

自己評価報告書

平成 23 年 3 月 31 日現在

機関番号：15401

研究種目：新学術領域研究

研究期間：2008～2012

課題番号：20120002

研究課題名（和文）多成分、非常態下における二次粒子生成・成長過程の解明

研究課題名（英文）Multi-component Secondary Particle Formation and Growth under Low Pressure and Low-Temperature Conditions

研究代表者

奥山 喜久夫 (OKUYAMA KIKUO)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：00101197

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：環境学・環境動態解析

キーワード：ナノ粒子計測・硫酸二次粒子・イオン誘発核生成・均一核生成・粒子成長

1. 研究計画の概要

本研究の目的は高層大気と類似した条件である低温・減圧下および多成分系での二次粒子生成とその成長過程を明らかにすることであり、下記の3つを研究目的とする。

- (1) 計測器の開発を行い、常温・常圧下から低温・減圧下における SO_2 の粒子転換過程を実験的に解明する。
- (2) 低温・減圧下における二次粒子生成に関して、温度と圧力の与える影響を明らかにするとともに、生物由来の揮発性有機化合物 (BVOC) や海塩粒子を模した食塩粒子などの存在下の二次粒子生成に関して室内実験を行い、粒子の生成および成長に与える影響を明らかにする。
- (3) エアロゾルの一般動力学方程式を数値計算により解くモデル計算を行い、1)・2) の実験で得られた二次粒子の生成・成長過程を理論的に解明する。

2. 研究の進捗状況

(1) として、ナノ粒子の計測に不可欠な技術であるエアロゾルの荷電プロセスに関して、イオンクラスターを軟 X 線およびプラズマ放電で発生させ、発生するイオンの性状を計測し、帯電したナノ粒子の荷電状態の評価、ナノ粒子の静電計測法および静電サンプリング法への応用を検討した。さらに親水性の粒子の測定のため、作動流体を水とした粒子計測機を開発を行った。

また、二次粒子の動力学挙動を明らかにす

るために粒子の表面積を計測する装置を開発するとともに、大気中のカーボン (EC/OC) 粒子の濃度計測装置の開発も行い、A02-P07 班と共同で長崎県の福江での大気中の EC/OC の濃度の地上観測を行った。

(2) としては低温および減圧下における SO_2 ガスからの粒子転換過程を実験的に解明するために、第一段階として常温・常圧下での粒子生成実験を行った。その段階で実験の再現性が得られること、実験条件の制御が高い精度で可能であることを確認した。

その後、減圧下および低温下での実験を行い、最終的には対流圏中層部から下層部における粒子生成を再現するため、減圧かつ低温下での実験を行い、均一核生成およびイオン誘発核生成による硫酸・水系のエアロゾルの生成過程の検討を行った。

(3) としては、硫酸・水系のエアロゾルの成長を数値計算により理論的に検討するため、粒径分布を区分型のセクショナルモデルとして、新たな二成分系の粒子成長過程モデル計算手法を新たに開発し、核生成モデルとのカップリングを行った。

3. 現在までの達成度

① 当初の計画以上に進展している。

これまでの研究成果は、技術雑誌論文 (計 14 件)、国内外での学会発表 (計 28 件)、解説、図書 (計 1 件)、解説 (計 4 件) などが挙げられ、3 年間で非常に多くの成果を発表している。以上より、本研究は当初の研究計画よりも大きく進展しており、十分な成果が得られたと言える。

4. 今後の研究の推進方策

今後の研究計画としては、非常態下(減圧および低温下)での粒子の核生成および成長の実験を、実際の気環境下に近くなるように、温度および圧力を変化させると同時に、SO₂および水蒸気の濃度もより実大気に近い濃度で行う。これらの実験より、粒子の生成および成長におけるイオン誘発核生成および二成分系均一核生成の寄与を実験的に明らかにする。得られた実験結果を、エアロゾルの一般動力学的方程式の数値計算による結果と比較検討し、核生成および成長の温度および圧力依存性を総合的に明らかにする。

