、立証責任は、市民ではなく、その行為を推進しようとする者が負うべきである」としています。

リオデジャネイロ宣言の第15原則では、「科学的な確実性がないことを、環境悪化を防ぐ費用対効果の高い対策を引き延ばす理由にしてはならない」と書かれており、「費用対効果」という言葉が入っていますが、ウイングスプレッド宣言では、「科学的に完全に解明されていなくとも、予防的方策をとらなければならない」となっており、リオデジャネイロ宣言からさらに一歩進んで精神論にまで踏み込んだ記述になっていることがわかります。

4. 不確実性とリスク管理

12の遅ればせの教訓

- ・ 不確実性のみならず、無知にも配慮すること
- ・ “早期警告”のための研究と観測・追跡
- ・ 学的知識にある「盲点」と欠陥を見つけ出して指摘する
- ・ 異なる分野間で学び合うための障害を特定し、減らす
- ・ 現実の世界の状況が完全に考慮されることを保証する
- ・ 主張されている“是”と“非”の内容を系統的に検証し正当性を判断する
- ・ 代替案を吟味し、堅実で、多様性がある適用可能な解を推進する
- ・ 関係する全分野の専門家のみならず、“普通の人”と地域の知識をも用いる
- ・ より広い社会的利益と社会的価値を考慮する
- ・ 経済的政治的利益から規制の独立を保つ
- ・ 調査と行動に対する制度的障害を特定し、減らす
- ・ 分析による麻痺に陥らないようにする

Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000
http://www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_report_2001_22
 CHUBU UNIVERSITY

EC は予防原則の適用に対して非常に慎重な立場をとっていて、科学的な不確実性があっても予防的な措置を行った事例、あるいは予防的な措置をとらなかったことで後に問題になった教訓的な事例をもとに、『12の遅ればせの教訓』というレポートを出しています。

Uncertainty and precaution — towards a clarification of terms		
Situation	State and dates of knowledge	Examples of action
Risk	"Known" impacts; "known" probabilities e.g. asbestos causing respiratory disease, lung and mesothelioma cancer, 1965-present	Prevention: action taken to reduce known risks e.g. eliminate exposure to asbestos dust
Uncertainty	"Known" impacts; "unknown" probabilities e.g. antibiotics in animal feed and associated human resistance to those antibiotics, 1969-present	Precautionary prevention: action taken to reduce potential hazards e.g. reduce/eliminate human exposure to antibiotics in animal feed
Ignorance	"Unknown" impacts and therefore "unknown" probabilities e.g. the "surprises" of chlorofluorocarbons (CFCs) and ozone layer damage prior to 1974; asbestos mesothelioma cancer prior to 1959	Precaution: action taken to anticipate, identify and reduce the impact of "surprises" e.g. use of properties of chemicals such as persistence or bioaccumulation as "predictors" of potential harm; use of the broadest possible sources of information, including long term monitoring; promotion of robust, diverse and adaptable technologies and social arrangements to meet needs, with fewer technological "monopolies" such as asbestos and CFCs

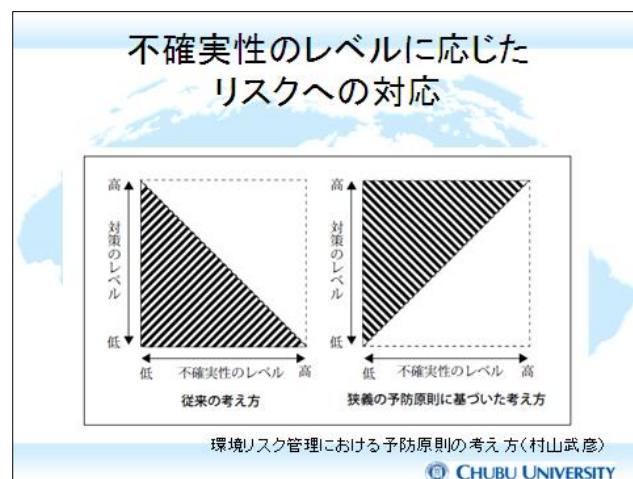
CHUBU UNIVERSITY

EC の報告書では、過去の教訓から学ぶという立場で科学的な不確実性とは一体何かということについて細かく定義されています。

リスク・不確実性・無知の概念整理		
概念	知識の状況	対応例
リスク (未然防止対策: Prevention)	既知の影響と既知の発生確率(アスベストによる呼吸器疾患、肺がん、中皮腫:1965年の時点)	回避: 既知のリスクを削減するための行動(アスベスト粉塵への曝露を削減)
不確実性 (予防的な未然防止対策: Precautionary prevention)	既知の影響と未知の発生確率(動物の飼料中の抗生物質とそれに対する人の抵抗性:1969年の時点)	予防的な回避:潜在的な有害性を削減するための行動(動物の飼料中の抗生物質に対する人体への曝露の削減・排除)
無知 (予防:Precaution)	未知の影響と未知の発生確率(1974年以前は未知であったCFCsによるオゾン層破壊の懸念、1959年以前は無知であったアスベストによる中皮腫・肺がんは1930年代に報告されていた)	予期せぬ悪化となる影響を予想して特定し、それを削減するための行動(潜在的な有害性の先行指標となる化学物質の残留性・環境蓄積性の長期モニタリング等のデータ利用、CFCsやアスベストなどの独占的な特定技術を利用せずともニーズを満たした強力かつ多様な対応性のある技術と社会的分配の促進)

CHUBU UNIVERSITY

それを簡単に訳したものがこの表です。科学的な不確実性の概念について、「リスク」、「不確実性」、「無知」という3つに整理されています。ひとつめの「リスク」とは、未然防止対策ということであり、「Prevention」という言葉が当てられています。これは影響が既にわかっていて、発生確率もわかっているという知識の状況を指します。そのような場合はそのリスクを回避することがとるべきアクションとされています。2つ目の「不確実性」とは、既知の影響と未知の発生確率という知識の状況です。どういう影響があるのかはわかるけれども、その影響がどれくらいの確率で発生するかについてはまだわかっていない、ばらつきがあるという場合であり、潜在的な有害性を削減するための行動をとるべきであると書かれています。さらに、もうひとつの「無知」とは、どういう影響があるのかわからないし、その影響の発生確率もわからない、要するに何も分かっていない、無知の状態、未知の状態です。そして、「無知」への対応は「Precaution」とされています。EC の報告書では、その事例として、クロロフルオロカーボンがグローバルコモンズである成層圏のオゾンを破壊していることが挙げられており、そうした予期せぬ影響を予想して特定し、それを削減するための行動をとるべきであると書かれています。



この図はリスクへの対応のあり方を示したもので、横軸に不確実性のレベルが、縦軸に対策のレベルがとってあります。従来のリスク管理では、不確実性が高ければ、とるべき対策がはつきりしないため対策のレベルも低くなり、確実なものに対しては高いレベルの

対策をとっていくという考え方でした。一方、予防原則に基づく対応はこれと逆になります。すなわち、不確実性が高いものは不可逆的であったり、非常に深刻な影響を与えたりすることが考えられることから、対策のレベルを高く設定します。一方、不確実性の低い事柄に対しては、対策をあまり考えないことになります。このように予防原則においては従来のリスク管理と逆の考え方になっています。

リスク分析の不確実性の諸類型

- 対象そのもののばらつき（暴露量の個人差、感受性の個人差、製品のばらつき 等）
- 標本誤差（サンプリングの際ランダムに生じる誤差）
- データのバイアス（サンプリングの手法の妥当性、データ処理の仕方の妥当性）
- モデルの不確実性（モデルのベースとなる理論の不確実性、外挿の際のモデル選択の不確実性、システムの重要な要素の見落とし、計算能力の限界に由来する不確実性、パラメータの不確実性、初期値の不確実性 等）

（伊勢田 2004）

© CHUBU UNIVERSITY

リスク分析で生じる可能性のある不確実性は、この図のような類型化がされています。暴露量に個人差があったり、感受性に個人差があったりするなど、対象そのものにばらつきがある、標本の誤差、サンプリングの手法やデータ処理の仕方によってデータのバイアスがある、あるいはモデル自身が不確実性を含んでいるなど、科学にはいろいろな不確実性が入り込む余地があり、このことから科学はまだ発展途上の段階にあると言えます。

不確実性と非専門家の介入

- 検証度の低い理論や信頼性の低いモデルをそれでも使うかどうかは政策判断の領域。水俣病の例、環境ホルモンの例など
- 検証度や信頼性が第三者に分かる形である程度量的にあらわされるのが望ましいか（ベイズ主義的分析が威力を発揮する場面）
- もっともありそうな値やもっとも確かな仮説のみを使うのか、確からしさの低い仮説もあえて採用して安全策をとるのか

（伊勢田 2004）

© CHUBU UNIVERSITY

では、不確実性があるときに科学者ではない非専門家はどうか介入するのかというと、検証度の低い理論や

信頼性の低いモデルを使うかどうかは政策判断の領域であるということです。水俣病の初期の段階においては、患者側にとってよりプラスに、あるいは結果として安全サイドに働く選択、決定を取り得る対応がされています。

予防原則と統計

- 統計学は生じる可能性のある2種類の過誤を定義。
1) 第1種の過誤: 実際には偶然によってその結果が生じているとき(差がない)に、ある仮説を正しいとしてしまう過誤。通常は有意水準5%
2) 第2種の過誤 (Type II error): 実際は偶然以上の何かがあるのに、有意な結果を見出すのに失敗すること(ある仮説を正しいとしたとき、それが誤りである)

予防原則のアプローチは、確率は低いインパクトの大きいリスクがあるような領域において第2の過誤を起こすことを避けるためのものである。(低線量被ばく)

© CHUBU UNIVERSITY

そこで、予防原則における「科学的」ということについて、統計学の考え方をもとにもう一度見てみますと、統計学では生じる可能性のある2種類の過誤を定義しています。第1種の過ちとは、偶然によってその結果が生じているとき、実際には差はないのだけれども、ある仮説を正しいとしてしまう過ちで、通常、社会科学では5%の有意水準で、自然科学では1%で仮説を棄却するかしないかを判断します。第2種の過ちとは実際は偶然以上の何かがあるのに、有意な結果を見出すのに失敗している、あるいはある仮説を正しいとしたとき、それが誤りであるという場合になります。これらふたつの誤りが生じないようにするのが「科学的」な検証のプロセスですけれども、予防原則のアプローチでは、確率は低けれどもインパクトの大きいリスクがある問題において、ここに示されている第2種の過誤をできるだけ避けるようにするという立場をとっているのではないかと考えられます。

科学技術社会論(STS)からの見方

「(前略)予防原則は非科学的だという批判に対しては、そもそもリスクの問題では「科学的妥当性」と「政治的正統性(legitimacy)」は切り離せないのだと応戦できるだろう。

つまり(中略)リスクの原因と結果に関する科学的判断に求められる確実性の程度は、現在または将来の被害者の利害が、確実性を追求するあまりに犠牲にされてはならないという、「社会的・環境的正義」の要求と釣り合わされねばならないのである」

(平川秀幸1999)

© CHUBU UNIVERSITY

最近では、社会において科学をどのように活かすのかを探究する科学技術社会論という領域があります。そこでは「予防原則は非科学的だという批判に対しては、そもそもリスクの問題では「科学的妥当性」と「政治的正統性」は切り離せないもの」として捉えられています。そして、「リスクの原因と結果に関する科学的判断に求められる確実性の程度は、現在または将来の被害者の利害が、確実性を追及するあまりに犠牲にされてはならない」のであって、「社会的、環境的正義」が優先されるのが予防的な判断であるとしています。つまり、自然を捉えるときに自然がどうなっているかを客観的に捉えるのが科学者の視点であるとするのではなく、一人の人間としてその問題をどう考えるのか、また、どのような正義を重んじるのかを中心にして政策を選ぶのが予防原則であるということです。

