

特集

エアロゾル計測と環境評価

総論

桜井 博・原野 安士[†]

本特集では、気体中に浮遊する液体や固体の微粒子の集合体である“エアロゾル”を対象として研究をおこなう方々に、最新のエアロゾル計測法について、具体的な適用例とともに解説いただいた。化学工学の分野においても、エアロゾルと関わりを持つ研究者や技術者は多く、そうした読者にとって、本特集が何らかの有用な情報を提供できれば幸いである。なお、本特集は、種々のエアロゾル計測法の一部についてのみ解説したものであり、エアロゾル計測全般についての解説は、成書^{1,2)}を参照されたい。

エアロゾル計測の適用範囲は多岐にわたり、大気汚染対策や労働衛生管理での利用から始まり、電子デバイス製造用クリーンルームなどでの清浄度管理で用いられ、さらに最近では、地球温暖化やオゾン層破壊へのエアロゾルの影響解明においても、重要な役割を果たしている。また、ナノテクノロジーで製造されるナノ粒子への曝露リスクを管理する手段としても、エアロゾル計測が用いられている。

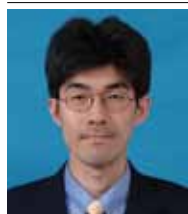
エアロゾル計測の技術は、この100年ほどの間に、フィルタ捕集した粒子の秤量による質量濃度測定といった基本的手法から、近年の、粒径と化学組成をリアルタイムで計

測できる最先端の計測機器まで、大きく発展してきた。エアロゾル計測における測定量は、物理的なものでは、サイズ（粒径や体積、表面積）、形状、屈折率などの光学的特性、帯電量などの電気的特性が重要であり、また、化学的・物理化学的なものとしては、化学組成、相、結晶状態、表面状態、吸湿性、揮発性、化学反応性などが重要である。さらに、エアロゾルの粒子集合体としての特性である濃度や粒径分布も、重要な測定量である。

本特集では、個々の粒子の分析を可能とする手法を4件取り上げた。エアロゾルは多数の粒子の集合体であり、その計測では、まずは平均的な特性を知ることが重要であるが、集合体の特性をより深く理解するには、粒子ごとの個性を知ることでも大変有用である。まず、工学院大学・坂本哲夫氏には、捕集したエアロゾル粒子一つ一つの化学組成やその内部構造を調べる手法として、高い空間分解能を持つ飛行時間型二次イオン質量分析装置について解説いただいた。続いて、福岡大学・林政彦氏には、電子顕微鏡でありながら高真空を必要とせず、観察場に空気や水蒸気を導入して、それらの気体の粒子への作用を観測可能な、環境制御型走査電子顕微鏡について解説いただいた。

さらに、1つの粒子を空間中に浮遊保持しつつ観察する手法とその適用例を取り上げた。保持する方法の一つは、光の放射圧を利用したレーザ捕捉法であり、温度や湿度が正確にコントロールされた場での、雲内での水滴の凝固や成長を模した実験について、広島大学・石坂昌司氏に解説いただいた。また、電気力学天秤法によって液滴粒子を空間中に保持し、乾燥固化の過程の観察や、液体の蒸発速度の測定をおこなった例について、群馬大学・原野が解説した。

エアロゾル計測の研究において、より小さな粒子を計測するための技術開発は近年においても活発である。そうした技術の一例として、粒径3 nmを下回る、極めて微小な



General Remarks

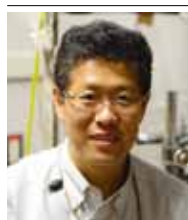
Hiromu SAKURAI

1999年 ペンシルベニア州立大学大学院化学専攻 Ph.D.取得

現在 (独)産業技術総合研究所計測標準研究部門ナノ材料計測科粒子計測研究室 研究室長

連絡先：〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第3

E-mail hiromu.sakurai@aist.go.jp



Azuchi HARANO(正会員)

1991年 東京大学大学院工学系研究科反応化学専攻博士課程単位取得退学

現在 群馬大学理工学研究院環境創生部門 准教授

連絡先 〒376-8515 桐生市天神町1-5-1

E-mail azuchi@gunma-u.ac.jp

2013年5月20日受理

[†] Harano, A. 平成23, 24年度化工誌編集委員(8号特集主査)
群馬大学理工学研究院環境創生部門

エアロゾル粒子の計数を可能とする Particle size magnifier について、大阪府立大学・足立元明氏に解説いただいた。

エアロゾルの中から粒径の小さな粒子のみを選別し、それらの化学組成を分析することも、困難な計測の一つである。主な理由は、分析感度に対して十分な量の粒子を集めるのが難しいことと、測定対象外の大きな粒子の混入を完全に防ぐのが難しいことにある。金沢大学・大谷吉生氏には、粒径 $0.1 \mu\text{m}$ 以下の微小なエアロゾル粒子のみを高効率で捕集可能な、慣性フィルタと呼ばれる分級捕集装置について解説いただいた。

