

人類社会と大気に関わり ～フロンが暗示した人間のエゴ～

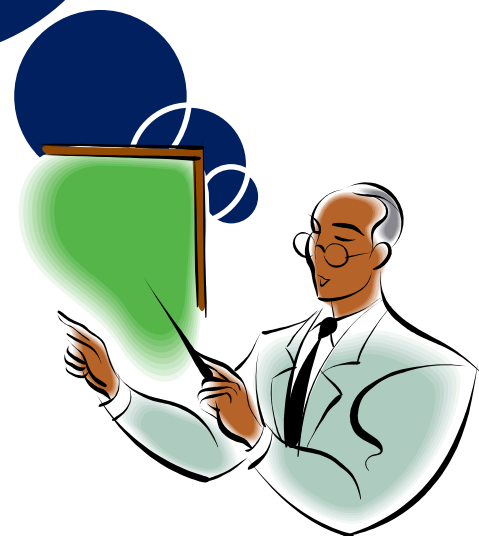


写真はタクラマカン砂漠の東の端にある敦煌市での観測風景

岩坂泰信
名古屋大学名誉教授
環境省黄砂問題検討会 座長

2018年1月24日
三重県環境全事業団 研修室

**空気は何から出来ている
のだろうか？**



**岩坂は、小学校と中学の途中まで富山県
伏木で過ごしました。
その後、父の勤めの事情で東京に移転。
東京と田舎の落差にびっくり！
東京の立川高校、東京大学をへて大学院
に進み、永田武教授のもとで修業。**



- ◆主に、勉強したのは超高層大気物理学、と書くと何
が何だかわかりませんが！！？
- ◆なんとか学位論文を作り審査に受かり大学院を終え、
縁あって名古屋大学の助手に
- ◆名古屋大学の磯野謙治、雨や雲の研究者として名が
あった、研究室で雲粒を作る種の研究を始めました
- ◆その後、縁あって金沢大学で研究することになり、空
気の成分に微生物も入れるべきと考え始め

**空気の流れは、いろいろなもの
を運ぶ**

**ガス、微小粒子、
他(車、動物、..)**

**それらは何処を流れているのか？
どんなものが流れているか？**

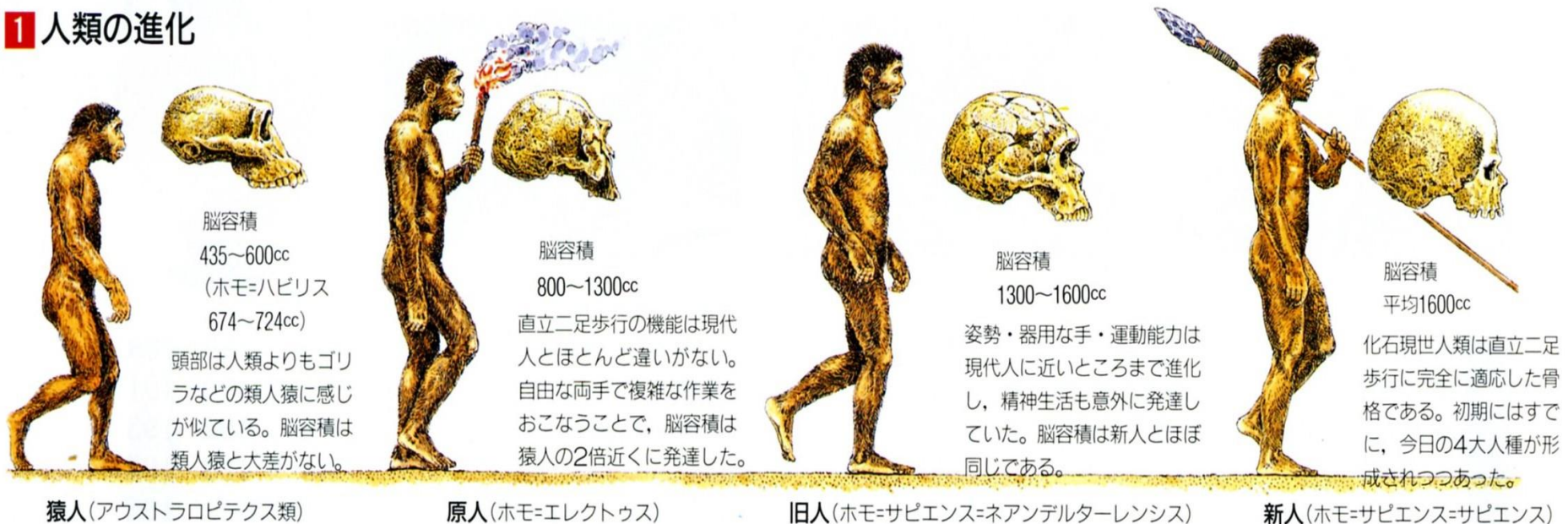
**本当に知るのは難しい
人間が早い段階で知ったのは「酸素」の力**



ヒトと動物の違い？

いろいろの考え
の中に
「火の使用」
がある

1 人類の進化



2

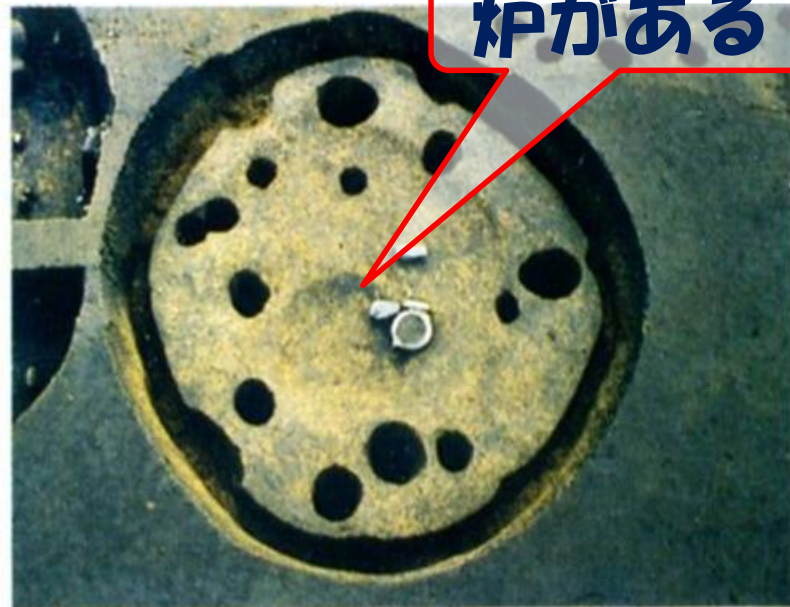
たてあな 竪穴住居

→ 竪穴住居跡(東
京都忠生遺跡)
ただお

解説

竪穴住居は、地面を50cmほど円形に掘り、数本の柱を立てて枝や草で屋根をふきおろした住居。内部は直径3~4mくらいで、中央には炉があり、食料の貯蔵穴が作られていたものもあった。

