

## イオンセンサーのための新しい電位応答モデル

\* このドキュメントは、ビー・エー・エス（株）主催によるECセミナーの抄録です。

ECセミナーに関してのお問い合わせは、[sales@basj.com](mailto:sales@basj.com)にお願い致します。

東京大学大学院理学系研究科化学専攻

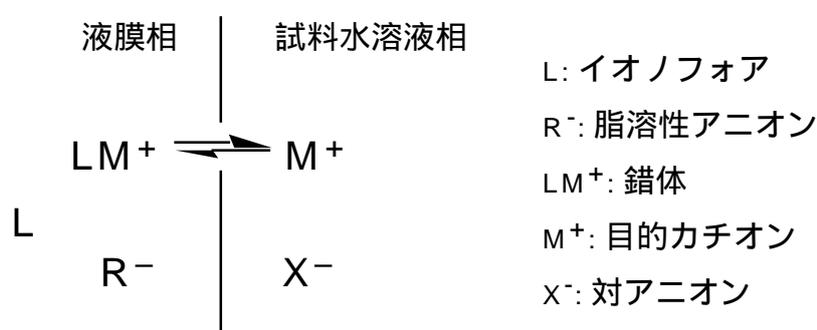
あめみや しげる  
雨宮 成

目的イオンに対して選択的なイオン交換能を持った膜を試料溶液に接触させると、その膜電位は試料溶液中の目的イオンの活量の対数に対して、広範囲にわたって直線的に変化する<sup>1</sup>。このようなイオン選択性膜の特徴を利用したポテンシOMETリックなイオンセンサーとしては、例えば、ガラス膜を用いたpH電極があり、これは、20世紀初頭に開発されたもっとも古いイオンセンサーである。また、1960年代になると、ガラス膜の代わりに、イオン選択性を持った有機液膜や高分子膜を用いても、同様な電位差測定によって様々なイオンの検出が可能であることが示され、現在までに約60種類以上のイオンの測定例が報告されている<sup>2</sup>。また、最近ではそれらを微小化することで、走査型電気化学顕微鏡のプローブ<sup>3</sup>、マイクロチップデバイス上でのイオン検出<sup>4</sup>、多種イオン同時測定のためのセンサーアレイなどへ<sup>5</sup>、その応用範囲はさらに広がってきている。

このような応用面での進歩がみられる一方で、近年、液膜型イオンセンサーの電位応答をモデル化する試みがなされている<sup>6</sup>。図に示したように、センサーを構成する液膜を試料水溶液に接触させると、二相間でイオンの分配が起こり、その界面には電位差が生じる。膜中の脂溶性イオンの存在によって、液膜は通常カチオンまたはアニオン交換膜として機能し、その界面電位差はいずれかのイオンの試料溶液中での活量に応じて上記のように変化する。また、液膜中には目的イオンと選択的に錯体を形成する分子(イオノフォア)が存在するので、試料溶液中の複数のカチオンまたはアニオンの中から目的のイオンを選択的に検出することが可能となる。一般的なイオン交換膜系に生じる電位差の理論的取り扱いはい前からなされていたが、そのようなモデルと実際のセンサー応答との定量的な関係づけ、特に、その理論的予測に基づいてセンサーの液膜組成

や測定法が最適化されるようになったのはごく最近である。実際に、そのような最適化によってセンサーの選択性や検出限界などが大幅に改善されることが示されている<sup>7,8</sup>。また、そうしたモデルは、センサーのイオン選択性や、理想的な応答（ネルンスト応答）からのずれを理解する上でも、大きな進歩をもたらしている<sup>9</sup>。

本講演では、今回のセミナーの主題である走査型電気化学顕微鏡へのこれらイオンセンサーの応用例とともに、その電位応答を理解するための新しいモデルとその結果もたらされたセンサーの性能改善例について紹介する。



液膜型イオンセンサーの応答機構の模式図

### 参考文献

1. A. J. Bard and L. R. Faulkner, *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*; Wiley: New York, 2000; p 74-81.
2. P. Bühlmann, E. Pretsch and E. Bakker, *Chem. Rev.* **1998**, 98, 1593-1688.
3. G. Denault, G. Nagy and K. Toth, In *Scanning Electrochemical Microscopy*; A. J. Bard and M. V. Mirkin Eds., Marcel Dekker: New York, 2001; p 397-444.
4. R. T. Tantra and A. Manz, *Anal. Chem.* **2000**, 72, 2875-2878.
5. E. Lindner and R. P. Buck, *Anal. Chem.* **2000**, 72, 336A-345A.
6. E. Bakker, P. Bühlmann and E. Pretsch, *Chem. Rev.* **1997**, 97, 3083-3132.
7. S. Amemiya, P. Bühlmann, E. Pretsch, B. Rusterholz and Y. Umezawa, *Anal. Chem.* **2000**, 72, 1618-1631.
8. A. Ceresa, E. Bakker, B. Hattendorf, D. Günther and E. Pretsch, *Anal. Chem.* **2001**, 73, 343-351.

9. E. D. Steinle, S. Amemiya, P. Bühlmann and M. E. Meyerhoff, *Anal. Chem.* **2000**, *72*, 5766-5773.