

●オーストラリアにおける紫外線対策とオゾンホール

紫外線対策として度々オーストラリアにおける『先進的』な取り組みが紹介されることがあります。高校の現代社会の教科書には次のような記述があります。

40

地球環境問題 (○P.45)

どうしてサングラスをかけているの?

私たちの課題



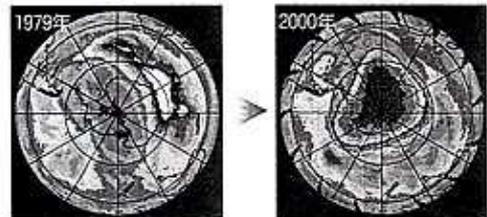
△1 サングラスで登校する子どもたち

地球のバリア 地上から20~30km上空にかけてオゾン層がある。1気圧ではわずか3mmしかないが、太陽から降り注ぐ有害な紫外線を吸収して、地上に降らさないようにするバリアの役割を果たしているのである。

サングラスも『制服』の一部 オーストラリアは皮膚がんの発生率が高い。オゾンホール(オゾン層が局所的に薄くなっているところ)ができて南極に近い南極に近いため、紫外線が強いなどの原因が考えられている。そのため、帽子や服、サングラス、日焼け止めクリームなどで日焼け予防をしている。

オゾン層破壊による影響

- ① 皮膚がん、白内障の増加
- ② 免疫機能の喪失
- ③ 地球規模の凶作による飢饉
- ④ プランクトンの激減による生態系の破壊など

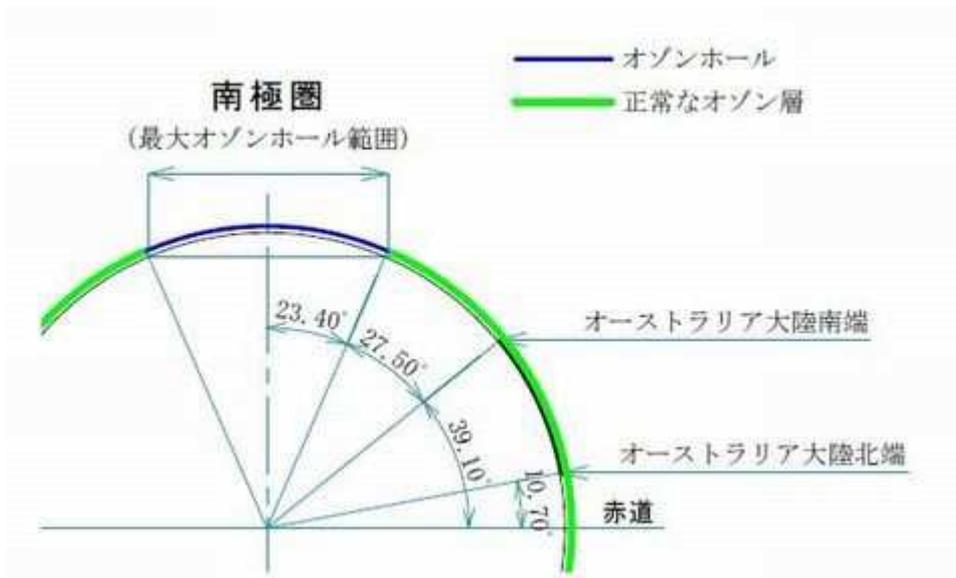


△2 オゾンホール 南極上空におけるオゾンの量を示している。茶色の部分はオゾンの量が多く、青、白、灰色になるにしたがって量は少なくなる。(NASAのデータをもとに作成)

オゾン層を破壊し、地球の生態系を弱くするのがフロンである。身近な例ではスプレースプレーのガス、クーラーや冷蔵庫の冷媒などに使用されてきた。先進国では、1996年以降特定フロンの生産は禁止されている。発展途上国も、2010年までに特定フロンを全廃することになっている。

解説:

この教科書では、オーストラリアにおける皮膚がんの発生率が高いことを『オゾンホールができて南極に近い南極に近いため、紫外線が強い』ことが原因の一つであると述べています。これについて検討しておくことにします。



オーストラリア大陸の南端の緯度は概ね南緯 39.1°、南極圏北端の緯度は南緯 66.6° です。両極方向の地球の直径を 12,714km とするとこの間の距離は

$$12,714\text{km} \times \pi \times (66.6 - 39.1) \div 360 = 3,054\text{km}$$

これを近いというべきかどうかは主観なのかもしれませんが、少なくとも光の物理学的な性質から、冬～春の一時期にだけ発生するオゾンホールから侵入した紫外線が 3000km 以上も離れたオーストラリア大陸に到達して皮膚がんの発生率に影響することはありません。

