

世界遺産・富士山頂で 越境大気汚染を調べる

ガイア (生きている地球) を 診断・治療する



早稲田大学創造理工学部
環境資源工学科
大気・水圏環境化学研究室
大河内 博



■ 地球環境クイズ



- 1) 地球を直径40cmのビーチボールとすると
空気の存在する範囲はどれほど？
- 2) 飛行機の飛ぶ高さは高度何m？
- 3) 地球表層5kmまでで一番多い物質は？

ガイア理論



- ・提唱者:
ジェームス・ラブロック
英国人・大気化学者
- ・考え方
地球: 自浄作用をもつ生命
人類: 寄生者
- ・地球と地球に住む生物が
相互に影響しあい、環境を
形成(産業革命以前)
→ 地球と人類との共生

環境問題:

人間の影響が大きくなりすぎた結果

地球生理学, 地球システム科学へ発展



大気・水圏環境化学研究室



当研究室では、人類が生きていくために必要な空気・水・森林という自然環境の診断・保全・修復に関する研究を行っています。必要な環境計測技術、環境浄化技術などの開発も行います。



様々なフィールドに出かけます！



なぜ山に登るのか？



なぜ富士山に登るのか？

地球大気環境の現状
を知りたい！

航空機は高額であり、観測できるのは天気のよい短時間だけ

大気汚染物質の三態

PM(ピーエム)2.5
大きさが2.5 マイクロメートルより小さい粒子

気体(ガス) CO₂, 水銀, HNO₃, SO₂など

NH₄NO₃,
(NH₄)₂SO₄,
PAHsなど

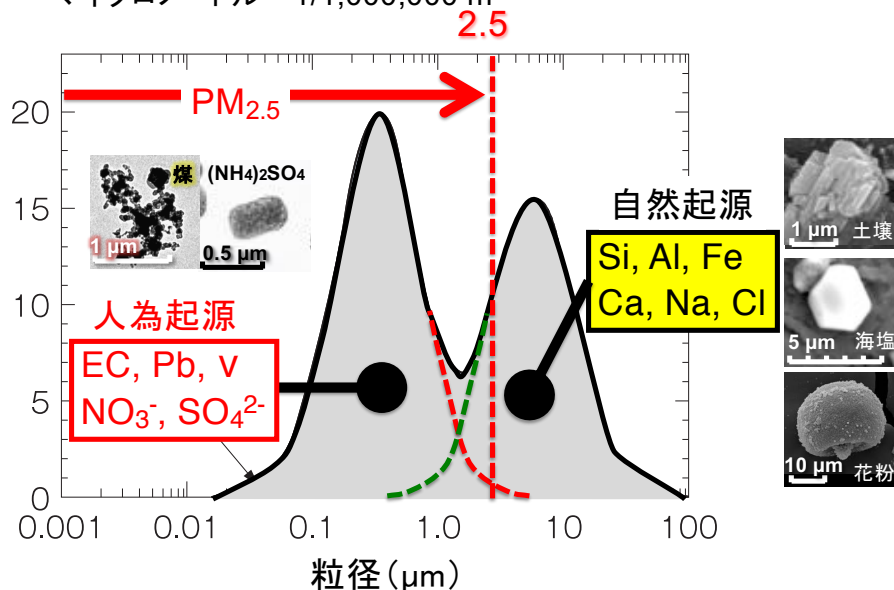
**固体
粒子(エアロゾル)**

H⁺, NH₄⁺,
NO₃⁻, SO₄²⁻など

**液体
雲, 雨, 露**

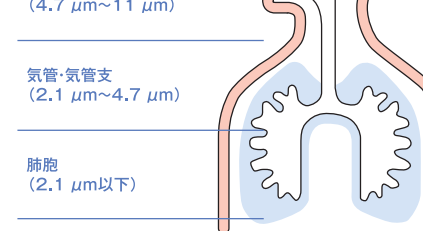
PM_{2.5}には有害な人起源物質が濃縮

マイクロメートル = 1/1,000,000 m



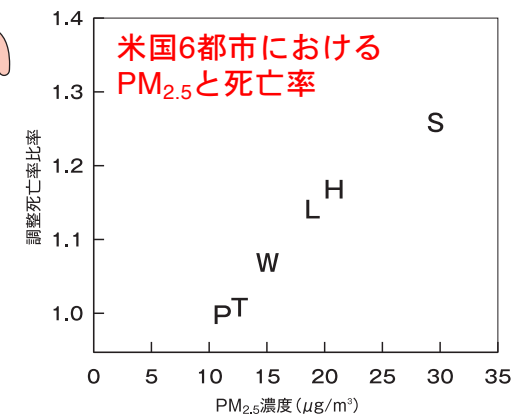
