

# ディラック酸化物の探索

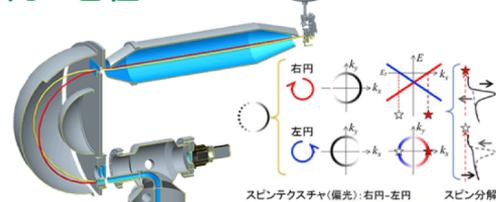
組頭 広志<sup>1,2</sup>、堀場 弘司<sup>2</sup>、北村 未歩<sup>2</sup>、志賀 大亮<sup>1,2</sup>、湯川 龍<sup>3</sup>、神田龍彦<sup>1</sup>、長谷川直人<sup>1</sup>、宮崎悟<sup>1</sup>、成田千春<sup>1</sup>、和田垂里斗<sup>1</sup>、程 謙遜<sup>1</sup>、徳永凌佑<sup>1</sup>、楊 以理<sup>1</sup>、Duy Khanh NGUYEN<sup>1</sup>、吉松 公平<sup>1</sup>、大友 明<sup>4</sup>、相馬拓人<sup>4</sup>、一杉 太郎<sup>4</sup>、清水 亮太<sup>4</sup>、松野 丈夫<sup>5</sup>、澤 彰仁<sup>6</sup>、山田 浩之<sup>6</sup>、相浦 義弘<sup>6</sup>、巖原 誠人<sup>6</sup>、石橋章司<sup>6</sup>、小林正起<sup>7</sup>、川崎 雅司<sup>7</sup>、打田 正輝<sup>7</sup>、リップマーニック<sup>8</sup>、和達 大樹<sup>9</sup>、樋口 透<sup>10</sup>、長谷川 哲也<sup>11</sup>、近松 彰<sup>11</sup>、他

<sup>1</sup> 東北大学 多元物質科学研究所、<sup>2</sup> 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、<sup>3</sup> 大阪大学大学院工学系研究科応用物理学専攻、<sup>4</sup> 東京工業大学 物質理工学院 応用化学系、<sup>5</sup> 大阪大学 大学院理学系研究科物理学専攻、<sup>6</sup> 産業技術総合研究所、<sup>7</sup> 東京大学 大学院工学系研究科、<sup>8</sup> 東京大学 物性研究所、<sup>9</sup> 兵庫県立大学院物質理学研究科、<sup>10</sup> 東京理科大学 理学部応用物理学専攻、<sup>11</sup> 東京大学 大学院理学系研究科化学専攻

## 本課題の狙い

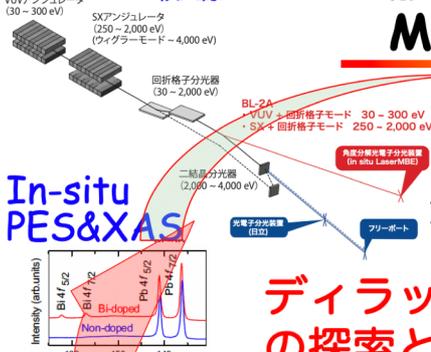
ディラック電子系を化学的に安全・安定で、実デバイスとの親和性が高く、物性のバラエティーに富む酸化物に於いて実現することを目指す。具体的には、高輝度放射光による先端分光という電子・磁気・軌道状態を「見る」技術、酸化物MBEという酸化物を原子レベルで制御しながら「作る」技術、高性能計算機による機能予測という「知る」技術、を高いレベルで融合することにより、ディラック電子を有する酸化物を創製する。