オーストラリアで皮膚がんの発生率が高いのは事実でしょう。ただし注意が必要なのは、あくまでも北半球の中緯度から高緯度に住んでいた白色人種を先祖に持つ移民のオーストラリア人の間に皮膚がんの発生率が高いということです。ネイティブのアボリジニを先祖とするオーストラリア人と皮膚がんは無縁です。

白色人種は太陽放射の少ない(緯度ないし天候の影響)地域に長年住んでいた結果、有害な紫外線に対する生体防御機構が失われ、その代わりに、必要なビタミン D を弱い紫外線 UV-B でも合成できるようになったのです。いわば有害紫外線に対して無防備な状態で低緯度～中緯度に位置し、晴天率が高く紫外線の強いオーストラリアに移住した結果、色素のない虹彩(瞳)は紫外線を通しやすく白内障を発生させ、白い肌は皮膚がんを発生させることになったのです。

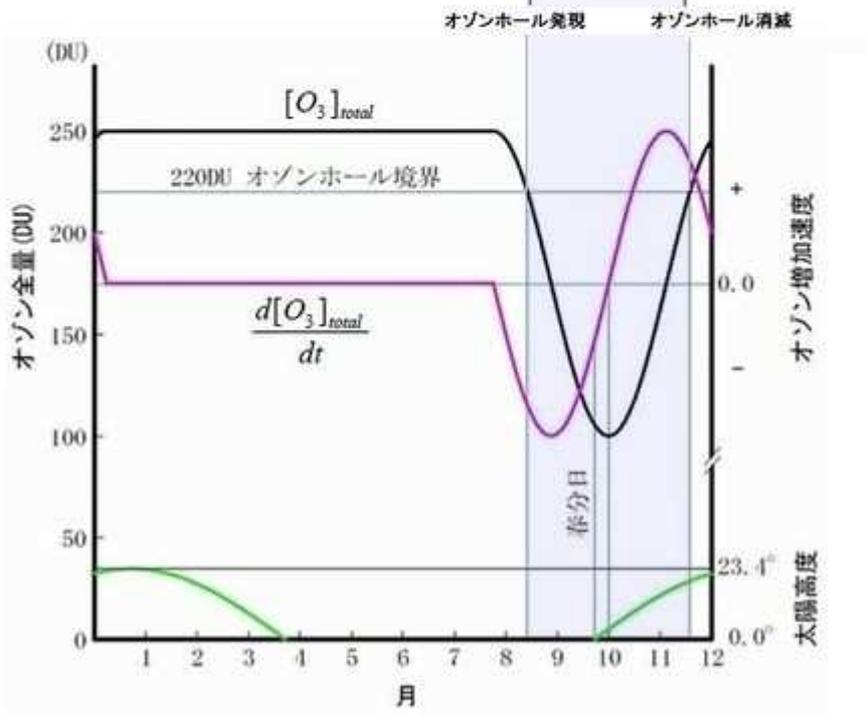
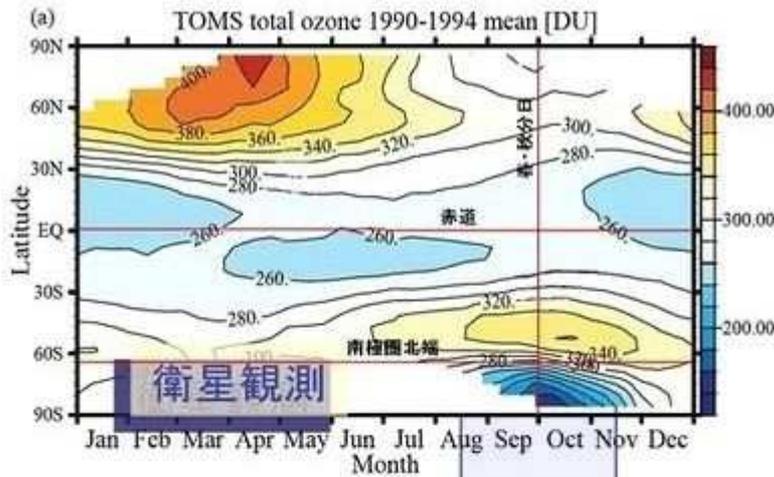
教科書に示されている「オゾン層破壊による影響」については、仮に UV-B や UV-C が大量に全球にわたって地表環境にまで到達するようになれば生体を構成する分子構造が破壊されて問題になります(→生物と紫外線)。しかし、地球大気中の酸素濃度が太古の大気のようにほとんどゼロにでもならない限り地表に大量の UV-B や UV-C が到達することはありません。

