

ディビジョン番号	11
ディビジョン名	電気化学

大項目	4. 4. 電気化学計測／電気化学反応
中項目	4-1. 電気化学計測
小項目	4-1-2. 電気分析化学（ナノデバイスセンサー）

概要（200字以内）

電気分析法は検出機構および機能化を極めて簡素に構成でき、電子、またはイオン移動を検出対象としているため、ナノ技術との親和性が高い。この利点を活用した次世代検出システムの代表的例として、ナノサイズ分子デバイス-アレイセンサー、高感度・高選択的な微小連続処理チップが挙げられる。いずれの分析手法においても、今後ハイスループット大容量分析に対応可能であることが要であり、電気分析手法の活躍が期待できる。

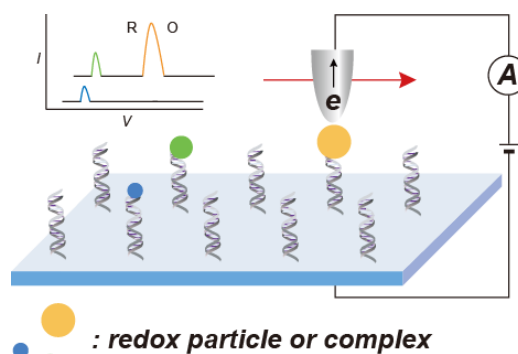


図 ナノサイズ分子デバイスアレイの概略

現状と最前線

電気分析化学は19世紀のMichael Faradayの研究に端を発する歴史ある学問領域であるが、原則的に電極2本により計測が可能であるためナノテクノロジーに対しても高い親和力を有する。このため先端分析手法の最有力候補の一つと考えられるが、実用的な計測には電極表面の機能化が必要である。この点に関しては過去30年の間バイオ、非バイオ的な原理に基づく様々な修飾手法が開発されており、膨大な数のアプリケーションが既に利用可能となっている。これらのアプリケーションを基にして、基盤電極を構成するカーボンナノチューブやナノ粒子・ナノクラスターなどの電子材料を選択・活用した分析デバイスが開発されており、これらの要素技術の融合により作製されたデバイスは次世代センサーの萌芽的段階にあると考えられる。

電気分析手法の将来性を実用性および学術的な側面から分析すると、まず、実用的な観点からは痕跡量のターゲット物質を直接計測できる手法の開発が急務である。農薬や毒物（ダイオキシン類など）、微生物などに起因する痕跡物質の定量は高感度のみならず高選択的であることが要求され、この観点からはバイオ分析が適すると考えられている。しかし、現状のバイオ的手法は計測時の化学的、物理的環境に敏感であり、また、センサーや試薬の活性維持・保存に難点が多い。この問題は特にオンサイトアプリケーションに対して影響が大きい。

他方、現在報告されている非バイオ的手法は選択性に問題が多く、問題の根本的な解決には至っていない。今後、これら2手法の長所を融合する新しい分析原理の開発が必要となるだろう。

また、より長期的な観点からは、ハイスループット分析への対応が重要な研究・開発課題となっている。DNA や抗体などの分析に代表される膨大な数の試料の集中的な分析・管理には、既存技術（たとえば、液体クロマトグラフィーなどの低スループット手法）ではもはや限界に達している。従って、最近の計算機技術と同様、高密度アレイセンシング手法に基づくパラレルプロセッシング手法の開発が必須課題となっている。この点に関して電気分析手法は電極に基づく直接的かつ簡素な検出機構であるため、光学手法に比べてより経済性に優れたシステムの構築が可能であろう。

学術的な視点からは分子デバイスの開発を指向する基礎研究に興味を持たれている。分子デバイスは1分子（レセプター）から構成されるナノデバイスセンサーであるが、1分子計測が現実のものとなった現在、特に注目される応用技術の一つである。この分子導電性に基づく究極の微小デバイスは将来的には高密度アレイに応用され、ハイスループット電気分析技術の最も進化した形となるであろう。

#### 将来予測と方向性

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

- A) 痕跡量の農薬や微生物代謝物、資源探査に実用可能な迅速検出センサー・自動分析システム
- B) バイオ非バイオ融合分子認識原理の創出

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- A) 分子デバイスセンサーおよびこれを基盤技術とする高密度ハイスループットセンサーアレイ

#### キーワード

トレースアナリシスセンシング, 1分子デバイスセンサー, 高密度ハイスループット分析

(執筆者: 長岡 勉, 椎木 弘)