環境問題、リスク管理の政策まとめ

- 科学的なリスク評価に基づいた費用便益分析が基本
- 発展途上の科学が前提で、科学的を批判的にとらえる
- バランスの取れた予防原則の運用

© CHUBU UNIVERSITY

環境問題では、基本的には科学的なリスク評価に基づく費用便益分析を中心に行うことになりますが、発展途上の科学を前提にすると、そこには必ずしも

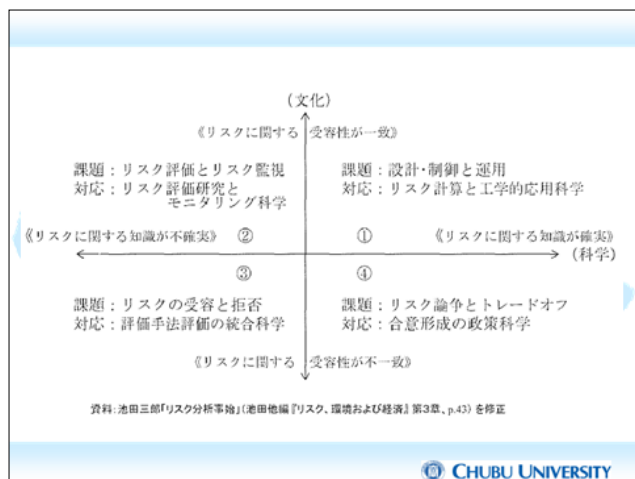
100%信頼できない不確実性が含まれているため、批判的に捉える姿勢が重要であり、費用対効果も考えながら予防原則を適用してバランスのとれた考え方をすることが重要になってきます。ところが、予防原則を適用すると、得てして科学を全く信じることなく結論を出してしまう危険性があり、予防原則を適用するために、あらかじめどんなことを想定しておくべきか明らかにしておく必要があります。

表2. 予防原則の適用条件

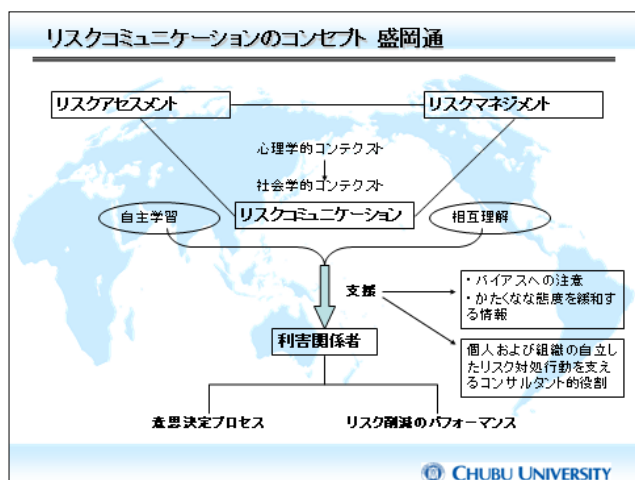
比例性 (proportionality)	リスクを削減する措置は、望ましい安全の水準に対して比例的でなければならず、ゼロリスクを目指すものであってはならない。
非差別性 (non-discrimination)	実施される措置は、原産地や生産プロセスの違いなど、比較可能な複数の対象について差別的な安全水準を適用するべきではない。
一貫性 (consistency)	適用される措置は、同じ対象、あるいは同じアプローチで既に適用されている措置と一貫性を持たせるべきである。
費用と便益の算出 (examining cost and benefit)	措置を適用する場合としない場合とで、長期及び短期の両面から費用と便益の比較をするべきである。このとき住民の健康などのように、経済性よりも重視すべき項目がある。
再検討 (review)	最新の科学的データに照らして、予防原則に基づく措置を継続するかどうかを、定期的に再検討する必要がある。
立証責任 (burden of proof)	より包括的なリスクアセスメントに必要な科学的証拠を提出する責任を、適切な関係者に課す必要がある。

資料 [7] [8] に基づき、三菱総合研究所作成

先ほど、EC では予防原則の適用に際して過去の教訓を整理したというお話をしましたが、環境省においても審議会がつくられ、予防原則の適用条件について上の表のようにまとめられています。たとえば、「比例性」とは、「リスクを削減する措置は、望ましい安全の水準に対して比例的でなければならず、ゼロリスクを目指すものであってはならない」というものです。予防原則を追及すると、ある意味でゼロリスクの立場をとることになりかねないのですが、そうではなく、比例的に考える必要があるということです。また、「非差別性」とは、「実施される措置は、原産地や生産プロセスの違いなど、比較可能な複数の対象について差別的な安全水準を適用するべきでない」ということであり、その他、「一貫性」、「費用と便益の算出」、「再検討」が重要とされています。さらに、「立証責任」については、「より包括的なリスクアセスメントに必要な科学的証拠を提出する責任を、適切な関係者に課す必要がある」としています。



科学が解を用意できないような問題が複雑系の問題であるわけですが、池田三郎さんはリスク分析という視点からこうした問題への対応の在り方について、この図のようにまとめています。横軸にはリスクに関する科学の知識が確実か不確実かという整理が、縦軸にはリスクに関する受容性が一致しているかどうかという整理がされています。科学的に確実であって、みんなの価値観も一致していれば容易に答えを出すことができますが、科学が不確実であって、みんなの価値観もばらばらであると、予防原則をとろうにも合意形成が非常に難しいという問題があるかと思えます。



そのため、こうした問題においては、リスクコミュニケーションが必要になります。リスクアセスメントによって科学的な立証を行い、その結果をふまえて関係主体から利害関係者に向けたリスクコミュニケーションを持ち、意思決定をしていくというプロセスが重要になります。



私が所属している中部大学では、ステークホルダーが集まってエビデンスベースで熟議を行いながら、リスクコミュニケーションを深め、関係者それぞれにとって妥当な解決策を探っていくための環境づくりを進めています。

5. 予防原則の適用に向けて

参考文献
最悪のシナリオ——巨大リスクにどこまで備えるのか
キャス・サンスティーン著、田沢恭子訳、齊藤誠解説
みすず書房、2012年8月刊行
壊滅的な損害が人間社会にもたらされるケース（最悪のシナリオ）の原因となるリスク因子に対して、私たちはどのように向き合うべきなのか。
「重大で取り返しのつかない損害のおそれがあるところでは、科学的な根拠が十分でなくても、予防的措置を積極的に講じるべきである」という予防原則をめぐって、いくつかの重要な問いが投げられている。
サンスティーンがこれらの問いに対して書いた答案では、やや折衷的な形であるが、予防原則と費用便益分析を緩やかに両立させながら、留保条件付きで予防原則を支持している。今般の原発事故を考察する上でも大変に示唆的な書籍である。
<http://www.hit-u.ac.jp/academic/book/2012/120823.html>
CHUBU UNIVERSITY

最後に、キャス・サンスティーンという方が書いた『最悪のシナリオ』という本をご紹介させていただきます。田沢恭子さんという方が翻訳を、一橋大学の斎藤誠さんが解説を書かれています。「最悪のシナリオ」とは壊滅的な損害が人間社会にもたらされることを指しており、その最悪のシナリオの原因となるようなリスク因子に対して私たちはどう向き合うべきかが問われています。「重大で取り返しのつかない損害のおそれがあるところでは、科学的な根拠が十分でなくても、予防的措置を積極的に講じるべきである」という予防原則を挙げながら、これを実際の最悪のシナリオに対してゼロリスクの立場で追及すると、非常に問

題のある結論を導いてしまうことになり、予防原則と費用便益分析を両立させながら、意思決定を行うべきであると書かれています。

東日本大震災や原発事故以降、「最悪のシナリオ」と言えるような、さまざまな場面がささやかれるようになっていきます。阪神淡路大震災から 20 年目にあたるといって開かれた防災に関わる会議においても国難災害という話が出ていましたが、巨大地震が発生し、その直後に枕崎台風クラスの台風がきたとき、我々は一体何をすべきなのかということであり、最悪のシナリオを想定した上でどのようなリスクマネジメントを行うべきであるかということです。原子力発電所の再稼働をめぐるのは、原子力発電所のリスクに関する最悪のシナリオがいろいろと想定されるわけですから、ゼロリスクを前提とするのではなく、いろいろなリスクを想定した上で費用対便益を考え、どのあたりで合意をしていくのかが重要になるということです。

今日取り上げたオゾン層の問題は科学的知見が後から出され、結果として予防原則がサポートした、ひとつの成功事例ですけれども、今後の環境問題においては予防原則をただやみくもに導入するのではなく、現実的な適用のあり方を考えていかななくてはならないということをお伝えし、私の講義を終わります。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）

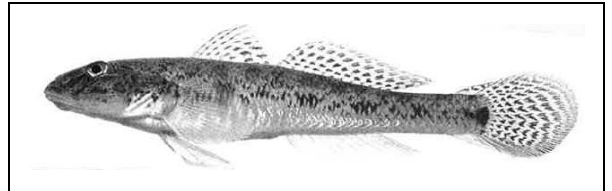
名古屋大学在学中は、主に環境アセスメントや地域環境のシュミレーション等環境問題について研究活動を行い、その後、環境コンサルタントやシンクタンク等に研究活動の場を移し、都市、地域や国土の計画課題や生態環境計画等の研究や政策立案に従事。慶應義塾大学に転じてからは、さらに空間情報システムを活用した各種の政策の解析と立案、新しい社会システムの検討を行う。

2015 年 4 月より中部大学中部高等学術研究所所長に就任。当センター理事長。

釣り人からの水辺だよりー夏 「マハゼ釣り」

手軽に楽しめるマハゼ釣り

マハゼは誰もが知る人気ナンバーワンの釣り魚。子ども頃、マハゼ釣りからスタートした釣り人も多いだろう。マハゼはアユと同じ年魚^{*1}で、その成長は目覚ましいものがある。春、干潟で見かける3cm ほどの新子^{*2}



は7月下旬には7cm ほどにも育つ。マハゼの成長はエサの摂取量に比例し、エサの少ない河川に入る群れは小型のまま終盤を迎えることも多い。

マハゼの好む海は砂と泥が混ざりあい、底には堤防や波消しブロックから落ちたカキ殻が埋もれ散乱し、それらを棲みかとするエビやカニ、イソメ類や小魚が生息する生態系豊かな海だ。釣り場の多くは湾内、汽水の影響を大きく受ける海域で、川に近い港や埋立地、それにつながる水路や河口周辺など人の生活圏に近く手軽にアクセス出来る場所である。関東では夏場のマハゼは「デキハゼ」と呼ばれ、早くも釣りの対象となるがまだまだ小振り。秋の彼岸が近づき浜風が心地よい季節を迎えると、本格シーズンとなり多くの釣り場が家族連れで賑わいを見せる。落ち^{*3}に入る 11 月いっぱいには釣りになるが、冬場は船での深場狙いの釣りとなる。マハゼは潮の動きに敏感に反応する魚で、潮止まりには食いか鈍いこともある。朝夕に食いが立ち^{*4}、陽が高くなると船影や捨て石周りや堤防直下が狙い目となる。曇天ほど条件がよく、小雨の日もよく釣れる。

*1：一年で一生涯を全うする魚。

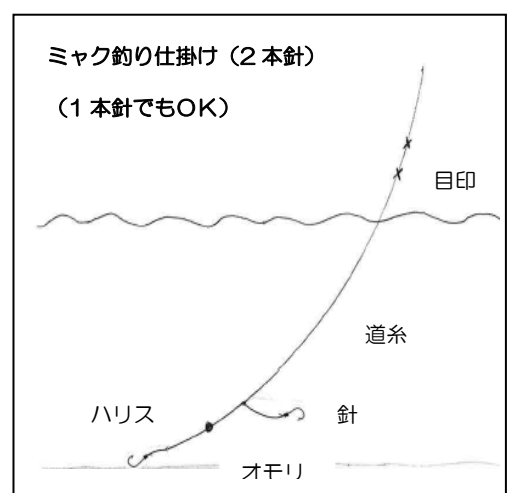
*2：その年に生まれた幼魚。

*3：浅場にいた魚が越冬ため深場へと移動すること。

*4：魚がエサを食べ始め、釣れ始めること。

ミャク釣りで狙うマハゼ

マハゼ釣りには投げ釣りやウキ釣りなど様々な釣法があるが、面白いのはミャク釣りである。ミャク釣りは、ウキを使用せず、竿先や道糸に付けた 2～3 枚の目印で当たりを取る釣りで、延べ竿^{*5}を用いシンプルな仕掛けで魚と向き合う、多くの釣りの基本であり原点と言っていい。細身の穂先は繊細な誘いを容易にし、底の起伏や潮の流れ、魚信など様々なメッセージを伝えてくれる。竿は振り出しのカーボンロッドが主流で、長竿でも軽くてパワーがあり、釣り味のよさなどミャク釣りに欠かせない竿と言える。マハゼ釣りは釣り場が近く何度でも釣行でき、勝負も早いことからミャク釣りの練習台にもってこいの釣りでもある。



