

レーザー核融合に向けた燃料開発とトリチウムの取り扱い Development of DT fuel and tritium treatment for laser fusion

山ノ井 航平¹、岩本 晃史²、原 正憲³、乗松 孝好¹

Kohei YAMANOI, Akifumi IWAMOTO, Masanori HARA, Takayoshi NORIMATSU¹

(著者が多い場合、英文著者名の記載を5名程度とし後はetal.にしてもかまいません)

大阪大レーザー研¹、核融合研²、富山大水素研³

ILE Osaka univ., NIFS, Toyama univ.

大阪大学レーザー科学研究所では、1日30 TBqの元素状のトリチウム(T)を使用することができる施設を所有しており、1986年にはトリチウム(T)と重水素(D)をマイクロサイズのガラスカプセルに10気圧で封入したLarge High Aspect Ratio Target (LHART) [1]を実施するなど、長年にわたりトリチウムを使用したレーザー核融合実験が行われてきた。近年においても、2015~2016年にはポリスチレンシェルへのトリチウムドーピング実験(~1 TBq) [2]、2015年からはDTの固化実験(~4 TBq)、2018年からは古いアンブルからのトリチウム精製実験(~数百GBq)を行うなど、継続して高濃度のトリチウムを使用した研究開発を展開している。

本研究報告では、2015年より実施しているDTの物性測定を目的とした固化実験を中心に、近年のレーザー科学研究所でのトリチウムを用いた研究開発を紹介する。

レーザー核融合においては、固体DT燃料ペレットには高い真球性、均一性が求められ、さらに高繰返し、高速で燃料ペレットをチェンバー内で射出する必要がある。このとき核融合燃焼の継続のためにペレットとして供給するDT燃料の混合比を監視しておく必要や、ペレット射出時に破壊せず正常に供給されるように欠陥を少なくする必要がある。高速度で入射するため、燃料ペレットにはある程度の強度が求められるが、ヤング率といった基礎データが存在しない。またトリチウムの保有量を少なくするためには、燃料循環ループ内で計測・監視が可能な方法が良い。その計測・監視は炉心への供給直前の固体の状態で行うことが最適であり、そこでDT燃料のその場計測法の開発が必要になる。

ペレットの検査項目として：

- ・クラックや気泡など欠陥のない固体
- ・燃料の混合比
- ・DとTの分布の一様性

などを挙げるができる。そこで本研究では屈折率や剛性といった物性情報などを収集することを目的として、固体DTの作製を行った。固化過程では、密度上昇(体積低下)や温度分布のムラによって、空隙が発生しやすく、均一な固体をセル中に作製するのは容易ではない。

図1にコールド実験で実施した軽水素の固化過程を時間経過ごとにモニターした図を示す。温度は上下に取り付けた2台のヒーターによって10 mK以下の精度でコントロールすることにより、気泡の無い固体の作製に成功した。DTを用いた実験でも同様に固化に成功している。

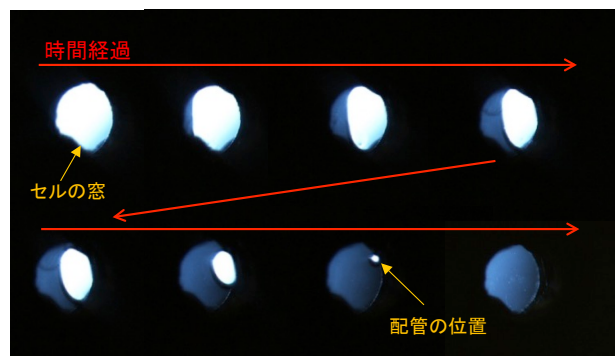


図1 液体H₂の固化過程

[1] C. Yamanaka, et al., “Laser Implosion of High-Aspect-Ratio Targets Produces Thermonuclear Neutron Yields Exceeding 10¹² by Use of Shock Multiplexing”, Phys. Rev. Letters, 56(1986)p.1575

[2] Y. Iwasa, et al., “Tritium-doping enhancement of polystyrene by ultraviolet laser and hydrogen plasma irradiation for laser fusion experiments”. Fusion Sci. Des. 112 (2016) 269-273

