

## 岡山大学放射光ビームラインについて

岡山大学放射光ビームライン(岡大BL-5)は、広島大学放射光科学研究センター(HiSOR)内に設置されている。このビームラインでは光電子分光、および光電子顕微鏡装置を活用して、固体表面・界面の電子状態をナノスケールレベルで調べることができる。また、最近では放射光教育の一環として大学院生に実習の場を提供し、放射光の理解、研究人口の拡大、および広い視野を持つ研究者の養成などの教育活動にも力を入れている。2007年からは岡山大学内での共同利用も開始している。

### 設備と特徴

#### 放射光ビームライン

入射光エネルギー30 - 700 eV 表面敏感な測定が可能  
エネルギー分解能: 0.2eV @150eV  
フラックス (photons/s) : G1:10<sup>11</sup> G2:10<sup>10</sup> G3:10<sup>10</sup>

## 沿革

- 1998年 広島大学放射光科学研究センター設立
- 2000年 岡山大学放射光ビームライン (BL-5) 稼動開始  
界面科学の研究が始まる
- 2006年 岡山大学院生を対象にした放射光実習を開始
- 2007年 岡山大学学内共同利用を開始



岡山駅-HiSOR: こだまで約100分

#### ・ エンドステーション

光電子分光装置 (主に30-180eV、主に薄膜、化学シフト+バンド構造)  
エネルギー分解能: 0.2eV (ワーキング分解能)  
試料温度: 300K-1600K

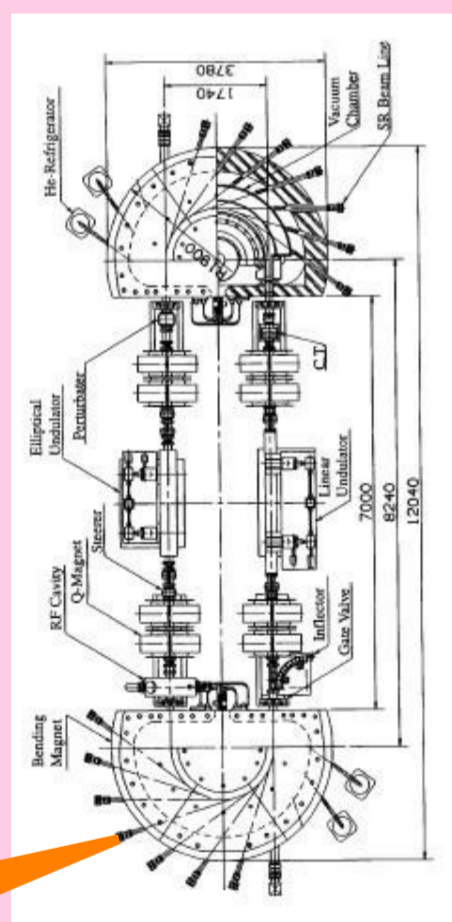
光電子顕微鏡 (主に100eV表面の実時間測定、元素選択性)  
空間分解能: 30nm (最高分解能、通常はmオーダー)  
試料温度: 300K-1600K  
水銀ランプによる測定可  
試料サイズ: 最大12x12mm 測定範囲: 6mmΦ

## 岡山大学放射光ビームラインBL5と装置の特徴

岡山大学ビームラインBL5では、角度分解光電子分光測定と光電子顕微鏡観測が出来る装置が設置されている。角度分解光電子分光測定では、固体表面の原子スケールの電子構造を明らかに出来る。光電子顕微鏡は、表面の凹凸構造や表面の二次元的元素分布像やその実時間変化を調べることができる。これら二つの手法を組み合わせることで、固体表面での結晶成長や元素分布のゆらぎ、あるいは固体表面における触媒や腐食現象と関わりの深い吸着現象について知見を得ることが可能である。