エサには扱いやすい石ゴカイを使用する。マハゼは動くエサに何度もアタックしてくる魚で、ゴカイをくわえても直ぐには飲み込まず、何度か吐き出す行為や居食い^{*6}も多い。張り過ぎた糸や浮いたエサにはひったくる様な当たりがくるが、なかなか針には掛かってこない。ベタ底にすむマハゼにとって、浮い

たエサに飛びつくには多少の勇気がいるようだ。「コツン」とくる前当たりに糸をゆるめ、大きく引き込む
本当あたりは糸を送りながら「カッ！」と合わせを入れる。魚に違和感を与えない竿の操作がミャク釣りの妙
味だ。マハゼ釣りでは遅合わせ*⁷が基本。合わせ処を掴むと面白いように釣れてくる。

*5：継ぎ竿でない、1本の竹で作った釣り竿。

*6：当たりのないのに魚が掛かっていること。

*7：当たりがあってからすぐに竿をあげるのではなく、しばらく様子を見て竿を上げ魚の口に針を引っ掛けること。

マハゼ釣り場で釣れる魚①ーウロハゼ

ウロとは長い年月を費やしてできた木の穴のこと。ウロハゼはその名の通り、穴や隙間が大好きな魚で、
マハゼとともに釣れてくるが、平坦な砂地よりカキ殻などが沈む岸寄りのガラ場や石周りで釣れることが多
い。マハゼより俊敏でエサに対する執着心も強い。飛び付くようにエサを捕り、近くの穴やカキ殻に一目散
に逃げ込む。いい当たりに合わせを入れてもピクリとも竿が動かないことがある。根掛かり*⁸である。うま
く外れてもカキ殻を釣る羽目になる。見てくれはマハゼによく似ているので、釣れてもウロハゼと気がつか
ない釣り人も多い。マハゼに比べ頭やヒレが大ぶりで、ずんぐりとした印象を受ける。体側の黒点もマハゼ
より鮮やかで、針掛かりすると興奮し黒ずんだ体色で上がってくる。大きく育つと20cmにもなり、マハ
ゼ釣り大会の大物賞が実はウロハゼであることも多い。

*8：水底の障害物に仕掛けや針が引っ掛かること。

マハゼ釣り場で釣れる魚②ーセイゴ

マハゼ釣りの外道*⁹としてセイゴ（20～35cm）が掛
かるのも珍しいことではない。セイゴは80cmにも成長
するスズキの幼魚だが、時折予期せぬ40cm級の大物が
食ってくる。単調とも言えるマハゼ釣りの最中、竿が見る
間にのされ糸鳴りとともに沖に走る。セイゴは何度も水面
をジャンプし、スズキの片鱗を見せ付ける。腕や体全体を
駆使しての、魚との攻防が始まる。延べ竿の釣りは糸を出
せない分、常に先手を取るつもりで挑むことが大切だ。細
見の竿は折られることもあり、少しの緊張が走る。何回か
空気を吸わせ、水面に浮かせた銀白色の魚体は良く映える。

セイゴは50～60cmに成長すると魚食性が増し、そう
そう釣れない魚と化す。スズキは程よい濁りや潮回り、天
候、時間帯、ポイントなど様々な好条件が重なって初めて
ものにできる魚である（釣り人／工藤秀和）

*9：狙っている本命以外の魚。

※スズキはエラブタの端が刃物のように鋭く、各ヒレの棘も要注意。

針外しはタオルなどでしっかり押さえ包むように外す。

※延べ竿のパワーを最大限に生かすには、竿と道糸、糸と糸、針など
ラインの結び方をしっかりマスターする。釣り具店で手に入る潮汐
表に結束方法が詳しく掲載されているのでそれを参考にしたい。

マハゼミャク釣り仕掛け

- ・竿 渓流用（アマゴ竿中調かシラハエ竿）6.3m
- ・道糸 ナイロン 1～2号
- ・ハリス 0.8～1号
- ・オモリ（カミツブシ）3B～6B
- ・針 ハゼ針かキス針 7～9号
- ・目印 アユ用（太）

セイゴ釣り（ハゼ兼用）ミャク釣り仕掛け

- ・竿 渓流用（イワナ竿かアマゴ竿硬調）6.3～7.2m
- ・道糸 ナイロン 1.2～2号
- ・ハリス 1～1.5号
- ・オモリ（カミツブシ）4B～6B 割ビシ（1号）
- ・針 ハゼ針かキス針 7～9号
- ・目印 アユ用（太）

その他道具類

- ・エサ、エサ入れ（ゴカイ用は木製が定番）
- ・生かしバケツ、生かしピック
- ・クーラー、保冷剤
- ・先細ベンチ、ナイフ、ハサミ、その他タックル
- ・ライト（夜釣り用）
- ・タオル、小椅子、敷物

〔講演記録〕

トヨタの環境取組み

トヨタ自動車(株) 環境部ブランド企画グループ担当部長 長谷川 雅世

こんにちは。トヨタ自動車環境部の長谷川と申します。本日は、はじめにトヨタ自動車（以下、「トヨタ」という。）について少しお話しします。それから、企業が環境と向き合うとき、環境をどのように捉えているのかということをお話しし、その後、トヨタの環境取組みの具体的な内容についてお話ししたいと思います。

1. トヨタの成り立ち

豊田商会～(株)豊田自動織機製作所

- ・ 創業者：豊田佐吉
- ・ 1894年(明治27年)に「糸繰返機」を発明し販売
- ・ 1926年：布を織る「織機」の会社を設立

動力を「手・足」→「自動化」



創業者：豊田佐吉



糸繰返機



木鉄混製動力織機

トヨタ自動車(株)の歴史

第一次世界大戦終了後(1918年)
欧州輸出が復活し、綿事業不況

関東大震災(1923年)
鉄道の破滅的被害 → 輸送手段として車が大活躍 → 自動車事業盛ん

1937年「トヨタ自動車工業(株)」

↓

1982年「トヨタ自動車(株)」



創業者：豊田喜一郎

発明家である豊田佐吉は人の手を使わずに自動的に織物を作る機械「豊田式自動織機」を発明しました。その長男である豊田喜一郎は、当時、日本では未知の分野であった自動車づくりに一生をかけました。そして、多くの苦労の末、1935年に「A1型試作乗用車」を完成させましてトヨタの歴史が始まりました。昨年、その頃のことをドラマ化した「LEADERS」というテレビ番組が放映されまして、私もそれを見てたいへん感慨深く思った次第です。1936年には「トヨダ AA型乗用車」を発表しまして、38年には愛知県の挙母町、これは現在の豊田市ですけれども、ここの広大な敷地に工場を建てまして、本格的に自動車づくりを始めたと聞いております。「トヨタ自動車工業株式会社」として、その後もさまざまな苦労を重ねながら自動車づくりに携わり、1982年に現在の社名である「トヨタ自動車株式会社」となりました。

トヨタのロゴマーク

1989年



1936年





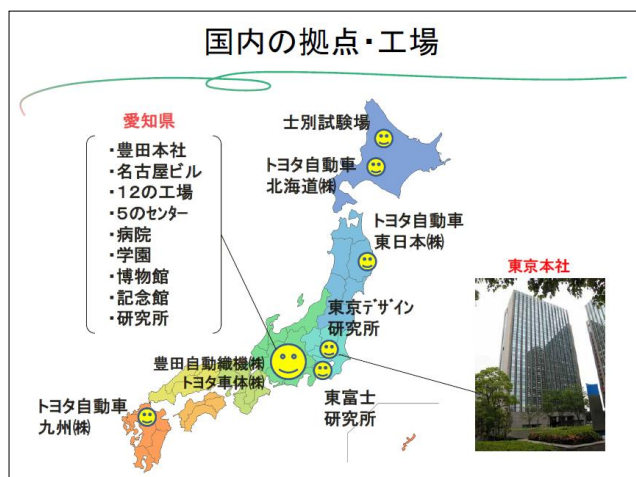
1935年



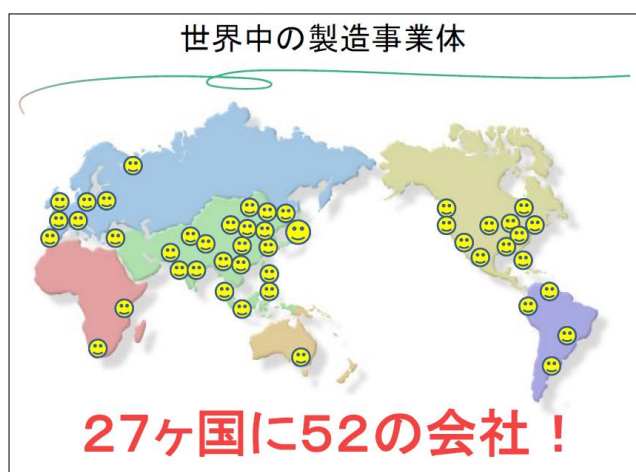

トヨタのロゴマークについてです。当初は社名を「トヨダ」と呼んでおりまして、ロゴマークには漢字の「豊田」という文字が入ってございました。その後、カタカナの「トヨタ」になり、そして今は皆様お馴染

はじめに、トヨタの成り立ちについてお話しします。

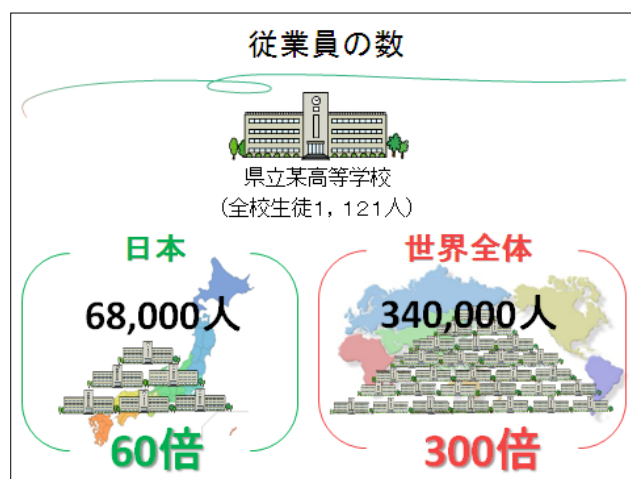
みの「TOYOTA」のマークになってきたという次第でございます。



トヨタの日本国内の拠点は 1959 年まで挙母市と呼ばれておりました愛知県の豊田市にありまして、その他、国内に 16 の生産の拠点がございます。工場は愛知県内に 12 ヶ所ございまして、4 ヶ所がクルマを組み立てる工場、8 ヶ所がエンジン・部品などをつくる工場となっており、全国にある関係会社で作業を分担しているところでございます。私が所属しております環境部は、豊田本社と東京本社にまたがって存在していますけれども、私は主に東京本社に勤務しております。



世界の製造事業体については、27 ヶ国に 52 の会社がございます、グローバルに事業展開をしております。また、トヨタ車は、海外の 160 の国や地域で販売されております。

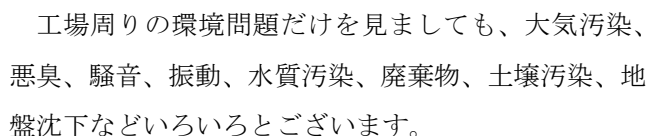
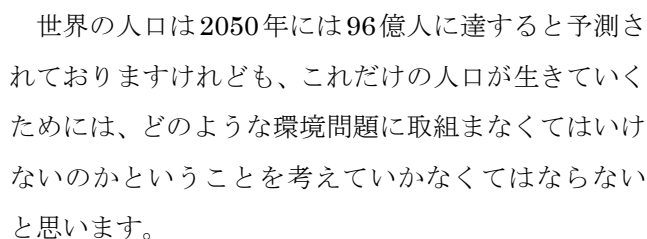
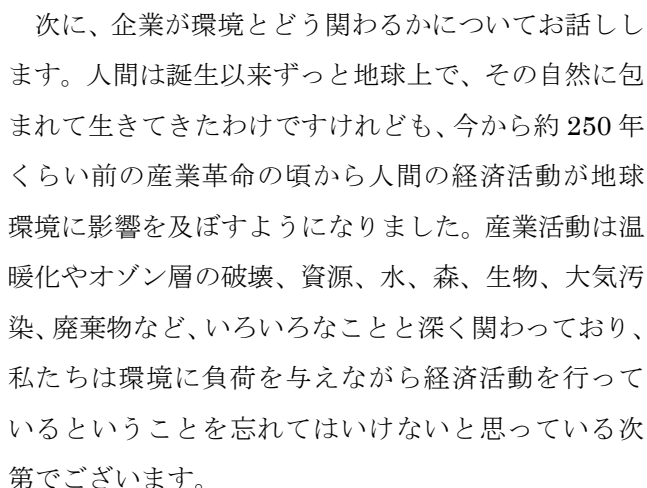


