

補助事業番号 27-127
補助事業名 平成27年度 PM2.5と黄砂粒子の同時採取装置開発補助事業
補助事業者名 慶應義塾大学 奥田知明研究室

1 研究の概要

近年特に有害性が懸念されるPM2.5と、黄砂粒子による越境大気汚染に関する研究の緊急性・重要性が高まっている。本研究では、バーチャルインパクトと並列サイクロンを組み合わせたPM2.5と黄砂粒子の大流量同時採取装置の開発を行う。本研究により、試料量の制約のため困難であったPM2.5の発生源や有害性発現機構の解明に関する研究や、汚染物質を吸着した黄砂による越境大気汚染メカニズムの解明、関連装置の製作等による関連産業の振興、さらには機械工業界におけるPM2.5削減手法の開発等に大きく貢献することができる。

2 研究の目的と背景

大気中の粒子状物質は発がん性を持つなど人体に有害である。我が国のPM2.5（粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の粒子状物質）の環境基準は質量濃度のみが対象であるが、実際の有害性は粒子の物理化学特性に起因するため、粒子の化学成分や形態の解明は喫緊の課題である。また、アジア大陸で発生する黄砂粒子は、大都市域上空を通過する際に多様な大気汚染物質を吸着するため、我が国を含む風下地域での「汚染黄砂粒子」による健康影響も懸念されている。これらの関連研究を進めるためには実環境大気PM2.5や黄砂粒子の採取が必須だが、従来法であるフィルタろ過捕集法では、試料を大量に採取するとフィルタが目詰まりし数mg程度の少量しか集められず、研究が進んでいない。そこで本研究では、粒子分級技術であるバーチャルインパクトと並列サイクロンを組み合わせたPM2.5と黄砂粒子の大流量採取装置の新規開発を行う。

3 研究内容

PM2.5と黄砂粒子の同時採取装置開発に関する研究

(URL: <http://www.applc.keio.ac.jp/~okuda/research/index.html>)

粒子分級技術であるバーチャルインパクト(VI)と並列サイクロンを組み合わせたPM2.5と黄砂粒子の大流量採取装置の開発を行った。具体的には、環境大気中の粒子は、約 $2.5\mu\text{m}$ を境にして粗大側と微小側との二山分布をとるが、そのうちの粗大粒子側に存在する黄砂粒子と、微小粒子であるPM2.5を、それぞれ個別に大量採取する装置を開発した。微小粒子側の50%カットオフ径は $0.27\mu\text{m}$ であり、粗大粒子側の50%カットオフ径

は0.68 μm であった。本装置を年間を通じて稼働させ、春夏秋冬それぞれの季節における特徴的な粒子を大量に採取することができた。



▲製作したPM_{2.5}と黄砂粒子の大流量採取装置と採取された粉体試料

4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

本装置の開発により従来の数百倍量のPM_{2.5}と黄砂粒子を容易に採取できるようになったため、これまで試料量の制約のため困難であった粒子状物質の発生源や有害性発現機構の解明に資する研究の進展に大きく貢献できる。このことにより、PM_{2.5}や黄砂を構成する多様な化学成分のうち、どれから優先的に対策を取るべきかを科学的に明らかにすることができ、粒子状物質の有害性が適切に評価され、適正な規制値が設定される社会を構築することにつながる。さらには機械工業界におけるPM_{2.5}排出削減手法の開発等が大きく進展することが期待できる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究は、自身の研究体系において、非常に重要なものとなっている。具体的には、本装置を開発したことで、これまであまり関わりのなかった多方面の研究者（例えば、医学系や空調系、精密加工系など）からコンタクトがあり、今後の研究の展開において極めて重要な位置づけとなった。今後、粒子状物質に係る様々な研究テーマに対して、本装置の有用性をアピールし、多様な応用先を見いだしてゆけることを期待している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【発表論文等】

原著論文発表（国内学術誌 1誌 1件、国際英文学術誌 2誌 2件、合計 3件）

1. 奥田知明, 永井雄祐, 磯部涼真, 船戸浩二, 井上浩三 (2015) 簡易単孔ノズル型ミドルボリュームPM2.5バーチャルインパクターの開発と性能評価, 大気環境学会誌, 50 (4), 185-191, doi:10.11298/taiki.50.185
2. Ogino, K., Nagaoka, K., Okuda, T., Oka, A., Kubo, M., Eguchi, E., Fujikura, Y. (2016) PM2.5 induced airway inflammation and hyperresponsiveness in NC/Nga mice, Environmental Toxicology, in press, doi:10.1002/tox.22303.
3. Okuda, T., Isobe, R. (2017) Improvement of a high-volume aerosol particle sampler for collecting submicron particles through the combined use of a cyclone with a smoothed inner wall and a circular cone attachment, Asian Journal of Atmospheric Environment, accepted.

