

Emulsion Cloud Chamber を用いたサブ GeV 級レーザー加速陽子線計測

Energy Measurement of Sub-GeV-class Laser-accelerated Protons

Using Emulsion Cloud Chamber

神戸大院海事¹, 量研関西研², 東大院工³, 名大院理⁴, 量研放医研⁵

○(D)浅井孝文^{1,2}, 金崎真聡¹, 神野智史³, 北川暢子⁴,
小平 聡⁵, 山内知也¹, 小田啓二¹, 森島邦博⁴, 福田祐仁²

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

○Takafumi Asai^{1,2}, Masato Kanasaki¹, Satoshi Jinno³, Nobuko Kitagawa⁴,

Satoshi Kodaira⁵, Tomoya Yamauchi¹, Keiji Oda¹, Kunihiro Morishima⁴, Yuji Fukuda²

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

【研究背景】

量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所では、水素クラスターターゲット[1]を用いたレーザー駆動陽子線加速実験が行われており、先行するシミュレーション研究[2]で示唆されているサブ GeV 級の準単色陽子線発生を目指している。

高エネルギー陽子線発生の実証やその加速メカニズムの詳細な解明には、陽子線の空間分布とエネルギースペクトルの高精度計測が必要不可欠である。しかし、プラズマから同時発生する電子線や X 線の影響が問題となるため、サブ GeV 級のレーザー加速陽子線計測に有効な手法は未だ確立されていない。本研究では、サブ GeV 級レーザー加速陽子線の特性評価を目的とし、主に素粒子実験で用いられる原子核乾板を用いた計測手法の開発に取り組んでいる。原子核乾板はその感度の高さ故に、電子線や X 線ノイズの影響を受けるが、現像条件を最適化することで、サブ GeV 級レーザー加速陽子線計測にも適用可能であることがすでに示されている[3]。

【機械学習を利用した多重クーロン散乱量からの陽子線エネルギー推定手法の開発】

素粒子物理の分野では、原子核乾板と散乱体を交互に重ねた Emulsion Cloud Chamber (ECC)内での多重クーロン散乱量から相対論的な速度を持った粒子の運動エネルギーを求める手法がある[4]。一方、本研究で対象とするサブ GeV 級の陽子線の場合は運動エネルギーが低いため、[4]などの先行研究では考慮されていない ECC 内でのエネルギー減衰や原子核乾板自体での散乱量を考慮する必要がある。したがって、単純な理論式で散乱角度分布を表現することができない。

そこで放射線医学総合研究所 HIMAC において 100, 160, 230 MeV の陽子線を ECC に照射して散乱角度分布の取得し、さらにシミュレーションにより、エネルギーの補間を行った。そして、得られた散乱角度データを説明変数として、機械学習を用いた陽子線エネルギー逆推定手法の開発を行った。本講演ではその最新の研究成果について報告する。

[1] S. Jinno et al., Opt. Express **25**, 16, 18774 (2017). [2] R. Matsui et al., Phys. Rev. Lett. **122**, 014804 (2019).

[3] T. Asai et al., High Energy Density Phys. **32**, 44 (2019). [4] N. Agafonova et al., New J. Phys. **14**, 013026 (2012).