なぜオゾン層が成層圏にあるのかを思い出してください(→フロン・酸素・オゾンと紫外線)。対流圏界面以下では大気中の酸素濃度が高すぎて UV-C が上空の大気に吸収・散乱されてしまうために届かないのです。仮に、紫外線が対流圏に届けば、そこでたちどころに光化学反応でオゾンの生成・分解反応が起き

ます(その過程で紫外線が吸収されます)。オゾン層破壊による生態系への悪影響はフィクションです (→オゾンホールの影響)。

また、オゾンホールの成因について次のように述べています。

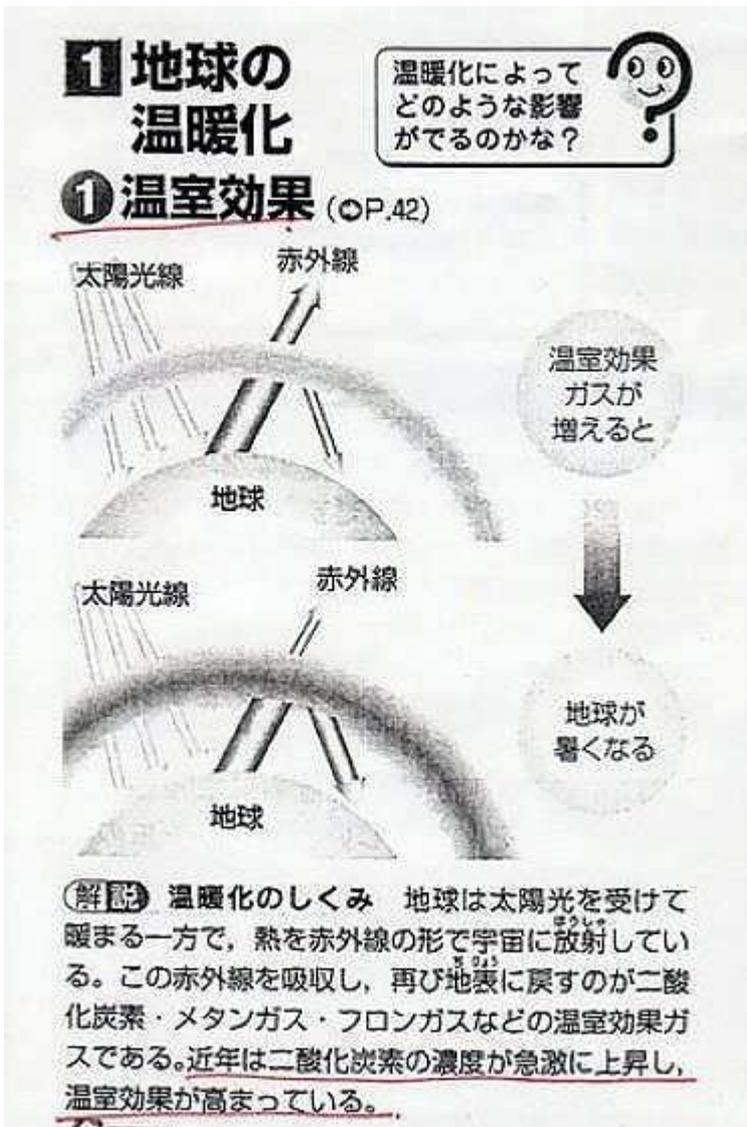
「オゾン層を破壊し生態系を脅かすのがフロンガスである。」



しかし、オゾンホールが縮小する時期によく太陽光が南極点に届くようになるのであって、オゾンホールの拡大する時期には光化学反応によってオゾンが分解されることは不可能です。(→オゾンホールのフロン原因説)。

●温室効果の増大で低温赤外線放射は増加する

同じ頁に地球の温暖化として次のような図が掲載されています。



解説:

地球の温度が安定している条件は、地球を温める有効太陽放射と地球からの赤外線放射が均衡することです(→3-3 温室効果の通説を科学する)。この条件は、地球の温度状態が暴走状態にならない限り、多少の温度上昇や温度低下があっても常に満足されています。

現在の地球では、宇宙空間に放出する赤外線放射の内の約 5%が地球表面からの放射(=放射冷却)であり、残りの 95%程度が大気上層の雲頂あるいは大気からの低温赤外線放射です。