### 1. Light source and monochromator

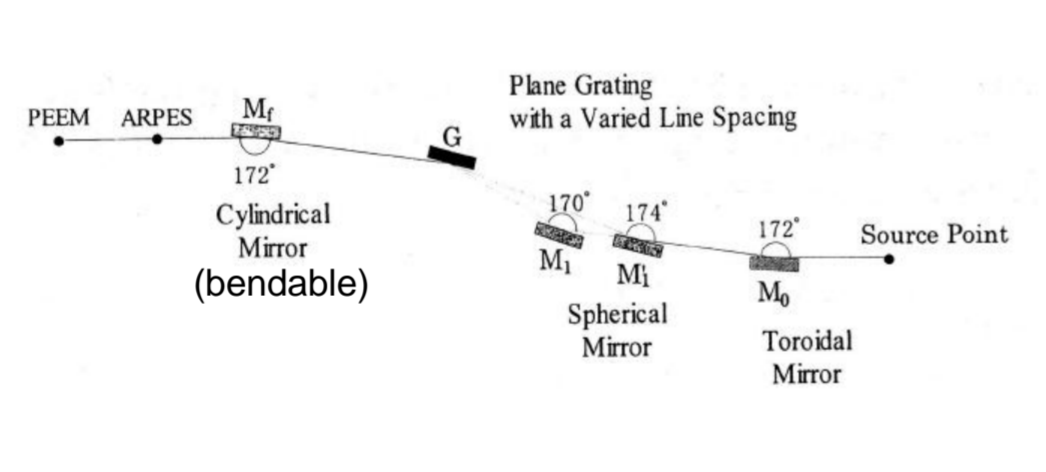
#### HiSOR storage ring



BL-5

From K. Yoshida et al.,  
HSRC preprint 97-2 (1997)

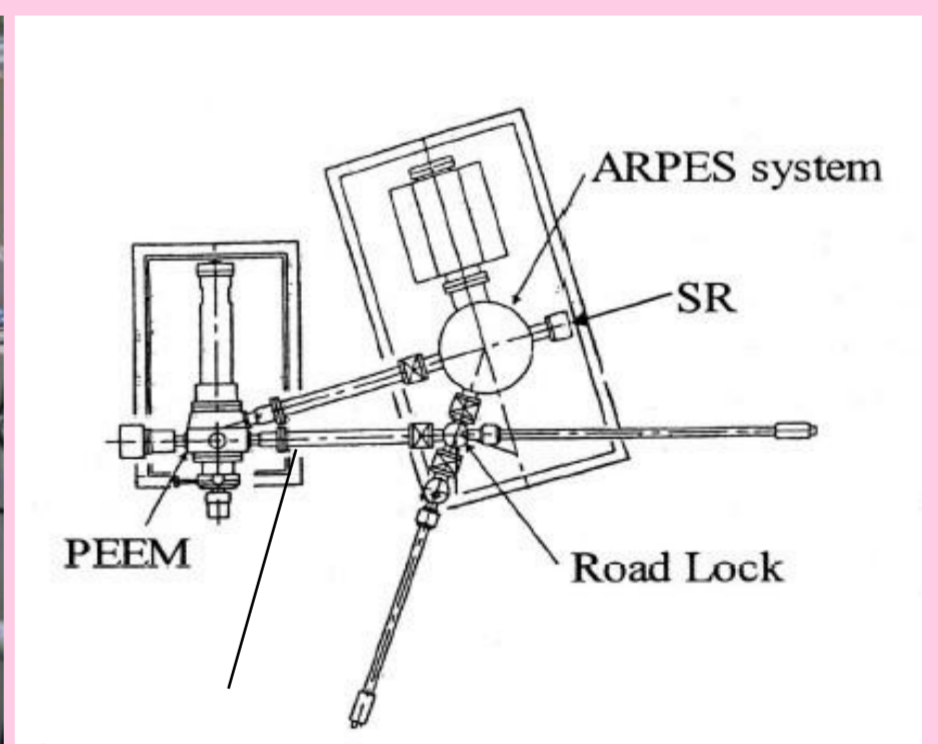
#### Schematic diagram of BL-5



BL5では、分光器として定偏角型の斜入射分光器を設置している。分光器の入射-出射スリットの間には二つの球面鏡、三つの不等間隔平面回折格子が導入されており、これにより25-800 eVの放射光を利用可能となっている。

	Central groove density (lines/mm)	Energy range (eV)	Deviation angle
G1	250	25 - 200	170°
G2	470	180 - 400	174.2°
G3	780	300 - 800	174.2°

