

オゾンって なんだ!?

はやのん 作

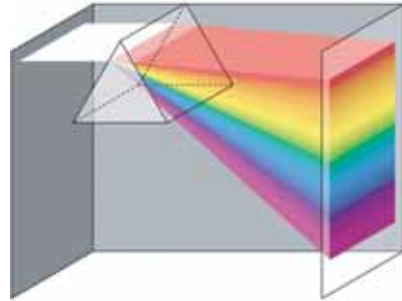


“オゾン層”発見ものがたり



地球上のオゾンの約9割が存在する成層圏。では、成層圏にオゾンがあることはどうやってわかったのでしょうか？

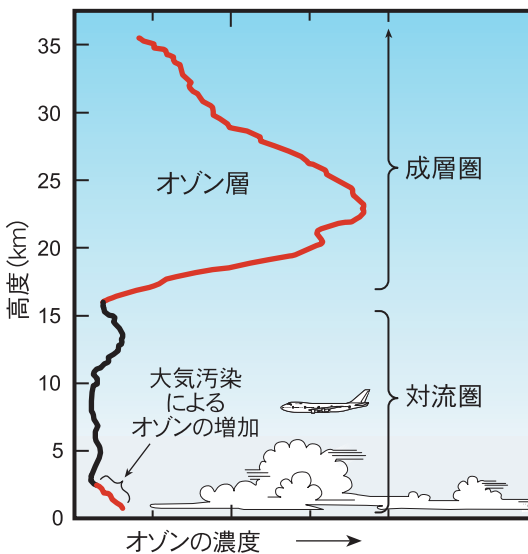
太陽から地球に届く光には、様々な波長の光が混じっています。紫外線のように波長の短いものから、赤外線や電波のように波長の長いものまであります。「ちょっと難しいな」と思った方は、プリズムや虹を思い出してください。虹がいろいろな色に分かれて見えるのは、太陽光には波長の違う光が含まれることの証拠ですね。



太陽にはさまざまな波長の光が混じっており、プリズムを使うと、色で分けることができる。

1881年、アイルランドの化学者ハートレー（W. N. Hartley）は、オゾンが波長200ナノメートル（ナノメートルは、10億分の1メートル）から300ナノメートルの紫外線を、吸収してしまう性質をもっていることを発見しました。さらに1896年、イギリスの天文学者ハギンス（W. Huggins）は、シリウス（おおいぬ座にある星）から届く光を使って、オゾンには300～340ナノメートルの紫外線を吸収する性質もあることを見つけました。

ハートレーは、太陽を出発したばかりの光には紫外線も含まれているのに、私たちの住む地球上で太陽の光を調べると、紫外線がないことに注目しました。そして、その原因として、「上空にはたくさんのオゾンがあって、紫外線を吸収しているからに違いない」と考えたのです。気球を打ち上げて、上空にオゾンがあるかを確かめてみる実験も行われましたが、気球がオゾン層の高さまで届きませんでした。



約80年の時が流れ、1940年代。ようやくロケットを使った観測ができるようになり、成層圏にオゾンがあることが確かめられたのです。ハートレーがすでに亡くなってからのことです。上空にオゾンがあることが確かめられた後、オゾンが地球の上空にどのように分布しているのか、どこで作られるのかなど、多くの研究へと発展していきます。1957年には、国際地球観測年のプログラムの一つとして、南極基地でオゾンの観測が始まりました。この観測が、やがてオゾンホール発見につながっていくことは、当時はだれにも予想できなかったことでしょう。一方、オゾンが紫外線を吸収するという性質に注目して、私たち人間を含む陸上の生物の多くが安全に繁栄できるのは、オゾン層のおかげであるという研究も進みました。これらの研究の足がかりとなったのは、ハートレーを始めとする世界中の研究者がオゾンという化学物質に興味をもってくれたからこそ、といえます。

オゾン層は、緯度によってその高さが変わるが、だいたい15キロから40キロぐらいの範囲にある。〈WMO Report “Scientific Assessment of Ozone Depletion 2002” より〉

