

バイオ分析向けの超小型蛍光検出装置を開発

患者のそばで迅速な診断を実現するキーテクノロジー



亀井 利浩

かめい としひろ

toshi-kamei@aist.go.jp

集積マイクロシステム研究センター
ライフインターフェース研究チーム
研究チーム長
(つくばセンター)

新しい産業でシステムの主導権を握ることは、ゲームのルールを決めるほどの力があります。例えば、ヒトゲノムプロジェクトで活躍したキャピラリーDNAシークエンサーは、日本企業が重要な要素技術を開発しながら、経済的な成功を収めたのはシステムを主導した米国企業でした。部分から全体に至るのではなく、全体を俯瞰して部分を見る発想が必要だと思います。バイオデバイス分野においてシステムで主導権を握れることを目指しています。

関連情報：

- 共同研究者

住友 慶子、辻村 範行 (産総研)

- 用語説明

* POC 診断：健康状態や疾病と相関のあるDNAやタンパク質などの生体分子を検出することで、在宅やベッドサイドなど、患者のそばで行う迅速診断。

** イムノアッセイ：抗原と抗体の反応を利用して、血液や尿などに含まれる微量物質の検出や濃度測定を行う生化学的分析手法。

- プレス発表

2014年3月17日「バイオ分析向けの超小型蛍光検出装置を開発」

● この研究開発は、最先端研究開発支援プログラム(平成21～25年度)「マイクロシステム融合研究開発(中心研究者：江刺 正喜 東北大学)」の支援を受けて行っています。

POC診断への期待

近年、その場で高速に診断できる利便性・簡易性からPOC診断*が注目され、特に、糖尿病患者の血糖センサーは商業上も大きな成功を収め、POC診断市場全体としても急速に成長しています。POC診断は、疾患の予防、健康増進に寄与し、患者の生活の質を維持しながら、医療費を削減できる在宅医療にも資する技術であり、今後、ますます発展すると期待されます。POC診断には、医療従事者が実施する簡易診断と患者自身が在宅で実施する健康モニターなどの自己診断が含まれていますが、いずれの場合にも、可搬性、迅速性、簡便性が要求されます。

超小型蛍光検出装置を開発

微量の流体を操作可能なマイクロ流体バイオチップ技術は、わずかな試料での高速診断が可能であり、POC診断を実現するために理想的な特徴を備えています。しかし、高感度な共焦点レーザー励起蛍光顕微鏡のような大型の装置が用いられており、POC診断や装着可能(ウェアラブル)な健康モニタリングデバイスなどを実現することが困難でした。

そこで私たちは今回、下図に示すような超小型LED励起蛍光検出装置(外寸40×40×20mm)を開発しました。この装置では、面発光マイクロLEDから放出された光を非球面マイクロレンズにより集光し、励起光用光学干渉フィルタ

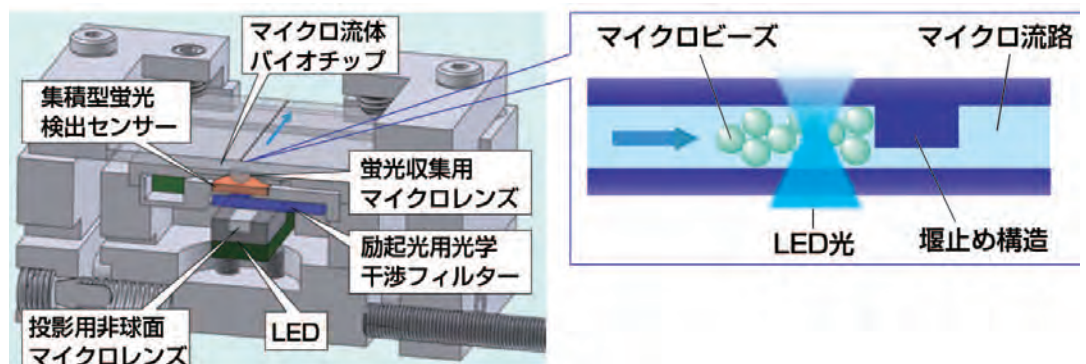
ーにより、特定の波長領域の光のみを選択的に取り出します。この光はアモルファスシリコンを用いた集積型蛍光検出センサーを通してマイクロ流体バイオチップ内のマイクロ流路に照射されます。このため励起光源と蛍光検出素子をチップの同側に、かつ、同軸に配置できるので、構造が単純にできます。そして、マイクロ流路内の蛍光色素から放出される蛍光を蛍光収集用マイクロレンズにより収集し、光学干渉フィルターにより選択的に蛍光成分のみを取り出し、アモルファスシリコン・フォトダイオードにより検出します。

技術的には、LED発光面を小型化し、非球面マイクロレンズにより200μm以下に集光して、マイクロチャンネルへの低散乱光照射を実現したのも重要なポイントです。

堰止め構造を形成したマイクロ流路に、抗体を固定化したマイクロビーズを充填して固定化した、マイクロ流体バイオチップと、この蛍光検出装置により、臨床検査で重要なイムノアッセイ**を行うことができます。

今後の予定

今後は、LEDが面発光源である特徴を生かして、LEDやマイクロレンズを量産性の高い実装技術を用いて組み立てる手法を確立するとともに、さらなる小型化と高感度化の両立を目指します。



LED励起蛍光検出装置の構造と流れ方向に沿ったマイクロ流路断面構造