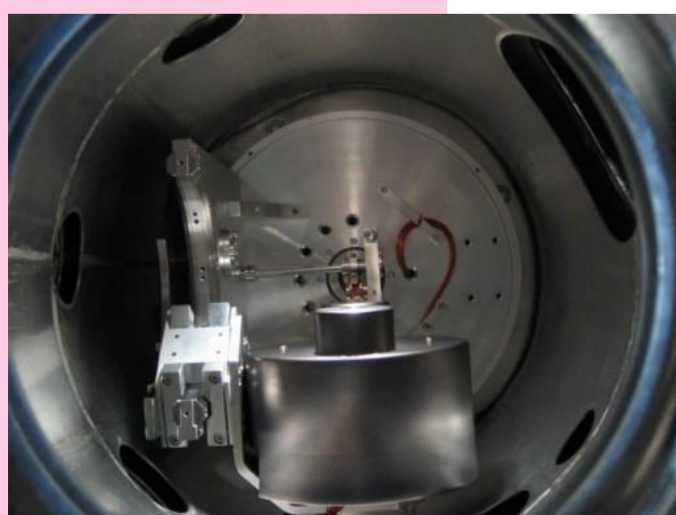
### 2. Configuration of Experimental Stations



角度分解光電子分光実験ステーションと高電子顕微鏡実験ステーションはロードロック(試料導入槽)を介して接続されており、超高真空中で試料を二つのステーション間で移動させることができる。これにより大気による汚染の避けた測定が可能となっている。

