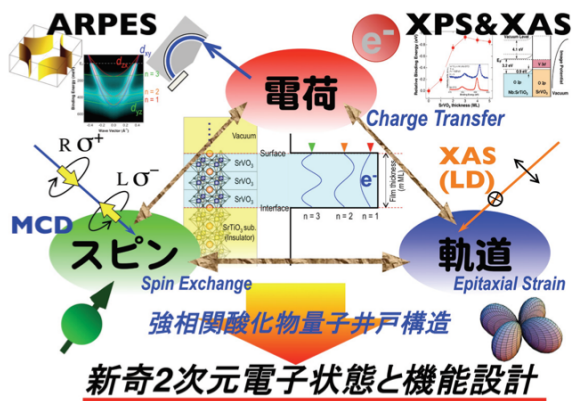


組頭 広志^{1,2}、堀場 弘司¹、養原 誠人¹、湯川 龍¹、北村 未歩¹、志賀 大亮²、大友 明³、吉松 公平³、一杉 太郎³、清水 亮太³、松野 丈夫⁴、澤 彰仁⁵、山田 浩之⁵、川崎 雅司⁶、小塚 裕介⁶、打田 正輝⁶、リップマー ミック⁸、高橋 竜太⁸、和達 大樹⁸、平田 靖透⁸、樋口 透⁹、長谷川 哲也¹⁰、近松 彰¹⁰、他

¹高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 放射光科学研究施設、²東北大学 大学院理学研究科物理学専攻、³東京工業大学 物質理工学院 応用化学系、⁴理化学研究所、⁵産業技術総合研究所、⁶東京大学 大学院工学系研究科 量子相エレクトロニクス研究センター、⁸東京大学 物性研究所、⁹東京理科大学 理学部応用物理学専攻、¹⁰東京大学 大学院理学系研究科化学専攻

本課題の狙い

高輝度放射光による先端分光という電子・磁気・軌道状態を「見る」技術、酸化物MBEという酸化物を原子レベルで制御しながら「作る」技術、高性能計算機による機能予測という「知る」技術、を高いレベルで融合することにより、酸化物の物性を設計・制御することで新しい量子物質の創生を目指す。



放射光解析に基づく Materials by design

知る 第一原理計算

作る 酸化物MBE (酸化物超構造・ヘテロ構造の作製)

見る in-situ ARPES

界面の化学・電子状態 バンドダイアグラム

酸化量子井戸による物性制御

In-situ ARPES + LaserMBE複合装置

実験方法

In situ光電子分光+LaserMBE装置

High-resolution photoemission analyzer (VGS: SES2002)

SR (Synchrotron Radiation)

Photoemission Chamber

Laser MBE Chamber

Preparation Chamber

Load Lock Chamber

KEK-PF BL-2A 武蔵

角度分解能: <math>< 0.1^\circ</math>
エネルギー分解能 (アナライザー): <math>< 2.3\text{ meV}</math>
試料温度: 10 ~ 400 K
二軸試料角度走査
フェルミ面 mapping、LD-XAS

薄膜試料作製

Substrate, O₂ inlet, Pulsed Laser, Ceramic Target, Plume

RHEED, XRD, AFM, TEM

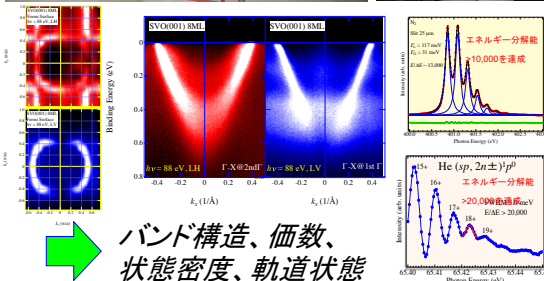
0.5μm × 0.5μm

- ✓ Atomically flat surface
- ✓ Chemically abrupt interface

In-situ ARPES + Laser MBE複合装置

試料表面評価・準備機

@ KEK-PF BL-2A



今年度の成果

Anatase-TiO₂ (001)表面の2DEG制御手法の確立

K吸着による電子ドープ

これまでの手法: 光照射 (酸素欠陥の生成)

本研究手法: K吸着

よく定義された2次元電子状態

K吸着に伴うTi³⁺の増大

K吸着に伴う2DEGの形成

K/TiO₂表面近傍の構造モデル

K吸着による2DEG形成手法を確立

電子ドープに伴うサテライト構造の変化

ポーラロン状態からFermi液体状態への転移を観測

R. Yukawa et al., submitted to Phys. Rev. B

今後の展望

酸化物量子井戸の原子レベルでの構造 (X線回折)、電子 (光電子分光)・磁気・軌道状態 (X線吸収分光)、等の量子化状態の理解を通して、低次元強相関量子状態の設計・制御のための指針を導き出す。さらには、「設計指針の確立」とどまらず、薄膜作製グループとの密接な連携を通して実際の超構造の設計・合成、および量子物性の決定を行う。