

## リアルタイムトムソンパラボラスペクトロメータを用いた 水素クラスターターゲットから発生した陽子線の エネルギースペクトル計測

Measurements of laser-accelerated protons from hydrogen clusters using real-time  
Thomson parabola spectrometer

神大院海事<sup>1</sup>, 東大院工<sup>2</sup>, 量研関西研<sup>3</sup> °清水 和輝<sup>1</sup>, 神野 智史<sup>2</sup>, 金崎 真聡<sup>1</sup>,  
浅井 孝文<sup>1</sup>, 坂本 溪太<sup>1</sup>, 小田 啓二<sup>1</sup>, 山内 知也<sup>1</sup>, 古山 雄一<sup>1</sup>, 谷池 晃<sup>1</sup>, 福田 祐仁<sup>3</sup>  
Kobe Univ.<sup>1</sup>, The Univ. of Tokyo<sup>2</sup>, QST-KPSI<sup>3</sup>

°Kazuki Shimizu<sup>1</sup>, Satoshi Jinno<sup>2</sup>, Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Takafumi Asai<sup>1</sup>, Keita Sakamoto<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>,  
Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Yuichi Furuyama<sup>1</sup>, Akira Taniike<sup>1</sup>, Yuji Fukuda<sup>3</sup>

E-mail: [187w312w@stu.kobe-u.ac.jp](mailto:187w312w@stu.kobe-u.ac.jp)

### 【緒言】

近年、新たなイオン加速手法の確立を目指して、高強度レーザーとターゲット物質の相互作用を用いたレーザー駆動イオン加速実験が行われている。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と水素分子の集合体である水素クラスターターゲットを用いて陽子線の加速実験を行なっている。安定した陽子線発生のためには、0.1 Hzの高繰り返し可能なレーザーに対応して、ショットごとに加速された陽子線のエネルギースペクトルを求めることが必要である。そこで、我々のグループでは、検出部に micro channel plate (MCP) と CMOS カメラを利用したリアルタイムトムソンパラボラスペクトロメータを開発した。

本研究では、水素クラスターサイズと発生する陽子線のエネルギーとの関係を明らかにするために、様々な水素クラスター生成条件において、ターゲットから発生するレーザー加速陽子線のショットごとのエネルギースペクトルを、リアルタイムトムソンパラボラシステムを用いて計測した。

### 【結果と考察】

ノズルから噴出される水素ガスの圧力を 6 MPa に固定し、ノズル温度が 25 及び 50 K の際に生成される水素クラスターに対して、J-KAREN-P のレーザー光を集光し、レーザー軸から 45 度の方向に設置したリアルタイムトムソンパラボラシステムにてエネルギースペクトルの計測を行った。Fig. 1 にノズル温度が 25 K の際の計測の一例を示す。レーザー1 ショット毎に画像が取得可能であり、Fig. 1 では 1.2~19 MeV の幅広いエネルギーを有する陽子線の発生が確認できる。また、画面下部には中性粒子が入射したことによる発光も確認できる。検出器に入射したイオンの軌道は電場と磁場によって偏向され、この軌跡を、磁石のスケールや電場といったパラメータを用いて導出される理論曲線と照らし合わせることによって、入射イオンのエネルギースペクトルを求めた。ノズルの温度条件として 50 K よりも 25 K において高いエネルギーのイオンが確認されたが、25 K の場合はショットごとにエネルギースペクトルが安定しておらず、イオンの軌跡が見える頻度は 50 K の条件の方が高いことが分かった。これらの情報はリアルタイム計測によって知り得たものである。発表では、水素クラスター生成時の温度・圧力条件により変化する水素クラスターのサイズ分布と、発生する陽子線のエネルギーの関係について考察を行う。

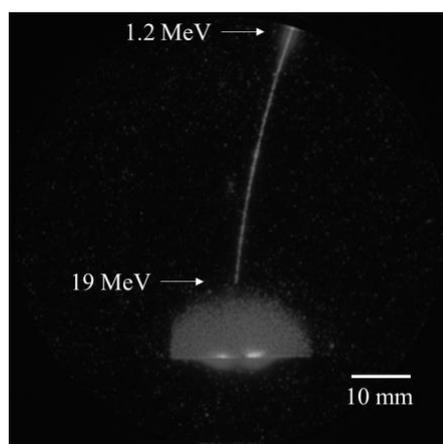


Fig. 1 A trajectory of laser-accelerated protons from hydrogen clusters with the nozzle temperature of 25 K.