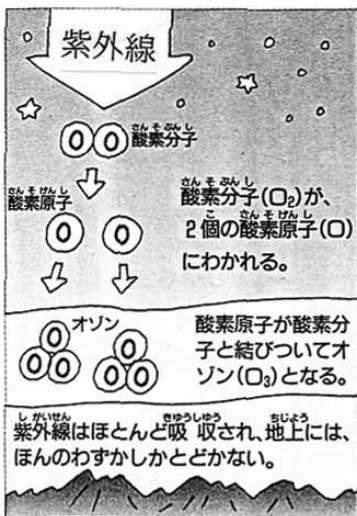


カゾコ 50のなぜ

制 作
名古屋大学太陽地球環境研究所
りくべつ宇宙地球科学館
豊川市ジオスペース館

大村純子・絵





もし上空にオゾン層がなかったら、地球に生命は存在しません。太陽からの有害紫外線をオゾン層が吸収し、地上の生命を守ってくれているのです。ちょうどいい波長の紫外線をちょうどよく受けることは、私たちの健康にとっていい場合もありますが、有害紫外線を浴びると、皮膚がんや白内障になる危険があるだけでなく、細胞に障害を与え、生命が増殖できなくなります。地球上で私たちが平和に暮らしているのは、自然の微妙なバランスのおかげです。



も く じ

1. オゾンという名前の由来は？
2. オゾンはどんな色をしているの？
3. オゾンはどのくらいの大きさなの？
4. 地球にはどのくらいのオゾンがあるの？
5. オゾンはどこにあるの？
6. 地球の大気にオゾンができたのはいつ？
7. 成層圏のオゾンを発見したのは誰？
8. 成層圏のオゾンは私たち人間とどんな関係があるの？
9. 紫外線を防ぐグッズがある？
10. 紫外線は一年中同じ強さで地上に届くの？
11. 紫外線はどのような場所で強いの？
12. 成層圏のオゾンはどのようにして作られるの？
13. 成層圏オゾンはどこで作られるの？
14. オゾンがなくなる？

15. オゾンホールの原因は？
16. オゾンの記念日があるって本当？
17. オゾンホールは、南極だけにできるの？
18. オゾンホールはどのくらい大きいの？
19. 南極と北極のオゾンホールは同じくらいの大きさなの？
20. フロンとオゾンをいっしょに混ぜると？
21. どうしてオゾンホールは春にできるの？
22. 春にできたオゾンの穴はどうやって元に戻るの？
23. 成層圏オゾンはどうやって調べるの？
24. レーザー光線を使って、オゾンを調べる？
25. フロンガスがオゾン層を壊すことに最初に気がついたのは誰？
26. フロンガスは空気よりも重いの？
27. オゾンを壊すのはフロンガスだけなの？
28. 火山が大噴火すると、オゾン層に影響する？
29. オゾンホールは消えて元にもどるの？
30. 人工的にオゾンを作って、成層圏にばらまいたら？
31. フロンが使えなくなったのに、エアコンや冷蔵庫はどうして動いているの？
32. 代替フロンはフロンと何が違うの？
33. 代替フロンは地球にやさしいの？
34. 地球温暖化とオゾン層破壊には何か関係があるの？
35. 太陽活動のサイクルとオゾンホールは関係があるの？
36. 地球以外の星にもオゾン層はあるの？

37. オゾンは健康に良い？ それとも、悪い？
38. 対流圏のオゾンは、私たち人間とどのような関係があるの？
39. オゾンは植物にも悪い影響を及ぼす？
40. 対流圏のオゾンはどうやって作られるの？

41. 船や飛行機も対流圏オゾンの原因？
42. 空気中にある二酸化窒素の量はどうやって調べるの？
43. 光化学スモッグが増えてきた？
44. 光化学スモッグはどんなときに発生するの？
45. 実験：オレンジの皮にオゾンを吹きかけると？
46. エアロゾルって体に悪くないの？
47. スモッグが国境を越えるって本当なの？
48. 対流圏オゾンが増えると気候にも影響する？
49. 燃料電池を使った自動車なら、対流圏オゾンを作らない？
50. 「オゾン予報」って？

1. オゾンという名前の由来は？

この本を手にした方の多くは、オゾンという言葉、どこかで耳にしたことがあるはずです。その名が有名になったのは、1980年代に南極^{なんきょく}の上空にオゾンホールができていたことが発見されてからでしょう。「オゾンホールって何なの？」という方も、どうか安心してください。これから、この本の中で順番に解説していきます。

では、もっと素朴^{そぼく}な質問をしてみましょう。

「オゾンという名前は、どこで名付けられたのでしょうか？」

それは、古代ギリシャで生まれたと考えられています。もともとギリシャ語で「臭い^{くさい}」という意味を表す odor が、だんだん変化して、オゾンという名前になったのです。実際に、オゾンはツ



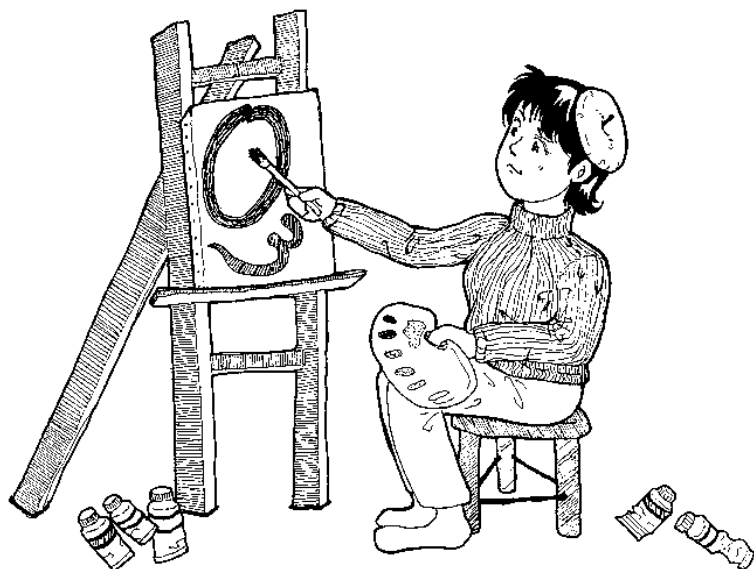
ーンと鼻をつくような、^{しげきでき}刺激的で、何ともいえない不快な^{ふかい}匂いがします。1840 年に新しい分子 (O_3) として確認されました。



2. オゾンはどんな色をしているの？

オゾンには、どんな色がついているのでしょうか？ それとも、無色透明なのでしょうか？

実は、オゾンをたくさん集めてみると、うっすらと青い色がついているのが分かります。私たちの住む地球上にも、オゾンが存在しているのですが、青い色が見えるほど多くはありません。言葉を変えれば、私たちの身の回りが青く見えてしまうほど、地球上のオゾンは濃くはないということ。また、そのため、普段の生活で、私たちはオゾンがあることに気がつくことはないわけです。



3. オゾンはどのくらいの大きさなの？

子供のない年老いた夫婦が神様に祈ると、しばらくして赤ん坊が出来ました。しかしその赤ん坊の背の高さは、たったの一寸（親指の長さ、つまり3センチメートルくらい）しかなく、何年たってもそのままで大きくなることはなかった…。昔話の「一寸法師」を知らない人はいませんよね。

オゾンは、そんな一寸法師よりももっともっと小さくて、比べ物になりません。もちろん、私たち人間の眼では見ることはできません。では、オゾンを1個だけ用意して、ちょうどよい箱に入れてしまうとしたら、どのくらいの大きさの箱があればよいと思いますか？

答えは、およそ一辺の長さが1000万分の2センチメートルという、ものすごく小さな箱になります。あまりに小さすぎるので、一寸法師もびっくりしてしまうかもしれませんね。

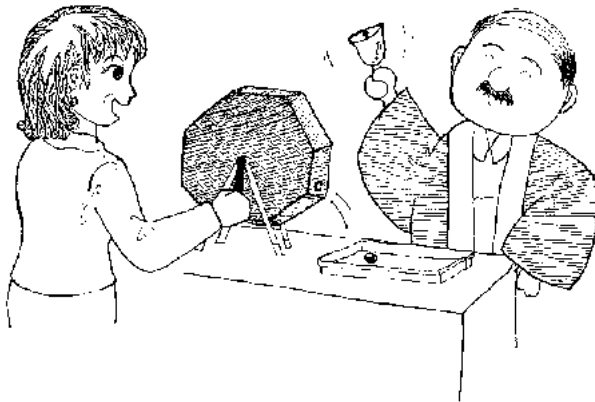


4. 地球にはどのくらいのオゾンがあるの？

私たちは、空気がなければ生きていけませんね。空気は、一般的には「大気」と呼ばれています。地球の大気は、ほとんどが窒素分子と酸素分子です。では、地球の大気の中には、オゾンはどのくらいあるのでしょうか？

1000 万個の大気の分子を集めてきたとして、その中にあるオゾンはたったの 3 個程度しかありません（ちょっと専門的な表現を使うと、混合比が ppm のレベル）。ですから、地球の大気からオゾンを選び出すのは、宝くじの 1 等賞を当てるよりもはるかに難しい、ということになります。

地球の大気にあるオゾンは、びっくりするくらい少ないということですが、それほどまでに少ないオゾンが、地球の環境に大きな影響をもたらしているのですから、自然は本当に微妙な仕組みのうえに成り立っているのですね。



(註) ppm (parts per million の略)

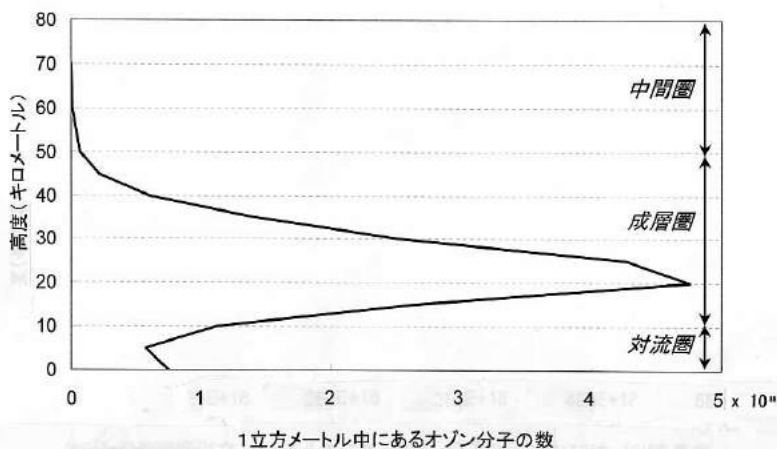
微量に含まれる物質量を表す単位： パーセント (percentage) が百分率を表すように、ppm は百万分率を表す。ちなみに、ppb (最後の b は、billion の略) は、10 億分の 1 を表す単位。

5. オゾンはどこにあるの？

地球大気のおゾンは、対流圏（高度 0－10 キロメートル）、成層圏（10－50 キロメートル）、中間圏（50－80 キロメートル）に分布しています。このうち、すべてのオゾンのうち約 90% が成層圏に、残りの約 10% は対流圏にあるのです。

