

NEW BEAM TRANSPORT SYSTEM FOR PARASITIC EXPERIMENTS

Hideaki ITO, Sachiko ITO, Osamu KONNO
Masamichi OIKAWA, Teijiro SAITO, Yosuke SUGA
Masumi SUGAWARA and Tatsuo TERASAWA

Laboratory of Nuclear Science, Tohoku University

ABSTRACT

A new beam line, which transports the electron beam from the second to the first experimental area of the Laboratory of Nuclear Science at Tohoku University, is under construction. The beam transport system consists of two M-Q-M non-dispersive 90° deflection systems and three straight sections, and has an overall length of about 80 meters. The beam line is used for the parasitic tagged photon experiments.

パラサイト実験のための新ビーム輸送系

1. はじめに

東北大学核理研では、150MeVパルスストレッチャー (SSTR) 完成以来、 $(e, e' p)$, $(e, e' n)$, 標識付光子による光核反応等の同時計数実験が盛んに行われており、原子核物理学の分野で成果をあげている。しかしSSTRは第二実験室に設置されており、SSTRからの連続電子線は第二実験室にのみ供給されるため、第二実験室の使用スケジュールが過密となり、マシンタイムの運用に支障が出始めている。また、各種の実験が同じスペースで行われるため、実験のたび毎に実験装置の設置と撤去をくり返さねばならず実験者への負担も大きい。これ等の問題を解決するために電子線の一部を第一実験室に輸送し第一実験室でも同時計数実験が行えるようにする案が出され、輸送路の建設に必要な経費が平成4年度の科研費で認められた。

現在、核理研で行われている同時計数実験は $(e, e' p)$, $(e, e' n)$ 等の電子散乱実験と標識光子を用いた光核反応測定の種類で、後者に必要な電子線強度は前者の $\sim 1/1000$ に過ぎない。したがって第二実験室で $(e, e' p)$, $(e, e' n)$ 等の実験を行った後の電子線の一部を第一実験室に導いて標識光子による実験を行うパラサイト実験が新輸送系の完成とともに可能となる。

2. 新ビーム輸送路

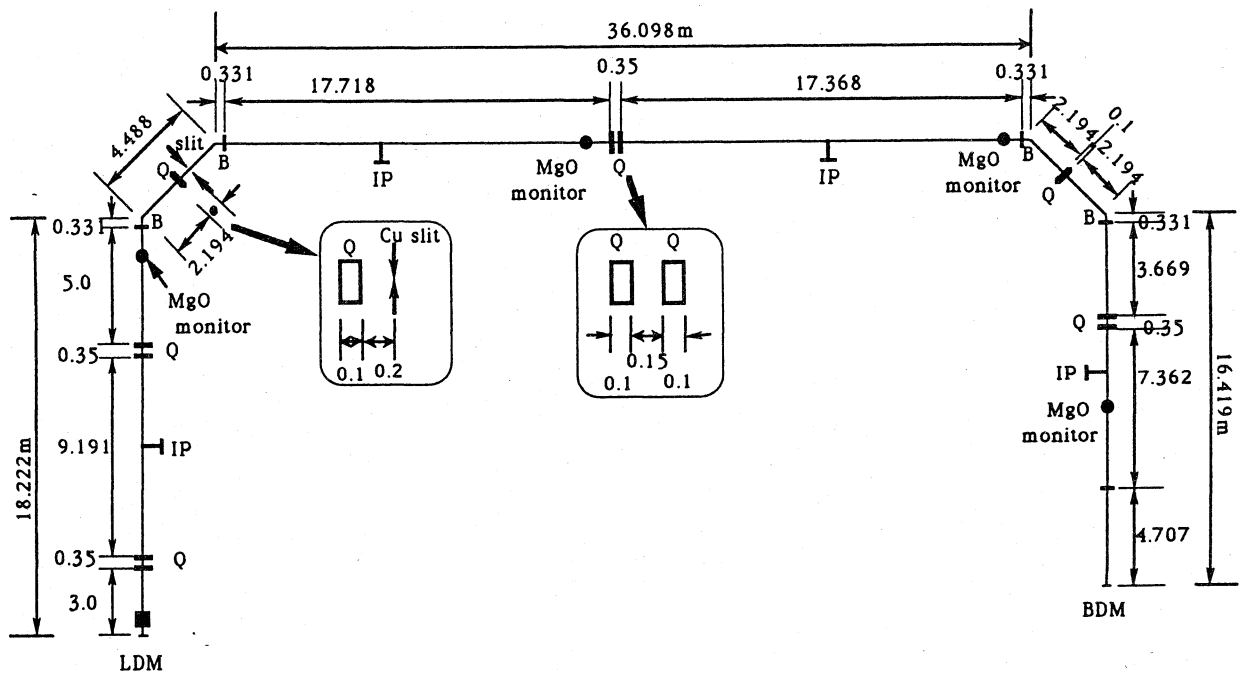
最高電子エネルギー130MeV、分解能0.1%のビームを無分散で第二実験室から第一実験室へ輸送する事を考える。第一実験室と第二実験室のビームダンプの間には、第一実験室ビームダンプ付近に標的を置いた (γ, n) 反応実験用のTOF測定路が通じており、第二実験室から第一実験室へのビーム輸送路として使用可能である。この輸送路の全長は約80mに達する。第一図に輸送路の概略を示した。本計画ではこの輸送路の全長を直径50mm ϕ のAl製ビームダクトで結ぶ。二箇所90 $^\circ$ 偏向系はM-Q-M無分散系を採用し、三つの直線部は各々Q-pair一台によりビームを輸送する。TRANSPORTを用いた計算によれば、エミッタンス $\varepsilon < 5\text{mm}\cdot\text{mrad}$ のビームをビームダクトに接触させずに輸送する事が可能である (第二図)。

