

マイクロビームシステムの開発

松山成男、石井慶造、寺川貴樹、遠山翔、伊藤駿、笠原和人、佐多大地、関大輝

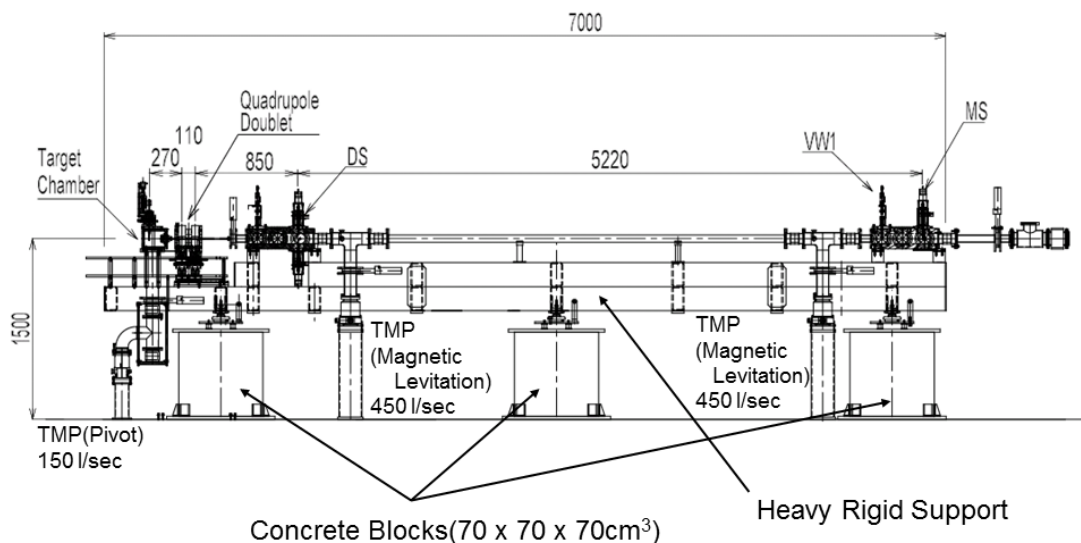
東北大学大学院工学研究科

1. 目的

現在開発中の波長分散型マイクロ PIXE システムにおいては、数ミクロン程度の分解能で十分であるものの数 nA 程度の大電流が必要である。既設のマイクロビームシステムは、分析電磁石も含めた複雑なビームラインであるため、ビームの損失が大きく、数 nA 程度の大電流を得るには、ビーム調整が非常に難しかった。そこで今回新たに大電流ビームを得ることが可能なマイクロビームラインを新たに開発した。

2. マイクロビームラインの設計

ビーム輸送コードである TRANSPORT と WinTRAX を用いて必要諸元を計算した結果、物点となるオブジェクトスリットから精密四重極レンズ入り口までの距離を 5.3m、レンズ出口からターゲット位置までの距離（ワーク長）を 22cm とすれば、縮小率は 1/8.6 と 1/35.8 となり、エネルギー分解能が 10^{-4} 台であれば、物点サイズを $8 \times 34 \mu\text{m}^2$ 、発散角を 0.2 mrad としたときに、 $1 \times 1 \mu\text{m}^2$ のビーム径がえられることがわかった。以前に開発したマイクロビームシステムは、サブミクロン系での使用を主眼としていたため、高分解能のエネルギー分析システムが必要であったが、以前の加速器電圧安定度の改良により、電圧安定度が 10^{-5} 台にまで向上したことと、1 ミクロン程度のビームを得るために必要なエネルギー分解能が 10^{-4} 程度であることをふまえ、高分解能エネルギー分析システムを設置せず、ビームラインを切り替えるために設置されているスイッチング電磁石で 15 度変更した後に新しいマイクロビームラインを設置した。図に開発したマイクロビームラインの外観図を示す。物点となるオブジェクトスリット(MS)、レンズに入射するビームの発散角を制限する発散制限スリット(DS)、ビーム集束を行う二連精密四重極レンズから構成される。MS は、直径 5mm のタングステン製のシリンダーで、前面は Ta とした。ボディは Mo 製とした。タングステンシリンダーに当たる熱負荷をさらに低減するために、マセライトで絶縁した Ta 製のプレスリットを配置している。発散制限スリットは 4 軸のタングステン製である。精密四重極レンズは、多重極成分の混入を防ぐため一体型とした。これらのスリットと四重極レンズは四重極レンズは、ポンプ等からの振動を防ぐため、長さ 7m の免震台の上に配置した。免震台は 3 基の $70 \times 70 \times 70\text{cm}^3$ のコンクリートブロック上に設置した。



作成者：松山成男