次に、従業員の数についてです。私どもトヨタの国内の従業員の数と全世界の従業員の数をご紹介しますときには、高校の生徒数がだいたい 1,000 人位のところが多いので、これを比較の対象にするとわかりやすいと思い使わせていただいております。日本ではその 60 倍の従業員がいますし、世界全体では 300 倍の従業員が働いています。トヨタの本社だけでこのような数字ですので、部品をつくっていただいている会社のような自動車産業全部を含めると、自動車産業は非常に裾野が広く、経済活動に貢献しているとも言えますし、その一方で、経済状態が苦しいときには一緒に苦しんでいただかなくてはならないというシビアな環境でもあると思っております。

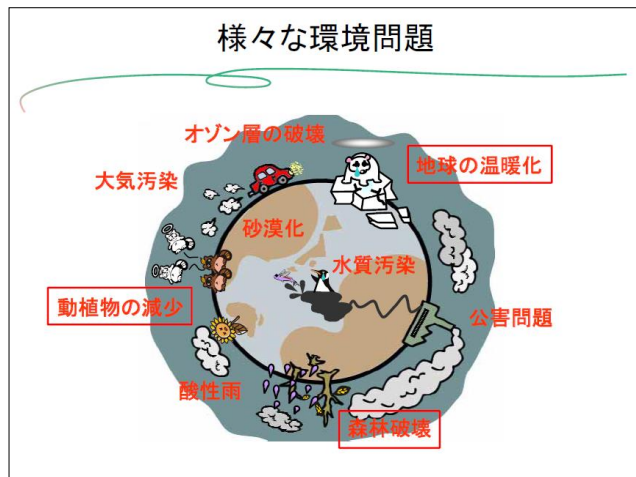


トヨタが目指す方向についてです。トヨタには「グローバルビジョン」というものがございまして、「お客様を笑顔にして、もっといいクルマ、いい町、いい社会に貢献するために、地域を良く聞いて、地域に根ざした企業活動を推進する」と言っております。これは地球環境に寄り添う企業として、真にグローバ

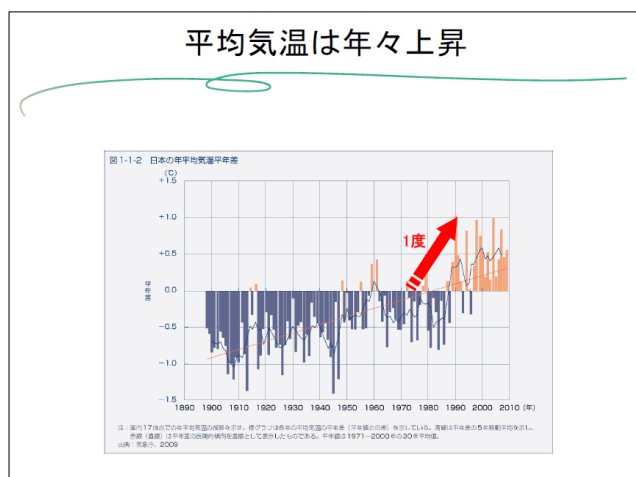
2. 企業と環境問題



組みが始まりました。かつては酸性雨や公害病の問題がありましたし、最近では中国の PM2.5 の問題もありますけれども、環境問題は先進国が克服しても、途上国には今後の経済発展につれて、まだまだ克服すべき問題がたくさん残っていると思います。



地球環境も含め、環境に関わる問題は他にもまだまだ沢山ございます。たとえば、クルマに関わることですと、石油をはじめとするエネルギーは有限でございます、エネルギーの価格は上昇傾向にあります。このことをふまえますと、世界的に省エネが重要な取り組み課題になっていることがわかりいただけると思います。



温暖化問題に対する注目度はますます高まっております。世界の平均気温は上昇し続けておりますし、最近では大雨をはじめ異常気象も発生しております。その原因はエネルギーの利用に伴って発生する CO₂をはじめとする温室効果ガスの増加と言われておりますが、CO₂の削減は世界全体での取り組みが必要なため、気候変動枠組条約など国際的な取り組みが進められ

ております。私も 2010 年から昨年末まで、気候変動枠組条約の締約国会議 (COP) に参加しておりました。そこで話されることは環境問題というよりも、実はこの国が自国の国益を一番優先させるかといった国家間の競争であったり、先進国と途上国の対立であったり、環境問題を離れたところでの駆け引きとなり、なかなか決着がつかないのですが、今年の 12 月にパリで行われる会議 (COP21) において、新たな枠組みが決まることになっておりまして、大事な局面を迎えているところでございます。クルマをめぐっても CO₂の削減につながるよう、一層の生産時の省エネや燃費向上の努力が必要です。

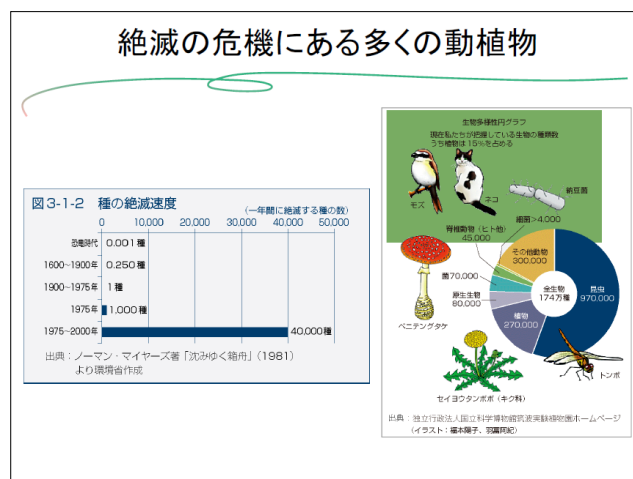
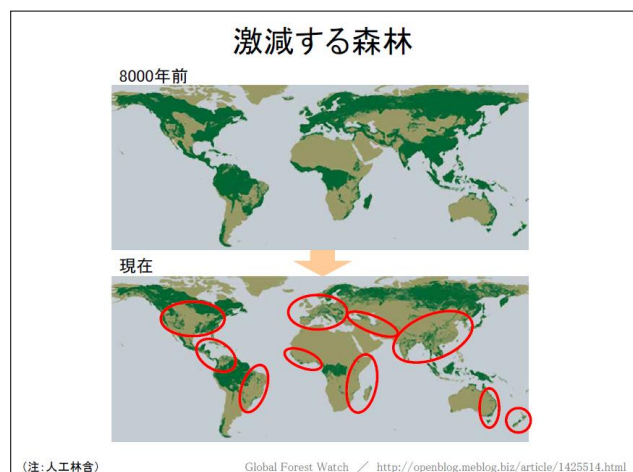
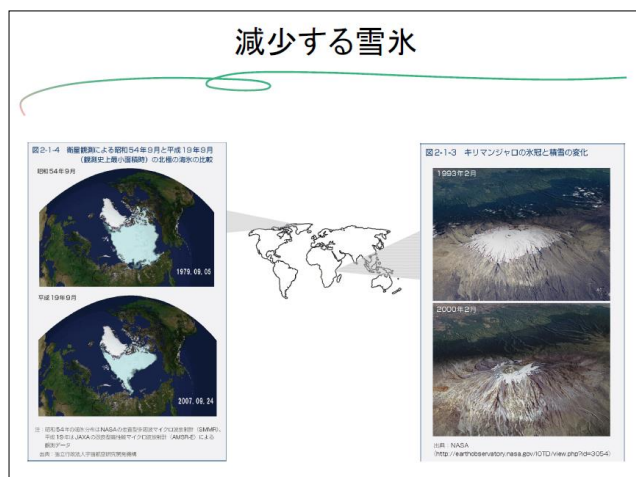
資源の問題もございまして、鉱物資源も有限です。日本は資源の輸入国でして、資源がなければクルマはつくれません。たとえば、電線などに使われている銅の埋蔵量はあと 35 年分を切っていると言われております。中国は国家政策として、銅資源や銅廃材などを世界中から輸入して備蓄していると言われておりまして、資源獲得競争がますます激化してきております。端的な例としましては、2010 年に中国によるレアアースの禁輸政策がありました。レアアースはハイブリッド車や電気自動車に欠かせない鉱物資源でして、大半を中国に依存していた結果、あるときから政治の道具として使われることになってしまいました。有限で希少な資源の調達リスクの軽減のためにも、リサイクル技術の発展は重要であり、バージン材に頼らない循環型の生産を継続的にやっていくことが求められていると思っております。

廃棄物の問題もございます。自動車が使命を終えることで発生するゴミは、かつては廃棄物の処分場に埋め立てられておりました。ところが、1990 年当時、処分場がひっ迫しまして、埋め立てコストが急上昇し不法投棄が横行しました。香川県の豊島がゴミの島になってしまったという大きな問題が発生したこともございました。豊島の不法投棄事件をきっかけにして、日本では 2005 年に「自動車リサイクル法 (使用済自動車の再資源化等に関する法律)」が制定されまして、自動車メーカーに対しまして、処分ゴミの回収、適正処理とリサイクルが義務化されました。その流れは欧

州の EU 各国、ロシア、中国、ベトナム、インドにも広がり、自動車メーカーによる使用済み自動車のリサイクルおよび回収の法制化が議論されるなど、ますますリサイクルに対する生産者の責任が強化されるようになっております。自動車メーカーは作って売るだけでなく、リサイクルまできちんと責任をとるという時代になってきたということだと思います。

先ほど地球温暖化のお話をしましたけれども、問題はそれだけではなくて、環境負荷物質と呼ばれる、地球環境や人間の健康に影響を与える化学物質が全世界で 10 万種も製造、販売されていると聞いております。その中には環境や健康への影響が不明確なものも少なくないという状況であり、こうした現状に対しまして欧州を中心に環境負荷物質の規制導入が進められております。

グローバルな調達、生産、販売を進めるトヨタには、グローバルな視野を持ってこれらの各段階で自主的な取組みを行うことが求められているところでございます。



温暖化の影響で雪氷が減少したり、希少生物の乱獲、森林破壊などにより、多くの動植物が絶滅の危機に瀕しておりまして、生物多様性の問題も企業の活動の中で取組まねばならないことだと考えております。

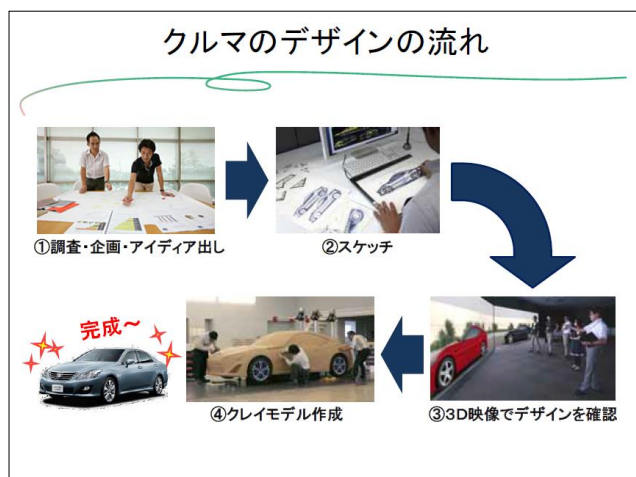
3. クルマのライフサイクルと環境取組み



開発・設計から生産、販売・使用、そしてリサイクルに至るクルマのライフサイクルがあるわけですが、その中で環境との関わりや環境問題を見て

いくことの必要性についてお話をさせていただきます。

(1) クルマの開発・設計と環境



クルマの開発・設計段階における環境との関わりについてです。燃費向上、排ガス、騒音、環境負荷物質低減、リサイクルなどの環境性能と調査に基づいたお客様ニーズなどを両立させた目標設定をして開発・設計をしています。



こうした一連の流れの中で、開発・設計の段階で解体やリサイクルをしやすいように車両構造を考えています。例えば、クルマに使われているワイヤーハーネス(ケーブルの束)を効率的に引き剥がすことができる設計が求められます。ワイヤーハーネスはクルマ全体に張り巡らされている、人間で言えば血管や神経に相当するものと言えますけれども、全部つなげますと約 2km になります。これを他の部分に干渉することなく引き剥がすことができるようにするのが配置の工夫です。

