

ボーダレス時代の教育研究：応用磁気学会の今後に向けて

東京農工大学 佐藤勝昭

1. はじめに

いまやあらゆる学問はボーダレス化し、学際研究なくしては、次世代の研究は語れない。私は、日本応用磁気学会において多くの経験をさせていただいたが、本会以外にもいろいろな学会との関わりをもってきた。その経験から、オーバーラップする他の学会または研究分野の視点から本会を眺め、応用磁気学会の将来への見解を述べたい。

また、国立大学が法人化し、大学・国研・産業界の研究はボーダレス化した。法人の運営に係わるものとして、私は大学における産官学連携のあり方についての見解を述べ、企業の研究者へのメッセージを伝えたい。

さらには、文科省が高等教育機関に求めている改革の大きな流れについてお伝えするとともに、大学教育のおかれている厳しい現状をお伝えし、本会に参加している産業界の方々へ問題を提起したい。

2. 学際研究—境界と融合

2.1 スピンエレクトロニクスの視点から

私は、本会において光スピニクス専門研究会に長く関わったほか、理事（企画）も経験させていただいたが、同時に日本結晶成長学会、応用物理学会、電気学会など、いろいろの学協会とのお付き合いを持ってきた。この中で応用物理学会との関わりは長いものがある。応用物理学会結晶工学分科会とは1980年以來の関わりを持っているし、1986年には三元多元化合物研究会（現、多元系機能性材料研究会）を立ち上げた。学会理事も経験したし、会誌やJJAPの編集・運営にも関わった。応用物理学会は約2万人の会員数であるが、学術講演会の講演件数は春秋とも4500件前後であり、参加者は9000人に達することもある。参加者の年齢層が本会に比べてはるかに低いことも活気の原因であろう。講演件数のうち、半導体に関連する発表は約1/3を占める。半導体関係の講演参加者数は本会の会員数よりはるかに多い。

私が2001年に応用物理学会にスピンエレクトロニクス研究会を立ち上げたのは、この多数の半導体研究者に磁性の現状を知ってもらいたかったからであった。MRAMなどスピンエレクトロニクス・デバイスを本格的に市場に問うには半導体技術者の助けを借りなければならない。しかし半導体を研究している応用物理学会会員は、磁性の知識をほとんど持っていない。それもそのはず、彼らの出身母体は圧倒的に工学部電気電子系学科であるが、これらの学科のカリキュラムでは、私の経験からしても、固体物理の基礎と半導体デバイスの基礎を教えるのが精一杯で、学部レベルでは磁気物性を教えていないのである。また、これらの学科で電子材料を教えている教員の大部分が磁性材料に対して持っているイメージは、「経験則に基づく」「古くさく」「現象論的」という固定概念からほとんど脱却していない。ハードディスク技術が半導体を超越するナノテクを用いている現状も知らない。これでは、磁性ナノ構造、スピバルブや、MRAMの基礎となるMTJ（磁気トンネル接合）の概念を理解できるはずがない。私は、これらの方々へ現代の磁性が「非経験的で」「新しく」、「微視的な」学問領域になっていることを知って

もらう啓蒙活動が必要だと考えたのである。

この研究会では、発足以来毎年「スピンエレクトロニクス入門セミナー」を開き半導体の研究者に対して磁性の初歩を教えている。私も講師として何度か講義をしたが、参加者に聞くと、半導体の研究者にとっては、磁性のマイクロな起源だけでなく、形状に依存する異方性や、試料作製の仕方にも依存するヒステリシスなど、マクロの物性の理解が必要であるという点がむずかしいという。「反磁界のこと、磁区のこと、保磁力による硬質磁性と軟質磁性の分類のこと・・・やっぱり敷居が高いね。」というのが彼らの率直な感想である。にもかかわらず、スピンエレクトロニクスへの関心は高い。学術講演会においてスピンエレクトロニクスのシンポジウムを開催すると数百人が集まる。「最近10年を見た場合、半導体物性には本質的に新しい発見はほとんどないが、磁気物性については次々に新しい発見があり、それが短期間で実用に結びついていく活気が感じられる」というのがその理由である。