PM_{2.5}は肺の奥まで到達する

- 粒径：肺胞まで到達
- 組成：人為起源の有害な物質が濃縮
ex. 重金属,
多環芳香族炭化水素

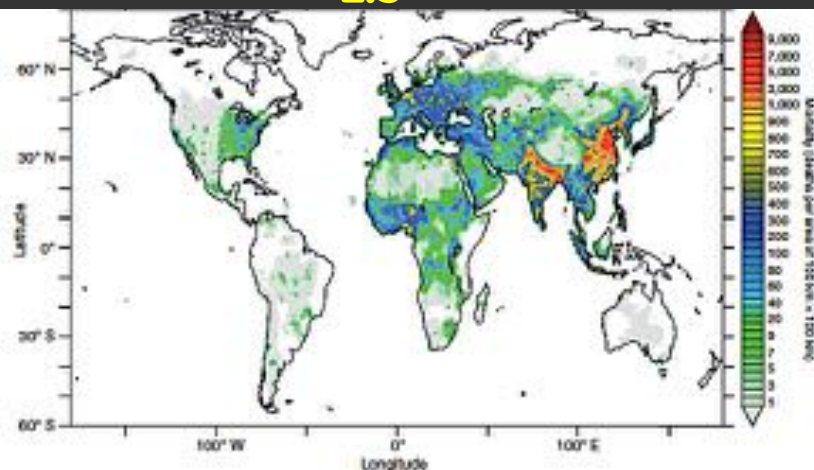


PM_{2.5}濃度10 μg/m³当たりの死亡リスク増加割合

全死亡：0.8 – 2.4 %
循環器系死亡：1.2 – 2.8 %
呼吸器系死亡：0.8 – 2.8 %

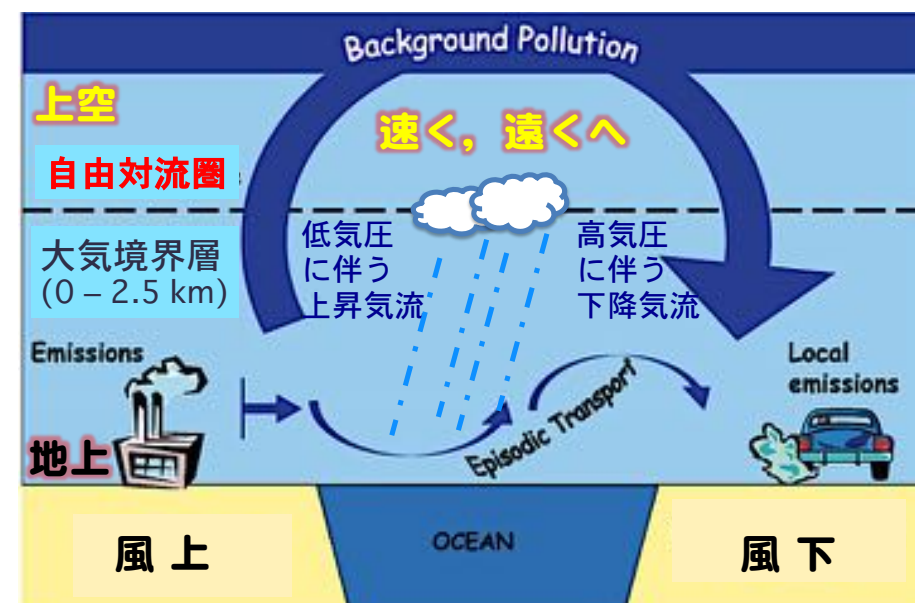


アジア：PM_{2.5}による死亡率高い



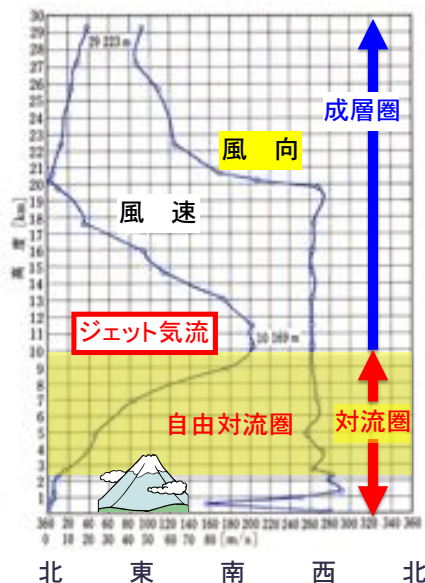
- 2010年：世界で330万人が死亡
- 上位4位まではアジア：中国とインドで世界の6割
- 中国とインド：家庭用暖房と料理が主原因
- 日本の死亡者数25,000人：世界15位

大気汚染物質はどこを運ばれるのか？



■ 対流圏：大気境界層＋自由対流圏

つくば上空の風向・風速(冬季)



- ・地上から放出された汚染物質が届きにくい
→ 地上より綺麗
- ・風が強い(ジェット気流)
→ 汚染物質が速く移動

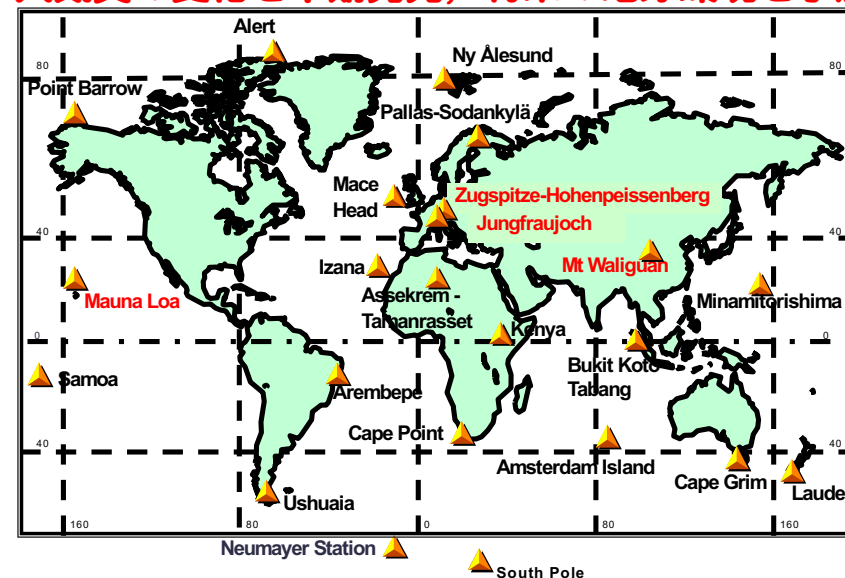


地球規模の汚染物質の動きが分かる!!

日本上空
西風が卓越(偏西風)
大陸 → 日本

■ 地球大気環境を監視する：GAW

大気質の変化を早期発見，将来の地球環境を予測



■ 地球大気環境を監視する



ドイツ、ツークスピッツェ
海拔2,962m



ハワイ、マウナロア山
海拔3,397m



スイス、ユングフラウヨッホ
海拔3,550m



中国、ワリガン山
海拔3,810m

■ 地球大気環境を監視する



■ 富士山を「空」から眺める



協力: グリーンブルー

■ 天空の観測所：旧富士山測候所

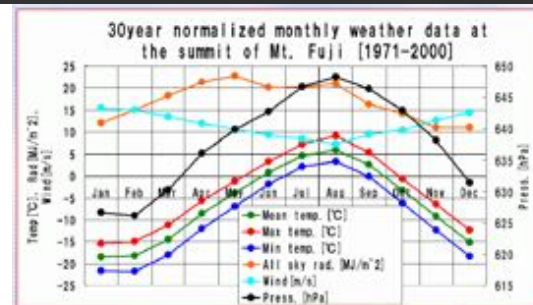


台風12号で甚大な被害が...

