2L1345

表面コイル型共振器によるラット肝臓におけるニトロキシドラジカル動態の非侵襲的EPR観測

○横山 秀克¹、多田 美香²、佐藤 敏幸³、大矢 博昭¹、鎌田 仁¹ (¹生物ラジカル研、²山形県地域結集、³山形県工技センター)

近年、生体計測用のEPR装置が開発されてきている。表面コイル型共振器(SCR)は、生体の任意の部位に置いて、その表面におけるEPR計測を行なうのに適したEPR共振器である。これまで我々は、このSCRを用いて、4-hydroxy-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-1-oxyl (TEMPOL)のような比較的生体内半減期の短いニトロキシドラジカルの投与を受けたラットの様々な臓器や組織(肝臓、腎臓、胃、直腸、血管、皮膚)におけるEPR計測を行ない、それぞれの部位におけるTEMPOLの代謝過程を観測した。このような測定から得られる情報は、生体の各臓器における還元能を反映すると考えられるので、きわめて重要である。しかしながら、これまでの手法では、肝臓や腎臓のEPR計測を行なう際には、開腹手術をして臓器を露出し、その臓器の上にSCRを置いて計測を行なう必要があり、侵襲的な計測であった。より生理的な情報を得るためには、非侵襲的計測手法が必要である。本研究では、SCRによるEPR計測法と、EPR信号に位置情報を重畳する磁場勾配法を組み合わせ、ラット肝臓におけるTEMPOLの代謝を非侵襲的に観測する手法を開発した。本研究で作成したSCRのマイクロ波磁界(B₁)は約4mmの深さまで到達できる。TEMPOLの静脈内投与を受けたラットのの上腹部にSCRを配置し、かつ磁場勾配をB₁方向に印加し、手術侵襲のない状態でEPR計測を行なった。その結果、皮膚から4mmの深さの部位(肝臓に相当)におけるTEMPOLのEPR信号減衰率は、皮膚付近のそれより速いことが見出された。我々はすでに、開腹手術により露出させた肝臓と皮膚におけるTEMPOLの信号減衰率の比較検討を行い、肝臓における減衰率が皮膚より速いという所見を得ている。本研究の結果は、この侵襲的EPR計測の結果と一致する。

H. Yokoyama, M. Tada, T. Sato, H. Ohya, and H. Kamada : Non-invasive EPR measurements for in vivo kinetic studies of a nitroxide radical in the liver of a rat by a surface-coil-type resonator

2L1415

過渡的磁界変動刺激への脳内物質応答

○兵藤 行志、本間 一弘(工技院・機械研)

経頭蓋磁気刺激(TMS, Transcranial Magnetic Stimulation)は、脳・神経領域での臨床的な応用が進む一方、基礎的研究分野において、外部から無侵襲に神経活動を制御するための重要な手法ともなっている。しかしながらその過渡的磁界変動に対する脳内の物質的応答機構に関して充分な解析がなされていない。従って、In vivo状態のラットを対象に、過渡的磁界変動に対する応答を脳内物質変動を指標に検討した。

麻酔下のラット(Wistar ♂ 300-400g)頭部に、50mmの磁気刺激コイル内端にて2Hzの連続磁気刺激(磁束密度1T、パルス立ち上がり90 μ sec)を50パルス負荷した。その刺激前後90分間のモノアミン等脳内物質の線条体近傍の変化を脳内微小透析法で計測した。その結果、指標としたホモバロニン酸(HVA)、5-ヒドロキシインドール酢酸(5-HIAA)は、刺激負荷前後90分間にわたり通常の変動レベル内にあった。

微小透析法で検出される物質は、シナプスでの神経伝達に関与するいわゆる神経伝達物質と、多くのアミノ酸のように神経伝達には直接関係していない脳の代謝成分とがある。まず、TMSにより神経の発火が誘発される状態ではシナプスで神経伝達物質が放出され、計測限界量以上の物質の放出や変化があった場合検出が可能である。また、TMSが代謝成分へ何らかの影響を及ぼす状態も把握できる。今回のTMS、および分析条件では、代謝成分であるHVAや5-HIAAに、刺激がない通常の状態の変化に比較して、顕著な変動を誘発しないことを示している。また、TMSでは通常の神経活動に比較して外因性で発火誘発範囲が大きいことから、神経伝達に関与する物質の比率や量が通常レベルとは異なることが考えられ、検討を続けている。