(2) クルマの生産と環境



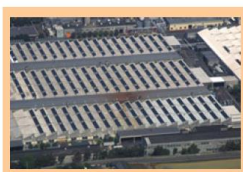
また、設計されたクルマをかたちにする生産の段階においても、環境に配慮しなくてはなりません。生産の工程としましては、クルマのプレス、溶接、塗装、組立・検査、そして完成という流れがございますけれども、こうした流れの中でもいろいろな環境取組みを行っております。昔は全て人の手でつくっていましたがものを今はロボットを導入することで生産性が上がるようにしています。



「トヨタ生産方式」は環境にやさしい生産でもございまして、日常のきめ細やかな節電活動や小改善の積み重ねのほかにも、革新的な生産技術開発によるダウンサイジング、スリム化開発にも取り組んでいるところでございます。

工場そのものも環境にやさしい

各工場の地域特性を考慮し、太陽光発電システムを導入



堤工場

- ・定格出力: 2,000KW
(戸建て500軒分)
自動車工場では世界最大級
- ・太陽光パネル枚数: 12,000枚
(テニスコート60面分)
- ・CO₂低減効果: 740 トン/年
(ドラム缶1500本分の原油)

各工場においては地域特性を考慮しながら環境にやさしい工場づくりを目指しております。

堤工場（豊田市）では地域特性を考慮して、戸建て500軒分に相当する出力 2,000KW の太陽光発電システムを導入しております。これは自動車工場では世界最大級と聞いております。太陽光パネルの枚数は12,000枚で、テニスコート60面分に及びます。CO₂低減の効果は年間740tであり、これはドラム缶1,500本分の原油に相当するということでございます。

工場で鯉を飼育できるほど排水がキレイ！

高岡工場の「総合排水処理場」



カルガモの親子

「鯉太郎池」



排水の浄化度を
“目で確認できる”

高岡工場（豊田市）では総合排水処理場を設けておりまして、最終的にはコイも飼えるようなきれいな水にして池に流しております。

工場の排水処理水を田んぼに（海外）

【フィリピン】オーガニック・テクノ・ファーム有機農法



海外の工場におきましても、環境に配慮した取り組みを行っておりまして、フィリピンの工場では食堂の食品廃棄物や工場の排水処理水を農業に生かす「オーガニック・テクノ・ファーム有機農法」を行っております。

工場の壁をゴーヤや朝顔いっぱい！

2009年

明知工場



現在



グリーンカーテンが
こんなに成長！

また、明知工場（愛知県みよし市）では、建物の壁面緑化を行っております。ゴーヤや朝顔などの植物を壁面に這わせておりまして、夏場には壁一面が緑に覆われております。

従業員による工場の森作り（国内）

堤工場 植樹祭
5,000人で、5万本を植樹

植樹開始（2008年）

現在

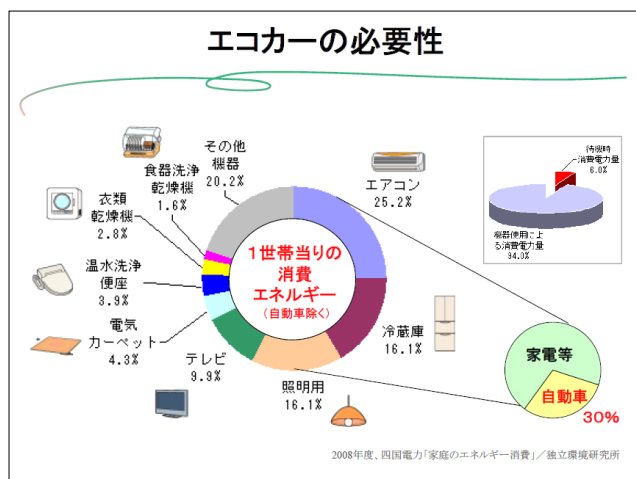


その他、従業員による工場の森づくりにも取り組んでいます。堤工場では植樹祭を行いまして 5,000 人で 5 万本を植樹しました。2008 年に植樹を開始しまして、現在ではかなり森が茂っています。堤工場のほか、昨年から新たに明知工場や上郷工場（豊田市）、広瀬工場（豊田市）、多治見サービスセンター（岐阜県多治見市）でも植樹祭を実施しました。植樹祭には 1,700 人が参加して万 1,000 本の苗木を植えたという聞いております。



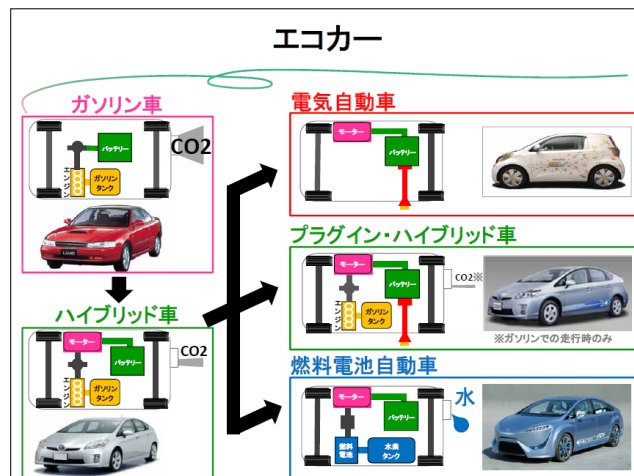
海外におきましても、工場の森作りに取り組んでいます。インドで行った植樹祭では、6,000 人で 3 万 2,500 本を植樹しており、タイの「森の中の工場」では 5 年間で 100 万本の植樹を目指しております。

(3) エコカーの必要性



こうした工場での取り組みも必要ですが、やはりクルマ自体における環境取組みが重要であり、エコカーをつくらなくてはならないと考えております。現在、およそ 11 億 1,456 万台のクルマが地球上を走っ

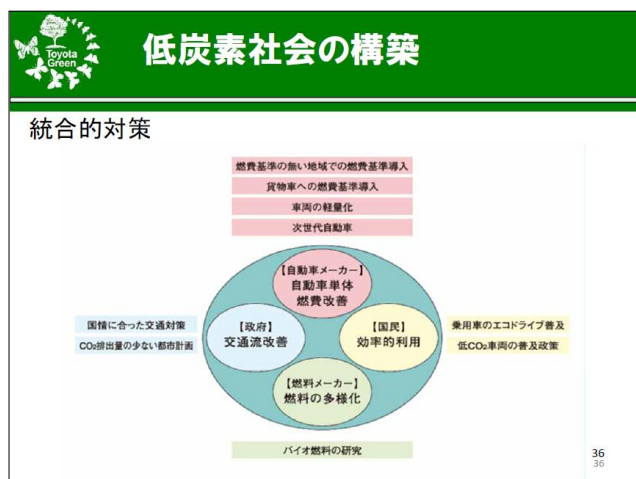
ていると言われております。そして、経済発展の著しい途上国ではさらにクルマの数がどんどん増えていくことが予想されていますが、クルマなどの運輸部門で排出される CO₂ は地球全体で排出される CO₂ の約 22% を占めていると言われており、この CO₂ の量を少しでも減らすようにしなければならないと考えております。



トヨタはハイブリッド車等々、いろいろなエコカーを作っております。1997 年の 12 月に世界で初めて量産型のハイブリッド車・プリウスを発売しまして、2000 年からは北米や欧州などの海外でも普及を始めました。2003 年には 2 代目プリウスを発売しまして、その後もミニバン、SUV、FR セダン、コンパクト 2 ボックスカーなど、ハイブリッド搭載車を拡大してきており、現在では 3 代目のプリウスを発売しております。家庭用電源からもバッテリーを充電できるプラグイン・ハイブリッド車は、従来のハイブリッド車に比べてモーター駆動での走行距離がより長く、また長距離になった場合はエンジンで走ることができます。トヨタのハイブリッドシステムですと、100% 電気自動車への応用も可能ですが、これは外部電源からの充電はもちろんのこと、従来のハイブリッド車の特徴である回生ブレーキでの充電も可能です。また、水素と酸素を化学反応させて電気をつくる「燃料電池」を搭載した、モーターで走行するクルマもございまして、これが最近発売になりました「MIRAI」です。ガソリンに替わる燃料である水素は環境にやさしくて様々な原料からつくることができます。まだまだ先のことだと言われていた究極のエコカーが手の届くと

ころに来たという感じでございます。

私ごとで恐縮ですが、1999年にトヨタに中途入社して、そのときに初代のプリウスを購入しました。それを10年間くらい乗り、その後は3代目のプリウスに乗っていました。今年、2回目の車検になるのですが、もう少し乗りたいと思っていたところ、販売店の方にプラグイン・ハイブリッド車を勧められました。自宅からトヨタの東京本社に通うのに最寄り駅まで片道10kmくらいの距離を毎日クルマで往復しているのですが、電気自動車として1回の充電でちょうど往復20km走れること、今なら政府からの補助金がもらえることなどの説明を受けて、とうとう買い替える決心をしまして、現在はプラグイン・ハイブリッド・プリウスに乗っております。冬は寒くてどうしてもエアコンをつけてしまうのですが、つけたとたんに3km分くらい電力を消費してしまいます。それでも、ハンドルのところだけを温めるとか、座席だけを温める、車内の前の方だけを温めるなどいろいろな工夫がしてありまして、できるだけ暖房を使わなくても済むようになっております。そこで、手袋をはめ、ハンドルの暖房も入れないで頑張ったら20kmを往復することができました。エアコンだけではなく、運転の仕方に気をつけるなどエコドライブをしなくてはいいません。朝急いでいるときに急加速すると、当然、燃費が悪くなります。燃費向上のためには、適切な速度でエコドライブをすることが大事だということです。



車の燃費性能はハイブリッド車やプラグイン・ハイブリッド車だけではなく、普通のガソリン車もどんど

ん向上しています。とは言いながら、いくら自動車会社が燃費性能のいいクルマをつくっても、道路が渋滞していたり、お客様のドライブの仕方が荒っぽかったり、がらがんエアコンをつけたりといった使い方をすると、カタログ上の燃費が出ないどころか、どんどん燃費が悪くなってしまいます。私ども自動車会社は燃費のいいクルマをつくりませんが、統合的な対策が大事だということです。自動車メーカーによる燃費の改善、政府による交通流の改善、燃料自体も適切な場合はバイオ燃料を使うなどの工夫ですとか、国民の皆様にも燃費のよい使い方をしていただくことが大事であるということです。

低炭素社会の構築: エコドライブ

エコドライブ10のすすめ

- 1 ふんわりアクセル「Eスタート」
- 2 車速に合わせたエンジン回転数で走行
- 3 減速時は早めにアクセルを離す
- 4 エアコンの使用は適切に
- 5 ムダなアイドリングはやめよう
- 6 渋滞を避け、余裕をもって出発しよう
- 7 タイヤの空気圧から始める点検・整備
- 8 不要な荷物はおろそう
- 9 走行の妨げとなる駐車はやめよう
- 10 自分の燃費を把握しよう

「エコドライブ」という言葉をお聞きになったことがあると思いますが、環境省も「エコドライブ」の推進に力を入れています。最初からアクセルを強く踏み込まない「ふんわりアクセル」や「エアコンの使用を適切に」する、「無駄なアイドリングはやめる」、「渋滞を避け余裕をもって出発する」といったことが非常に重要だと思います。「タイヤの空気圧から始める点検・整備」や「不要な荷物はおろす」といったことも大切です。たとえば、ゴルフバックを積んだままにするのではなく、できるだけトランクは軽くしておくことが大切です。その他、クルマがスムーズに流れるよう「道路上の迷惑駐車をやめる」、「自分の燃費を把握」しておくといった、「エコドライブ10」をぜひ行っていただきたいと思います。

私も3代目のプリウスに乗っていたとき、あまり燃費が良くなかったのですが、東京のお台場にトヨタのクルマなどを展示しているメガウェブという施設が

ありまして、そこでエコドライブ講習を受けたところ、劇的に燃費がよくなりました。ふんわりアクセル、坂道ではきちんとブレーキをふんでエネルギーを回収するといったことをしていただきますと燃費がのびますので、皆様もぜひエコドライブをしていただければと思います。



