

研究成果最適展開支援プログラム (A-STEP) 産業ニーズ対応タイプ

平成 29 年度中間評価結果

1. 研究課題名：レーザー駆動中性子源の開発と高速ラジオグラフィへの応用

2. プロジェクトリーダー：西村 博明（大阪大学 レーザー科学研究所 光量子ビーム科学研究部門 教授）

3. 研究概要

本研究課題は、レーザー駆動による点状パルス中性子源と、それを応用する時間分解中性子画像撮像系の開発を目指す。レーザー駆動中性子源については、臨界密度電子プラズマの挙動に関わる物理現象や中性子発生機構の基礎研究を通じて中性子発生効率の向上を目指すとともに、中性子発生方式として想定している 2 方式の絞り込みの判断材料を蓄積する。高速ラジオグラフィについては、既存の加速器駆動中性子源や開発中のレーザー駆動中性子源を活用して撮像実証試験を実施することにより、時間分解中性子画像撮像装置の技術的課題を洗い出し、性能改善を図るとともに、他には類を見ない点状パルス中性子源のラジオグラフィへの応用における特徴を実証することも目指している。

4. 中間評価結果

4-1. 研究の進捗状況及び研究成果の現状

レーザー駆動による中性子源の開発に関しては、高速電子の発生機構においてレーザーパルスを長くすることにより高速電子のエネルギーと発生数が飛躍的に増加することを見いだした。光核反応方式に関しては、中性子発生数 $3 \times 10^4/\text{shot}$ を実現し、回転式連続ターゲット供給装置との組合せにより 1000shot の連続運転に成功した点を評価したい。陽子・重陽子発生方式に関しては、時間幅効果に着目し、従来より 2 桁低いレーザー強度で同程度の加速エネルギーを得た点は、非常に重要な学術的成果である。また、レーザーエネルギーと発生中性子数の間のスケーリング則を明らかにし、100J/100fs/100Hz 級のレーザーを用いれば既存の理化学研究所小型中性子源 (RANS) と同程度の中性子の発生が可能であることを示し、必要とされるレーザーの仕様を見極めることができた。これは今後のレーザーの開発の方向性を明瞭に示す重要な進展である。

時間分解中性子画像装置に関しては、初回試作の撮像装置の撮像試験を実施して技術的課題を把握し、光-光増倍系を組み込んだ改良型を製作した。なお高速中性子用撮像装置に適するように改良された RANS の中性子線源、光核反応中性子源である NewSUBARU での撮像試験を本年度中に実施予定である。

4-2. 今後の研究に向けて

中性子発生に関する基礎研究では、前項のように実用的な中性子源に必要なレーザーの仕様が見えてきた。そのようなレーザーの開発は、おそらく10年程度のタイムスパンの元
に実施されるべき基礎研究であり、本プログラムが支援する要素技術開発を遙かに凌駕し
ている。そのような状況下でレーザー駆動中性子源の開発を着実に継続するためには、点
光源性・短パルス性等のレーザー駆動中性子源の優位性を例示する応用事例を早期に創出
することが不可欠である。そのためには既存のレーザー中性子発生装置を用いた撮像研究
によるポイントプロジェクションの例証が最も有効である。この検討過程で、必然的に高
速中性子用シンチレータおよび時間分解中性子検出器システムの高効率化、モデレータフ
リー中性子源の有効性の実証などが副次的、協調的に進捗し、成果を生み出していくもの
と期待する。

4-3. 総合評価および研究継続の可否

総合評価 A、研究継続 条件付き可

レーザーによる高速電子や中性子発生機構の基礎研究から、高速ラジオグラフィに関わ
る撮像検出器装置の開発まで多岐にわたる研究開発が進められている。高速電子や中性子
発生率に関するスケーリング則においては、非常に有意義な学術的成果が得られており、
本研究課題の進捗により将来のレーザー駆動中性子源用のレーザーに求められる仕様が見
えてきた。しかし、本プログラムの研究開発期間が限られていることから、検討項目の選
択と集中を行い、点光源中性子の利用技術の構築に注力し研究を進めていただきたい。

以上