成層圏にあるオゾンは、だいたい 20－30 キロメートル付近の高さに集中しているので、オゾン層と呼ばれています。新聞やニュースに登場するオゾン層とは、まさにこれを指しています。一方、対流圏のおゾンも、近年になって注目されるようになってきました。

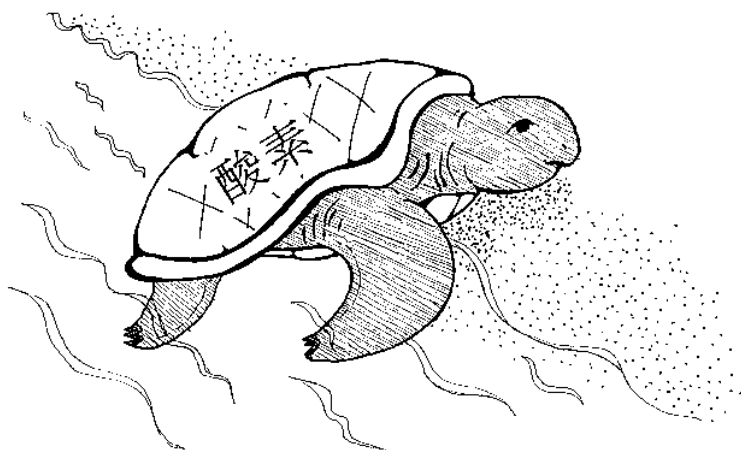
成層圏のおゾンと対流圏のおゾンとでは、その出来方や、地球の環境や人間との関係がまったく違っていますが、詳しくは順に紹介していきます。



6. 地球の大気にオゾンができたのはいつ？

地球上にオゾンが作られるようになったのは、海の中に原始的な植物（バクテリア）が生まれるようになったころだといわれています。それは、今から約 35 億年も前のこと。ちなみに、地球は、だいたい 46 億年ぐらい前にできましたから、地球の大気は、とても長い時間をかけて作られてきたといえます。

海に生まれたバクテリアは、太陽からの光を使って光合成^{こうごうせい}をはじめました。そして、酸素分子を作り出します。酸素は、海から地上へと出てきて、地球の大気的主要成分になっていきます。酸素は、オゾンを作る「材料」のひとつなので（酸素からオゾンを作り出す仕組みは、12 で説明します）、やがて地球の大気にもオゾンが出来たというわけです。ただし、現在の私たちが知っているオゾン層が成層圏にできるようになったのは、バクテリアが誕生してから、もっともっと後のことです。



7. 成層圏のオゾンを発見したのは誰？

今から約 120 年以上も前の 1881 年、アイルランドの化学者ハートレー (W. N. Hartley) は実験中に、オゾンが紫外線^{しがいせん きゆうしゆう}を吸収してしまうことを発見しました。当時、太陽から届くはずの紫外線が、地上にはないことを知っていたので、地上のどこかにオゾンがあるのではないかと、彼は考えました。

一方、1930 年頃、イギリスの物理学者チャップマン (S. Chapman) は、地球大気にある酸素分子から、オゾンが作られることを理論的に予想していました。ハートレーとチャップマンの考え方は、まったく別々のものでしたが、彼らの頭の中にあったものこそ、まさに成層圏に存在するオゾン層だったわけです。

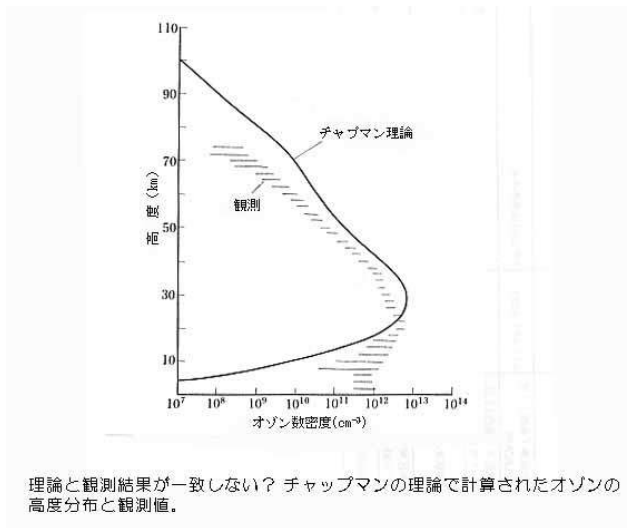


オゾン層の予想をしたころのチャップマン（右端）。コペンハーゲン市内で。

しかし、成層圏にオゾンがあるということが実際に確かめられたのは、1940年代になり、ロケットを使った観測ができるようになってからです。

成層圏のオゾンが、どのくらいの高さで、どのくらい濃い^{うす}か（薄い^{うす}）かを調べたところ、チャップマンが予想したものとは少し違っていることも分かりました。当時は、この違いについては科学的な理由がはっきりとしていませんでしたが、その後の研究によって、オゾンよりももっと濃度の薄い物質が、高度分布を決めるのに強く作用していることが明らかにされました。また、人間が作り出したフロンガスなども、オゾン層に影響していることは、皆さんご存知のとおりです。

ハートレーにしても、チャップマンにしても、彼らが研究をしていた時代には、将来になって、オゾンの研究が環境問題にも関わるなんて、思ってもいなかったでしょうね。



理論と観測結果が一致しない？ チャップマンの理論で計算されたオゾンの高度分布と観測値。

8. 成層圏のオゾン是我们人間と どんな関係があるの？

私たちも含めて、生物の細胞には DNA（ディー・エヌ・エー）と呼ばれるたんぱく質があります。DNA は、生物が成長したり子孫を残したりするために必要なたくさんの情報をしまっている「宝箱」のようなものです。紫外線は、この宝箱をバラバラに壊してしまい、皮膚ガンなどを起こすことが知られています。最近、体を焼く“日焼けサロン”がブームになっていますが、過度の使用は人体にとってとても有害です。

こうしてみると、太陽がなければ生物は生きていけないのに、太陽からの紫外線は生物には危険ということですから、太陽と地球はうまく“手を取り合って”いまの環境を作り出していることに気がつきますね。

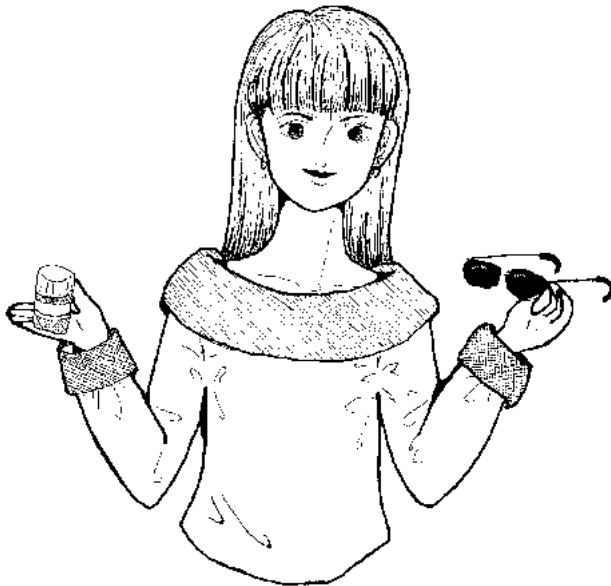


9. 紫外線を防ぐグッズがある？

人体に有害な紫外線。そして、その紫外線をさえぎってくれるオゾン層。私たちは、オゾン層に守られながら暮らしていますが、ほんの少しだけ、太陽からの紫外線が地上に届いてしまいます。

そこで、最近はいろいろなグッズが売られています。紫外線をはね返してくれる化粧品^{けしょうひん}、紫外線を吸収してくれるメガネ。車や家の窓ガラスにも、紫外線を防いでくれるガラスが使われるようになってきました。

私たちは、生活の便利さだけを追求してきた結果、オゾン層を壊すことになってしまった現実を、もう一度よく考え直す必要があるのではないのでしょうか？

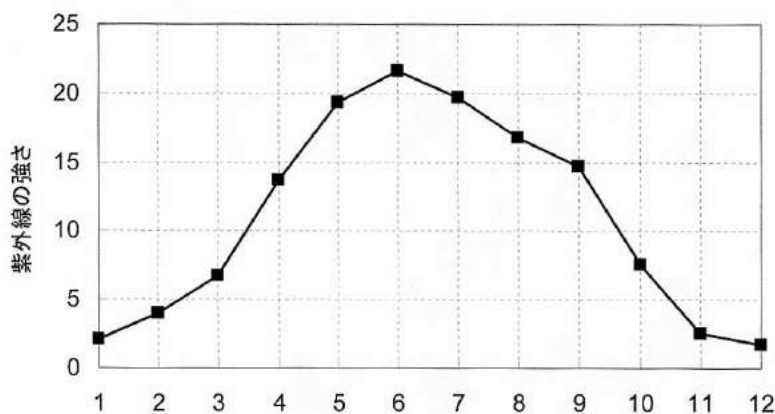


10. 紫外線は一年中同じ強さで地上に届くの？

答えは「いいえ」です。

地上に届く紫外線の強さは、季節やその日のお天気によって変わります。また、場所（緯度、標高）や時間によっても違います。簡単にいうと、太陽が私たちの真上から照りつけるときが一番強くなります。このことをヒントにすれば、次のようなことがわかります。

まず、夕方よりも昼間ほど紫外線は強いということ。また、日本付近では、夏至の頃（6月22日ぐらい）に太陽が最も高い位置で輝きます。ただし日本では、6月は全国的に梅雨のせいで、雲がかかりやすく、太陽の光が地上に届きにくくなります。このように考えると、日本付近では、5〜7月の晴れた日の日中に紫外線が強力だ、ということに気がつきますね。



2002年の札幌における紫外線強度の月変化

11. 紫外線はどのような場所で強いのか？

地球で最も高い山は、エベレスト（チベット語ではチョモランマ）であることは知っていますね。皆さんは、ヒマラヤなどの高い山に挑戦する登山家が、真っ黒に日焼けしているのを見たことがありますか？ 一般に、高いところほど、紫外線は強くなるんです。それは、なぜでしょう？

「高くなれば太陽に近くなるからだよ！」と、思った方いませんか？ それは、ちょっと違います。地球から太陽までの距離は約1億5千万キロメートル。富士山の高さは3776メートル、エベレストといえども8850メートル。太陽から地球の距離と、地上にある山の高さを比べたって、全然大したことはないですよ。では、山の上ほど日焼けしやすくなる、つまり、紫外線が強いのはどうしてなのでしょう？

それは、高い山ほど空気が薄いからなのです。成層圏のオゾンが、太陽から届く紫外線を防いでくれる、ということを説明してきましたが、成層圏のオゾン以外にも、空気そのものや、空気中に浮かぶ小さな塵やほこり、雲などが太陽からの紫外線を反射してくれます。このような理由が重なった結果、「高い山に登ると日焼けしやすい」ということになるわけです。



