

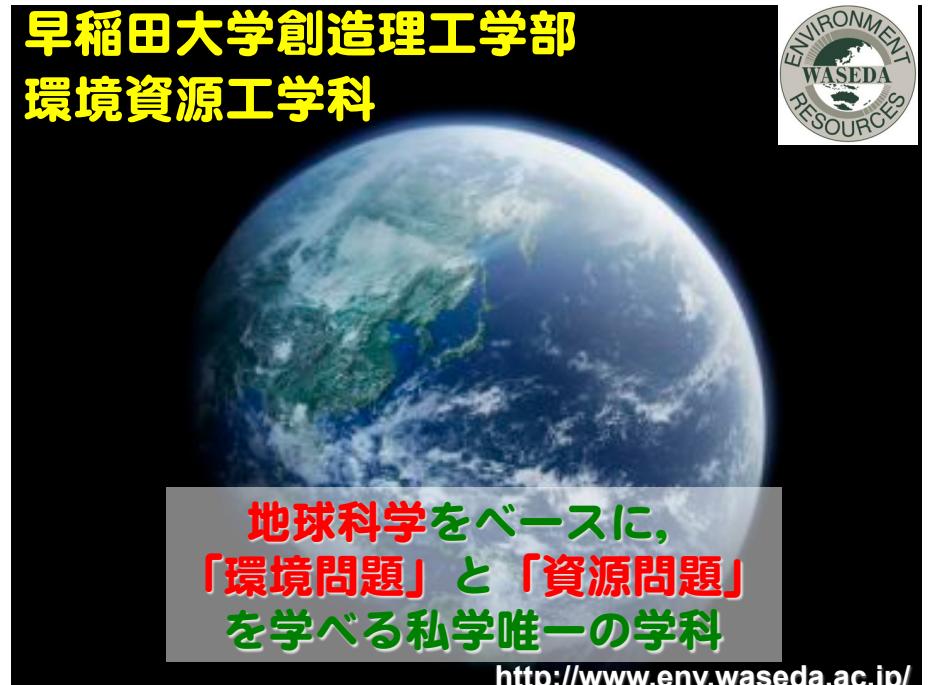
**地域・地球環境を診断・治療する
～大気・水・森林の環境化学～**



 大気・水圈環境化学研究室
大河内 博



**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」
を学べる私学唯一の学科

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

■ 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?

答: 紙の厚さ(約0.03 cm)

2) 飛行機の飛ぶ高さは高度何m?

答: 1万メートル(10 km)

3) 地球表層5kmまでで一番多い物質は?

答: 水

地球表層を平均水深3800 mで覆う

→ 水の惑星

レポート課題

1) 本日の講義の感想(分かったこと, 不明なこと, 興味をもったこと, その他)を述べよ.

(500文字以上)

2) 環境資源工学科で何を学び, 将来は何をしたいのか, 自由に述べよ.

本日, 提出が間に合わない人は...

提出先: 51号館12階11 大河内研究室ポスト

期 限: 7月12日 12時まで

■ 本日の講義内容

1) 大気・水圏環境化学研究の紹介

2) 環境化学とはどのような学問か？

3) 大気と降水の環境化学

大気汚染物質の三態，越境大気汚染
富士山：地球大気環境を監視する

4) 森林と陸水の環境化学

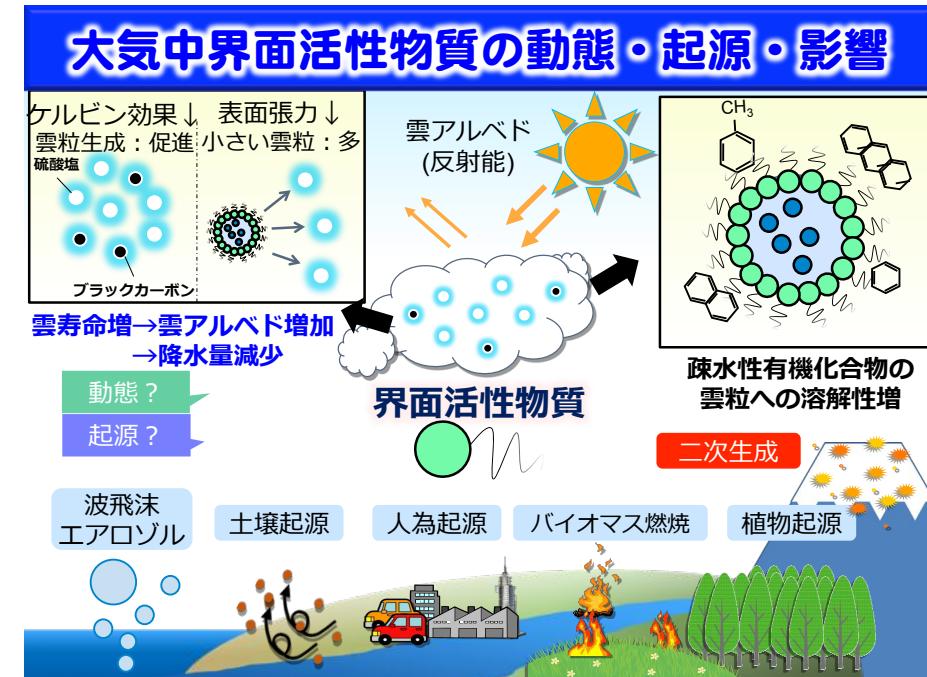
森林生態系サービス，
福島：森林の放射性物質をどうするか？



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。





ゲリラ豪雨の生成機構の解明

Uchiyama, R.; Okochi, H. et al. (2017) Geochemical and stable isotope characteristics of urban heavy rain in the downtown of Tokyo, Japan, *Atmospheric Research*, 194, 109-118.

Uchiyama, R.; Okochi, H. et al. (2017) The impact of air pollutants on rainwater chemistry during “Urban-induced heavy rainfall” in downtown Tokyo, Japan, *Journal of Geophysical Research: Atmosphere*.

Uchiyama, R.; Okochi, H. et al. (2017) H and O isotopic differences in typhoon and urban-induced heavy rain in Tokyo, *Environmental Chemistry Letters*

ゲリラ豪雨によって引き起こされる被害

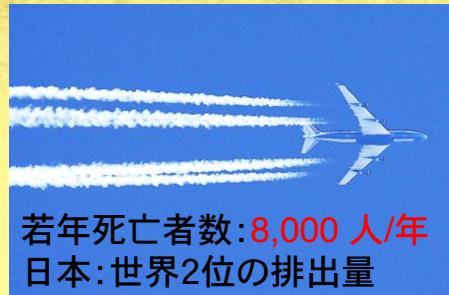
道路冠水



地下鉄浸水



航空機・船舶排ガスの地球規模汚染



(1) 空港・港湾大気汚染の実態解明

羽田・成田空港, 東京湾/地方の港

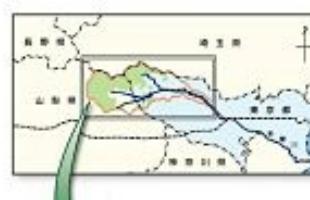
(2) 航空機・船舶排ガスのトレーサーを解明

航空機: 不明, 船舶: V-SO₂ 同位体比の利用

(3) 地球大気質に対する航空機・船舶排ガスの影響評価

富士山頂で夏季観測, 富士山麓でドローン観測

河川水質の化学・同位体マッピング



多摩川上流の森林=「水道水源林」

- 東西30.9km、南北19.5km
- 面積: 約23,000 ha(東京都の10%)

- (1) 河川水中主要イオンの分布解明
太平洋側: 東京, 日本海側: 福井
- (2) 河川水・底砂・水棲生物の微量金属元素の分布・トレーサーの解明
- (3) 大気沈着の影響評価
越境大気汚染の影響を解明

国際的に高く評価されました！



Outstanding Student Research Award を 院生6名が受賞！

国際的に高く評価されました！



7th International Conference of
Fog, Fog Collection, and Dew
2016 in Wroclaw, Poland



審査員特別賞 を 中村恵さん (M1) が受賞！

国内でも高く評価されました！

麻生 (M2)

廣川 (M2)



大阪ガス



山之越 (H26修了)



第56回大気環境学会 in 西早稲田キャンパス
2015

若手論文賞を 1名、優秀ポスター賞 院生2名 受賞！

国内でも高く評価されました！



AGF
(内定)



第25回環境化学討論会 in 新潟
2016

英國王立化学会賞 を 西村寿々美さん (M1) が受賞！

国内でも高く評価されました！



金野 (M2)

中村 (M1)



日立ハイテク
(内定)

第57回大気環境学会 in 北海道
2016

口頭発表賞を 金野俊太郎君、ポスター賞を 中村恵さん
が受賞！

マスコミにも取りあげられました



NATIONAL GEOGRAPHIC 日本版創刊20周年 20

10 立井裕司 リポート
三井物産環境基金の10年 ～未来につなげる社会をつくる～

雲上の財産、富士山測候所を
最高峰の研究・教育拠点に



富士山測候所
「学生が交流し、
育つ空間」

マスコミにも取りあげられました



ついにレギュラーパートとして復活！今度はタモリさんが、日本全国へ…

NHK G 総合 毎週土曜日 午後7:30～8:15 毎週日曜日 午後1:05～1:50(60分)
お問い合わせや意見をお寄せください。



タモリのブラブラ足跡マップ

タモリさんが「ブラブラ」したルートを用意
タモリさんの歩き道を体験しよう！

#21 富士山頂

～人はなぜ富士山頂を目指す？～

3回にわたりてお届けした「富士山シリーズ」。いよいよクライマックスの富士山へ！今回のテーマは、「人はなぜ富士山頂を目指す？」。古来から富士山に興味を持ってきた日本人の情熱と想いを、山頂に登る者さまざまの感動から語る新番組です。山頂の神社と御殿見し先江戸時代の人々の想いと歴史よく語られている「ご案光」。実は江戸時代は全く違うものだった！？昭和の頃にめぐらされた富士山が今も現存は確実か？その他ともに語る「高須賀ファン」タモリさんが語んだ、「日本最大の満月祭・富士山」立ちはだかる岩上への急坂に、安东尼アのタモリさんも感激雀躍。。。そして初登頂を達成したタモリさんに、とって前着のサプライズが。。。！？人生の富士山頂でタモリさんは何を感じたのか？

