3PD053

境界要素法解析を活用した界面分極理論の拡張
○関根克尚（金沢大学医学部保健学科）

生物細胞懸濁体は界面分極による誘電緩和を示す。そのスペクトルを理論解析すると細胞の構造等に関する情報が得られる。これまでの理論は楕円体粒子懸濁体だけを対象としていた。非楕円体形の細胞について合理的な解析を行うには任意形状粒子懸濁体の誘電スペクトルを理論的に推定することが必要である。

本研究では、まず均一交流電場の下に置かれた1個の粒子による誘起電位を3次元境界要素法を用いて算出し、次にその値をWagnerの式の論法で処理して懸濁体の等価誘電率を算出した。殻付球懸濁体に対する計算結果を表に示す。計算結果(BEM)はPauly-Schwanの式から得られた値(P-S)とよく一致し、この計算が合理的に実行されたことが確認できた。

表. 殻付球懸濁体の等価誘電率

周波数/Hz	誘電率 ϵ		伝導率 κ / S m ⁻¹	
	BEM	P-S	BEM	P-S
103	477	476	0.857	0.857
106	467	466	0.860	0.861
107	187	188	0.956	0.955
108	81.2	81.2	0.992	0.992
1011	79.7	79.7	0.992	0.992

内・外相 ($\epsilon = 80$, $\kappa = 1$ S m⁻¹) 殻相 ($\epsilon = 2$, $\kappa = 0$)
殻厚/球半径 = 0.001 体積分率 = 0.1

K. Sekine: Application of BEM-analysis to evaluation of the permittivity of suspensions.

3PD055

ガリウムレプリカ法による生物試料表面の走査電子顕微鏡観察
○足立栄希（ロレアル筑波センター）

走査型電子顕微鏡は試料表面を観察する有効な手段であるが、生物組織の観察に用いる時、組織の固定に複雑で時間のかかる前処理が必要な場合がある。例えば生体内組織、水棲生物の表皮等、水を含む試料を観察する場合はかならず固定化が必要になる。特に水棲生物の固定化は彼らの死を意味する。固定化により表皮本来の構造が破壊されることはないと思われるが、生きたまま、または死亡直後の状態を観察できることが望ましい。そこで水中で実行可能なレプリカ法としてガリウムを用いた方法を試みた。

ガリウムは融点が29℃程度なので、大気中はもちろん水中でも固体になることができる。液体ガリウムの大気中での表面張力は700mN/m程度であるが、水に接したときの界面張力は小さくなるので試料が破壊される可能性は少ないと考えられる。したがって水棲生物を水中で液体ガリウム表面に押し付け、温度を下げた固体にすると表皮構造をガリウム表面に写し取ることができると考えられる。

縞状表皮構造を持つ緑虫と毛髪様のガリウムレプリカをそれぞれ水中、大気中で作成した（左：緑虫、右：毛髪）。

緑虫の縞構造、毛髪表面の角質の構造が写し取られたことがわかる。更に毛髪の場合、液体ガリウムの大きな表面張力によって角質表面の有機物がレプリカ表面に転写されX線分析を行うことができた。ガリウムレプリカ法は水中で実行可能であるだけでなく分析レプリカ法として用いることができる。また、ガリウムレプリカ法の空間分解能と適応可能試料を示すために、2例に加え、玉虫の羽、バクテリア、培養細胞のレプリカ作成を試みた。

E. Adachi: Gallium Replication in Aquatic and Nonaquatic Organism Scanning Electron Microscopy

3PD054

デシルトリメチルアンモニウムブロマイドの
ミセル溶液のESI/MSによる測定

○尾藤真由美、酒井朝也、野原大輔（名市大・薬）

ミセルの分子量に関する測定値はすべて標準物質に対する相対値や、ある仮定に基づいて算出された平均値である。質量分析計で直接ミセル分子量が測定できれば画期的なことである。質量分析計におけるイオン化法の1つであるESI (electrospray ionization) 法は、多価イオンを生成することにより高分子の分子量が正確に測定でき、また穏やかなイオン化法であるため条件を選べば非共有結合による会合体を解離させることなく測定できる方法である。このESI法を用いてミセル分子量の測定を試みた。