12. 成層圏のオゾンはどうやって作られるの？

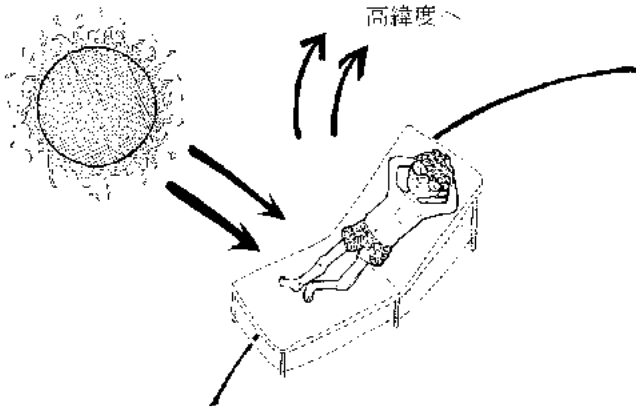


レストランで食べるイタリア料理や中華料理から、家庭で味わうお母さんの手料理まで、おいしい料理を作るには、魚や野菜などの「材料」が必要ですよね。

成層圏にあるオゾン層だって、「材料」があるはずですよ。では、成層圏オゾンを作る「材料」は、いったい何なのでしょう？ それは、チャップマンが予想したように、酸素分子と太陽からの光なのです。まず、太陽の光によって酸素分子 1 個から酸素原子^{げんし}2 個が作られます。その酸素原子は、別の酸素分子 1 個と一っしょになって、オゾンが出来あがります。酸素分子は、酸素原子 2 個からできていますが、オゾンは酸素原子 3 個からできているわけです。

ちなみに、40 でとり上げる対流圏のオゾンは、成層圏のオゾンとは「材料」が違っているんです。

13. 成層圏オゾンはどこで作られるの？



成層圏ならどこでもオゾンはできるのですが、もっとも効率的に作られているのは、赤道付近の上空です。12 で、オゾンを作る「材料」のひとつに、太陽の光が必要であることを説明しましたね。赤道付近は、1 年を通して太陽の強い光が入りこんでくるので、オゾンもたくさんできるわけです。では、赤道付近ほどオゾンの濃度は高いのでしょうか？

答えは、「いいえ」です。オゾンは、大気の流れにのって、より緯度の高い地方へと運ばれてしまうからです。この大気の流れは、観測した人（A. W. Brewer）と以前から予測していた人（G. Dobson）の名前をとって、ブルワー・ドブソン循環^{じゆんかん}と呼ばれています。

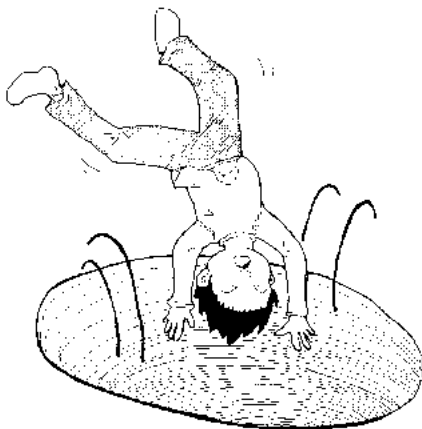
赤道付近で作られたオゾンは、上昇する大気の流れに乗って上へ上へと運ばれるのですが、やがて上昇する流れが弱くなり、南北へと向きを変えて^{ひろ}拡がっていきます。オゾンは、太陽の光と酸素分子が材料となって作られるのですが、そのオゾンが地球上でどのような分布をしているのかは、地球の大気の流れも強く影響しているのです。

14. オゾンがなくなる？

新聞やテレビで、「オゾンホール」という言葉を聞いたことがあるでしょう。ホールとは、“穴”を意味する英単語 (hole) です。

1980年代、イギリスや日本のグループが、南極で成層圏オゾンを観測していたところ、成層圏にあるはずのオゾン層がほとんどなくなってしまうという奇妙な現象を発見しました。その後の研究によって、南極上空では、毎年春になると（南極の春は9月）南極をすっぽりと取り囲むようにオゾン層がほとんどなくなって、オゾン層にあたかも穴が開いたかのように見えることが分かりました。そこで、オゾン層に穴が開いてしまう、という意味で、オゾンホールと呼ばれるようになったのです。

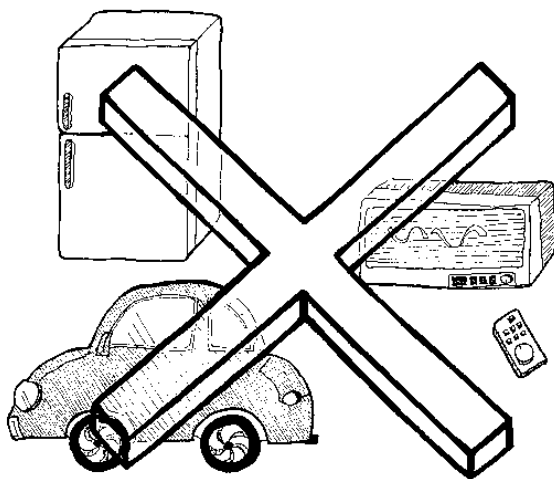
2002年の9月には、南極のオゾンホールがふたつにパッキリと割れてしまうという、非常に不思議な現象も発生しました。これまでは、大きな穴がひとつだけ発生し、それが南極大陸を超えるまでに大きくなるというものがほとんどでした。オゾンホールがふたつに別れた原因については、現在も世界中で研究が進められています。この現象は、新聞やニュースでも取り上げられましたので、ご存知の方もいるかもしれませんね。



15. オゾンホールの原因は？

みなさんの毎日の生活は、いろいろな科学技術^{かがくぎじゆつ}によって支えられています。例えば、冷蔵庫が無ければ、夏にはアイスクリームがとけてしまいます。自動車がなかったら、海で取れた魚や、山で取れた野菜を、町へと運ぶのに苦勞することでしょう。

人間は生活の豊かさと便利さを求めて、自然には存在しないものを人工的に作り出してきました。そのひとつが、フロンガスとよばれる物質です。フロンガスは、エアコンや自動車、冷蔵庫など私たちの生活には欠かせない器具^{ぐう}に利用されてきましたが、人間が知らないうちに少しずつ地球の空气中に漏れ出してしまっていたのです。そのフロンガスは、やがて、地球の上空に散らばってしまいました。そして、地球の空気の流れにのって、成層圏にまで運ばれてしまいました。その結果、成層圏にあるオゾンを減らしてしまうという、とても残念な出来事に結びついてしまったのです。



16. オゾンの記念日があるって本当？

はい、本当です。

先に（15 番で）、成層圏のオゾンを減らしたのは、人間が人工的に作り出した化学物質である、と説明しましたね。1980 年代以降になって、成層圏オゾン層を壊さないようにするために、フロンガスの生産や使用、あるいは輸出や輸入^{ゆしゅう}、を制限する国際的な規則^{きそく}ができました。その規則を決める会議を開いたのが 1987 年 9 月 16 日だったことから、毎年 9 月 16 日は、“国際オゾン・デー”と定められています。

1987 年の会議はモントリオールで行われましたが、その後、1990 年のロンドン、1992 年のコペンハーゲンへと引き継がれました。みなさんがいつも使っているカレンダーには、“お正月”とか、“体育の日”とかは、はっきりと書かれてあると思いますが、“国際オゾン・デー”を示してあるカレンダーはほとんど見かけないでしょうね。一年に一度ぐらひは、空を見上げながら、成層圏のオゾンに守られている私たちの生活や健康のことを考えてみるのもいいかもしれませんよ。

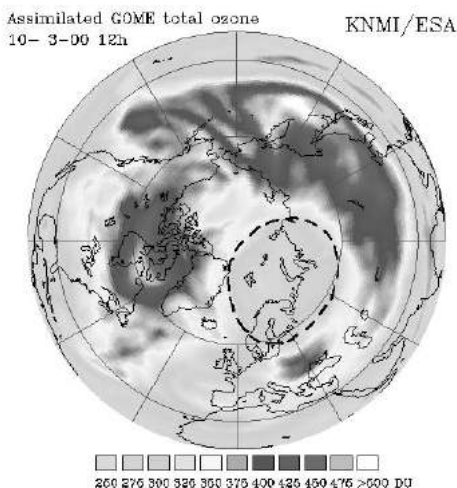


17. オゾンホールは、南極だけにできるの？

先に説明しましたように、オゾンは生命に有害な太陽紫外線を吸収し、地上で暮らす私たちの命を守ってくれています。しかし、オゾンホールができるということは、紫外線をさえぎってくれるオゾンがなくなってしまうということですから、生命にとって^{じゅうだい}重大な問題です。

そこで、オゾンホールがどうやってできるのか、どこにできるのか、いつできるのかなどなど、詳しい研究が世界中で行われてきました。1990年代になって、南極だけでなく、^{ほっきょく}北極でも成層圏オゾンが減少しているのが見つかりました。北極のオゾン減少は、南極と同じく春に発生します（北極の春は3月）。

気象庁では、日本各地で続けられているオゾンの観測結果を、インターネット上で公開しています。詳しくは、気象庁のホームページ http://www.jma.go.jp/JMA_HP/jma/press/ozone.html をご覧ください。



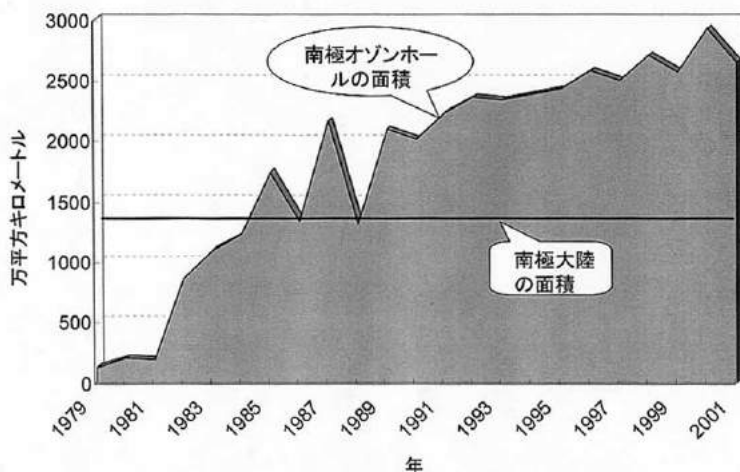
ヨーロッパの人工衛星 GOME で観測された北半球上空のオゾン量（2003年3月2日の例）。点線で囲んだ部分は、オゾンがとくに減っている。

18. オゾンホールはどのくらい大きいの？

オゾンホールは、毎年同じような大きさのものがみつかるわけではありません。オゾンホールは大きくなったり小さくなったりを繰り返しながらも、1980年代に発見されたときに比べると、近年は大きくなっていることが分かっています。

例えば、2000年9月の南極オゾンホールは、南極大陸のほぼ2倍の大きさにまで達しました。つまり、南極大陸をすっぽりと覆い隠してしまうぐらい大きなものだったということになります。数字にすれば、約3000万平方キロメートルです。この広さの中に、日本がいくつ入ると思いますか。

アメリカ航空宇宙局（NASA）のホームページには、人工衛星によって観測されたオゾンホールが、日を追うごとに形や大きさを少しずつ変化させている様子が、アニメーションで紹介されています。ホームページアドレスは、<http://www.gsfc.nasa.gov/>です。