K.Hyodo and K.Homma : Monoamine levels in a rat brain subject to Transcranial Magnetic Stimulation

2L1400

微小光源・連続X線によるX線顕微鏡像とフレネル回折

○吉村 英恭¹、佐野 隆司¹、前田 洋¹、菊原 一²、本田 捷夫² (¹明大・理工・物理、²千葉大・工・画像工学)

投影型X線顕微鏡は、微小なX線光源から放射状に広がるX線を利用して拡大された投影像を得る。今までの研究から投影型X線顕微鏡像では、吸収から計算されるコントラストより強いコントラストが得られることがわかってきた。今回はこのコントラストがX線のフレネル回折によることを、光源の大きさおよびスペクトルを考慮した数値計算と実際のX線顕微鏡写真の比較により示した。また、これにより光源の大きさを予想し、コントラストと分解能の最適値を与える条件について検討した。実験は鋭敏なエッジを持つ厚さ3 μ mのアルミニウム箔による回折を、光源と試料間の距離を変えて撮影した。同じ条件でX線スペクトルと光源の大きさを考慮してキルヒホフの積分を数値的に計算することにより回折光強度を得た。単色点光源の場合、このようなエッジでは振動する干渉縞が観察されるはずであるが、この場合光源が有限の大きさであることと多色性であることから1次の回折光のみが観察されエッジのコントラスト強調となることがわかった。この効果は、ほとんど吸収がない被写体の存在を浮き出させるため、生物のX線顕微鏡写真に有効であることがわかった。光源と試料の距離を増すほどフレネル回折の振幅が大きくなるが、像が乱れるので光源と試料の距離は1mm程度がコントラスト強調として最適であることがわかった。光源と試料の距離を近づけていった実験から光源の大きさは50mm程度であると予想できた。このような特長を生かして撮影した昆虫関節や大脳皮質の神経ネットワークなどのコントラストの高いX線顕微鏡像を紹介する。

H. Yoshimura, R. Sano, H. Maeda, H. Kikuhara, T. Honda : Effect of Fresnel diffraction in X-ray micrography

2L1430

境界要素法による棒状細胞懸濁系の誘電スペクトル計算

○関根 克尚¹、鳥居 野風江¹、畔田 千尋¹、浅見 耕司² (¹金大・医・保健、²京大・化研)

生物細胞懸濁系は界面分極による誘電緩和をしめす。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。

我々は以前、棒状酵母(分裂酵母 K164-9 株 cdc25-22)の懸濁系の誘電測定を行い、細胞の伸長と誘電スペクトルとの間に相関があることを見いだした。すなわち、緩和周波数の異なる2つの誘電緩和が出現し、伸長とともに、E=(低周波側の緩和強度/高周波側の緩和強度)とF=(高周波側の緩和周波数/低周波側の緩和周波数)とが増加する。細胞の構造を2つの共焦点偏長回転楕円体(回転楕円体モデル)でモデル化した理論計算の結果に基づき、EとFとのこのような変化が細胞形状の変化と対応していると結論した。(浅見 1999)

本研究では、誘電スペクトルの理論解析の精密化を目的として、細胞の実際の形状により近いモデル(棒状モデル 円柱の両端に半球を接続、細胞膜の厚さ一定)を用いて理論計算を行った。理論計算は境界要素法に基づいた方法(関根 2000)を用いて実行した。細胞直径=4.1 μ m、細胞長=42.0 μ mの試料に対する結果を下に示す。

	(回転楕円体モデル)	(棒状モデル)	(実測値)
E :	3.39	8.86	16.4
F :	13.0	38.4	52.6

このように、棒状モデルを用いることにより、回転楕円体モデルよりも実測値に近い値が得られることがわかった。この結果は、E、Fと細胞形状とが関係しているとする考えを支持している。また、精密なモデルを用いることにより、詳細な細胞構造、界面分極以外の効果の有無についても推測しうることを示唆している。

K. Sekine, N. Torii, C. Kuroda, K. Asami : Calculation of dielectric spectra for cells of rod-like shape in suspension by boundary-element method