

30Tマグネットを用いた極低温サブミリ波ESR装置の製作と Ho₂BaNiO₅のサブミリ波ESR

神戸大理 山田教文

我々は、これまでミリ波、サブミリ波ESR測定に3種類のクライオスタットを使用していたが、新たな領域となる1.8K~4.2K、~30Tをカバーできるクライオスタットを作成した。寒剤として液体ヘリウムを利用することにより4.2K、液体ヘリウムを油回転ポンプで減圧することにより1.8Kの温度で測定できる。このサブミリ波ESR測定システムを図1に示す。このマグネットはいわゆる水マグネット²⁾、FRP製のボビンに被覆銅線を8層巻き、その外側にアルミナ粉末と水を混ぜたものを充填してある。これを液体窒素中で冷やすことにより、磁場発生にともなって発生する熱を吸収するとともに、水が凍って体積が増加するので、コイルの半径方向に広がろうとするMaxwell応力を押さえつけることができる。我々のコンデンサバンクで最大の3KVを充電することにより約30Tのパルス磁場を発生することが可能である。光源はガン振振器や後進行波管(BWO)を使うことにより50GHzから1183.62GHzまでカバーできる。光はライトパイプでパルスマグネットの中心にセットされた試料に導かれ、透過光はライトパイプや鏡によってHe温度に冷やされたInSb検出器に導かれる。磁場は試料のところに巻いたpick-up coilで検出する。検出器の信号とpick-up coilの信号はいったんデジタルメモリーにとりこまれる。デジタルメモリーの分解能は2~64Kwordであるので、最大磁場で約1mTの分解能で観測可能である。ポスターセッションでは、この装置の詳しい仕組みや問題点、具体的測定例を紹介する予定である。

次に $\text{Ho}_2\text{BaNiO}_3$ のサブミリ波ESRの測定について議論したい。 $\text{Ho}_2\text{BaNiO}_3$ はハルデン物質のモデル物質として知られる Y_2BaNiO_3 と同じ結晶構造をもっている²⁾。しかし、 $\text{Ho}_2\text{BaNiO}_3$ は2種類の磁性イオン Ni^{2+} , Ho^{3+} をもつため三次元的な相互作用が存在し、 $T_N=53\text{K}$ で反強磁性秩序が生じる³⁾。我々は $\text{Ho}_2\text{BaNiO}_3$ の粉末試料で磁化測定、ESRを行い、また、磁場中配向試料の作成も試みた。これまでに8Tまでの磁化測定で2つの転移磁場 $H_C=2.9\text{T}$ 、 $H_C=5.4\text{T}$ が存在することが報告されているが、今回4.2Kにおいて25Tまで測定した結果、他に磁気転移がないことが明らかになった。また、温度1.8Kで粉末試料を用いたESR測定では、250GHz以上の周波数で転移磁場の前後でモードの変化が見られた(図2)。これらの結果を用いてこの物質の反強磁性状態について議論する予定である。

- 1) M. Motokawa *et al.*: Physica B 155 (1989) 96
- 2) E. Gracia-Matres *et al.*: J. Solid State Chem. 103 (1993) 332
- 3) E. Gracia-Matres *et al.*: Solid State Commun. 85 (1993) 553
- 4) E. Gracia-Matres *et al.*: J. Mag. Mag. Mat. 149 (1995) 363

