

国際会議は、通常のサテライト会議以上の参加者があったということです。

磁性多層膜は、二種類以上の原子を交互に積み重ねて人工的に作り上げていきます。試料作製には、分子線エピタキシー (MBE) またはスputtering法が主に用いられています。磁性多層膜の物性測定に関して次のような特徴的なことがあります。ひとつは、金属材料であるため、界面が半導体超格子のようにきれいにならないことです。したがって、界面の構造解析が非常に重要となってきます。もう一つは、多層膜では、各層の厚さが重要な一つのパラメータになるため、膨大な数の試料を作製しなければならないことです。また、電子のスピン分極と伝導現象とが、密接に関連していることもこの系の特徴です。

今後、磁性多層膜の磁性と電子輸送現象に関して多くの研究が進められていくと思います。磁性多層膜の研究が活発になる以前から、磁性薄膜表面が物性における重要な研究対象となっていました。多層膜では界面に特徴的な新しい現象、界面構造と物性との関連等、多くの課題があります。特に界面、表面の構造評価と、X線、スピン分極光電子分光による磁性研究、及び電子輸送現象などの物性測定とが同時に行われないとこの系に対する十分な理解が得られないように思われます。SPRING-8では磁性、構造評価について非常に期待がもたれるわけですが、この分野で世界的な研究を行っていくためには、試料作製、in-situの構造評価、物性測定を行う必要があるように思えます。このような装置、研究体制がSPRING-8に整備され、私ども理論屋を刺激するデータを提供して頂けることを期待いたします。



## 「放射光X線と中性子による磁性研究」シンポジウム報告

### ◇開催までの経緯について

理化学研究所

田中 良和

昨秋、10月24日、25日に「放射光X線と中性子による磁性研究」という題目で理化学研究所とSPring-8利用者懇談会主催でシンポジウムが開かれた。この会議の世話人を若輩ながら筆者が引き受けた。この会議開催の経緯について簡単にご報告したいと思う。事の発端は昨年5月に行われたビームライン検討委員会による磁気散乱吸収SGのヒアリングの結果にある。ヒアリングの結果、「テーマは重要かつ緊急だが、建設グループは力量不足」との感想を大方のビームライン検討委員の方から指摘された(光彩第5号、10頁)。この結果を受けて、SGの世話人である岡山大学の圓山助教授の提案で、SGの今後の活動について理研の勝又主任、姫工大の坂井教授、圓山氏および筆者で相談することとなった。そして、第一にユーザー層を拡大させる、そのために磁性分野の研究者との共同研究を進める、特に中性子グループとの交流を計る、また学会等においてPRを盛んに行うことを話し合った。この一つの具体的な案として理研でシンポジウムを開催してはどうかということになった。そこで筆者が世話人をお引き受けすることになった。開催日は、中性子の

国際会議が10月の第二週にあったのでそれ以降に開くことにした。

お引き受けしたものの、筆者は8月にSagamore会議(フランス)およびブルックヘブンの実験を控えており、6月、7月はその準備に追われ、とりあえず物理学会にアナウンスをしたのみで、ヨーロッパに発った。圓山氏も8月から9月上旬まで国際会議でヨーロッパに滞在されたため、最終的な講演者リストが決定したのは、物理学会あけの9月下旬となった。講演者への依頼は渡欧前に圓山氏に一任したが、結局X線グループは圓山氏にお願いし、中性子グループは東大物性研の加倉井教授にお願いすることになった。

愚痴を言うことになるが、物理学会を終えてからシンポジウムまでの1カ月半の間、このシンポジウムの準備のために筆者の研究業務は完全にストップしてしまった。多くの苦労があったが、最も苦労した点は予算をどうするかであった。旅費に関しては、この会議をSPRING-8利用者懇談会主催として頂くことで、会員の方には懇談会側から出して頂けることになった。また会員以外の方には理研から出して頂くことにした。理研からの予算は、飛び込みのシンポジウムということで制限されていた。そのため非会員の講演者の方にはできる限り、SPRING-8利用者懇談会に入会していただけるようお願いした。またSGへの参加の呼びかけも行った。これには予算だけの問題でなくSGのメンバーを強化するといった意図もあった。それ以外に宿泊の手配、食事、懇親会、プログラムの作成、会議室の予約などの多くの事務処理に時間を取られた。