↓ 復元された竪穴住居 (長野県与助尾根遺跡)
よすけおね



炉がある！



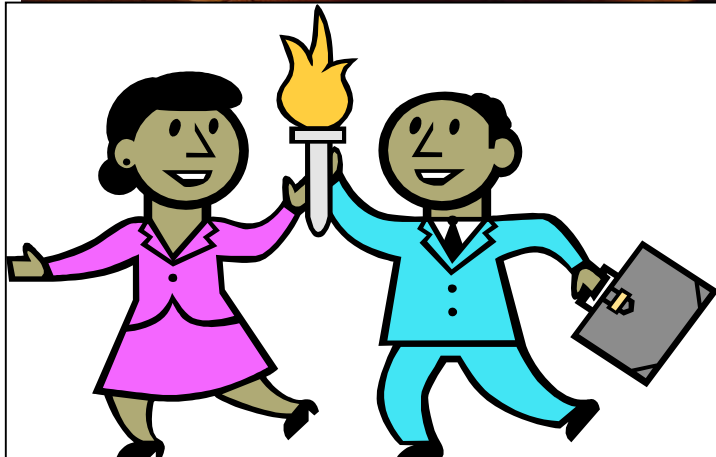
換気する

**物を燃やし、さまざまに利用
そして
発生したガスや煤は屋外に
排気する**

無意識のうちに

**「外に(空気中に)捨てれば、
後は何とかなる」**





燃やすことによって生じる 地球環境問題

化石燃料の使用
中国など

車の使用

焼畑農業

CO₂の増加－温暖化

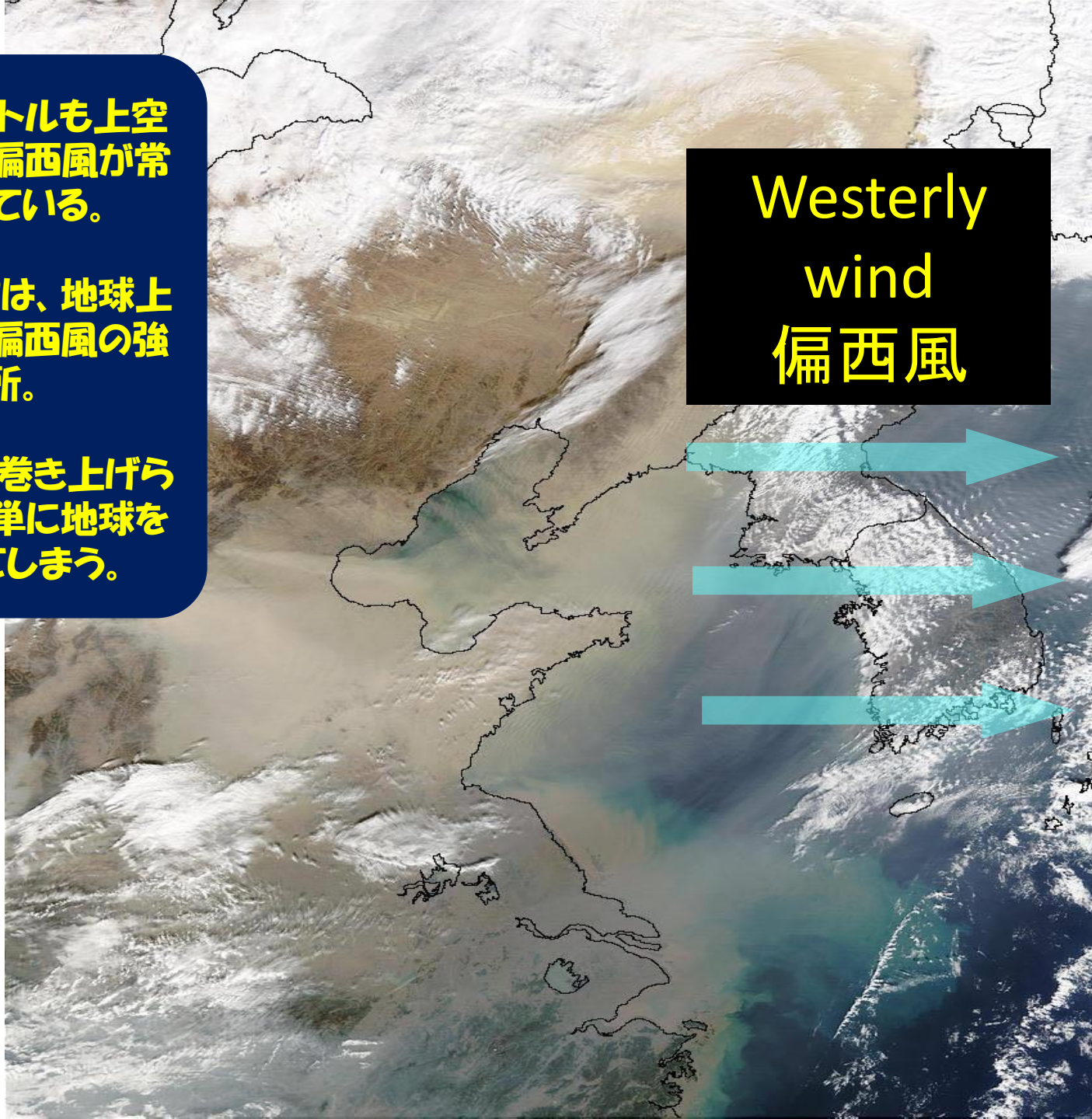
酸性雨原因物質
－環境の酸性化

数キロメートルも上空
に上ると、偏西風が常
に吹いている。

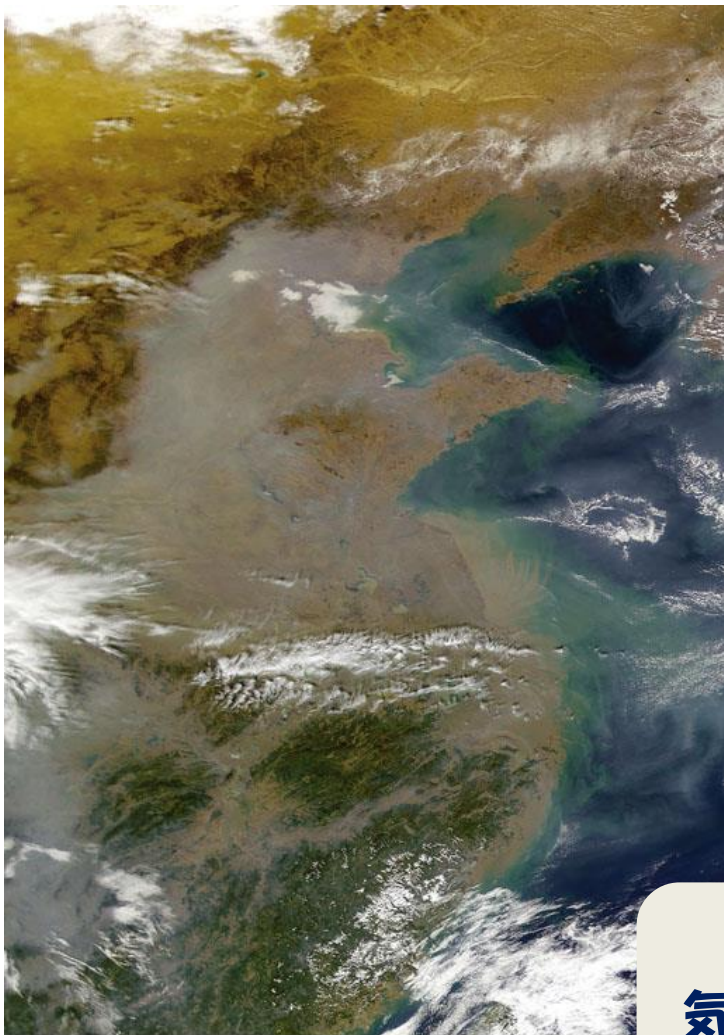
北東アジアは、地球上
でもっとも偏西風の強
い所。

この高さに巻き上げら
れると、簡単に地球を
一周してしまう。

Westerly
wind
偏西風



The Asian Brown Cloud アジアの茶色い雲

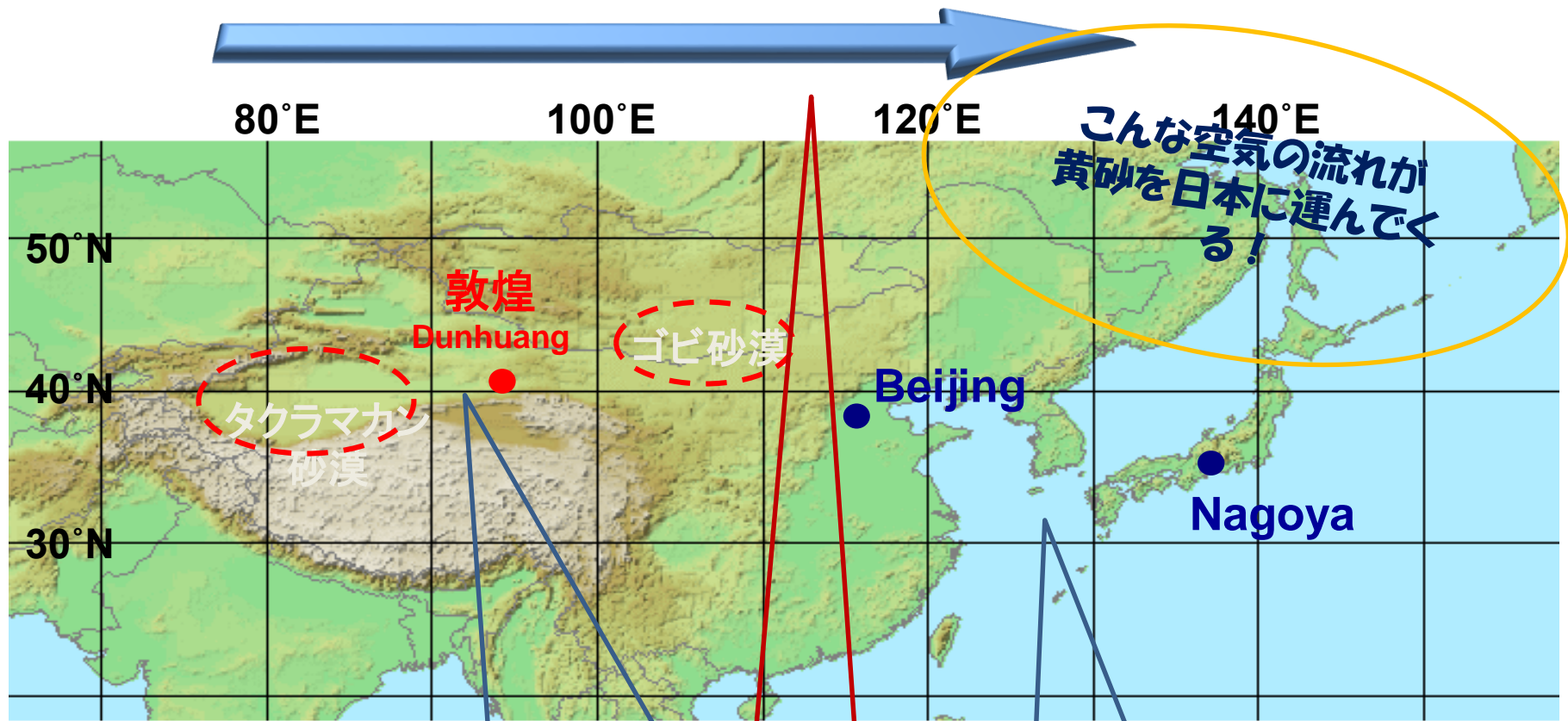


© Brooks/Cole, Cengage Learning

Air Pollution in Shanghai, China (2004) 中国、上海の汚染大気



偏西風で東に運ばれ
気圧が低いところで砂塵
を含んだ気塊は下降する



強い低気圧が、暖くなった大陸内部
では、発生しやすい

上空は強い偏西風が年間を
通して吹いている

暖かい日本近海の洋上では低気
圧が発達する

酸性雨の問題などは
物を燃やした時に出る
硫黄酸化物や窒素酸化物が

さらに空気中で
酸化の度を上げる(=燃える！)
ことが関係している



**20世紀になって、フロンと呼ばれる
人工合成物が盛んに利用される時代
がやってきます。**

**物作りに温度の管理は決定的：電子製品、・・
作業環境に温度の管理は重要な要素：工場、・・
生活に温度管理は重要な作業：冷蔵庫、車、・・**

**冷媒として盛んに利用されてい
きます。反応性は極めて低く、
体に無害！
酸素とさえも反応しない！**



イギリスの結果は、日本やアメリカの観測でも確認された

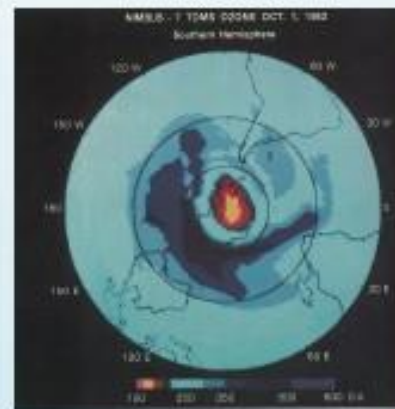
Ozone Hole Discovery



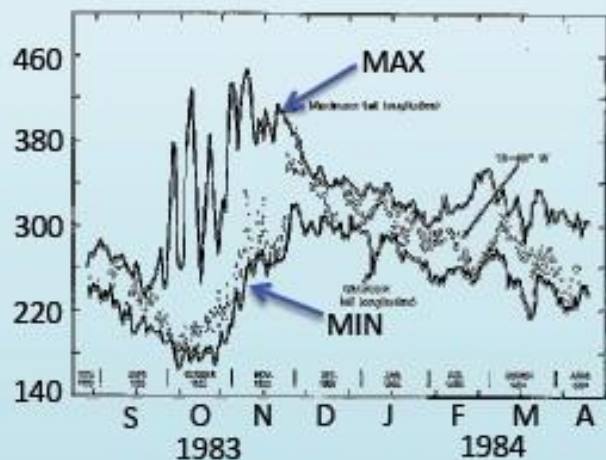