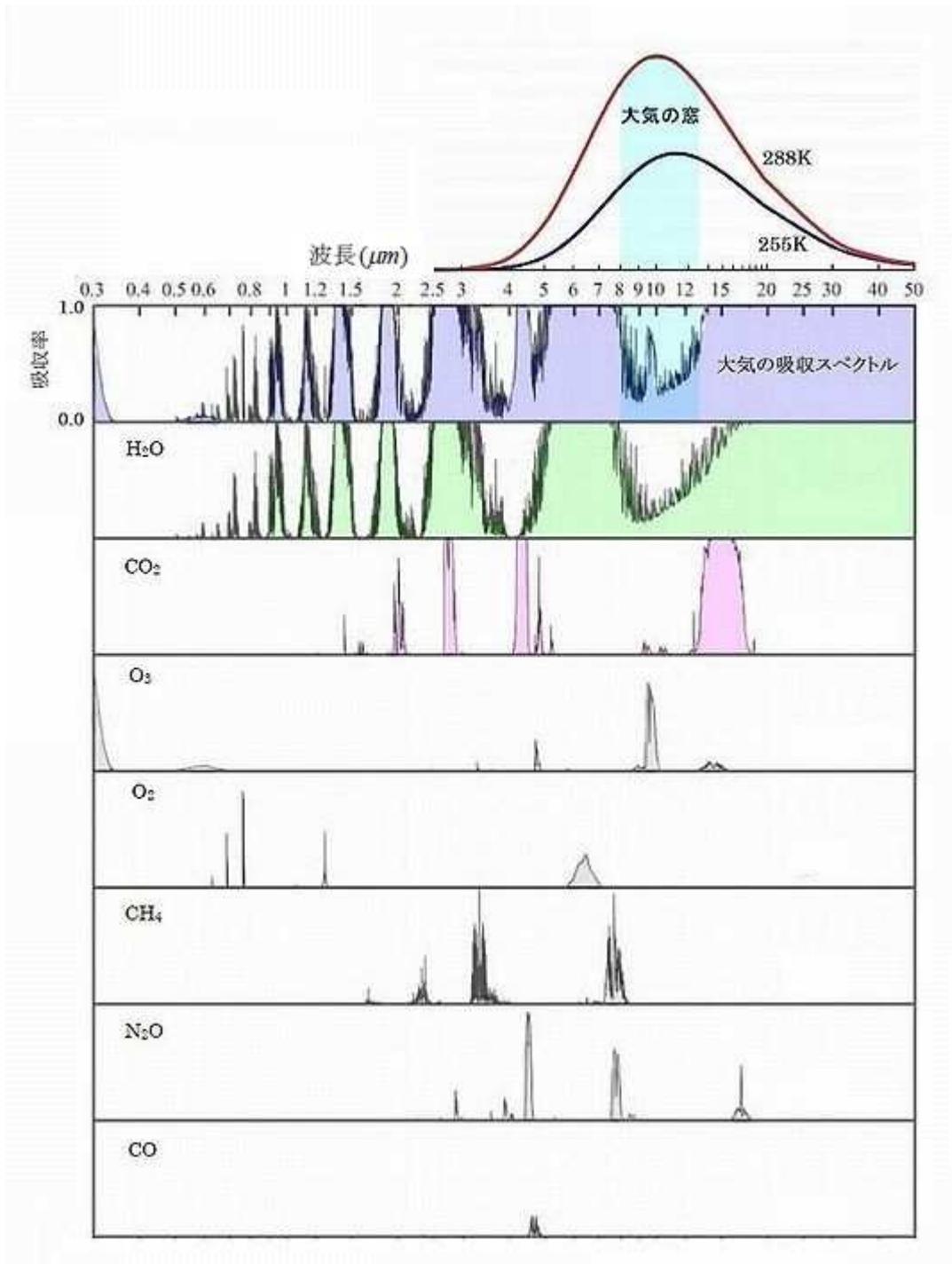
仮に温室効果の増大によって地表近くの大気温度≒気温が上昇する場合には地球表面からの放射冷却が減少して大気上層からの低温赤外線放射が増加します(→3-2 大気中のエネルギー伝達と温室効

果)。

教科書の図に示すように明らかに赤外線放射が太陽の有効放射よりも小さい場合には、地球大気の保有するエネルギーは時間の経過とともに発散する熱暴走状態を示しています。

また解説文で

「近年は二酸化炭素の濃度が急激に上昇し、温室効果が高まっている」としてはありますが、これはありません。



温室効果ガスと言ってもすべての地表面放射を吸収できるわけではなく、気体分子毎に吸収できる波長帯域が異なっています。地表面放射に対して CO₂の吸収できる波長帯域は 4.6 μm 付近と 15 μm 付近

に限られています。この波長帯域の地表面放射は既にほぼ 100%吸収されているため、いくら大気中の CO₂ 濃度が増加しても大気の吸収できる地表面放射は増えません(→気体の分子運動と電磁放射、3-3 温室効果の通説を科学する)。