【学会発表】

1. 磯部涼真、岩城優介、永井雄祐、奥田知明、船戸浩二、井上浩三 (2015) サイクロン方式を用いた大流量PM2.5粒子サンプラーの開発、第56回大気環境学会年会、早稲田大学、東京、2015年9月。
2. Isobe, R., Okuda, T., Funato, K., Inoue, K. (2015) Development of a high volume PM2.5 sampler and its performance evaluation. 9th Asian Aerosol Conference, P1-122, Kanazawa, Japan, June 24, 2015.
3. Okuda, T., Terui, Y., Shishido, D., Isobe, R., Iwaki, Y., Nagai, Y., Funato, K., Inoue, K. (2016) Development of the high volume simultaneous sampler for PM2.5 and coarse aerosol particles. Biomarkers and Molecular Isotopes: International Workshop of Organic Geochemistry, 2-1545, Osaka, Japan, July 5, 2016.
4. 奥田知明、照井凱大、完戸大輝、磯部涼真、岩城優介、船戸浩二、井上浩三 (2016) PM2.5と粗大粒子の大流量同時採取装置の開発、第33回エアロゾル科学・技術研究討論会、大阪府立大学、堺市、2016年8月。

【特許出願】

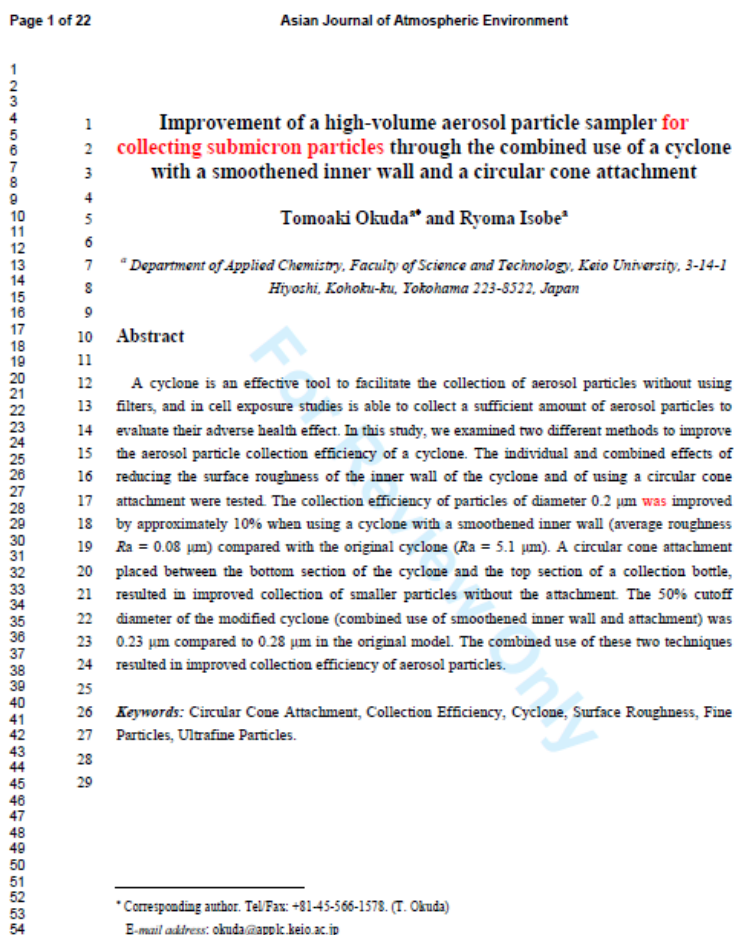
1. 「微小粒子の捕集装置」、特願2016-152501、出願人：学校法人慶應義塾、東京ダイレック株式会社、発明者：奥田知明

7 補助事業に係る成果物

- (1) 補助事業により作成したもの
該当なし

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの

1. Okuda, T., Isobe, R. (2017) Improvement of a high-volume aerosol particle sampler for collecting submicron particles through the combined use of a cyclone with a smoothed inner wall and a circular cone attachment, Asian Journal of Atmospheric Environment, accepted.



8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 慶應義塾大学 理工学部 奥田知明研究室
(ケイオウキ`ジユクダ`イ`ク リコウガ`クワ` オクダ`トモアキケンキュウシツ)

住 所： 〒223-8522
横浜市港北区日吉3-14-1

申 請 者： 准教授 奥田知明 (シ`ユンキョウジ`ユ オクダ`トモアキ)

担 当 部 署： 応用化学科 (オウヨウカガ`ク)

E-mail： okuda@aplc.keio.ac.jp

U R L： <http://www.aplc.keio.ac.jp/~okuda/>