Farman, Gardiner, & Shanklin (1985)

ハーレベイ基地での長期観測が南極上空の春先のオゾン大崩壊を示し、ファーマンらはフロンが原因と主張した。
この発見は、フロンの危険性を具体的な形で我々に示した。

Discovered at the British Antarctic Survey station at Halley Bay from measurements begun during the IGY



Original TOMS ozone hole map produced by Don Heath and PK Bhartia in 1985



Satellite measurements showed that Halley Bay was in best location for seeing ozone hole

**ClO_xはオゾン破壊連鎖
反応によって、オゾンを
急速に破壊する**

**フロンと一緒にN₂Oが増えている
のは出来すぎた話！**

**南極の冬は
PSCと呼ばれる
エアロゾルが大発
生する。**

**PSC表面ではClONO₂
が分解。フロン起源の
塩素化合物を活性化す
る反応が急速に進行す
る**

**フロンやN₂Oは丈夫な化学物質で
簡単には分解せず、いつまでも大
気中に漂っている。
成層圏にまで拡散すると紫外線に
よって光化学反応が起きClO_xや
NO_xになる。
両者が合体し安定な物質に！！**

**赤のパスは
南極の冬
青のパスは世界
中いつでも**

フロン起源

**土壌バクテリ
ア・肥料起源**

対流圏温暖化
成層圏寒冷化

O₃ 消失

エアロゾル
ClONO₂

ClO_x

NO_x



自慢の装置は、なんとか組み立て、
観測はやっと間に合いました。

1982-84

冬がきて、夜が続くようになると毎
日観測が続きます。びっくりするよう
な汚い成層圏が現われました。



越冬隊中は隊長以外全員
がトイレ掃除等

越冬隊(24次、1981-1983)
を迎えにきた「しらせ」で
永田東大名誉教授が基地視察



'Ozone valley' found in Tibet

By Shao Ning

THE Earth may have developed its third though smaller ozone layer, following "holes" above Antarctica and in the Arctic atmosphere.