シンポジウムは、OHPの故障や時間オーバーなどの多少の失敗があったものの、成功を納めたと思う。特に、中性子グループとの交流を計ること、SGを強化するといった第一目的は達せられたのではないと思う。ただ、X線磁気散乱については筆者を含めて力量不足を感じ、今後、ますます勉強すべしと意を強くした。

ヨーロッパでも、これと同様の会議が行われており、筆者も参加したことがあるが、X線グループと中性子グループとの交流は盛んに行われている。日本においても今後このような会議が盛んに行われる事を期待したい。

## ◇報告1

岡山大学 理学部

圓山 裕

近年、放射光X線による磁性研究が可能となったばかりでなく、中性子散乱とは異なる新たな磁性研究が展開している。しかし、放射光による磁性の実験的研究の歴史は未だ10年余りにしかない。データ解析手法、スペクトルの説明、物理的解釈等の確立途上にあり、中性子散乱や磁気測定による知見との比較検討で議論が進められているのが現状である。中性子磁気散乱とX線磁気散乱は相補的な情報を与えると指摘されながらも、磁性を共通の関心事とした両分野の情報交換の機会が少なかったことは不思議でならない。また、磁性理論研究者との緊密な議論の機会も乏しい。外国では、米国のBNLとNSLS、フランスのILLとESRFの様に、中性子散乱施設と放射光施設が有機的に連携した研究体制が構築されつつある。我国でも、SPRING-8の建設の進行に伴って、高輝度光源を利用した物性研究の更なる展開が期待されている。

このような現況の下では、両分野の研究者が議論の場を共有することが不可欠と考えられる。そこで、情報交換を目的としたシンポジウムが計画され、昨年の10月24～25日

に理化学研究所で「放射光X線と中性子による磁性研究」として開催された。ここでは、X線関係で報告された実験に関して試料と講演者(敬称略)を列挙する。

- (1) X線共鳴磁気散乱-Gd 並河(東学大)、Er薄膜 田中(理研)、Tb 森(原研)
- (2) 磁気コンプトン散乱-Fe, Fe-Gd 河田(KEK-PF)、UTe 伊藤(群大)
- (3) 光電子分光-Ni 柿崎(物性研)
- (4) 磁気円二色性-一定在波YIG 河田(KEK-PF)、アモルファス Co-RE 中村(東大、生産研)、  
TM-Pt合金 圓山(岡大)、Co及びSm化合物 菅(阪大)
- (5) 核磁気共鳴- $\alpha$ - $^{57}\text{Fe}_2\text{O}_3$  菊田(東大)
- (6) 白色X線磁気散乱-UTe 伊藤(姫工大)

実験手法は散乱(非共鳴及び共鳴、また弾性及び非弾性)と吸収に、得られた情報は磁気構造と電子状態・磁気状態に大別できる。用いる偏光状態は、(1)と(5)は直線偏光、それ以外は円偏光である。以上の様に、放射光X線による磁性研究は未だ実験手法が中心の段階であり、分光学的研究に較べて散乱による磁気構造の研究は少し遅れ気味である。磁性に関して得られた新しい知見はまだ多くはないが、軌道運動と磁気異方性、重い電子の局在性と遍歴性、強相関電子の磁気状態、結晶場と対称性等は放射光の特徴を積極的に活かせるテーマと考えられる。ここには中性子散乱では得難い情報が多く含まれている。

一方、中性子グループからは偏極中性子を用いた磁気散乱による固体内の素励起や磁気構造の研究を紹介して頂いた。散乱断面積の形式化が完成しており、励起モードや磁気構造のモデルから予測される散乱を実験的に検出する、といった研究方法が確立していることが解った。また、理論家と連携した研究体制が取られていることも強く印象に残っているし、中性子による成熟した研究というものを感じた。各々の歴史の長短に依るので仕方がないが、放射光による磁性研究は始まったばかりだな、という感想を持ったのは私だけではないと思う。

この様に今回は、放射光グループが中性子グループに”胸を借りる”といった趣のシンポジウムであった。活発な質疑応答が行われたとは言え、お互いの用語の相違に原因するのか、議論が噛み合わないこともあった。ある具体的な磁性体や磁気現象に対して、中性子とX線の双方の立場から情報を出し合い、総合的にその磁性を理解するのが目標だろうと思う。「磁性研究」という頂上に向かって「中性子」と「X線」の二つの登り口があると思えば良いのかも知れない。シンポジウムの最後に物性研の藤井先生は「今後も中性子と放射光による磁性研究に関する討論、情報交換の場を頻繁に持ちたい」と締めくくられた。