また、実験において、植物由来の揮発性有機化合物(BVOC)の中で、全球排出量が最も多いイソプレン、アンモニアなどの汚染ガスが同時に存在する場合の核生成現象を明らかにする。さらに、ナノ粒子の粒径分布計測用に開発した粒子帯電装置を改良して、航空機観測用の粒子計測装置に適用する。大気中に浮遊するカーボン粒子の粒径分布、凝集状態、屈折率を計測し、航空機観測に使用したカーボンの計測装置の計測結果を校正する。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 14 件)

- 1) Lee, S.Y., Chang, H., Ogi, T., Iskandar, F. and Okuyama, K.: Measuring the effective density, porosity, and refractive index of carbonaceous particles by tandem aerosol technique, *Carbon* (in press) (2011). 査読あり
- 2) Munir, M.M., Suhendi, A., Ogi, T., Iskandar, F. and Okuyama, K.: Experimental evaluation of the pressure and temperature dependence of ion-induced nucleation, *J. Chem. Phys.*, **133**, 124315 (2010). 査読あり
- 3) Lee, S.Y., Widiyastuti, W., Iskandar, F., Okuyama, K. and Gradon, L.: Morphology and particle size distribution controls of droplet-to-macroporous/hollow particles formation in spray drying process of colloidal mixtures precursor, *Aerosol Sci. Technol.*, **43**, 1184-1191 (2009). 査読あり
- 4) Yun, K.M., Lee, S.Y., Iskandar, F., Okuyama, K. and Tajima, N.: Effect of X-ray energy and ionization time on the charging performance and nanoparticle formation of a soft X-ray photoionization charger, *Adv. Powder Technol.*, **20**, 529-536 (2009). 査読あり
- 5) Lee, S.Y., Widiyastuti, W., Tajima, N., Iskandar, F. and Okuyama, K.: Measurement

of the Effective Density of Both Spherical Aggregated and Ordered Porous Aerosol Particles Using Mobility- and Mass-Analyzers, *Aerosol Sci. Technol.*, **43**, 136-144 (2009). 査読あり

[学会発表] (計 28 件)

- 1) Kuromiya, Y., Ito, E., Otani, Y. and Seto, T.: Condensation particle counter for nanoparticles in diesel exhaust gases, AAAR 29th Annual Conference, Portland, USA, 2010/8/25-29.
- 2) Lee, S.Y., Nandiyanto, A.B.D., Iskandar, F., and Okuyama, K.: Optical property Characterization of Aggregated and Porous Carbonaceous Particles by Light Scattering, AAAR 29th Annual Conference, Portland, USA, 2010/8/25-29.
- 3) Fujimoto, T., Aita, S., Oda, K. and Kuga, Y.: Effect of Ambient Pressure on Generation and Growth of Sulfuric Acid Aerosol, 2010 International Aerosol Conference, Helsinki, Finland, 2010/8/29-9/3.
- 4) Lee, S.Y., Widiyastuti, W., Tajima, N., Iskandar, F., and Okuyama, K.: Effective density measurement of spherical aggregate and porous silica particles using tandem mobility-mass analyzers, 18th International Conference Nucleation & Atmospheric Aerosols, Prague, Czech Republic, 2009/8/10-14.
- 5) Yun, K.M., Lee, S.Y., Iskandar, F., Okuyama, K., Tajima, N.: Ion generation and bipolar charging characterization by soft X-ray photoionizer, 18th International Conference Nucleation & Atmospheric Aerosols, Prague, Czech Republic, 2009/8/10-14.

[図書] (計 2 件)

- 1) Iskandar, Ferry, 奥山喜久夫, サイエンス & テクノロジー: 多孔体の精密制御と機能・物性評価 (分担執筆) pp.36-45 (2008)