富士山頂の概観



富士山頂は“極地”



- ◆ 最高気温：17.8℃
(1942年8月13日)
- ◆ 最低気温：-38.0℃
(1981年2月27日)
- ◆ 冬季の平均気温：-17.3℃
(南極昭和基地と同程度)
- ◆ 最大風速：72.5 m/s (250 km/h)
新幹線なみの強風が吹く！

- ◆ 風が強い
- ◆ 寒い
- ◆ 日差しが強い
- ◆ 気圧が低い

地上気圧の約60%



- ➔ 空気が薄い。
- ➔ 頭が痛い！(高山病)

今年の富士山頂：異常高温

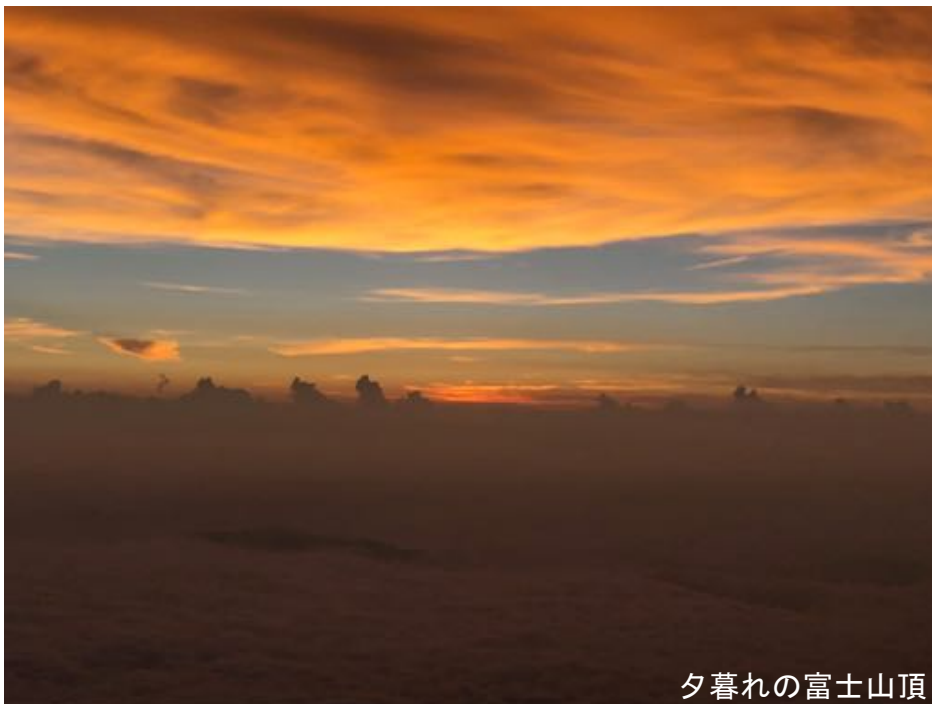
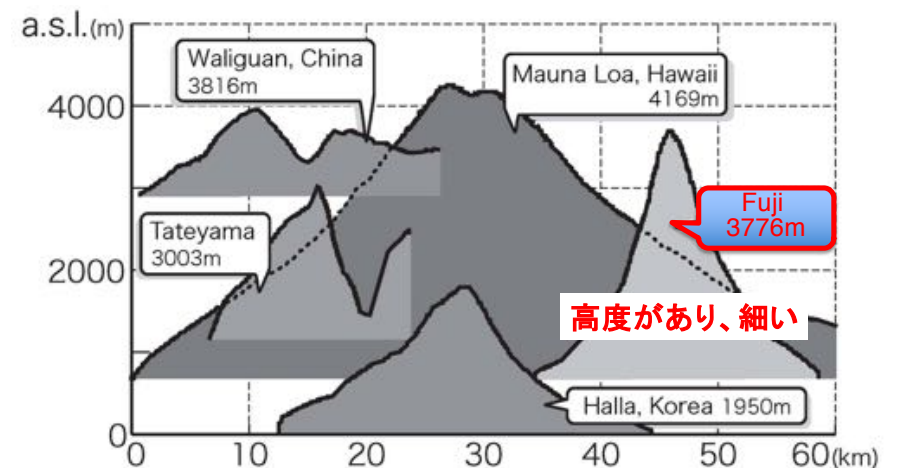
2018年7月の富士山頂の気温

- 平均最高気温：**10.5 °C** 歴代2位
歴代1位：1942年 10.6 °C
歴代3位：1978年, 2011年 10.2 °C
- 日平均気温：**6.8°C** 歴代4位
歴代1位：1942年, 1978年 7.0 °C
歴代2位：2011年 6.9 °C
- 月間最高気温：**7月20日** 15.6 °C
歴代1位：1942年8月13日 17.8 °C

