

S ライン汎用分光器

General purpose μ SR Spectrometer at S-line

小嶋健児・KEK 物構研ミュオン

J-PARC MUSE のパルスミュオン源は、世界最高強度を更新している。この強力なミュオン源に、世界中のどのミュオン施設も持っていない特長ある汎用 μ SR 分光器を開発し、測定に供することを計画している。

必要な試料サイズという意味で、 μ SR 法の誕生から今日まで、ダウンサイジングが続いてきた。誕生当時、数十グラムの試料が必要であった μ SR 法は、現在では、5~10 ミリグラム程度の試料でも測定が可能となっている。世界最高強度のパルスミュオン源に設置される S ラインは、必要試料の量に関してさらなるブレークスルーを引き起こす可能性を秘めている。S ラインに供給される毎秒 1.6×10^7 個のミュオンを用いて、1mm 角の試料 (~1mg) を 1 時間 18M イベントという十分な計数率で測定することが計算上可能である。測定に必要な試料サイズという意味では、これは放射光に匹敵し、大量合成が難しく少量試料の代表である有機材料の測定も十分可能になってくる。

一方、1/2 インチ基板 (約 1cm 角) の試料など、通常サイズの試料に関しては、発生する陽電子イベントを十分な分割数の陽電子検出器で受けないと、数え落としによるスペクトル歪みが生ずる。典型的なダブルパルス分解能 ~10ns を持つ回路系でスペクトル歪みを 1% に抑さえようとする、25% の立体角を持つ陽電子検出器を 1 万チャンネル程度に分割する必要がある。この分割数を現実的な費用で実現するためには、近年実用に供され始めた安価な半導体ベースの光検出器を用いる必要があるが、2012 年に行った既存 μ SR 分光器 (D Ω -1) の増強を通じて、検出器も目処が立っている。上記のような低雑音・高レート耐性の高い μ SR 分光器が完成すれば、通常サイズ試料の計測レートは毎秒 0.5M イベント、1 分足らずで 15M イベントの統計量をためることができる。現在、同じ統計量をためるのに 30 分~1 時間程度の時間がかかっており、このような短時間測定の可能な μ SR 分光器は全世界どのミュオン施設を見ても未だ存在しない。この完成により物質開発研究へ μ SR が与える情報は量のみならず質も飛躍的に進展すると期待される。

上記の汎用 μ SR 分光器の開発は、物構研ミュオン S 型課題として、共同利用実験審査委員会で一次採択され、具体的な設計段階へと進んでいる。