それでは、もるちゃんとミルポといっしょに、オゾンのことをもっと詳しく調べる探検に出発です！

芝生に寝ころんで
空をながめているのは

科学大好き小学生
もるちゃんと
ロボット犬の
ミルボです



ねえミルボ

あの雲の上には
なにがあるの
かな～

う～ん？
雲の上？



空が
あるんじゃ
ないの？





うわ〜ん！
もう！ ユメが
ないなあ！

なんかもっと
おもしろい
なにかがあったら
いいのにな〜って
ハナシ！



やれやれ
むずかしい
お年頃だぜ

そりゃ〜
オシだって
雲の上に
焼肉の国が
あったらいいな〜
とは思うけどさ



あ！
そういえば

雲のずっと上の
高〜いところには
オゾン層ってやつが
あるって

なにかで
聞いたこと
あるぜ

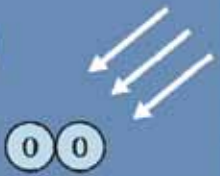


オゾン層？

……って
な〜に？



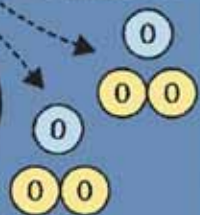
空気にふくまれる
酸素分子 (O_2) が
太陽から
やってくる
紫外線を浴びて



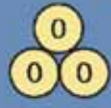
ふたつの
酸素原子に
分かれる!



そして
ひとりぼっちになった
酸素原子が
ほかの酸素分子に
くっくと



酸素原子がみっつ
セットになった
オゾン (O_3) に
なるんだ!



こうして生まれた
オゾンが
たくさん集まっている
あたりが

オゾン層と
呼ばれて
いるんだよ!



オゾン層は
生命にとって有害な
紫外線を
ほとんど吸収して

地球を
紫外線から守る
バリアーみたいな
ものなんだ

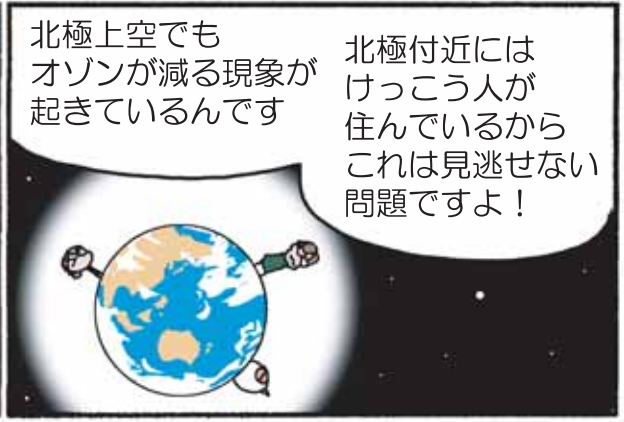


もし
オゾン層が
なかったら

地球には
生命が
存在しなかつた
だろうね







しかし
地上で使われているフロンが
地球の大気の流れに乗って
成層圏に入り込んでしまい

そこでオゾン層を
破壊していることが
わかったのです！

この研究結果が
発表されると
世界中でフロンガスを
使わないように
規制するはたらきが
生まれました

でも
冷蔵庫や
クーラーが
使えなくなるのは
困りますね


そこで
現在の冷蔵庫や
クーラーには

フロンかわりになる
代替フロンが
使われているんですよ！

でも
フロンを使うのを
やめたからって
すぐにオゾン層の
破壊が止まるわけ
じゃないんでしょ


そうだね

フロンは
とても安定した
物質だから
分解するまでに
長い時間が
必要なんだ




いったい
いつになったら
穴がふさがるの？

まさかずっと
穴があいたまま？



スーパーコンピューター
を使った
最新の研究結果によると
50年くらいで元に戻る
と予想されているんだ

え～
そんなに
かかるの～!?



それまではずっと
オゾンホールが
あいたまま
なんですよ

それは
まずいぜ

フロンが
なくなるのを
じっと待つしか
ないのか!?