ルート1
オープニング

ルート2
富士山頂へ

ルート3
奥宮～剣ヶ峰
ルート4
旧富士山測候所



OBOG会を毎年開催しています！



研究室創立10周年記念祝賀会 2015年11月7日th
In リーガロイヤルホテル

■ 本日の講義内容

1) 大気・水圏環境化学研究の紹介

2) 環境化学とはどのような学問か？

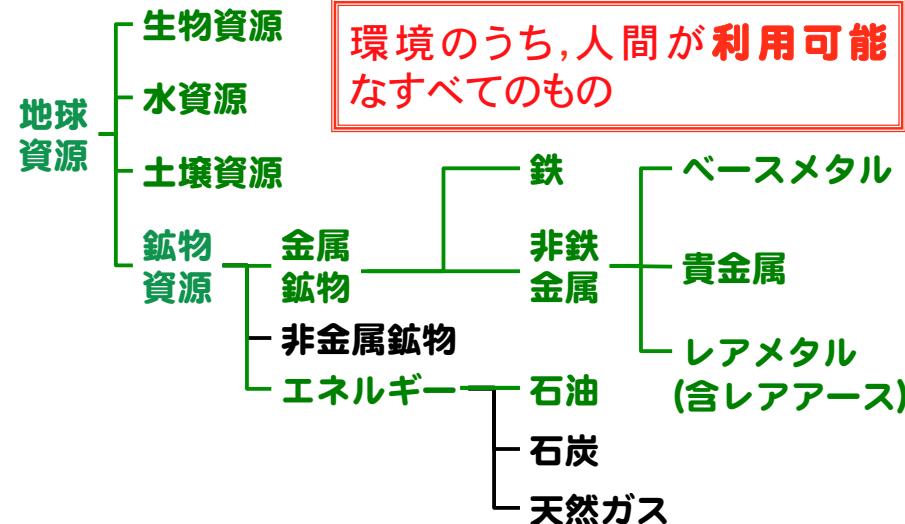
3) 大気と降水の環境化学

大気汚染物質の三態，越境大気汚染
富士山：地球大気環境を監視する

4) 森林と陸水の環境化学

森林生態系サービス，
福島：森林の放射性物質をどうするか？

■ 資源とは？



■ 環境化学とは？

・地球環境問題

成層圏オゾンの消失
地球温暖化
酸性雨

・地域・局地環境問題

大気汚染
土壤・水質汚染

} の解決に貢献

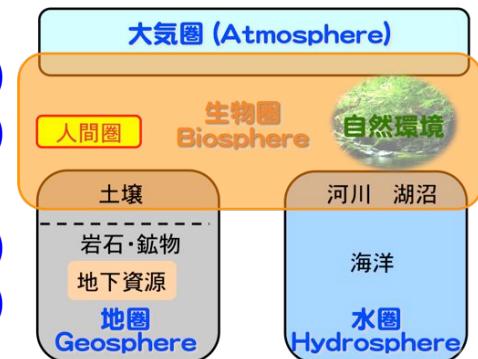
汚染のみに関する学問分野ではない

汚染とは何か？

■ 環境とは？

生物を取り巻いている生物の生活に
影響を与えていたすべてのもの

地球環境
- 大気環境 (大気圏)
- 生物環境 (生物圏)
- 水環境 (水圏)
- 土壤環境 (土壤圏)
- 岩石環境 (岩石圏)



汚染とは？

三段論法

- 1) 水道水中に水銀が検出された。
- 2) 水銀は毒である。
- 3) ゆえに、水道水は毒である。

ノダック(W.Nodack, ドイツ, 1925年 Reの発見者)
 「すべての物質中にはすべての元素が存在」
 = 元素の普存律

汚染:何と比較するのか?

→ **自然界の存在量**
 (バックグラウンド)

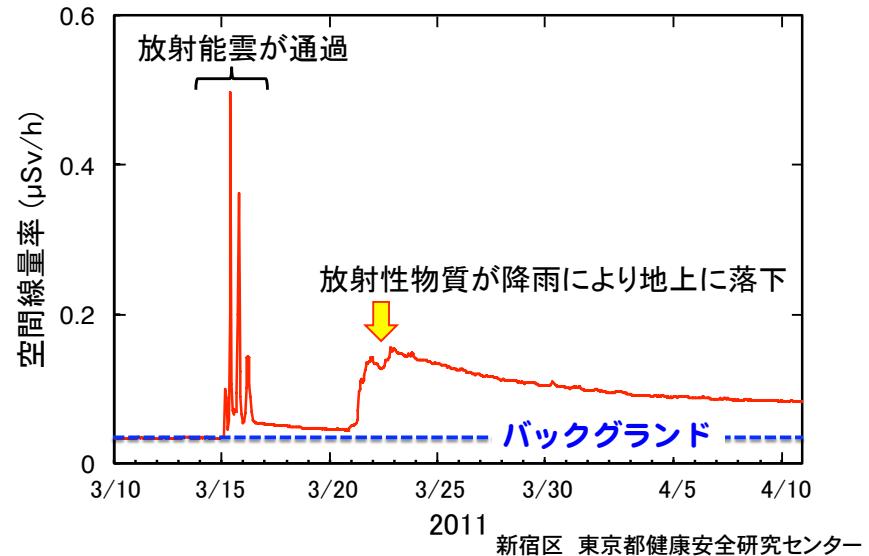
環境化学とは？

環境理解と環境問題を解決するための化学

- ① 自然界の**化学プロセス(物質循環)**を理解
- ② 自然界の**物質循環**に及ぼす**人類活動の影響**を評価
- ③ **環境問題解決**のために、科学の諸法則をどのように適用すべきかを解明

人類と地球との共生 = 環境問題の解決

バックランドとは...



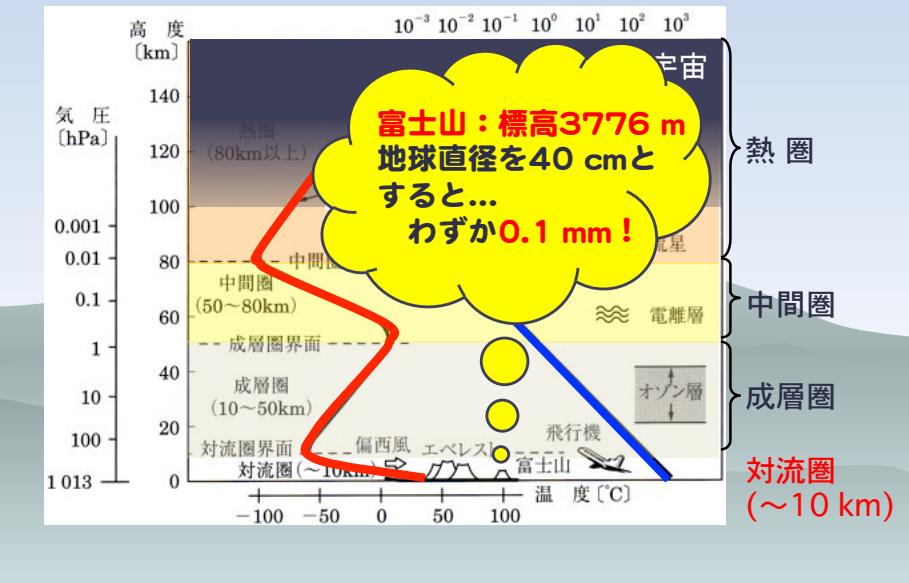
■ 本日の講義内容

- 1) 大気・水圏環境化学研究の紹介
- 2) 環境化学とはどのような学問か？
- 3) 大気と降水の環境化学
大気汚染物質の三態，越境大気汚染
富士山：地球大気環境を監視する
- 4) 森林と陸水の環境化学
森林生態系サービス，
福島：森林の放射性物質をどうするか？



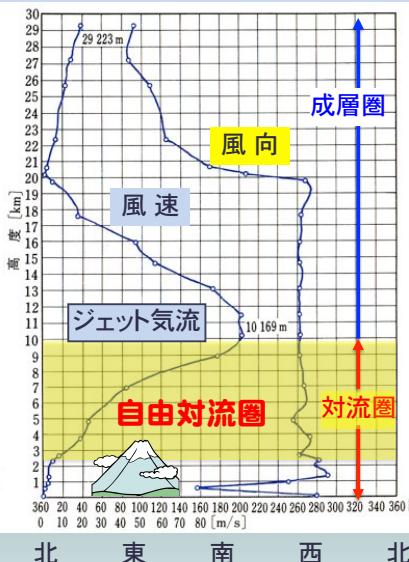
大気と降水の環境化学

■ 地球大気の構造：空気の8割は対流圏



■ 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)



