

一般財団法人WNI気象文化創造センター

～第13回気象文化大賞成果報告書～

**Observation of Airborne Microplastics (AMPs)  
at the summit of Mt. Fuji  
and  
Comparison with observation data  
in the Asia-Pacific region  
to deduce their transportation**

**大気中マイクロプラスチック  
(Airborne MicroPlastics: AMPs)**



ゴム破片?



PMMA

**NPO富士山測候所を活用する会**

早稲田大学理工学術院 創造理工学部 環境資源工学科

大河内 博

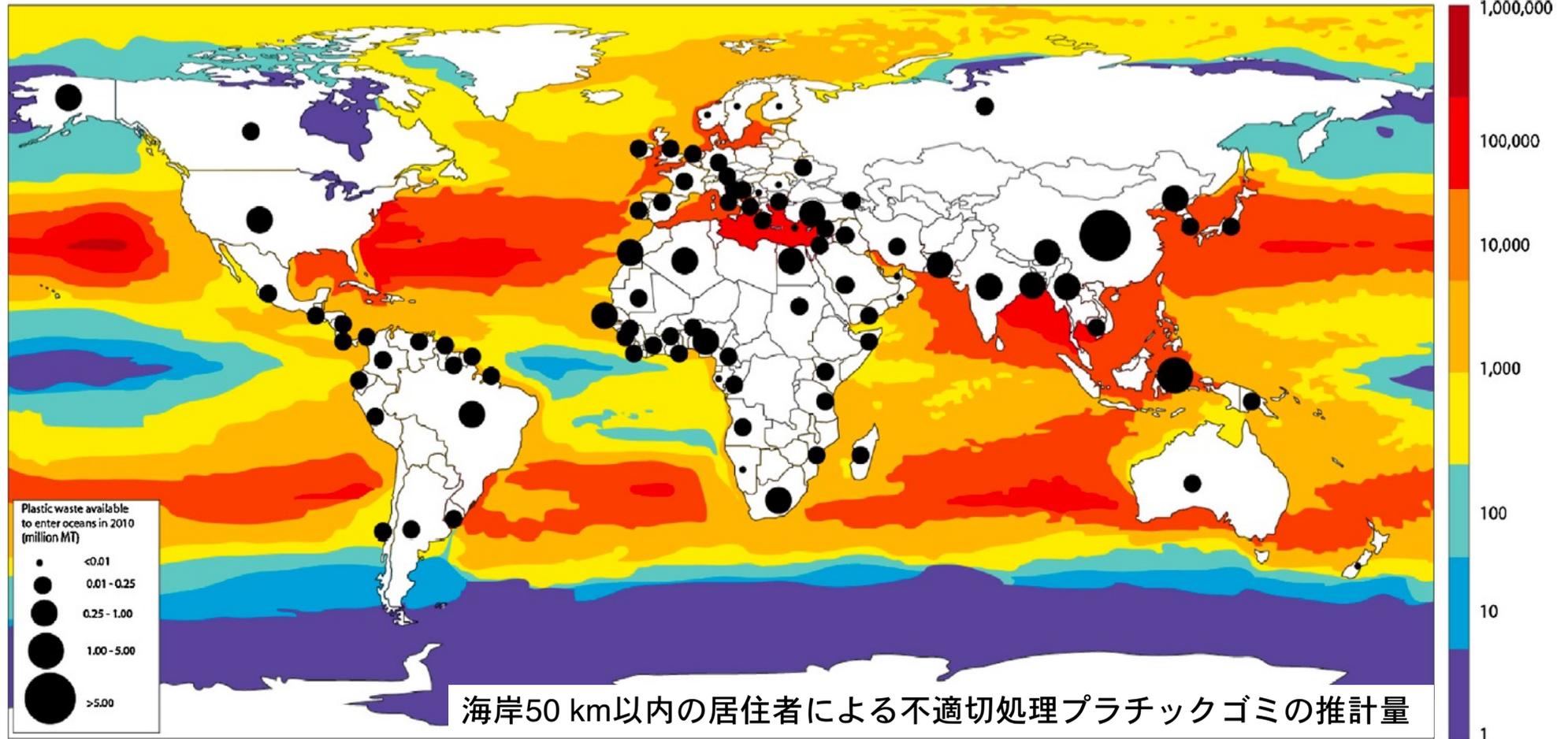


# 海洋プラスチックゴミの実態



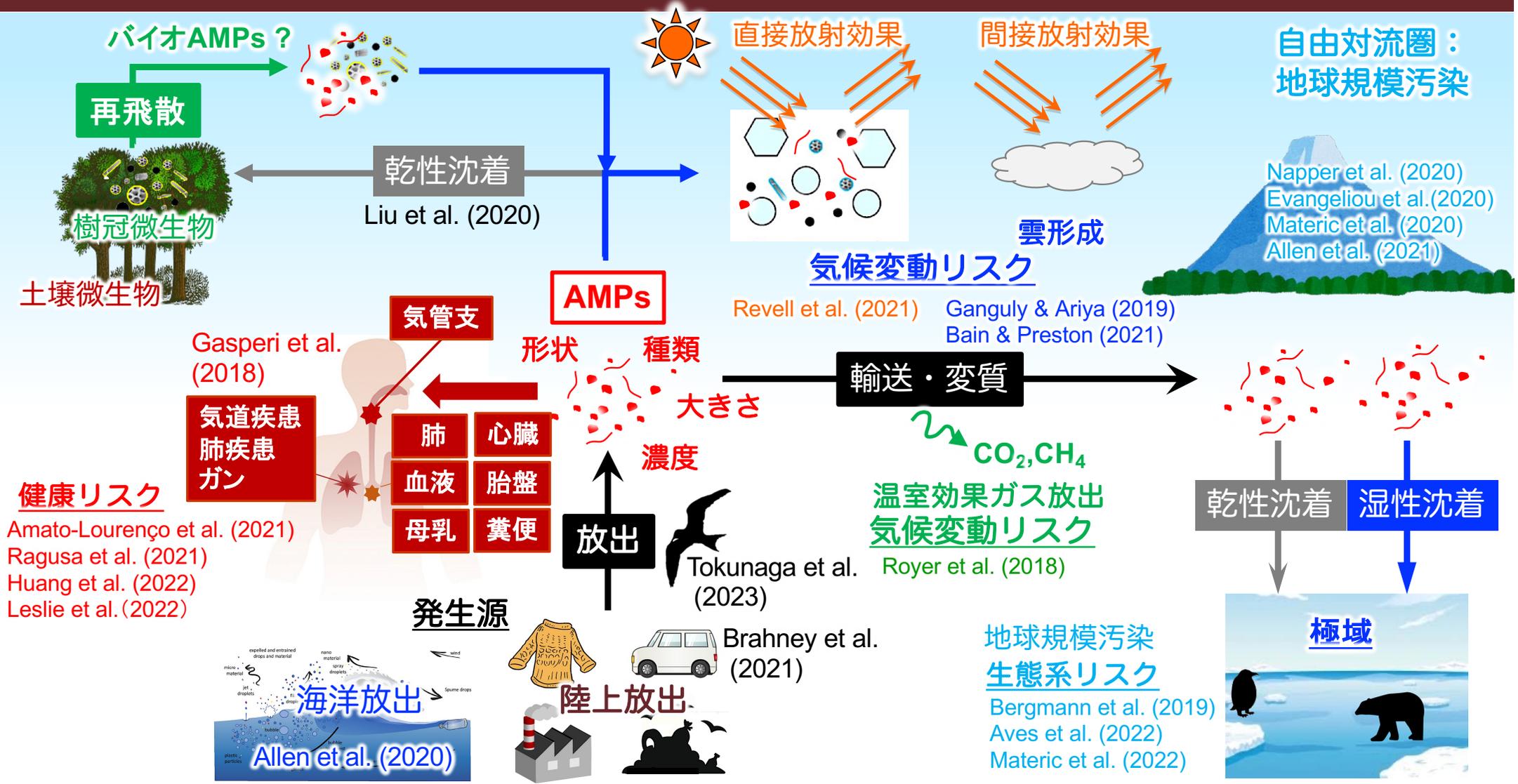
Waseda University