地球のオゾンは
成層圏に90パーセント

それより低い
対流圏には
10パーセントという
割合で存在しているんだ

90パーセント

10パーセント

しかも
対流圏のオゾンは
少しずつ
増えているんだよ

だから 地上にいる
人間や植物への影響が
心配されているんだ

それに
地球が宇宙へ逃がすはず
のエネルギーを吸収して
地球温暖化の
原因になる
可能性もあるんだよ



えー
オゾンが
ワルモノに!?

なるほど

オゾンはいつでも
オレたちの味方って
ワケじゃないんだな



上のほうでは
オゾンが
減っていることが
問題になっていて

下のほうでは
オゾンが
増えていることが
問題になって
いるってことだな

こいつは
おもしろい
ぜ!



どちらも
見逃せない
問題だね

成層圏での
オゾン層破壊の
問題については
フロンガスを
規制するという
対策をとっているし



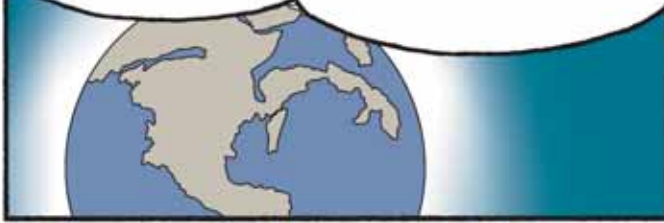
対流圏では
オゾンが発生する
原因となっている
窒素酸化物を
作り出さないように

自動車や工場から
排出される
二酸化窒素を
規制しているね



成層圏のオゾンも
対流圏のオゾンも
世界中で
研究が進められて

これ以上
悪い状態に
ならないような
対策をしているんだよ



100年後の世界では
「昔はオゾンホールと
いうものがあったね……」
な～んて
話してるかも
しれないな!

うん!

そうなる
といいね!

ははは



雲の
ず～っと上にある
オゾン層が
私たちの命を
守ってくれて
いたんだね

なんだか
カンドー
しちゃうなー



こんどは
私たちが
オゾン層を守る番
なのかもしれないね!

そうだな!
オレたちも
がんばろうぜ!



オゾンってなんだ!?



先生、こんにちは。この前、新聞にオゾンホールのお話が書いてあったよ。オゾン層のおかげで、私たち人間も、動物や植物も安全に暮らすことができるって、本当かなあ？



そうだよ、もるちゃんの言うとおりの。オゾン層は、太陽からの光に含まれている紫外線という光を防いでくれるからね。目には見えないオゾンだけど、地球をすっぽりとつつみこんで、もるちゃんや生物を守ってくれる。「縁の下の力持ち」ってところかな。



オレ様はロボットだから、紫外線もへっちゃらだけどな。



ははは。ところで、オゾン層はいつごろから地球にあったと思う？



うーん、いつごろだろう？生物が安全に暮らせるのは、オゾン層のおかげだから、私たちの祖先が地球上に生まれるよりも、ずーっと前に出来たんじゃないかなあ…？



地球が宇宙に生まれたのは、今から46億年前のことなんだ。そして、オゾン層ができたのは、およそ4億年ぐらい前のことだと考えられているんだよ。



えーっと、ティラノサウルスやステゴサウルスみたいな恐竜が生きていたのは、2億5千万年から6500万年ぐらい前の時代だと言われてるから、オゾンはそれよりも昔からあったっていうことだな！オゾン層は、とても長い時間をかけて、ゆっくりと少しずつ作られていったわけだ。



その通り！そして、地球にオゾン層が出来たあと、陸上に生活する生物が生まれ、やがて人間が誕生したんだよ。もしもオゾン層がなかったら、もるちゃんも生物も、地球にはいなかったかもしれないね。



もしも、オゾン層のオゾンが少なくなったら、どうなるの？



地上に届く紫外線が増えてしまって、生物たちは大ダメージを受けるかもしれないんだ。



紫外線って、日焼けの原因になるって

聞いたことがあるぞ。もるちゃん、トースターで焼いたパンみたいに、真っ黒になっちゃうかも。



えー、やだよ～！



そのくらいなら、まだいい方だね。紫外線は、生物のDNAを傷つけて、皮膚がんを引き起こすといわれているんだ。それから、人間の目のレンズは透明なたんぱく質でできているんだけど、多量の紫外線が目に入ると、レンズが白くにごってしまって目が見えにくくなる。これは白内障とよばれている病気だよ。



じゃー、オゾン層がどうなっているか、とても気になるなあ。高いところにあるオゾンの量を調べるには、どういう方法を使うんだろう？



UFOを持ってる宇宙人に、こっそりと頼んだりして。



うーん、さすがに宇宙人には頼まないけど、ミルボの推理も、なかなかいい線いってるぞ。



えっ!?