Over the past few years, Chinese scientists have found that every summer a special ozone thinning happened over the Qinghai-Tibet Plateau.

Scientists say the thinning usually begins from June and maintains to September, then returns to normal. Such changes can be traced to 1979 from meteorological records.

It is another fact of ozone depletion which was first discovered in the ozone layer above Antarctica in 1985.

Led by Chinese scientist Zhou Xiuji, an academician from Chinese Academy of Sciences, a joint research group in Beijing analyzed the distribution of the ozone layer in the atmosphere over the plateau.

They used the US' Nimbus Satellite TOMS data provided by NASA's Goddard Space Flight Centre and plotted the monthly mean total column ozone distributions over China by averaged data from 1979 to 1991.

From the huge amount of data, they've found special thinning from the "ozone valley" above the Qinghai-Tibet Plateau.

"In general the ozone distribution is uniform at the same latitude on earth," said Zhou Xiuji, also a professor working with Chinese Academy of Meteorological Sciences in Beijing. "In winter and spring we found that the ozone layer above the Qinghai-Tibet Plateau is the same as that above other areas in East Asia at the same latitude."

"However, from June, the atmospheric column ozone begins to get thinner above the Qinghai-Tibet Plateau, creating an 'ozone valley'," he said, "and disappears gradually after September."

They found the ozone value in the "valley" is about 11 per cent lower than the ozone value at the same latitude over the East China Sea area.

This difference, however, in winter and spring is only about 3 per cent.

Lhasa at 33.5 North Latitude, 90.6 East Longitude, covering an area about 1,000 kilometres in diameter.

It is much smaller in area and intensity than that above Antarctica.

The ozone "hole" above Antarctica was the first confirmation of the thinning of the ozone layer. Ozone levels in the Antarctic atmosphere fall sharply from October to November.

Every year more than 60 per cent of the ozone is lost in the area 15 to 20 kilometres above Antarctica. In 1987, the major losses of ozone there were about 95 per cent.

By 1993 the region of diminished ozone was nearly the size of North America and reached to the south end of South America and south Australia.

Zhou also noted the mean annual decreasing rate of atmospheric total column ozone above East Asia is about 3.75 per cent each year according to 13 years (1979-91) of data, only one-third of the 11 per cent annual ozone depletion in the "valley."

It was initially thought the ozone layer was being reduced gradually all over the globe.

Although the "ozone valley" formed in summer over the Qinghai-Tibet Plateau is quite small, it may have stronger effects on the climate and environment changes on the Qinghai-Tibet Plateau and East Asia.

The Qinghai-Tibet Plateau is the "roof" of the world, and has been called "the third pole" by scientists.

The plateau is 4,000 metres above sea level. Mountains tower to the skies to more than 8,800 meters above sea level.

Because the plateau is more than 4 kilometres closer to the sun than other areas, it receives more ultraviolet and other high-energy radiation from the sun.

The climate there also makes natural conditions rather bad. Thus the environment there is very easily damaged.

"But the kind of living beings in the plateau is very abundant," said Zhou Xiuji. "You can find various kinds of plants which often live in different climates from subtropical to cold zones when you climb a mountain

is conserved rather good at the plateau, but the ozone valley may cause problems," Zhou said.

Meteorologists have their own reason to call the Qinghai-Tibet Plateau "the third pole."

The plateau affects the climate in the northern hemisphere greatly, especially in Asia.

Chinese scientists have found the Qinghai-Tibet Plateau plays a very important role on the formation of monsoons in Southeast Asia, which affect the natural environment and Asian living habits and customs a lot.

With the discovery of the ozone "valley," Chinese scientists wonder if the ozone valley that appears from June to September every year is the result of the weather changes on the plateau in summer.

According to the Chinese meteorologists' research since the 1950s, the Qinghai-Tibet Plateau is controlled by the South Asian High Pressure Ridge. The air above the plateau is heated by the sun and then flows upward continuously. Air surrounding the plateau will enter the plateau area to replace the loss.

Under the circumstances, scientists speculate that the continuous heated air above the plateau transfers the warm air to a higher level of atmosphere. At the same time, some pollutants, such as sulphurous particles and chlorofluorocarbons or CFCs, can also be taken to the higher level and stay at the ozone layer.

Zhou Xiuji and other scientists suggested that a model with the above mechanics be set up to help further explain the formation of the ozone valley.

"It may be like a big chimney towered up every summer in the central Euro-Asian continent. All the pollutants around the plateau go with upward airflow to the stratosphere," said Zhou Xiuji. "The pollutants, especially the sulphurous particles, may cause ozone depletion."

Early in 1974, scientists warned that certain industrial chemicals, including the CFCs (or freones), halons, and carbon tetrachloride, could migrate to

Penguin: Don't you know there is a big ozone hole in the atmosphere above my home every spring?

Yak: Moo. And we also find a small hole here in summer.

to form chlorine monoxide, which would deplete upper-atmospheric ozone.

But Zhou said recent research shows the sulphurous particles also destroy the ozone.

"The CFCs emissions around the Qinghai-Tibet Plateau are not so serious but the emissions of sulphurous are quite heavy," Zhou said.

If the model Zhou's research group suggested proves their points, environmental protection in Asia will have to take up a heavier load than before.

Research of the ozone valley in Qinghai-Tibet Plateau is supported by China's Natural Science Foundation Commission (NSFC). It is one of the key research programmes in the recent two years.

"At the end of last year, Zhou

teau," said Lin Hai, director of Department of Earth Science in NSFC. "And after half a year, the result was proved by US scientists in May."

The result has attracted the American scientists. Zhou's group is discussing further co-operation with US scientists on research of the valley.

"The further study of the mechanism of 'ozone valley' formation, its trend, and environmental changes should be a very important issue," said Lin.

Zhou said they have suggested that a new ozone monitor station be built near Lhasa to help further study the ozone valley and its effect.

China currently has five ozone monitor stations at

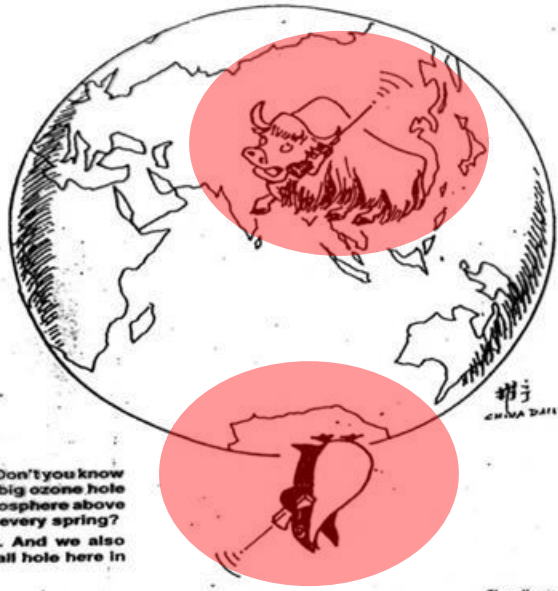
At present, no evidence has shown that the ozone "valley" in summer has resulted in any apparent harm to the residents there.

Because of the lack of the ozone data, the effect of the rising incidence of hypertension and high blood pressure in the region is not clear.