## 円二色性ARPES



## ディラック酸化物の探索

## 真空紫外光 軟X線



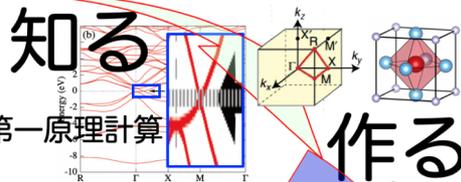
表面・界面の化学・電子状態  
化学ポテンシャルシフト

## 見る

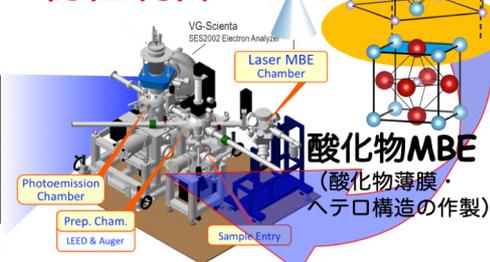
## In-situ ARPES

ARPESによるディラック点の決定

## 放射光解析に基づく Materials by design

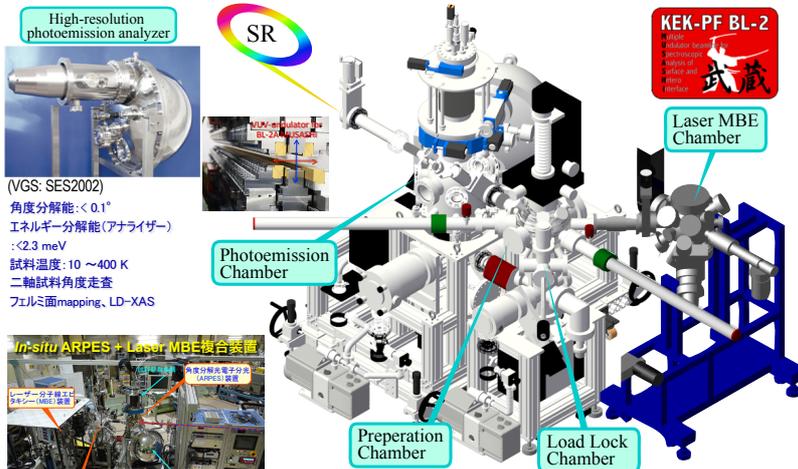


## ディラック酸化物の探索と物性制御



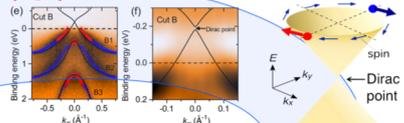
## 実験方法

## In situ光電子分光+LaserMBE装置



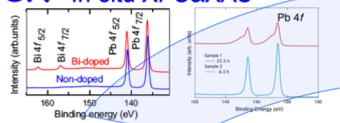
## @BL2A MUSASHI

## VUV In-situ ARPES



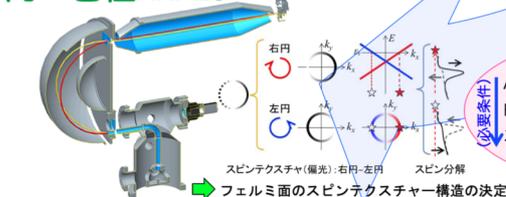
ディラックコーンを直接観測するのに最適!

## SX In-situ XPS&XAS



フェルミ面のスピンステューチャ構造の決定

## 円二色性ARPES

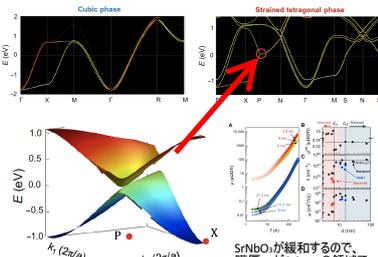
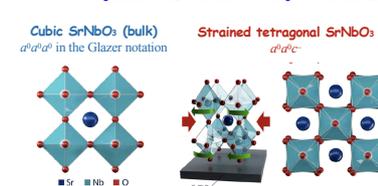


## 今年度の成果

## Dirac半金属SrNbO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub>のARPES

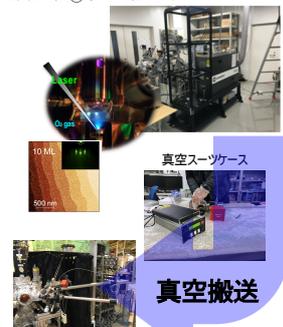
SrTiO<sub>3</sub>基板上のStrainedSrNbO<sub>3</sub>薄膜においてDiracコーンの存在が示唆

## SrTiO<sub>3</sub>基板応力によるSrNbO<sub>3</sub>の構造変化

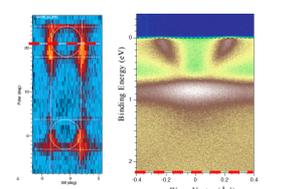


## "in-vacuo" ARPES

薄膜成長@東北大多元研



## SrNbO<sub>3</sub> (10 ML)/SrTiO<sub>3</sub>のARPES結果



ARPESによる検証が必要

今後、詳細な膜厚依存の測定を行うことで、最適膜厚でのDiracコーンの検証を行う。

## 本研究のまとめ

酸化物ヘテロ構造の構造(X線回折)、電子(光電子分光)・磁気・軌道状態(X線吸収分光)状態の理解を通して、ディラック酸化物量子状態の探索を行った。複合的な放射光解析がディラック酸化物のスクリーニングにその威力を発揮することを示し、量子物質開発における「先端計測に立脚した量子物質設計」の有用性を示した。