

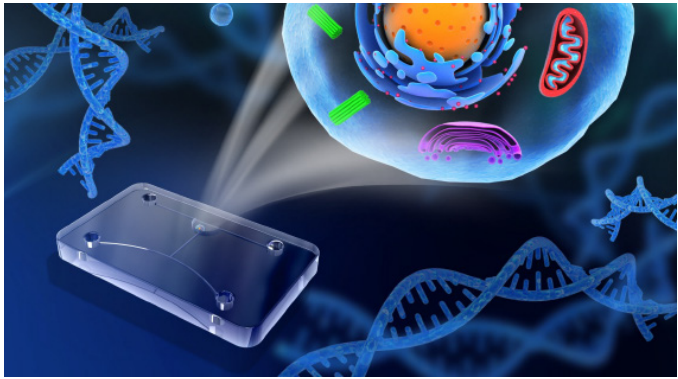


小さな実験室「マイクロナノ流体デバイス」が拓く可能性

化学、バイオ、医療、機械、電気など様々な分野で、新たな分析手法として「マイクロナノ流体デバイス」の実用化が注目されている。大学院情報生産システム研究科の馬渡和真教授は、独自のデバイスを開発し、国際共同研究および産学共同研究を積極的に進めてきた。情報技術やIoTと融合し、社会実装に適した設計・システム化にも取り組み、高度な化学情報に誰でもアクセスできるデバイスの実現を目指している。

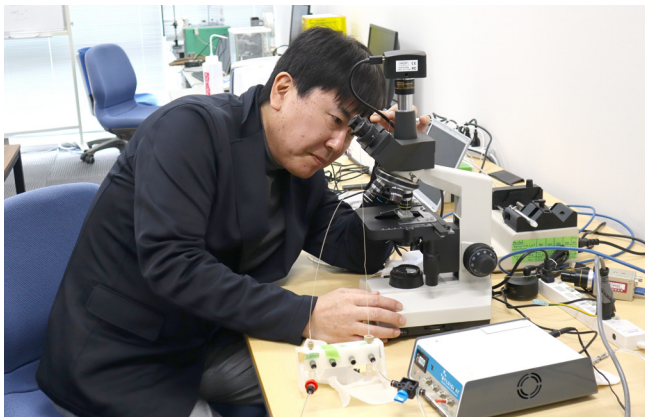
化学の世界にイノベーションを起こした小型化技術

ガラスや樹脂など透明な板状の基板に、細かい溝（流路）がたくさん刻まれている「マイクロナノ流体デバイス」。基盤のサイズは数センチ四方で、手のひらに乗るくらいの大きさだ。この流路に測定したい液体や気体を入れると、短時間で精度の高い分析ができるという。「ピーカーやプラスコを使って行う化学実験を、デバイスの中でやっています。この中に実験室が詰まっているようなイメージですね。測定したい液体と試薬との化学反応によって、分析結果が得られる仕組みです」と、馬渡教授は話す。マイクロナノ流体デバイスの研究は1980年代後半から始まり、1990年頃から少しずつ広がってきて、2000年に入ると世界的に注目されて研究が活発化するようになった。馬渡教授は学生だった1990年代半ばにデバイスと出合い、初期の頃から研究に携わってきた。



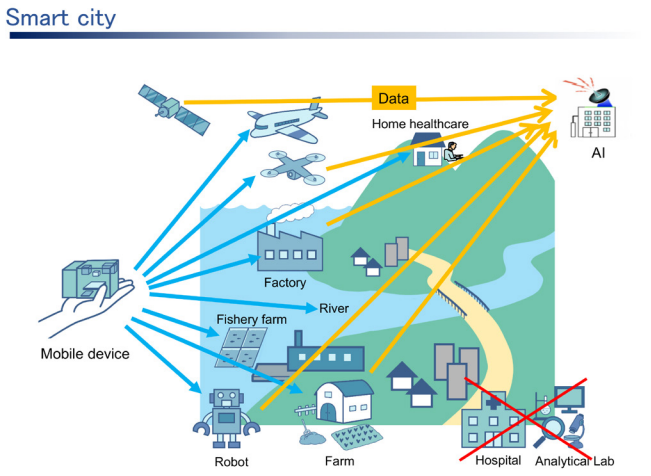
世界初のコンピュータはENIAC（エニャック）といわれ、1946年に開発された。当時はひと部屋全部がコンピュータというほど巨大だったが、チップの開発によってどんどん小型化・高性能化してきた。しかし、馬渡教授が専門としてきた化学の分野は、エレクトロニクス分野の進化と比べてほとんど変化がなかったという。「実験ツールとしてはピーカーが使われ、基本的な手法はずっと変わっていません。こうした中、マイクロ流路の技術はとても画期的だと思いました。小さくすることで、分子と分子がすぐに会って反応を起こすことができる。例えば、このデバイスを使えば血液検査が一滴で可能になります。少量で迅速に、そして安くできることが魅力です」。マイクロナノ流体デバイスの流路は、半導体の加工技術を使って作られている。ガラスやプラスチックなどの基板に、液体が流れる微細な流路を彫り、液体を移動させたり、混合したり、分流したりして実験を行う。検査をしたい検体を流し、途中で様々な試薬を合流させることで化学反応が起こり、検査の結果を得ることができる仕組みだ。医療、創薬、遺伝子工学などの分野では、実用化が始まっている。例えばコロナワクチンは、メッセンジャーRNAと粒子となる材料を混ぜて作られたという。