日本応用磁気学会にもスピンエレクトロニクス専門研究会が発足した。応用物理学会の上記研究会との合同研究会も実現した。こういう活動を通じて、半導体サイドの研究者や技術者の何人かでも日本応用磁気学会に引き寄せることができれば・・・と願うものであるが、所詮、応用物理学会のような大きな学会と、本学会のようなこぢんまりした学会とは競争にならない。そのためには本学会ならではの魅力を打ち出さねばなるまい。

私は1998年8月号の論説「いま磁性が面白い」の中で、「日本の基礎的な磁性研究者の数は非常に多い。磁性は日本では珍しく基礎研究の地下水脈のある科学分野である。・・・応用磁気研究者はこれらの基礎研究者にもっと積極的に働きかけ、・・・新しい磁性に関心をもって貫えるようにすべきであろう。」と書いた。「日本物理学会で語られる磁性基礎は敷居が高い」が、「基礎と応用をつなげたい」という研究者は多い。本会の役割は、磁性の基礎と応用を結びつける橋渡しの場を提供することであろう。

2.2 ものづくりの視点から

私は、長らく結晶工学・結晶成長学に関わってきた。なんらかの物質の物性を研究するためには、まずは、ちゃんとした「もの」がなければ一歩も進まないからである。

結晶に限らずアモルファスも含めて「ものづくり」という目で見ると、金属・半導体・超伝導体・誘電体の違いはあまり大きくない。有機物や生体物質でさえ、構成単位のサイズが無機物に比べて大きいだけで同列に論じることができるのである。一例を挙げると、タンパク質の結晶成長がフランクのらせん転位理論で説明されるというように。

バルク結晶の成長に関して最も進んでいるのはシリコンである。いまでは直径が最大400mmのシリコン結晶をCZ(チョクラルスキー)法で引き上げている。種結晶から細いネックでぶら下がりながら、ゾウの足より太いシリコン、しかも無転位の、円柱が引き上げられているのである。融液の対流を抑え、融液内の温度揺らぎを抑えるために、超

伝導マグネットによって強い磁界を印加する MCZ という方法が実際に使われていることを磁性研究者は知っておくべきであろう。

シリコンほどの高品質ではないが、酸化物のバルク結晶成長技術もすすんだ。水晶、LN(ニオブ酸リチウム)、STO(チタン酸ストロンチウム)、GGG(ガドリニウムガリウムガーネット)、サファイア、ルチル、・・・これらが、高周波デバイス、光通信デバイス、固体レーザーを支えている。本学会でも70年代のころ、バブルメモリの研究が盛んであったガーネットの結晶成長は重要な課題であった。

薄膜のエピタキシャル成長で最も進んでいるのは化合物半導体、特に、III-V 族である。かつては LPE(液相エピタキシャル成長)法が主流であったが、現在では MBE(分子線エピタキシャル成長)法、MOCVD(有機金属気相化学堆積)法に主役を明け渡した。特に、MBE では、RHEED(反射型高エネルギー電子線回折)が使えるので、回折像を見ながら結晶成長が判定できるという便利さがあるほか、RHEED の強度の振動現象を用いて layer-by-layer 成長の様子をその場観察できるという特徴もつ。RHEED 振動は成長モードが step-flow に変わると観察されなくなるので、成長機構を知る上でも重要なモニタになる。これにより、多重量子井戸や人工格子の作製技術が大きく進展した。

MBE 法は、今では磁性研究にも応用され、金属磁性体人工格子、磁性半導体の研究にはなくてはならない存在になっている。III-V 系の磁性半導体 GaMnAs 等は MBE を用いた低温成長によってはじめて可能になった。基板温度は 200°C前後という低さであるが、これより高温になると相分離が起きる。これをもって、「MBE による GaMnAs 等の低温成長は非平衡成長」と称する研究者が多いようであるが、いわゆる平衡状態図における条件ではないだけであって、結晶成長学的には低温においても平衡条件は成立しているのである。現在では、相分離せずに成長する温度を第 1 原理の全エネルギー計算を用いたアプローチによって熱力学的に予言できる。