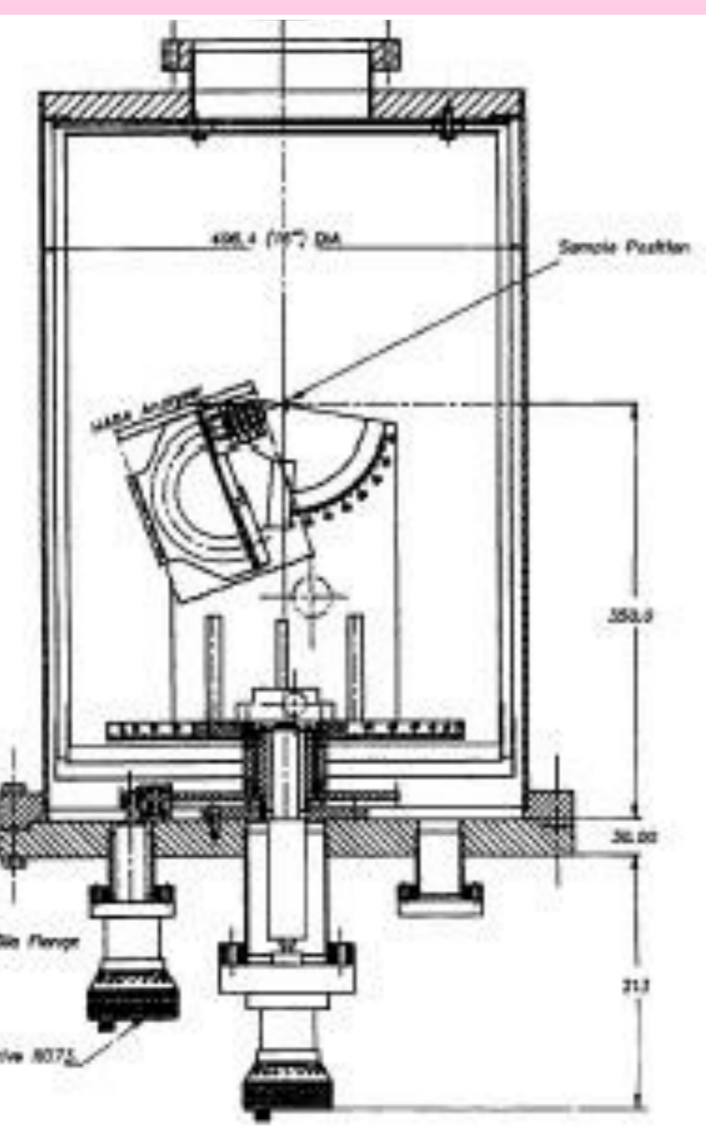
### 3. ARPES station

#### ARPES analyzer



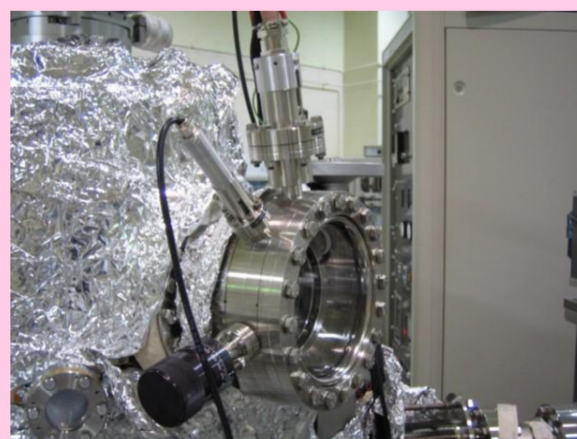
Model: HA50 (VSW)

