

談話室

St. Andrews 大学訪問

中村 高遠

静岡大学工学部物質工学科
 ☎ 432-8561 静岡県浜松市城北 3-5-1
 (1997年12月26日受理)

Introduction to University of St. Andrews
 —Research Group Organized by Prof. P. Riedi—

Takato NAKAMURA

Department of Materials Science & Technology
 Faculty of Engineering, Shizuoka University
 3-5-1 Johoku, Hamamatsu, Shizuoka 432-8561

(Received December 26, 1997)

昨年9, 10月の2か月間、大和日英基金の助成で英国 Wales 大学 Cardiff 校に滞在した。そのとき電子スピン共鳴 (ESR) の国際会議で以前知り合いになった St. Andrews 大学の Peter Riedi 教授の研究室を訪問した。

Riedi 教授らは物理・天文学科に所属し、材料評価のための新しい磁気共鳴装置開発に取り組んでいる。面白いことに、彼は英国化学会の ESR グループの幹事でもあり、装置のユーザーとも緊密な関係をもっている。このことから察しられるように、研究の一つは高周波 ESR 共鳴装置の開発である^{1, 2)}。既に 180 GHz の装置を完成させて化学関係の研究者 (ユーザー) と緊密な関係を保って有効に使われ優れた成果をあげている。このような周波数の高い装置は、対象となる金属イオンの結晶場の対称性が低く、ゼロ磁場分裂が大きい場合に有効である。つまり、X-バンド (9 GHz) では常磁性金属イオンのゼロ磁場分裂とのエネルギー差が少ないような場合、波動関数が混ざり合って複雑な共鳴を与える。しかし 180 GHz ではこのことが解消され、スペクトル解析が容易になる。例えば筆者は X-バンドで複雑な EPR スペクトルを示す長残光 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}, \text{Dy}$ 蛍光体粉末中の Eu^{2+} の場合、180 GHz ではきわめて単純なスペクトルになることを経験した。これは界面や表面に関するものではないが、EPR 活性な金属イオンをドーブした薄膜や超格子であれば格子定数の違いに起因する歪みの検出に役立つはずである。現在、新たに研究費をもらって 300 GHz EPR

装置の開発に取り組んでいるそうである。

もう一つはゼロ磁場核磁気共鳴 (NMR) 装置の開発である。これは磁性体の評価に威力を発揮する。ある金属における有効磁場はその原子自身とその周りの原子に影響される。ゼロ磁場 NMR では後者による影響が検出できる。そして超格子のような多層膜の界面の状況を知ることができる。例えば Co/Cu(111) 薄膜の界面の平坦性をスピネコー ^{59}Co NMR スペクトルで評価するとしよう。バルク中の Co 原子は 12 個の Co 原子で囲まれている。界面にある Co 原子は界面が平坦であれば同数の Co と Cu 原子で囲まれる。Co と Cu 原子は磁石としての強さが違うので、平坦な Co/Cu(111) 界面であれば Co 原子の核スピンの共鳴は 2 か所で観察されるはずである。もし界面が乱れていれば界面にある Co の周りの Co と Cu の数が増える。これは平坦な界面を仮定したときの共鳴線の間に現れる。

この原理を利用して MBE で GaAs およびサファイア基板上に作成した 3 種類の Co/Cu(111) 超格子について評価し、界面の平坦性と飽和磁気抵抗との相関があることを明らかにしている³⁾。さらに CoMn 合金⁴⁾ の場合には粉末、薄膜および多層膜における違い、 SiO_2 薄膜中の Co ナノクラスター内の磁気相互作用についても明らかにしている⁵⁾。

起伏が複雑で世界の難コースといわれるゴルフ場の近くで、薄膜の平坦性を評価する装置の開発が行われているというコントラストが面白い。年に数回は学科内でコンペをやるそうですが、研究のヒントをゴルフから得ているかもしれないなど思いながら St. Andrews 大学を後にした。

文 献

- 1) P.C. Riedi, et al.: Proc. 29th Int. Meeting on ESR Spectroscopy of Inorganic Radicals and Metal Ions in Inorganic and Biological Systems (Edinburgh, UK, 1996) p. 14.
- 2) G.M. Smith, et al.: Proc. 29th Int. Meeting on ESR Spectroscopy of Inorganic Radicals and Metal Ions in Inorganic and Biological Systems (Edinburgh, UK, 1996) p. 62.
- 3) T. Thomson, P.C. Riedi and D. Greig: Phys. Rev. B **50**, 10319 (1994).
- 4) T. Thomson, P.C. Riedi, Q. Wang and H. Zabe: J. Appl. Phys. **79**, 6300 (1996).
- 5) T. Thomson, P.C. Riedi, S. Sankar and A.E. Berkowitz: Appl. Phys. **81**, 5549 (1996).