



第15回

研究室だより



「場」の観察を通して

進藤大輔

Daisuke Shindo

東北大学 多元物質科学研究所

当研究室が所属する多元物質科学研究所(多元研)素材研棟の前身は選鉱製錬研究所であり、鉄鋼関連企業との関係も深く、従来これら企業との共同研究や緊密な情報交換を行って参りました。現在も、当グループでは主に透過電顕を用いて、各種先端材料の微細構造の観察やナノスケールでの組成・状態分析を実施してきており、企業また他大学との共同研究を積極的に推進しております。

最近、電界放出型電子銃とバイプリズムを搭載した透過電顕を用い、電子の波動性を利用した電子波干渉実験、いわゆる電子線ホログラフィーという実験に力を入れております。この電子線ホログラフィーでは、他の手法で得難いナノスケールでの電場や磁場の情報を定量的に可視化できるという特長を有しています¹⁾。図1(a)は、電子線ホログラフィーによって得られた無方向性電磁銅板内外の磁束の分布を示す位相再生像です²⁾。等高線は磁束の分布に対応し、矢印はその方向を示しています。電顕に導入した微小な電磁石を用いて磁場を印加すると、磁束は(b)のように変化するのがわかります。こうした磁場の印加に伴う磁束分布の変化の様子を観察することにより、材料の磁気特性の理解を深めております。また、これらの磁氣的構造を定量的に解析するために、磁束分布のシミュレーションも行い、観察結果との比較・検討を行っております。

ところで、昨年(2004年)は「鉄の神様」と呼ばれ、磁石鋼の研究で有名な本多光太郎博士が亡くなられてから50年が経過した年であり、博士のご業績を讃えた種々の記念行事が行われました。本多博士の数多くのご業績の中でもKS鋼(KとSは当時財政支援をされた住友財閥当主、住友吉左衛門氏のイニシャルです)の開発は不朽の業績として広く知られております。この業績を記念して記念切手が日本郵政公社より発行されましたが、この切手の図柄には1933年に開発した新KS鋼(国立科学博物館所蔵)に、当方のグループで行った磁束のシミュレーションが描かれております(図1(c))。記念すべき切手の図柄に当方のグループのシミュレーションを利用して頂き光栄であるとともに、研究の一端がこのような形で一般に発信でき幸いでありました。また、電子

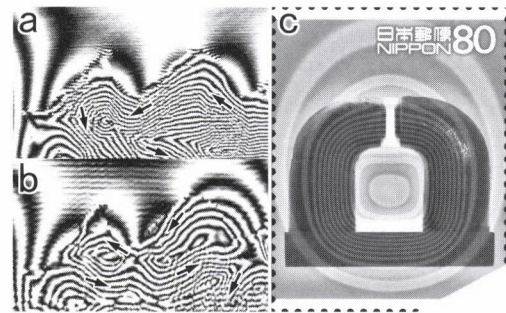


図1 (a) 電磁銅板の磁束分布を示す位相再生像。(b) 外部磁場を印加した際の電磁銅板内の磁束分布。(c) 本多光太郎博士が開発した新KS磁石鋼にシミュレーションによる磁束の分布が描かれた記念切手。

線ホログラフィーを用いば磁場に限らず、電場の可視化も可能です。現在、ナノワイヤーなどの各種先端電子放出材料に、電顕内で電圧を印加し、その際の電位分布の変化をナノスケールで解析し、電子放出機能の解析も行っております。

一方、こうした「場」の観察は、基礎物理の観点からも重要な意義をもっています。自然界には、相互作用を生み出す基本的な力として、重力の他、強い力と弱い力、そして電磁気力の4つが存在することが知られています。ここで、重力は天体の運動に及ぶ巨視的なスケールで重要な役割を果たし、強い力と弱い力は主に原子核内での相互作用に関わるものであることから、結局我々の身の回り(身体内の営み・機能も含め)、特にミクロな世界の相互作用を生み出みだす基本となる力のほぼ全てが電磁気力に由来していることがわかります。電磁気力の源は電場と磁場であり、電子線ホログラフィーによってこれらの「場」を定量的に可視化できることの意義は極めて大きいと言えます。現在、電子線ホログラフィーの応用範囲はまだ限られたものとなっているのも事実ですが、今後電子線ホログラフィーのハードとソフト両面でのさらなる進展を図りながら、「場」の観察を通して、企業や他大学との情報交換をさらに活発に進めてゆきたいと考えております。

上述の「場」の観察に加え、極最近には、複数の微細な探針を電顕内に導入し、ナノスケールでの導電性などの物性評価を行うことにも成功しています。このように、従来からの微細構造観察に加え、電場・磁場の観察、さらに物性の評価を加えた「多元」的な解析研究を展開し、現在先端材料評価研究への応用を精力的に図っております。研究室の様子、研究活動についてはホームページ(<http://www.tagen.tohoku.ac.jp/lab/shindo/index-j.html>)をご覧ください幸いです。

参考文献

- 1) 進藤大輔：まてりあ, 44, (2005), 932.
- 2) Z. Akase, Y.-G. Park, D. Shindo, T. Tomida, Y. Yashiki and S. Hinotani: Mater. Trans., 46, (2005), 974.
(2005年11月30日受付)