

東京都区部における実大気中ナノ粒子の個数濃度観測と経年変化

気候変動・環境エネルギー研究科 鶴丸 央

要旨

東京都環境科学研究所(江東区)の屋上で大気中に浮遊しているエアロゾルの粒子個数濃度観測を実施した。PM2.5の環境基準は質量濃度により定められているが、質量濃度とは異なり、粒子の個数濃度では異なる様相を示した。すなわち、PM2.5の質量にほとんど影響しないナノメートルスケールの粒子(ナノ粒子)が支配的であった。2018年度から2024年度までの観測結果では粒子個数濃度は年々減少傾向にある。粒子個数濃度は夏に高くなる傾向があり、秋から冬に高くなるPM2.5とは異なる挙動を示した。

序論

PM2.5は大気汚染物質として環境基準が定められている。環境基準は**質量濃度**($\mu\text{g}/\text{m}^3$)で評価されており、2.5マイクロメートル以下に分けた粒子をフィルター上に捕集し、質量を測定する。一方で粒子の大きさや**個数**($\text{particles}/\text{cm}^3$)については、2021年にWHOの健康リスクに関するガイドラインが示されたが、監視体制は整備されていない。

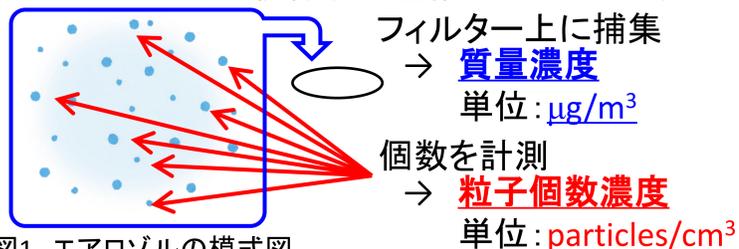


図1 エアロゾルの模式図

PM2.5の場合、**質量濃度**では300nm付近の粒子が支配的なのに対し、**粒子個数濃度**では10nm付近の粒子が支配的

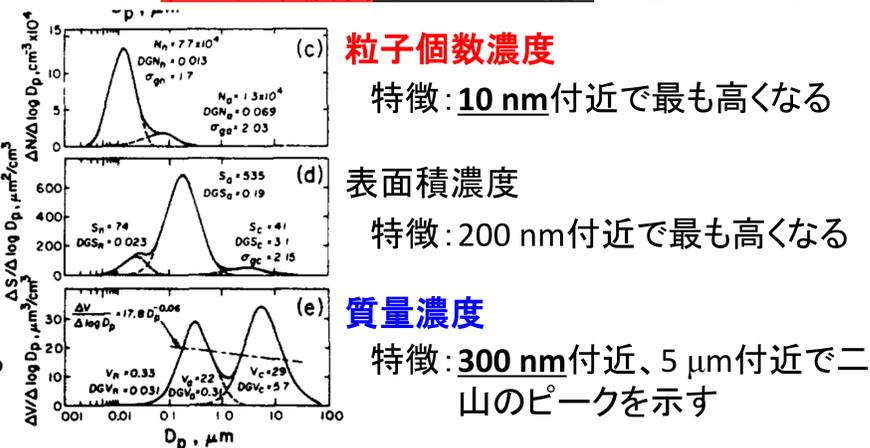


図2 一般的な都市域でのエアロゾルの粒径分布 Whitby, 1978¹⁾より引用

実大気中のナノ粒子の実態について把握し、モニタリングデータを蓄積する

方法

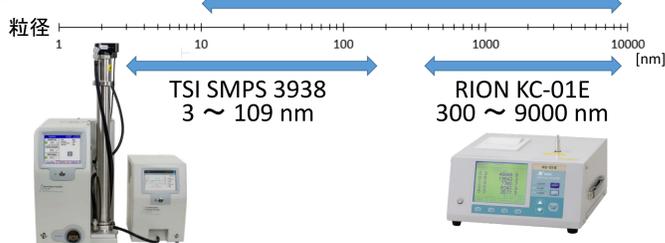
東京都環境科学研究所(東京都江東区)の屋上(6階相当)で2018年4月より観測

MSP社製 WPS100XP
2018/04/01~2021/01/07

TSI社製 SMPS
+ RION KC-01E
2020/12/01~現在



WPS100XP
10 ~ 9000 nm



測定方法

- (1) 中和器により、エアロゾル粒子を+1価に荷電する
 - (2) 負の電場をかけ、ある電気移動度を持った粒子を選別する
 - (3) 水蒸気を過飽和させ、検出可能な大きさまで粒子を成長させる
 - (4) 光散乱法により粒子の個数をカウントする
- ⇒ 粒子の大きさごとに個数濃度を測定することができる

