

23P-1F-17

シンチレータを用いたレーザー生成GeVイオン計測システムの開発 Development of a scintillator-based measurement system for GeV-class ions

岩崎滉, 南卓海, 安部勇輝, 田口智也, 小田和昌, 郡英輝¹, 時安敦史², 浅井孝文^{3,4},
金崎真聡³, 小平聡⁵, 福田祐仁⁴, 蔵満康浩
K.Iwasaki, T.Minami, Y.Abe, T.Taguchi, K.Oda, H.Kohri¹, A. O. Tokiyasu², T.Asai^{3,4},
M.Kanasaki³, S.Kodaira⁵, Y.Fukuda⁴, Y.Kuramitsu

大阪大院工, ¹大阪大RCNP, ²東北大ELPH, ³神戸大院海事, ⁴量研関西, ⁵放医研
Osaka Univ., ¹RCNP Osaka Univ., ²ELPH Tohoku Univ., ³Kobe Univ., ⁴QST-KPSI, ⁵QST-NIRS

1, 背景

1980年代にレーザーに応用されたチャープパルス増幅法(Gérard A. Mourou, 2018年ノーベル物理学賞)を皮切りとした近年のレーザー技術の発展は目覚ましく, 国内では最高強度1PW出力のJ-KAREN-Pレーザーが稼働しており, 海外では10PW出力のEL-NPが現在建設中である. このような超高強度レーザーをターゲット物質に照射することで, 物質は瞬時にイオン化し, 加速される.

現在, 相対論的イオン, 特にGeV級の高エネルギーを持つイオンの加速原理に関する研究が行われている. これまでに, 既存の計測技術である原子核乾板を用いて, サブGeV領域のイオン計測が可能であることが示されたが^[1], GeVを超える領域にまで加速されたイオンを固体飛跡検出器やトムソンパラボラ計測器を用いて計測することは困難である. 我々は, 宇宙線計測や加速器などの核物理研究の領域では普遍的に用いられているシンチレーション検出器を用いた単一粒子計数法に基づくイオン計測に着目し, これをレーザー粒子加速実験に応用するための計測器開発を行っている.^[2]

2, 実験方法

計測には, 1cm厚の薄型で高速応答が可能なプラスチックシンチレータ2枚と20cm厚のPWO無機シンチレータを組み合わせて用いる. ビーム上流側にプラスチックシンチレータを4m間隔で2台設置し, 最下流にPWOシンチレータを設置した. 2枚のプラスチックシンチレータによるTime of Flight

(ToF)計測から検出粒子速度の高精度な評価が可能である.

また, 高エネルギー粒子の通過によるプラスチックシンチレータへの付与エネルギー(Deposit Energy:dE)は僅かであり, 粒子が持つエネルギーの大部分を最下流のPWOシンチレータに付与(Total Energy:E)する. これら3つの計測パラメータToF,dE,Eの相関から粒子の核種弁別が可能となる.

以上のシステムの校正実験を重粒子加速器施設HIMAC(放射線医学総合研究所)にて行った. 本実験では, 加速器より照射されるプロトン230MeV, 炭素イオン180MeV/u, 酸素イオン180MeV/uの3核種を線源として用い, これらのビームを照射口付近に置いたアルミ板を用いて20~230MeVの任意のエネルギーに減衰させ計測体系に入射させることで, 既知のエネルギーを持った粒子の入射に対する計測器の応答を測定した.

3, 結果

入射粒子のエネルギーの誤差範囲10%以内の精度での測定が可能であることが分かり, 同一システムを用いてのプロトン, 炭素, 酸素の弁別, 計測が可能であることを確認した. 今後は, 本システムをレーザー実験に応用し評価を行いたい.

References

- [1] T.Asai et al., High Energy Density Phys 32,44(2019)
- [2] Y.Abe et al., Review of Scientific Instruments (Submitted)