

和達大樹氏、日本放射光学会奨励賞を受賞

2013年1月17日

1月13日、名古屋大学にて開催された第26回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウムにて、和達大樹（わだち ひろき）氏（東京大学大学院工学系研究科附属量子相エレクトロニクス研究センター）が日本放射光学会奨励賞を受賞しました。この賞は、日本放射光学会員である35歳未満の若手研究者を対象に、放射光科学に関する優れた研究成果に対して授与されるものです。されたバナジウムの化学状態をきたまま観測したり、植物による重金属汚染土壌を浄化するメカニズムの解明など、放射光X線分析の可能性を広げました。これら分析技術の開発に加え、1998年より蛍光X線分析と粉末X線解析の講習会を開催し、分析技術の普及に貢献していることも高く評価されました。

受賞対象となった研究は「遷移金属酸化物薄膜の共鳴軟X線散乱による研究」です。X線散乱は原子配列を調べる手法の一つで、特に放射光軟X線では特定の元素を選択した測定ができ、遷移金属酸化物薄膜の電子スピン・軌道秩序、格子構造を調べることができます。近年関心の高い、磁石の性質（強磁性）と誘電性を併せ持つマルチフェロイック性を示す薄膜について、和達氏はKEK物構研の村上洋一教授らのグループと共に、マンガン酸化物薄膜の磁気構造を直接観測、決定しました。この業績は、世界に類のない画期的な成果として高く評価されました。

また和達氏はカナダのCanadian Light Sourceで共鳴軟X線散乱装置の建設、実験を行い、帰国後は村上氏のグループと共同でフォトンファクトリー（PF）のビームラインBL-16Aの軟X線やBL-3A、4Cの硬X線を利用し研究を行っています。今後は磁場中での遷移金属酸化薄膜の振る舞いや、ナノビームを用いた空間分解能測定、X線自由電子レーザー（XFEL）を用いた時間分解能測定を行ってい

きたいと語っています。

同時に奨励賞を受賞した篠原佑也氏（東京大学大学院新領域創成科学研究科）は、SPring-8の高輝度放射光源からの高コヒーレントX線を利用したX線光子相関分光法（XPCS）を本格的に立ち上げ、ソフトマテリアル、特にゴム中に埋入したナノ粒子のダイナミクスを観察し、タイヤなどの実用材料の挙動をミクロな観点から解明したことが高く評価されました。PFの次世代放射光源として検討しているエネルギー回収型ライナック（ERL）のコヒーレント光源はまさにこの手法に適した光源で、展開されるサイエンスに期待がもたれています。篠原氏は、2011年6月に米国コーネル大学にて行われた「回折限界X線利用のサイエンス」ワークショップでの招待講演が、この研究を進めるにあたって重要な役割を果たしたことについて受賞講演中で言及し、PFのサポートに対しても謝辞を述べられました。

丹羽 尉博氏、KEK 技術賞を受賞

2013年2月19日

2月19日、機構内にて平成24年度KEK技術賞の表彰式が行われ、放射光科学第二研究系の丹羽 尉博（にわ やすひろ）技師が受賞しました。同賞は平成12年度に発足し、機構の技術開発の中でも特に優れた技術に授与されるもので、創造性・具体化・研究への貢献・技術伝承の努力などの項目について審査、決定されます。

受賞対象となった技術は「二結晶型波長分散 XAFS システムの開発」です。波長分散型 XAFS（ザフス、X-ray Absorption Fine Structure / X線吸収微細構造）は、放射光を利用した実験手法の一種で、入射するX線のエネルギーを変えながら物質による吸光度を測定し、注目した原子の周囲の局所的な構造や化学状態を調べる手法です。