Zalasiewicz, et al., Anthropocene 13 (2016) 4–17



アジア：プラスチックの排出源 1位：中国，2位：インドネシア，3位：フィリピン

# 大気中マイクロプラスチックの環境・健康リスク

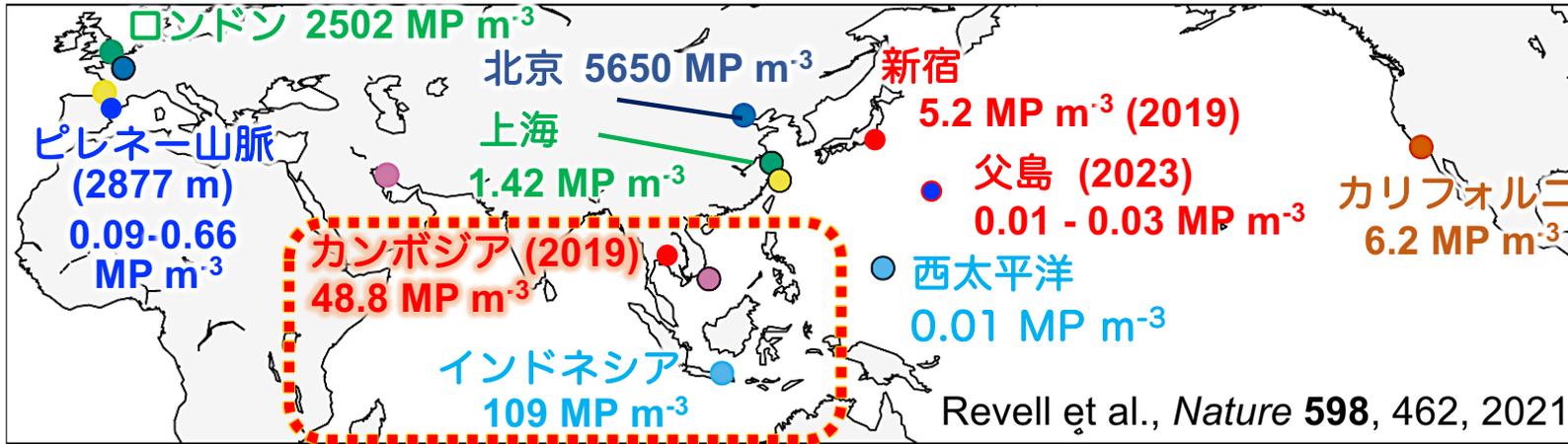


# 大気中マイクロプラスチックの濃度範囲

カンボジア(2022-2023)  
 雨季: 3.69 MP m<sup>-3</sup>  
 乾季: 5.14 MP m<sup>-3</sup>

濃度範囲 : 0.01 – 5650 MP m<sup>-3</sup>

新宿  
 0.42 MP m<sup>-3</sup> (2021-2023)  
 最大: 7.47 MP m<sup>-3</sup>



統一手法  
 (Zhu et al., 2021)  
 ➤ 中国北部  
 : 北京, 天津  
 358 MP m<sup>-3</sup>  
 ➤ 中国南部  
 : 南京, 上海, 杭州  
 230 MP m<sup>-3</sup>