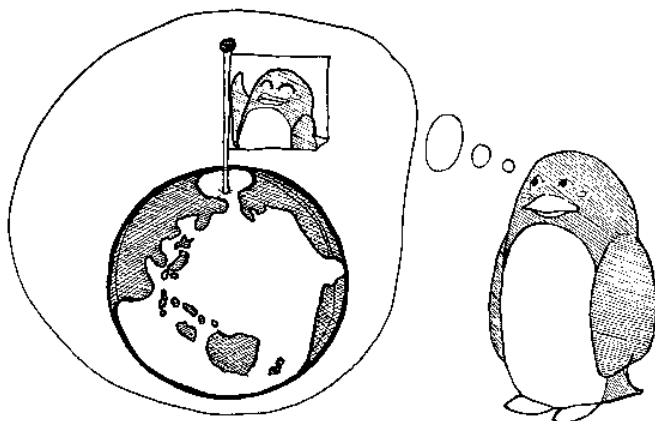


19. 南極と北極のオゾンホールは 同じくらいの大きさなの？

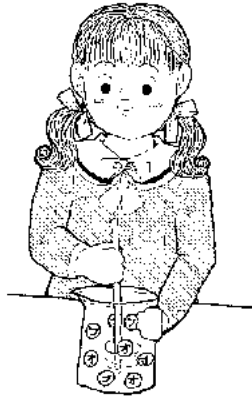
北極上空では、南極上空に比べると、あまり目立った成層圏オゾンの減少が発生しないことが分かってきました。南極で観測されるオゾンの減少は、穴があいたように見えるのですが、北極では穴があいたように見えるほどではないので、「北極オゾンホール」という呼び方はしていません。

北極でオゾン減少が起こりにくい理由は何でしょう。北極域は大陸に囲まれているのに対し、南極域は南極大陸の周りを広い海に囲まれているなどの違いがあげられています。

北極が南極よりもまし、といっても、北極を取り巻くように多くの人が生活をしていますから、北極のオゾン減少は、南極のオゾンホールよりも深刻な問題であるという見方もできます。南極にはペンギンが住んでいますが、こんなことになるんだったら、北極に住んでいれば良かったと後悔していたりして(?!)



20. フロンとオゾンをいっしょに混ぜると？



ちょっとだけ、みなさんにテストをしてみましょう。理科の実験を想像してくださいね。フロンガスとオゾンを用意し、フラスコの中で混ぜてみました。混ぜ始めてから時間がたったところで、フラスコの中のオゾンはどうなるでしょう？ 減るのでしょうか？ 増えるのでしょうか？ それとも、あまり変わらないのでしょうか？

解答は、「あまり変わらない」です。「減る」と答えた方は、戸惑ってしまったかもしれませんね。理由は、こうです。成層圏に運ばれてしまったフロンは、それ自身がオゾンを壊すではありません。成層圏では、地上と違って、太陽の紫外線が届いているので、紫外線がフロンガスをばらばらにしてしまい、塩素原子が作られます。この塩素原子が、オゾンを壊してしまうのです。だから、最初の問題のように、オゾンとフロンガスをフラスコ内で混ぜるだけでは、フロンガスがオゾンを壊すことはないのです。

もしも・・・もしもの話しですが、太陽がなかったら？ フロンガスが大気中に漏れ出しても、オゾンにはほとんど影響しないだろうと言えます。でも、毎日が真っ暗だと、オゾン層そのものが作られませんし、植物や動物は生きていけませんけどね。

21. どうしてオゾンホールは春にできるの？

南極でも北極でも、冬の間は緯度が高いので太陽の光が届きません。つまり、一日中真っ暗、という日が続くのです。そのため、南極・北極上空の成層圏は、冬の間マイナス 80℃まで気温が下がり、水蒸気などが凍って雲になります。この雲は、南極や北極の成層圏にできる特別な雲なので、極域成層圏雲（舌をかみそうですね）という名前が付けられています。そしてこの雲が、オゾンを壊すことのなかった物質から、塩素ガスを作り出してしてしまうのです。こうして、塩素ガスが冬の間はだんだんと溜まっていきます。

そして、春になると南極にも北極にも太陽の光があたるので、塩素ガスが太陽の光を受けてバラバラになり、塩素原子が作られます。しかも、冬に溜っていた大量の塩素ガスから出る塩素原子は当然、大量。こうして、春先には成層圏のオゾン層に「穴があく」わけです。フロンガスによるオゾン層の減少は、成層圏のどこでも起こり得るのですが、南極や北極の春には、上に書いたような特別な事情が影響しています。



22. 春にできたオゾンの穴は どうやって元に戻るの？

水道やガスの工事をするために、道路に穴をほって工事をしているのをみたことがありますよね？ もちろん、工事が終わったら、その穴を土で埋めてしまえば元通りです。でも、春に成層圏のオゾンに穴があいてしまったのなら、どうして夏には元通りになるのでしょうか？ さすがに、誰かがオゾンをたくさん作って穴をふさいでいる、なんてことはありませんよ。

南極や北極の成層圏にあるオゾンは、春に減ってしまいますが、地球の空気の流れによって運ばれてくるオゾンによって自然に“埋め合わせ”されているのです。13 番で説明したように、主に赤道付近の上空で作られた、たくさんのオゾンが届くのです。また、春から夏になるにつれて、オゾンホールを作ってしまう化学反応も起こりにくくなります。こうして、例えば南極のオゾンホールは 9 月から 10 月に大きくなりますが、12 月ぐらいには見えなくなるのです。

とはいっても、現在起っているオゾンの減少は、昔から起っていたのではなくて、つい最近になって発生するようになった異常な出来事であることは明らかですから、オゾン層を守る努力が必要なことに変わりはありません。

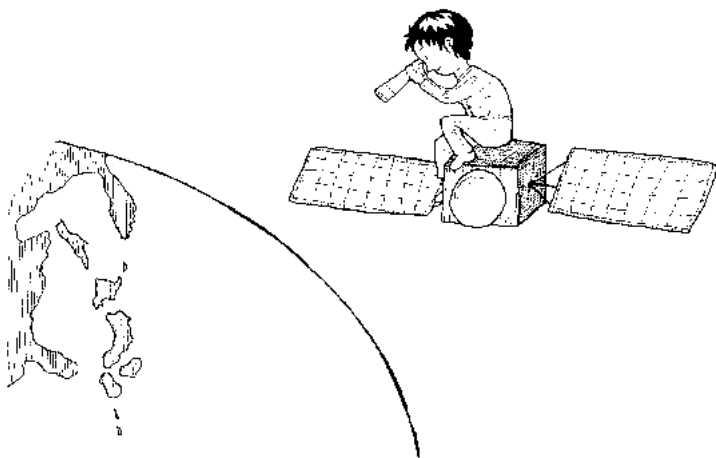


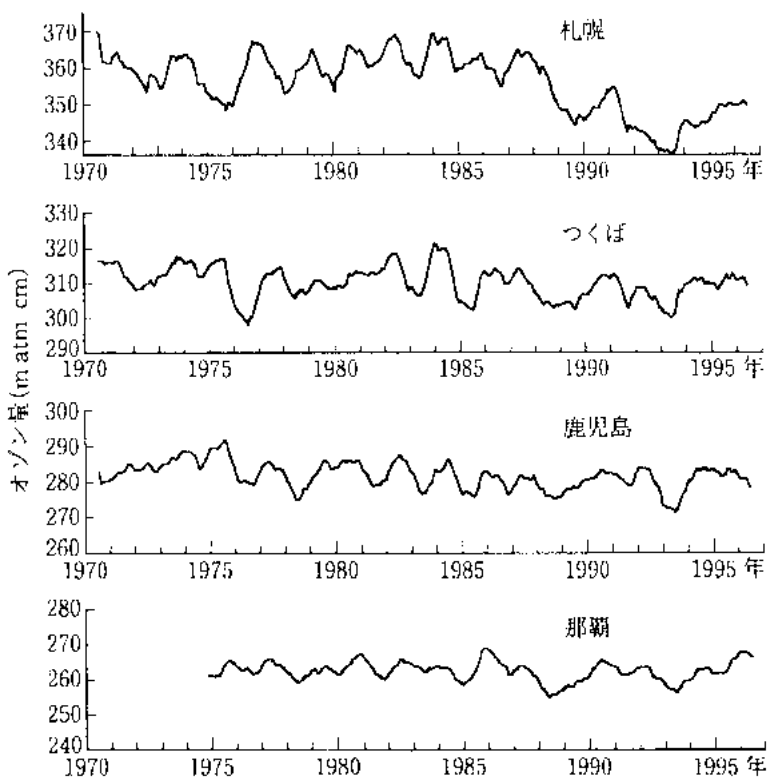
23. 成層圏オゾンはどうやって調べるの？

成層圏は、高さにして 10－50 キロメートルぐらいのところに
あることは、5 に書きました。ジャンボジェット機が飛ぶのは、
せいぜい 12 キロメートルの高さ。ではいったい、どのようにし
て、そんな高いところにあるオゾンの量を調べることができるの
でしょう？

いくつか方法がありますが、最近では人工衛星を使って、宇宙か
ら測定することも出来ます。記憶に新しいところでは、2002 年
12 月に、日本で作られた人工衛星 ADEOS（アデオス、と呼ん
でいます）が種子島宇宙センターから打ち上げられました。宇宙
から、地球の大気のことを調べる技術は、リモートセンシングと
呼ばれます。

また、世界中の至るところに測定装置そうあを置いて、地上から観測
するネットワークも整えられています。名古屋大学太陽地球環境
研究所と国立環境研究所は、北海道の陸別町りくべつちように協力して観測基地
を持っており、世界的な観測に参加しています。北極で成層圏オゾ





ン層が減少すると、本州や九州などに比べて北極に近い北海道では、成層圏オゾンの変動や紫外線の増加などが起こる可能性が高くなりますので、北海道でのオゾン層観測は非常に重要な意味を持っているのです。いまのところ、生物に大きく影響するほどではありませんが、北海道上空では、1981 年から 2000 年までの 20 年間で、およそ 3%の成層圏オゾンが減ってしまったことが観測されています。

24. レーザー光線を使って、オゾンを調べる？

みなさんは、映画「スターウォーズ」を見たことはありますか？宇宙や地球を舞台に繰り広げられる、ド派手なアクション。その中でレーザー光線が武器として出てきますね。今や、映画にも登場するレーザーを使って、地球のオゾンを調べる方法もあるのです。

その装置はオゾンライダーと呼ばれ、1 億分の 1 秒という、ものすごく短い時間だけ光るレーザーを、地上から上空に向けて繰り返し発射して、オゾンの量を調べます。1 億分の 1 秒といわれても、なかなかピンとこないと思いますが、カメラのフラッシュが、1000 分の 1 秒ですから、1 億分の 1 秒だけ光るというのは、どのくらい特別な装置であるかが分かります。

また、レーザーを使うと、21 に書いた“極域成層圏雲”も観測することができます。映画やプラネタリウムでよく見かけるレーザーも、実は、私たちの身近なところで、地球の環境問題の解決に活躍中なのです。