図1（左から）篠原佑也氏、日本放射光学会長・水木純一郎氏（関西学院大学教授）、和達大樹氏。



図1 鈴木厚人 KEK 機構長（前列中央）と受賞者ら。左から一人目が丹羽 尉博氏。

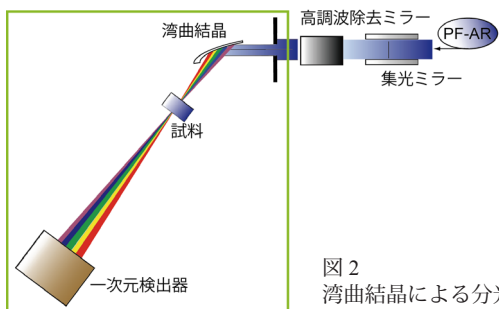


図2 湾曲結晶による分光の模式図。

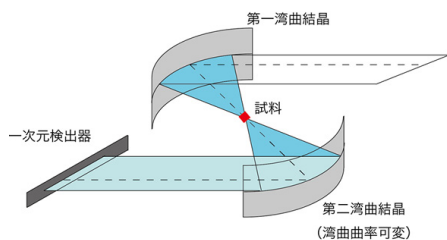
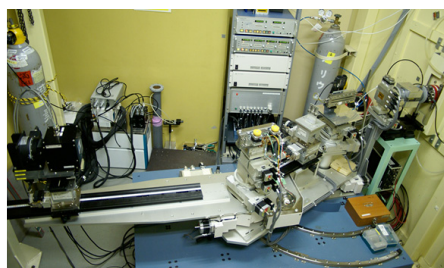


図3 NW2A に設置された二結晶型波長分散 XAFS 装置 (上) とその模式図 (下)。

通常の XAFS 測定では、X 線エネルギーを連続的に変えながら数秒ずつ照射して、1 本のスペクトルを得るのに数分から数 10 分かかります。これは時間分解能が数分～数 10 分であることを意味しており、化学反応過程など、物質の変化する様子を捉えるには不向きです。そこで開発されたのが、波長分散 XAFS です。この手法は入射 X 線を湾曲結晶に当てることで分光した X 線を試料に照射し、一度に幅広い波長領域のシグナルを得ることができます。この手法では、時間分解能は検出器の性能によって決定され、PDA 検出器などを利用することで時間分解能はミリ秒～サブナノ秒にまで向上されました。

もう 1 つの開発要素は、試料の後ろ側にも一枚湾曲結晶を配置したことです。検出器では、試料から散乱された X 線以外にも、試料周りの大気などのガス、粉末試料の場合には試料自体による余計な散乱光も検出するため、ノイズとなってしまいます。試料背面の湾曲結晶上では、余計に散乱された X 線は回折条件を満たさないためほとんど検出されず、目的の X 線だけをクリアに取り出すことができるようになりました。

二結晶型波長分散 XAFS 装置はフォトンファクトリー AR のビームライン NW2A で 2008 年から利用されています。これまで見分けることのできなかった金属触媒の酸化還元反応の様子を捉えるなどの成果を輩出、XAFS 利用研究の拡大に貢献したことも高く評価されました。

PF トピックス一覧 (10 月～ 12 月)

KEK では 2002 年より「トピックス」、「ハイライト」、「プレスリリース」と題して最新の研究成果やプレスリリースなどを紹介していますが、PF のホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) でも、それらの中から、または PF 独自に記事を作成して掲載しています。各トピックスの詳細は「これまでのトピックス」(<http://pfwww.kek.jp/topics/index.html>) をご覧下さい。

- 2012 年 10 月～ 12 月に紹介された PF トピックス一覧
- 10. 2 中井 泉氏, 日本分析化学会 学会賞を受賞
- 10. 4 人工カプセルでタンパク質の生け捕りに成功
- 10. 4 胃がんを引き起こすピロリ菌由来の発がんタンパク質
- 10. 11 KEK の提供する小中学生・高校生向けプログラム
- 10. 18 XAFS 講習会 入門編を開催
- 10. 19 高木 宏之氏, 日本加速器学会 奨励賞を受賞
- 10. 19 第 4 回北海道大学・KEK 連携シンポジウム開催
- 10. 19 プラセオジウム・ニッケル酸化物の高い酸素透過率の原因を解明—燃料電池など、性能向上へ—
- 10. 29 第 3 回日印シンポジウムで KEK 研究者らが発表
- 10. 31 【連載科学マンガ】カソクキッズ セカンドシーズン第 2 話「まんが宇宙むかしばなし」が公開されました。
- 10. 31 液体を強くはじく表面に半導体を塗布する新しい製膜技術 —有機ポリマートランジスタの高性能化を実現—
- 11. 1 日立と KEK リチウム電池や永久磁石用材料の開発に向けた放射光ビームラインを新設
- 11. 8 着々と進む cERL 開発棟の作業
- 11. 9 大学共同利用機関シンポジウム 2012 「万物は流転する - 誕生の謎 -」を開催 (11/17)
- 11. 15 半導体炭化ケイ素 (SiC) に微量添加された窒素ドーパントの格子位置を決定 超伝導体で明らかにする半導体 SiC のナノ微細構造
- 11. 29 シリーズ 大学共同利用のススメ【第 1 回】奈良女子大学 高エネルギー物理学研究室
- 11. 30 【連載科学マンガ】カソクキッズ セカンドシーズン第 3 話「物質ってナンダ？」が公開されました。
- 11. 30 量子ビーム実験を体験、サマーチャレンジ秋の実習
- 12. 11 大学共同利用のススメ【第 2 回】東京理科大学 長嶋研究室
- 12. 19 ビタミン B12 などに含まれるイミダゾールが強誘電性や反強誘電性を持つことを発見
- 12. 27 【連載科学マンガ】カソクキッズ セカンドシーズン第 4 話「生命ってナンダ？」が公開されました。