MBEによる人工格子の実例として FeAu を挙げる。Fe は bcc 構造、Au は fcc 構造を持つ。平衡状態図によると Fe と Au とは固溶体を作らない。しかし、Fe を 1 原子層、Au を 1 原子層単位で積層すると、自然界にはない L1₀ 構造の FeAu の人工規則合金を作製できる。その電子構造は、Fe、Au のどちらでもない新物質 FeAu 特有のものになっていることが磁気光学スペクトルから確認された。

MOCVD では、外部から供給する気体の供給制御によって、組成や結晶成長速度を制御できるし、化学反応のエネルギーを利用できるというメリットもあるので、優れた薄膜成長法である。InGaN をベースにした青色発光ダイオード、青紫色レーザーは、MOCVD 技術がなければ実現しなかったと言われている。この方法を磁性化合物に適用する事例はまだ少ないが、今後進んでいくものと考えている。

材料として役立ちさえすれば結晶である必要はなく準安定相であるアモルファスでも構わない。スパッタ法による希土類・遷移金属合金薄膜が光磁気記録媒体として使われている。アモルファス媒体の特徴は粒界がない連続媒体である。このため、媒体のノイズレベルは非常に低い。連続媒体なの

で磁区の境界は粒界に沿うのではなく熱プロファイルによって決まる急峻なものとなるので、次世代の熱アシスト高密度磁気記録のための重要な候補材料とされている。

一方、DVD-RAM に用いられている光相変化記録では、レーザー照射による加熱を用いたアモルファス-結晶の相変化が用いられるが、レーザーの代わりに電流加熱を用いた相変化を用いた不揮発性固体メモリ PRAM も提案されている。フラッシュ、FERAM、RRAM・・・不揮発性は磁性の専売特許ではない。競争相手の技術を理解しておかねば、今後の戦略が立てられない。

分野を超えて「もの作り」を学ぶという例として私たちが関わった磁性ガーネットの MOD 成長を掲げる。私たちは、学科の学生実験の「磁性」のテーマとして、「簡単な方法で磁性体を作製して磁気測定と磁気光学測定でヒステリシスを測定する」という課題をもらった。私の研究室では Bi 系酸化物高温超伝導体を研究しており、この分野では薄膜作りに有機金属分解法(MOD)がよく使われていたので、MOD 技術を適用して、磁性ガーネット薄膜を作製することを試みた。結果は大成功で、ガラス基板に有機金属溶液をスピコートして焼成するだけで良質で極めて薄い Bi 添加磁性ガーネット薄膜が得られる。厚みが必要なら塗布回数を増やせばよい。この実験を始めてから 4 年になるが有機金属液は劣化していない。後で述べるようにこの方法で作製した磁性ガーネット膜は超伝導体への磁束侵入の様子を観察するのに適していることがわかり、ものづくりを通じて磁性分野と超伝導分野の橋渡しを進めることができた。

このように「ものづくり」という目でみると、半導体、磁性体、超伝導体、誘電体などを区別することに意味はない。本会も結晶成長技術とその背景にある成長理論を専門家の集団である日本結晶成長学会などから学ぶ場を設けてはどうであろうか。

2.3 ナノテクノロジーの視点から

半導体の研究者は、ナノテクノロジーにおいては自分たちが一番進んでいると自負している。CMOS のプロセスは 45 nm ルールに突入した。半導体レーザーに量子井戸をもちいるのは当たり前であるが、最近では量子ドットまで利用されつつある。興味深いのは、これまでの半導体の世界ではリソグラフィというトップダウンの手法でしゃにむにナノに挑んできたが、最近の量子ドットの研究においては SK (Stranski-Krastanov)モードによる島状構造の自己組織化というボトムアップを利用しようとしていることである。