"Interestingly, we also find that a small ozone depletion appeared every year above the Rocky Mountains on the west coast of North America."

China currently has five ozone monitor stations at

At present, no evidence has shown that the ozone "valley" in summer has resulted in any apparent harm to the residents there.



Zheng Yanning/China Daily

1995年「チャイナデイリー」が報じるチベット上空の低濃度オゾン層

urging people to take precautions against the chronic disease diabetes, the incidence of which is increasing along with the rise in living standards.

A study of 250,000 people in 21 provinces and municipalities was released at a recent national symposium on preventing diabetes. It shows the incidence of diabetes has gone up quickly over the past few years, topping 2.5 per cent, four times that of 1979, which was 0.67 per cent.

According to this growth rate, the number of diabetics in China is estimated to reach 25 million, it says.

The rise of diabetes has been attributed to eating too much animal protein, fat and sugar with the improvement of living standards and changes in lifestyles.

Anti-cancer trees

HANOI — A group of Vietnamese scientists believe a substance extracted from Taxus pine trees might be able to fight cancer.

Local reports said the scientists have successfully extracted the substance, identified as "taxon," from taxus trees.

The taxus pine tree grows in forests around the country. Taxon is believed to be able to stop the growth of cancer. Efforts to plant more taxus trees in Ba Vi, near the capital city, are under way, reports say.

Reduce salt intake

XIAN — Research by Chinese medical specialists has determined that hypertension, or high blood pressure, may be a result of salt sensitivity, besides inheritance factors.

The rising incidence of hypertension in some Chinese cities has attracted the attention of medical specialists. A study by the Chinese Academy of Medical Sciences and Hanzhong University and Hanzhong City Hospital found that the incidence of hypertension in Hanzhong City is higher than in other cities.

They concluded a person sensitive to salt tends to have higher blood pressure if his salt intake increases. The more salt he ingests, the higher his blood pressure will be.

They suggested people should control the amount of salt intake to prevent hypertension.

オゾンがフロンで破壊されているのは、南極ばかりでなくてチベット上空もやられているんだよ!