レーザーでオゾンを測る。バックにオーロラが写っている。（グリーンランドにあるアメリカの観測基地で）

レーザーでオゾンを測る。バックにオーロラが写っている。（グリーンランドにあるアメリカの観測基地で）

25. フロンガスがオゾン層を壊すことに 最初に気がついたのは誰？



アメリカ・カリフォルニア大学アーバイン校のモリーナ（M. Molina）博士と、ローランド（S. Rowland）博士です。彼らは、フロンガスが成層圏に運ばれると、そこで太陽光の紫外線によってバラバラになり、塩素原子を出して、オゾン層を壊す可能性が高いと考えました。彼らの研究の結果は、1974年にネイチャー（Nature）という科学雑誌に発表されました。

論文が発表された当時は、「空気よりも重いフロンガスが、地上10キロメートル以上という高い成層圏にまで、届くはずがないだろう」と反論する科学者もいました。しかし、実際に南極上空でオゾンホールが見つかったのです。

彼らの研究は非常に高く評価され、1995年になって、ノーベル化学賞を受賞しています。ノーベル賞は、飛行機の排気ガスがオゾン層を壊す可能性を研究した、ドイツのクルツツェン（P. Crutzen）にも与えられました。

26. フロンガスは空気よりも重いのか？

はい、フロンガスは空気よりも重いんです。そこで、多くの人は疑問に思うわけです。空気より重いのに、どうして成層圈のような地上高くまで上っていくのだろうか、と。

理屈はこうです。私たちが暮らしている対流圏は、大気が静かに漂っているわけではありません。例えば、高気圧や低気圧が次々とやってきて風を吹かせるので、大気をぐるぐるとかき混ぜます（対流圏の「対流」という言葉は、まさにその様子を意味しているのです）。ですから、地上で出されたフロンガスも、そのまま地上に溜まるのではなく、他の大気といっしょにかき混ぜられて、対流圏全体に散らばっていきます。そうこうしているうちに、一部のフロンガスは、対流圏よりももっと高いところにある成層圏へと届くというわけです。



27. オゾンを壊すのはフロンガスだけなの？



いいえ、成層圏オゾンを壊してしまうのは、フロンだけとは限りません。フロン以外にも、ハロンと呼ばれるガスもオゾン層に穴をあけてしまうことが指摘されています。ハロンは、火を消す消火剤として、小さな消火器から大きなビルの消火システムにいたるまで、消火用に広く使われていました。現在では、フロンガスと同じく、ハロンガスについても、生産や使用、あるいは輸出入を厳しく制限する約束が、世界中で結ばれています。

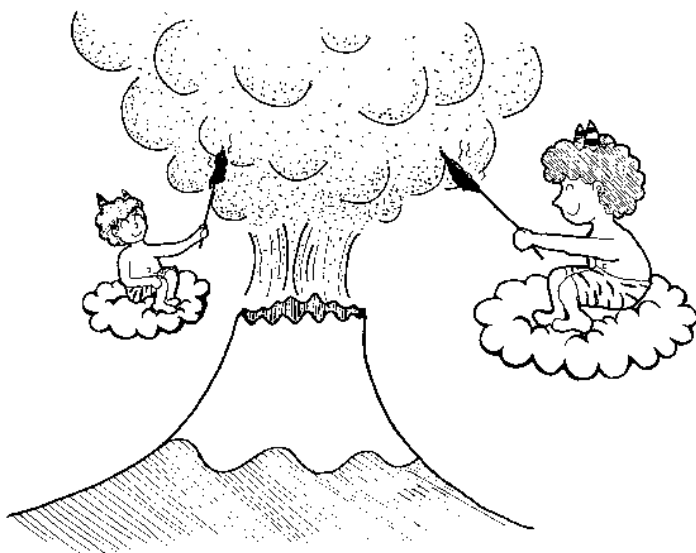
ハロンは、フロンと似たような形をした分子です。しかし、塩素原子ではなく臭素原子とよばれる原子が、ハロン分子を形作っています。臭素原子は、塩素原子よりもオゾンを壊してしまう効率が高いので、ハロンが大気中に漏れ出すことは、フロンよりも深刻な問題なのです。

28. 火山が大噴火すると、オゾン層に影響する？

成層圏オゾンに影響するのは、フロンやハロンのように、人間が作り出した物質ではありません。1991年、フィリピンにあるピナツボ火山が大噴火しましたが、その煙はあまりに勢いが強かったので、成層圏にまで一気に入りこみました。

火山から出された煙は、例えば、焼き芋^{いも}を焼くような小さなたき火と違って、硫黄化合物^{いおうかごうぶつ}を含んでいます。硫黄化合物といわれても、なかなかピンとこないかもしれませんが、温泉などで卵が腐ったような匂いをかいだことがあると思います。あの匂いの原因が、硫黄です。

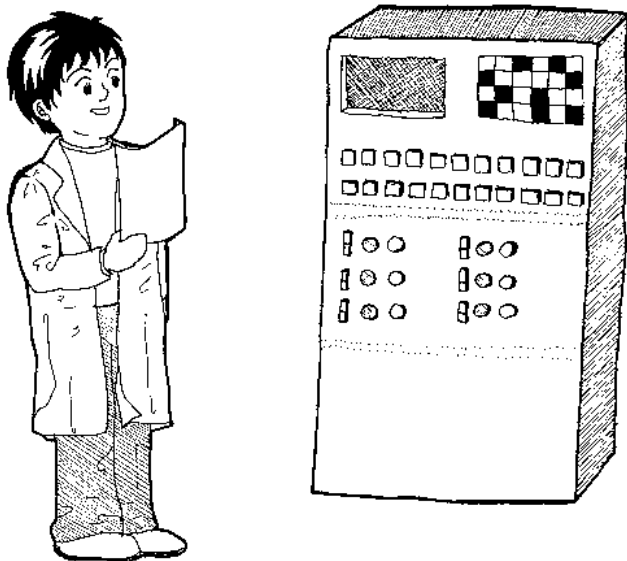
火山の煙には、硫黄化合物のほか、小さな塵やほこりが大量に含まれているので、それらが成層圏のオゾンを壊してしまうことも分かっています。成層圏オゾンに影響するのは、人工的なガスだけではなく、火山のような自然現象もあるというわけです。



29. オゾンホールは消えて元にもどるの？

フロンやハロンの使用や生産を止める国際的な規則があることは、16 で説明しました。そのおかげで、地球の大気中のフロンやハロンには、濃度が減りはじめているものもあるということが、最近の観測で明らかになっています。・・・ということは、成層圏で壊れてしまったオゾン層は、ちゃんと元通りに回復してくれるのでしょうか？

この疑問に答えるために、将来の成層圏のオゾンの濃度がどのように変化していくかを、最新のコンピュータ計算で予測する研究も行われています。それによれば、西暦^{せいれき}2050 年頃になると、巨大なオゾンホールが発生する以前のオゾンの濃度（1980 年代前半ぐらいの濃度）までに、オゾンが回復すると予測されています。



30. 人工的にオゾンを作って、 成層圏にばらまいたら？

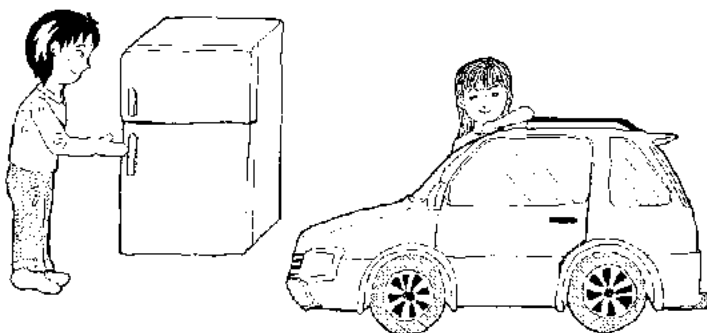


これは、よく耳にする質問なのですが、答えは「オゾン層は回復しません」です。

先に説明したように、成層圏のオゾンは、酸素分子と太陽の光を材料にして、自然の仕組みで作られているものです。また、成層圏オゾンが増えすぎないような別の仕組みもちゃんとあります。そこへ、人工的にオゾンをばらまいても、成層圏のオゾン層が回復することはありません。

実際、オゾンホールができてしまう前までは、地球は酸素分子と太陽の光を使って、長い時間をかけながら自然に成層圏オゾン層を作り出しました。そして、そのおかげで、地上の生物は安全な^{いどな}営みを続けていくことができたわけです。オゾン層を元にもどすには、オゾン層を壊す原因となったフロンやハロンをなくしてしまい、太陽と地球との自然な関係を取り戻す以外に方法はないのです。

31. フロンが使えなくなったのに、 エアコンや冷蔵庫はどうして動いているの？



フロンは、エアコンや冷蔵庫、自動車など、私たちの生活にはなくてはならないものに幅広く使用されていました。ですから、「オゾン層を壊すから」という理由で、使用や生産が禁止されてしまうと、私たちの社会生活に問題が生じてしまいます。

そこで考え出されたのが、「代替フロン」と呼ばれている物質です。これもやはり、人間が化学の技術を使って、人工的に作り出したものです。その名前のとおり、フロンの代わりになるもの、あるいは、フロンと交替させられる、という意味です。代替フロンは、すでに開発されて使用されているものもありますが、新しい化合物を開発する研究も進められています。

32. ^{だいたい}代替フロンはフロンと何が違うの？

フロンガスが成層圏のオゾンを壊すのは、成層圏まで運ばれたフロンガスが、太陽からの紫外線によって塩素原子を放出するため、ということを紹介しましたね。

ならば、塩素原子を放出しないような新しいタイプのフロンがあればよいだろう、ということになります。そこで、塩素原子の代わりに水素原子を使ったフロンガスが登場しました。この代替フロンは、ハイドロフルオロカーボン（Hydrofluorocarbons）と呼ばれています。ハイドロフルオロカーボンは、塩素原子を放出しないという性質だけでなく、地上にごく近いところで、化学反応によって分解されるので、成層圏に届く量そのものが非常に少ないという特色があります。

例えば、車のエンジンルームを開けて見て下さい。HFC-134aと書いてあるでしょう。これが、たくさんある代替フロンのひとつであり、エンジンを冷やすのに使われているのです。134aという記号は、さまざまな代替フロンガスを識別するためのものです。

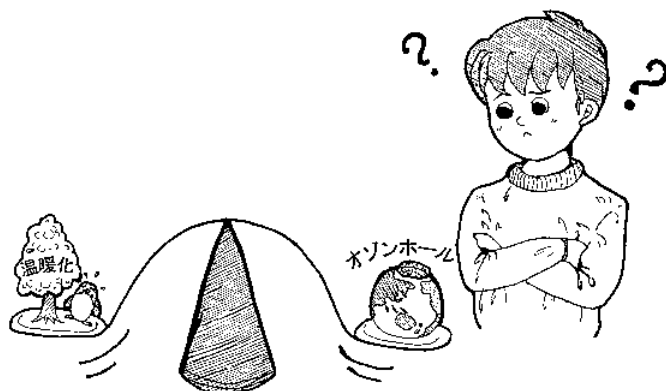


33. ^{だいたい}代替フロンは地球にやさしいの？

オゾンを破壊しない物質として登場した代替フロン。しかし、いくつかの代替フロンには、“地球温暖化”に影響するものがあることが分かってきました。

地球は、昼に太陽からのエネルギーを受け取り、夜にはその一部を宇宙へ逃がすことで、暑すぎず寒すぎない、ちょうどよい気温を保っています。代替フロンの一部の種類は、地球が夜に宇宙へと逃がすエネルギーを吸収してしまい、地球が適度に「冷める」のを邪魔するものがあるのです。これが、温暖化効果です。