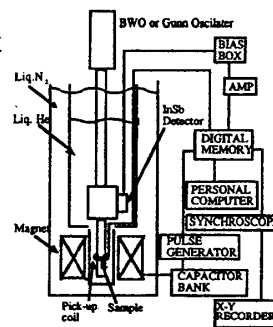


図1 今回作成されたサブミリ波ESRシステム

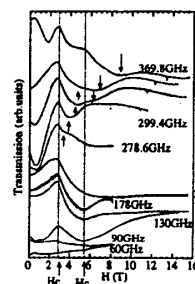


図2 $\text{Ho}_2\text{BaNiO}_4$ 粉末試料の1.8Kにおける吸収波形

光ピンセットによる細胞内原形質の力学特性の研究

三橋和彦

東京工業大学生命理工学部 弘津研究室

水性植物である車軸藻の節間細胞中では、数 $10\sim 100\mu\text{m/s}$ の原形質流動が起こることが知られている。この流れの向きは一定で、粘着等の往復運動タイプの流動とは全く異なる。既知の事実としては、流動の駆動力は原形質と細胞壁の裏側付近に配向しているactin束との界面で生じており、原形質中にmyosin様のタンパク質が存在することが分かっている。しかし数値計算の結果は、単純にactin-myosin相互作用で粘性液体をかき回すというモデルでは、流動はほとんど生じ得ない事を示唆している。一方、電子顕微鏡観察から、原形質が脂質に富んだ網目構造を持つことが報告されている。この事実は、原形質が粘性だけではなく弾性も持つ可能性を示唆しているが、現在のところ車軸藻原形質の弾性的性質に関する明確な証拠は提出されていない。一方で微小球のレーザー光トラップを可能とする光ピンセットがAshkinによって開発され、細胞内の構造を非接触で操作することが可能となった。光ピンセットは、高倍率顕微鏡観察下で粒子を3次元的にトラップし自在に移動させることができる利点を持つ。我々は、この技術を応用することによって細胞内原形質の粘弾性測定を行った。

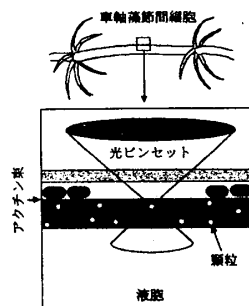


図1.車軸藻と光ピンセット法

車輪藻(*Nitzella*)の原形質中には、非常に粒径のそろった顆粒状組織が存在する。本研究では、この顆粒を光ピンセットでトラップして粘弾性測定を行った(図1)。測定には顆粒のブラウン運動解析法と、光ピンセットによるクリープ回復法を用いた。前者は、顆粒の運動の揺らぎを統計的に処理して粘弾性を求める方法である。また後者は、一定応力(数nN)を加えて変形させた試料から瞬間的に応力を取り除き、その後の粘弾性回復から弾性率Eを算出する方法である。

以上の実験の結果、粘度測定から原形質の粘度は水の5-7倍(5-7cP)と見積もられた。またクリープ回復測定から、サブ秒領域に顕著な粘弾性回復現象が観測できた(図2)。

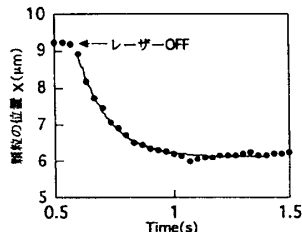


図2.回復過程における顆粒の運動

その遅延時間は0.15-0.2秒で、原形質の弾性率は $0.5 \cdot 10^9 \text{ dyn/cm}^2$ であった。これは、F-actin水溶液(1 mg/ml)の1/100-1/50程度の値である。また多くの場合、弾性による回復は不完全(つまり塑性的)であったが、actinの存在する界面付近ではしばしば完全に回復した。この結果は原形質界面での相互作用がその力学特性に大きく影響し得る事を示唆している。また、平均二乗変位の解析から、顆粒の拡散が非常に弱い(10^3 dyn/cm^2 程度)弾性がポテンシャルによって $0.6 \cdot 0.7 \mu\text{m}$ 四方の領域に制限されていることが判った。しかしこの場合の弾性率はクリープ回復の際に求められた値の1/10足らずで、回復現象には別の要因が存在すると考えられる。現在我々は、応力印可による大変形下では、原形質内部に存在すると考えられているactin filamentが回復過程で主要な役割を果たしていると考えている。そして、その粘弾性を通した力学伝達機構は、原形質流動の形成に決定的な役割を果たしていると考えられる。