



研究室紹介



UDC 681.2 : 581.132 : 577.15

渡 辺 (正) 研 究 室

当研究室は昭和60年3月に発足し、二瓶研究室とともに第4部の環境計測化学部門を担当している。昭和61年3月より、渡辺が計測技術開発センターに配置換のため第4部は兼任となった。現在の構成員は助教授渡辺 正、教務職員吉田章一郎、大学院学生5名、受託研究員1名ほかである。

当研究室では、生体中で発現されている高度かつ高効率の諸機能を手本にして、情報・エネルギー変換機能や物質認識機能をもつ分子集合体、およびこれを用いたエネルギー変換素子・化学計測素子の設計開発をめざしている。ただし当面はそのための基礎研究が主で、生体反応系を分解して分子部品の組み立てを調べることに、比較的単純な分子集合体を作ってその挙動を解析することに主眼を置いている。現時点での研究対象は、天然系としては植物の光合成器官、人工系としては分子間配向を制御した単分子膜や、機能分子を含む液体膜などである。おもな研究テーマとその概要を以下に述べる。

1. 光合成器官の分子構築に関する化学計測

光合成の初期過程は、色素や電子伝達分子を組み込んだ数十種のタンパクの集合体が機能単位となって進行する。この機能単位は緑葉1mgあたり約1兆個含まれ、光吸収から初期産物合成までをほぼ100%の量子収率で駆動する優れたものであるが、その分子構成は極めて複雑で、未解明の部分が多く残されている。

当研究室では、機能分子のうち光プロセスを担うクロロフィル(Ch1)類に注目し、1機能単位あたりのその種類・分子数分布・存在サイト、および人工化学環境による分子変性などについて、一部は学外の生化学研究者との共同作業により、詳細な計測化学的検討を行っている。最近、色素-タンパク複合体の解体と再構成を通して、2種類ある反応中心の一方のごく近傍に、新規なCh1誘導体が必須部品として機能していることを見いだした。

他方、これら生体から得られる情報を補足強化するために、生体外でのCh1類の反応性や分子間会合挙動についても検討を行い、新しい知見を集積しつつある。またCh1の合成と分解を支配する酵素の研究も開始した。

2. 物質の認識・輸送を行う液体膜の設計

生体の重要な機能の多くは生体膜が担っている。当研究室では膜機能のひとつである高選択的物質輸送に着目し、イオン認識能をもつキャリアによるイオンの液体膜輸送について速度論的検討を行っている。イオン輸送の各過程の速度を測定し、それぞれのみかけの速度定数を求めることにより膜内拡散律速モデルを提案した。さらに、イオン-キャリア錯体の安定度定数および溶媒抽出定数と速度との相関を解析し、高効率イオン輸送用キャリアの選択・設計指針を確立することができた。液体膜は、機能を付与する方法が簡便でまたその解析が容易であるため、種々のキャリアを導入することで多様な機能素子の実現が期待される。現在、表面に分子認識機能をもつ輸送膜の開発をめざしている。

3. 酵素単分子層電極を用いるバイオセンサの製作

生体内の特定の成分を迅速かつ選択的に計測するためのセンサは、主として臨床分野からその開発が要望されている。当研究室では、グラファイト電極や半導体電極の表面に化学修飾法またはLangmuir-Blodgett(LB)法により単分子層状の酵素を付着させた酵素電極を作成し、電気化学的バイオセンサとしての応用をめざしている。単分子層とすることによって、高価な酵素の節減が図られ、また酵素反応の解析が容易になる。現在、酵素としておもにグルコースオキシダーゼを用い、グルコースの反応生成物に起因する電解電流または電極の表面電位の変化をセンサ応答とするバイオセンサを試作し、その性能向上を目標に諸条件の検討を行いつつある。

4. ラマン分光法による単分子吸着層の状態計測

固体表面に吸着した極微量の化学種を振動状態まで含めて同定できれば、触媒反応・電極反応・腐食反応などを分子レベルで理解するための有力な手がかりが得られる。近年、吸着に際してラマン散乱強度が自由分子に比べ 10^6 倍にも異常増大する現象：SERS (surface-enhanced Raman scattering)が見いだされ、この分野に大きなインパクトを与えた。当研究室では、SERSの発現機構に関する一連の基礎的研究に続いて、LB膜や電極上の吸着分子の表面配向の決定、あるいは電極反応素過程の観測などへの、SERSの応用を試みている。

(渡 辺 正記)