Location	Concentration (MP m <sup>-3</sup> )	Analytical method
● Beijing, China <sup>13</sup>	5,650	SEM-EDX
● London, United Kingdom <sup>12</sup>	2,502	Raman spectral imaging
● Surabaya, Indonesia <sup>20</sup>	109	FTIR
● Bushehr Port, Iran (dusty days) <sup>1</sup>	10.3	μRaman
● French Atlantic Coast (offshore wind) <sup>3</sup>	9.6	μRaman
● Southern California <sup>9</sup>	6.2	μRaman and μFTIR
● French Atlantic Coast (onshore wind) <sup>3</sup>	2.9	μRaman
● Bushehr Port, Iran (normal days) <sup>1</sup>	2.1	μRaman
● Shanghai, China <sup>14</sup>	1.42	μFTIR
● Paris, France <sup>8</sup>	0.9	μFTIR
● East China Sea <sup>15</sup>	0.13	μFTIR
● South China Sea and West Pacific Ocean <sup>17</sup>	0.11	μFTIR
● West Pacific Ocean <sup>15</sup>	0.01	μFTIR

➤ 手法が不統一であり、正確な比較は困難である。

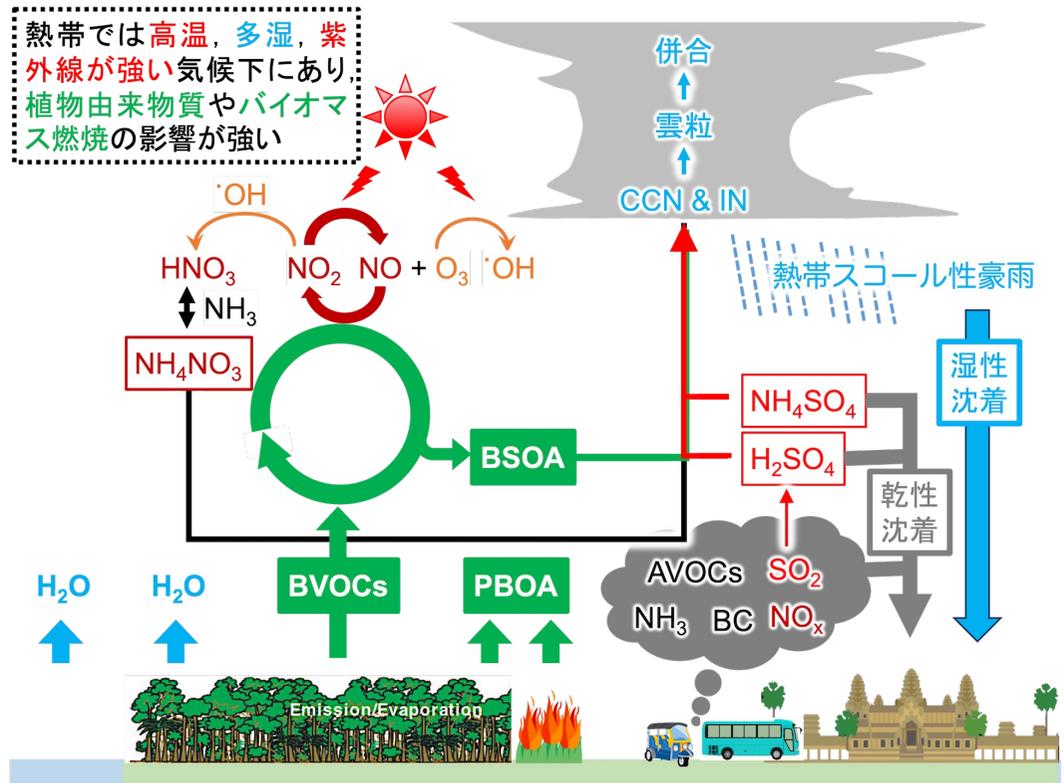
➤ 中国と東南アジアで高濃度  
 → 地球規模の発生源では？

北大西洋, 南シナ海, インド洋, 西太平洋  
 : 0.06–1.37 MP m<sup>-3</sup>

# 東南アジア：大気中マイクロプラスチックの発生源？



**ペットボトルゴミが散乱し、トンレサップ湖では乾季に低木の上にプラスチックが花が咲いたように散乱**



**高温、多湿、強紫外線**  
 → プラスチック劣化速度速い  
 → **マイクロプラスチック大量発生**

# マイクロプラスチックの分類

## 五大汎用プラスチック

ポリエチレン  
(PE)

ポリプロピレン  
(PP)

ポリスチレン  
(PS)

ポリエチレンテレフタレート  
(PET)

ポリ塩化ビニル  
(PVC)

## ポリオレフィン

エチレン・プロピレン  
共重合体  
(PE/PP)

## 生分解性

ポリビニルアルコール  
(PVA)  
ポリヒドロキシ酪酸  
(PHB)

## アクリル樹脂

ポリメタクリル酸メチル  
(PMMA)

ポリメタクリル酸エチル  
(PEMA)

スチレン・ブチルメタクリレート  
エチレンエチルアクリレート  
共重合体  
(SBMA)

SMA, PHEMA, PMA, PAR

## その他(熱可塑性)

エチレン酢酸ビニル  
共重合体  
(EVA)

ポリカーボネート  
(PC)

ポリアクリロニトリル  
(PAN)

アクリロニトリル  
ブタジエンスチレン  
共重合体  
(ABS)

アクリロニトリル  
スチレン  
共重合体  
(AS)

ポリ酢酸ビニル  
(PVA<sub>C</sub>)

アルキド樹脂  
(ALK)

ポリアミド(PA)

ナイロン66  
(N66)

ナイロン6  
(N6)

熱可塑性プラスチック

## その他(熱硬化性)

ポリウレタン(PUR)

エポキシ樹脂(EP)

ポリジアリルフタレート  
(PDAP)