半球型光電子アナライザの半径: 50 mm



二軸ゴニオメータ

#### 低速電子線回折装置

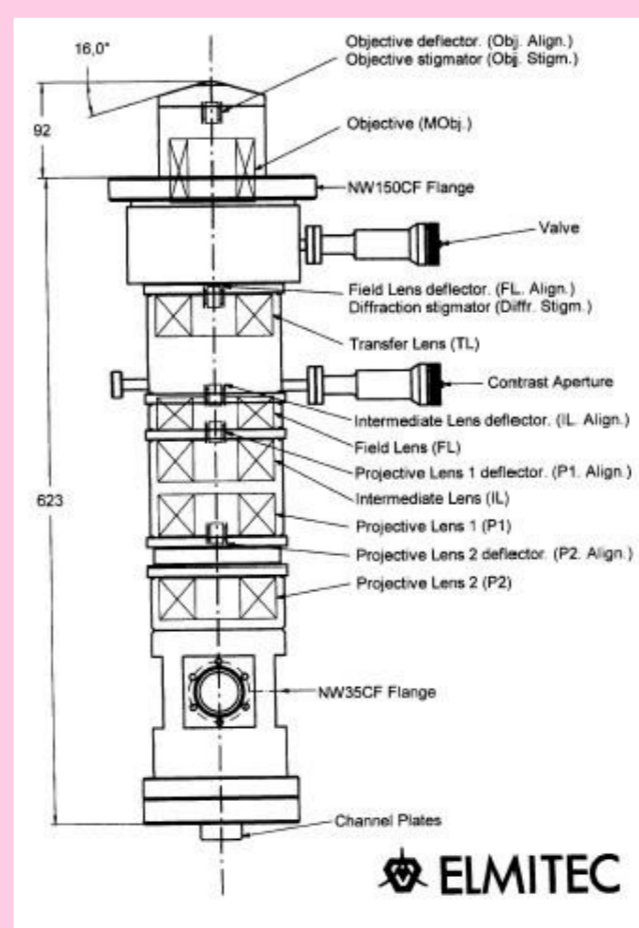


真空槽内の試料保持具先端



試料はZ軸周りおよび試料表面に垂直な軸の周りに回転させることができ、1600 Kまでの加熱が可能。

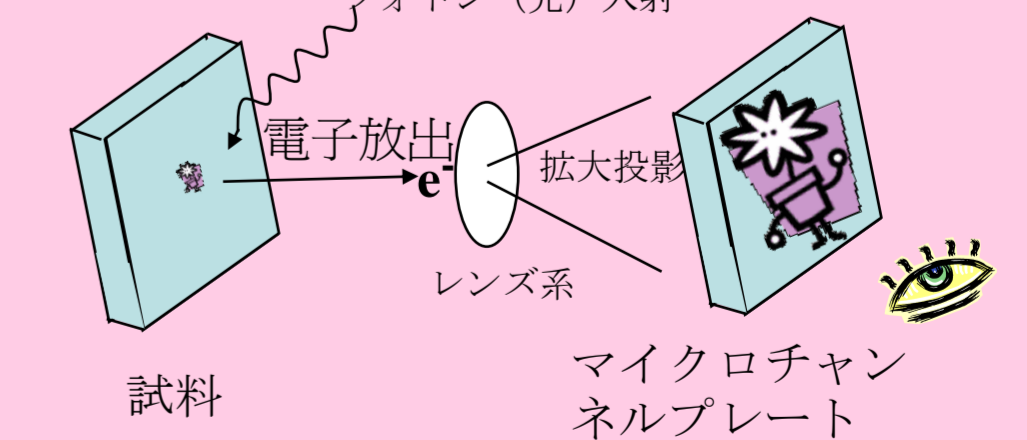
### 4. PEEM station



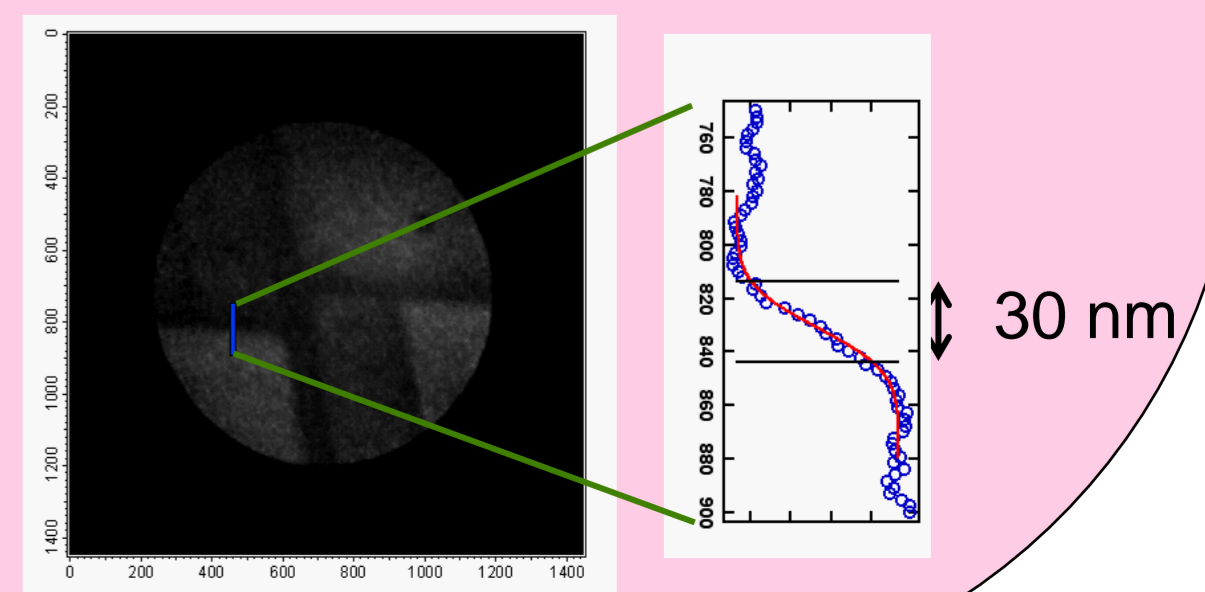
Model: PEEMIII(Elmitec)

#### 光電子顕微鏡

表面の構造をナノメートルの分解能でテレビを見るようにライブ観測



空間分解能の見積: Cu/Mo(110)



## 活動内容

### 研究：固体表面・界面の電子状態の研究

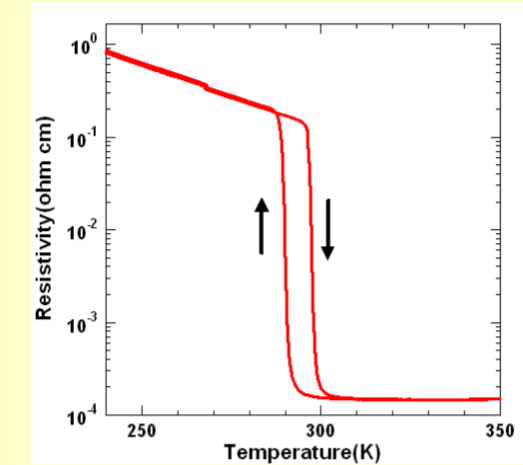
#### 角度分解光電子分光：電子構造から特性や機能の発現機構を解明する

超伝導や金属絶縁体転移などの特性を示す機能性薄膜物質の電子構造を詳細に調べ、その機能性の発現機構解明を目指した研究を行っている。最近の研究対象物質として、室温よりやや高い温度70°Cで金属絶縁体転移を示すバナジウム酸化物VO<sub>2</sub>、高濃度にホウ素をドーピングすることによって超伝導を示すダイヤモンド薄膜、同じく高濃度にホウ素をドーピングすることによって超伝導を示すシリコン薄膜などが挙げられる。