ベトナムのプロジェクトで、環境汚染の分析に活用



研究室にはマイクロナノ流体デバイスのレーザー加工設備があり、設計から実社会での活用まで一連の研究を行っている。「デバイスは使用する目的によって毎回違うので、自分たちでデザインをして作ります。それを実際に使って実験をしてみて、うまくいくか、いかないか。いろんな結果を検証しているところです」。馬渡教授が研究代表者を務めるベトナムのプロジェクトでは、このデバイスを使って環境分析をしている。プロジェクト名は「食と環境の安全・安心を実現するハイテク簡易オペレーション分析デバイスの開発と人材育成」。日本とベトナムの学術機関・行政機関・産業界が連携して2023年にスタートし、期間は2028年までの5年間となっている。

「ベトナムでは、急速な産業発展と都市化の影響で、環境汚染が深刻な問題となっています。首都のハノイでは飛行機の視界がぼやけるほどで、水もかなり汚い状況です。改善していくためには、まず現状分析が必要。河川の中に毒性の高いヒ素や水銀が入っているのを測らないといけないのですが、大きな装置があるうがまで水を持っていくのは大変です。デバイスを使えば、迅速に大量の検査ができるんですよ。ベトナムでは、とことんシンプルに安く環境分析ができる方法に挑戦しています」。研究施設の分析装置が2〜3千万円だとすれば、デバイスは1個100〜200円。小さくて持ち運びがしやすいため、現場で高性能の分析結果が得られる。馬渡教授はドローンを活用した遠隔採水にも取り組んでおり、より便利で実用的な技術開発を目指して実証実験を進めている。2025年11月には、ベトナム国家大学の新キャンパス内に「分析R&Eセンター（Analysis R&E Center）」が整備された。連携してさらに研究開発や分析を進め、人材育成のためのトレーニングも行っていく。

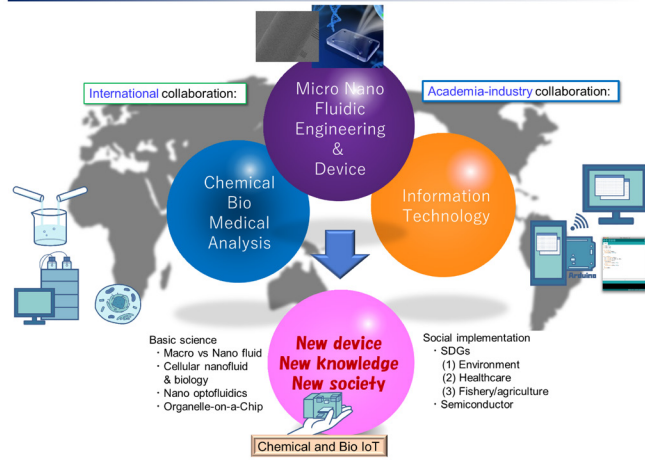


誰もが使えるデバイスを開発し、社会に貢献していく

「様々な学術の分野がありますが、私たちの研究は、化学・バイオ・医療・電気・機械などたくさんの方と関わっています。マルチディシプリナリー（multidisciplinary）、日本語では異分野融合とか多職種連携といわれる領域で、いろんな人が課題や知見を持ち寄って研究を進めているのが特徴ですね。将来的にもいろんな活躍の場があると思います」。

馬渡研究室の学生は、AI、半導体、バイオ、製薬、化学など多様な分野に進んでいるそう。マイクロ流路技術は、医療をはじめとする

Overview



各産業界から大きな期待が寄せられている。既に実用化されている分野もあるが、本格的な普及はこれからだ。デバイスを安く大量に作れる技術が進んでいけば、様々な可能性が広がるだろう。例えば、微量な血液や尿、唾液の分析によって、健康診断やウイルス検査が家庭でもできるようになるかもしれない。検査結果とAIを連動させて、病気のリスクや予防法を教えてくれるサービスも考えられる。大きな医療機関や検査設備がない地域では、診療所ですぐに検査ができるツールがあれば安心だ。「今、研究室では、液体を流す方法や加工法など新しい手法そのものを試作しています。私自身は一つの研究を深掘りするというより、実社会に広く役立てていくことに興味がありますね。デバイスを普及していくためには、小型で安価であることが大事。誰でも使えるマイクロナノ流体デバイスを開発して、医療や環境問題に貢献していきたいです」。