こちらがやっと発売になりました究極のエコカー「MIRAI」という名前の燃料電池車でございます。政府も普及に力を入れていただいております、補助金が出ており、結構人気があります。もちろん、充電のための水素スタンドが増えないとなかなか普及はしないのですが、これにも政府が力を入れようとしていただいております。燃料電池車はまだまだ手作りのような状況にありますので、早く量産して普及できるようにしていきたいと考えております。



「MIRAI」の走行時のCO₂排出量は0gでございます。水素をつくる方法によってはCO₂を発生させる場合もあり、完璧にCO₂排出量ゼロとは言えませんが、水素で走行している間はCO₂を出しません。排出する

のは水素と酸素の化学反応で発生する水だけです。から非常にクリーンなクルマでございます。



水素ステーションでの水素充填にかかる時間は3分くらいでして、ガソリンを入れるのと同じくらいの時間で可能です。

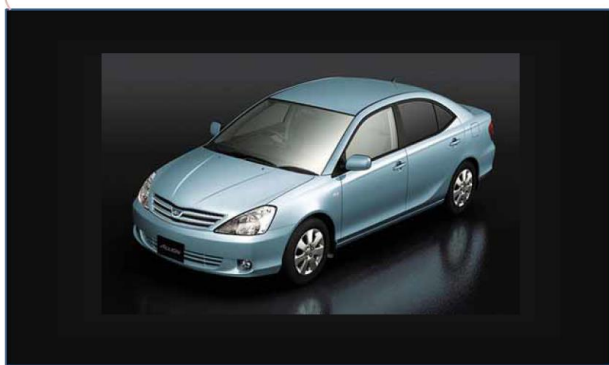


3分間水素充填しますと、約700km走ることができます。700kmとはどれくらいかというと、東京から広島あたりまでの距離になります。

「MIRAI」がどんどん普及していけば、CO₂の排出を心配しなくてもいいことになり、地球温暖化防止に貢献できるようになってくるのではないかと思います。

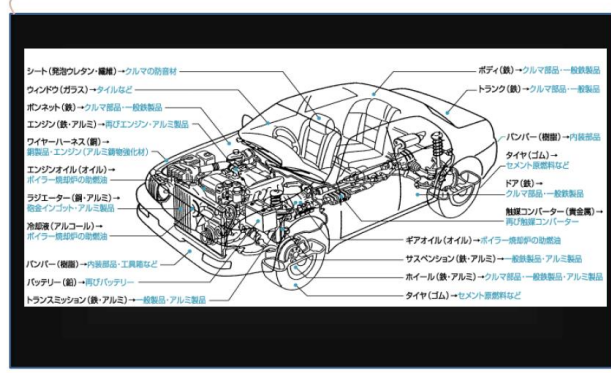
(4) リサイクルと環境

トヨタ車のリサイクル率は99%以上



先ほども申しましたが、クルマのライフサイクルを考えるときにはリサイクルの問題があります。トヨタ車のリサイクル率は99%を達成しています。リサイクル率とは、リサイクルに向けられた重量を使用済みの自動車の総重量で割ったものでして、これが99%以上を達成しているということでもあります。

トヨタ車のリサイクル率は99%以上



実際にリサイクルされているクルマのパーツは、この図のようになっておりまして、ありとあらゆるところがリサイクルされています。

トヨタはモータリゼーション草創期の昭和40年代の後半から約40年間の長きにわたりまして3R、すなわち、リデュース（発生の抑制）、リユース（再使用）、リサイクル（再資源化）の各種の取組みを推進してきております。そして、現在の着実な取組みや未来に向けた取組み、次世代車の3R活動などが評価されまして、2013年の10月に豊田通商株式会社とともに「3R推進功労者等表彰の内閣総理大臣賞」を受賞させていただきました。

(5) 自然共生の取組み

自然共生[トヨタの取組み]



これまでクルマのライフサイクルについての環境取組みをご紹介させていただきましたが、トヨタはそれだけではなくて、自然との共生、自然保護など、自然と向き合った環境取組みも行っております。企業の社会的責任の一環といたしまして、森を守る、動物や植物を守ることによって地域社会の活性化に寄与したいと考えております。こうした観点から国内、海外で様々な取組みをさせていただいております。その中から具体的な取組みを3つほどご紹介させていただきます

国内外での森づくり



まず、国内外での森づくりでございます。「トヨタの森」は豊田市近郊の社有林を、かつて人々の暮らしとともにあった里山として整備したものであり、学童の自然体験学習のフィールドとして活用いただいております。「豊森（とよもり）」とは、豊田市とNPO 法人地域の未来支援センターとトヨタの三者による森を活用した人づくり、地域づくり、仕組みづくりを目指す共同プロジェクトで、2009年から実施しております。その他、間伐を行い山林を再生する「ト

「ヨタ三重宮川山林プロジェクト」や植林を行い砂漠化を防止する「中国砂漠化防止プロジェクト」、「フィリピン熱帯林再生プロジェクト」等々も行っております。



「トヨタ白川郷自然学校」は岐阜県白川村の合掌づくり集落から少し離れたところにあります。私どもが環境 NPO と協力して、2005 年の 4 月に世界遺産の白川郷のある岐阜県白川村に「トヨタ白川郷自然学校」を開校いたしました。「トヨタ」とつくので、関係者しか使えないのではないと思われるかもしれませんが、どなたでも利用できる環境教育の施設であり、「星と温泉のリゾート」とも唱っており、温泉やフレンチのレストランも備えておりまして広く皆様に楽しんでいただけたところとなっております。

白川村馬狩地区は、たいへんな豪雪地帯であり何十年も前の豪雪で集団離村した際にトヨタが土地を購入しました。当時は社員の保養所として使っていたのですが、その後の豪雪で合掌家屋は 1 棟を残して全壊してしまい、未利用のままトヨタが持っていました。その後、スーパー林道が近くに建設されることとなり、トンネルを掘った残土を置かせてほしいと言われお引き受けしたのですが、残土を置いておくだけではつまらないからそれを活用しようということで、環境教育などができる施設をつくらうとなりました。二段ベッドと勉強机のついたお部屋で泊ることもできますし、結構ゴージャスなツインのお部屋もあります。私も何度か仕事で行きましたが、プライベートで夏休みに行ったこともあります。環境プログラムがいくつか用意されていて、たとえば「溪流でイワナつかみプログラム」があります。これは川で捕

まえたイワナを昼食時に焼いて食べようというプログラムです。イワナを捕まえられない人はイワナが食べられないことになってしまうため、あらかじめイワナを購入しておいて、下流に網を張り、少し上流のところからイワナを放流します。こんな簡単な方法かと思ったのですが、イワナはすぐに岩の陰に隠れてしまってなかなか捕まえられず、私は食べられないのかと思っていましたら小さな男の子が捕まえてくれました、なんとかいただくことができました。また、地元の方々と競合することなく共存共栄できるよう、「トヨタ白川郷自然学校」のレストランはフレンチにしてお値段もちょっとだけ高めに設定し、和食は地元のお店で食べていただけるようにしています。私はまだ冬のプログラムには参加したことはないのですが、とても楽しいところですのでぜひ行っていただきたいと思います。

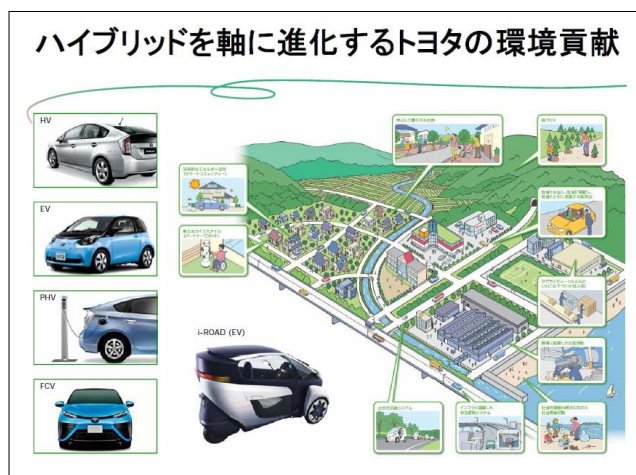
「トヨタ白川郷自然学校」は今年で 10 周年になりますが、環境プログラムについては、8 年で累計 10 万人を超えるお客様に参加していただきました。2011 年には、周辺に生息しておりますギフチョウやツキノワグマ、ヤマネなどの希少な動物の生態調査と保全活動を行った「自然共生プロジェクト」が「第 2 回いきものにぎわい企業活動コンテスト」の環境大臣賞を受賞するという光栄をいただきました。



環境団体を支援する「トヨタ環境活動助成プログラム」というものもございます。これは 1999 年にトヨタが国連環境計画 (UNEP) の「グローバル 500 賞」を受賞したことをきっかけとして 2000 年に開始したものです。トヨタがこの賞を受賞したのは、プリウス

の開発や環境マネジメントシステムを導入したことなどが評価されたからですけれども、この賞はより一層、環境に貢献してほしいという趣旨の賞であり、受賞後、UNEP から寄付を求められましたし、自らも何かをしなければいけないということでした。それならば NGO を支援する助成プログラムをつくらうということで、そのときに上司と私とでこのプログラムを企画しました。私は 1999 年にトヨタに中途入社致しましたが、その直前は慶応大学で社会人向けの環境に関わる研修のプログラムを担当する一方、笹川平和財団において環境プログラムオフィサーも兼務しておりました。そこでは NGO や大学、シンクタンクの環境に関わる活動に助成金を差し上げる仕事をしていました。このような経験が、トヨタで助成プログラムを担当するのに少しは役立ったと思います。2000 年から開始して、今では世界 52 の国と地域で累計 278 件のプロジェクトを支援することができております。現在は、生物の多様性と気候変動の問題に焦点をしばって活動を進めております。

4. 進化するトヨタの環境貢献



以上、クルマのこと、クルマ以外のことなど、トヨタのいろいろな環境取組みについてお話をさせていただきましたけれども、トヨタは将来のスマートモビリティ社会としまして、クルマの移動から生活支援まで誰もが安全で心ときめく社会の早期実現を目指しております。そんな次世代社会の中核を担いますクルマが持続可能なモビリティとして存続していくためには化石燃料以外のエネルギーの活用により、CO₂の

問題を克服しなくてはならないと考えております。そのためにもトヨタはハイブリッドをコア技術にしまして、電気自動車、プラグイン・ハイブリッド車、燃料電池車等々、理想的な次世代のエコカーづくりに全方位で取組んでいるところでございます。以上、本日はトヨタの環境の取組みについてお話をさせていただきました。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

長谷川 雅世（はせがわ まさよ）

関西学院大学社会学部卒、米国タフツ大学フレッチャ―法律外交大学院国際関係論修士。

80年アメリカン・エクスプレス入社。87年笹川平和財団を経て、1999年トヨタ自動車入社。この間、97～2001年に慶應義塾大学 SFC 研究所においてロックフェラー財団の LEAD*インターナショナルのジャパン・プログラム・ディレクターを務める。

持続可能な発展を目指す企業が結集する WBCSD**の前身 BCSD***の 92 年リオ・サミットへの提言書「チェンジング・コース」策定に参画。トヨタ入社後は、WBCSD のサステナブル・モビリティ・プロジェクト、エネルギー&気候WG等に参画。

気候変動枠組条約 COP16 より COP20 まで経団連ミッションに参加。リオ+20 国内準備委員、中央環境審議会 総合政策部会・地球環境部会委員 (H25 年 2 月～H27 年 2 月) を務めた。現在、経団連 WBCSD (持続可能な発展のための世界経済人会議) タスクフォース座長代理、Future Earth Engagement Committee メンバー等。

注記：* LEAD : Leadership for Environment and Development

**WBCSD : World Business Council for Sustainable Development

***BCSD : Business Council for Sustainable Development

特集

愛知県環境部の新年度の主要事業

環境部の重点施策と予算

平成 27 年度は、「あいちエコアクションの推進」、「インタープリター世界大会（仮称）の開催」、「地球温暖化対策の推進」、「三河湾の環境再生」、「あいち生物多様性戦略 2020 の推進」の 5 つの重点施策を中心に「環境首都あいち」の実現に向け、様々な取組の積極的な展開を図ります。

○あいちエコアクションの推進 14,019千円

県民の皆さんの省エネ・省資源などの環境負荷を減らすエコアクション（環境配慮行動）を促進するため、県民参加型のイベントを開催するとともに、環境学習施設などのネットワーク（AELネット）を活用した環境学習スタンプラリーを実施します。