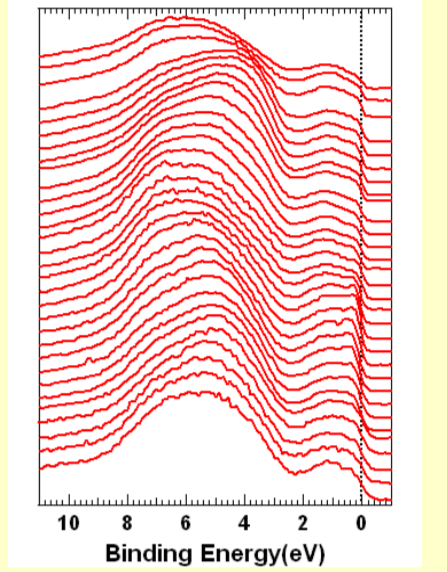
#### 研究例

- ・金属絶縁体転移を示すバナジウム酸化物薄膜の角度分解光電子分光に関する研究
- ・高濃度にホウ素ドーピングされたダイヤモンド薄膜超伝導体の電子構造に関する研究
- ・高濃度にホウ素ドーピングされたシリコン薄膜超伝導体の電子構造に関する研究
- ・シリコン表面の電子構造に関する研究
- ・強磁性遷移金属酸化物の電子構造に関する研究

TiO<sub>2</sub>(001) 基板の上に作製したVO<sub>2</sub> 薄膜の角度分解光電子分光測定



金属絶縁体転移を示すVO<sub>2</sub>薄膜の電気抵抗率の温度依存性



VO<sub>2</sub>薄膜の角度分解分光スペクトル

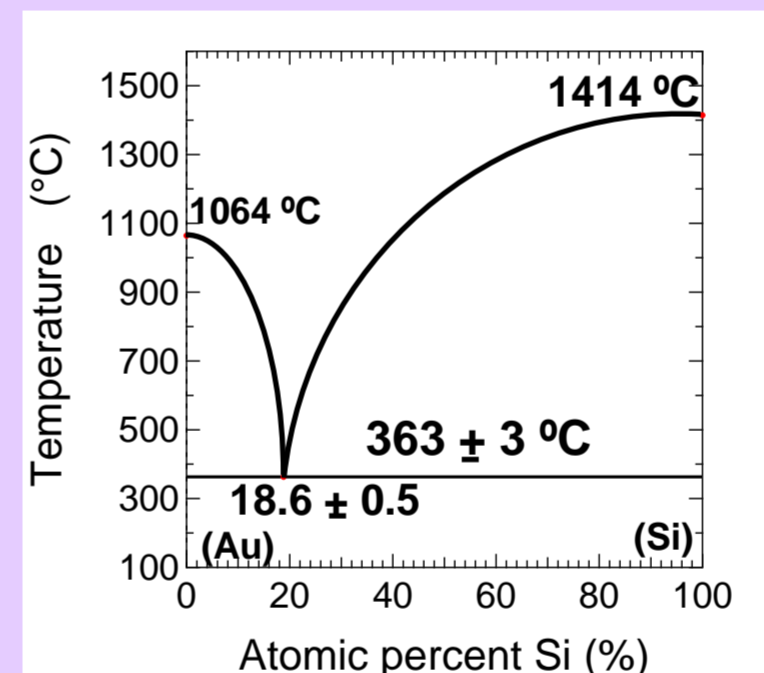
### 光電子顕微鏡：固体表面の反応過程を追跡し解明する

固体の表面反応に関する研究を行っている。例えば、現代エレクトロニクスに必要な不可欠なシリコンと金からなる化合物の分解過程を調べた研究がある。この化合物がわずか200°Cで金とシリコンに分解すること、また、その際に表面は金で覆われ、シリコンは表面では全く検出されないということを明らかにした。