オゾン層を探るのに、人工衛星を飛ばして宇宙から観測することができるんだ。人工衛星は、ぐるぐると地球を回りながらオゾン測定するから、日本の上空でも、ヨーロッパの上空でも、南極の上空でも、どこでも調べられるのさ。



他には、どんな方法があるのかしら？



地上からだって、高いところのオゾンの様子を知ることはできる。レーザー光線を使ったレーザーレーダーや、オゾンから出てくる弱い電波を調べる方法などがあるんだ。人工衛星は、壊れてしまうとなかなか修理が難しい。でも、地上に置いて使う機械だったら、調子が悪いときにすぐに修理に行くことができるという利点があるね。



なるほど、オレ様も地上でなら毎日充電してもらえるしな。



うーん、ちょっと話が違うような…。



ははは。

オレンジを使って、魔法の実験!?

オゾンをめぐる、もるちゃんとミルポの探検物語、いかがでしたか？ 成層圏のオゾンホールはもちろん、対流圏の光化学スモッグにも、オゾンが関わっているんですね。ここでは、この本を読んだほとんどのの方がまだ見たことのないような、不思議な実験をご紹介します。

実験に使う材料と道具は、オレンジとフラスコです。もちろん、オレンジはスーパーマーケットで売っているものですが、フラスコだって学校の理科の実験室にいればありますね。そして、オレンジの皮をむいて、皮をフラスコの中に入れてみた直後の様子が、写真1です。「何も起こらないのでは…？」と思った方、気が早いですよ。写真2を見てください。これは、フラスコにオレンジの皮を入れて、30秒ぐらいたった後の様子です。なんと、フラスコの中に白い煙がもくもくと漂っているではありませんか！ フラスコに、オレンジの皮をちぎって入れただけなのに、いったい何が起こったのでしょうか？ 白い煙の正体はいったい何でしょうか？



写真1 実験開始！オレンジの皮をむいて、フラスコに入れると…？

この「魔法」のタネ明かしをする前に、光化学スモッグについて、少しおさらいします。皆さんは、遠くの山々が白っぽく、時には、少し茶色っぽくかすんでしまい、きれいな景色を見ることができなかったという経験があるはずですよ。世界中のいくつかの大都市では、そのようなかすみ*が特に頻繁に起こることが知られており、スモッグと深い関係があります（写真3）。スモッグは一日のうちでも時間とともに色や濃さが変化しますし、一年の中でも発生しやすい時期とそうでない時期とがあります。また、太陽が出ているか、風向きがどうなっているかなどの気象条件にも関係しています。



写真2 なんだか白い煙が出てるぞ！オレンジの皮が燃えているわけじゃないのに！

スモッグは、自動車や工場から出てくる炭化水素や二酸化窒素という化学物質、そして、オゾンなどが原因です。オゾンと炭化水素がいっしょに存在すると、複雑な化学反応のすえに、スモッグが発生します。スモッグは、とても小さな粒でできていますので、光をさえぎったり散乱したりします。こうして、スモッグが発生すると、遠くの景色がかすんでしまうのです。スモッグは、私たちの目がチカチカしたり、のどが痛くなったり、あるいは植物の葉を枯らしたり、生物に良くない影響をもたらすことがわかっています。

さて、「魔法」の実験の話に戻ります。実は、フラスコの中には初め、オゾンを少しだけ入れておきました。オゾンは、人間の目には無色透明なので見えません。写真1のフラスコには、タネも仕掛けも無いように見えますけどね。そして、オレンジの皮からは、リモネンと呼ばれる炭化水素の仲間である化学物質が出てきます。リモネンは、オレンジを食べるときに感じるさわやかな香りのもとです。オゾンとリモネンが化学反応を起こしたため、写真2のようにフラスコの中で白い煙が発生、つまり「スモッグ」が再現されたというわけです。



