

現場は超小型分析装置を待ち望んでいる

北海道大学大学院工学研究院 石田 晃彦

筆者の本誌との出会いは、学生時代、研究室に配属された1992年ころだったと思う。ただ、出会いというよりは、当時、研究室の書架に置かれていた本誌の表紙が初めて目に留まったというのが正しい。しかし、理由はよくわからないが、FIA シグナルで図案化された本誌の表紙デザインはその後ずっと記憶に残っている。ちなみに表紙デザインについては本誌15巻2号に記事がある。その後の本誌との関わりといえば、学生時代の研究室に在籍していた五十嵐淑郎先生（茨城大）と高柳俊夫先生（徳島大）が本誌編集委員となっているが、筆者自身は一度も貢献することなく現在に至っている。それにもかかわらず、表紙の記憶が筆者を本誌と繋げていたのせいなのか、今回、畏れ多くもこの「指標」欄に寄稿させていただくことになった。

現在、筆者は現場分析向けの簡易分析法と小型・軽量分析装置の開発を研究テーマとしている。近年、生活の安全・安心、健康問題が大きな関心事になるにつれて現場分析の重要性が増し、小型・軽量分析装置へのニーズも増えている。従来、サンプルを実験室に持ち帰ってから分析を行ったり、分析センターなどに送って分析を依頼したりするなどして、数日後に結果を得るのがふつうであったが、今日、判断や診断をできるだけ速やかに行うためにやや低い精度でも定量的なデータを現場で得ることが必要になってきている。小型・軽量分析装置というと、環境分析のような屋外での利用をまず想像するが、屋内でのニーズも潜在的にかなりある。工場内の工程・品質・排水管理・作業環境測定、診療所での検査、実験室での小規模実験などである。屋内であってもサンプルが得られるすぐそばに設置して分析・監視できるほうがよい。また、必要の都度収納場所から出してきて検査するようなこともしばしばある。さらに、ほかの装置と接続して行う実験を限られたスペースで行わざるを得ないこともある。このように、屋内でも可搬性あるいはコンパクト性を備えた分析装置が不可欠なのである。こうした小型分析装置へのニーズは、筆者の研究成果を知った国内外の企業から実際にそのような相談や問合せがあることから確かである。

筆者が開発している小型・軽量分析装置とはマイクロ流体ベースの液体クロマトグラフである。マイクロ流体デバイスは、クレジットカードまたはそれ以下のサイズの基板に半導体製造などの微細加工技術を利用して刻んだ細い流路（マニフォールド）で構成される非常に小型の流れ分析装置である。数 μL 以下という極微量のサンプル量で迅速な分析を可能にし、試薬量と廃液量を大幅に低減すると

いう特徴をもつ。さらに、ポンプや測定機器などの周辺機器も小型・軽量になれば現場への持ち込み可能な分析装置になり得る。現場分析では、簡易分析キットがよく利用されるが、従来実験室でしか使用できなかった分析機器がマイクロ流体技術により小型化され、現場で利用できるようになる状況は一転するだろう。中でも強力な分離分析装置で汎用性が高い液体クロマトグラフの小型化は大きな意義を持つ。

しかし、小型・軽量の液体クロマトグラフの開発はその構成要素を総合的に開発する必要があり、困難なことが多い。大学の一研究グループだけでは実現困難で産学連携は欠かせない。当初、筆者らは、インジェクター、カラム、検出セルをマイクロ流体デバイスとして集積することに成功していたが、小型・軽量のポンプの開発はまったく目処がつかず、小型液体クロマトグラフの実現は望み薄であった。しかし、意外にも、その実現のチャンスが間もなくやってきた。電気浸透流を駆動源とする超小型ポンプを世界で初めて製品化し、その用途を開拓していた国内企業と出会ったのである。電気浸透流ポンプは、回転運動や振動運動が駆動源になっておらず原理的に脈流がないため液体クロマトグラフのポンプとしては理想的である。そこですぐに共同研究を開始し、約1年で小型液体クロマトグラフ用の小型ポンプの試作機が完成した。このポンプは、乾電池で動作が可能なほど低電力で、筆者らが開発したマイクロ流体デバイスに対して十分な送液能力を持ち、手のひらに乗るほど軽量かつ小型である。こうして小型液体クロマトグラフは、現在、試作の段階にあり、その全体としての設置サイズおよび重量は、それぞれB5判および約2kgで、従来機から比べれば超小型・軽量に仕上がっている。

筆者は、超小型・超軽量の液体クロマトグラフのように現場での定量的な分析を可能にする分析装置のニーズがこれからますます増えるとみている。また、それらは既存の装置では想定しなかった領域に浸透しながら発展するものと予想している。さらに、これらの装置のベースとなるマイクロ流体技術は、試薬消費量、廃液量、消費電力が極めて小さいため、省資源・省エネルギー、低環境負荷型という今日の科学技術の方向性とも合致しているといえる。しかし、そのような分析装置の実用化はあまり進んでいないのが現状だろう。現在、既存の装置は既存のユーザーにしか向いていないように思える。まさに今、大学や企業が結集してFIAをはじめとする分析装置の小型化を進め、新たな領域を開拓することが必要ではないだろうか。