

レーザー核融合未臨界研究炉L-Supremeの設計と工学研究の提案 Design of L-Supreme and its application for engineering research

岩本 晃史^{1,2}, 兒玉 了祐²
Akifumi Iwamoto, Ryosuke Kodama

核融合研¹, 阪大レーザー研²
NIFS, ILE Osaka Univ.

はじめに

現在、高繰り返しハイパワーレーザーシステム Japan Establishment for a Power-laser Community Harvest (J-EPoCH) が提案されている。10 kJ クラスで 100 Hz の繰り返しが可能な設計で 12 本の爆縮配位の実験エリアも設定されている。また阪大レーザー研ではこれまでに大型レーザー装置の激光 12 号と Large High Aspect Ratio Target (LHART)[1] により 10^{13} 個/shot の中性子発生に成功している [2]。J-EPoCH と LHART の組み合わせはレーザー核融合により発生する 10^{13} 個/shot の核融合中性子の定常的な利用可能にする。未臨界状態の核融合反応から発生する核融合中性子を利用することから、この実験施設をレーザー核融合未臨界研究炉として位置づけ、その概念設計を行い、核融合工学研究の可能性を検討したので報告する。

レーザー核融合未臨界研究炉

レーザー核融合未臨界研究炉 Laser-fusion Subcritical Power Reactor Engineering Method (L-Supreme) の概念図を Fig. 1 に示す。炉はターゲットチャンバー、リニアモーターによるターゲット供給装置、排気装置（トリチウム回収設備を含む）、炉心で構成されている。図の炉心は直径 66 cm である。炉心にはターゲット供給装置により 1 Hz で LHART を供給する。それにより 10^{13} 個の核融合中性子を定常的に利用できる装置になる。中心から 10 cm の場所では 6.6×10^{13} n/m² s の中性子束になる。様々な研究を実施できるように炉心は交換可能な構造としている。

研究提案

これまでの核融合研究は核融合反応の実現に向けプラズマを中心に行われてきた。しかし ITER の建設 [3] や National Ignition Facility (米国) による研究の進展 [4] により、これからは核融合反応を利用するための研究へと展開が必要である。そこで L-Supreme を使用して次の研究を実施することを検討している。

- ・核融合エネルギーから熱・電気への変換

- ・トリチウム生成
- ・レーザー核融合炉システム

レーザー窓を考慮していない簡易的なモデルを仮定し粒子・重イオン輸送コード (PHITS) [5] を使用して熱変換やトリチウム生成について検討を行った。計算では 1 Hz 運転を仮定している。80 cm 厚の $\text{Li}_{17}\text{Pb}_{83}$ 層では 21.4 W の熱出力が得られることが分かった。この熱出力を電気出力に変換すると数 W 程度になると考えている。また 1 m 厚の $\text{Li}_{17}\text{Pb}_{83}$ 層では 1 回の DT 核融合反応によって 1 つのトリチウムが生成されることが分かった。今後はレーザー窓を考慮した検討を進める。

以上のように L-Supreme は炉工学研究の発展に貢献できる。さらに、最小のレーザー核融合炉システムを構成しており、レーザー核融合炉システムの成り立ちを実験的に実証することができる。

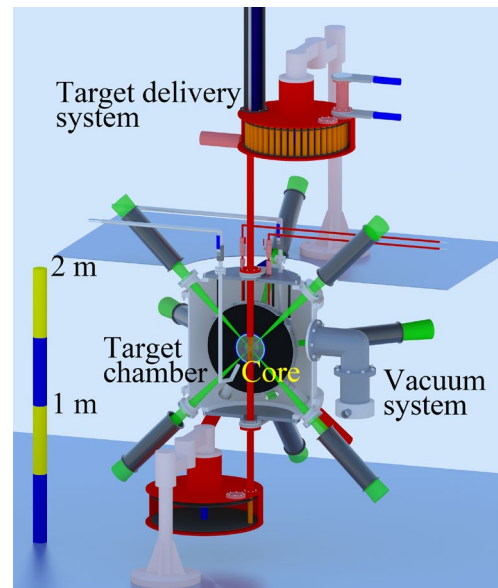


Fig. 1 レーザー核融合未臨界研究炉 L-Supreme.

- [1] T. Norimatsu, et al, *J. Vac. Sci. Technol. A* **6** (1988) 2552-2555.
- [2] H. Takabe, et al, *Phys. Fluids* **31** (1988) 2884-2893.
- [3] B. Bigot, *Fusion Eng. and Des.* **146** (2019) 124-129.
- [4] O. Hurricane, et al *Phys. Plasmas* **26** (2019) 052704.
- [5] Sato T. et al, *J. Nucl. Sci. Technol.* **55** (2018) 684-690.