## シリコン樹脂

シリコン樹脂(SI)

熱硬化性プラスチック

## ポリアミド ポリアミド(PI)

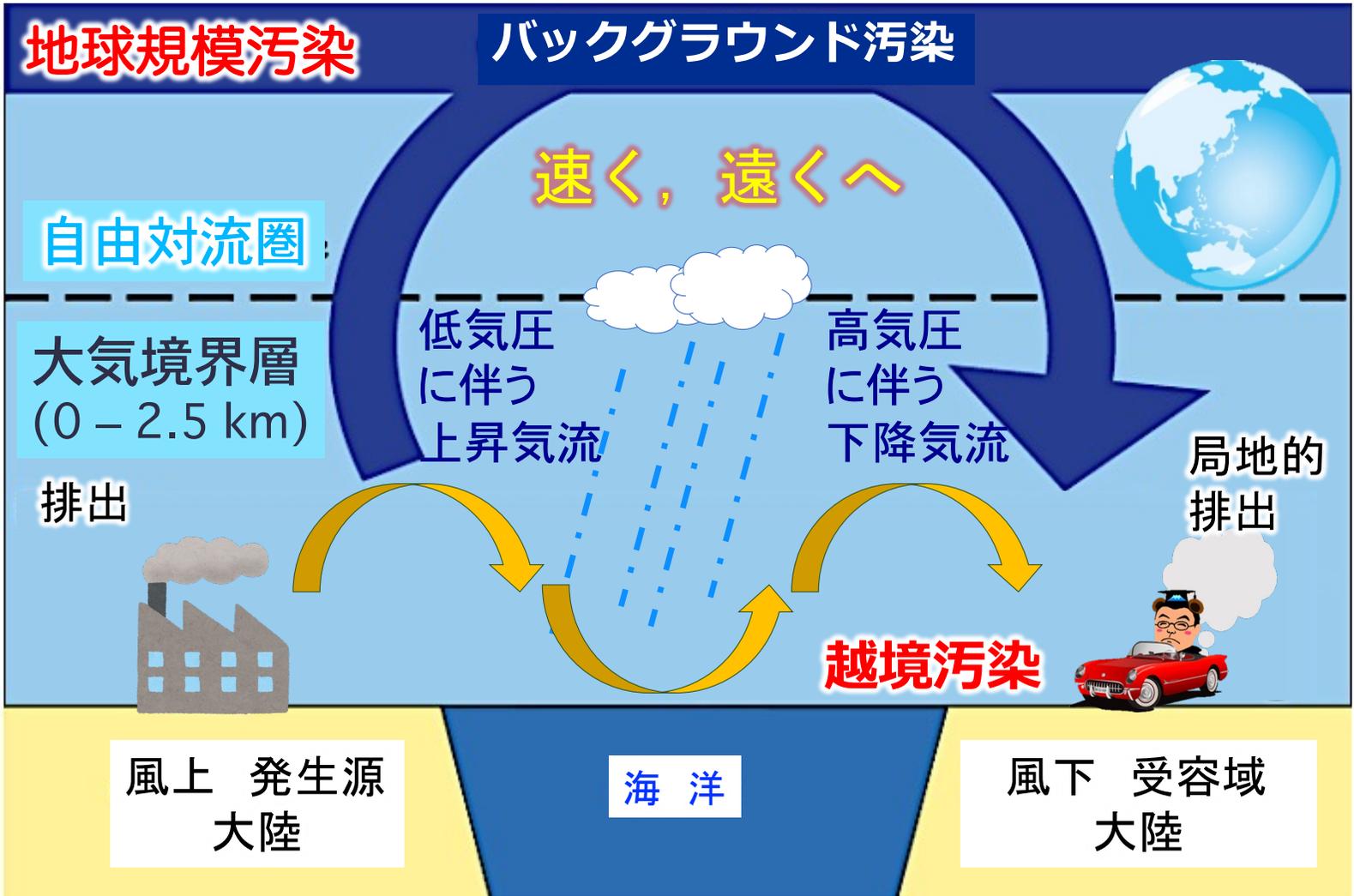
## ゴム

アクリロニトリルゴム  
(NBR)

スチレンブタジエンゴム  
(SBR)

ブタジエンゴム(BR)