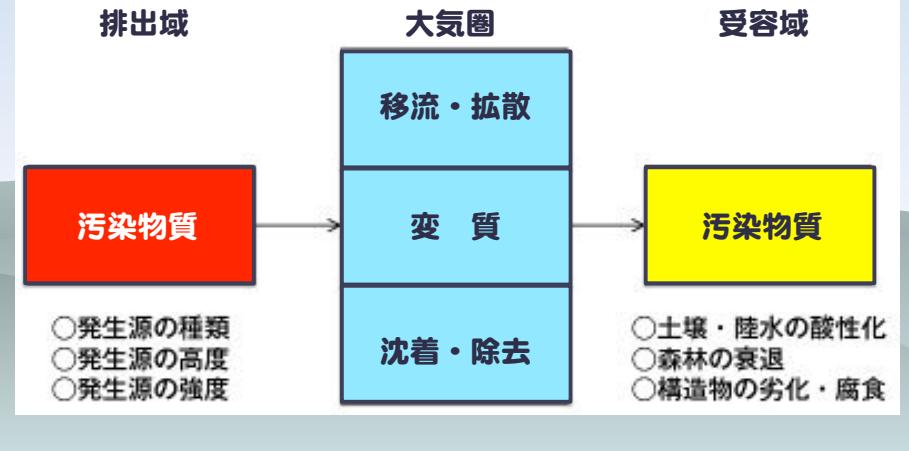
自由対流圏(中緯度)

- ・風向: 西風(偏西風)
 - ・風速: 強
 - ・汚染物質: 運ばれにくい
- ↓
- ・日本: 大陸からの影響
 - ・汚染物質の輸送速度: 大
 - ・地上より綺麗

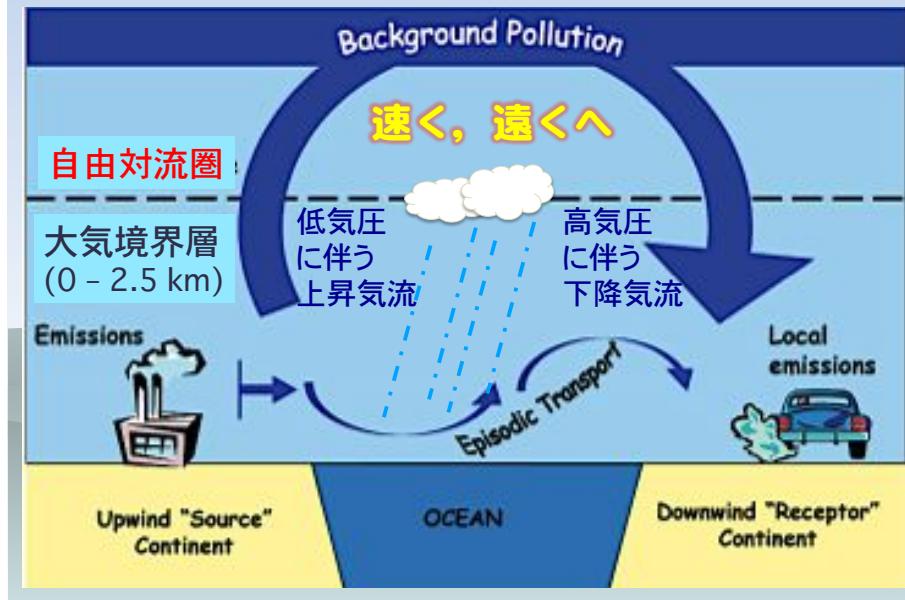
大気汚染物質の地球規模輸送を監視するのに最適

■ 越境大気汚染とは？

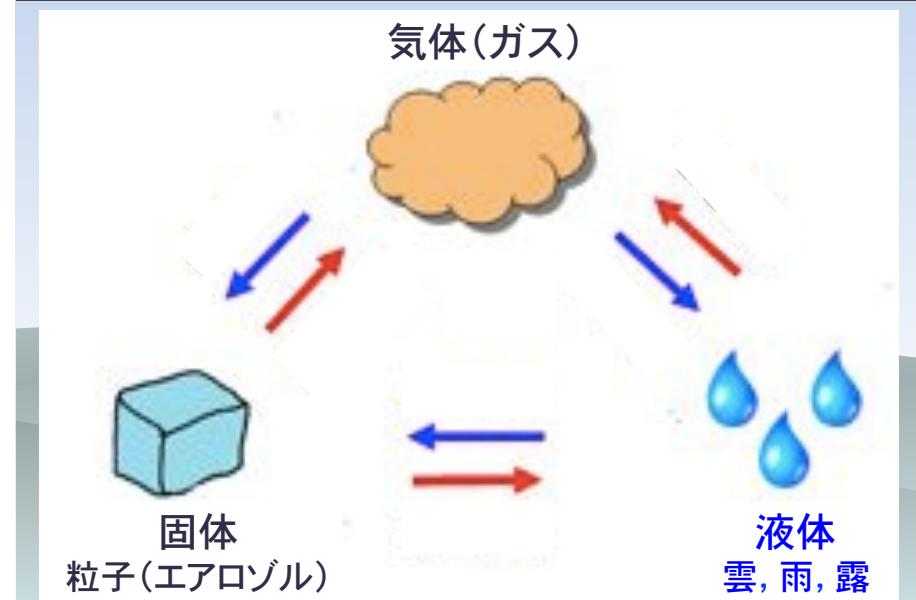
越境大気汚染：
排出域 (ソース) ≠ 受容域 (レセプター)



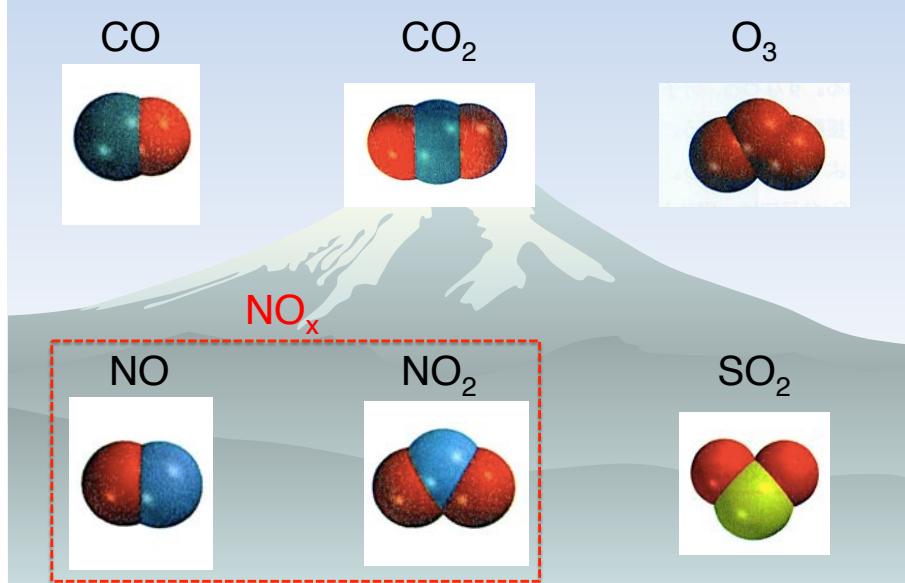
■ 大気汚染物質はどこを運ばれる？



■ 大気汚染物質は三つの形態で存在



■ 代表的なガス状大気汚染物質



■ 二酸化窒素の濃度分布

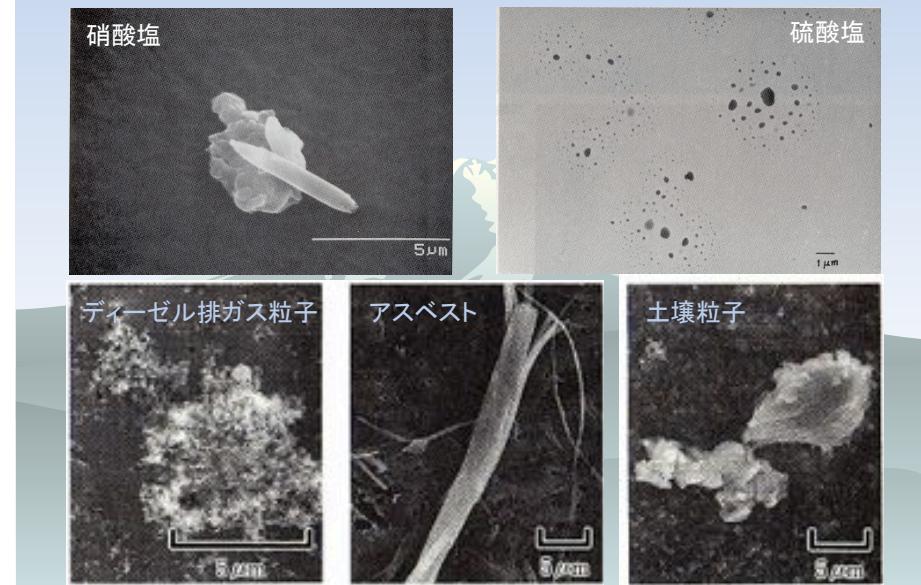


NO_x汚染：中国、ロシア、中南米

■ 二酸化硫黄の濃度分布

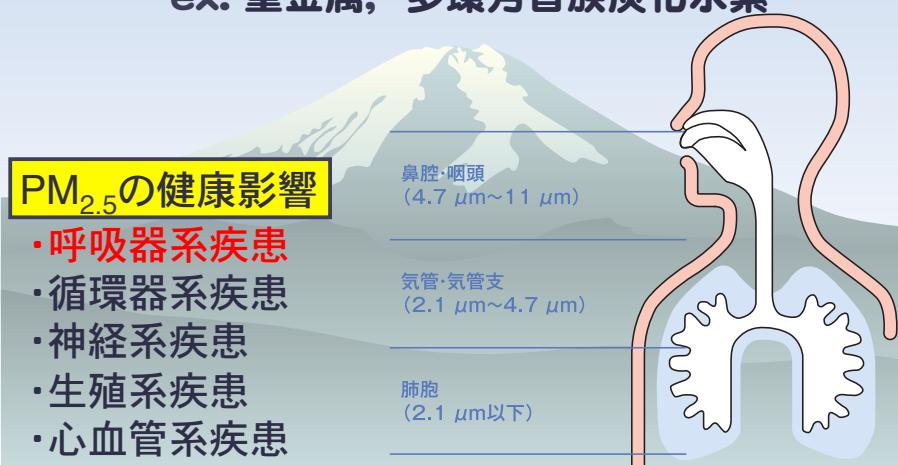


■ 粒子状大気汚染物質(PM)の形状



■ なぜPM_{2.5}が注目されるのか？

- 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

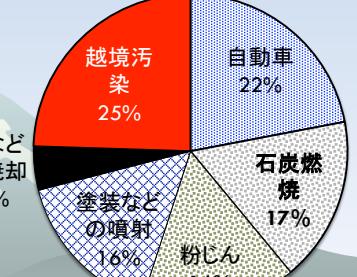


■ PM_{2.5}：中国における深刻な汚染



2013年10月21日 中国・ハルビン
PM_{2.5}濃度が1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を越えた！