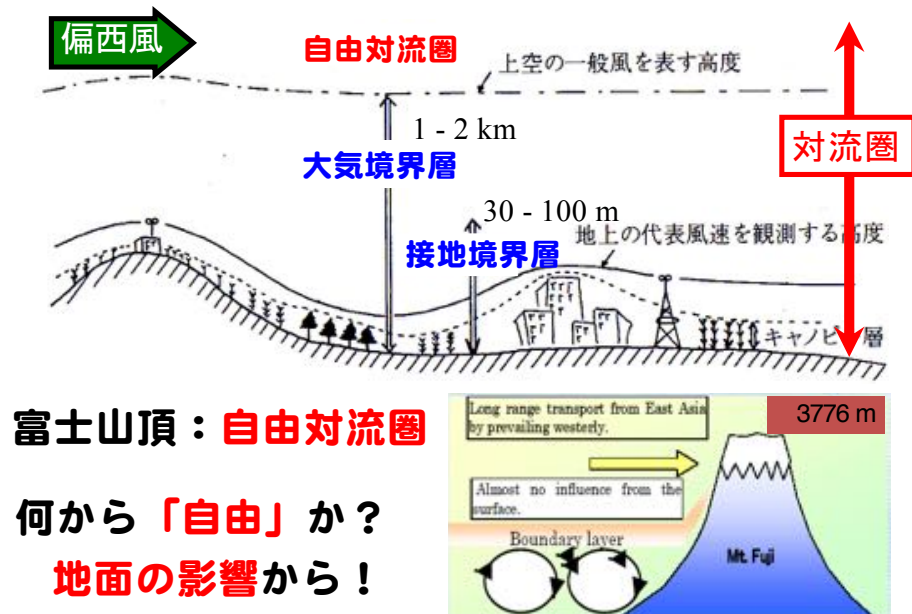


■ 観測タワーとしての富士山の利点 ①

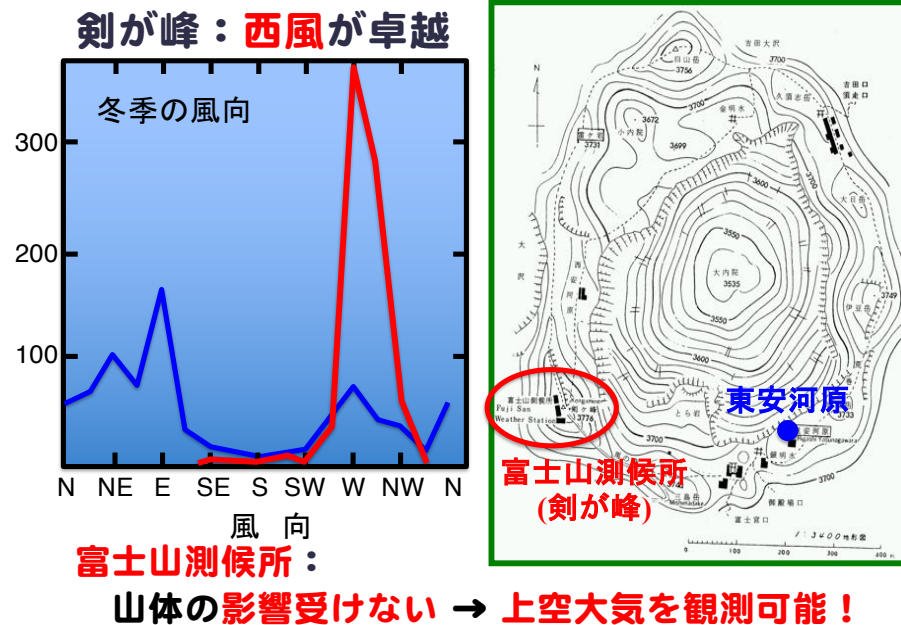
多くの山体：メタボ, 富士山：スマート



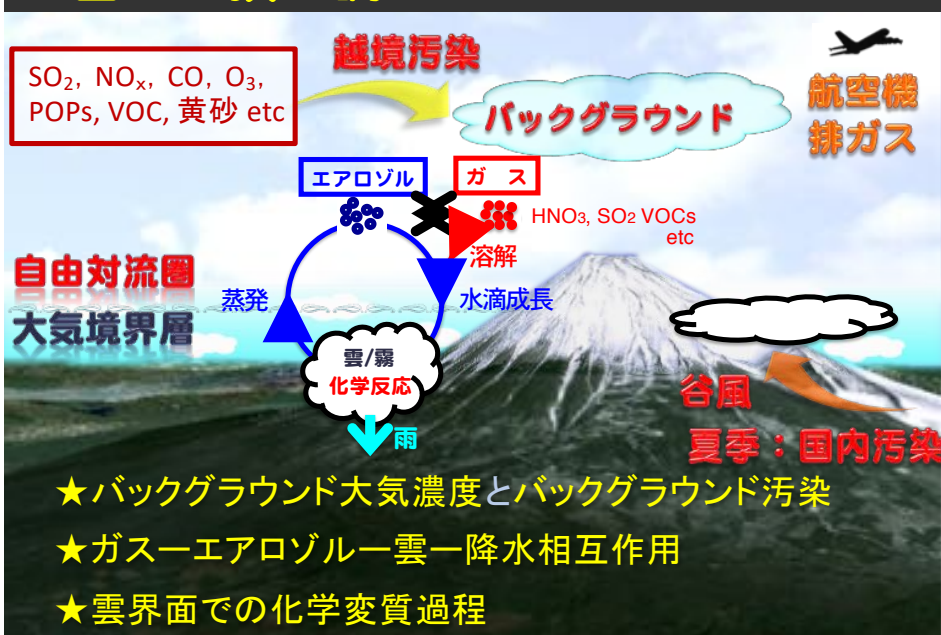
■ 観測タワーとしての富士山の利点 ②



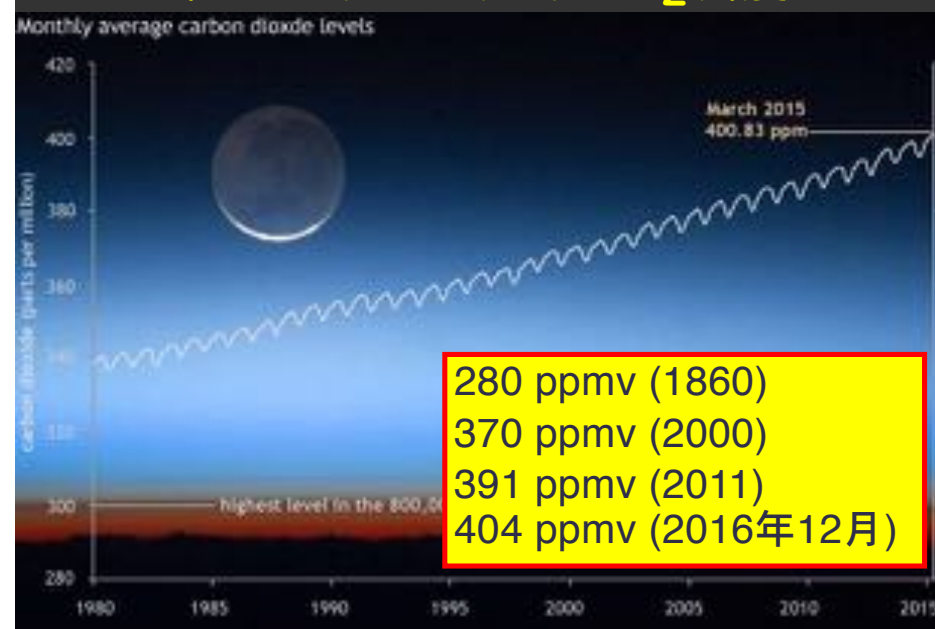
■ 観測タワーとしての富士山の利点 ③



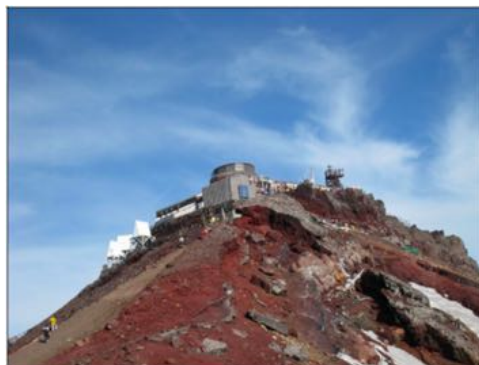
■ 富士山頂で調べたいこと