## ◇報告 2

東京大学 物性研附属中性子散乱施設

加倉井 和久

圓山氏から中性子側の世話人の依頼を受けたときに「これは面白い!」と「難しい!」との二つの思いが頭の中で交錯した。それは自分自身放射光X線を使用した磁性研究には興味があり、機会があれば是非勉強したいと思っていたが、具体的にどの磁性分野でどの

ような接点をとは考えていなかったからである。急遽身近な中性子グループの方々と話合いの結果、いまさら放射光X線と中性子散乱の磁性研究に於ける相捕的役割を特に強調する必要はないという結論に達し、トピック的に中性子散乱で現在行われている磁性研究を紹介し、その物理的背景を明確にするために理論及びその磁性分野の専門の方々にコメントして頂くことが問題提議と情報交換の一つの可能性ではないかと考えた。勿論この限られた時間の間に中性子散乱で行われている磁性研究を網羅することは到底無理であるため、今回は強相関電子系及び人工格子の磁性研究に的を絞ることにした。手法としては中性子のスピンの自由度を利用する偏極中性子散乱をトピック的に扱い、この類の磁性研究において必要である極端条件の重要性も強調し、中性子散乱では強度の点からどうしても必要とされる試料のサイズにより実現が困難な極端条件に放射光X線散乱で挑戦して頂ければと考えた。この様な考え方を基本にして企画した講演は次のようであった。(カッコ内は講演内容の key words )

遠藤 康夫：「放射光X線磁気散乱に期待すること」(X線 vs. 中性子磁気散乱；  
'Two length scale problem'；Holmium)

加倉井和久：「偏極中性子非弾性散乱」(磁場中のスピンゆらぎ；ハルデン系とスピンパイエルス系のギャップ励起状態；CsNiCl<sub>3</sub>；CuGeO<sub>3</sub>)

本河 光博：「高磁場における中性子散乱実験」(パルス磁場、量子ゆらぎにより形成される磁気秩序、CsCuCl<sub>3</sub>)

新庄 輝也：「金属人工格子の構造、磁性、伝導性」(巨大磁気抵抗効果、磁性と伝導性、エピタキシャル人工格子)

井上順一郎：「金属磁性多層膜(人工格子)の界面近傍に於ける電子構造と磁性」(人工的周期、表面及び界面の格子構造、電子構造、伝導性及び磁気秩序)

遠藤 康夫：「人工格子の構造(中性子散乱と放射光X線磁気散乱実験)」  
(Gd/Y superlattice, 偏極中性子反射率計、Ni/Ti, Fe/Cr 多層膜)

大貫 惇睦：「重い電子系の物理」(メタ磁性、新しい型の超伝導、近藤格子、dHvA によるフェルミ面の測定、CeIn<sub>3</sub>, CeCu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>, CeCu<sub>6</sub>, CeRu<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>)

上田 和夫：「重い電子系の理論の最近の発展」(近藤格子系と価数揺動系、近藤 screening, spin gap と charge gap, 非 BCS 超伝導)

神木 正史：「少数キャリア強相関係の中性子散乱」(Rare-earth mononictides, 磁気ポーラロン、CeP の磁場、圧力下の  $\Gamma_7$  と  $\Gamma_8$  Ce の共存)

河原崎修三：「ウラン化合物の中性子散乱」(重い電子系の spin density wave 状態、  
Ce(Ru<sub>1-x</sub>Rh<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>, U(Ru<sub>1-x</sub>Rh<sub>x</sub>)<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>)

結果的には圓山氏の文章にもあるように活発な議論が行われたとは言い難いシンポジウムではあったが、同時に双方とももっと頻繁な情報交換が必要であり、有益であることを認識する集会であったのではないかと思います。放射光X線と中性子による磁性研究はこの他に沢山あり、将来益々増えると思われるので、放射光X線と中性子散乱メイン("only"ではないように!)の磁性研究者が交代でこの様な集会をある程度定期的に(例えば毎年1回)主催することを提案したいと思います。