平成27年度(基盤研究(S)) 研究概要(採択時)

【基盤研究(S)】

理工系 (工学)

研究課題名 デジタルバイオ分子デバイスの創成と展開



たみや えいいち 大阪大学・大学院工学研究科・教授 民谷 栄一

研 究 課 題 番 号: 15H05769 研究者番号:60179893

研 究 分 野: 生物機能・バイオプロセス

キーワード: バイオセンサー、ナノバイオデバイス、BioMEMS

【研究の背景・目的】

生体では、特定の1分子の結合や反応がトリガー となり、情報伝達のために分子信号の爆発的増幅が 誘起されるが、細胞内の限定された局所空間で1分 子レベルから起こるもので、最近では微細加工技術 を用いた微小空間流体デバイスを用いて1分子のデ ジタル測定へと展開されている。 本申請では、生体 の有する優れた分子認識や分子信号増幅機能に着目 し、1分子レベルの解析を実現し、これを基礎とし たデジタル情報としてバイオ分子計測を行うシステ ムの創成とその応用を推進する。具体的に1分子を 配置できる極微小流体デバイス、特定の 1 分子情報 を認識、増幅する分子認識増幅素子、高感度及びラ ベルフリー計測できる電気化学発光や局在プラズモ ン共鳴デバイスなどのセンシングデバイスの要素か ら構成される。これらを基礎としたバイオ分子のデ ジタル解析を可能とするデバイスの設計指針を明ら かにし、関連する学術分野の体系化を図るとともに 医療診断分野などへの応用展開を推進する。

【研究の方法】

本申請課題の"デジタルバイオ分子デバイス"で は、研究要素として「極微量流体デバイス」、「セン シングデバイス」、「分子認識増幅素子」が必須であ り、これらの統合により 1 分子計測を基礎としたバ イオ分子のデジタル解析を可能とするデバイスの設 計指針を明らかにし、関連する学術分野の体系化を 図る(図1)。極微量チャンバーでは、容易に1分子を 調製できるが、この 1 分子センシングを実現するに は、測定対象1分子に対して信号増幅を行う分子素 子との連携が不可欠である。たとえば、酵素のなか には1分子で100万分子/sec ターンオーバー数を有 する。また PCR に用いられる DNA 増幅酵素は 100 万倍の分子増幅を実現する。こうした分子増幅反応 系を極微小チャンバー内で誘起すれば、1分子といえ どもきわめて大きな分子信号へと増幅ができ容易に 捉えられる。このようなチャンバーの 1 分子の有無 が分子認識増幅信号の有無となり、チャンバーアレ イの数に対応したデジタル数値として表現される。 これが"デジタルバイオ分子デバイス"である。極 微量チャンバーの集合体とこれら全体の容積を有す る一つのリアクターと比較した場合チャンバーの数 だけの濃縮効果をもたらすため、感度向上をもたら し、超高感度測定が可能となる。さらに、濃度範囲 によりポアソン分布に基づき、より精密で超広範囲なダイナミックレンジの測定が可能となる。また、極微小領域の分子拡散を考慮するとミリ秒オーダで短時間計測やリアルタイム計測法としての優位性もある。本申請では、申請者が実績を有している電気化学・発光や局在プラズモン共鳴デバイスを活用してデジタルバイオ分子デバイスに関する基盤研究を推進し、当該分野の専門家との連携により医療診断、創薬ツールなどとして応用展開を図る。

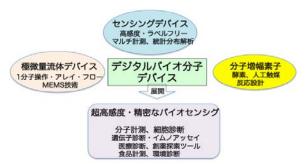


図1 デジタルバイオ分子デバイス研究の要素技術と応用展開

【期待される成果と意義

極微小領域で分子認識および分子増幅反応とを連動させ、これを同一の空間内に配置されたセンシングデバイスにより、超高感度かつ超広範囲なダイナミックレンジを有するバイオセンシングの手法を創案、実現するところに本研究の特色があり、超集積化された極微小領域に測定対象分子の分布状況をデジタルデーターとして捉える『デジタルバイオ分子デバイス』は、健康医療、食の安全、環境汚染防止などの各種バイオセンシング現場での画期的な研究成果が予想され、当該関連分野へ与える波及効果は計りしれない。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- E.Tamiya et.al.(ed.) Nanobiosensors and Nanobioanalyses, Springer, (2015)
- 民谷栄一 デジタルバイオデバイス、分析化学 64,397-411 (2015)

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 31 年度 129,700 千円

【ホームページ等】

http://dolphin.ap.eng.osaka-u.ac.jp/nanobio/