短時間の間に変化するエアロゾルを時々刻々追跡することも、困難な計測の一つであるが、測定によっては、秒単位の計測が実現されている。最近開発された技術の一例として、 0.1 秒や 1 秒の時間分解能を持つ粒径分布計測装置について、自動車排ガス粒子計測への適用例とともに、東京ダイレック(株)・濱尚矢氏に解説いただいた。

異なる原理に基づく粒子サイズ計測を組み合わせると、粒子の形状や密度に関する情報が得られる。そうした組み合わせの一つとして近年利用が広がっているのが、遠心式粒子質量分級計測技術である。この技術について、ディーゼル排ガス粒子に適用した例とともに、日本カノマックス(株)・加藤孝晴氏、早川洋平氏に解説いただいた。

エアロゾル計測の重要分野の一つは、光学的特性の計測である。大気中に浮遊する粒子は視程を左右するとともに、太陽光を散乱したり吸収したりすることで、地球の放射収支に影響を与えている。大気中のエアロゾル粒子の光学的特性はまだ十分に理解されておらず、観測や実験によって研究が進められている。そうした研究で用いられるレーザ分光技術について、名古屋大学・中山智喜氏、松見豊氏に解説いただいた。

以上に加え、(独)放射線医学総合研究所の福津久美子氏に、放射性エアロゾルの計測法について解説いただいた。福島第一原発事故の後に多くなされるようになった放射能の計測法とともに、放射性エアロゾルの健康影響を評価する上で重要な、放射能粒径分布の計測についても説明いただいた。

この特集は、多忙な中、これらの解説を執筆して下さった著者の方々の貢献によるものであり、この場を借りて感謝の意を表する次第である。

引用文献

- 1) 日本エアロゾル学会：エアロゾル用語集，京都大学学術出版会(2004)
- 2) Kulkarni, P., P. A. Baron and K. Willeke : Aerosol measurement : Principles, techniques, and applications, 3rd ed., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, U.S.A.(2011)

SCE・Net コーナー

教育研究会、「八重の桜」に学ぶ

シニア集団だけあって教育研究会のメンバーの中には、幼少年時代に戦前の教育を受けた者も健在で、教育勅語や武士道にも関心が深い。最近の社会の乱れは初等教育の段階でこれらの良いところまで切り捨てた結果ではないかとの議論も喧しい。最近の例会ではNHK大河ドラマ「八重の桜」が放映されていることもあり、会津藩の武士道をテーマに取り上げた。

戊辰戦争で鶴ヶ城落城までの226年間、頑なまでに幕府に忠実であった会津の行動規範は初代藩主、保科正之が遺した15条の家訓に端を発し、藩校「日新館」による教育や「ならぬことはならぬものです」で知られる「什の誓い」による幼児教育などで徹底し伝えられていった。この家訓を愚直なまでに守るという文化、風土が幕末における白虎隊の自決など鶴ヶ城の戦いで悲劇的な形で現れた。そもそも藩主、松平容保が京都守護職を引き受けたのも、政情が変わって会津が薩長の対抗勢力として利用される事態に至っても会津に戻ろうとしなかったこともこの「愚直さ」が追い込んだ結果ではなかろうか。

このテーマの報告者(山本 彊氏)は、会津若松に行き、また京都の同志社に同地で八重が使っていた身の回りの品を確かめ、墓を訪れるなど、現地取材を交えての話で説得力大であった。話は山本覚馬や八重の生き様に武士道がどのように反映されていたかをも考察、ついには覚馬の妻「うら」や八重の夫「川崎尚之助」の後日談にまで及び盛り上がった。

ドラマ「八重の桜」は、登場人物が多く、話が錯綜するのでわかりにくいという評価もあるようだが、ドラマの理解にも大いに役立った。会津武士道は一口で言えば「他者にやさしく、己を律するのに厳しい、生活に密着した哲学」を基本にしていた。忠義を最優先した容保の愚直な面のみが強調されがちになることを懸念する声もあった。報告者はこの会津武士道の基本が大河ドラマを通して社会に再認識される契機になってほしいとして話を結んだ。

(教育研究会 山崎 徹)