北京のPM2.5の排出源



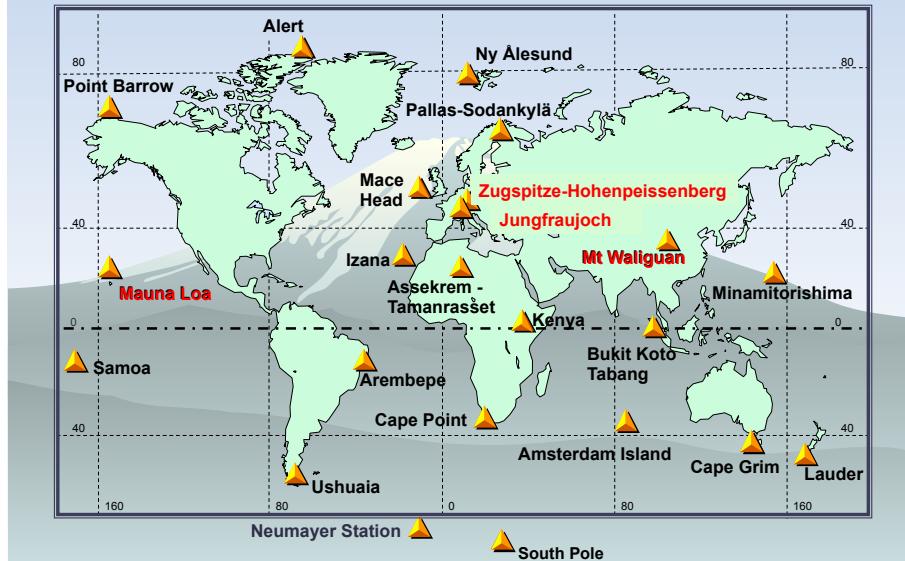
在中国日本国大使館・岡崎雄太氏
講演資料

2010年の死亡数:世界で330万人(中国とインドで6割)

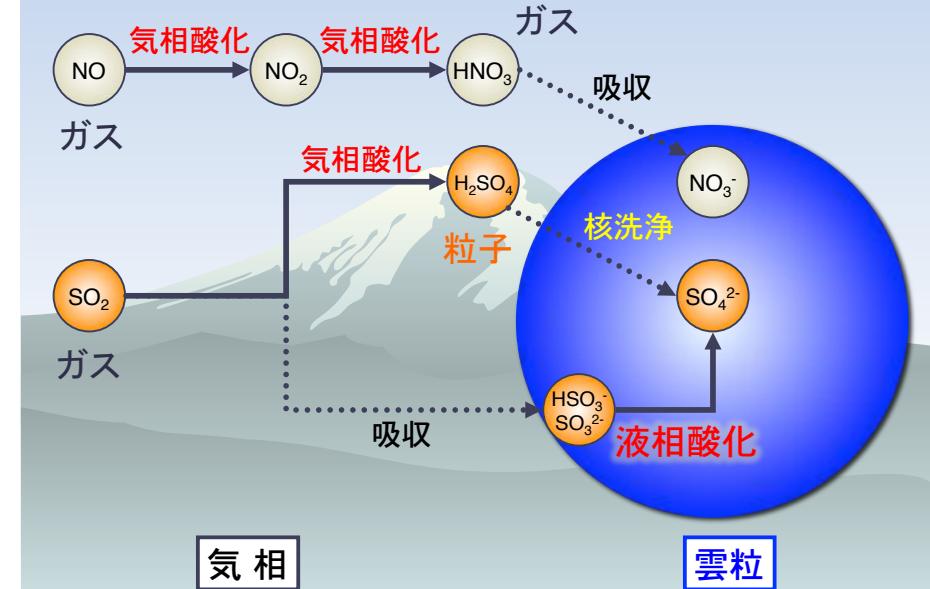
■ 粒子状大気物質(PM)の濃度分布



■ 全球大気監視計画 Global Atmosphere Watch
大気質の変化を早期発見、将来の地球環境を予測



■水相：酸性物質の雲粒への取り込み



■世界の高所大気化学研究施設



**ドイツ、ツーヴェスピッツェ
海拔2,962m**



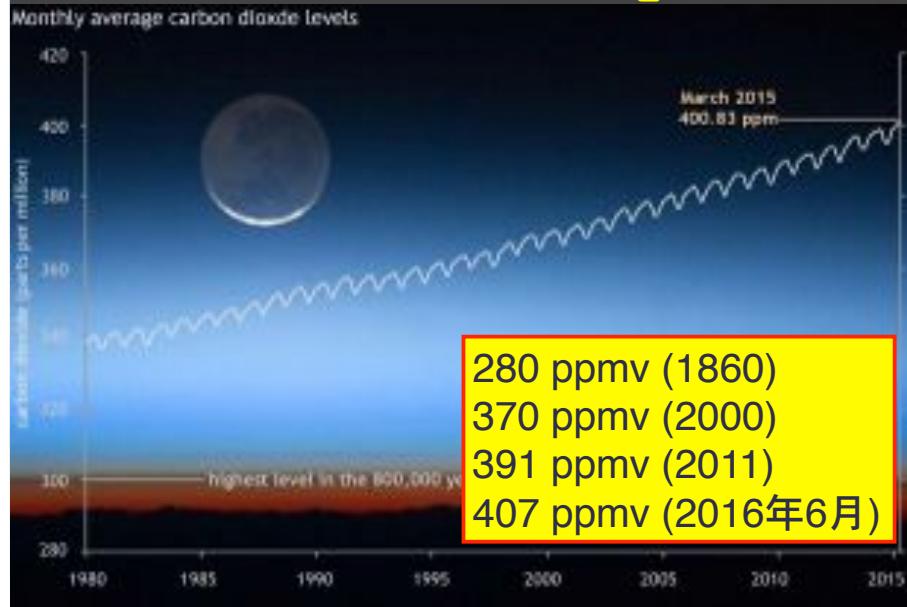


スイス、ユングフラウヨッホ
海拔3,550m



中国、フリガン山
海拔3,810m

■ 地球規模汚染：大気中CO₂濃度の増加



■ 高度3000 m以上の高所大気観測拠点



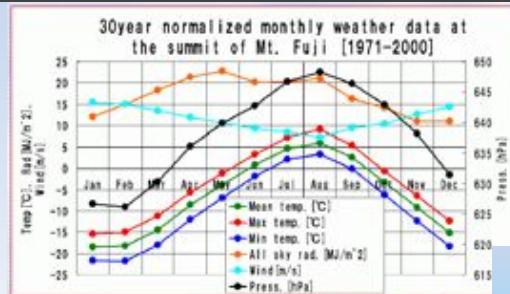
■ 旧富士山測候所の概要



■ 富士山頂の概観



■富士山頂の気象

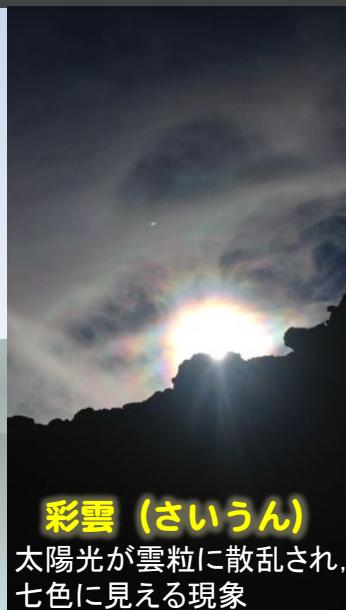


- ◆風が強い
 - ◆寒い
 - ◆日差しが強い
 - ◆気圧が低い
- 地上気圧の約60%**



- ・最高気温：17.8°C
(1942年8月13日)
 - ・最低気温：-38.0°C
(1981年2月27日)
- 冬季の平均気温：-17.3°C
(南極昭和基地と同程度)