写真3 シアトル市に発生したスモッグ。地平線のあたりが茶色にかすんでいる。

実際の光化学スモッグでは、炭化水素は自動車や工場から出てきます。炭化水素とオゾンが会ってしまうと、スモッグが発生するのです。しかし、その仕組みにはわからないことが多く、世界中の科学者たちが研究を行っています。

(注意) この実験は危険ですので、決してマネをしないでください。



名古屋大学太陽地球環境研究所

「太陽-地球システムの構造とダイナミックな変動過程の研究」を目的とする、全国共同利用研究所です。4つの研究部門（大気圏環境、電磁気圏環境、太陽圏環境、総合解析）から成り、太陽と地球の関係をよく深く知るために、国際共同研究を実施しています。研究やデータフローの円滑化をはかるため、ジオスペース研究センターも設置。また、全国に配置する附属観測所では、電波・光学観測などを展開中です。
<http://www.stelab.nagoya-u.ac.jp/>



National Geophysical Data Center (NGDC) Space Environment Center (SEC)

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)

NGDC（地球物理データセンター）とSEC（宇宙環境研究センター）は、コロラド州ボルダー市にあり、NOAA（アメリカ海洋大気局）に所属する国立研究機関です。太陽-地球環境に関するデータの処理、研究開発計画の作成・実行、情報発信を行い、アメリカの国家政策や科学・技術計画へのアドバイスもしています。世界の宇宙天気研究・予報機関の中では、リーダー的存在です。
<http://www.ngdc.noaa.gov/> <http://www.sec.noaa.gov/>



りくべつ宇宙地球科学館（愛称：銀河の森天文台）

環境庁により「星空の街」、「星空にやさしい街10選」に選ばれた北海道陸別町。その自然豊かな環境の中に、平成10年7月、「りくべつ宇宙地球科学館」がオープンしました。日本最大級の115cm反射望遠鏡を始め、30cmクラスの望遠鏡4基、4連太陽望遠鏡等が備えられています。この科学館内の総合観測室には、名古屋大学太陽地球環境研究所の「陸別観測所」と独立行政法人国立環境研究所の「陸別成層圏総合観測室」が併設されており、主に成層圏・対流圏大気やオーロラ・磁気嵐の観測研究が行われています。
<http://www.town.rikubetsu.hokkaido.jp/tenmon/index.html>



豊川市ジオスペース館

ジオスペース（太陽地球環境）をテーマに、産学官が共同でソフトを開発し、平成11年7月にオープンしました。全天周レーザー投影機を備えたプラネタリウムドームは、星とオーロラを同時に鑑賞できる、世界でも希な施設です。オーロラやオゾン層など、地球を取り巻く様々な現象を映像化する4面マルチビジョンもあります。さらに、パソコンを使って、地球から太陽までの広大な空間と地球との関わりについて、楽しく学ぶことができます。
<http://libweb.lib.city.toyokawa.aichi.jp/geo/>

著者 **はやのん** 1975年生まれ、琉球大学理学部物理学卒業。科学とゲームに深い造詣を持つ漫画家。ファミ通PS2（エンターブレイン）、子供の科学（誠文堂新光社）、NintendoDREAM（毎日コミュニケーションズ）など連載誌多数。オーロラ鑑賞したさで衝動的にカナダへ飛び行動力と、科学に対する愛情にあふれる作品には定評がある。
<http://www.hayanon.jp/>

子供の科学

（誠文堂新光社）楽しく科学にふれる、小中学生のための月刊誌。1924年の創刊以来、「これから」を担う若い世代に科学の入口を提供。身近な現象から最先端の研究成果まで、自然科学のさまざまな事柄についてのやさしい解説のほか、手軽に科学のおもしろさを体感できる実験・工作の記事を満載。毎月10日発売。
<http://www.seibundo-net.co.jp/>

制作：名古屋大学太陽地球環境研究所 / 協力：子供の科学編集部 / アドバイス：高橋けんし / 編集：野田ゆかり

本冊子は、平成16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.