

パルスイオンビームを用いたシンチレーション観測

Observation of Scintillation under Pulsed Ion Beam Irradiation

東北大¹, JAEA高崎² ○越水 正典¹, 田口 光正², 倉島 俊², 浅井 圭介¹Tohoku Univ.¹, JAEA²○Masanori Koshimizu¹, Mitsumasa Taguchi², Satoshi Kurashima², and Keisuke Asai¹

E-mail: koshi@qpc.che.tohoku.ac.jp

【緒言】多くの熱中性子検出用シンチレータでは、 (n,α) 反応により生じる α 線によりシンチレーションが生じる。 α 線により固体中で生じる電離や励起状態の空間的密度は、 γ 線や電子線の場合と比較すると非常に大きい。そのため、励起状態間相互作用が生じ、シンチレーションスペクトルや減衰挙動に影響を与える。このことに基づき、この励起状態間相互作用の様相を、材料設計の観点から制御することが可能となれば、 γ 線の検出イベントと、 (n,α) 反応を利用した中性子の検出イベントとの、スペクトルや減衰挙動の差に基づいた弁別が可能となると期待される。このような材料設計を可能とするためには、励起状態間相互作用の様相を観測する手段が必要であり、中でも、シンチレーションのダイナミクスの観測が非常に重要となる。

α 線やイオンビーム励起によるシンチレーションダイナミクスの観測においては、いくつかのグループが、単一イオンおよび単一光子検出に基づく時間相関法を用いてこれまでに研究を進めている。あるいは、 α 線の検出信号波形の積算による手法も用いられている。本講演では、シンプルな手法として、パルスイオンビームを励起源として用い、発光の減衰挙動を観測した結果を報告する。

【実験】日本原子力研究開発機構高崎応用量子研究所の加速器施設 (TIARA) を用いた。AVFサイクロトロンより発生したパルスイオンビームを用い、測定を行った。用いたビームは、20 MeV H および 220 MeV C である。ここでは、イオン源においてゲートをかけ、さらに加速器で形成されたパルス列を間引くことにより、パルスイオンビームを実現した。加速器からのトリガー信号を用いてタイミングをとり、光電子増倍管 (R7400, Hamamatsu) を用いて検出した信号波形をデジタルオシロスコープにより記録し、減衰曲線を得た。この際、100回の検出信号を平均したものを、減衰曲線とした。

【結果と考察】図2および図3にそれぞれ、20 MeV H および 220 MeV C イオンを照射した際の、プラスチックシンチレータの測定結果を示す。半値幅が5~6 ns程度の曲線が明瞭に観察された。なお、20 MeV H では、トリガー信号と実際のビーム到着時刻との間の時間ジッターがやや大きいため、半値幅が大きくなった。この結果より、数ナノ秒以上の減衰寿命を有する成分であれば、その寿命を正しく求めることが可能であることが示された。

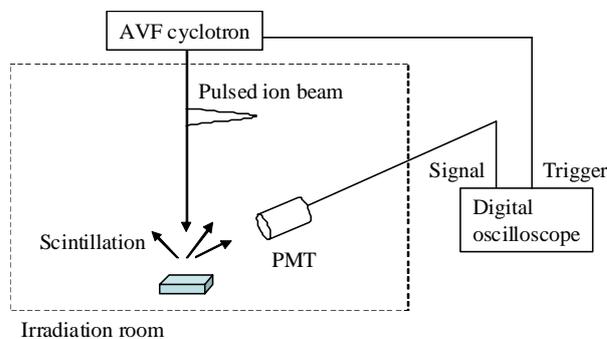


図1 測定系の模式図

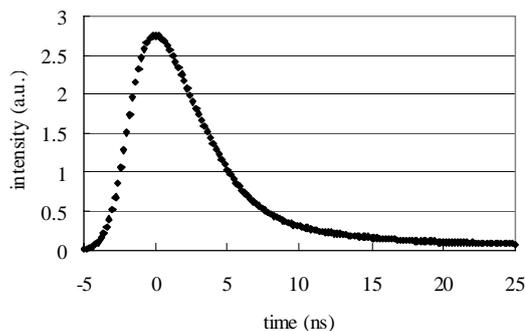


図2 20 MeV H 照射でのプラスチックシンチレータのシンチレーション時間プロファイル

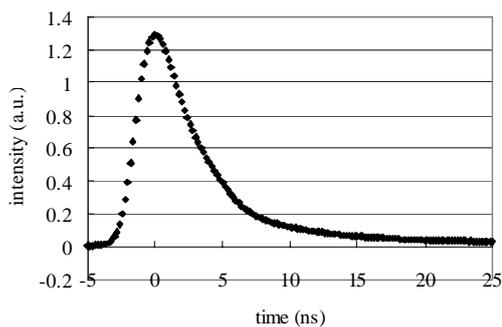


図3 220 MeV C 照射でのプラスチックシンチレータのシンチレーション時間プロファイル