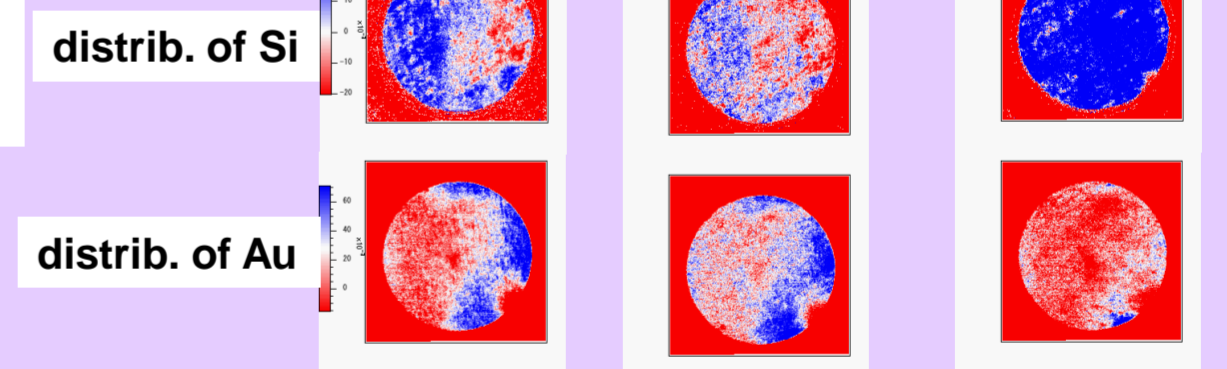
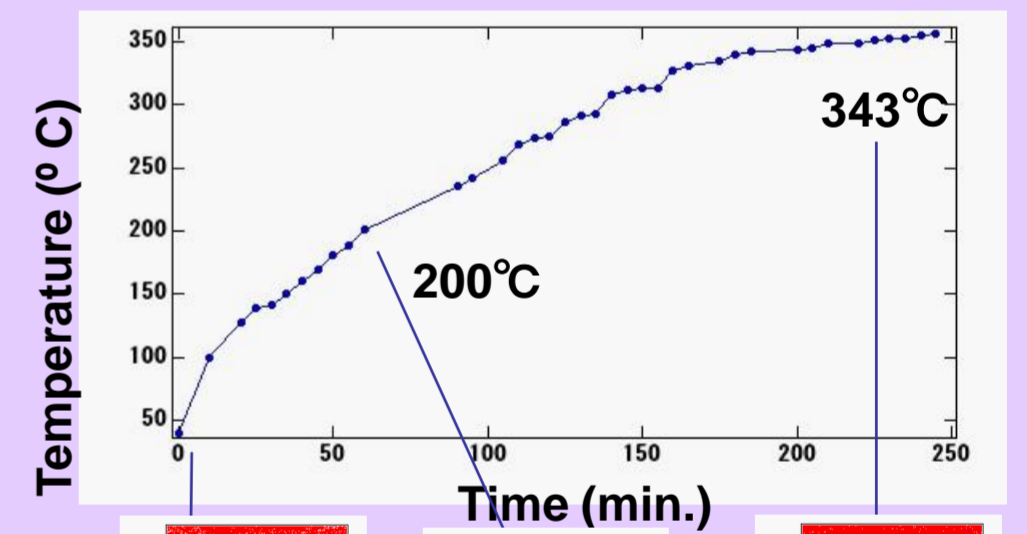
#### 研究例

- ・金-シリコン系における準安定相の熱分解過程に関する研究
- ・アルカリ金属とTiS<sub>2</sub>の間における表面反応に関する研究
- ・金属-半導体界面の電子状態に関する研究