■ 地球規模汚染：大気中CO₂濃度の増加

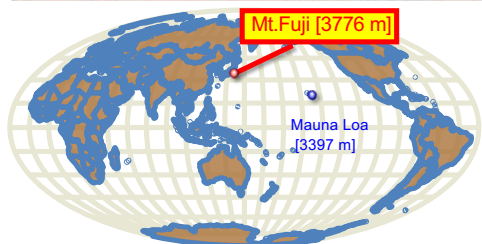


■ 富士山頂：CO₂の通年観測

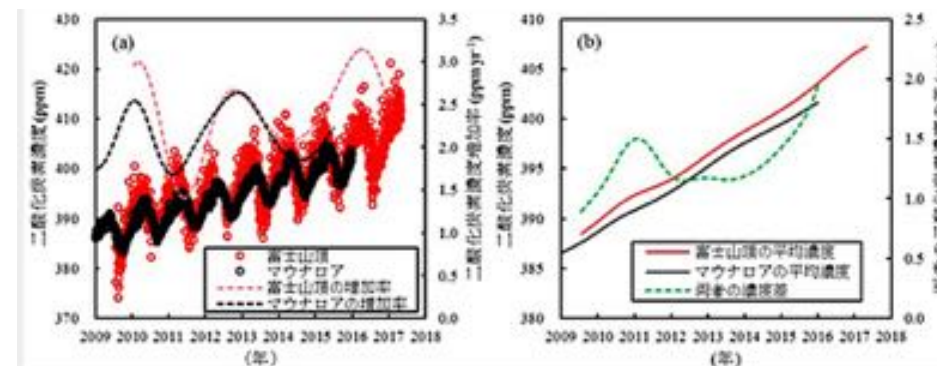


独立行政法人
国立環境研究所
地球環境研究センター

向井人史、野尻幸宏



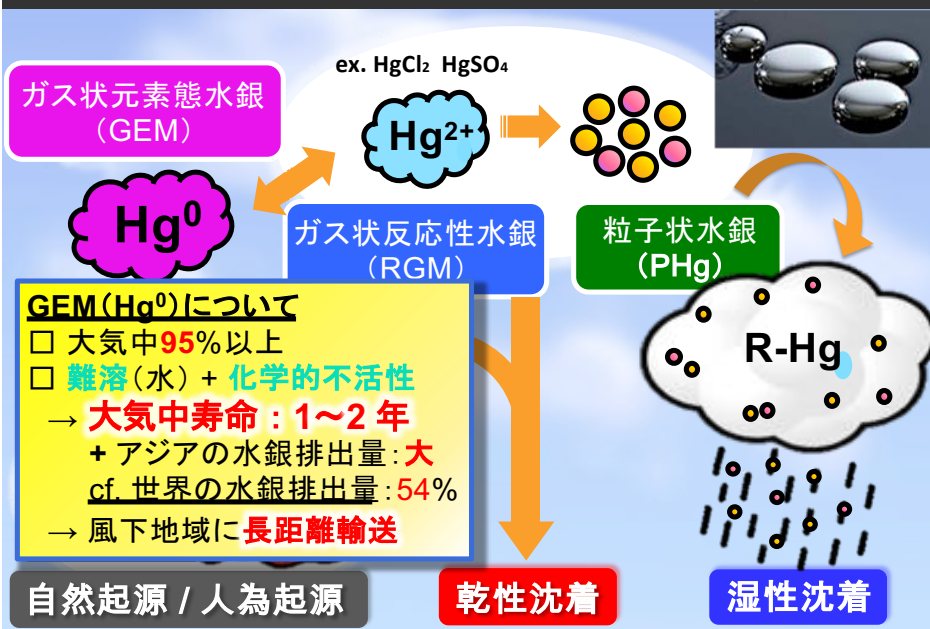
■ CO₂濃度：富士山頂 vs. マウナロア



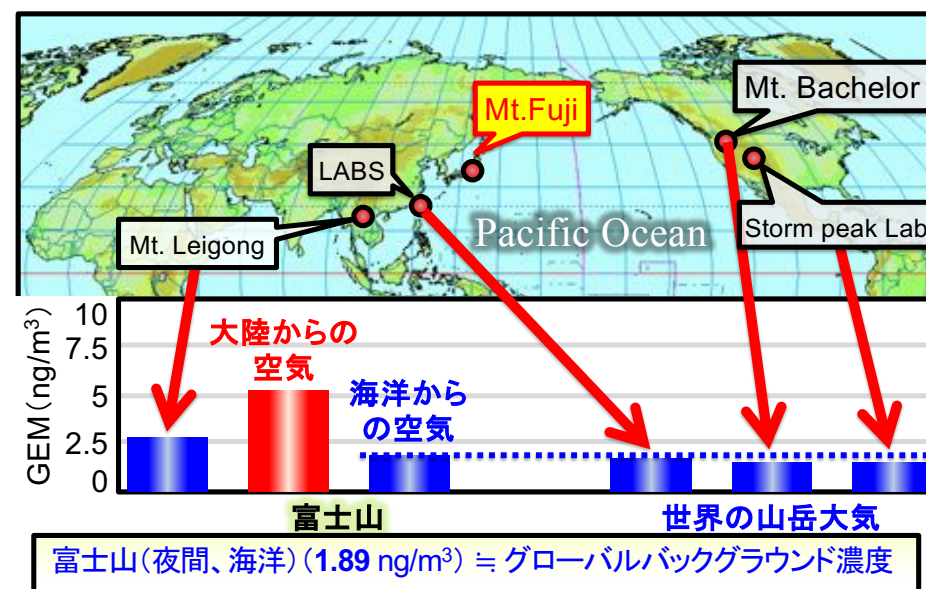
夏：富士山 < ハワイ
大陸における植生吸収
冬：富士山 > ハワイ
大陸からの
植生・人為的放出