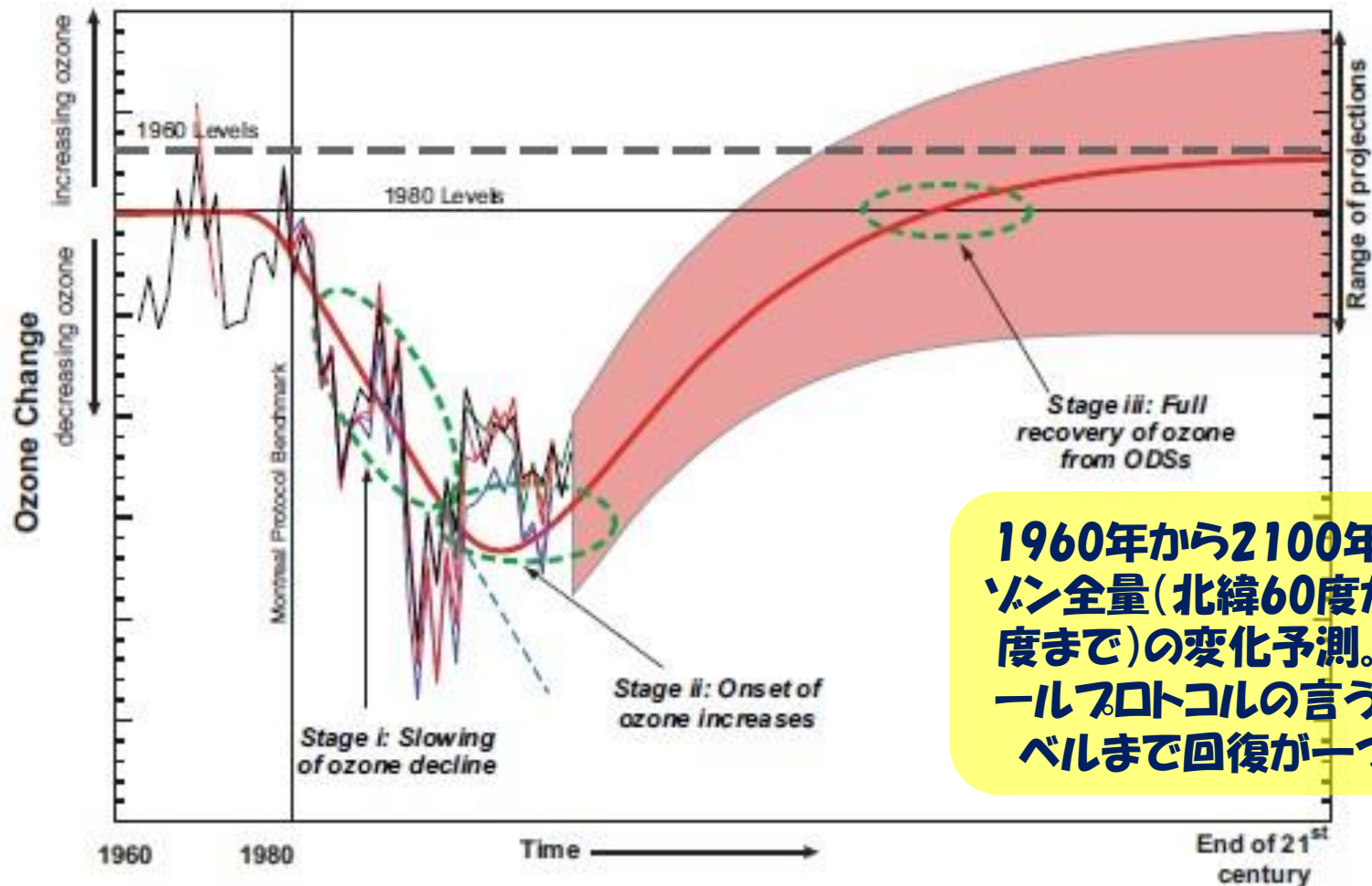
最近の研究は、「原因は、空気の動き、少しNOxの影響があるかも知れぬ」



**早々に中国科学院大気
物理研究所と合同で調
査に入った。**

**少々元気な午前中に気
球の整備を終える。上空
のオゾンを測ることこそ
謎解きのカギ。**

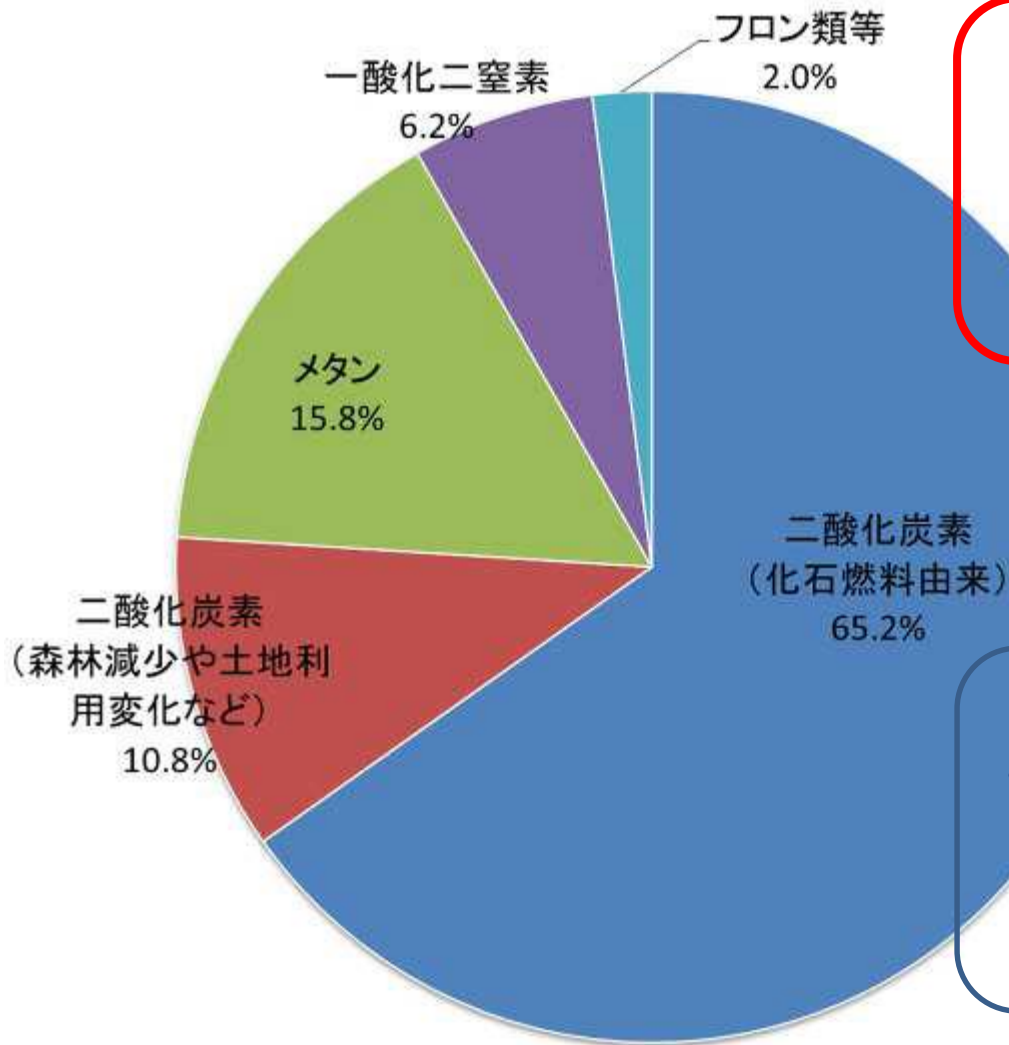




1960年から2100年までの、オゾン全量(北緯60度から南緯60度まで)の変化予測。モントリオールプロトコルの言う1980年レベルまで回復が一つの目安。

Figure P-2. A conceptual diagram of the evolution of column ozone between 60°N and 60°S between 1960 and 2100 (the x-axis is not to scale) adapted from Fig. 6-1 in the 2006 Assessment. The observations are discussed in Chapter 2. The thick red line is a representation of the ozone amounts observed to date and projected for the future. The red-shaded region represents the model results predicted for the future. The Montreal Protocol 1980 ozone level benchmark is shown as the horizontal line. The dashed thick gray line represents the somewhat uncertain 1960 levels. The three recovery stages are shown by green dashed ellipses.

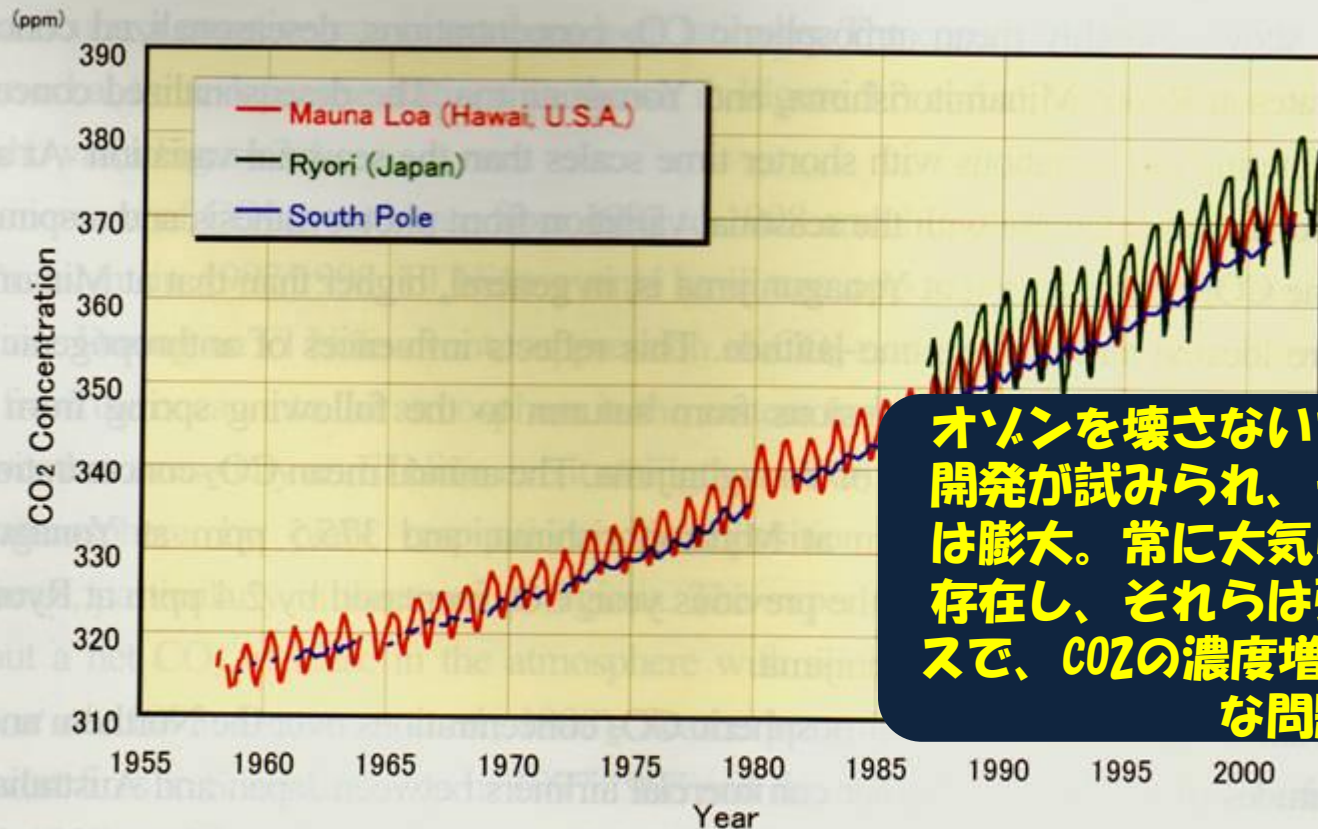
フロンの新しい問題点！
極めて大きい温暖化効果



温室効果の寄与の割合: CO₂は、古くから温室効果を支えてきた。近年増え始めたので、困ってる。フロンは、全く新顔の癖に既に有意な影響を与え始めている。

人為起源の温室効果ガスの総排出量に占めるガスの種類別の割合 (2010年の二酸化炭素換算量での数値: IPCC 第5次評価報告書より作図: 気象庁)

マウナロア（ハワイ）、綾里、南極点で観測されている大気中の炭酸ガス濃度 Concentration of atmospheric CO₂ measured at Mauna Loa, Ryori and South Pole



オゾンを壊さないフロン^①の製造や開発が試みられ、それらの使用量は膨大。常に大気中に有意な量が存在し、それらは強い温室効果ガスで、CO₂の濃度増加とともに深刻な問題

Figure 3.2 Time series of monthly mean atmospheric CO₂ concentrations at Ryori (Japan), Mauna Loa (Hawaii, USA), and the South Pole based on the data from WMO/WDCGG and the Carbon Dioxide Information Analysis Center in USA.

