

## 高繰り返しレーザー核融合実験用にむけた液体DTターゲットの開発 Development of liquid DT target for high repetition laser fusion experiment

有川安信 乗松孝好 山ノ井航平 原正憲 赤丸悟士 波多野雄治  
Yasunobu Arikawa<sup>(1)</sup>, Takayoshi Norimatsu<sup>(1)</sup>, Kohei Yamanoi<sup>(1)</sup>, Masahiro Hara<sup>(2)</sup>, Satoshi Akamaru<sup>(2)</sup>, Yuji Hatano<sup>(2)</sup>

大阪大学レーザー科学研究所、富山大学水素同位体研究センター  
Institute of Laser Engineering Osaka University,  
Hydrogen Isotope Research Center, Organization for Promotion of Research, University of Toyama,

レーザー核融合研究において、重水素三重水(以下 DT)を充填した直径 1mm 程度のペレットが用いられる。DT ペレットの製造技術は非常に高度な技術が必要とされる。米国をはじめとする世界的な主流方式である中心点火方式レーザー核融合の場合、DT ペレットはポリマー材料で作られた薄いカプセルに、直径数ミクロンの極細のチューブがささっており、そこを通して液体 DT が注ぎ込まれ、冷却によって固体 DT が充填された状態で核融合燃料となる。ペレットの中心部は DT 気体、ペレット外周の 100 $\mu\text{m}$  程度が固体 DT 層である必要がある。この固体層の厚さ・球対称性・DT 固体均質性には非常に高い精度が求められる。世界で最も DT 燃料の開発が進んでいる米国 National Ignition Facility の例では、DT の充填を始めてから DT ペレットの準備ができてレーザーショットをするまでに 27 時間を要している。

しかしながら、レーザー核融合で発電をするためにはこのペレットを 1 秒間に 10 回高繰り返しで射出する必要があるため、これまでの手法では適応できず、大きな開発課題が残っていた。

一方、大阪大学レーザー科学研究所で行われている高速点火方式レーザー核融合実験では、従来は米国同様の中空構造ペレットが用いられてきたが、近年ペレット内部が DT で詰まった中実燃料という新設計も登場した。中実構造の場合、液体 DT をカプセル(風船のように弾力がある)一杯に詰めるだけで、自然に均一な濃度で球対称になるため、固体 DT に比べ燃料製作精度がはるかに緩和できる可能性がある。現状のレーザー核融合では非放射性物質ある重水素含有プラスチック(CD)が用いられているが、今後はトリチウム含有材料、(DTO, CDT, CD<sub>2</sub>T<sub>2</sub>)など、DT 化への移行が求められている。

我々は、大量生産ができる液体 DT 含有カプセルの開発を進めている。我々が用いるポリスチレン製カプセルは、直径が 0.2~1mm、厚さは 5~10 $\mu\text{m}$ 、サイズの制御性にすぐれ、均質性と球

対称性に優れており、すでに大量生産が可能となっている。ポリスチレンは空気や DT に対して低い透過性を持つために、液体 DT を用意して、内部を真空にしたカプセルを浸しておくことで、自然浸透によって液体 DT を充填できる。液体 DT が入ったカプセルを真空チャンバーに素早く射出すると、レーザー核融合が起こるまでの時間は蒸発せずに保持することができる。これにより従来のような複雑な DT 製造装置を必要とせず連続的に DT ペレットを製造して供給することができる。

原理実証実験では放射性物質である DT の代わりに H<sub>2</sub>、さらに液体窒素温度でも液化できる水素化合物であるメタン(CH<sub>4</sub>)を用いて実験している。ガラス管内の真空引きを行い一定期間においてカプセル内を真空にした後、ガラス管内に H<sub>2</sub> ガスを導入し、ガラス管の先端を液体ヘリウムで冷やすことで、ガラス管先端部だけに液体 H<sub>2</sub> が溜まってくる。カプセル内に液体 H<sub>2</sub> が染み込んでいく様子を観測することができる。図 1 に示すのは、液体メタン(CH<sub>4</sub>)をガラス管内で液化し、カプセルに充填する様子を観測することに成功したものである。今後は H<sub>2</sub> での実験が計画されており、実際の DT に向けた研究が進められる。

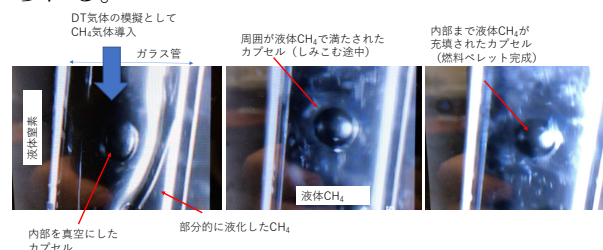


図1 液体燃料ペレット製造の様子の写真。