陽イオン界面活性剤の1つであるデシルトリメチルアンモニウムブロマイド $C_{10}H_{21}N(CH_3)_3Br$ (DTAB) の0.1 M (CMC: 0.065 M) 水溶液を用い、他の添加物や、脱溶媒を助ける有機溶媒は使用しなかった。測定にはESIイオン源を装着したセクター型の質量分析計を用いた。イオン化電圧3.5 kV、試料供給はシリンジポンプを用い送液量は2 μ l/minで行った。

マスマスペクトルはDTABおよびDTABの会合体からブロマイドイオン (Br^-) が1~4個抜けたポジティブイオンで観測された。例えば、DTAB 1分子から Br^- が1個脱離した $m/z = (280-80) = 200$ の+1価のイオン、あるいはDTAB 30個の会合体から Br^- が3個脱離して $m/z = [(280 \times 30) - (80 \times 3)] / 3 = 2720$ の3価のポジティブイオンとして検出され、+4価のものまで観測された。+1~+4価のそれぞれの価数で得られた会合体は、それぞれが独自の質量分布を持っていた。スペクトルを解析してみると+2~+4価の価数のものはきれいな分布を持っていた。この3つの質量分布から求めた平均値は、他の従来の測定法によるミセル分子量の文献値とほぼ一致することが明らかとなった。

オクチルトリメチルアンモニウムブロマイド $C_8H_{17}N(CH_3)_3Br$ (OTAB) についての観測と解析結果についても同様の平均値をとると、この場合もミセル分子量の推定値と一致した。

M. Bitoh, T. Sakai, D. Nohara: Measurement of micelle solution of decyltrimethylammonium bromide by ESI-MS

3PD056

電気化学走査型マックスウェル顕微鏡を用いた
表面電位分布イメージング
工業技術院生命工研・電線研 平田芳樹、水谷文雄、横山 浩

生体の構造と機能の理解・解明には生体分子の集合体や複合体の間に働く相互作用を直接測定する必要がある。この目的には非接触型のプローブ顕微鏡が有効であると考えられる。我々はAFMを利用した電気力顕微鏡を作製した。これは外部から探針に交流電圧を印加して、その結果生ずるカンチレバーの強制振動を同期検出する変調法を利用した方法で、表面の形状と共に表面電位、孤立電荷、誘電率などの局所領域の電気的な物性の分布が測定できる。対象表面に存在する電場を探針にかかる力として検出することから、走査型マックスウェル応力顕微鏡 (SMM) と呼んでいる。従来の静電気力顕微鏡が何らかの形で共振点を利用した引力勾配の検出を必要としていたのに対しSMMでは純粋に電気的変調のみから表面の電気物性を導いている。このため粘性の高い水中における動作に対しても障害とならない。さらにバイポテンシオスタットを使用して探針・基板電位を独立に制御する事のできる電気化学SMMに発展させた。生体分子のモデルとして自己組織化膜の電荷の分布のイメージングを行った。金の蒸着電極の上に2-dodecanylthio-1,4-naphthoquinone と dodecanethiole の自己組織化膜で修飾した場合の例を示す。それぞれ電位がキノンの酸化還元電位の上下で測定すると、特定の部位で電位の逆転が観察され、電気化学反応により電荷を持つ表面固定種が生成し、働く静電気がコントラストとなって現れたと考えられる。

Yoshiki Hirata, Fumio Mizutani and Hiroshi Yokoyama: Surface Potential Imaging of Thiol Modified Electrode Surface in Aqueous Solution using Electrochemical Scanning Maxwell-stress Microscopy