■富士山：いろいろな雲に出会える



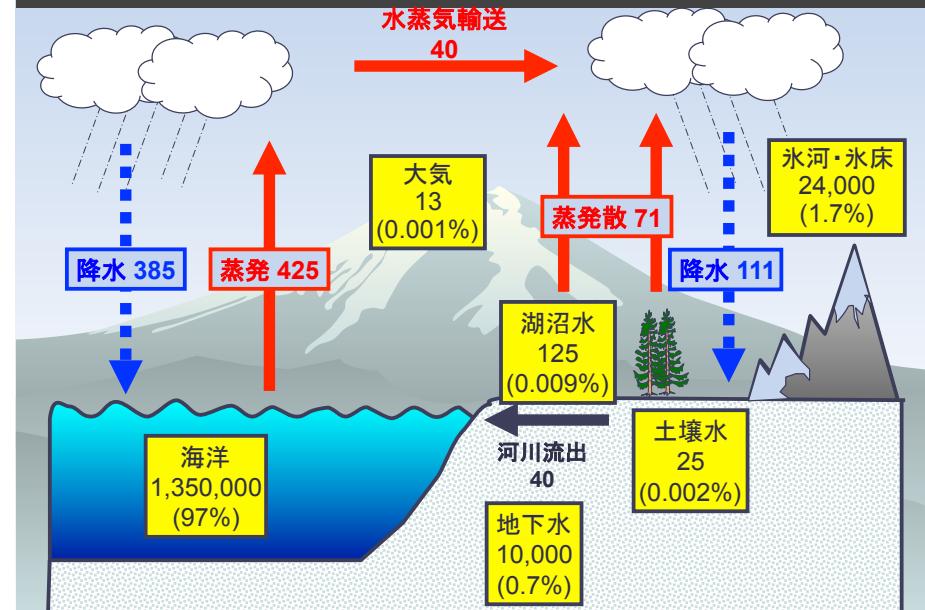
■新幹線並みのスピードの風

順位	記録	日付
1	毎秒 72.5 m	昭和17年 4月 5日
2	毎秒 70.5 m	昭和16年10月 2日
3	毎秒 70.0 m	昭和20年 9月 18日
4	毎秒 69.2 m	昭和17年 3月29日
5	毎秒 66.7 m	昭和26年10月15日
6	毎秒 62.8 m	昭和16年11月28日
7	毎秒 62.3 m	昭和31年 8月17日
8	毎秒 62.1 m	昭和30年10月20日
9	毎秒 61.6 m	昭和17年 4月20日
10	毎秒 60.0 m	昭和15年 2月20日

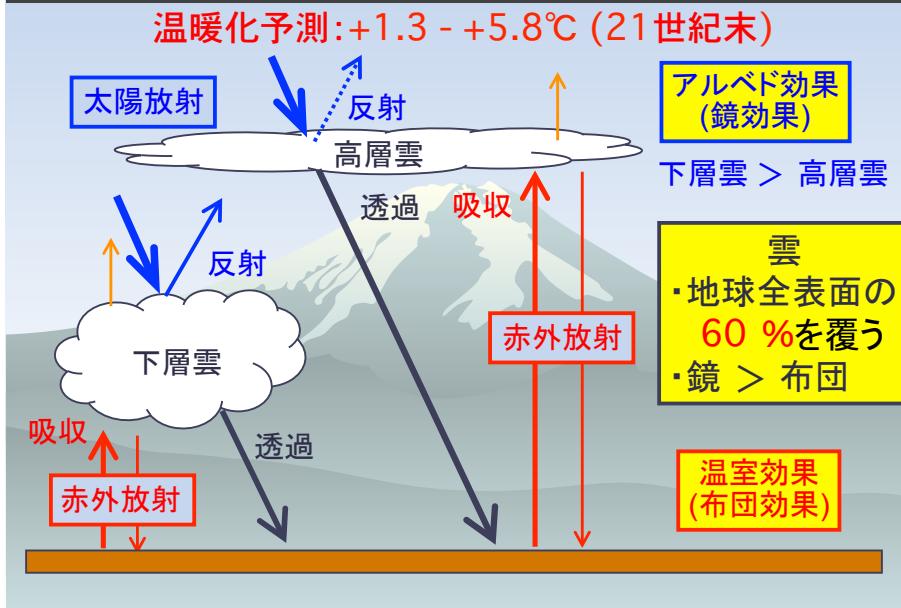
山陽新幹線	時速300キロ
東海道新幹線	270キロ
東北新幹線	275キロ
上越新幹線	270キロ
在来特急	約130キロ
飛行機	約950キロ