IPCCレポート(国際的な組織が出す報告書)も、温暖化・気候変動の複雑さを述べるようになってきた。2001では、微生物の大気環境影響についても触れている

Example 5: Pollen

当時の話題は、
今から見るとやや
大きいものに
注意が行き過ぎ
てたが、微生物が
大気中を..

Size: around 3 to 100 μm
Sources: plants and vegetal material
Appearance: many different shapes.
Lifetime: hours to days. Pollen are effectively removed by precipitation

Other properties :

- little water soluble
- health problem for persons suffering from allergies (hay fever).
- Ice nuclei ?

当時の話題は、今から見るとやや大きいものに注意が行き過ぎてたが、微生物が大気中を..



お茶畑の霜の害はお茶農家にとって頭の痛い問題。これは、新芽につきやすい細菌のせい..

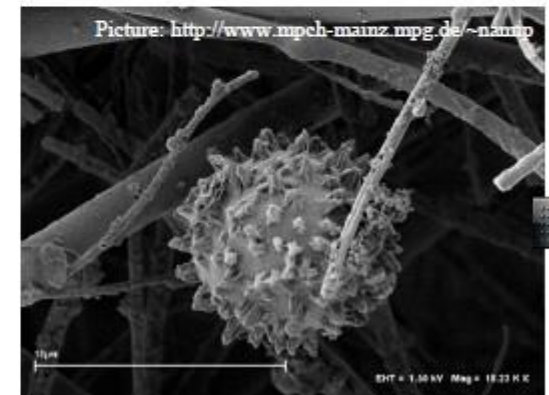


Fig. 1.28 Pollen

氷粒が出来るときは種が必要 礒野謙治と言う人が「種の中では砂粒が有力」と言い出した

礒野謙治先生を偲ぶ

名古屋大学名誉教授、元日本気象学会理事長、日本気象学会名誉会員、礒野謙治先生は平成18年(2006年)1月7日、肺炎のため92歳で逝去された。昭和13年3月東京帝国大学理学部物理学科を卒業、4月1日に中央气象台に入台、ラジオゾンデの調査研究、とくに3極真空管の仕事を命ぜられた。当時3極管は普及しておらず、卒業論文でそれを扱ったからだだった。15年4月1日に高層気象業務を主管する航空気象課が設置され先生は同課研究係、16年12月2日同課研究係長、17年4月1日同課技術係長、B29の空襲を受け同課が長野県に疎開するとき高層課(岩村田)と航空課(岡谷)に分かれ、先生は20年4月30日観測部高層課に配属、終戦で9月東京に戻り、21年5月3日中央气象台研究



大学院の修業を終えて、岩坂が務めたのは名古屋大学の礒野研究室であったのです。礒野先生はこんなことを発見したのです！！

**純水の水を凍らして氷の微結晶を作る時には -30°C 以上冷やす
黄砂のような微粒子の周りに水がついて微結晶を作る時は $-10\sim-20^{\circ}\text{C}$**

だったら、日本の上空では黄砂が雲を作っているとも言える！！

Dunhuang

敦煌はタクラマカン砂漠の
東の縁にある

敦煌の観測拠点を改造し、
微生物も扱えるようにしよ
う。2006年ごろ

この写真は最近の空港で素
晴らしい建物です

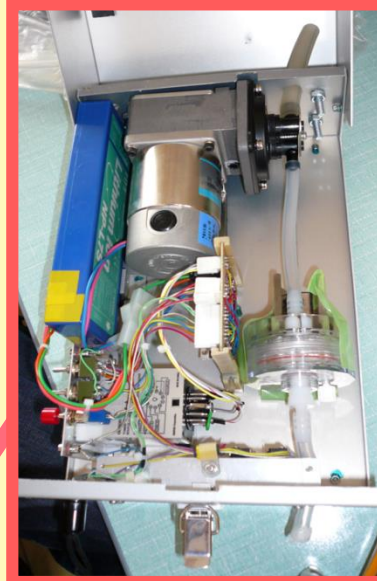


**2005年過ぎから成果が出始め、
少数ながら関心を寄せる人も出て
きた。**

**客人が訪ねてくれ、緊急にサンプ
リングが行われた時のスタッフ。**

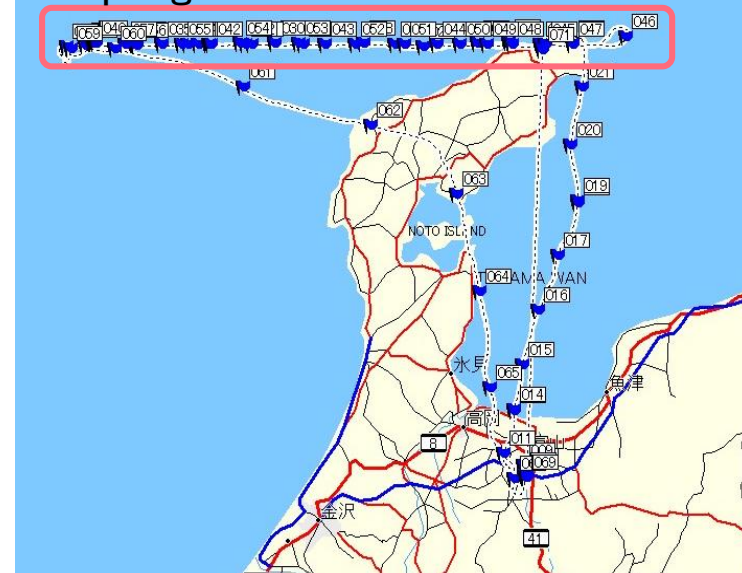


偏西風の風下でも、高度 2000m ~ 3000mでの試料の採集



Collection on
0.2 μ m pore size polycarbonate filter at rates of
700 L/h using
air pump.