SET(単一電子トランジスタ)が注目されている。これは、金属の微小な島に 1 個電子がくるとクーロンポテンシャルの上昇が起き、もう一つの電子が移動してくることを妨げる「クーロンブロック」がおきるため、電子を 1 個 1 個制御できるという考えである。室温で動作させるには、金属の島のサイズは nm で、間隔も数 nm でなければならない。これをトップダウンで作るのは難しいが、SiO₂ に埋め込んだナノグラニューラー構造であれば難しくない。ナノ微粒子を強磁性体にすることによって、クーロンブロックに加えスピブロックが起きることにより、I-V 特性

に見られる階段の飛びの変化が観測されている。

磁気記録は、すでにナノテクノロジーの領域に入っている。磁気ヘッドは既にナノテクノロジーである。ナノメートルサイズの磁性層、非磁性層、反強磁性層が10層以上積層された複雑なGMR(巨大磁気抵抗効果)素子が使われ、微細加工を極限まで使って狭トラックに対応するとともに空気力学を考慮した微細な構造を実現しヘッド浮上距離を数nmに保っている。しかし、面密度が100Gb/in²を超えたあたりから、磁気記録は超常磁性限界(熱揺らぎ減磁)との闘いに突入した。これを防ぐためにさまざまな工夫がされていることは、本誌の読者には常識であろうが、半導体分野の研究者でこれを知る人はほとんどいない。磁気記録媒体においては、磁気ディスクの広い面積にわたって、数分の1nmのルテニウムの層をはさんで磁性膜が反強磁性結合するAFC構造がとられている。さらに、2010年には1Tb/in²の高密度記録実現をめざして研究が進められている。この面密度は1ビットのサイズが25nm×25nmであることに対応する。Tb/in²を超えるためにパターンドディスク技術が提案されている。これをトップダウンで作るのはコスト的にあわないので、ボトムアップで作ろうという試みが始まっている。周辺を有機物で修飾されたナノ磁性微粒子を並べたパターンドディスクが研究されている。しかし、自己組織化だけで大面積にわたって規則的に配列することは不可能に近い。ナノ・インプリント技術による位置決め助けが必要である。

ナノを見る観測技術がなければ、ナノテクノロジーによる微細加工の成果は確かめることができないであろう。特にプローブ顕微鏡の進展は目を見張るばかりである。スピン偏極STMの技術は原子レベルでの磁性の世界をまざまざと見せつけてくれた。しかし、この技術は誰でも手軽に使える技術ではない。ナノ磁性の世界を手軽に画像化する技術としてはMF(Magnetic Force Microscopy)が最もよく利用されている。

私が経験したことであるが、MFのプローブとして通常のものを使った場合、プローブからの洩れ磁界がナノ構造の磁性体のスピン分布を乱すため、プローブの走査方向に依存する磁気像が観測されるのである。100nm×300nmの長方形ドット配列において初磁化状態でもすべてのドットが同じ向きの白黒コントラストを示す。しかし低磁気モーメントプローブを用い、真空中でQ-コントロールされたカンチレバーを用いて観測すると、プローブの影響を受けないため、ドット内の磁気分布は市松模様となり、白黒のパターンの位置はランダムであるような画像が得られる。

シミュレーション技術の進展もナノ磁性の発展に寄与している。MFで得られた磁気像の解釈は、それほどシンプルではない。しかし、LLG(Landau-Lifshitz-Gilbert)方程式を解いて、スピンの流れと磁気構造からプローブに働く力を3次元に画像化して示すことが可能になってきた。

トップダウンからボトムアップへ。この流れは磁性体・半導体を問わない。本会のナノテクノロジーをもっと強くするには、観測技術・計算機科学も含め他分野との連携と融合が必要であると確信している。ナノマグネティクス専門研究会を中心に、他学会との境界を越えて研究会活動をオープンにし学際的な場を構築してほしいと願っている。

2.4 光物性の視点から

私が、「光と磁気」の初版を出版したのは1988年であった。2001年に改訂版を出したが、この間の磁気光学の進展は大きなものがあった。

磁気光学効果は、本質的には誘電率テンソルの非対角成分から生じるが、この成分は強磁性体におけるスピン偏極とスピン軌道相互作用とを受けた電子状態間の光学遷移の選択則から生じている。磁気光学スペクトルは、理論計算で得られた電子構造を検証するための有力な手段を提供する。磁気光学スペクトルは、希薄磁性半導体の真偽評価の決め手にさえなっている。磁気光学効果は、光磁気記録の読み出し、光アイソレータの偏光回転子、空間光変調器、電流磁界センサ、磁区観察などに応用される。

