

固体-MCD・スピン

木下 豊彦 (分子科学研究所極端紫外光実験施設)

表記会議の、固体MCD・スピン関係のセッションの報告をさせていただく。当然のことながら、すべての講演を網羅しているわけでもなく、筆者の独断(と手前味噌)がかなりあることをお断わりしておく。ESRFやALSといった、第3世代のリングからのデータが報告され初め、関心の高かったセッションの1つだったと思う。2色性とスピンの実験は、磁性体の研究を行うためには相補的であり、さらに偏光の利用とスピン分析とを同時に行えば、磁性体のみならず、非磁性体に関しても有力な情報が得られることはよく知られているとおりでである。今回は2色性、スピンともに、円偏光、直線偏光双方を用いた成果の報告があった。

今回の会議でのMCDの主なトピックスは、初日のPlenary talkで、ESRFのY. Petroff氏がReviewした内容に集約されているであろう。氏の発表では残念ながら時間が不足となり、2色性のトピックスの半分ほどしか紹介されなかったが、項目を挙げると以下のようなになる。即ち、

(1) 物質科学への応用、特に多層膜への応用が格段に進んだこと、その際に、sum ruleが上手に適用されていること。薄膜に関しては新しいsun ruleが適用されていること。

各国のほとんどの発表はこの範疇にはいるように思う。日本の非常に活発ないくつかの研究グループは、遷移金属や希土類金属の化合物のMCDの結果を数多く報告していた。五十嵐氏は、理論家の立場から、軌道モーメントとMCDの詳細な議論を行った。また、生体や分子性結晶などその応

用範囲が多岐にわたってきたことも特徴に上げられよう。古くから調べられているアルカリハライドに関するMCDも設楽、小出氏より報告された。また、Kaindlグループの報告に見られたように、吸収や反射だけではなく、光電子スペクトルによる2色性の観測も数多くなされるようになってきた。

(2) 2色性と顕微鏡を組み合わせた実験が盛んになってきたこと。今回は特に、Tonner氏のPlenary talk(3日目)で各国で行われたいくつかの見事な例が紹介された。

KiskerグループのSpanke氏は、ESRFの円偏光ビームラインからの最新データとして、反強磁性体であるMn/Fe薄膜のMCDスペクトルを紹介し、それを応用した光電子顕微鏡による磁区ドメインの観察結果を報告した。そこでは、Mn2pとFe2pしきい値とで見事にコントラストが反転しており、確かに反強磁性的なカップリングを持った薄膜が成長していることが示されていた。また、彼のビデオテープでは、鉄の磁区ドメインが、円偏光の向きやエネルギーによって見え方が異なったり、外部磁場をかけることによって、ドメインが広がっていく様子リアルタイムで見られるようになっていた。木下は直線偏光で新しいタイプの磁気2色性が現れることを報告し、その現象を利用した光電子顕微鏡による磁区観察について結果を示した。

(3) Soft X-ray magnetic scatteringの実験が行われていること。しかし今回の学会では、この話題はなかったように思う。

MCD関係の Post deadline ポスターでは、フランスの Hague 氏らが、X線の発光を用いた円2色性の報告をしていた。すなわち入射光（励起光）として円偏光を用い、Fluorescence に現れる強度の差を観察するもので、スピン分解電子分光実験と同様に valence band のスピンを分けた情報が得られる実験である。電子とは異なり、bulk sensitive な実験手法であること、絶縁体についても応用が可能なことで、今後のさらなる発展が期待される。

スピン分解光電子分光実験は、ドイツと日本のグループを中心に報告がなされた。これまでは、強磁性体の valence band に関する実験が主体であり、今回も Kisker 氏が invar 合金の結果を、島田氏が、鉄カルコゲナイド系のデータを報告した。これまでのこうした流れに加えて今回は、内殻レベルやオージェ電子に焦点を当てた実験報告が目立った。特に物性研グループ（柿崎、斎藤、小野氏）がニッケルの内殻レベル、オージェ電子、バンドのサテライトについて詳細な結果を報告していた。さらに2色性の実験同様、スピンの分野でも、円偏光や直線偏光による選択則を考慮した実験があたりまえになってきた。Heinzmann のグループでは、固体と気体の両方の実験を行っており、ESRF の円偏光ビームラインからは、美しいオージェ電子のスピン分解実験が示された。さらに、直線偏光を利用した新たなスピン偏極実験の配置が Pt (110) 表面の valence band に関して報告された。彼等のグループでは、実験室系のレーザー光源から ESRF まで、幅広い範囲にわたるエネルギーの光を利用しており、印象深い講演だった。また、Kisker グループ（Kisker, 木下）は、MLDAD (Magnetic linear dichroism in angular distribution) に関するスピン分解ま

で含めた実験結果を報告した。

理論グループからの報告もいくつかあり、広島大の田中氏は、Ni の 6eV satellite や内殻レベルのスピン偏極度の計算を示した。van der Laan 氏や、Cherepkov 氏らは、角度分解をした MCD や、スピン分解光電子分光の計算を atomic な model に基づいて行っていた。それに対して Kisker 氏からは、atomic theory では説明のつかない現象（固体の光電子解析効果）によるスピン偏極度や2色性の振動構造の紹介がなされ、新たなスピン検出器への応用が可能ではないかとの提案があった。また、柿崎氏の講演後の議論のなかで、今後は、さらに精度を上げた実験を行う中で、理論との比較を行っていく必要性が指摘された。

今回予定されていたプログラムの中で、Jülich & BESSY グループの Eberhardt 氏の講演と Brookhaven グループの Xu 氏の講演がキャンセルになったのは残念であった。そのかわり、International advisory board の Chairman である Fadley 氏が、見事に代役を果たされ、スピン偏極した内殻レベルを使った光電子回析実験 (PED; Photoelectron diffraction) の興味深い話を行った。ALS の Fadley グループでは、SCIENTA の大型アナライザーを角度分解光電子分光実験に使用しており、いずれは、スピン検出器も取り付けるとのことであった。

3年前にパリで開かれた VUV10 では、Menzel 氏が Concluding remark を行った。その際に、もはやスピン分解光電子分光はドイツの独壇場ではなくなった、との趣旨の発言をされていたが、今回の VUV11 ではその言葉通り、日本の物性研グループからの多くの発表が出された。今後はさらに、国内の他の施設からも、より質の高い研究成果が出てくることが期待される。