3. M-Q-M無分散偏向系

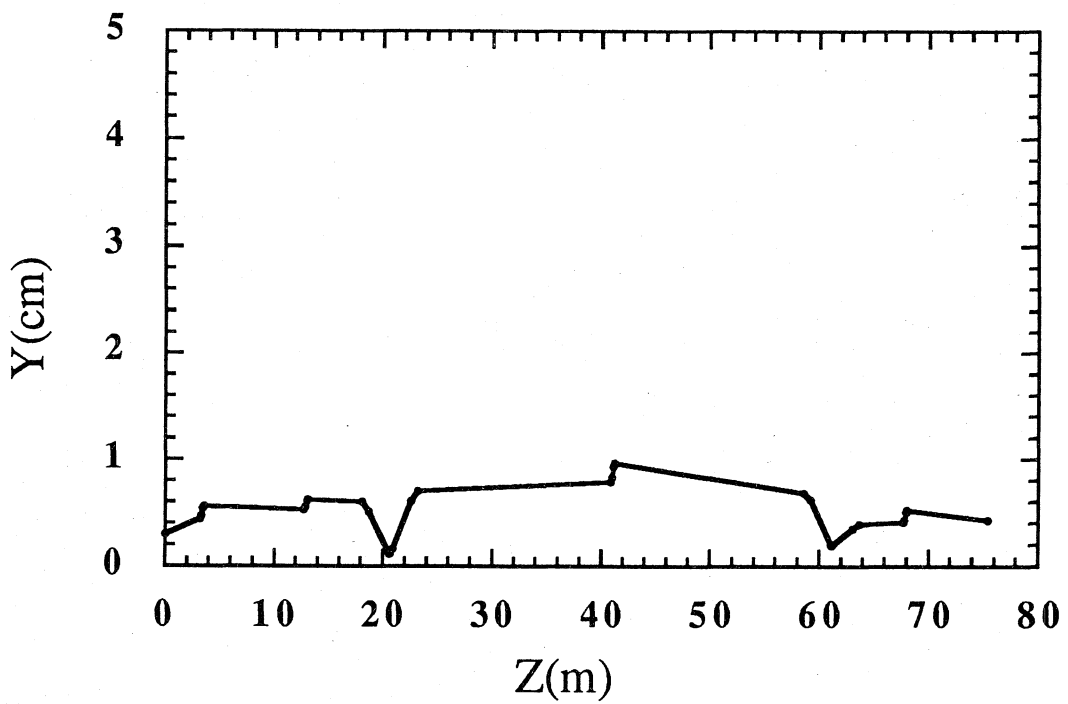
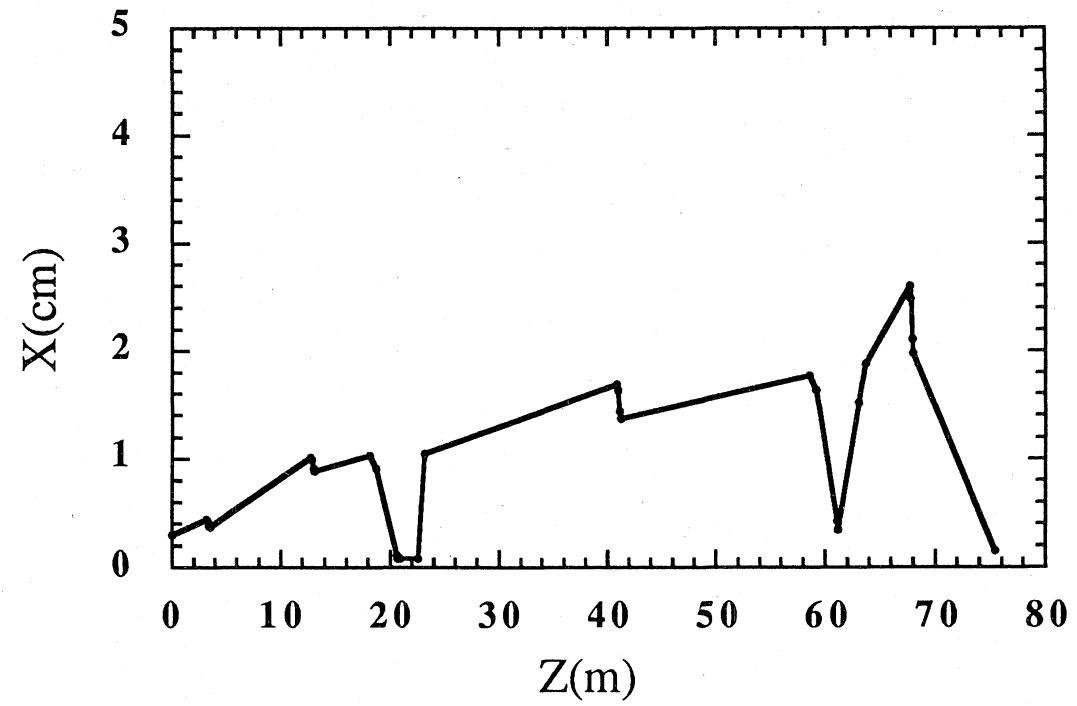
輸送路は二箇所90°偏向系を含むため、無分散にする必要がある。このために90°偏向系はM-Q-Mによる無分散系とした。電磁石のパラメータは45°偏向電磁石が曲率半径800mm、入射角及び出射角12.433°、磁極間隔35mmで磁極の形状はロゴスキー型とした。四極電磁石はボア径52mmφ、磁極長100mmで出力限界は5.1T/mである。

4. 輸送ビームの強度及びエミッタンス

標識光子による実験に必要な電子ビームの強度は~1nAであるため、SSTRからの入射ビームは第二実験室ビームダンプ内で約1/1000の強度にコリメートされて輸送される。したがって輸送ビームのエミッタンスはx, y方向とも入射ビームの~1/30となる事が期待される。SSTRからの取り出しビームのエミッタンスについてはこれまで正確な測定データは無いが、標識光子実験の際のビームの収束の程度から $\epsilon_0 \sim 20\text{mm} \cdot \text{mrad}$ 程度と予想される。従ってこの場合の輸送ビームのエミッタンスは $\epsilon \sim 0.6\text{mm} \cdot \text{mrad}$ となり、充分小さく、問題はない。パラサイト実験の場合には第二実験室で1/100r. l. 程度の標的の通過により $\epsilon_0 \sim 100\text{mm} \cdot \text{mrad}$ に悪化する事が予想される。この場合にも輸送ビームのエミッタンスは $\epsilon \sim 3\text{mm} \cdot \text{mrad}$ となり第二図に示すとおり輸送系を通過する事ができる。



第一図 新ビーム輸送系



第二図 輸送ビームのエミッタンスを $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 3 \text{ mm} \cdot \text{mrad}$ とした時のビーム形状