この効果は、最近では超伝導体への磁束の侵入のモニタとしても注目されている。最近私の研究室では、円偏光変調法を用いた高感度・高解像度の磁気光学顕微鏡を開発した。画像として見せることは、コンビナトリアル材料のように物性が2次的に分布しているような場合に有力である。これを用い、MODで作製した磁性ガーネット膜上に超伝導体を形成し、超伝導体に侵入する磁束を磁気光学コントラストに変えてダイナミックに観察する技術を開発した。SQUID顕微鏡より解像度が高く注目されている。

最近、磁性体から非磁性体へのスピン注入を磁気光学効果によって観察できることが示された。また、磁化反転のダイナミクスの追跡にも磁気光学効果は欠かせない道具となっている。さらに、近接場磁気光学、非線形磁気光学などは、新しい物理を提供するとともに、新しい応用が考えられる。放射光を用いて測定したX線吸収端付近のMCDスペクトルは、原子種を特定して磁気観測できるので、合金や化合物の磁性の研究に力を発揮する。

反射スペクトルや分光エリプソメトリで得られる屈折率、消光係数を見る限り、観測技術的には、金属、半導体、誘電体、超伝導体を区別する理由はない。金属の光学定数について見ると、自由電子プラズマによるドルーデ則の寄与とバンド間遷移による寄与が絡み合っており、ハイブリッドプラズマ状態となっている。これが、貴金属の色をもたらしている。バンド間遷移は、半導体の光学特性を支配する。シリコンの高い反射率は、可視光による強い光学遷移がもたらしている。反射スペクトルのピーク付近の構造は、結晶性に敏感である。

半導体においては、フォトルミネッセンス(PL)スペクトルが力を発揮する。バンド間遷移および不純物準位の関係する遷移によるPLスペクトルを用いて半導体の評価が行われている。CdMnTeなどII-VI族系の磁性半導体(常磁性またはスピングラス)ではPLを用いた評価が行われているが、GaMnAsなどIII-V族系磁性半導体(強磁性)においてはPLが観測されていない。何らかの理由で非発光遷移が優勢になっていると考えられるが、PLが観測できるくらい高品質の磁性半導体膜の作製は今後の課題である。

物質のもつ規則構造の周期が光の波長と同程度になると、回折・多重干渉などの光学現象が起きる。また、人工的にそのような構造を作ることによって光波に対するバンド構造が形成され、バンドギャップを生じ、光が透過しな

くなる。これをフォトリソグラフィギャップという。周期の乱れを入れると、その位置での光波の振幅が高くなり、バンドギャップ中に透過帯が生じる。スーパープリズムなど新規な物性をもたすが、磁性体を用いると特定の波長帯域でのみ磁気光学効果の大きな偏光フィルタを作ることができる。

このように、光学的な手段は、金属・半導体・誘電体・超伝導体など材料の機能、形態を超えた観察法として有用である。本学会での磁気光学のセッションは、光磁気記録への関心が薄れるに従い衰退しつつあるが、基礎と応用を繋ぐ重要な観察手段であることを考え、今後も残して欲しい分野の1つである。ハイブリッド記録専門研究会やMORISの場を通して、磁気光学の基礎にも光を当て続けてもらいたいと願っている。

2.5 生体磁気の視点から

私の所属する東京農工大学ではバイオ研究が盛んである。以前、本学で学術講演会を開催したとき、生命工学の松永先生に磁性細菌の利用について特別講演をお願いしたので覚えておられる方も多いと思う。本学は、農工融合を旗印に分野を超えた教育研究を進めようとしている。私も、遅ればせながらバイオの研究者と組んで金ナノ粒子修飾 DNA アプタマーのマイクロ波磁界による機能制御に取り組んでいる。しかし、これまで取り組んできた研究分野とはあまりにも違うため、テクニカルタームがわからないし、手法についても十分理解できない。