増加率：富士山 ≒ ハワイ
局地的な影響を受けない
平均濃度：富士山 > ハワイ
富士山：大陸の影響大

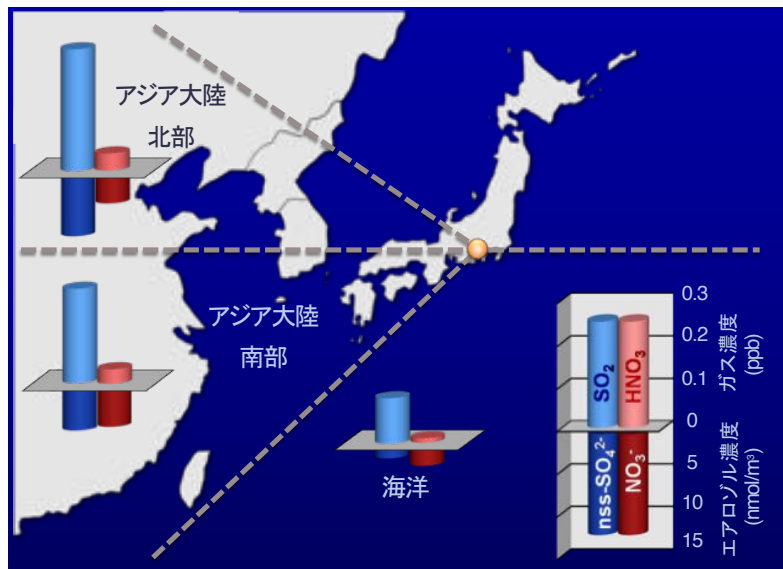
■ 水銀：大気中でガスとして存在



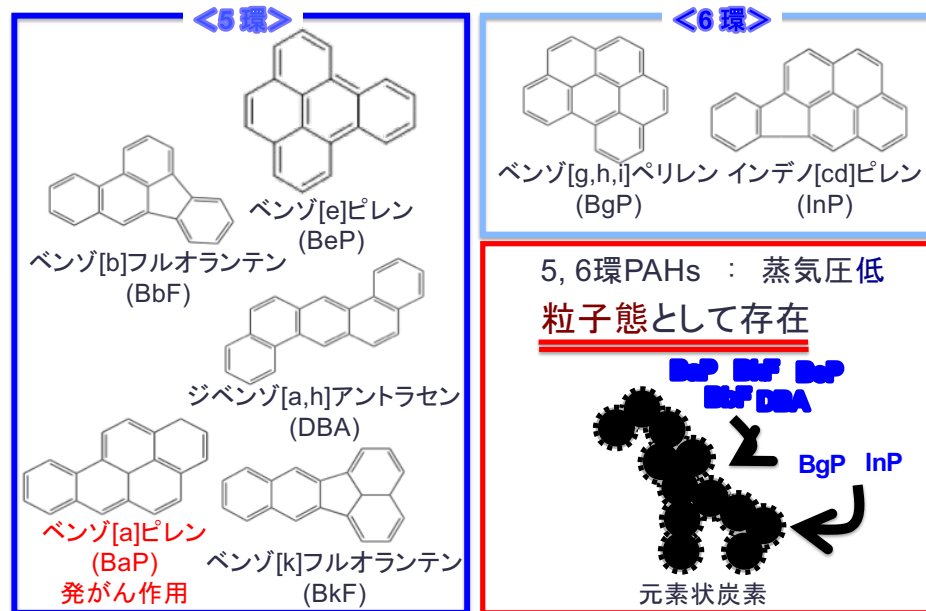
■ ガス状水銀：大陸空気は高濃度



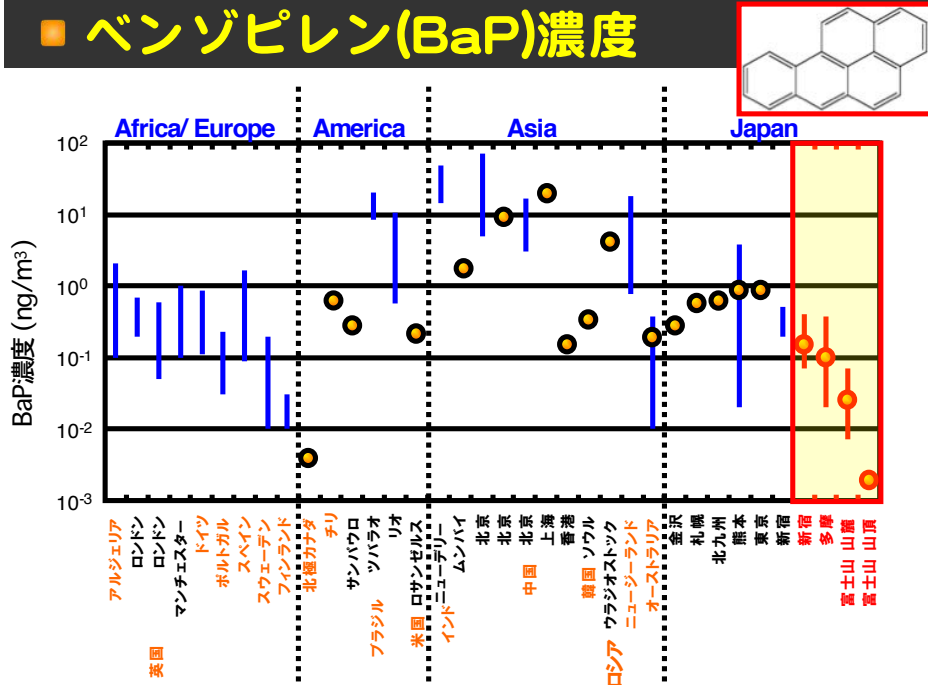
■ 酸性物質：大陸から輸送



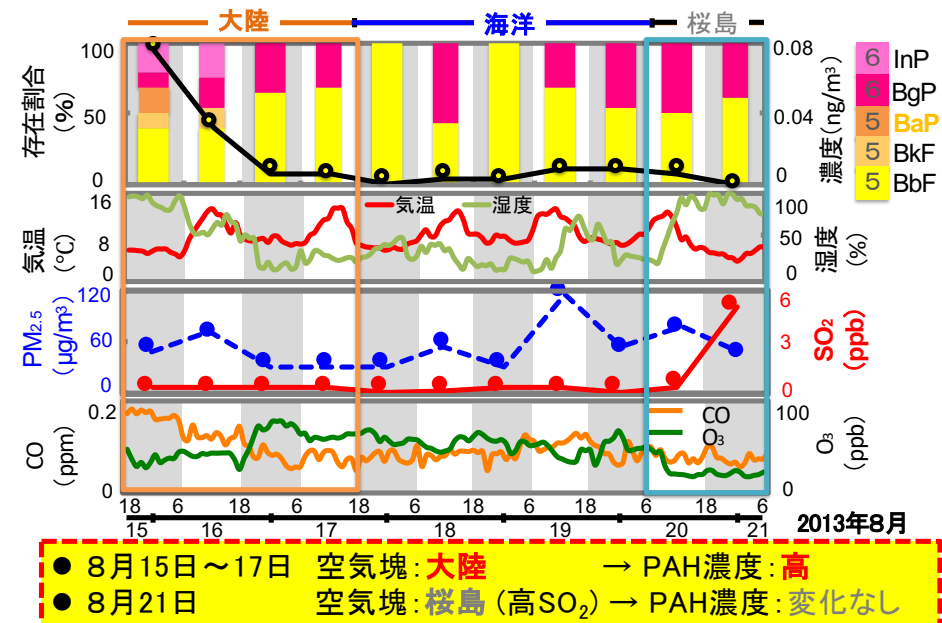
■ 粒子状有害有機物質：PAHs



■ ベンゾピレン(BaP)濃度



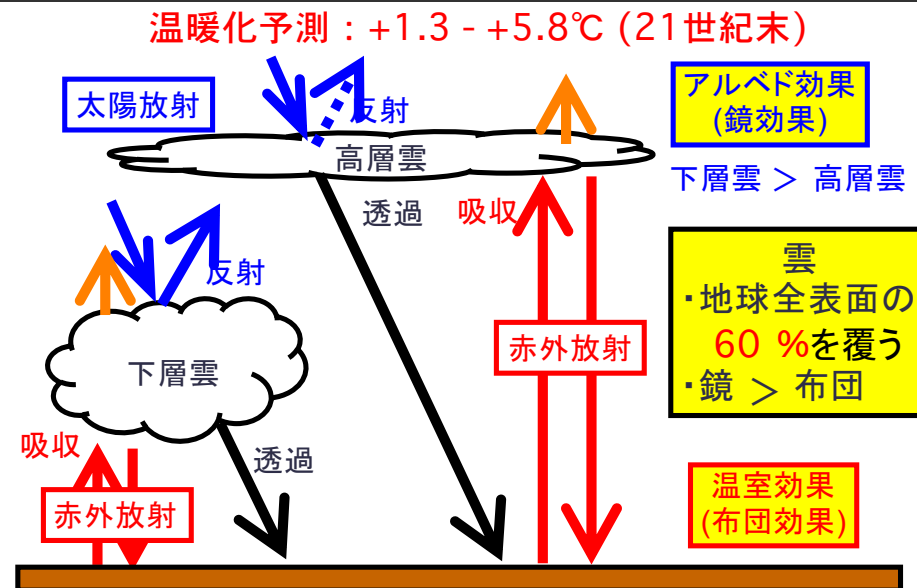
■ 発がん物質：大陸から輸送



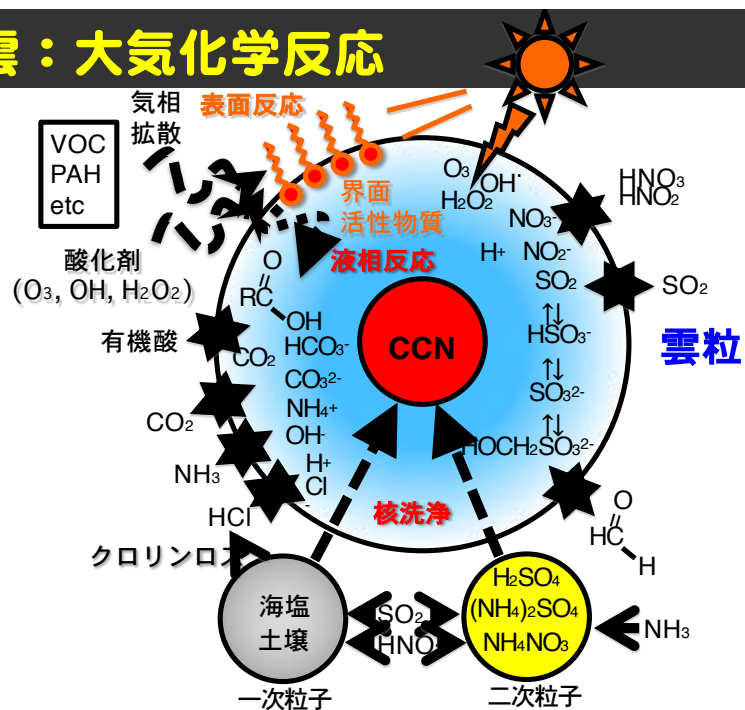
■ 富士山：いろいろな雲に出会える



■ 雲：気候変動に関与



■ 雲：大気化学反応

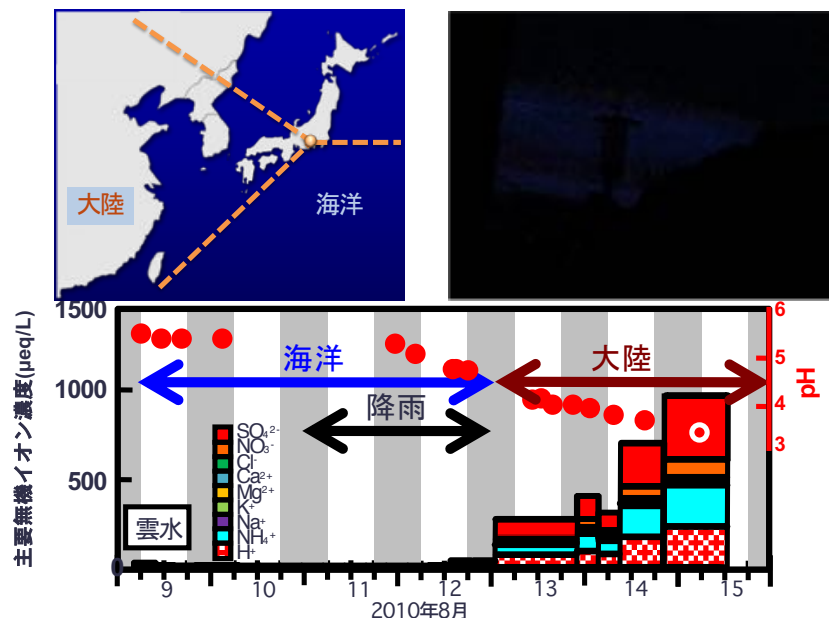


NATIONAL GEOGRAPHIC 日本版創刊20周年 20th ANNIVERSARY



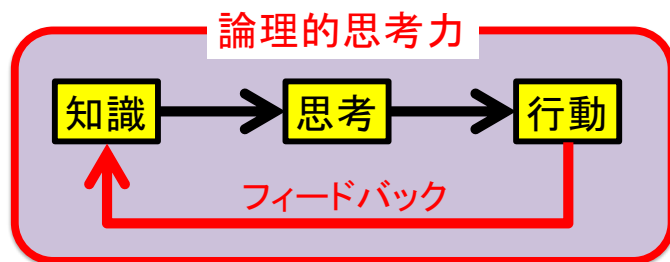
