

スピン角度分解光電子分光・光電子顕微鏡の開発

Development of spin-resolved ARPES and PEEM apparatus

先端材料解析研究拠点 光・量子ビーム応用分野 シンクロトロンX線グループ

矢治 光一郎

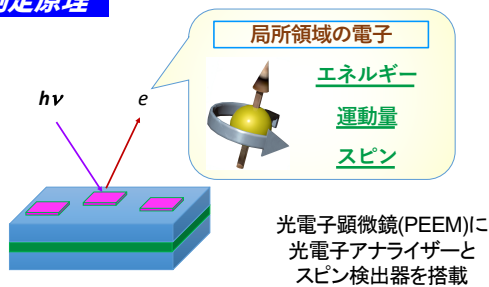
研究背景

- 近年、電子の電荷としての性質に加えて磁氣的性質であるスピンも制御するという概念が登場し、スピントロニクスという新しい技術体系として発展させるべく基礎と応用の両方から活発に研究が行われている。
- スピン偏極電子が電圧や光などの外場に対してどのように応答するかは、その物質固有のスピンの依存したバンド構造によって決まる。
- スピンを利用した材料やデバイスを開発し、その性能向上を図るためには、系がもつ微視的な電子状態を理解することが強く求められる。

研究目的

- スピン・角度分解光電子分光 (spin- and angle-resolved photoemission spectroscopy: SARPEs) は電子のエネルギー・運動量・スピンを分解した“スピン偏極バンド構造”を直接観測できる。
- しかしながら、従来のSARPEsはデータ収集効率が極端に悪く、波数空間全域のスピン情報を分析するには莫大な時間を必要としていた。
- 本研究では、従来のSARPEsと比較して桁違いにデータ収集効率を高めたSARPEs装置を開発し、多様な物質や材料においてスピン偏極電子状態の評価を可能にする。

1. 測定原理



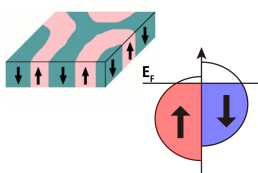
2. SARPEs/PEEM装置の概略



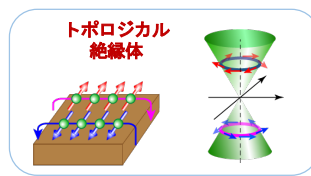
- ◆ 励起光源 ◆
 - 高輝度レーザー ($h\nu = 10.7\text{eV}$)
 - ◆ 光電子アナライザー ◆
 - スピン検出器：従来の10000倍のデータ収集効率
 - 空間分解能 20 nm (メーカースペック)
- 空間分解とスピン分解で世界トップクラス

測定対象

実空間モード
スピン偏極度イメージング
マイクロ磁区観測



運動量空間モード
新規トポジカル物質
原子層結晶、ハイブリッド材料

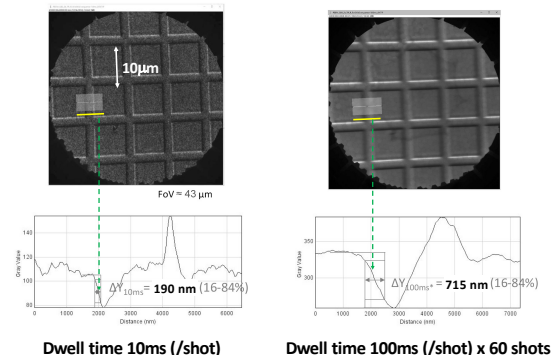


3. 装置開発の現状

これまでの成果

装置納品、組み上げ、超高真空環境の整備
空間分解能 1 μm 以下のPEEM測定
空間視野 30 μm でのPES測定

パターン試料のPEEM像



4. 今後の目標

【装置開発】

ARPESを可能にする
レーザー (10.7 eV) と He 放電管 (21 eV, 41 eV) の立ち上げ
⇒ 多様な試料に対応可能
SARPEsを可能にする
標準試料を用いた SARPEs: Bi(111)、Bi₂Se₃(111) の SARPEs

【物性研究】

量子材料、磁性・スピントロニクス材料の
電子状態研究

まとめ

- nano-SARPEs装置が導入され、装置開発が進行中
- 装置の組み上げ完了、超高真空環境の整備
- PEEM像の取得に成功、空間分解能720 nmを達成
- 今後はレーザー光源とARPES/SARPEsの立ち上げ
- 量子材料、磁性材料の電子状態研究を展開