

SOR物性研究の現状と将来

物性研 神 前 熾

シンクロトロン放射の光源としての特徴を活かして従来未開拓であった真空紫外から軟X線(10~1,000 eV)の分光学的研究が盛んに行われるようになったのは最近の10年のことである。しかしこの分野の発展はめざましく、すでに初めの「創業期」から現在の「拡張期」を経て将来の「第二世代」へと向っている。1970年代の創業期では未知の波長域での吸収スペクトルによる光遷移の同定が主な研究であった。ついでエネルギー的にも軟X線から硬X線への拡張がなされ、また研究内容においてもEXAFS、光電子分光など内殻電子準位を始状態とする光遷移にともなう各種の多電子効果の研究を通じて予期以上の発展がなされた。最近の成果としては高分解分光手法をもちいた内殻励起子の同定、光電子分光スペクトル(EDC)にみられる共鳴光電子放出、角度分解光電子分光法にみる価電子帯エネルギーバンドのマッピングなどがあげられよう。しかしこれらの研究は「物質の光に対するレスポンス」の観点からすれば、ほんの一部分にすぎない。光励起によって物質の基底状態から励起状態にうつる遷移(一次過程)についてみても、多くの物質の吸収・反射スペクトルを通じての研究がなされた一方、光散乱などの多光子過程についてはほとんど手をつけられていない現状である。

励起状態が基底状態へもどる過程(二次過程)においては状況は更に深刻で、内殻励起状態の放射緩和についての研究がスタートしたばかりの現状である。一方、非放射緩和過程はとくに励起電子と格子系との相互作用がからんだ多くの興味ある物理が期待されるがSOR分光での研究は極めて稀れである。例として説明した固体ネオンでの「自己束縛励起子泡」(STE bubble)の成長と相互転換や光励起状態のSTE発光を経由する緩和については実験からかなり明瞭な描像が得られているが、これらはむしろ例外で同様に単純な絶縁体であるアルカリハライドや銀ハライドなどのイオン結晶での励起状態緩和過程については定性的にも不明の点が多くのことされている。

このように列挙した諸研究のスタートが出おけている理由は簡単で、「現在のSOR光源では光がまだ弱い」ことにつきる。SORはたしかに「短波長域の連続光源としては強力」で他に類がない。しかしSORを分光化した単色光強度はせいぜい 10^{12} photon/cm²・sec 程度でレーザーなどに比べればはるかに弱いのが現状である。これらの難点を突破するために将来の「新世代SOR光源」を目標とする開発研究が世界的規模ですではじまっている。物性研SOR将

森 雄造, 大倉 潤

来計画では, マルチポールウィグラーやアンジュレーターによる SOR 光の干渉効果を利用して, すくなくとも現状の 10^3 倍以上強力な高輝度単色光励起による物性研究の実現を第一目標とし, さらに短波長領域での波長可変レーザーとしての自由電子レーザーに向っての開発研究をめざしている。SOR 物性研究の従来の発展をふり返ってみても, 光源の輝度や時間構造における性能向上が新しい研究と新しい物理の展開に寄与したのは明白な歴史的事実である。現在計画中のこれら「新世代光源」が実現したあかつきには現在予想し得る以上の研究の発展が確実に行われるであろう。

共鳴二次発光による F 中心の格子緩和過程の研究

大阪市大・工 森 雄 造
大 倉 潤

アルカリハライド結晶中の F 中心の捕獲電子は, 水素原子模型で近似的に表現され, 格子と強く結合している。F 中心を共鳴光励起すると, 格子緩和の過程にラマン散乱, ホットルミネッセンスを生じる。これらは, 緩和後の (通常) 蛍光を含めて, 「共鳴二次発光」と呼ばれる。F 中心を直線偏光レーザー光で共鳴励起した時起る共鳴二次発光及びその励起光との偏光相関を, 全ストークス領域に亘って測定し, 格子緩和過程を調べた¹⁾。

図 1 は, 二次発光の励起偏光と平行な成分 $I_{||}$ の強度スペクトルである。同時に測定された垂直成分 $I_{\perp}$ から計算された直線偏光度 $P = (I_{||} - I_{\perp}) / (I_{||} + I_{\perp})$ による偏光相関スペクトルを, 図 2 に示す。ここで母体結晶は KCl, 温度は 80 K, 励起波数 k_r は 19436 cm^{-1} である。図中横

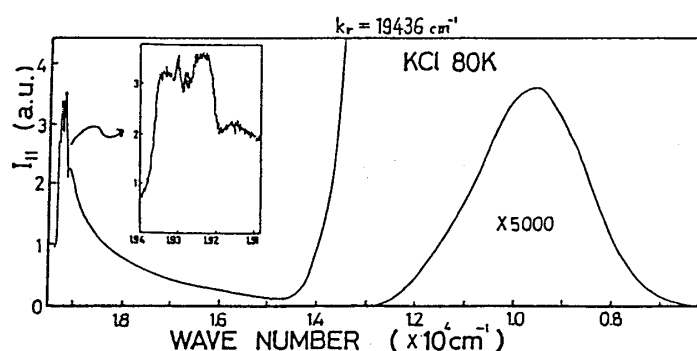


図 1

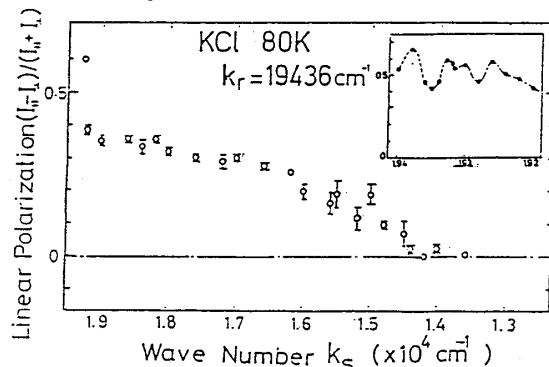


図 2

軸は, 二次光波数 k_s を示す。偏光相関は, フォノンを 1 個, 次いでさらに 1 個散乱する過程等で, 合せて 40 % 迄減少した後, 広い波数範囲に亘ってプラトー状にほぼ一定値を保ち, 蛍光