新聞やテレビのニュースをよく見る人は、地球温暖化といえば、二酸化炭素やメタンガスを思い出すでしょうが、実は代替フロンの一部も温暖化効果を持っているのです。ですから、いくらオゾン層を壊さないからといっても、すぐに私たちの生活の中で使うことはできない物質もあるということになりますね。代替フロンの使用や開発をするときには、地球の環境に悪い影響をもたらさないものであるかどうかを、前もって慎重に調べることも求められています。



34. 地球温暖化とオゾン層破壊には何か関係があるの？

二酸化炭素やメタンなどの影響で、地上の平均気温が高くなる地球温暖化。詳しい説明は省略しますが、地球温暖化と言われているのは、地球のどの高度でも気温が高くなる、という意味ではありません。私たちが生活している地上のあたりで、平均気温が高くなることを指すのです。

その一方で、地上付近の温暖化が進むと、それより高いところにある成層圏や中間圏では、地上とは逆に気温が低くなる可能性があります。そのような気温の変動が、成層圏のオゾン層に影響を与えるのではないかと、という可能性が指摘されています。

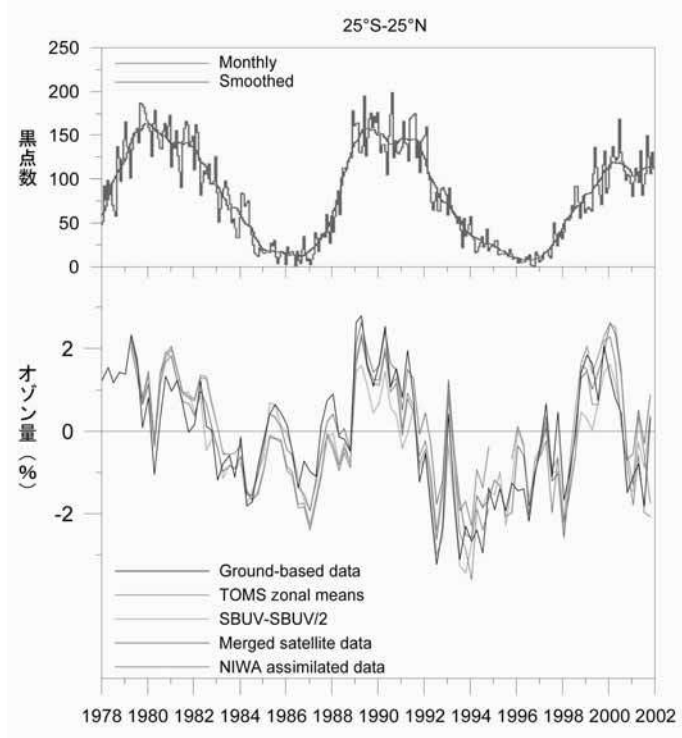
この問題には、まだまだ分からないことが多く、現在、スーパーコンピュータなどを使って、活発な研究が行われています。



35. 太陽活動のサイクルとオゾンホールは関係があるの？

みなさんは、太陽の活動が 11 年ごとに元気になったり、そうでなくなったりすることを知っていますか？ くわしくは、この本とシリーズになっている「オーロラ 50 のなぜ」や、「太陽・太陽風 50 のなぜ」を読んでみてください。

さて、太陽の活動が 11 年ごとに変化すると、太陽から届く光の強さもそれに応じて変わります。12 番で説明したように、成



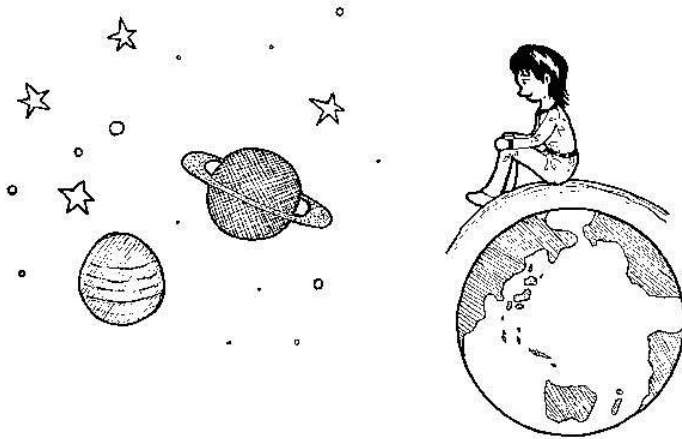
太陽活動（黒点数：上の図）と、いろいろな手法（地上観測、人工衛星観測）で測ったオゾン量の変動（％：下の図）。オゾンの量は低緯度（南緯 25°から北緯 25°の間）での値。

層圏にあるオゾンを作る材料は、太陽の光と酸素、でしたよね。
ですから、成層圏のオゾンの量も、11年ごとに変化するのです。

では、その変化はどのくらいでしょうか？

それは、成層圏にあるオゾンの量のわずか 1－2%という小さなものです。しかも、太陽が元気になったり、そうでなくなったりしても、オゾンは増えたり減ったりを繰り返すだけですから、23番でご紹介したような、“オゾンが一方向的に減っていく”、ということには結びつかないのです。オゾンホールは、化学物質と地球の大気の流れの結果であり、太陽活動のサイクルとは関係がありません。

36. 地球以外の星にもオゾン層はあるの？



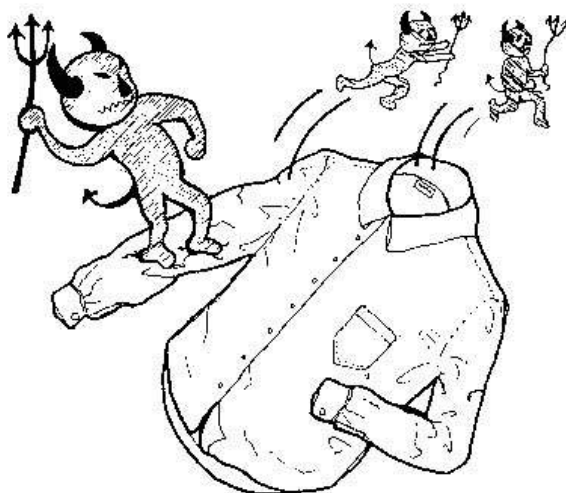
私たちの地球は、太陽の周りを回りながら^{めく}恵みを受ける^{わくせい}惑星のひとつ。そして、太陽系には、金星、火星、木星、土星などの星もあります。では、地球以外の星にも、オゾン層はあるのでしょうか？

実は、人工衛星を使った観測などにより、火星にはわずかにオゾンが存在していることが知られています。でも、その量は地球に比べてぐんと少なく、地球の成層圏のように、オゾンの“層”ができることはありません。どうしてかということ、火星の大気は地球の大気に比べて少ないうえに、酸素分子がほとんど存在しないからです。地球の成層圏オゾンは、酸素分子が大事な「材料」であったことを思い出してください。

37. オゾンは健康に良い？ それとも、悪い？

オゾンは、人間の健康にいいのでしょうか？ 成層圏のオゾンが、太陽からの有害な紫外線を吸収してくれるなんて聞いてしまうと、なんとなく、オゾンは人間の健康にもいいんじゃないかなあ、などと誤解しそうになりますね。しかし、オゾンそのものは、有害な気体です。医学の進歩した現代では、オゾンは、肺や気管支などの呼吸機能に有害であることが分かっています。オゾンは、水に溶けにくいという性質をもっているので、水分が多い人間の口の中などでもつかまえられず、肺の奥にまで届いてしまいます。

そこで、人体に影響しないぐらいの少しのオゾンを使って、トイレの悪臭を消したり、風呂の水や洋服に隠れているばい菌をやっつけて、清潔に保とうという商品もあります。「毒をもって、毒を制す」という言葉がありますが、まさに、ピッタリこのことです。



38. 対流圏のオゾンは、私たち人間とどのような関係があるの？

では、ここからは対流圏のオゾンの話をとり上げましょう。

5 に書いたように、地球上のオゾンの約10%は対流圏にありますが、対流圏は地上に接していますから、私たち人間や動植物の健康に悪い影響を及ぼす可能性があるのです。

また、対流圏にあるオゾンは、地球が夜に宇宙へと逃がしてやるはずのエネルギーを吸収してしまい、地球温暖化にも一役かっ^{ひとやく}ていることも分かってきました。

つまり、成層圏にあるオゾンは、地上の生物にとって、なくてはならないものなのですが、対流圏にあるオゾンは、たいへん^{めいわく}迷惑な“やっかいもの”ということになりますね。

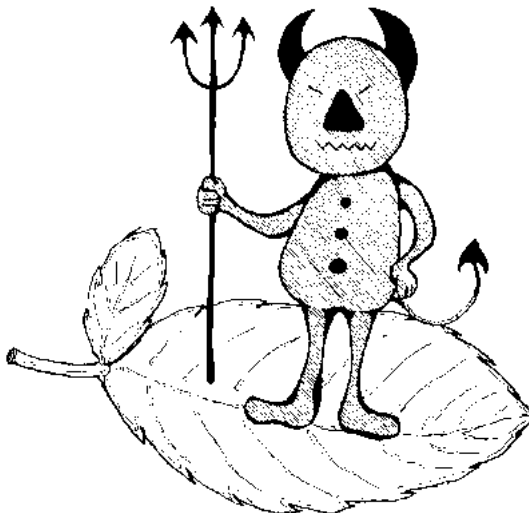


39. オゾンは植物にも悪い影響を及ぼす？

オゾンは、植物にも悪い影響をもたらします。世界中の先進国で、大きな都市の近くにある森林では、木々が枯れていってしまうという現象が報告されるようになりました。これは、都市で作られた汚染された大気や、それが原因となって発生したオゾンが大きな原因です。

小学校の理科の時間に、“植物は葉緑素^{ようりょくそ}を使って光合成をする”ということを知ったと思います。オゾンは葉緑素を壊し、光合成をじゃましてしまいます。そのため、植物はオゾンにふれると元気がなくなり、ひどい場合には枯れてしまうわけです。

では、そのような森林破壊の原因となるオゾンが、どうして大きな都市で発生するのか、どうやって作られるのか、などについて次に説明しましょう。



40. 対流圏のオゾンはどうやって作られるの？

成層圏オゾンの「材料」は、酸素と太陽光であるということは、すでに説明しましたね。でも、対流圏オゾンを作り出している「材料」は、二酸化窒素とよばれるガスと太陽光です。