毎秒70メートル → 時速252キロ

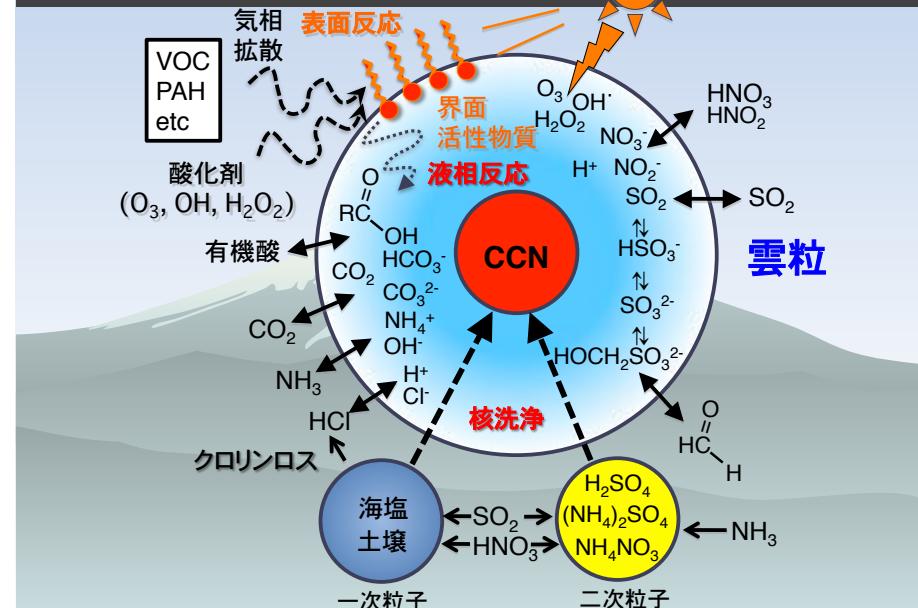
■雲のはたらき：水循環



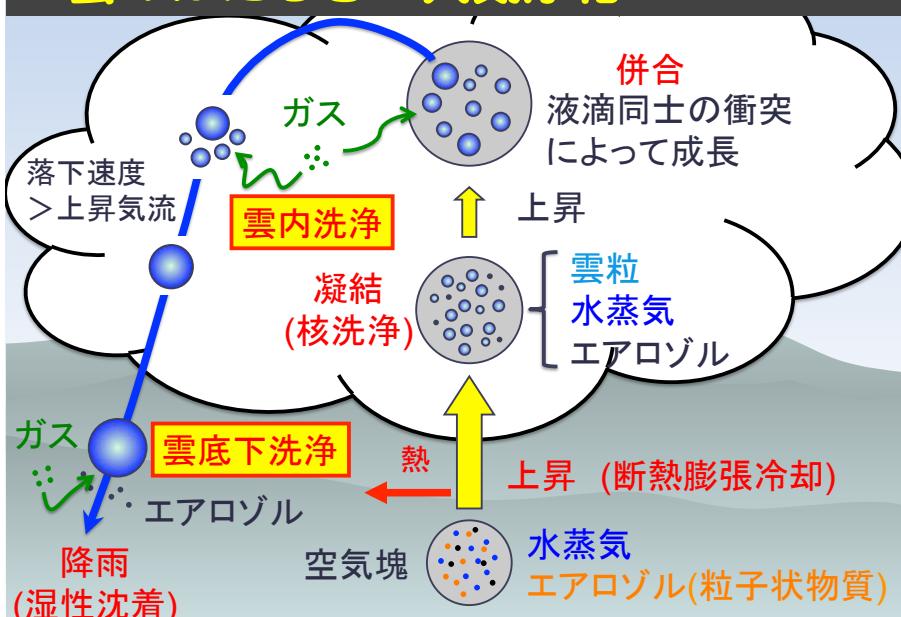
■ 雲のはたらき：鏡効果と布団効果



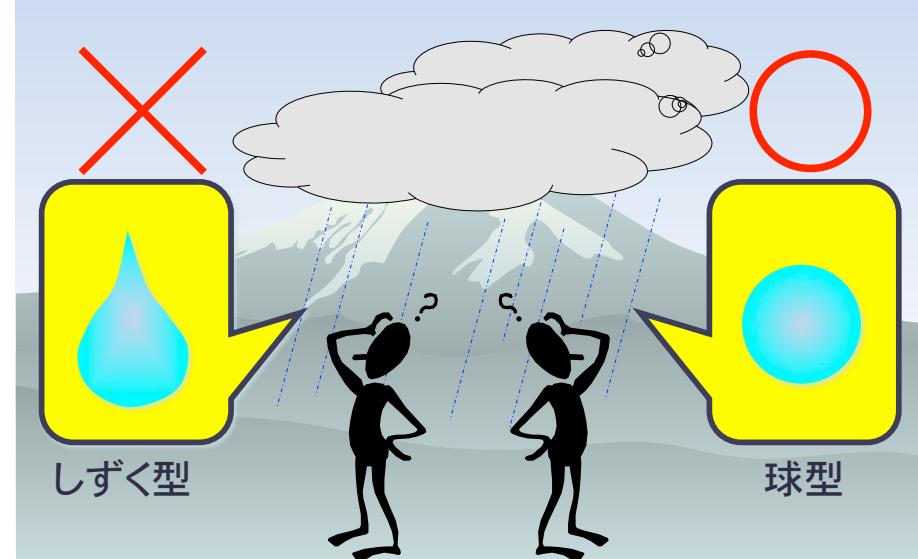
■ 雲のはたらき：反応場



■ 雲のはたらき：大気浄化



■ 雨滴のかたちはどっち？



なぜ富士山に登るのか？



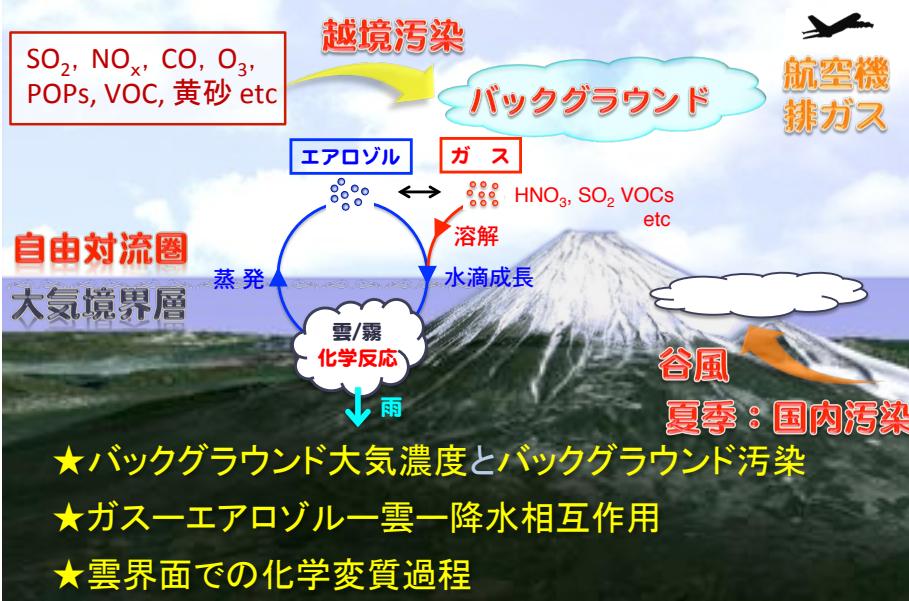
なぜ富士山に登るのか？

地球規模の空気質
を知りたい！



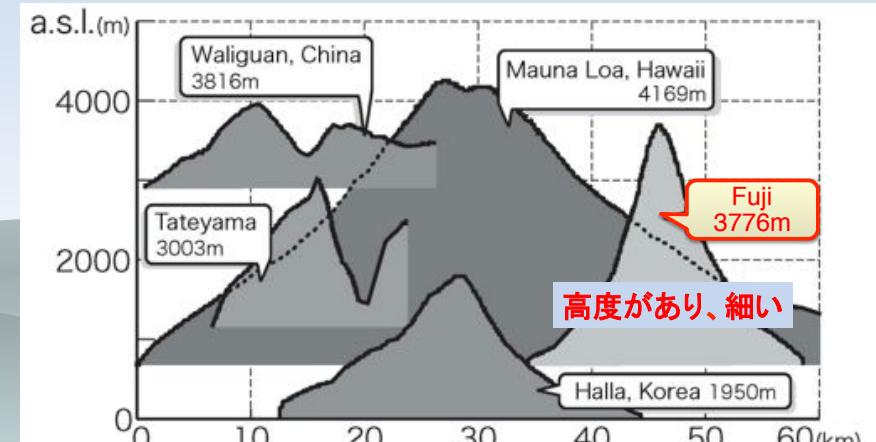
航空機は高額であり、観測できるのは天気のよい短時間だけ

■ 富士山頂で調べたいこと

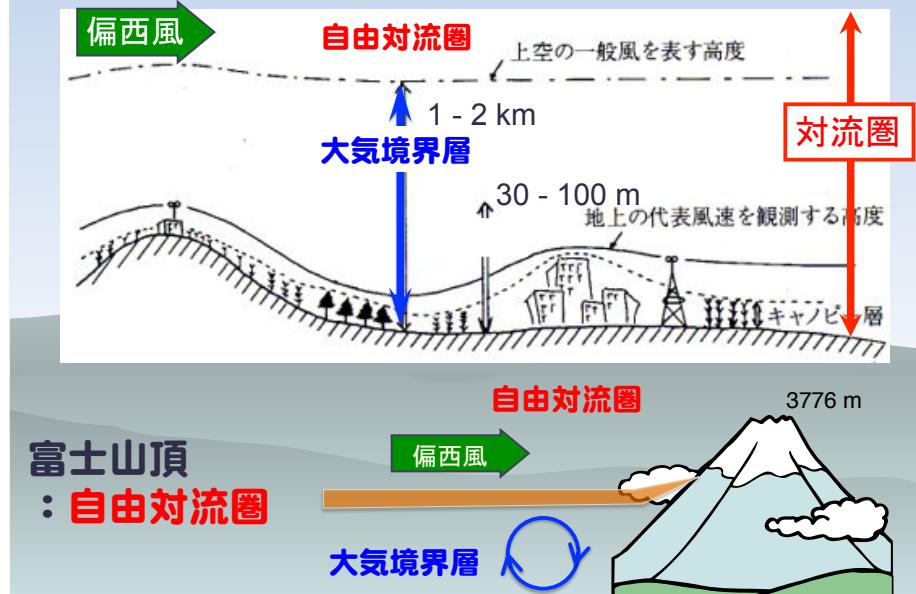


■ 観測タワーとしての富士山の利点

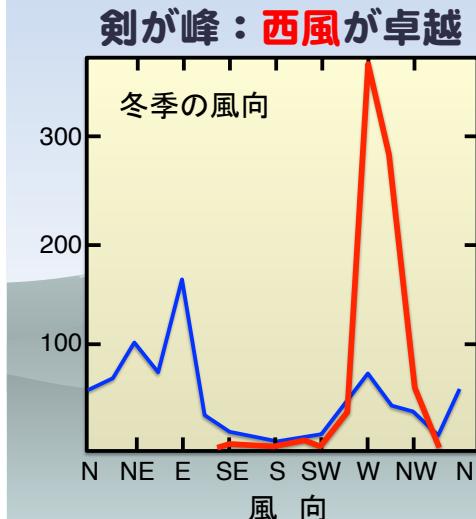
多くの山体：メタボ、富士山：スマート



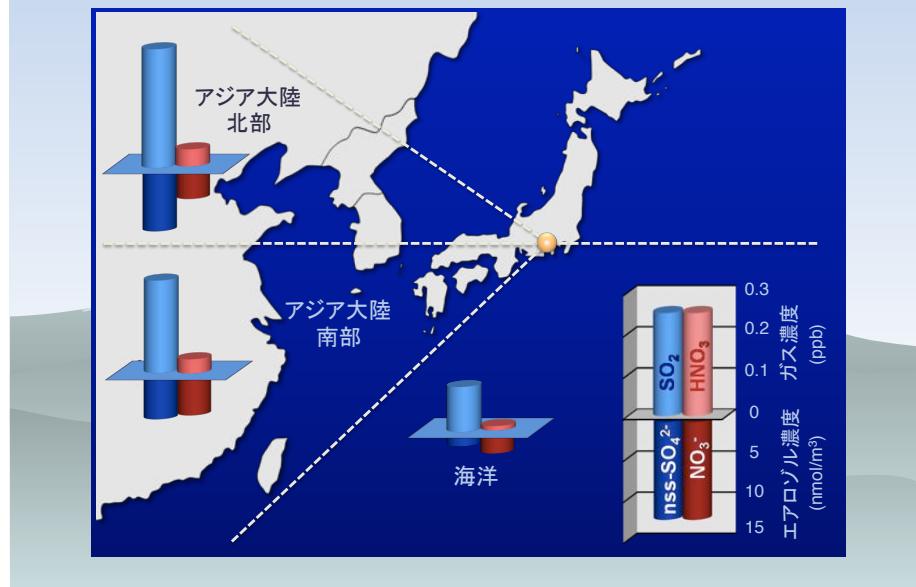
■観測タワーとしての富士山の利点



