

## Dense Kondo Effect가 광학적 성질에 미치는 영향

권용성

성균관대학교 이과대학 물리학과

최근 f전자계(rare-earth화합물, actinide화합물)에 나타나는 valence fluctuation이라고 불리우는 이상현상에 상당한 흥미가 집약되었다. 그 중 전형적인 예로써 dense Kondo state라고 불리우는 상태로서, 고온에서는 물성에서 가장 전형적인 다체상태의 하나로서 알려진 불순물 Kondo상태의 모임과 같은 성질 즉 비저항이  $-\ln T$ 에 비례하는 현상을 나타내고, Kondo결합 에너지보다 낮은 저온영역에서는 급속히 coherence가 발달해서 Kondo lattice라고 불리우는 새로운 다체상태로 이동한다. 그것에 의해 f전자는 전도전자와 함께 결정내를 움직이는 상태가 되어 통상전자의 수백-수천배에 달하는 무거운 질량을 갖는 Heavy Fermion상태가 된다.

1980년대 이후 이 dense Kondo effect를 나타내는 물질들에 대한 전기적·자기적·열적연구가 급속히 진행되었다. 그리고 광학적 연구로서 XPS연구 또한 시도되었으나 dense Kondo state를 밝히기에는 분해능이 너무 나쁠 뿐만 아니라 저온측정에 대한 문제점 등이 있어 좋은 결과를 얻지 못했다. 본 연구에서는 분해능이 매우 좋은 원적외선·적외선 영역의 반사율을 저온에서 측정해, dense Kondo effect가 광학적 성질에 미치는 영향을 보기 위해 전형적인 dense Kondo물질인 CeSb, CeBi와 reference로써 LaSb를 선택해 연구가 이루어졌다.

본연구에 사용된 시료는 W-crucible을 사용한 진공 closed system의 Bridgeman방법으로 성장시킨 단결정이다. 이 물질들은 공기중에서 산화가 급속히 이루어지므로 고진공 cryostat내에서 벽개한 [100]면을 입사면으로 사용하였다. 원적외선·자외선영역에서는 일본 분자과학연구소의 UVSOR을 이용하였다. 적외선영역은 HITACHI사의 IR345T 분광기를 이용하였고 가시·자외영역은 Carl Reiss사의 분광기를 이용하였다.

이들 시료에서 약 0.4eV보다 낮은 에너지영역에서 자유전자에 의한 광흡수가 관측되었다. 이것에 관한 해석에는 Drude model이 있으나 band의 distortion, 자유전자의 scattering에 의한 효과등을 무시한 것으로부터 이전부터 많은 문제점이 지적되었다. 그래서 문제점을 고려해서 해석한 결과 실온에서는 자유전자에 의한 광흡수는 Drude model에 의해 해석되나 저온에서는 이 모델로서는 설명할 수가 없었다. 그래서 f전자가 없는 통상의 반금속인 LaSb에서는 자유전자와 phonon과의 scattering에 의한 relaxation time( $\tau$ )의 역수인 damping energy( $\Gamma$ )가  $\omega^3$ 의 에너지 의존성을 고려해서 해석을 했고 Heavy Fermion인 CeSb과 CeBi에서는  $\Gamma$ 가  $\omega^2$ 의 에너지 의존성을 고려해 해석을 했다. 반사율로부터 Kramers-Kronig 변환식을 사용해 얻어진 광학전도도를 이 결과로부터 재현시킬 수가 있었다. 이 해석으로부터 얻어진 parameter들은 다른 물성 실험결과와 consistent했다.