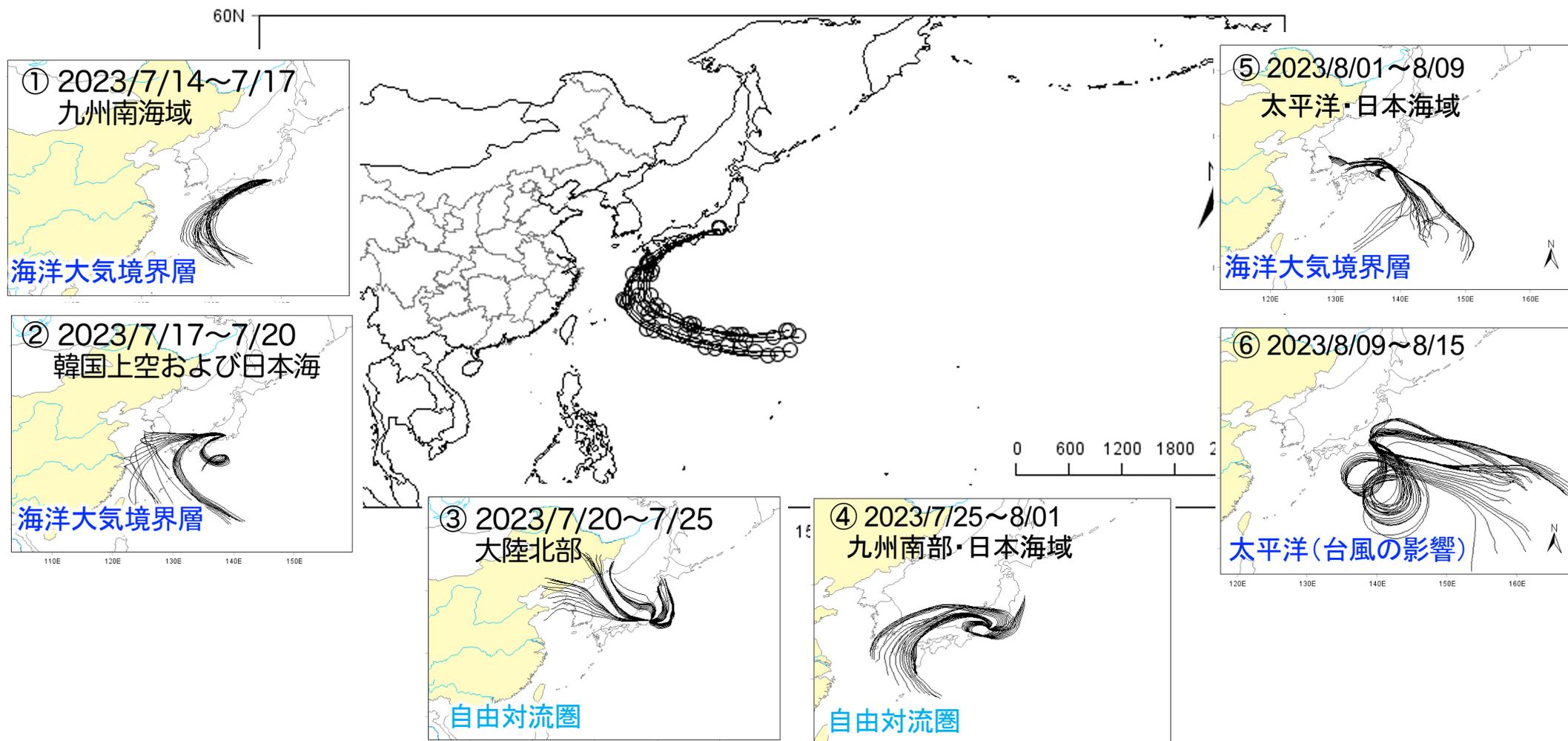
# なんで富士山？：大気汚染に国境は関係ない



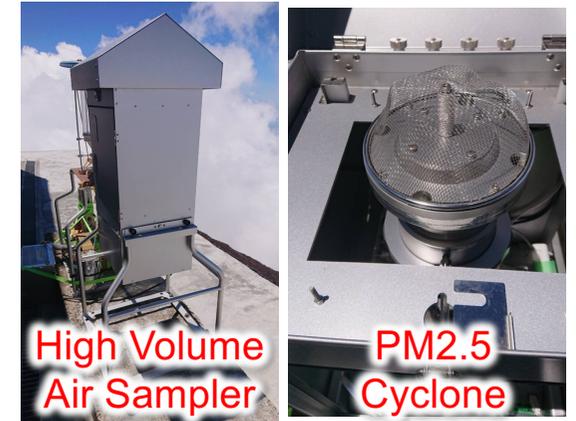
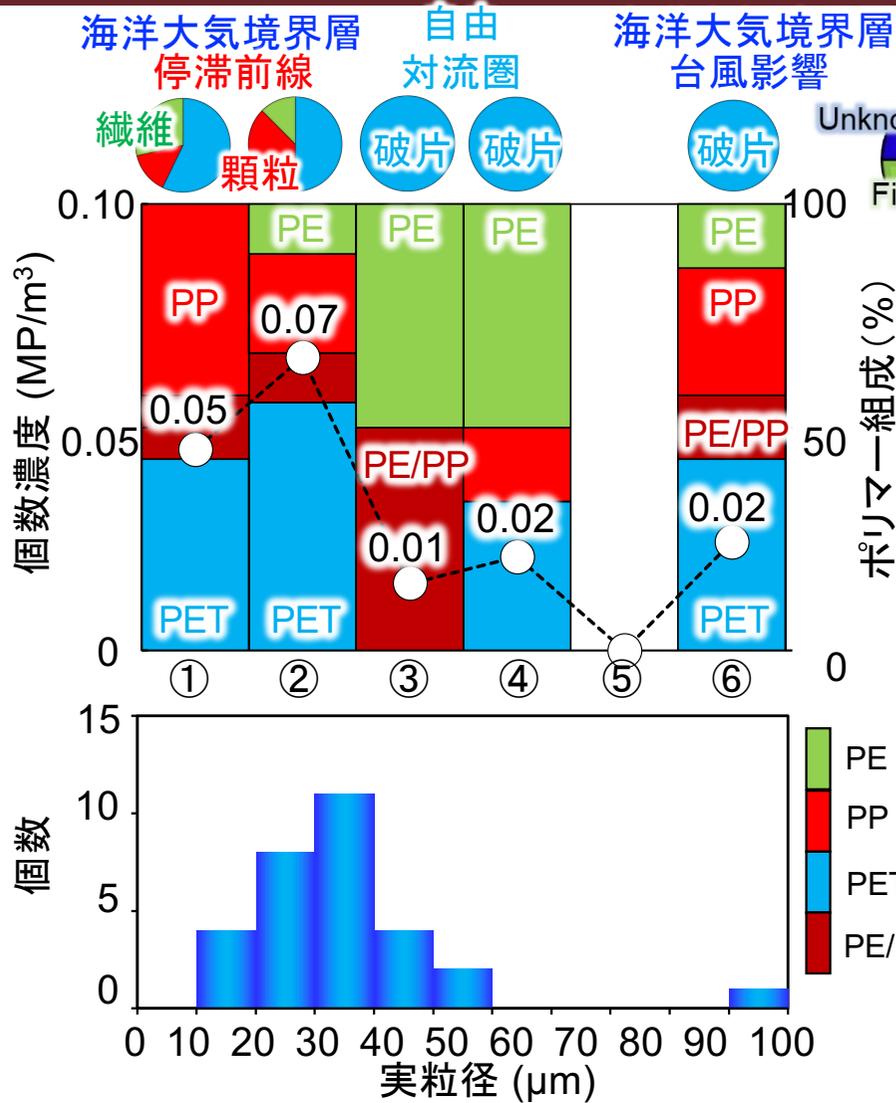
富士山頂：  
自由対流圏高度  
↓  
**地球規模汚染**