本会の学術講演会の生体磁気のセッションを覗いてみた。医学や薬学との接点に立った興味深い研究が多いのであるが、如何せん言葉がちんぷんかんぷんである。最初に書いた半導体と磁性体のバリアどころではない。研究手法的にもロジックの立て方にもかなりのバリアがある。しかし、私たちがこれまで培ってきたさまざまな磁性の研究手段には、生体磁気研究に貢献できるものがまだまだあるのではないかと思う。また、バイオ研究に刺激されて新しい磁性の基礎研究が進むのではないかと期待がある。

この分野は、間違いなく今後本学会で大きな分野を占めることになると思われる。すでに、ナノバイオ磁気工学専門研究会が設立され、先導的な研究会活動が進められている。ぜひ、バイオ初心者向けのセミナーを開催して、より多くの磁性研究者に手がかりをいただきたいと願っている。

3. 産官学連携—境界を超えて

2004年、国立大学が法人化された。国立大学法人の運営経費は授業料収入と文部科学省から交付される「運営費交付金」で賄われる。私の所属する大学の場合、授業料は約35億円、交付金は約65億円である。運営費交付金は毎年1%の減額が予定されており、さらには公務員定員削減に見合せて、人件費を向こう5年間に5%削減することが求められている。戦後、新制大学の発足にもなって建設された校舎や寄宿舎は耐久年限を過ぎボロボロ。その一方で、教育・研究・社会貢献で大学が果たすべきことは増加の一途をたどっている。18歳人口の減少と大学の乱立から、2006年に志願者数と募集定員が等しくなるいわゆる全入時代を迎える。大学は生き残れるのだろうか。

このような状況下「必要な経費をなんとか産官学連携で稼ぎたい」という大学側の熱意と、また、長期にわたる経済低迷で基礎体力を失い自前で研究者を育てる余裕のなくなった企業の「大学の持つ研究機能や人材を活用したい」という意志が、現在の産官学連携ブームの背景にある。

私の所属する東京農工大学では、長年にわたり地道に産官学連携活動を続けてきた。その甲斐あって外部資金の合計は運営費交付金の1/3(約20億円)に達している。しかし、5年後の運営費交付金の減(約3億円)を外部資金に対するオーバーヘッド(10%)で賄おうとすれば、毎年さらに30億円の外部資金を獲得しなければならないが、それは現実性のない話である。外部資金はあくまで研究のための必要経費であり、オーバーヘッドもそれにともない増加する光熱水量と事務経費にとどめるべきであろう。大学の運営費を過度に外部資金に依存することは慎むべきと考えているが研究費としての外部資金は必要である。国立大学の1教員あたりの研究費は減少の一途をたどっており、私の大学で約50万円である。研究費がほとんどなくなった大学もあるという。いまや大学の研究は、科研費を含め外部資金によって支えられているといっても過言ではない。企業には、今後ともさまざまな形で研究資金の提供をお願いしたい。

以前と違って今や大学には産官学の連携を忌避する雰囲気はない。それどころか、人材の交流も進み、分野によっては企業経験者が占める割合は半数近くになっているし、産官学連携知財センター等を通じての企業との共同研究、企業からの受託研究を行うことは当たり前となっている。センターでは、コーディネータが教員の研究室にご用聞きに回って、研究成果を社会に還元する手助けをしている。また、研究成果を社会に問いたいと考えている教員や学生も多い。実際、わが大学でも10件以上の大学発ベンチャーがある。

しかし私は、企業の研究と国立(独立法人)研究機関、大学の研究には当然のことながら違いがなければならないと考えている。違いがあるからこそ産官学連携に意味があるのではないだろうか。上記事例のような即効性のある研究も大切であるが、そればかりになっては、大学は存在意義を失うであろう。