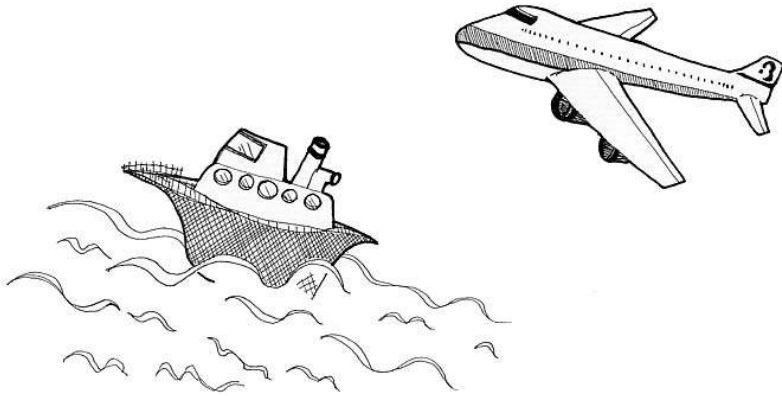
二酸化窒素は、自動車や工場から排出されるガスで、茶色をしています。これが、太陽の光を浴びると、酸素原子を放出します。いったん酸素原子ができれば、あとは、成層圏と同じで、酸素原子と酸素分子とがいっしょになって、オゾンの出来あがりです。

成層圏では、自然に存在する酸素分子から酸素原子が生成され、それが酸素分子といっしょになってオゾンを作るのに、対流圏では自動車や工場から出てくる二酸化窒素が材料になっているのです。

オゾンそのものは生物に有害なので、対流圏のオゾンはなんとかして減らさなくてはなりません。そのためには、自動車や工場から出てしまう二酸化窒素を減らす努力が必要、ということになりますね。



41. 船や飛行機も対流圏オゾンの原因？



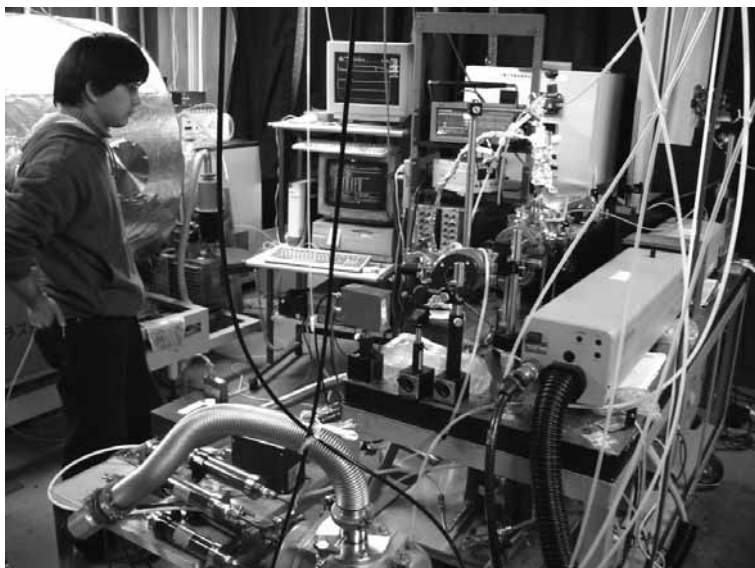
自動車が二酸化窒素を出してしまうのですから、船や飛行機も同じです。これは、ガソリンや軽油を燃料にしているためです。船や飛行機が、対流圏オゾンの生成にどのくらい寄与しているかを調べる研究も、世界中で行われています。

例えば、多くの飛行機がひっきりなしに飛んでいる西太平洋上空では、対流圏の上部から成層圏の最下部にかけて、窒素酸化物の約 70%は飛行機によってもたらされていることが分かってきました。

42. 空気中にある二酸化窒素にさんかちっその量は どうやって調べるの？

いくつか方法はあるのですが、例えば、名古屋大学太陽地球環境研究所では、全く新しい方法で、空気中にある二酸化窒素の量を調べる装置を開発しています。レーザー光線を使う方法です。

二酸化窒素が対流圏にあるオゾンの原因だといっても、実際に、私たちの周りの外の空気に含まれている二酸化窒素の量は、だいたい1億分の1程度ですから、本当に少ないのです。これだけ少ない二酸化窒素でも、対流圏のオゾンを作ってしまうのですから、なんとかして、正確に量を調べなければなりません。そこで、最先端さいせんたんの科学技術であるレーザー光線を使った方法で、二酸化窒素がどの程度空気中に混まじっているのかを調べる研究が進められているというわけです。



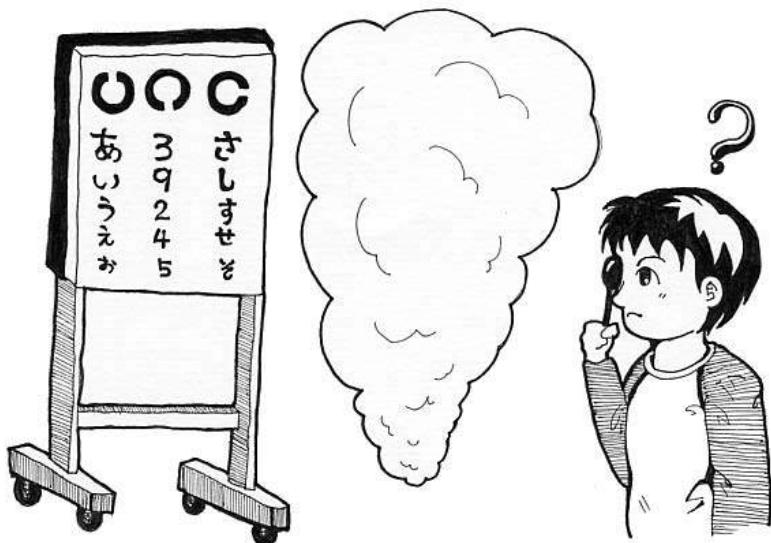
太陽地球環境研究所の装置

43. ^{こうかがく}光化学スモッグが増えてきた？

^{ひやくてき}飛躍的に日本の経済が成長した 1960-70 年代。その頃、大きな都市では、遠くの景色がかすんで見えない、外を歩いていると目がチカチカする、などの公害が発生しました。これが、^{こうかがく}光化学スモッグです。

光化学スモッグは、自動車や工場から出される二酸化窒素や、それを材料にして作られるオゾンなどが原因です。国では、地球の大気を汚さないように法律を作ったり、新しい技術の開発を行いました。その結果、光化学スモッグの発生回数は、だんだんと減ってきました。

ところが、2000 年以降、光化学スモッグの発生が少しだけ増えてきたことが、最新の研究成果によって分かってきました。しかし、その原因はまだ解明されていないままなので、詳しい研究が待たれます。



44. 光化学スモッグはどんなときに発生するの？

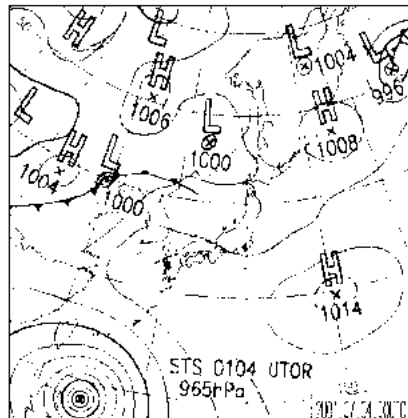
40 番で説明したように、対流圏にあるオゾンの材料は、二酸化窒素と太陽の光です。そのため、太陽の光が強くなる夏に、光化学スモッグは発生しやすくなるだろうと予想できますね。実際、日本では、夏場に光化学スモッグが発生しやすくなることが分かっています。日本付近の特徴的な気候も関係しています。

日本付近は、夏になると太平洋から張り出してくる高気圧のせいで、天気が安定し、強い風も吹きにくくなります。その結果、自動車などから空気中にさらされた二酸化窒素は、都市の中にたまってしまふからです。

逆に、冬は太陽の光が夏よりも弱いですね。また、日本に限っていえば、冬には強い北西風が吹きやすいので、自動車や工場から二酸化窒素が出てきても、光化学スモッグが発生する前に飛び散ってしまうわけです。

ちなみに、スモッグという言葉の意味を知っていますか？ これは、煙を意味する英語の smoke（スモーク）と、霧を意味する英語の fog（フォグ）とをいっしょにして作られた、わりと新しい言葉なんですよ。

典型的な夏の天気図。太平洋高気圧（Hで表わす）が日本列島を支配している。強力な台風が台湾に近づいている。



45. 実験：オレンジの皮にオゾンを吹きかけると？



みなさんは、手品は好きですか？ 黒い帽子から白いハトが出てきたり、トランプやお金を使った手品、あるいは人がまるごと消えてしまうものまで、さまざまですね。

手品ではありませんが、オレンジの皮にオゾンを吹きかけると……。なんと不思議なことに、白い煙のようなものがモクモクと出てくるじゃありませんか！（この実験は危険ですのでマネしないでください）

これはいったいどういうことなのでしょう？

オレンジの皮をむけば、なんともいい香りがしますよね。この香りは、リモネンという成分です。実は、オレンジ、レモン、グレープフルーツなどからただよう香りは、揮発性有機化合物とよばれる仲間です。また、ガソリンや灯油もそれぞれ特有の香りがしますが、それらも同じ仲間の化学物質の一つです。

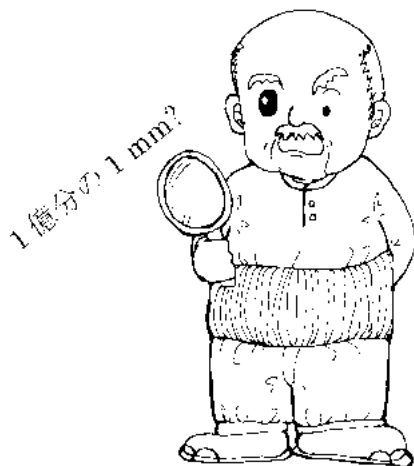
オレンジの皮にオゾンを吹きかけたときに出てくる白い煙は、スモッグの原因にもなるエアロゾルとよばれる物質です。ですから、オゾンと揮発性有機化合物、例えば、ガソリンとが反応するとスモッグが発生します。ですから、オゾンが対流圏に出来てしまうと、それ自体がスモッグとなるだけでなく、他の物質と化学反応を起こしてエアロゾルを作ること、さらにスモッグの状態を悪化させてしまいます。

46. エアロゾルって体に悪くないの？

エアロゾルは、非常に小さなつぶのことをさします。大きさはさまざまですが、中には1億分の1ミリというものすごく小さなものもあります。なんだか、ピンとこないかもしれませんが、あまりに小さすぎるため、私たちが呼吸をするときに肺にまで届いてしまいます。そのため、エアロゾルは人間の健康にも悪い影響を及ぼしかねません。

ところが、私たちを取り囲む空気の中に、どのような大きさのエアロゾルが存在しているのか、あるいは、それらがどこでどのように発生し、どうやって消えていくのかはあまりよく分かっていないのです。例えば、オゾンと揮発性有機化合物からエアロゾルが発生することは、すでに紹介しましたが、温度や湿度が変わると、エアロゾルの発生の仕方がどのように違ってくるのかは、研究が遅れているテーマの一つです。

