

# レーザー駆動繰り返し中性子発生用ターゲット駆動装置の開発

井上峻介

京都大学化学研究所

## 研究目的

繰り返しレーザーの高出力化が進み、繰り返しレーザー駆動中性子の研究が盛んに行われるようになってきた。大阪大学レーザー研究所の有川氏らのグループでは京都大学の T6 レーザー(0.5J)、スペイン CLPU の VEGA-II レーザー(5J)を用いて、10Hz の中性子連続発生実験に成功している。次は VEGA-III の実験が決まっており、今後は J-KAREN-P や ELI-Beamline での実験も計画されている。

現状はターゲットの交換で連続照射回数が決まっている。10Hz レーザーの場合わずか 1000 秒で 10,000 発を打ちきってしまう。それに対応できるように 10,000 発以上の連続ターゲット供給ができるようなターゲットの開発が急務である。

## 研究成果

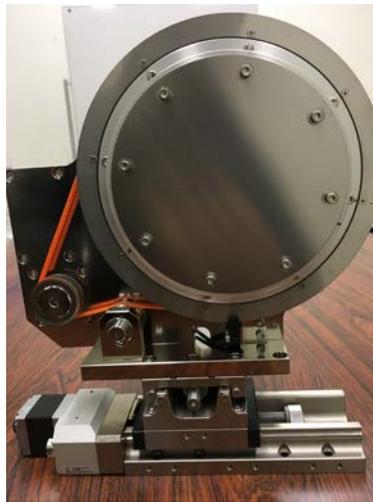
京都大学で使用されてきた回転型ターゲット駆動装置を改良し、光核反応中性子発生に特化したターゲット駆動装置を開発した。スペインサラマンカの VEGA-II レーザーでの実験用に設計を行なった。モーター・ケーブル、真空フィードスルー装置を高真空仕様にした図 1 (a)。回転ターゲットにレーザーを集光し高エネルギー X 線を発生させ、その X 線を重水に作用させて、光核反応で中性子を発生させる実験セットアップで用いる。回転ターゲット材料は、高エネルギー電子を発生させるために出来るだけ Z 番号が高く、また安価に研磨ができて使い捨てにできるステンレスを採用した。図 1 (b)は照射後のターゲットであり、頻繁に交換ができるようになった。図 1 枚ターゲットあたり 1000 ショットを実施し、交換した。現状の円盤サイズでは 3000 ショットが限界である。もう一回り大きな円盤を利用する事で 10,000 ショットも可能である。ターゲット面の凸凹があれば、レーザーの集光強度がショットごとに変ってしまう。この実験では凹凸を 5 $\mu\text{m}$  程度に抑える必要があった。凹凸はステンレス板の研磨精度と、回転軸の歪みで決まっており、この実験に十分な精度が達成できた。位置変位計を用いて実測を行なったところ凹凸は 2 $\mu\text{m}$  程度であった。

## 現在取り組み中の回転ターゲット装置

この装置を応用して、連続駆動プラズマミラーを設計している。双極面パラボラを採用する事で、レーザーの集光強度を向上させる事ができる装置を設計

している。VEGA-III レーザーでの使用を念頭に、汎用的に使える装置を設計している。長焦点パラボラ

(a)



(b)



(c)

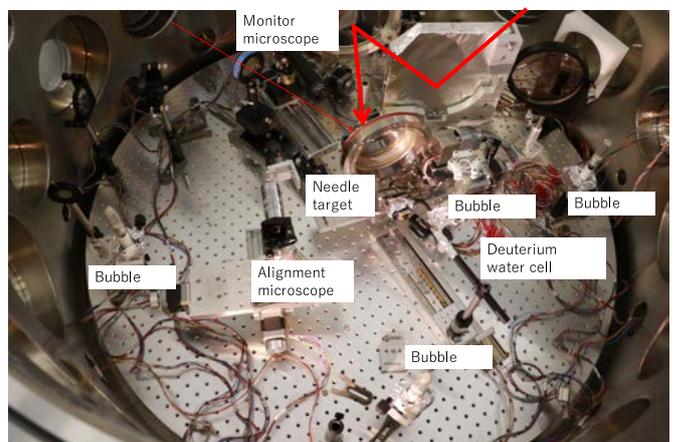


図 1 中性子発生用回転ターゲット(a)と、照射後のステンレス板(b)、スペイン VEGA-II レーザーの実験での実際の使用風景

ミラーの光を双極面プラズマミラーに照射すると、

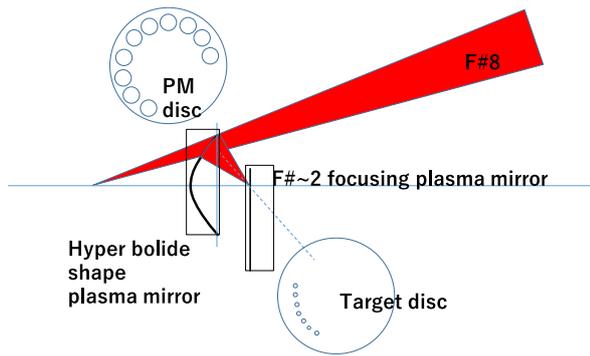


図 2 新型回転ターゲットによる集光プラズマミラーと回転ターゲットの概念図

パラボラミラーの F 値を下げる事ができ、集光強度を高める事ができる。レーザーエネルギーの高い VEGA-III 装置ではチャンバーのサイズが大きく、またターゲットデブリからパラボラミラーを守るために、長焦点距離(F#=8)のパラボラが用いられている。中性子発生のためには集光強度を 10 倍高めたいという要望があり、F 値 2 程度まで小さくする必要がある。大口径の短焦点距離のパラボラミラーの製造はコスト的に現実的ではない。そこで連続回転プラズマミラーを検討している。図 2 に示す概念図は、設計中の回転ターゲット装置である。第一に回転駆動双極面プラズマミラー（アクリル製）があり、第二に図 1 のターゲット装置があり、これらが同期して同時に駆動している。回転対称双極面は反射により集光 F 値を小さくする事ができ、回転駆動をさせることができる。これにより VEGA-III の集光強度を 10 倍高め、しかも 10,000 発の連続運転ができるようになる。現在も開発を継続している。