

高励起超短時間物性の現状と将来

「ピコ秒パルスレーザーの物性研究への応用」

講師 電総研 黒田 寛 人

物性物理がトランジスター以後産業界への寄与を余りしていない現状を考えると、これまでの趣味的な研究体制に対する改革がせまられている。物性物理学がこれまでに作り上げてきた学問体系、技術、考え方は国民が希求している技術開発への道を開くであろうし、境界領域に適用することによって新しい学問を形成できるだろう。前者の技術開発としては、高温超電導体、レーザー核融合、super LSI 等があげられる。これらの技術開発を目差して研究を進めることが物性物理の1つの道として考えられる。

ピコ秒パルスレーザーを用いた物性研究は物性と量子エレクトロニクスの境界領域に関する研究であり、またピコ秒パルスレーザーの技術をさらに高度化して、より大出力、短時間のレーザーを作ることによってレーザー核融合の可能性も出てくる。

ピコ秒光パルスの特徴は①超短時間、②高ピーク光電場であり、①としては各種の緩和現象など励起状態における速い過渡現象の動的様相や超短寿命の化学種の測定、②としては多光子過程などの非線形光学への応用が考えられる。

ピコ秒パルス光は非線形効果を利用して測定する。2次の非線形効果としては、SHG（2倍高調波）、DC電場、差周波光、和周波光の発生があげられる。また3次の非線形効果としては、THG（3倍高調波）、非線形屈折率、stimulated Raman Scattering があげられる。

ピコ秒光パルスのもつ特徴を積極的に固体物理に導入したものとして、半導体の高密度励起子のボース凝縮と動的挙動の研究がある。半導体の励起子は近似的にボース粒子とみなされ、極低温で高密度に生成させると、ボース凝縮を起こすことが期待される。CdSeを1.8 K～4.2 K でNd³⁺ガラスレーザーよりのピコ秒パルス光（7 ps，700 MW）で2光子吸収で励起し $k=0$ 状態に凝縮した励起子分子からの鋭い発光線を観測し励起子分子がボース凝縮を起こしている事がはじめて見出された。

ピコ秒パルス光を用いて他の分野での研究の可能性はある。分子化学や生理学でも応

用が望まれる。高調波を次々に発生させて真空紫外，軟 X 線領域までエネルギーを上げ SOR にかわる光源を作るのも可能である。

物質と光の状態を同時に考慮しなくてはならない現象がある。これらの現象は固体物理と量子エレクトロニクスの境界領域をなすもので，SIT (self induced transparency)，superadiance 等があげられる。未だ殆んど実験事実もなく，これからの発展が期待される。

最後にまだ実現の見通しはたっていないが，X 線レーザーが完成すれば，医学への応用も考えられるし，レーザー機融合も夢ではなくなる。

文責 阪大理 中 田 博 保