光化学スモッグの発生の仕組みを解き明かすためにも、世界中で活発な研究が行われているのです。

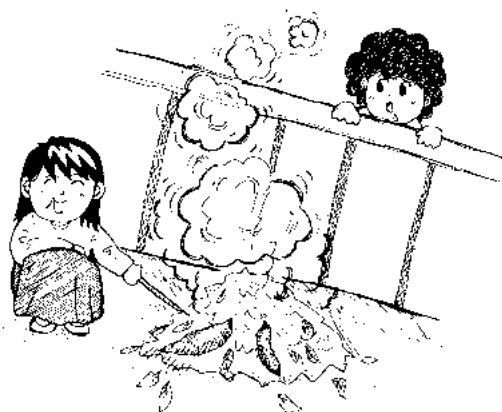


47. スモッグが国境を越えるって本当なの？

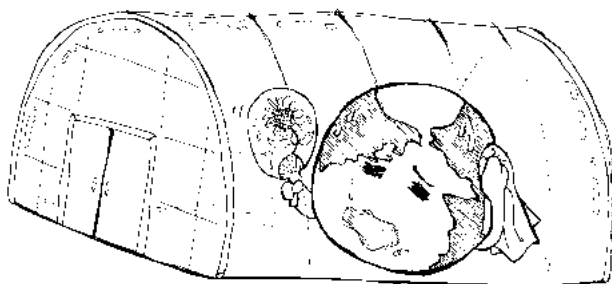
秋の午後、落ち葉を集めてたき火をしながら、焼きイモを焼いたとしましょう。当然ですが、たき火の煙はすぐには消えることなく、空高く舞い上がるはずで、あるいは、ご近所の家に煙が流れていったために、苦情がくる・・・なんてこともあるかもしれません。

これと同じように、大きな都市で発生した二酸化窒素やオゾン、エアロゾルは、低気圧や高気圧が作り出す空気の動きによって、上空へと飛び散ってしまうばかりか、一部は隣の街にも運ばれてしまうことがあるんです。

そればかりか、ある国のとある場所で発生したスモッグが、その隣の国へと運ばれてしまうことだってあります。例えばヨーロッパでは、オゾンや二酸化窒素が国から国へと流れてくるとい、規模の大きな問題が発生しています。また、日本でも、ロシアに広がる森林地帯で発生した大きな山火事によって、大量の煙が流れてこんできたために、太陽の光をさえぎってしまうという被害が出る場合があります。今や、スモッグの発生を抑えるという取り組みは、国ごとの問題ではなく、世界レベルの問題になりつつあるのです。



48. 対流圏オゾンが増えると気候にも影響する？



対流圏にオゾンが増えると、地球の気候に影響するかもしれないという研究結果が出ているのは事実です。もう少し詳しく言うと、対流圏のオゾンが、地球の温暖化に影響するかもしれないということです。

その理由は、次のようなことです。

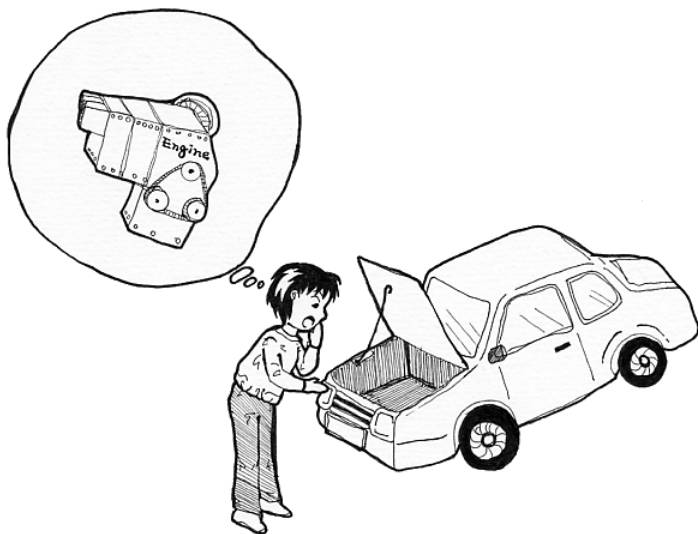
地球の温暖化では、二酸化炭素やメタンガスが有名です。しかし、オゾンもまた、これらのガスと共通点をもっています。それが、「赤外線を吸収してしまう」という性質です。そのため、オゾンが地上付近にたまってしまうと、地球が冷えにくくなり、地上付近の気温が上昇してしまうという仕組みです。対流圏にオゾンがたまると、ちょうど地球がビニルハウスの中に閉じ込められてしまったかようになって、気温が上昇するのです。

しかし、対流圏のオゾンは、場所や季節によって、発生する量が大きく変化してしまうため、温暖化に与える影響については、いまだに十分に解明されていません。現在、世界中の研究者が、競って研究をしています。

49. 燃料電池を使った自動車なら、 対流圏オゾンを作らない？

近年になって、「燃料電池」という言葉をテレビや新聞で知った人がいるかもしれません。燃料電池は、水素と酸素を混ぜて反応させることによって、電気エネルギーを取り出すものです。

燃料電池を積んだ車には、エンジンそのものがありません。電気エネルギーで、モーターを回す仕組みになっているからです。エンジンがないのですから、対流圏オゾンの材料となる二酸化窒素も全く生成されないのです。また、水素と酸素が反応しても、水ができるだけです。燃料電池で走る車が、対流圏オゾンを作らないことは確かです。

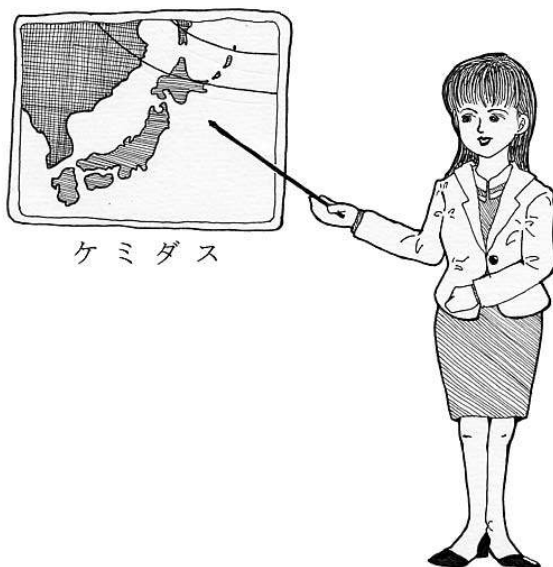


50. 「オゾン予報」って？

みなさんの中で、天気予報を知らない人はいないでしょう。明日は、晴れるのか、雨が降るのか？ どこかに旅行に行く前の日などは、特に気になるものです。

そんな“普通”の天気予報に加えて、光化学スモッグの発生を予報で教えてくれたら、便利ですね。なぜなら、何度も書いてきましたように、オゾンや二酸化窒素は私たち人間も含めた生物にとって有害だからです。そこで最近、光化学スモッグの発生を予想したり、スモッグの原因となる物質が、日本国内の都市だけではなく、はるか西にある中国大陆から運ばれてくる様子を予報する、「化学天気予報」の研究が進められています。

近い将来、これまで見なれた気圧配置や風速の天気図に加えて、「化学天気図」なんていうのも、テレビで見られる日がやってくることでしょう。

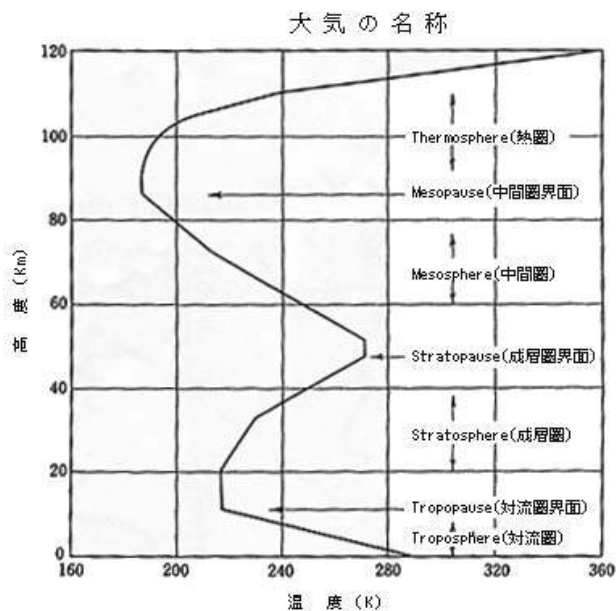


資料／イラストの提供・出典一覧

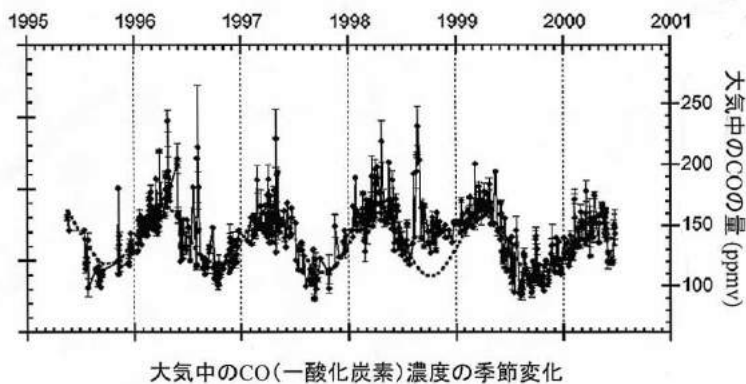
表紙	野田ゆかり
表紙裏	つだかつみ（偕成社刊「オーロラのひみつ」より）
1（2ページ目）	野田ゆかり
7	“Sydney Chapman, Eighty, from his friends,” edited by S.-I. Akasofu, B. Fogle, and B. Haurwitz.
7	島崎達夫「成層圏オゾン」講談社
10	気象庁 (http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/ozonehp/o3explain.html)
17	Royal Dutch Meteorological Institute (http://www.knmi.nl/goa/ozone/getdata.cgi)
18	気象庁 (http://www.data.kishou.go.jp/obs-env/info_ozone.html)
23	安成哲三・岩坂泰信編「岩波講座 地球環境学3 大気環境の変化」岩波書店
24	C. J. Heinselman/J. D. Kelly
35	上図：Solar Influences Data Analysis Center, Royal Observatory of Belgium (http://sidc.oma.be/html/wolfmms.html) 下図：WMO, Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002, Global Ozone Research and Monitoring Project - 8212; Report No. 47, Geneva, 2003.



太陽地球環境研究所による北海道陸別町でのオゾン層観測。オゾン層を壊す作用をする、塩素や窒素などの化合物濃度を測定しています。屋上に取り付けられている塔（上の写真の左側）から入って来た太陽の光を、観測所内にある装置（下）で調べています。



<国立天文台編「理科年表（第77冊）」（丸善株式会社）より>



名古屋大学太陽地球環境研究所の陸別総合観測所と母子里観測所が観測した、大気中の一酸化炭素の濃度の変化。季節ごとに規則的に変化しています。

オゾン 50のなぞ

第2版

発行日	2004 年 3 月 26 日
企画・制作	名古屋大学太陽地球環境研究所 りくべつ宇宙地球科学館 豊川市ジオスペース館
文 絵 編集	高橋けんし 大村 純子 野田ゆかり
発行	名古屋大学 太陽地球環境研究所 (〒442-8507 豊川市穂ノ原 3-13) http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/
印刷／製本	大陽出版株式会社 (〒441-8077 豊橋市神野新田町ロノ割 200)

本冊子は、平成15年度文部科学省地域貢献特別支援事業の一環として制作されました。

All rights reserved.

オゾン 50のなぜ