大学人は狭い世界(たこつぼ)から抜け出せず、新しいことにチャレンジできなくなっているとか、大学の研究開発には時間軸がないのではないかという批判をよく耳にする。しかし、急がないで欲しい。大学は一義的には教育機関である。大学の研究を実際に支えているのは、博士後期課程の学生やポストドクの若手研究者である。博士課程の学生を一人前に育てるには、前期・後期あわせて5年の年月を要するのである。企業のように数ヶ月でめまぐるしく変わる研究テーマを与えるわけにはいかない。従って、研究に要する時間については寛容になって欲しいと思う。むしろ、足元のしっかりした基礎研究に時間をかけてじっくり取り組んでいけばこそ、ニーズに対応できるとも思っている。特に、最近のスピンエレクトロニクスにおける主な発展、例えば高いMR比をもったMTJの実現、スピン注入磁化反転などは、大学や国研の基礎研究者からの提案に端

を発している。

私は、研究室のホームページで「物性なんでも Q&A」というコーナーを設けている。2000年の開設以来700件を超える質問に答えている。質問してくるのは、他大学の学生が半数、企業の研究者が半数である。以前なら、企業の研究所や開発部門には、物知り博士がいて、落語に出てくる横丁のご隠居さんよろしく、「それはじゃな・・・」とウンチクをたれてくれたものであるが、長引く業績低迷期にその手の人を関連会社に出講させたりしてリストラしてしまったし、図書室などという不経済なものをなくしてしまったものだから、若手はなんでもインターネットに頼ろうとする。その結果、ちょっと書物を読めば出ているようなことまで、平気で聞いてくる。論文の調べ方を知らない。ネットで英文検索すれば、何百倍の情報が得られるというのに、日本語の範囲で情報を得ようとする。

しかし、日本の物性関係の教員で、私のように授業内容をネットに公開したり Q&A を開いたりしている方は極めて少ない。もっと情報を発信すべきではないか。ノウハウやプライオリティに関わらない限り、時間が許せば質問に答えるのが大学の責務であろうと考えている。

日本応用磁気学会は、ホームページに磁性に関する Q&A を開設することを計画中という。企業関係者に本学会の存在をアピールするよい場になると思う。問題は、質問の内容に応じて、わかりやすく説明できる最適な研究者をどうやって選び出すかにかかっている。最新の話題はともかく、磁性の基礎に関しては、本学会横丁の「ご隠居さん」たちにも登場していただき、極力やさしい言葉で説明いただくよう依頼すべきであろう。

4. 教育評価と改革

2004年に学校教育法が改正され、高等教育機関の設置認可の弾力化とともに、7年に1度、第三者機関による認証を受けることにより、質を保証するという形態に変わった。また、中教審は2005年1月に「わが国の高等教育の将来像」答申、2005年9月に「新時代の大学院教育」答申を出し、大学の改革に強いイニシアチブを発揮してきた。この流れは今日昨日始まったものではない。2001年に文科省は「競争的環境の中で個性輝く大学作り」を打ち出したが、国立大学の法人化、21世紀 COE プログラムなどはこの方針にそって進められているものである。文科省は、教育面でも、従来の設置形態別の支援に続き、国公私を越えた競争的環境の中で改革をすすめる考え方を打ち出した。「特色 GP(Good practice)」「現代 GP」などと称されるいわゆる教育版 COE プログラムが選出され、支援が進められている。2005年には「魅力ある大学院教育 GP」も加わった。

いま、大学では教育回帰ともいべき現象が進行している。1991年に打ち出された大学設置基準の大綱化によって全国一斉に「教養部」が廃止され、大学における教養教育・基礎教育の運営が非常に困難になっている。大学院部局化が進むに従い、学部教育がおろそかになっているのではないかという強い批判がある。私の大学でも2004年の大学院部局化にともない、大学教育センターを設置して、教育プログラム、アドミッションなどの企画調査にあたりるとともに、

FD(ファカルティディベロップメント)・教育評価を実施している。どの大学でも行っていることであるが、学生による授業評価の教員へのフィードバック、ベストティーチャー賞の授与、新任教員に対するよい授業の仕方などの研修・・・。