AuSi 化合物表面におけるAuとSiへの分解過程とその分布



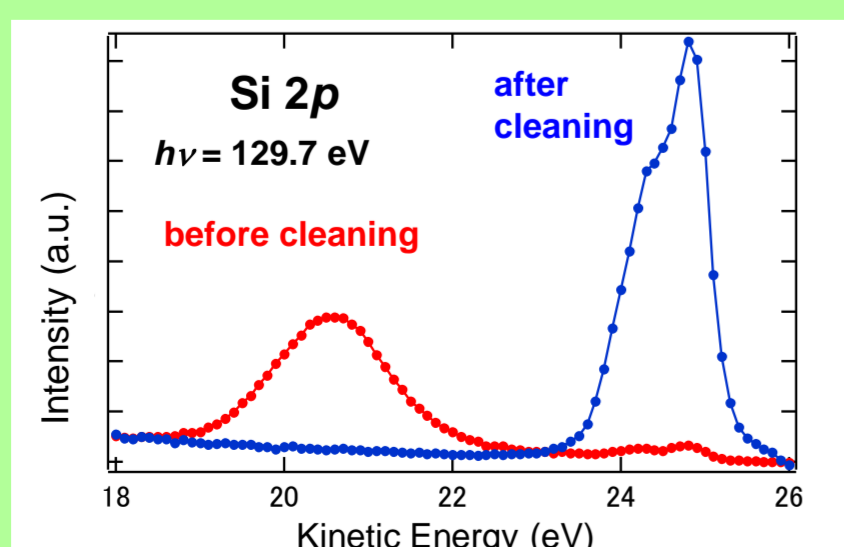
AuSiの相図



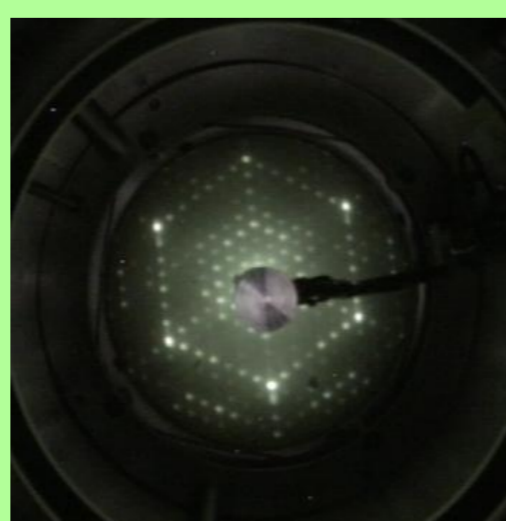
AuSi 化合物表面の光電子顕微鏡像

### 教育：大学院生を対象にした放射光実習

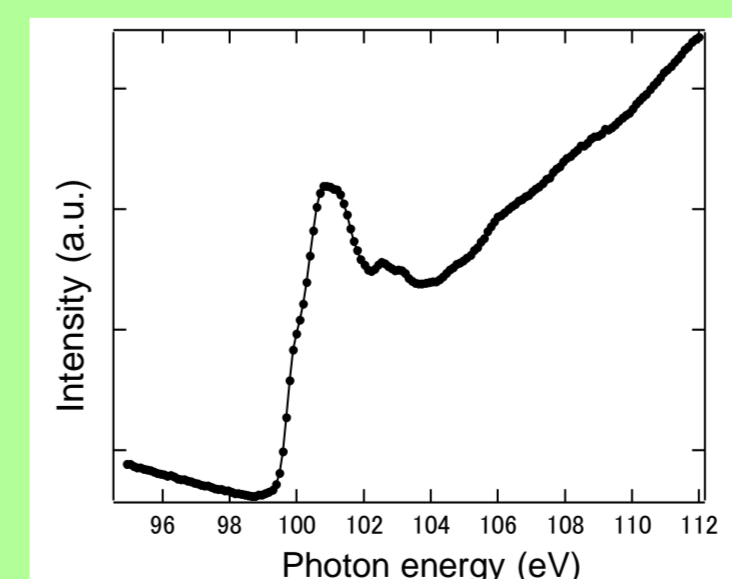
2006年度より岡山大学大学院自然科学研究科院生を対象とした実習教育を行っている。実習では、最先端の物質科学の研究を通して、放射光を利用した研究を行う上で必要な知識と技術の習得を目的としている。院生は3-4名1グループとなり、1泊2日のコースで放射光施設や放射光の仕組み、また現代エレクトロニクスの根幹物質であるシリコンを対象にして真空工学や表面分析法として光電子分光測定や吸収測定を学んでいる。毎年30名程度の院生を受け入れ実習を行っている。



表面清浄化前後のシリコンの光電子分光スペクトル



表面清浄化後のシリコンの低速電子線回折像



表面清浄化後のシリコンの吸収スペクトル



シリコン表面の光電子分光および吸収測定実習の様子

共同利用：2007年度後期より岡山大学内研究者対象に共同利用を開始しました。第1回目は11件の共同