# 富士山頂：2023年夏季観測期間中の空気の流れ

23/7/14 1800\_15 0400 **観測期間中、清浄空気が流入**



# 富士山頂：2023年におけるPM<sub>2.5</sub>中AMPs

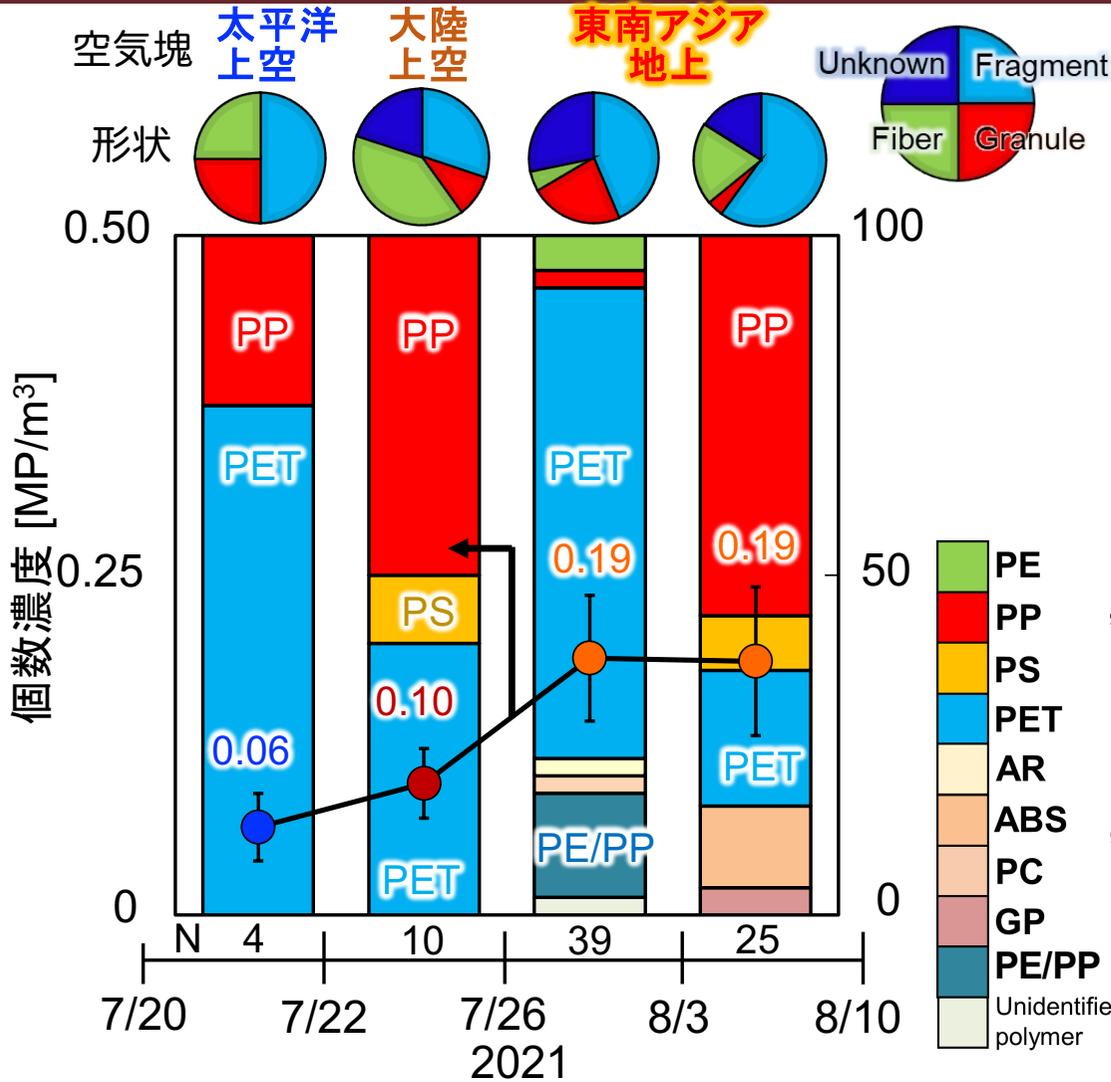


自由対流圏 / 海洋大気境界層

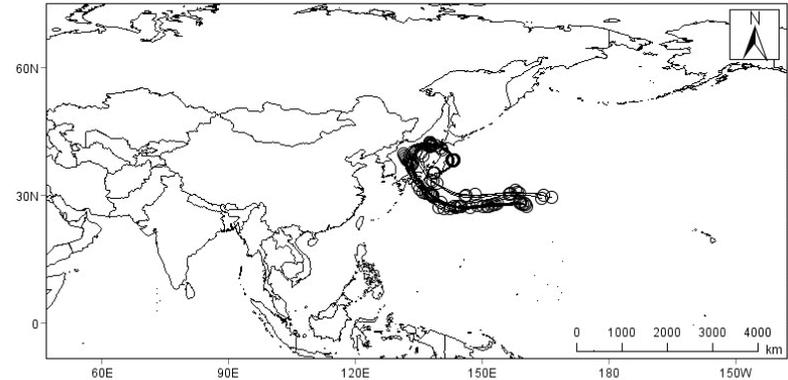
- ① 2023/7/14~7/17
- ② 2023/7/17~7/20
- ③ 2023/7/20~7/25
- ④ 2023/7/25~8/01
- ⑤ 2023/8/01~8/09
- ⑥ 2023/8/09~8/15