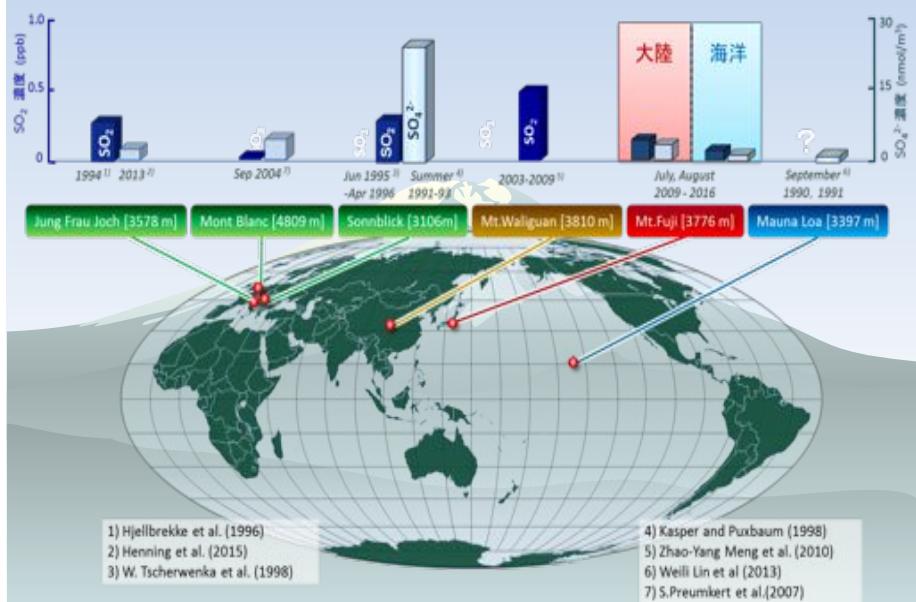
■観測タワーとしての富士山の利点



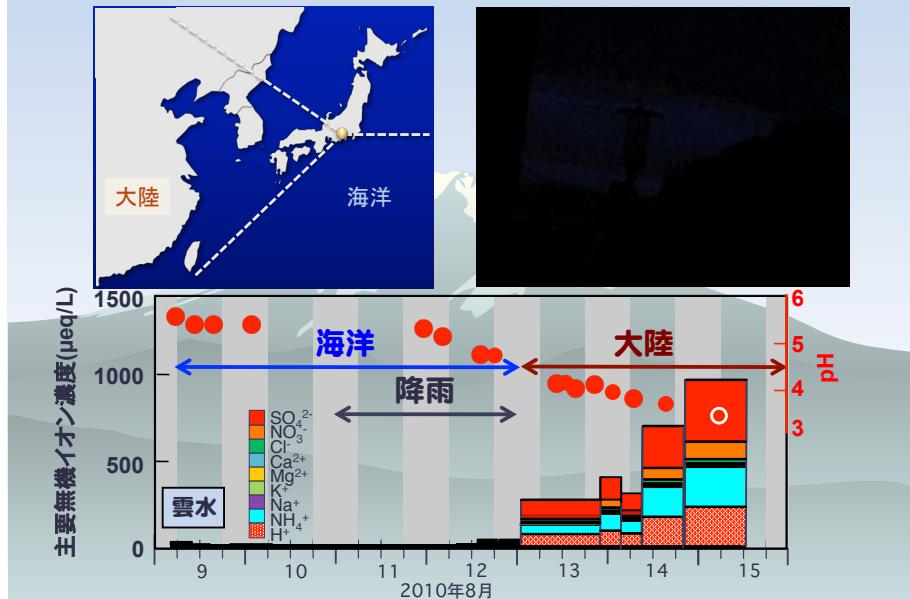
■ガス&エアロゾル：酸性物質



■ガス&エアロゾル：酸性物質



■富士山頂 雲水化学と空気の輸送経路



■本日の講義内容

- 1) 大気・水圏環境化学研究の紹介
- 2) 環境化学とはどのような学問か？

- 3) 大気と降水の環境化学
大気汚染物質の三態、越境大気汚染
富士山：地球大気環境を監視する
- 4) 森林と陸水の環境化学
森林生態系サービス、
福島：森林の放射性物質をどうするか？



森林と陸水の環境化学

森林クイズ

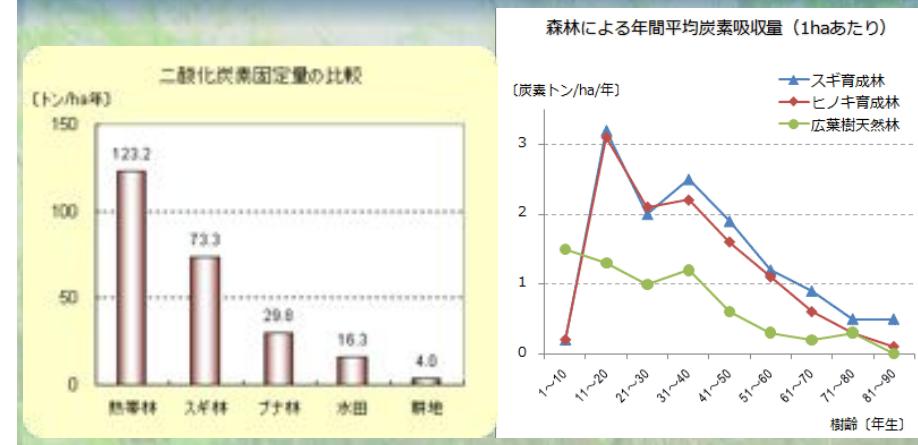
- 1) 日本の森林面積は国土面積の何%？
答: 67%
- 2) 日本の森林面積は先進国の中で何位？
答: 3位
- 3) 世界で森林が減少している地域は？
答: 热帶

森林生態系サービスの経済価値

森林の機能	評価額(年)
土壤浸食防止	282,565億円
水質浄化	146,361億円
水資源貯留	87,407億円
表面崩壊防止	84,421億円
洪水緩和	64,686億円
保健・レクレーション	22,546億円
二酸化炭素吸收	12,391億円
化石燃料代替	2,261億円
合計	702,638億円

