

原子核乾板を用いた 100 MeV 級レーザー加速陽子線計測手法の開発

Development of the measurement method for

laser-accelerated 100 MeV-class protons using nuclear emulsions

神大院海事¹, 名大院理², 東大院工³, 量研放医研⁴, 量研関西研⁵

○(M1)浅井孝文¹, 金崎真聡¹, 森島邦博², 神野智史³,

小平 聡⁴, 首藤信通¹, 小田啓二¹, 山内知也¹, 桐山博光⁵, 福田祐仁⁵

Kobe Univ.¹, Nagoya Univ.², The Univ. of Tokyo.³, QST-NIRS.⁴, QST-KPSI.⁵

○Takafumi Asai¹, Masato Kanasaki¹, Kunihiro Morishima², Satoshi Jinno³, Satoshi Kodaira⁴,

Nobumichi Shutoh¹, Keiji Oda¹, Tomoya Yamauchi¹, Hiromitsu Kiriya⁵, Yuji Fukuda⁵

E-mail: 181w301w@stu.kobe-u.ac.jp

【原子核乾板を用いたレーザー加速イオン計測】

レーザー駆動イオン加速実験におけるイオンの高精度計測には固体飛跡検出器 CR-39 が長く用いられてきた。これは CR-39 が高強度レーザーと物質の相互作用によってイオンと同時に発生する X 線や電子線に対して感度を持たないためである。このような状況下、我々はレーザー駆動イオン加速実験における新たなイオン検出器として原子核乾板の適用可能性について調べてきた。原子核乾板とは写真フィルム的一种であり、荷電粒子の飛跡を三次元的に記録する。最小電離粒子まで検出可能な高い感度とサブミクロンの位置分解能という特徴をいかして、古くから主に素粒子実験などで利用されており、最近では自動飛跡読み取り装置の開発により、解析速度が上昇したことで応用の幅が広がりつつある[1]。しかしながら、レーザー駆動イオン加速実験のような放射線混成場においてイオンを検出するためには、感度調整を行い、電子線の飛跡は記録せず、かつ、イオンの飛跡は特定できるような最適化された条件にする必要がある。本研究では、現像液の pH を下げることで感度調整を行い、これまでに、水素クラスターターゲットと集光強度 $\sim 1 \times 10^{20}$ W/cm² のレーザー光の相互作用によって加速される ~ 10 MeV 程度の陽子線のエネルギースペクトル計測に成功した[2]。

【100 MeV 級レーザー加速陽子線の計測手法開発】

レーザー駆動イオン加速実験では 100 MeV を越える陽子線の発生を目指しており、イオン検出器もそのような高エネルギー陽子線を計測可能であることが求められる。しかしながら CR-39 は最高でも 27 MeV までの陽子線しか検出することができない。CR-39 を用いて 100 MeV 級の陽子線を検出するためには適切な減速材を用いて陽子線のエネルギーを検出閾値以下に減速させればよいが、検出器のサイズが大きくなることは避けられない。一方で、原子核乾板は 100 MeV 級の陽子線に対しても感度を持つため、コンパクトな検出器の設計が可能であると考えており、現在その開発を進めている。

Fig. 1 は HIMAC において照射した 100 MeV 陽子線の飛跡の顕微鏡画像である。通常の現像条件(a)では陽子線とともに二次電子の飛跡が確認できるが現像液の pH を 7.4 に下げた条件(b)においては二次電子の飛跡は確認できない。つまり、条件(b)では電子線ノイズの影響を抑えつつ、100 MeV 陽子線の飛跡を特定可能である。

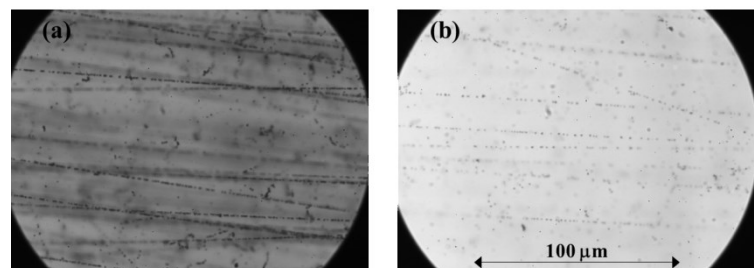


Fig. 1 A comparison of tracks in nuclear emulsions with different developer conditions: (a) pH = 9.8, (b) pH = 7.4. 100 MeV proton beam irradiated from the left side to the right side of the microscopic view.

[1] T. Asai et al., High Energy Density Phys., submitted

[2] M. Yoshimoto et al., Prog. Theor. Exp. Phys., 103H01, 20, 2017