レーザー加速イオン計測用 リアルタイムトムソンパラボラスペクトロメータの特性評価

Characterization of real-time Thomson Parabola Spectrometer for laser-driven ion acceleration experiments

神大院海事1, 東大院工2, 量研関西研3, ○清水 和輝 1, 金崎 真聡 1, 神野 智史 2, 浅井 孝文¹, 坂本 渓太¹, 小田 啓二¹, 山内 知也¹, 古山 雄一¹, 谷池 晃¹, 福田 祐仁³ Kobe Univ. 1, The Univ. of Tokyo 2, QST-KPSI3, "Kazuki Shimizu1, Masato Kanasaki1 Satoshi Jinno², Takafumi Asai¹, Keita Sakamoto¹, Keiji Oda¹,

Tomoya Yamauchi¹, Yuichi Furuyama¹, Akira Taniike¹, Yuji Fukuda³, E-mail: 187w312w@stu.kobe-u.ac.jp

【緒言】

近年、新たな粒子加速の取り組みとして、量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所では、 高強度レーザーJ-KAREN-P を用いたレーザー駆動イオン加速実験が行われており、加速されたイ オンの特性評価が重要課題となっている。本研究では、レーザー加速イオン計測用に開発された リアルタイムトムソンパラボラスペクトロメータの校正を目的とし、タンデム加速器を用いた校 正実験を行った。トムソンパラボラスペクトロメータは平行板電極と磁石を持ち、荷電粒子はそ れ自身の質量電荷比に従い電場と磁場によって偏向され、本システムでは、リアルタイム計測用 に蛍光体付き Micro Channel Plate (MCP) 検出器を用いている。これらの校正のために、検出部を 固体飛跡検出器 CR-39 に変更した場合との結果を比較した。また、三次元電磁場シミュレーショ ンにより低エネルギー領域での漏れ磁場の影響を調べ、本検出器の特性をより詳細に評価した。

【結果と考察】

本研究では、タンデム加速器を用いて 0.5~3.0 MeV の陽子線を入射させ、MCP 検出器の蛍光体 上に描かれる軌跡が電場と磁場により理論的に決定される軌跡に従うのかを確認した。また、検 出部を CR-39 に変更し、エッチピット形状から各入射位置におけるエネルギーを評価した。解析 の結果、2.0 MeV 以上の陽子線については、理論通りの位置に入射していることが確認できた。 しかし、低エネルギー領域においては同位置におけるエネルギーに 0.5 MeV 以上の差異があるこ とが分かった。差異を生じた原因として、磁石の漏れ磁場が考慮されていない点が挙げられる。 そこで、三次元電磁場シミュレーションにより、漏れ磁場の影響を評価した。Fig. 1 はトムソンパ ラボラシステム内の永久磁石の磁場測定値とシミュレーション結果の比較を示す。おおよそ形状 が一致しており、漏れ磁場が存在していることが分かる。Fig.2 では漏れ磁場を考慮しなかった際

に理論的に求められる陽子線の 軌跡と、漏れ磁場と電磁場中で の粒子の変位を考慮した粒子線 軌跡シミュレーション結果の比 較である。0.6~12.0 MeV の範囲 において陽子線の軌跡がわずか にずれているが、0.1 MeV 以内の 語差で測定可能なことが分かっ た。従って、漏れ磁場の影響は 小さいと考えられるため、今後、 エッチピット形状からエネルギ ーを導出する際に用いる低エネ ルギー陽子線の CR-39 に対する 校正データの精度を向上させ再 校正を行う。

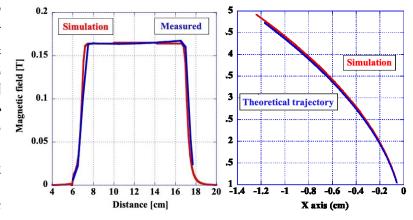


Fig.1: Comparison between measured Fig.2: Comparison between and simulated magnetic field.

theoretical and simulated trajectory of protons with the energy of $0.6 \sim 12.0$ MeV.