- 個数濃度
  - 2021年：0.06~0.19 MP/m<sup>3</sup>
  - 2022年：0.01~0.06 MP/m<sup>3</sup>
  - 2023年：0.01~0.07 MP/m<sup>3</sup>
- ポリマー材質
  - PE, PP, PET, PE/PP
- 実粒径分布：40 μm未満 74.2 %
- 形状：破片が多い

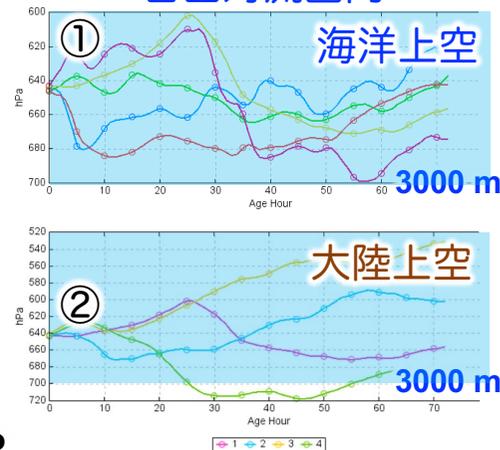
# 富士山頂：2021年におけるPM<sub>2.5</sub>中AMPs



21/7/20 1800\_7/21 0600

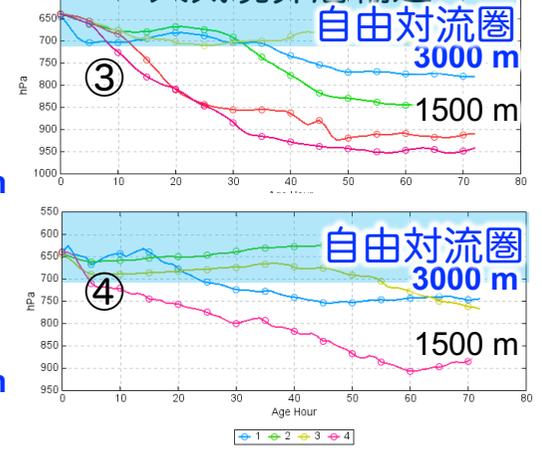


採取期間の前半：  
自由対流圏内



日本近海の太平洋上の  
自由対流圏大気

採取期間の後半：  
大気境界層輸送



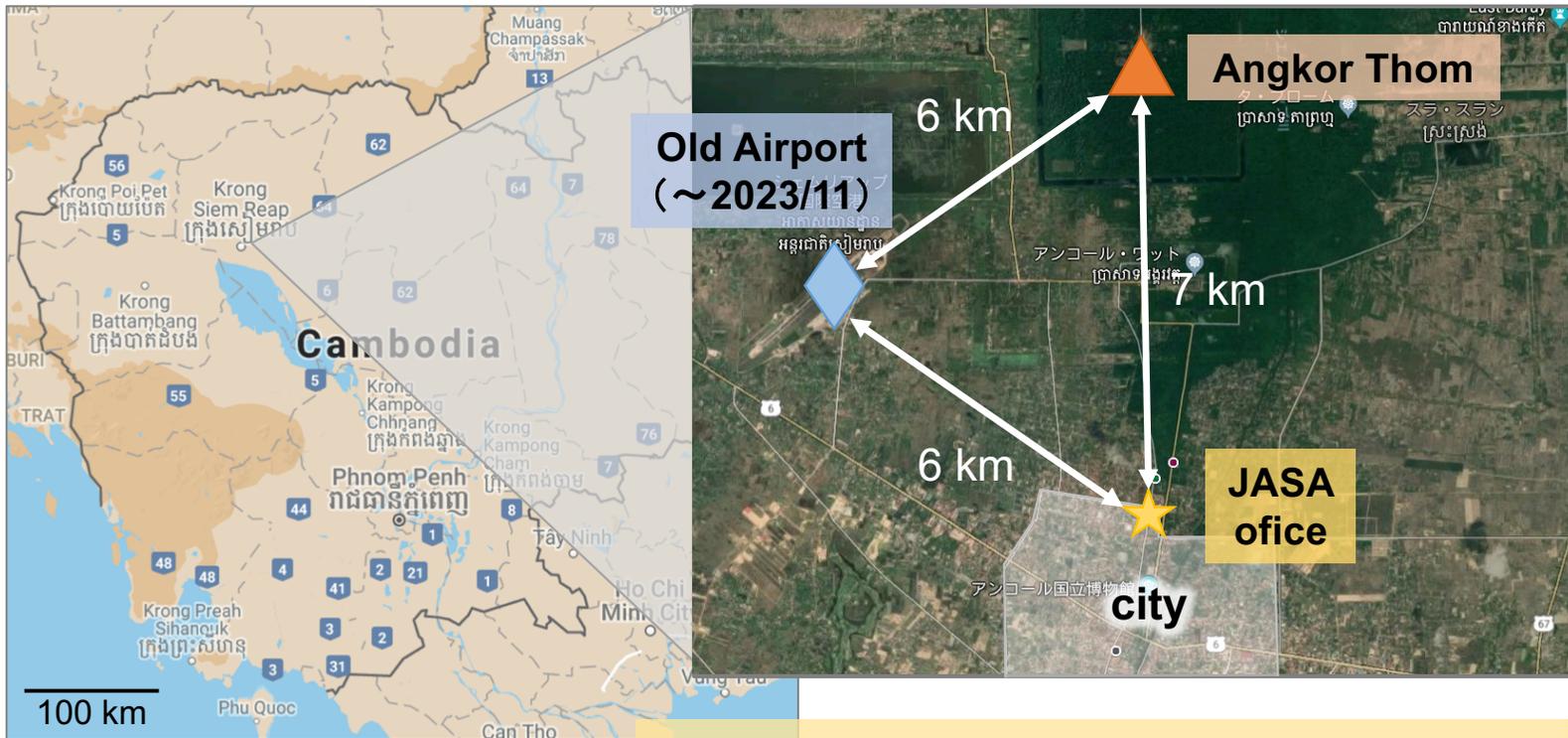
東南アジア・南太平洋からの  
地上大気



熱帯大気  
カンボジア

# Airborne Microplastics in Cambodia

## Cambodia : Seam Reap



JASA : Japan-APSARA Safeguarding Angkor  
