

東京都区部における 3nm からの大気中ナノ粒子の実態把握に関する研究

鶴丸 央

【要約】PM_{2.5}の中でも微小な粒径範囲に分布する大気中ナノ粒子の環境動態を把握するため、2021年4月から2022年3月までの期間、3～108 nmの粒径範囲の粒子個数濃度観測を都環研屋上で実施した。ナノ粒子の粒子個数濃度は5～10 nmの範囲で一度減少し、それよりも小さい粒径では粒径が小さいほど高い個数濃度を示すことが明らかになった。また、10 nm未満の粒子個数濃度は7月及び8月に高い濃度を示した。

【目的】

超微小粒子（ナノ粒子）は、粒径の減少に伴って単位体積あたりの個数濃度が増加する他、呼吸器系のより深いところまで入り込むことからその環境動態に関心が寄せられている。欧州では、自動車排ガスについて、ナノ粒子に着目した粒子個数規制を既に開始している。このような状況を踏まえ、東京都内におけるその実態と挙動の把握、及びデータの蓄積のため、大気中のナノ粒子の個数濃度の連続測定を実施した。

【方法】

ナノ粒子は、TSI社製SMPS3938NL89（以下SMPS）を用いて東京都環境科学研究所屋上（6F相当）で測定を実施した。インパクタにより1 μm以上の粒子を除去した後、微分型移動度分級器により分級した粒子を凝結粒子カウンタで計測することで粒径区画ごとの粒子個数濃度を測定した。2021年4月から2022年3月までは直径3 nmから108 nmまでの粒子について128の粒径区画に分けて計測を実施した。また、108 nmよりも大きな粒径の粒子については、RION社製光散乱式自動粒子計数器KC-01Eを使用することにより、300 nmよりも大きな粒径の粒子個数濃度測定を並行して実施した。

【結果の概要】

- (1) 東京都環境科学研究所では10 nmよりも大きな粒径について粒子個数濃度の観測を2018年4月より継続してきた。各年度における粒径分布の平均値を図1に示す。10 nmよりも大きな粒径範囲では、20～30 nm付近に極大をもつ釣鐘形の粒径分布が見られた。2022年度は、より小さな3 nmからの観測を実施した結果、粒子個数濃度は5～10 nmの範囲で一度減少し、それよりも小さい粒径では粒径が小さいほど高い個数濃度を示すことが明らかになった。
- (2) 続いて、2021年の4月から2022年2月までの粒径分布の月ごとの平均値を図2に示す。小さい粒径ほど高い個数濃度を示すことは2021年度に観測した全ての月で見られる挙動であり、特定の月や季節には依らない。ただし、7月及び8月といった夏季に10 nm未満の粒子個数濃度は一桁以上高い濃度を示した。夏季に粒子個数濃度が増加する傾向はこれまでの結果¹⁾と整合する。
- (3) これまで測定してきた粒径範囲よりも小さな、粒径3 nmからの粒子個数濃度測定を実施することで、これまで得られなかった粒子の挙動を把握することが可能となった。今後はKC-01Eを併用して従来の粒径範囲をカバーしつつ、ガス状成分が新たにナノスケール粒子を形成する新粒子生成イベントについて、高濃度PM_{2.5}事例へのナノ粒子の関与を定量的に明らかにすることを目標とする。