Sampling source



Aircraft



飛行機観測は快
適だけど
金が掛かるのヨ

敦煌上空のバイオエアロゾル

DNAを含んでいるたんぱく質を薬を使って蛍光を発するようにしてやる

白っぽく光っているスポットが微生物の証拠。
青白く光っている全体の像は黄砂粒子。



バチルス属の菌がやけに目立つなあ！



汚染ガスとの反
応や吸着
NOx, SOx, PAH

氷晶や水滴を作る作用の強い
微生物が付着する

黄砂の表面が微生物に覆われ
黄砂の光学的性質などが変化
する

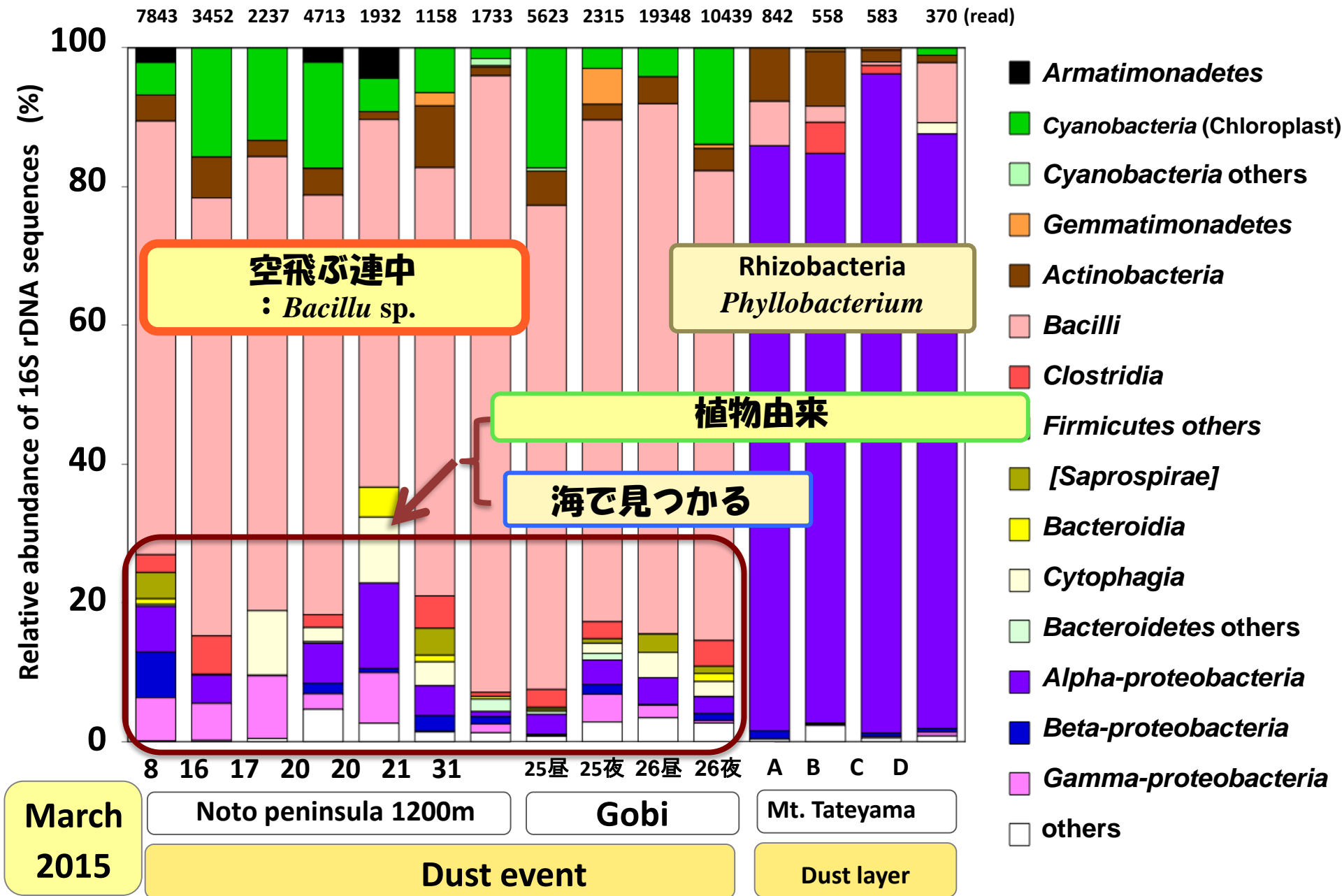
微生物が黄砂と一緒にあって長距
離拡散し、広い範囲にわたって微
生物の影響が現れる。

このような状態の黄
砂は、黄砂単体の時
の性質から大きく外
れている

- ✓混合状態
- ✓混合した粒子の高度分布
- ✓粒子の発生源と沈着地での差異



遺伝子解析に基づく黄砂がやってきた時のバイオエアロソルの種類別け



**5kmほど上空に行くと偏西風で
微小粒子(エアロゾル、黄砂などが主体)が
風下側に運び出されていて、
濃度が急に減ることが多い。**

**ここから運び出された黄砂は、韓国や日本へ
時には、アメリカまで拡散してゆく**



**人間の活動によって大気中に排気さ
れたものもまたこのように、
太平洋へ、そしてアメリカへ
流れてゆく**

放射影響・地球温暖化問題

大気汚染物質の越境問題

偏西風は地球規模の流れ
多くの人の生活・人生に
関わりがある

微生物の拡散・移動

微生物の環境支配・氷晶核

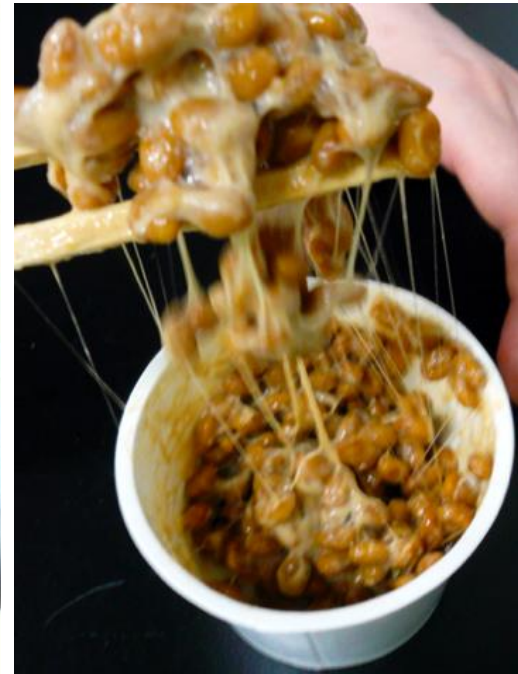
フロンのように長寿命の物質
を空気中に捨てたら
地球規模に広がり
想像を超える影響が出る

食文化と微生物

人の健康への影響

そら飛ぶバチルス属細菌
の偉大な仕事
腐敗、分解、元に戻りそして再生

日本が誇る伝統的食材 “納豆”



Location : 金沢大学レストラン, 石川県内のスーパーなど、その他

Start Date: 2012年7月10日 (納豆の日)

History of Air Day in Korea

日本でも一つ考えてみようでは
ありませんか

The 1st Air Day in Korea (2010)

was held by voluntarily cooperation of several organizations such as Korea Air Clean Association (KACA), Korea Society for Atmospheric Environment (KOSAE), Korea Society for Indoor Environment (KOSIE), and sponsored Korea Ministry of Environment (KMOE).



제1회 공기의 날

- 일정 : 2010년 4월 14일(수) 10:00 ~
- 장소 : 서울 강남구 삼성동 COEX
제7회 국제 공기청정 및 그린환경산업전(ICAT2010)
전시 개막 행사장
- 실내환경산업 발전 유공자 포상
 - 환경부 장관 표창 : 3명(산업부문 1명, 연구부문 1명, 실천부문 1명)
 - 협회 회장 표창 : 7명(산업부문 2명, 연구부문, 2명, 실천부문 3명)
- 국제심포지움 개최
 - 일정 : 2010년 4월 14일(수) 13:30~18:00
 - 장소 : COEX 3층 컨퍼런스룸(남) 307BC호
- 환영사 : 추미애 국회의원(국회환경노동위원회 위원장)
- 축사 : 문정호 환경부차관
- 국제 공기청정 및 그린 환경산업전(ICAT)

「空気についてしっかり考
えてみよう」と
お隣の韓国では
「空気の日」
を作りました。

기간	개최규모	참관객	전시품목
2010.4.14. ~4.16	110개사 215부스	32,840명(해외바이어23개국146명 포함) * 미등록 일반인 제외	실내환경 청정기술 등



**2017年10月20日の空気の日ワールドフォーラム
では、きれいな空気をめぐるシンポジウムと
GACA(Global Alliance for Clean Air)の
中国支部責任者と日本支部責任者の
指名が行われました!!**

LD AIR FORUM

제 8회 공기의 날
이 · 태지역의 미
Management of PM
주최 환경부
후원 서울대학교환경연구소, 주한미국제사관, 한국공기청정협회, 한국대기환경학회, 한국상업대기학회, 한국사회환경대사



The 8th WORLD AIR FORUM

제 8회 공기의 날 기념 국제포럼
이 · 태지역의 미
Management of PM
주최 환경부
후원 서울대학교환경연구소, 주한미국제사관, 한국공기청정협회, 한국대기환경학회, 한국상업대기학회, 한국사회환경대사



どうもありがとうございました

今も昔も
偏西風は
いろいろなものを運び我々の
生活の
基本を支えております



空気を大切にしたいものです

* Special thanks go to several authors for using many slides, respectively.