また、大学生を対象に「環境首都あいち」を担うリーダーとなる人材の育成講座も実施します。

○インタープリター世界大会（仮称）の開催

40,298千円

県の環境に関する取組を発信するため、愛知万博 10周年記念として、インタープリター（森の案内人）を世界各地及び県内外から招き、活動の紹介などを行う世界大会や、愛知万博を彷彿させる自然体感プログラムを実施します。

○地球温暖化対策の推進 957,930千円

「あいち地球温暖化防止戦略2020」に基づき、全国一の設置基数である住宅用太陽光発電施設に対する補助に加え、新たにHEMS（家庭用エネルギー管理システム）、燃料電池、蓄電池及び電気自動車等充給電設備を補助対象とし、その普及を促進します。

中小企業の温暖化対策を支援するため、相談窓口等において、引き続き個別事案に応じた省エネ課題にアドバイス等を行います。

また、EV・PHV・FCVを始めとする次世代自動車の普及に向けて、公用車への率先導入や自動車税の課税免除、低公害車を導入する旅客・貨物運送事業者や中小企業等の事業者に対する補助などを行います。

EV・PHVについては、「愛知県次世代自動車充電インフラ整備・配置計画」に基づき、充電インフラの整備を促進します。

○三河湾の環境再生 10,481 千円

「三河湾環境再生プロジェクト」として多様な主体が一体となって、三河湾の環境再生に向けた取組を進めます。

新たに三河湾環境再生パートナーシップ・クラブを設置するとともに、三河湾環境学習会を開催します。

また、引き続き、三河湾の魅力や環境を広く県民の皆さんに知ってもらうため、三河湾大感謝祭、干潟観察会の開催、集客施設等による PR の実施及び市町村・NPO 等が行う三河湾浄化などの環境活動への支援を行います。

○ あいち生物多様性戦略 2020 の推進

100,979 千円

「愛知目標」の達成に向けた行動計画である「あいち生物多様性戦略 2020」に基づき、多様な主体が協働しながら生態系ネットワーク形成に取り組む「あいち方式」の県内展開を着実に進めます。

また、豊かな自然環境を有する東三河地域において、引き続き伊良湖休暇村公園の施設整備を進めるとともに、自然環境保全の指導者を養成する講座を開設し、生物多様性の講義や、フィールドワーク、エコツアー、成果・提案発表会などを通して、地域の自然を保全する活動を活発化させます。

環境政策課 予算・経理グループ
電話 052-954-6239（ダイヤルイン）

環境政策課の主要事業

1 第4次環境基本計画の推進

愛知県では、愛知県環境基本条例第9条に基づき、環境の保全に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、環境基本計画を策定しており、平成26年5月に「第4次愛知県環境基本計画」を策定しました。

この計画の目標である「県民みんなで未来へつなぐ『環境首都あいち』」の実現に向け、「安全・安心の確保」「社会の低炭素化」「自然との共生」「資源循環」の4つの分野ごとに具体的な取組を進めるとともに、特に総合的な施策推進として、「あいちエコアクション推進事業」をはじめとした各種事業により、持続可能な未来のあいちの担い手育成「人づくり」を推進します。

2 あいちの環境づくり担い手育成事業

環境問題や環境活動に関心の高い大学生を対象に、地域の中で環境活動の輪を広げていくことのできるリーダーとなる人材の育成講座を実施します。

3 環境白書の作成

愛知県環境基本条例第7条に基づき、県の環境の状況及び環境の保全の施策について、県民に広く周知するとともに県議会に報告することを目的として環境白書を作成します。

4 環境審議会

学識者などの委員等で構成する愛知県環境審議会を設置し、環境の保全に関する基本的事項等を調査審議します。

5 公害審査会

公害に係る民事上の紛争について、公正・中立な立場であつせん、調停等を行うため、弁護士、学識者で構成する愛知県公害審査会を設置し、公害紛争の迅速かつ適正な処理にあたります。

6 公害健康被害者の救済

公害健康被害の補償等に関する法律に基づき認定されている公害健康被害者に対して、療養の給付及び療養費、障害補償費等の6種類の補償給付を行うとともに、転地療養などの公害保健福祉事業を実施します。

7 公害防除施設の整備等に係る融資制度

中小企業者の公害防除対策を促進するため、産業労働部が所管する「経済環境適応資金（パワーアップ資金）」のメニューの一つである公害防除施設等の整備資金の融資に対し、計画の認定及び利子補給を行います。

〈融資限度額、利子補給率等〉

区 分	公害防除施設	工場移転
融資限度額	1億5,000万円	
融 資 期 間 ・ 利 率	5年	年1.6%
	7年	年1.7%
	10年	年1.8%
利子補給率	支払利子額の60% (ただし融資額5,000万円を上限として利子補給を行う。)	支払利子額の60% (ただし融資額7,000万円を上限として利子補給を行う。)

8 環境調査センターの建替え

『環境首都あいち』にふさわしい全国モデルとなる新エネ・省エネ施設」とすることを目指している環境調査センターの建替えについて、PFI手法を用いた民間事業者募集の手続を進めます。

【エコリンクあいちだより】

エコリンクあいち

検索

みんなでクリック！

【URL】<http://aichi-eco.com>

愛知県では、県民の皆さんに、日常生活の中で地球にやさしい身近な環境配慮行動「エコアクション」に取り組んでいただく運動を推進しています。

「エコリンクあいち」は、皆さんがエコアクションに楽しく取り組み、その活動を広げることができるサイトで、エコアクションに関する日記、イベント情報を投稿できます。ぜひ、ご投稿ください。

次号から、ご投稿いただいた日記、イベント情報等を本紙で紹介します。

環境政策課総務・人事グループ
電話 052-954-6207 (ダイヤルイン)

環境活動推進課の主要事業

1 環境配慮行動の推進

愛知県は、自らの事務事業における環境負荷の低減を進めるため、本県独自の環境マネジメントシステムを適切に運用し、「愛知県庁の環境保全のための行動計画（あいちエコスタンダード）（平成22年12月改定）」に基づく省エネ・省資源の取組や、環境に配慮した物品・サービスの購入（グリーン購入）などを推進します。

また、グリーン購入の普及を図るため、行政と事業者が協働して消費者に対するキャンペーンを実施します。

2 あいち森と緑づくり環境活動・学習推進事業

「あいち森と緑づくり税」を活用して、市町村やNPO等が自発的に行う森や緑の保全活動や環境学習の実施に必要な経費を支援します。

また、環境活動の実施に必要な安全対策等の知識やノウハウを身に付けるための講習会を実施します。

3 環境学習の推進

「愛知県環境学習等行動計画」（平成25年2月策定）に基づき、「あいち環境学習プラザ」（東大手庁舎）や「もりの^{まなびや}学舎」（愛・地球博記念公園内）を拠点として環境学習を実施します。

具体的には、体験型の環境学習講座、一年を通じて自然や環境の大切さを学ぶ「もりの学舎キッズクラブ」、小学校高学年を対象とした環境学習副読本「わたしたちと環境」の作成・配布、環境学習に関する相談を受けて講師の紹介や学習内容の調整等を行う環境学習コーディネート事業等を実施します。

4 あいちエコアクションの推進

県民の皆さんに、省エネ・省資源などの環境負荷を減らすエコアクションを促進するため、6月中旬から2月下旬にかけて、愛知県環境学習施設等連絡協議会（AEL ネット）による環境学習スタンプラリーを実施するとともに、11月に県民参加型のイベントを開催します。

5 インタープリター世界大会（仮称）の開催

県の環境に関する取組を発信するため、愛知万博10周年記念として、10月に愛知県立大学等でインタ

ープリター（森の案内人）を世界各地及び県内外から招いて、インタープリターの活動紹介等を行う世界大会を開催します。

また、9月から11月にかけて、愛・地球博記念公園で、愛知万博を彷彿させる自然体感プログラムを実施します。

6 環境影響評価制度の推進

環境に著しい影響を及ぼすおそれのある大規模事業については、環境影響評価制度により、事業者に対し事前の環境配慮を求めています。

引き続き環境影響評価制度の適切な運用に努めます。

7 化学物質に係る環境リスク対策の推進

「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法）」及び「県民の生活環境の保全等に関する条例」に基づき、化学物質の排出量、移動量及び取扱量を集計し、その結果を公表します。

また、県民の化学物質への理解を深め、事業者の取組の促進を図るため、化学物質に関するセミナーの開催やWebページでの情報発信等様々な普及啓発を行います。

8 ダイオキシン類対策の実施

ダイオキシン類対策特別措置法に基づき、規制対象事業場に対する立入検査を行い、排出基準の遵守等の指導を行うとともに、大気、公共用水域（河川・海域等）、地下水及び土壌の環境調査を行い、その結果を公表します。

9 環境放射能測定の実施

大気環境中の放射線量の測定を県環境調査センターを始め県内5か所に設置したモニタリングポストで行います。また、雨や粒子等の降下物などに含まれる放射能濃度を県環境調査センターに設置したゲルマニウム半導体検出器を用いて測定を行います。

これらの測定結果は、Webページ等で速やかに公表します。

環境活動推進課 調整・環境配慮行動グループ
電話 052-954-6241（ダイヤル付）

大気環境課の主要事業 地球温暖化対策室を含む

1 大気汚染物質対策

大気汚染防止法や県民の生活環境の保全等に関する条例等に基づき、大気汚染の原因となっている工場・事業場からのばい煙や粉じんの排出抑制、揮発性有機化合物（VOC）の排出規制、有害大気汚染物質の対策等を行います。

また、規制対象となるアスベスト使用建築物の解体等作業場の立入検査を行い、作業基準の遵守状況を確認するなど、アスベスト粉じんの飛散防止の徹底を図ります。

2 大気汚染の常時監視

大気汚染防止法に基づき、微小粒子状物質（PM_{2.5}）、二酸化窒素、浮遊粒子状物質、光化学オキシダントなどの大気汚染物質の常時監視を引き続き行います。その結果は、名古屋市、豊橋市、岡崎市及び豊田市の結果とともに、毎時の測定値を Web サイトで情報提供していきます。

また、大気汚染は、気象条件その他の影響で急激に悪化し、人の健康に影響が生じるおそれがあります。そのため、汚染の程度により、光化学スモッグ注意報や PM_{2.5} に係る注意喚起情報などを発令して、その状況を県民の皆さんにお知らせし、屋外での活動を控えていただくなどの対応を呼びかけます。

さらに、PM_{2.5} の成分分析や有害大気汚染物質のうち健康リスクがある程度高いと考えられるベンゼン等 21 物質のモニタリングを引き続き実施していきます。

3 騒音・振動・悪臭対策

騒音、振動及び悪臭について市町村が行う事業者への規制指導を支援していきます。

4 地球環境対策

(1) 地球温暖化対策

「あいち地球温暖化防止戦略 2020」に基づき、地球温暖化対策の取組を推進していきます。

再生可能エネルギーについては、市町村と協調して住宅用太陽光発電施設、HEMS（家庭用エネルギー管理システム）、燃料電池、蓄電池及び電気自動車等

充電設備の設置補助を行うとともに、国の補助金を受け造成した、再生可能エネルギー等導入推進基金を活用し、防災拠点に太陽光発電を始めとした再生可能エネルギーを導入する市町村に対して補助を行います。

また、エコアクションの実践として「あいちエコチャレンジ 21」を統一標語に、小学校中学年・高学年及び一般向け「ストップ温暖化教室」や「緑のカーテンコンテスト」、「わが家の省エネ&CO₂ ダイエット作戦」等を行います。

さらに、中小企業等を対象に、「あいち省エネ相談」として相談窓口を設置し、専門家が無料で電話や訪問等により省エネ・温暖化対策のアドバイスをを行います。

(2) オゾン層保護対策

フロン排出抑制法に基づき、業務用冷凍空調機器の管理者やフロン類を充填・回収する事業者に対し、立入検査の実施や基準の遵守等の指導をすることで、フロン類の大気中への排出抑制を図り、オゾン層保護対策や地球温暖化対策を推進していきます。

5 自動車環境対策

「あいち自動車環境戦略 2020」に基づき、総合的な自動車環境対策を推進します。

県が本年 1 月に全国の自治体で初めて公用車として導入した燃料電池自動車（FCV）については、環境学習などのイベントに活用して、普及啓発を図ります。

また、電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド自動車（PHV）、FCV を始めとする次世代自動車の普及に向けて、低公害車を導入する中小企業等の事業者に対する補助、公用車への率先導入を行います。

