



世界最高感度の電気計測システムを開発

名古屋大学大学院工学研究科（研究科長：新美 智秀）生命分子工学専攻の馬場 嘉信（ばば よしのぶ）教授、安井 隆雄（やすい たかお）助教、矢崎 啓寿（やさき ひろとし）研究員らが、九州大学先端物質化学研究所柳田 剛（やなぎだ たけし）教授、大阪大学産業科学研究所川合 知二（かわい ともし）特任教授との共同研究により、世界最高感度の電気計測システムを開発し、微粒子や微生物、DNA 分子の高感度電流計測を可能としました。

電流計測システムは、電気シグナルに応じたサイズ検出機能があるため、様々な分野において、効率良く物質のサイズ計測を実現する小型の計測システムとして期待されています。しかし、従来の電流計測システムには、計測したい物質の大きさに合わせて計測部の大きさを変更する必要があり、サイズ検出範囲が狭く、様々なサイズの微粒子・微生物・DNA 分子を1つの計測部で検出するのが困難であるという問題が生じていました。

そこで、本研究では、内閣府 革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の取り組みにおいて、ブリッジ回路注1）を用いたバックグラウンド電流注2）抑制技術（ μA （マイクロアンペア）から pA （ピコアンペア）まで）と、これまでに開発したマイクロ流体技術注3）を用いて、従来の電流計測システムの計測部より、格段に大きい計測部でナノ粒子の検出に成功し、次世代の電流計測システムの基盤技術を確立しました。環境測定デバイス、生命科学研究、個別化医療など幅広い分野への貢献が期待できます。

今回の研究成果は、2017年9月30日発行の米国国際学術誌『Journal of the American Chemical Society』誌（電子版）に掲載されました。

この研究は、内閣府 総合科学技術・イノベーション会議が主導する革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の宮田プログラム・マネージャーの研究開発プログラムの一環として行われたものです。

＜研究の背景と経緯＞

環境測定デバイス、生命科学研究、個別化医療などの分野で、効率良く物質のサイズ計測を実現する計測システムとして、最近、電流計測システムが注目されています。計測部には、計測したい物質の大きさに合わせて計測部の大きさ (nm~ μm) が広く使われています。しかし、実サンプルは動作検証用の理想サンプルとは異なり、様々なサイズの物質が含まれるため、サンプルの分析や検出が正しく行えない欠点があります。

そこで、本研究チームは、大きな計測部を有する電流計測システムにおいて、高電圧を印加することに着目しました。高電圧印加は、サンプルによるシグナルの強度を増加させます。しかし、高電圧印加は、従来の電流計測システムでは、バックグラウンド電流も同時に大きくなるため使用できませんでした。そのため、高電圧印加とバックグラウンド電流の抑制を同時に実現するためには、新たな計測技術の開発が必要でした。

＜研究の内容＞

今回の研究では、ブリッジ回路を搭載した電流計測システムを開発し、この計測システムに高電圧を印加した際に生じるバックグラウンド電流を μA から pA まで抑制できることを実証しました。また、この計測システムを用いることで、単一の大きさを持つ計測部で、微粒子・微生物・DNA 分子を検出することに成功し、さらに、大きな計測部 (数 μm) を用いた場合でも、ナノ粒子を計測することに成功しました (図)。

＜今後の展開＞

本技術を展開することによって、超微量の PM2.5 やバイオエアロゾル、病原菌や病原性ウイルス、DNA 分子を簡便に検出することが可能となり、環境測定デバイス、生命科学研究、個別化医療などの分野で、我々の安全・安心を見守る計測システムへと発展することが期待されます。また、本技術を基礎医学や分子生物学へと展開することによって、それら学問のさらなる飛躍へと貢献することが期待されます。

＜用語解説＞

注1) ブリッジ回路：2つの直列回路が交差するように橋渡し回路を持つ回路。

注2) バックグラウンド電流：電圧を印加した際に必ず生じる電流。電圧を大きくすると、この電流値も大きくなる。

注3) マイクロ流体技術：微量な溶液や生体試料の混合、反応、分離、精製、検出など、様々な化学、生物操作をマイクロ化する技術。半導体製造技術を用いて作製される。

＜論文名＞

タイトル: “Substantial Expansion of Detectable Size Range in Ionic Current Sensing through Pores by Using a Microfluidic Bridge Circuit”

著者名: Yasaki, Hirotooshi; Yasui, Takao; Yanagida, Takeshi; Kaji, Noritada; Kanai, Masaki; Nagashima, Kazuki; Kawai, Tomoji; Baba, Yoshinobu

掲載誌: Journal of the American Chemical Society, 2017, in press

DOI: [10.1021/jacs.7b06440](https://doi.org/10.1021/jacs.7b06440)