

シンクロトロン放射光とレーザーによる先端電子分光技術の開発と新物質・材料の機能解明

<スタッフ> 関山 明 教授、木須 孝幸 准教授、藤原 秀紀 助教

電子をほぼ光の速さにまで加速して磁場で曲げるとシンクロトロン放射光とよばれる光を発生します。この光は相対論効果によって平行性が高く明るい、可視光よりも波長の短い紫外線・X線を多く含む・高い偏光性を有するといった特徴があり、極めて有用性の高い人工X線光源として利用されています。さて、紫外線やX線といった波長の短い光を物質に当てるとアインシュタインの光電効果によって物質から電子が飛びだしてきます。そして飛びだしてきた電子（これを光電子とよびます）のエネルギーや運動量を実験で測定すると、保存則から物質中の電子がどのような状態だったかが分かります。このような実験手法を光電子分光とよび固体中の電子構造を直接的に知る方法として重要ですが、私たちは従来の光電子分光の欠点であった表面敏感性（固体内部鈍感性）を克服するシンクロトロン放射光を用いた硬・軟X線高分解能光電子分光や実験室紫外レーザーを用いたこれまでとは違う先端的な実験手法を開発すると共に、超伝導体や磁性体、さらには「重い電子状態」をみせる強相関電子系を中心に新規物質・材料の微細電子構造を観測することで様々な現象の起源にせまる研究を進めています。

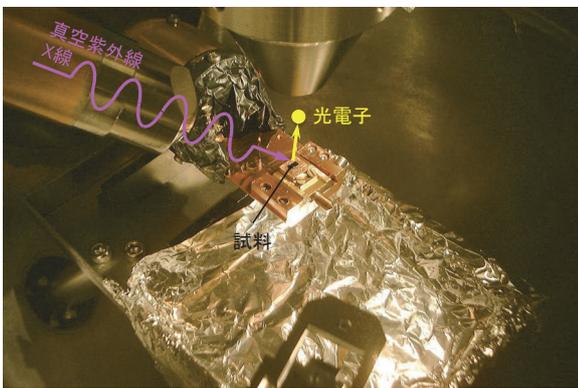


Fig. 1 光電子分光の概要と装置内部



Fig. 2 高輝度シンクロトロン放射光施設 SPring-8 BL19LXU に設置した硬 X 線光電子分光装置

TOPICS1
最新研究トピックス

光子エネルギー (hv) 制御軟 X 線角度分解光電子分光による 3 次元電子構造の解明

物質の機能を解明するためには価電子帯電子構造を知ることが不可欠ですが、私たちは高輝度軟 X 線シンクロトロン放射光を用いた 3 次元角度分解光電子分光法を開発し、重い電子系を中心とした強相関電子系の電子構造解明を進めています。

TOPICS2
最新研究トピックス

硬 X 線光電子スペクトル線二色性による原子軌道対称性の解明

励起する光の偏光を切り替えて内殻光電子分光を行うと (Fig. 3)、局在性の強い不完全殻をもつ物質では内殻光電子スペクトル形状が偏光によって変化する線二色性を生じることを初めて発見し、それが不完全殻の原子軌道対称性を反映した異方的電荷分布に起因することを解明しました (Fig. 4)。ここで紹介した実験は Yb 化合物に対するものですが、この現象は今後様々な物質でも発見され特定の原子軌道に偏った異方的電荷分布が実験的に解明されることが期待できます。

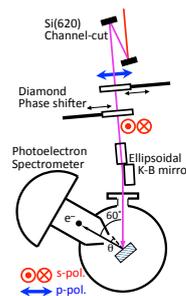


Fig. 3 偏光制御硬 X 線光電子分光の実験配置

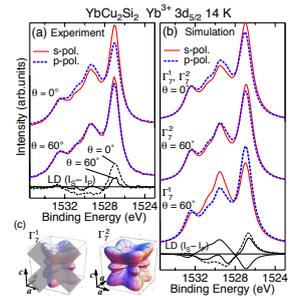


Fig. 4 (a) 正方晶 Yb 化合物の Yb³⁺ 3d 内殻光電子スペクトル線二色性と (b) 理論計算、(c) 実験結果と計算の比較から判明したこの物質の Yb³⁺ 4f 電荷分布。

TOPICS3
最新研究トピックス

実験室紫外レーザーを用いた超高分解能光電子分光による微細電子構造の観測

光電子分光で用いる励起光としては非常に長い 120-210 nm の紫外線を用いると固体内部敏感性が上昇し、かつ超高精度な測定が可能になります。私たちは紫外励起超高分解能光電子分光装置開発を行い、1 meV を切る分解能で 10 K 以下の転移温度をもつ Nb の超伝導ギャップ直接観測に成功しました。