なお、県税である自動車税の課税免除も引き続き実施します。

このうち、EV・PHVについては、「あいち EV・PHV 普及ネットワーク」の参加者と連携・協働して取り組むとともに、「愛知県次世代自動車充電インフラ整備・配置計画」に基づき、充電インフラ整備を継続的に促進します。

大気環境課 調整・生活環境グループ
電話 052-954-6214（ダイヤルイン）

水地盤環境課の主要事業

1 三河湾環境再生プロジェクト

愛知県は、三河湾の環境再生に向けた取組の機運を高めるため、県民の皆さん、NPO 等団体、市町村と一体となって、「三河湾環境再生プロジェクト-よみがえれ！生きものの里“三河湾”-」を引き続き推進します。具体的には、三河湾大感謝祭の開催、集客施設等での PR 活動、市町村・NPO 等が行う環境活動への支援などを継続するほか、新たに様々な主体からなる三河湾環境再生パートナーシップ・クラブの設置や海上で三河湾の水質や底質を調査する三河湾環境学習会を開催するなど、取組の充実を図ります。

2 健全な水循環再生の推進

都市化の進展や手入れの行き届かない森林の増加などにより、地盤の雨水浸透機能や地下水の涵養機能が低下するなど自然本来の水循環が変化し、河川流量の減少、水質汚濁、生物の生息空間の減少等の問題が生じています。

これらの課題の解決のため、尾張、西三河、東三河の自治体や民間団体等で構成する水循環再生地域協議会ごとに策定した「水循環再生地域行動計画」に掲げた取組を推進するとともに、県民参加による「流域モニタリング一斉調査」を全県的に行うなど、地域・流域が一体となった健全な水循環再生に向けた取組を進めます。

3 公共用水域及び地下水の常時監視の実施

水質汚濁防止法に基づき作成した水質測定計画により、公共用水域(河川・湖沼・海域)及び地下水の常時監視を引き続き実施していきます。

公共用水域では、本県、国土交通省、政令市の計 8 機関が県内 146 地点で実施します。このうち本県は河川 44 地点、湖沼 2 地点、海域 32 地点の計 78 地点で実施し、環境基準の達成状況など水質汚濁の実態を把握します。

地下水の常時監視は 8 機関が計 288 地点で実施します。このうち県は 121 地点で実施し、環境基準の達成状況等、地下水質の状況を把握します。また、汚染が判明した場合は周辺調査を実施し、汚染原因

や汚染範囲の把握に努めます。

4 水質・土壌・地下水汚染対策の実施

水質汚濁対策については、水質汚濁防止法に基づき工場・事業場に対し排出水等の規制・指導を実施します。また、土壌・地下水汚染対策については、土壌汚染対策法、県民の生活環境の保全等に関する条例及び水質汚濁防止法の地下水汚染未然防止規定に基づき、工場・事業場等に対し、有害物質の地下への浸透防止及び適正な土壌汚染状況調査の実施等の指導を実施します。

5 生活排水対策の推進

生活排水は、河川や海の水質汚濁の大きな原因となっていることから、県民の生活環境の保全等に関する条例に基づき策定した「生活排水対策に関する基本方針」により啓発を行うとともに、子どもたちを対象とした水質パトロール隊事業を実施します。

また、県内唯一の天然湖沼である油ヶ淵では、流入する汚濁負荷量の約 71%を生活排水が占めていることから、県と碧南市、安城市、西尾市、高浜市の周辺 4 市で組織する「油ヶ淵水質浄化促進協議会」で総合調整を図りながら水環境改善事業を推進するとともに、市民団体等と協働して油ヶ淵や流域河川等の水環境モニタリングを行い、調査結果を Web サイト「油ヶ淵電子図書館」で発信します。

浄化槽については、浄化槽管理者等に対し、法定検査の受検など適正な維持管理の指導・啓発を行います。このほか、し尿を含む生活排水を処理する合併処理浄化槽の設置促進のための補助事業を実施します。

6 地盤沈下対策の推進

地盤沈下は地下水の過剰な揚水によって発生し、一旦発生するとほとんど元に戻らない不可逆的な現象です。地盤沈下の進行は、高潮・洪水などの自然災害の危険性を高めます。このため、地下水揚水規制や地下水利用者への節水などの働きかけ等の防止対策を実施するとともに、水準測量による地盤沈下の調査や県内 31 か所の地盤沈下観測所における地下水位常時観測等の監視を実施し、公表します。

〔 水地盤環境課 調整・生活排水グループ
電話 052-954-6219 (ダイヤルイン) 〕

自然環境課の主要事業

1 あいち生物多様性戦略 2020 の推進

「人と自然が共生するあいち」の実現を目指し、県民、企業、大学、NPO、市町村等の多様な主体のコラボレーション(協働)による里山整備やビオトープの創出など、自然環境の保全・再生の取組の県内展開を図ります。

2 生態系ネットワークの形成

開発等によって分断された自然を緑地や水辺でつなぎ、地域本来の生態系を保全・再生する「生態系ネットワークの形成」を推進します。

このため、県内9地域で多様な主体の参加による生態系ネットワーク協議会を設立し、生態系ネットワーク形成の取組を県全域に展開します。また、新たに尾張南部地域において生態系調査を実施します。さらに「あいち森と緑づくり税」を活用した交付金事業により、取組を推進します。

生態系ネットワーク形成を進めるため、開発等により失われる自然環境を開発区域内外で代償する「あいちミティゲーション」を組み合わせた本県独自の取組である「あいち方式」を推進します。

3 国連生物多様性の10年関連事業の実施

本年は「国連生物多様性の10年」の中間年にあたり、生物多様性自治体ネットワークの代表として、全国の自治体の優良な取組事例等を紹介するフォーラムを開催します。

4 伊良湖休暇村公園施設整備事業の実施

三河湾国定公園内の伊良湖休暇村公園において、全国初となる砂丘とオアシスの再生を引き続き行い、観光エリア、希少種エリアの整備を進めます。

5 東三河地域における自然再生の推進

豊かな自然環境を有する東三河地域において、自然環境の保全・再生の取組を一層推進するため、大学などと協働し、自然環境保全指導者養成講座を開設し、地域活動の中心となる人材を育成します。

6 希少野生動植物の保護

自然環境の保全及び緑化の推進に関する条例に基づき指定した希少野生動植物種及びその生息地等保護区の規制・監視やその他の絶滅危惧種の生息生育

地の保全等を進めるとともに、県民への普及啓発を行います。

7 外来種(移入種)対策

自然環境の保全及び緑化の推進に関する条例に基づき、本県の生態系に支障を及ぼすおそれがある外来種(移入種、人為的に移入された動植物種)について、普及啓発を行い、地域の駆除活動を促します。

また、豊橋市の沿岸部に生育する外来植物ヒガタアシは、特に地域の生態系に著しく悪影響を及ぼすおそれがあるため、駆除方法を検討し、市や防除活動団体等と協力して駆除を実施します。

8 自然公園の保護と利用

自然公園法及び愛知県立自然公園条例に基づき、県内の自然公園の保護を図るため、工作物の設置等の各種行為を適切に規制するとともに、自然公園の適正な利用増進に努めます。また、社会情勢等の変化に応じて、順次、自然公園の区域等の見直しを行います。さらに、東海自然歩道や県営の自然公園施設について、手軽に自然を楽しめる場として、県民の皆さんが安全で快適に利用できるよう管理運営を行います。

9 自然環境保全地域の保全

自然環境の保全及び緑化の推進に関する条例に基づき、自然公園区域外に残されているすぐれた天然林、動植物の自生地等の貴重な自然環境を有する地域を自然環境保全地域として指定し、その環境を把握し、保全を図ります。

10 鳥獣の保護及び狩猟の適正化

鳥獣の保護を図るため、鳥獣保護区の指定、野生鳥獣の保護に関する普及啓発事業などを実施するとともに、狩猟の適正化を図るため、狩猟免許、狩猟等に関する指導・取締りなど、狩猟行政に係る事務を行います。

11 弥富野鳥園の運営

野鳥が飛来する池や樹林地、野鳥観察施設などを備えており、県民の皆さんを対象とした野鳥観察会等を開催するなど、鳥獣保護の普及啓発を行うとともに、野鳥の調査の実施やケガをした野鳥の保護及び野生復帰に取り組んでいます。

〔 自然環境課調整・施設・自然公園グループ 〕
電話 052-954-6227 (ダイヤルイン)

資源循環推進課の主要事業

廃棄物監視指導室を含む

1 廃棄物処理計画の推進

環境負荷の少ない循環型社会の形成を目指し、平成 24 年 3 月に策定した廃棄物処理計画（平成 24 年度～28 年度）で掲げた廃棄物の減量化及び再資源化の目標の達成に向け、3R（リデュース、リユース、リサイクル）の促進を始めとする各種事業を推進します。

2 3R の推進

(1) 「新・あいちエコタウンプラン」の推進

産学行政の連携拠点として設置している「あいち資源循環推進センター」を核として、民間から派遣された「循環ビジネス創出コーディネーター」とともに、循環ビジネスの創出・発掘・事業化等への支援を行います。具体的には、ビジネス発表・ビジネスマッチングの場を提供する「循環ビジネス創出会議の開催」、先導的・効果的なリサイクル事業を行うための「施設整備等に対する補助」、企業・団体等の資源循環や環境負荷低減に関する優れた事業や活動を表彰する「愛知環境賞」、中小企業の 3R 製品・省エネ技術の宣伝普及に資する「大型展示会への出展支援」などを行います。

(2) あいちゼロエミッション・コミュニティ構想の推進

県内各地域の未利用資源をエネルギー利用技術やリサイクル技術を活用し、新たな資源、エネルギーとして地域内で循環利用することにより、持続可能な地域づくりを目指す「あいちゼロエミッション・コミュニティ構想」の具体化を推進します。

本年度は、構想に掲げる各事業モデルの実施状況の現状調査を行うとともに、事例集としてとりまとめ、今後の事業展開に向けたツールとして活用します。

(3) 一般廃棄物の減量化・再資源化の推進

消費者団体、事業者団体、市町村等で構成する「ごみゼロ社会推進あいち県民会議」において、連携協力して 3R の普及・啓発を行います。

(4) 各種リサイクル法等の推進

小型家電リサイクル法、容器包装リサイクル法、自動車リサイクル法等に基づく取組を促進するため、普及・啓発や、指導・監視等を行います。

3 廃棄物の適正処理の推進

(1) 一般廃棄物

ア 一般廃棄物処理施設の指導

市町村の一般廃棄物処理施設の適正かつ効率的な整備及び維持管理のための技術的助言等を行います。

イ 災害廃棄物処理計画の策定

大規模災害後の早期復旧、復興に寄与するため、災害廃棄物の広域的な処理体制を盛り込んだ「愛知県災害廃棄物処理計画」を策定します。

(2) 産業廃棄物

ア 規制指導

産業廃棄物処理業及び処理施設の許可にあたり厳正な審査を行うとともに、産業廃棄物の処理が適正に行われるよう、廃棄物の処理及び清掃に関する法律、廃棄物の適正な処理の促進に関する条例等に基づき、排出事業者及び産業廃棄物処理業者に対し立入検査を実施し、指導・監視を行います。

イ 不法投棄対策

産業廃棄物の不法投棄、野焼き等の不適正処理を防止するため、法令による立入検査や民間業者によるパトロールに加え、防災ヘリコプターによるパトロールを実施し、不法投棄等が懸念される山間部等の監視を強化します。

ウ 事業者指導

産業廃棄物管理票（マニフェスト）による廃棄物の移動管理の透明性の向上を目的とした、電子マニフェストの普及を促進します。

また、産業廃棄物の不適正処理を防止するため、「再生資源の適正な活用に関する要綱」に基づき、産業廃棄物や副産物を原材料として製造された再生品等の環境安全性を確認します。

エ 産業廃棄物処理業者の優良化推進

排出事業者が優良な産業廃棄物処理業者を選択できるよう講習会等により優良業者の育成を推進します。

(3) PCB 廃棄物

「愛知県ポリ塩化ビフェニル廃棄物処理計画」（平成 27 年度変更予定）に基づき、PCB 廃棄物の確実かつ適正な処理を計画的に推進します。

〔資源循環推進課調整・広域処分グループ〕
電話 052-954-6231（ダイヤルイン）