(13.3796° N, 103.8605° E)

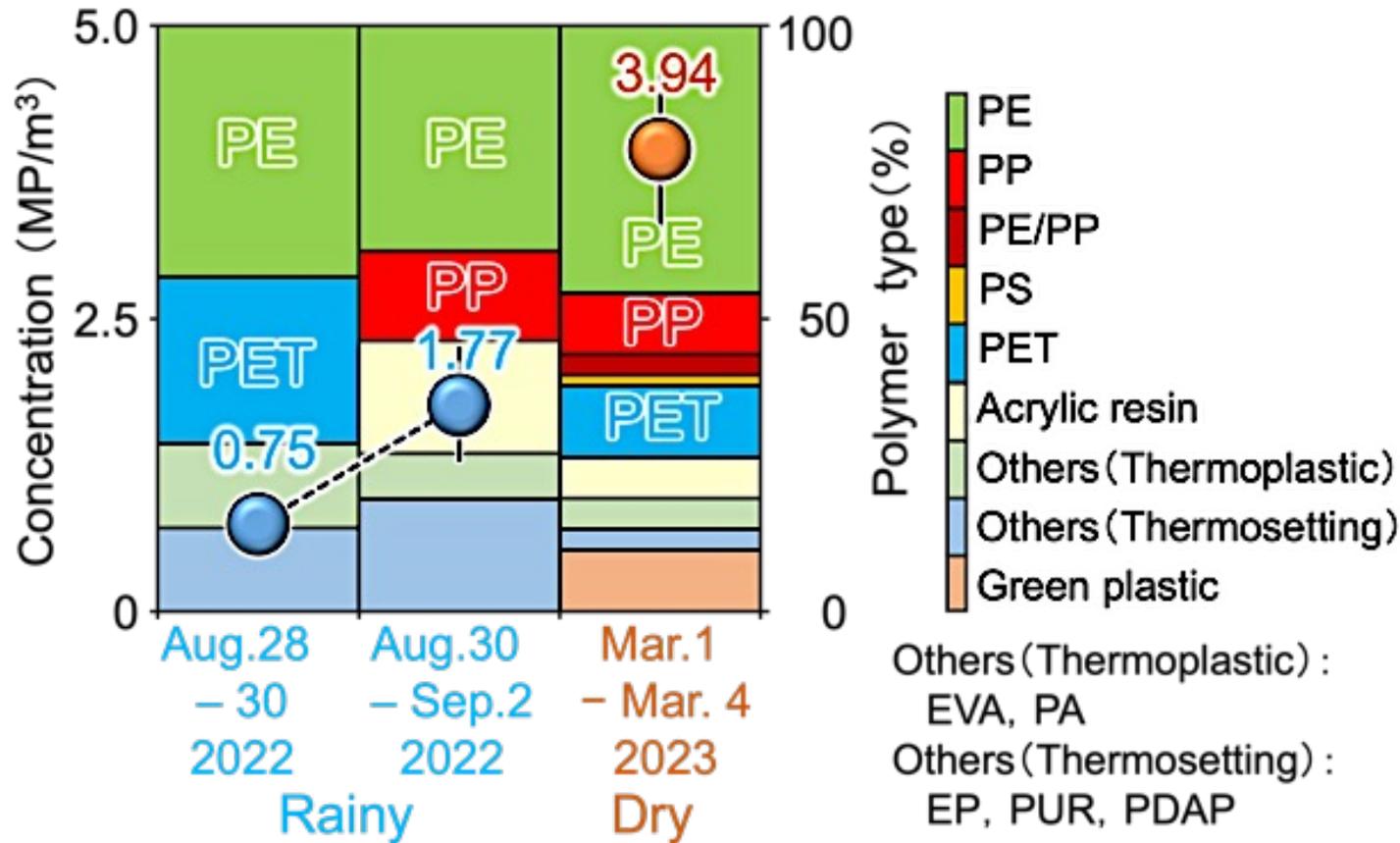
## Angkor Thom



## JASA



# Airborne Microplastics in Cambodia



Collected by MCI sampler

- Polymer Type: Polyethylene, Polypropylene, Polyethylene terephthalate
- Number concentration: approximately 2 to 5 times higher in dry season than in rainy season.

# まとめ



- 中国、東南アジアは、不適切管理により、河川を通じた海洋へのプラスチック最大排出域
- 中国、東南アジアでは、大気中マイクロプラスチック濃度も高い。
- 富士山頂は自由対流圏高度に位置しており、大気中マイクロプラスチック濃度は低濃度である。
- しかし、東南アジアの地上空気が富士山頂に流入すると、大気中マイクロプラスチック濃度が増加し、ポリマーの種類も増加した。
- 地球規模のマイクロプラスチック大気汚染を防止するには、中国、東南アジアにおけるプラスチックゴミ削減が重要であろう。