

## 19a-A3-9

## Yb ファイバーレーザーを用いた時間分解光電子分光用深紫外パルスレーザーの開発

## Deep ultraviolet pulsed Yb-doped fiber laser system for time-resolved photoemission spectroscopy

東大物性研<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup> °乙津 聡夫<sup>1,2</sup>, 小澤 陽<sup>1,2</sup>, 石田 行章<sup>1,2</sup>, 辛 埴<sup>1,2</sup>, 小林 洋平<sup>1,2</sup>ISSP, The Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, JST-CREST<sup>2</sup>, °Toshio Otsu<sup>1</sup>, Akira Ozawa<sup>1,2</sup>, Yukiaki Ishida<sup>1,2</sup>, Shik Shin<sup>1,2</sup>,Yohei Kobayashi<sup>1,2</sup>

E-mail: otsu@issp.u-tokyo.ac.jp

物質内のフェルミエネルギー近傍の電子状態は物性に大きく関与しており、その電子状態を光電子分光法を用いて詳しく調べることは物性を理解する上で重要な手掛かりとなる。従来放射光光源が光電子分光に広く用いられてきたが、近年狭線幅かつ高い空間コヒーレンスを持つ紫外レーザー光が、フェルミエネルギー近傍の高分解光電子分光に適した光源として注目されている。今回我々は Yb-ファイバーレーザーとファイバー増幅器を用いて光電子分光用深紫外光源の開発を行った。光電子分光においては十分な光子エネルギーをもつ短波長の励起光が必要となるが、その深紫外光への波長変換を効率よく行うためにはパルスレーザーが適している。一方で、パルス強度の高すぎる紫外光を用いると光電子間のクーロン反発による space charge 効果によりエネルギー分解能が悪化する。従って高分解光電子分光にはパルス強度を抑えつつ十分な平均パワーを得ることのできる高繰り返し光源が適していると言える。今回、繰り返し周波数 200 MHz、パルス幅 100 fs、平均出力 80 mW のイッテルビウム(Yb)ドープファイバーをゲイン媒質にしたモード同期レーザーを用い、ファイバー増幅器により 2 W まで増幅したうえで紫外光への波長変換を行った。波長変換は基本波 (1060 nm) → 2 倍波 (530 nm)、2 倍波 (530 nm) → 4 倍波 (265 nm)、基本波 + 4 倍波 → 5 倍波 (212 nm) という 3 つの過程を用い、最終的に 5 倍波の平均強度としては 0.3 mW が得られた。波長変換の非線形結晶としては BBO 及び LBO を用いた。高繰り返し光源を用いた光電子分光における space charge 効果の影響を調べるため、Au の光電子分光を行った。光電子分光器には VG Scienta 社 R4000 を用い、総合分解能は 30 meV と見積もられた。再生増幅 Ti:Sa パルスレーザーを用いた 210 nm、250 kHz の低繰り返し光源に比べて space charge 効果は約 1000 分の 1 に小さくなり、より高い平均パワーの励起光を用いて高い信号強度の光電子分光が可能となる光源であることが確かめられた。最終段の和周波発生で用いた基本波の残り光は 300 mW 程度あり、これを時間分解光電子分光のポンプ光として使用することができる。このシステムを用いて実際に Bi の時間分解光電子分光を行った。サンプル温度は 10 K である。フェルミエネルギー近傍のエネルギースペクトルおよび、非占有側 ( $E-E_F \geq 10\text{meV}$ ) の電子数をプローブ遅延時間の関数として図 1(a)、(b) に示す。フェルミエッジ近傍のポンプ光による高速な電子分布の過渡変化が観測され、また図 1(b) の信号の立ち上がりから少なくとも 1 ps 程度の時間分解能が得られていることが分かる。現在、エネルギー分解能は光源のスペクトルバンド幅 (約 30 meV) で制限されており、これを改善するため平均強度を大きく損なわずにより狭帯域な紫外光を発生できるか検討中である。

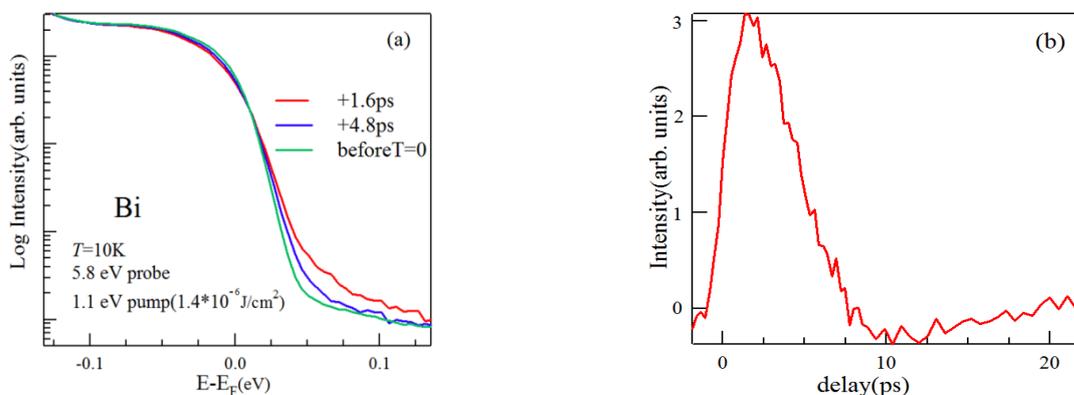


図 1 Bi の時間分解光電子スペクトル  
(a)フェルミ準位近傍の時間分解光電子スペクトル (b)非占有側の ( $E-E_F \geq 10\text{meV}$ ) のスペクトル強度の時間変化