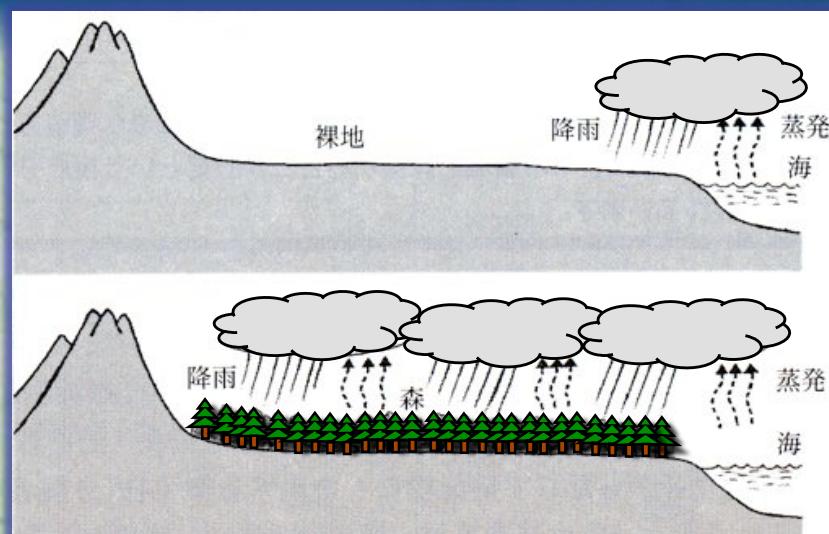
日本の森林の価値：年間70兆円（日本学術会議）

森林の二酸化炭素吸収量

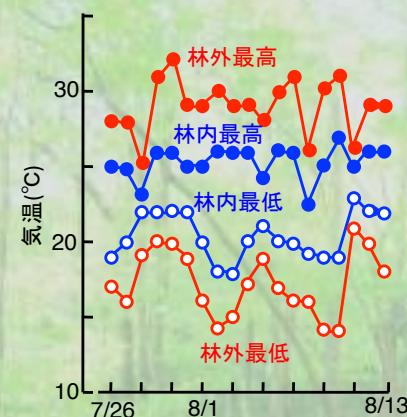


日本：若いスギでCO₂吸収大

森林と水資源

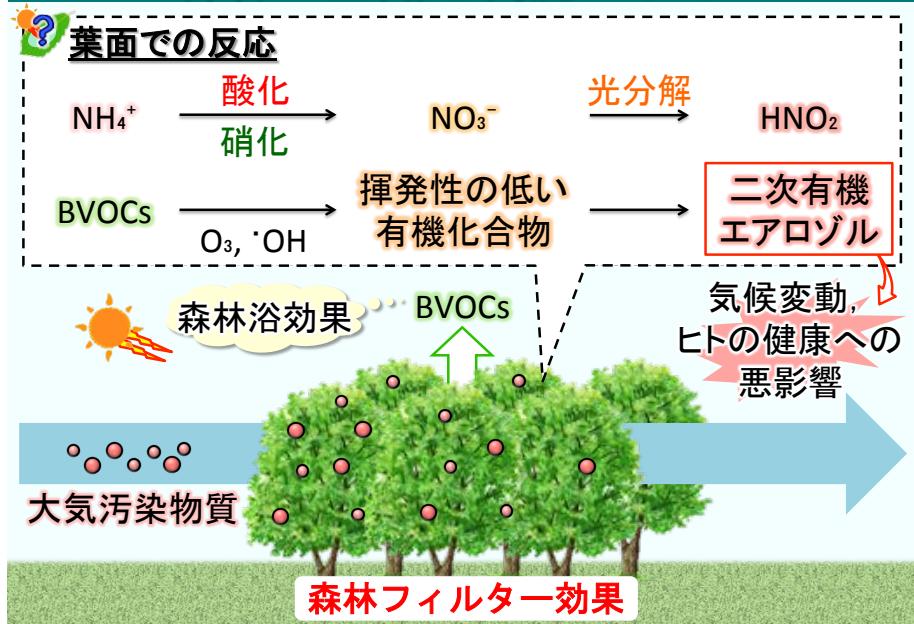


森林による冷却＆保温効果 ～クールアイランド効果～



→林内の方が日中は涼しく、気温差が小さくなる

森林は空気を綺麗にする！



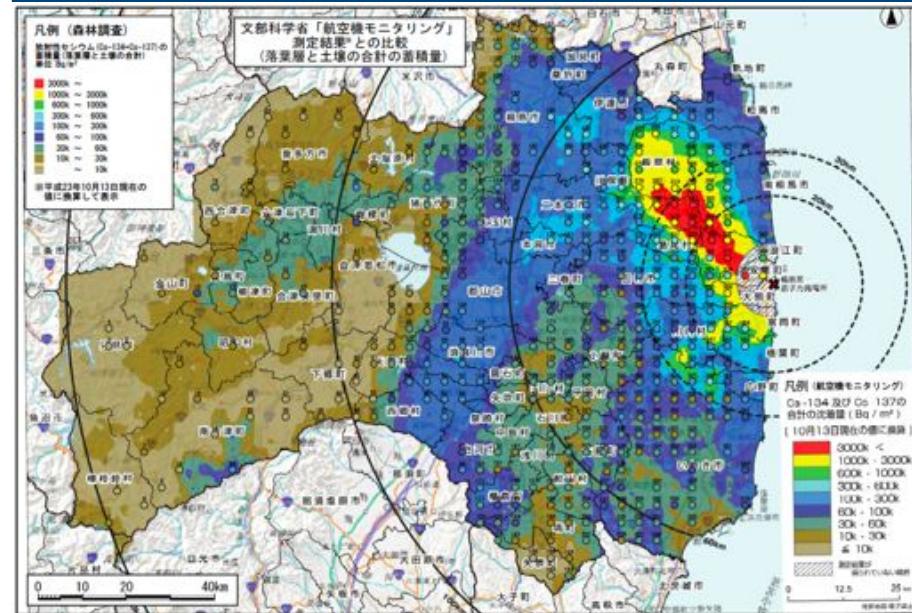
74 | 2017年度 環境資源工学の展望

大河内

福島県里山：放射性物質の動態調査



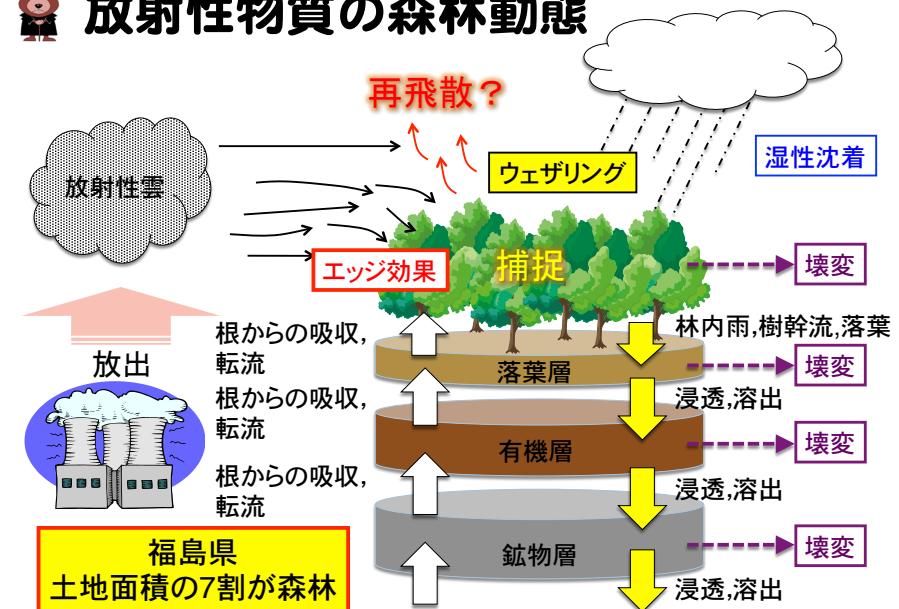
福島県：放射能汚染マップ



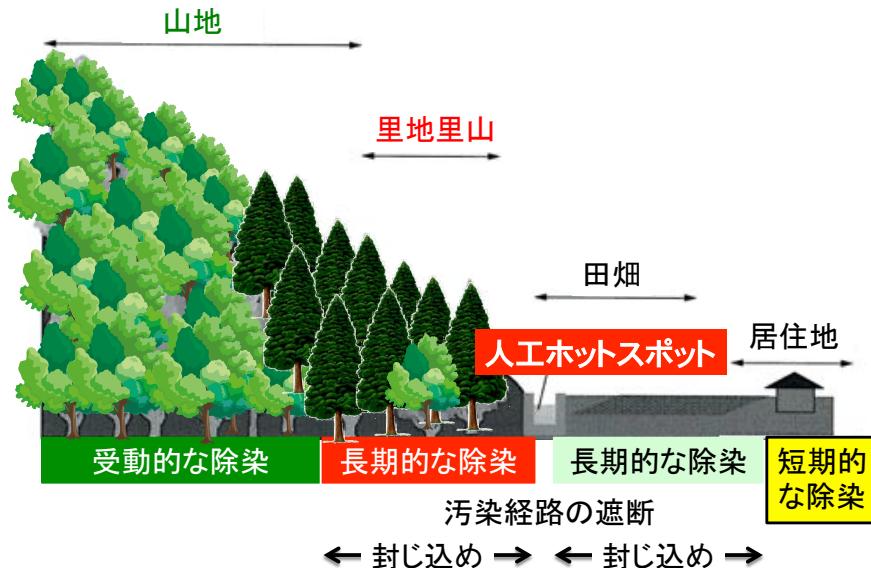
75 | 2017年度 環境資源工学の展望

大河内

放射性物質の森林動態



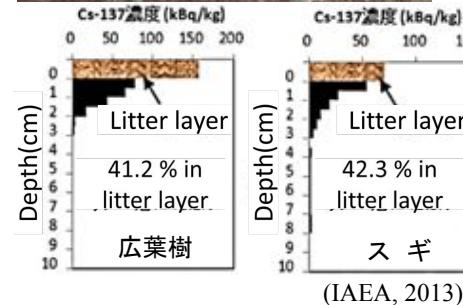
提唱されている環境除染の考え方



環境省：森林除染ガイドライン



林端から5-20 mの落葉除去



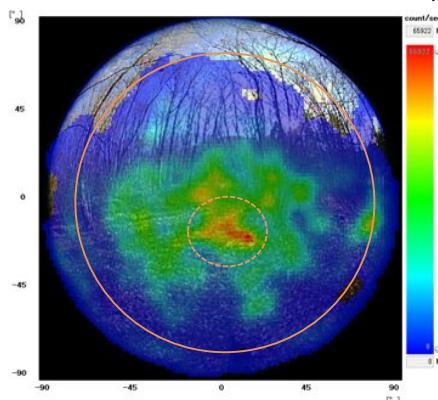
問題点

- ・大量の落葉除去
→ 栄養類の除去
→ 表土流出
- ・急斜面で作業効率悪い
- ・高コスト
- ・保存スペース確保困難

現場での除染が必要

放射性物質の可視化 with 応物・片岡研

γ 線カメラを用いた放射性物質の動態調査
→ ホットスポットの特定, 除染の計画策定・検証



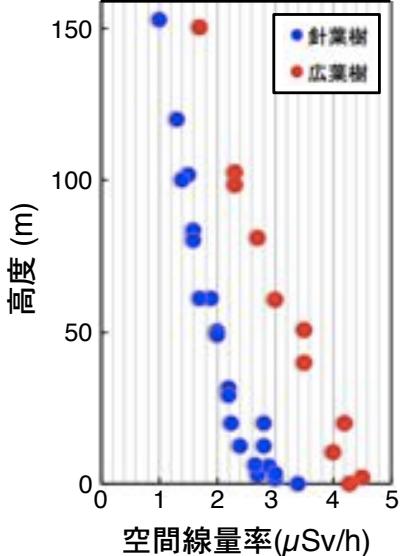
早稲田大学理学院総合研究所
片岡 淳 准教授より借用

視野角: 180°, 測定距離: 50 m
測定時間: 約10分

ドローンによる鉛直観測 with 応物・片岡研



福島県浪江町南津島

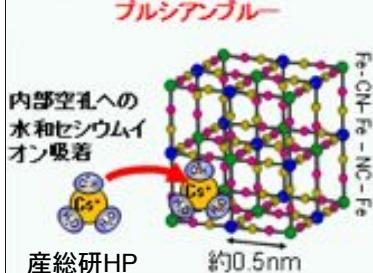


環境調和型除染技術：PB皮膜磁性ナノ粒子

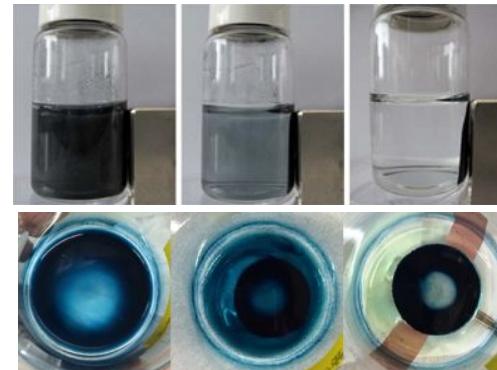
磁性ナノ粒子(MNP) Fe_3O_4
超常磁性 粒径:約 10 nm



ブルシアンブルー(PB)
 $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ Cs吸着能:高



Thammawong et. al. (2013)
・ Fe_3O_4 ナノ粒子(MNP)にPBをコーティング



環境調和型除染技術のアイデア

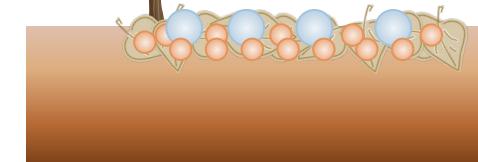
□ PB-MNP



PB-MNP

強磁性の四酸化三鉄ナノ粒子(MNP)の表面に吸着材のブルシアンブルー(PB)を被膜した二次粒子

実現すれば…



- ・現場での除染: ○
- ・減容: ○

○:放射性セシウム ○:PB-MNP

まとめ：問題をどう解決するのか？

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、皆さん学んでいます

まとめ：環境問題をどう解決するのか？

この手法は、環境問題の解決に限らない。

論理的思考力



大学で学ぶ意義

知識を得ることはだけではない！

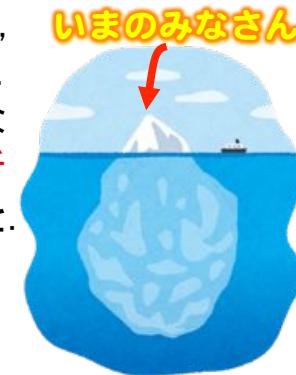
→ 論理的思考力を身につける

まとめ：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です。
大学時代に経験をたくさん積もう！



当研究室でアースドクターになろう！



質問は下記まで
hokochi@waseda.jp