測候所敷地内で空気中の水分を集める早稲田大学大河内グループ。夜間でも3時間おきにボトルを交換する。足場の悪い山頂での作業には危険が伴うため、「富士山測候所を活用する会」の山頂スタッフが常に安全面に目を配っている。毎夏、研究者や学生らが熱心に活動する光景の背景に、このようなきめ細かいフォローがある。

■大陸空気により雲は酸性化 → 酸性雨



まとめにかえて...

この手法は、環境問題の解決に限らない。



大学で学ぶ意義

知識を得ることはだけではない！

➡ 論理的思考力を身につける

まとめにかえて...

環境問題の解決 ➡ 正解はない！

では、どうするか？

- 1) 現状(現象)を正確に分析する.
- 2) その原因について確からしい仮説を立てる.
- 3) 調査・実験を繰り返して実証する.

そのためには...

正しい知識が必要！

だから、皆さんは学んでいる

まとめ：大学で何を学ぶべきか？

どこまで知識を得ればいいのか、どこまで考えればいいのか、誰も教えてくれない。失敗を繰り返しながら、自分で身につけるしかない。

根拠のない自信を持っている諸君、自信をもてない諸君もいるでしょう。根拠のある自信を持つには様々な失敗を繰り返し、反省し、原因分析して、必要であれば知識を得ること。

みなさんの潜在力は無限大です。
大学時代に経験をたくさん積もう！



