

タンDEM励起による高励起状態研究へのフェビトロンを利用

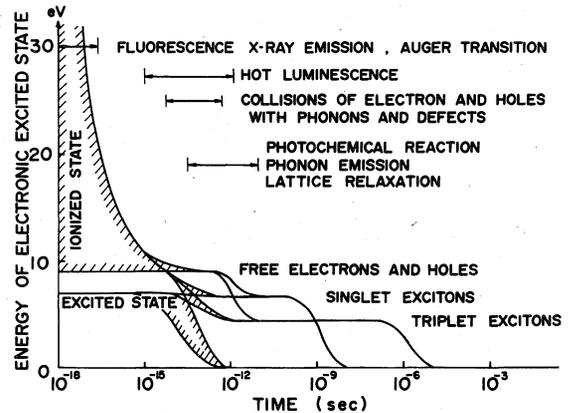
中山斌義 西堂雅博 鄭台洙 樋口政広 中川和道 田代尚 藤原俊平 平野泰敏  
伊藤憲昭 名古屋大学工学部原子核工学科

物質中における高い励起状態の構造、高励起状態からのエネルギー放出過程及び高励起状態における化学反応等の研究が最近盛んになりつつある。これらの高エネルギー励起状態を作るには、通常S O R等の短波長の高強度光源が利用されている。本講演ではフェビトロンを用いたタンDEM励起、即ち、フェビトロンからの電子線により作った励起状態を、更に他の光源で励起する事により、高濃度・高エネルギー状態を作り出す手法、及びそれを用いた研究について述べる。

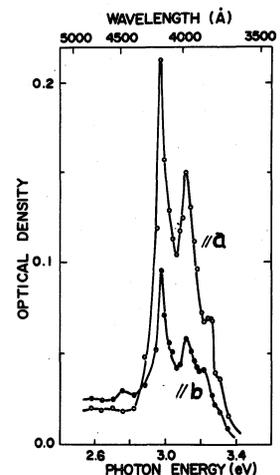
物質(結晶)に高エネルギーの光又は放射線が照射された時、電子のエネルギー状態が時間と共に如何に変化していくかを概念的に示したものが図1である。図中の矢印は $10^{10}$ 秒以前に電子がエネルギーを失っていく過程のおよその時間範囲を示している。始め電離状態にあった電子及び正孔は、図中のエネルギー放出過程を経て、最終的には一重項又は三重項励起子となる。これらは一般に、蛍光・燐光等を放出してそのエネルギーを失うが、その寿命は $10^9 \sim 1$ 秒程度の大きな値を持つ。従って電子線パルスと同期して光パルスを照射する事により、これらの励起状態を選択的に励起することが出来る。この励起に伴う光吸収係数の測定、発光の変化、光化学変化等の測定により高励起状態の性質についての知見が得られる。

一例として、ナフタリン単結晶で観測された室温での過渡的光吸収スペクトルを図2に示す。415 nmにある強い吸収帯といくつかの振動構造が見られる。415 nmの位置は、ナフタリン分子における最低三重項状態( ${}^3B_{2u}^+$ )から高い三重項状態( ${}^3B_{1g}$ )への遷移エネルギーと一致しており、更に、この吸収帯の減衰と遅延蛍光測定によって得られる三重項励起子の減衰とが一致している事から、図2の吸収帯が三重項励起子間遷移によるものである事が判る。更に、低温において415 nmの吸収帯を詳細に観測すると、78 Kまではその形に差異はないが、25 Kでは顕著な変化が現われる。この結果から、図2の吸収帯が、 $T_1$ 励起子から $T_3$ 励起子へのバンド間遷移である事が判り、 $T_3$ 励起子帯の状態密度や、その幅を知る事が出来た。

フェビトロンを用いたタンDEM励起の特徴は、基底状態からの遷移が禁制である励起状態を、一様且つ高密度に作り出す事が出来、直接励起では得られない知見が得られる事である。更に、高出力タイレーザーを用いれば、特定の励起状態を選択的に作り出す事が出来、放射線化学反応・ホットルミネッセンス・格子緩和・自動電離レベル等の知見を得る事が出来る。



【図1】電子励起状態のエネルギー放出の概念図



【図2】ナフタリン単結晶におけるT-T吸収