修士論文紹介コーナー

X線吸収分光による磁性薄膜の磁気異方性の研究

日立製作所 中央研究所 中山文嗣

【修士号取得大学】

慶應義塾大学

【実験を行ったビームライン】

BL-7C, 11A



【論文要旨】

磁性薄膜に特異的な物性として、垂直磁気異方性 (PMA) がある。PMA は磁気記録媒体等へも応用され注目されているにも関わらず、起源の詳細については未だ明らかになっていない。

磁性薄膜の磁化容易軸が面内方向と面に垂直な方向のどちらに向くかは、次式で現象論的に理解されている。

$$\Delta E = -2\pi M_s^2 + K_{cr} + K_{me} + (K_s + K_i)/d \quad (1)$$

ここで $-2\pi M_s^2$, K_{cr} , K_{me} はそれぞれ形状磁気異方性、結晶磁気異方性、磁気弾性異方性、また K_s , K_i は表面・界面磁気異方性を表す。 d は膜厚を表す。磁性薄膜は $\Delta E > 0$ の場合に面直磁化を示す。

Fe/Co/Pd(111) 磁性薄膜は Fe 層の膜厚変化に対応し、2 度のスピン再配列転移 (SRT) を起こす [1]。本研究では Fe/Co/Pd(111) 磁性薄膜において、SRT 前後における磁化容易軸の変化と構造変化を XAFS により対応付ける事を目的とした。

実験は KEK-PF BL-7C と 11A で行った。7C では Fe 及び Co の K-EXAFS, XANES 測定, 11A では深さ分解 XMCD 及び L-EXAFS 測定を行った。いずれの実験もビームライン末端に MCD 実験用真空槽を設置し、*in situ* で測定を行った。

XANES・EXAFS 測定より SRT を 2 度引き起こす Fe 蒸着過程において Co 層は fcc 構造を保ち (図 1), EXAFS の

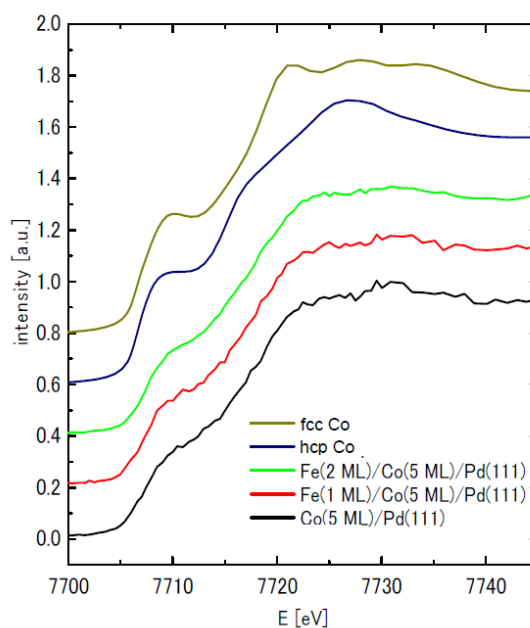


図 1 Fe/Co(5 ML)/Pd(111) の Co-K edge XANES と FEFF を用いた理論スペクトルの比較。

検出誤差内で結合長は変化していなかった。これより SRT の起源は fcc 型の成長様式を保った Fe 層に起因すると考えられる。また XMCD 実験からも構造モデルを支持する結果が得られた。

[1] H. Abe, et al, Phys. Rev. B **78**, (2008) 014424.