読者の中にも、今産業界におられて、今後大学教員への転身を考えておられる方がおられるであろうが、これからは研究業績だけでなく教育能力も評価される時代であることをぜひご認識いただきたい。

第三者機関による認証を受けるためには、基準1から11までの各項目のいくつかの観点にそって自己評価を行う。すべての基準の観点に関わる状況の記述には根拠資料を必要とする。そして分析を行い、優れた点、改善すべき点などを記述する。

根拠資料をそろえるだけでも大変な作業である。こういうことは、本来以前から常に行っておくべきであったのである。しかし、JABEEの認証を受けている学科は別にして、これまでこんなに厳密な plan-do-see のサイクルをやって来なかったから、準備に大変な人手と時間を費やさねばならない。認証評価に加え、中期計画の進捗状況についての法人評価も別に受けなければならない。このサイクルが軌道にのるまでに教職員に評価疲れがでるのではないかと心配している。評価機関が、余りにも過大な根拠資料を求めないでほしいと願うものである。

にもかかわらず私は、国立大学法人が多額の運営費交付金を文科省から受けて大学を運営している以上、ピアレビューによって自らの力で大学を評価し、自らの力で改善していかなければならないと思う。そうでなければ、納税者は納得しないであろう。

5. 嗚呼「ゆとり教育」の果て

もう一つ、大学教育がまったなしの改革を求められていることがある。2006年度以降に入学してくる学生の学力低下の問題である。ご承知のように文部科学省は、初等中等教育において「ゆとり教育」を導入した。その結果、以前は中学で学んでいた数学・理科の教育内容の多くが高校に移行するとともに、いくつかの内容を高校の課程から削除した。その一つが複素平面である。新指導要領では、複素数自体は2次方程式の解のところで教えるが、実数軸と虚数軸で張られた2次元の平面で複素数を表すことを教えるはならないとしている。電気電子系の学科では、これまで「基礎電気回路」を専門基礎として1年次に配置している場合が多いが、フェーザ表示の前提になっている複素平面の概念を知らない学生に対応するために新たな導入教育を設置するだけでなく、専門基礎教育のスタートを遅らせるなどの工夫を迫られている。

理科学科においても深刻な問題がでている。総合理科と物理Ⅰ、Ⅱ、化学Ⅰ、Ⅱ、生物Ⅰ、Ⅱ・・・という体制になった。一例として電磁気学をとりあげると、物理Ⅰでは「くらしの中の電気」に示されるように、定性的な概念を教えるにとどまっており、式を用いた理解は「物理Ⅱ」で行われる。しかし、大学入試センターテストでは、物理Ⅰ、化学Ⅰなど「Ⅰ」科目しか対象にしていない。センターテストのみ

で選抜するタイプの推薦入学で入学した学生は、授業の際に基礎学力の不足を感じるかもしれない。私の大学では、入学前教育で学力不足を補うことにしている。

学力不足の入学生であっても、社会が要求する十分な学力をつけて社会に送り出さなければならない。企業の方々には、大学の置かれているこのような実情を知っていただきたい。

もっと深刻なのは、ここ数年、受験生の理工系離れが急速に進んでいることである。特に、物理・応用物理系、電気電子系の希望者が激減している。「学力不足にもかかわらず授業内容がどんどん高度化してついていけない。すごく勉強して有名電機会社に就職しても、厳しい国際競争にさらされているので、低賃金で長時間働かされ、あげくはリストラ…」というようなことを親や高校の先生から吹き込まれるらしい。企業の経営者に言いたい。「優秀な学生が、物理系、電気電子系に来なくてもよいのですか。」企業の方は、高校に出向いて、技術の面白さ、技術への夢を、金では得られない生き甲斐を語って欲しい。日本応用磁気学会が、そういう場を提供する仲立ちになってもらいたいと思う。

6. おわりに

本稿のはじめの部分では、学際研究—境界と融合—という視点で、外縁にある他分野から磁性研究を眺め、日本応用磁気学会への提言を行った。あとの部分では、大学の研究や教育の置かれている厳しい現状をお伝えするとともに、企業関係者にご理解とご支援をお願いした。