

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2006～2009

課題番号：18310064

研究課題名（和文） 浮遊ナノ粒子の粒子径・化学組成同時計測技術の開発

研究課題名（英文） The technology for measuring diameters and chemical compositions of volatile organic nanoparticles

研究代表者

岡田 芳樹 (OKADA YOSHIKI)

関西大学・環境都市工学部・教授

研究者番号：90211119

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：環境保全技術

1. 研究計画の概要

本研究では、50 ナノメートル以下の気相中浮遊ナノ粒子に対して、既存技術では不可能であった粒径分布と粒子構成化学物質組成の迅速なその場観測を可能にする新規技術として、DMA (Differential Mobility Analyzer: 微分型電気移動度測定装置) をもとに、オンラインで浮遊ナノ粒子の粒径ごとの化学組成を計測できる技術を新たに開発することを目的とする。この研究では、「気相ナノ粒子の高効率帯電化技術の開発」、「高透過率 DMA の開発」、「オンラインで気相ナノ粒子の粒径ごとの組成を計測できる技術の開発」の3つの課題が重要であり、それらを中心に開発を行う。

2. 研究の進捗状況

まず、浮遊ナノ粒子をより高感度に計測するために、DMA にて分級されるナノ粒子を「より高効率で帯電させる技術」を開発した。そこで、一般的に用いられる帯電効率数%以下の平衡帯電より帯電効率が高い方法として、コロナ放電を利用した単極荷電装置を試作した。それは、コロナ放電を用いて選択的に単極イオンを発生させ、粒子をイオンと衝突させて帯電させる構造を持つ。開発した荷電装置を用いて、気相に発生させた NaCl 粒子をモデル粒子として、その粒子を荷電させてみた。その結果、一般的に用いられる帯電効率数%以下の平衡帯電と比較して、数倍高い帯電効率を実現できた。また、その帯電効率は、コロナ放電電圧や、放電距離に強く依存し、それらの操作、構造条件を最適化することができた。

次に、「高透過率 DMA の開発」を目指して、

透過率向上のための最適な構造と操作条件の探索を実験的に行った。DMA における分級スリットのスリット幅を変えて透過率を調べた結果、スリット幅に依存せず透過率はほぼ一定であることがわかった。また、DMA 透過率は、DMA 内に流すシーガス流量にも依存しないことがわかった。DMA 透過率がスリット幅に依存しないことから、スリット幅を広くすると粒径分級の分解能が低下するので、スリット幅を狭くすることが高分解能を維持しながら高い透過率を達成できる条件になることがわかった。

そして、「オンラインで気相ナノ粒子の粒径ごとの組成を計測できる技術の開発」を目指して、高透過率粒子選別装置の下流に装備させて、DMA にて粒径選別された排出ナノ粒子を加熱蒸発後に、その化学組成を分析する装置を開発した。DMA では、粒径を測定すると同時に、粒径選別を行うことが可能であり、この機能を利用すれば、粒子を粒径ごとに計測することが容易にできる。粒径選別された粒子を加熱することにより、粒子を構成する揮発性有機物の化学成分分析を GCMS (ガスクロマトグラフィー質量分析計) により行った。これにより、粒径ごとの化学組成を調べることが可能になった。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。

本研究における重要課題である3つのサブテーマ「気相ナノ粒子の高効率帯電化技術の開発」、「高透過率 DMA の開発」、「オンラインで気相ナノ粒子の粒径ごとの組成を計測できる技術の開発」を順番に研究し、目的どおりの成果を得ることができている。

4. 今後の研究の推進方策

自動車排ガスに対応できる技術の達成を目標として、測定感度と測定時間応答性を今後検討していく。

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3件)

①岡田芳樹; 気相浮遊ナノ粒子の環境計測に関する研究、関西大学先端科学技術推進機構「技苑」、印刷中、2009年、査読なし

②Mitsuo KAWACHI, Yoshiki Okada, Kaoru Nishiumi, Masashi Imanaka; Electrical mobilities of C₆₀ negative ions in noble gases, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 47, 5684-5686, 2008, 査読あり

③岡田芳樹; 気相浮遊ナノ粒子の環境計測に関する研究、関西大学先端科学技術推進機構「技苑」、No. 126、16-17、2008年、査読なし

〔学会発表〕(計4件)

①紀田俊明、上野倫幸、岡田芳樹; 浮遊ナノ粒子の粒子径・化学組成同時計測技術の開発、第25回エアロゾル科学・技術研究討論会、2008年8月20日、金沢

②西海薫、河内満雄、岡田芳樹; 自由分子領域におけるナノ粒子粒径計測技術の開発、第25回エアロゾル科学・技術研究討論会、2008年8月20日、金沢

③Yoshiki Okada; Aerosol spectrometer for size and composition analysis of nano particles, The 7th International Symposium on Advanced Environmental Monitoring, 2008年2月26日、アメリカ、ホノルル

④Atsushi Takii, Yoshiki Okada; Experimental study on charging of aerosol nano particles with plasma torch, The 1st SC EJ(Kansai-Branch)/SSCCI Joint International Conference on Chemical Engineering, 2007年12月5日、大阪