

研究課題名 「X線自由電子レーザーを用いたワイドギャップ系固体分光計測システム」

実験責任者 猿倉信彦

所属機関 大阪大学レーザーエネルギー学研究センター

参加者氏名

清水 俊彦、中里 智治

実施内容

ワイドギャップ系固体時間分解分光計測システム構築を行うための計測器接続機構を開発する。

本文

我々は本研究課題において将来的な SACLA での固体時間分解分光計測システムの開発を目指した研究を行っている。今年度は SCSS 試験加速器を使用して真空紫外領域も計測できるような固体時間分解分光計測システムの開発を行った。

我々が従来行っていた固体分光計測は可視光・紫外光を主に対象としたものであるが、今回はより広範な固体物性計測のために真空紫外ストリークカメラシステムを導入した。SCSS 試験加速器の実験系に真空状態で接続するのに必要な部品を設計しそれを用いた計測システムの構築を行った (図 1)。

ワイドギャップ系の材料は青色ダイオードの例を挙げるまでもなく、世間的にも注目度は高い。窒化物やフッ化物系のワイドギャップ材料は短波長発光デバイスやシンチレーターなど多くの物性研究者・材料開発者にとって興味深い研究対象である。広いバンドギャップを持つ固体の直接遷移を起すにはより高エネルギーの光子を必要とする。X線という短波長の光を用いることで、容易にそれらの固体よりの発光計測が可能となる。ワイドギャップ系の発光は短波長となるため今回導入したような真空紫外光まで対応した計測システムは必須となる。

一般的な紫外～可視光領域観測用のストリークカメラは光電面窓材に UV ガラスが使われており、また入力光学系にも UV ガラスを材料としたレンズが使われている。この真空紫外ストリークカメラシステムは我々が

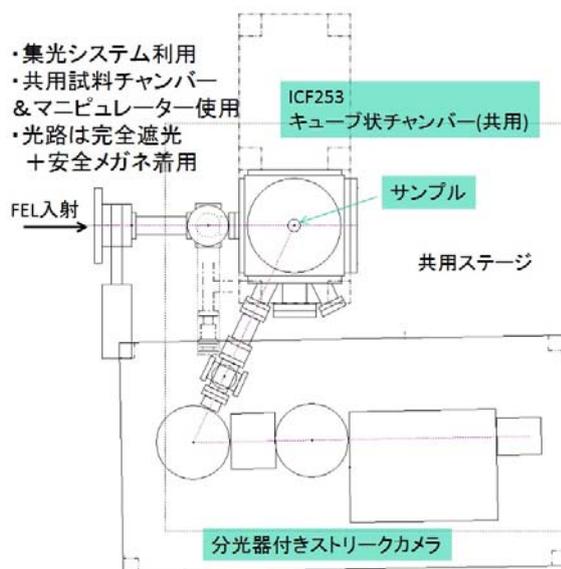


図 1 実験配置図

開発したものであり、光路を真空にするとともに入力窓材を MgF_2 にし入力光学系にレンズを使わないで反射型光学系にすることで高い時間分解能を持つ真空紫外用時間分解分光装置（図2）が実現している。



図2 真空紫外ストリークカメラシステム

また、空紫外光を扱うため、光路は発光の集光を含めた全てを真空中に置く必要がある。真空に保ったまま光路の調整ができるような操作システムも導入することで、簡便なアライメントを実現した。

今年の本システムの試験として、フッ化物系の試料を何種類か計測した。これらの試料は真空紫外レーザーやLEDといった光学デバイス候補材料である。代表的な結果を図3に示す。図3に上げた以外にも複数種の試料の発光寿命計測に成功しており、特に直接遷移を期待させるようなものの観測も行なっている。また、固体以外にも気体ターゲットの実験も行なっており、こちらでも興味深い結果を得ることができた。

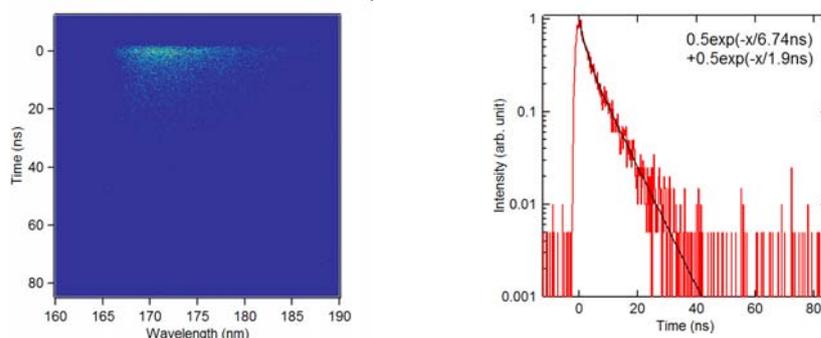


図3 $\text{Nd}:\text{LaF}_3$ のストリーク像（左）と時間プロファイル（右）

以上のように、本研究により、SCSS 試験加速器を使用した固体分光計測システムの構築に成功したといえる。さらに気体ターゲットでの計測も成功させたことから、本システムの汎用性も示すことができた。これらの結果を参考として、将来的な SACLA での汎用的な高分解能固体時間分光システムの建設に繋げていきたい。