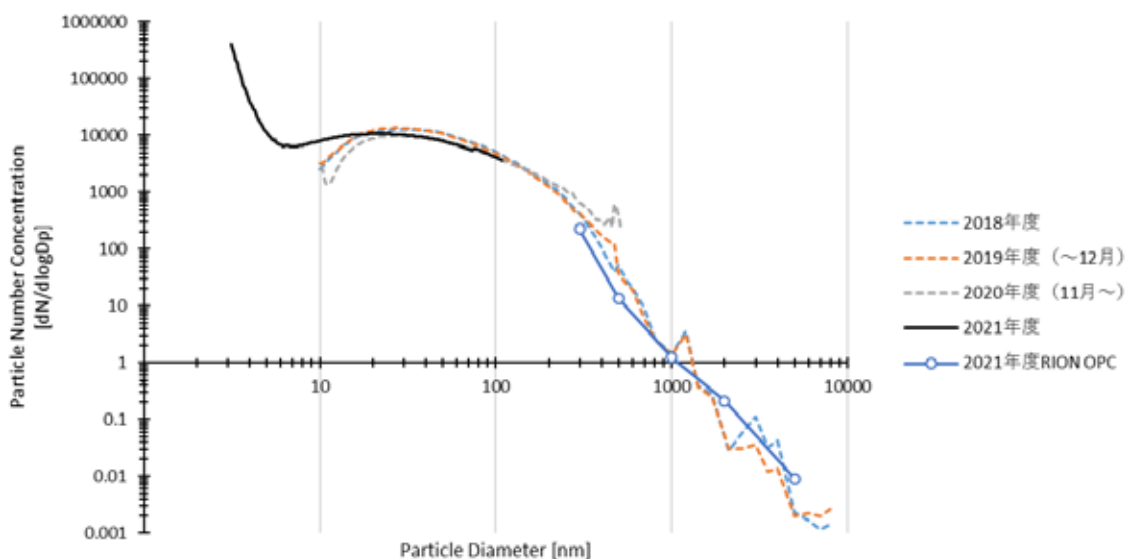


図 1 2018 年度から 2021 年度にかけての粒径分布の年平均値。10 nm よりも大きな粒径範囲においては、20~30 nm 付近に極大をもつ釣鐘形の粒径分布が見られた。5~10 nm の範囲で一度減少し、それよりも小さい粒径では粒径が小さいほど高い個数濃度を示した。

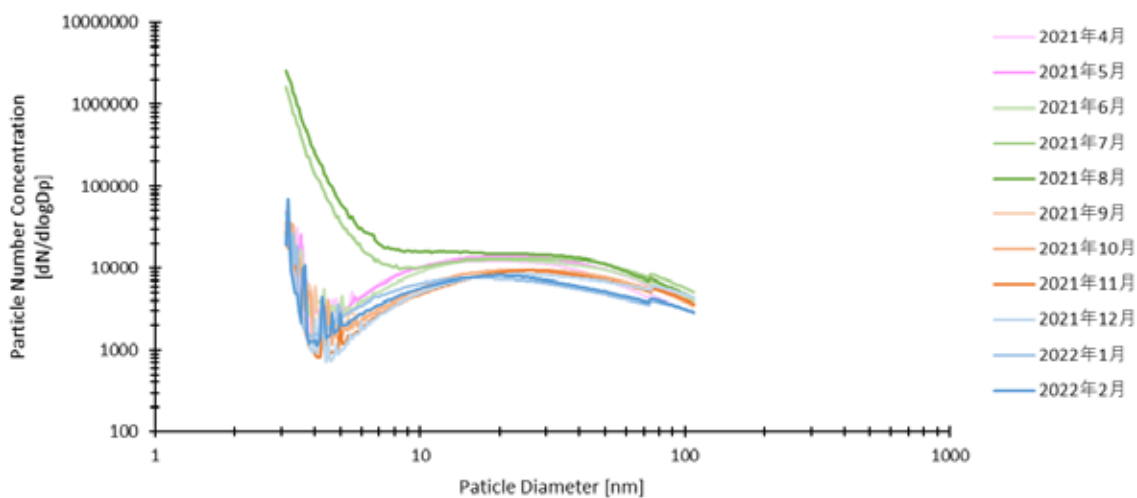


図 2 2021 年度における粒径分布の月ごとの平均値。10 nm 未満の粒径範囲において、小さい粒径ほど高い個数濃度を示すことは、2021 年度に観測した全ての月で見られた。また、7 月及び 8 月といった夏季に 10 nm 未満の粒子個数濃度は一桁以上高い濃度を示した。

【参考文献】 1) 鶴丸, 2020 年度 東京都環境科学研究所年報, 2021.