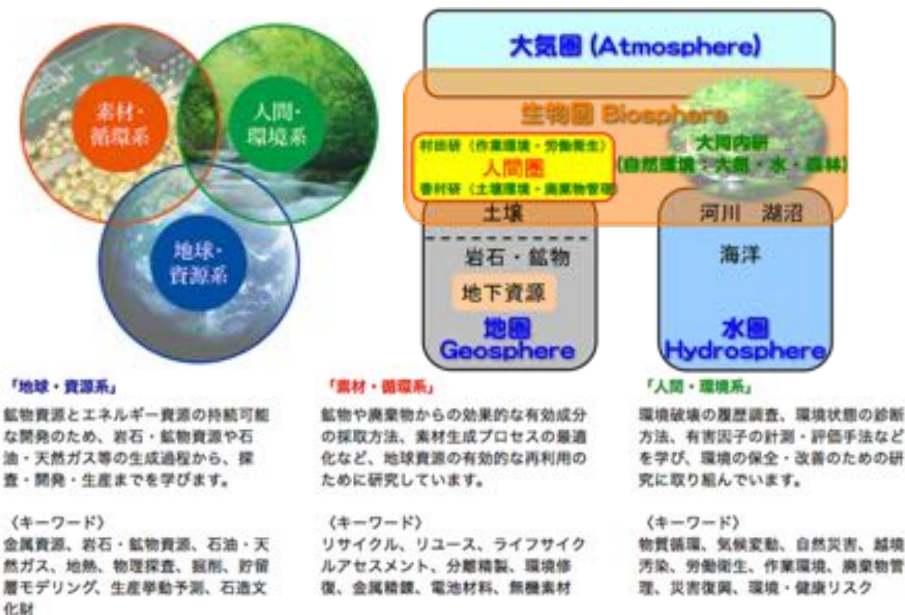
早稲田大学創造理工学部 環境資源工学科



地球科学をベースに、
「環境問題」と「資源問題」
を学ぶ私学唯一の学科

<http://www.env.waseda.ac.jp/>

環境資源工学科：3つの系から構成



得意科目で選ぶ環境資源工学科

	数学	物理	化学	地学	生物
地球・資源系	資源地球科学:内田	△	○	○	△
	物理探査:上田	○	○	△	
	石油生産:古井	○	○	○	△
	石油工学:栗原	○	○	△	△
素材・循環系	応用鉱物学:山崎	○	○	○	△
	資源循環:大和田	△	○	○	△
	資源処理:所	○	○	○	△
	高温プロセス:山口	△	○	○	○
人間・環境系	地図環境:香村	△	○	○	○
	大気水圏:大河内	△	○	○	○
	環境衛生:村田	○	○	○	○

◎:関係が強い ○:関係がある △:やや関係がある

大気・水圏環境化学
研究室で必要となる
学問分野

高校数学・理科、英語
基礎として重要

数学:統計学、微積分、プログラミング
物理:気象学、同位体学、流体力学、電磁気学、熱力学
化学:分析化学、物理化学、有機化学、無機化学
地学:地球科学、岩石学、鉱物学、水文学
生物:生態学、森林科学、土壌学、農学

当研究室に来て
アースドクターになりませんか？

