

## 充填スクッテルダイトのバルク敏感光電子分光

阪大基礎工,<sup>A</sup>神戸大理,<sup>B</sup>都立大院理,<sup>C</sup>室蘭工大工,<sup>D</sup>阪大産研

今田真, 山崎篤志, 榊田哲男, 関山明, 難波孝夫<sup>A</sup>, 菅原仁<sup>B</sup>, 松田達磨<sup>B</sup>, 佐藤英行<sup>B</sup>,  
関根ちひろ<sup>C</sup>, 城谷一民<sup>C</sup>, 播磨尚朝<sup>D</sup>, 菅滋正

近年、高エネルギー分解能の軟 X 線放射光が得られるようになったことで、高分解能バルク敏感光電子分光が可能となってきた。すなわち従来の 20-100 eV 前後の光を用いた高分解能光電子分光では光電子の平均自由行程が約 5 Å と非常に表面敏感であった。これに対し最近整備された SPring-8 BL25SU で最高 80 meV の分解能で行える 1 keV 前後の光を用いた光電子分光では光電子の平均自由行程が十数 Å とバルク敏感性が増している。さらに Ce や Pr といった軽希土類ではバルクの 4f 励起スペクトルを他の軌道からのバルク光電子スペクトルと定量的に分離するために、希土類 3d 内殻→4f 光吸収領域 (光エネルギー  $h\nu \sim 900$  eV) での共鳴光電子分光を行う。

充填スクッテルダイトのうち重い電子状態が示唆されている  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$ , 金属絶縁体転移が見られる  $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ , 重い電子系超伝導が示唆されている  $\text{PrOs}_4\text{P}_{12}$  を中心に研究しているが、本講演では  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  と  $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$  を取り上げ、今後の課題を述べる。

$\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  のバルク Pr 4f スペクトルの特徴は、フェルミ準位付近( $E_F$ )の強度が他の Pr 系 ( $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ ,  $\text{PrRu}_4\text{Sb}_{12}$ ,  $\text{PrB}_6$ , Pr-metal など)のそれと定性的に異なることである。すなわち  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  の Pr 4f スペクトルは他の系のそれに比べ  $E_F$  直下の強度が顕著に強い。Ce 系では近藤系においてのみ  $E_F$  直下の Ce 4f スペクトル強度が強くなる「近藤共鳴」が知られている。従って  $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  で  $E_F$  直下に見られた強度の増大も近藤共鳴であると考えてよく、この系の重い電子的振る舞いとよく対応している。今後 Pr 4f スペクトルの温度変化を測定すること、理論計算との比較をすることなどが課題であり、これらを通して Pr 系として始めて観測された近藤共鳴の発現機構や、 $\text{PrFe}_4\text{P}_{12}$  について提案されている四重極近藤効果の検証が行えると考えられる。

一方、 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$  の金属絶縁体転移前後において、赤外スペクトルにおいては顕著な差が見られているが、光電子スペクトルにおいては有意な差を得るにいたっていない。すなわち、バルク敏感な  $h\nu \sim 900$  eV 領域でのエネルギー分解能 100 meV の測定において、Pr 4f スペクトル、価電子帯スペクトルともに転移前後の差が見られなかった。光電子の平均自由行程は、 $h\nu \sim 20-100$  eV で極小であるが、 $h\nu \sim 10$  eV より低エネルギーにすると再び増大してバルク敏感になる。この領域で  $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$  の光電子分光を行えば、エネルギー分解能が 5 meV を切るほどまで向上することも利用できるため、金属絶縁体転移前後のスペクトル変化が見られると期待される。