図3 測定装置内部の概要図

結果と考察

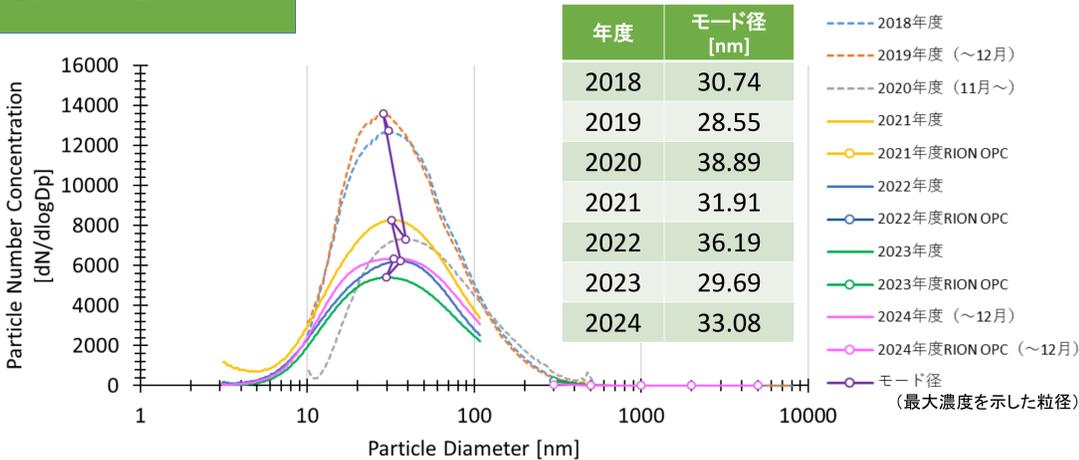
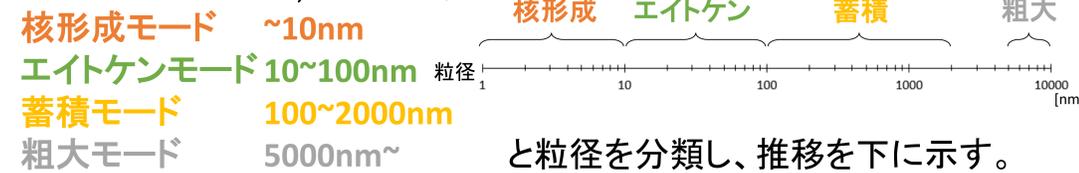


図4 粒径分布(年度平均)

粒径分布はどの年度においても同様の傾向を示し、最大濃度を表すモード径は30~40 nmの範囲を示した。

Sienfeld and Pandis, 2012²⁾より



と粒径を分類し、推移を下に示す。

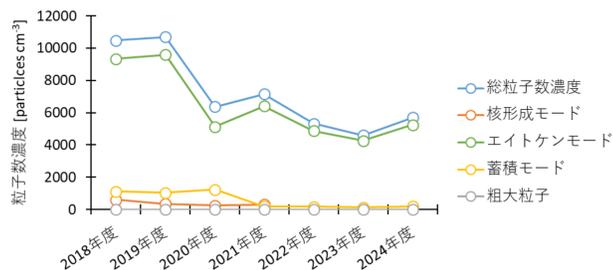


図5 各粒径範囲における粒子数濃度の年平均値

全ての粒径範囲で粒子数濃度は**減少傾向**にある。**総粒子数濃度**のほとんどが**エアロソールモード**の粒子によって占められている。

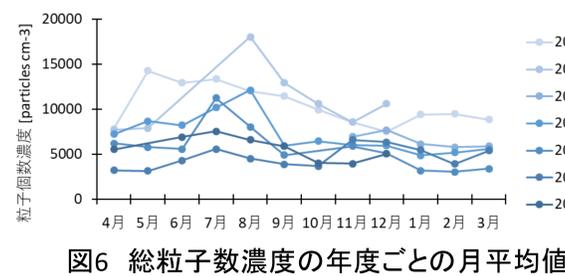


図6 総粒子数濃度の年度ごとの月平均値

総粒子数濃度は7月、8月といった夏と11月、12月といった冬に高くなる二山型の季節変動が見られ、特に夏に高い値を示した。**秋から冬に高くなるPM2.5とは異なる傾向を示す。**

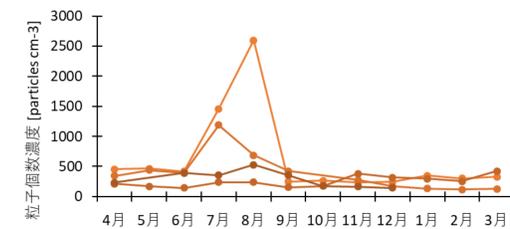


図7 核形成モードの粒子数の年度ごとの月平均値

核形成モードも**総粒子数濃度**と同様に7月、8月といった夏に高くなる傾向を示し、強い日射による光化学反応により**核形成モード**の粒子が生成されていることが示唆される。

結論

- 東京都環境科学研究所で観測された粒子個数濃度はどの年度においても30~40nmの範囲で最大濃度を示した。
- 粒子個数濃度は年々減少傾向にあるが、環境基準値が設定されているPM2.5の質量濃度とは異なる季節変動を示した。
- 粒子個数濃度は春から夏にかけて高くなる傾向が見られ、光化学反応による粒子の生成が示唆される。

参考資料

- Whitby, THE PHYSICAL CHARACTERISTICS OF SULFUR AEROSOLS, Atmospheric Environment, Vol 12, pp 135-159, 1978
- Sienfeld and Pandis, ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS From Air Pollution to Climate Change Second Edition, 2012