

# レーザー駆動陽子線加速における水素クラスターターゲットの 光学顕微鏡によるサイズ計測及び数密度の評価

## Characterization of hydrogen clusters for laser-driven proton acceleration by optical microscope

神大院海事<sup>1</sup>, 東大院工<sup>2</sup>, 量研関西研<sup>3</sup> ○(M2)高野 雄太<sup>1</sup>, 金崎 真聡<sup>1</sup>, 神野 智史<sup>2</sup>,  
宇野 雅貴<sup>1</sup>, 山内 知也<sup>1</sup>, 小田 啓二<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> °Yuta Takano<sup>1</sup>, Masato Kanasaki<sup>1</sup>, Satoshi Jinno<sup>2</sup>,  
Masataka Uno<sup>1</sup>, Tomoya Yamauchi<sup>1</sup>, Keiji Oda<sup>1</sup>, Yuji Fukuda<sup>3</sup>

E-mail: 179w314w@stu.kobe-u.ac.jp

### 【諸言】

量子科学技術研究開発機構関西光科学研究所では、高純度な高エネルギー陽子線を発生させる試みとして、水素クラスターターゲットの開発に着手している。水素クラスターとは、水素分子の分子間力による集合体であり、高強度レーザーを集光すると、クーロン爆発により、陽子線が加速される。この手法では、水素クラスターの半径を変化させることによって陽子線のエネルギーを変化させることが可能である。

我々のグループでは、これまでにミー散乱を利用した水素クラスターのサイズ分布の計測を行い、100 MeV 級の陽子線加速が可能とされるマイクロメートルオーダーの水素クラスターが存在するという結果を得ている[1]。この計測手法では、散乱光の角度分布を取得し、ミー散乱理論に基づく逆問題を解くことでサイズ分布を間接的に評価している。本研究では、水素クラスターのサイズを直接的に評価することを目的とし、マイクロメートルオーダーの水素クラスターを観察可能な光学顕微鏡を開発し、観察を行うとともに、水素クラスターのサイズ計測及び数密度の評価を試みた。

### 【結果と考察】

開発した光学顕微鏡は、明視野観察の透過照明法をモデルとした。光源は YAG レーザーの第二次高調波(波長 532 nm)の平行光を用い、レーザー光が水素クラスターを通過した後、倍率 100 倍の対物レンズと倍率 10 倍の結像レンズを通過して CCD カメラでイメージングを行う。

Fig. 1(a)に開発した光学顕微鏡で撮像した水素クラスターの観察結果を示す。水素クラスターは背圧 1 MPa の水素ガスを 23 K まで冷却し、ノズルから真空中へ噴出させることにより生成した。水素クラスターの観察に成功しているが、光源のパルス幅に比べてクラスターが速いため、やや流れた像となった。サイズ計測には Fig. 1(a)中の赤線上のラインプロファイルを使用した。取得したラインプロファイルを Fig. 1(b)に示す。この結果を基に水素クラスターのサイズを計測したところ、およそ  $1.89 \pm 0.21 \mu\text{m}$  であることが分かり、ミー散乱を用いた計測結果を支持するものとなった。また、背圧 1 MPa で温度が 25 K の時の画像を 1000 枚取得し、水素クラスターの数密度を算出した。その結果、Fig. 1(a)のような水素クラスターにピントが合った画像は 5 枚あり、視野内の体積を考慮することで、数密度は  $1.82 \times 10^6 / \mu\text{m}^3$  と求められた。

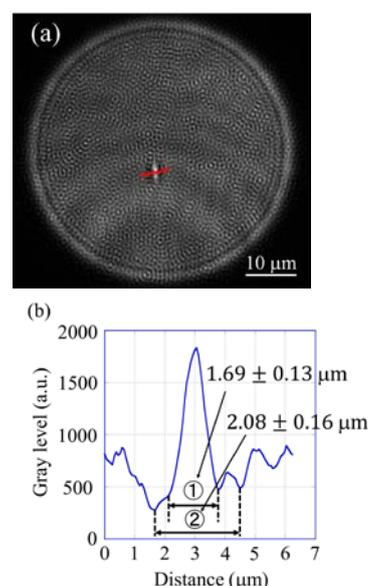


Fig.1 Microscope image of a hydrogen cluster (a), and the line profile (b).

[1] S. Jinno et al., Opt. Exp, Vol.25, Issue 16, pp.18774-18783 (2017).