

固体飛跡検出器 CR-39 を用いた 水素クラスターのクーロン爆発で加速される MeV 級陽子線の計測 Measurement of laser-accelerated MeV-class protons from hydrogen clusters using CR-39 track detectors

神戸院海事¹, 東大院工², 量研関西研³, [○](M2)森井厚作¹, 坂本溪太¹, 浅井孝文¹,
清水和輝¹, 宇野雅貴¹, 山内知也¹, 小田啓二¹, 神野智史²,
桐山博光³, 福田祐仁³, 金崎真聡¹

Kobe University.¹, The Univ. of Tokyo², QST-KPSI.³, [○]Kousaku Morii¹,

Keita Sakamoto¹, Takafumi Asai¹, Kazuki Shimizu¹, Masataka Uno¹,

Tomoya Yamauchi¹, Keiji Oda¹, Satoshi Jinno², Hiromitsu Kiriya³,

Yuji Fukuda³, Masato Kanasaki¹,

E-mail: 170w322w@stu.kobe-u.ac.jp

【はじめに】

水素クラスターと呼ばれる水素分子の集合体に高強度レーザーを集光すると、クーロン爆発によって陽子線が加速される。加速される陽子線は、クラスターのサイズが大きいほどエネルギーが高く、マイクロメートルサイズの水素クラスターに 10^{22} W/cm² のレーザー光を集光して、クラスター内の全ての電子を剥ぎ取ると、100 MeV 級の陽子線加速が可能とされている。一方で、水素クラスターは、極低温まで冷却されたノズルを通じて高圧の水素ガスを真空中に噴射することで生成され、ノズルの温度が低いほど生成されるクラスターのサイズは大きく、我々のグループでは、ノズルの温度が 25 K のときにマイクロメートルサイズの水素クラスターの生成に成功している。

本研究では、ノズルの温度に依存して変化する水素クラスターのサイズと、クーロン爆発によって加速される陽子線のエネルギーとの関係を解析することを目的とし、固体飛跡検出器 CR-39 を用いたレーザー加速陽子線計測を実施した。

【結果と考察】

量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所の高強度レーザー J-KAREN-P において、ノズル温度が 25, 50, 100 K の際に生成された水素クラスターそれぞれに対してレーザー光を 10^{20} W/cm² で集光し、加速された陽子線のエネルギースペクトルを計測した。陽子線の計測には、固体飛跡検出器 CR-39 の上に、階段状にエネルギーフィルターを重ねた検出器体系を用いた。これにより、陽子線が通過するエネルギーフィルターの厚みが異なるため、CR-39 上の各領域におけるエッチピット数から、各ノズル温度に対するエネルギースペクトルを求めた。その結果を図 1 に示す。

ノズル温度が 25 K の際、最大で 11.6 MeV の陽子線が観測され、クーロン爆発モデルによって予想された 7 MeV を上回る値となった。各ノズル温度のエネルギースペクトルを比較すると、ノズルの温度が 25 K のときに 50 K および 100 K と比べて最大エネルギーが高く、エネルギーごとの陽子線の数も多かった。すなわち、ノズルの温度が低いほど大きいサイズの水素クラスターが多く生成され、クーロン爆発においてエネルギーの高い陽子線が発生したと考察できる。

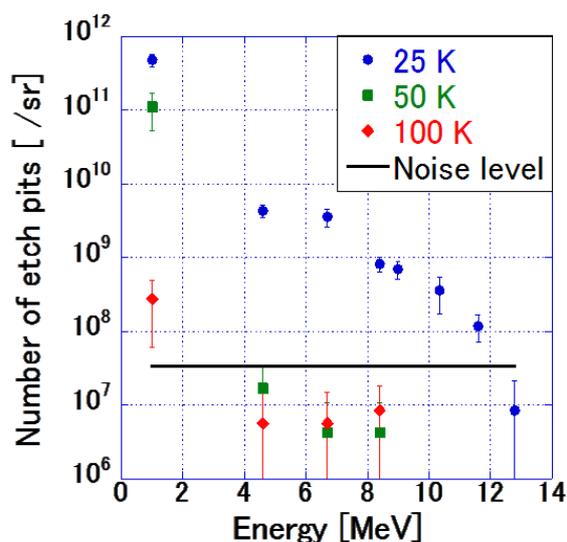


Fig. 1 Energy spectr of laser-accelerated protons for each nozzle temperature.