

レーザー核融合燃焼計測のための超高速中性子計測器の開発 Development of neutron diagnostics with ultra-high time resolution for burning of laser fusion

浅野 将唯¹、有川 安信¹、太田 雅人¹、須多 敏貴¹、中嶋 誠¹、山田 俊樹²、大友 明²、余語 寛文¹、藤岡 慎介¹、中井 光男¹、白神 宏之¹、兒玉 了祐¹

Shouji Asano¹, Yasunobu Arikawa¹, Masato Ota¹, Toshitaka Suda¹, Makoto Nakajima¹, Toshiki Yamada², Akira Otomo², Akihumi Yogo¹, Shinsuke Fujioka¹, Mitsuo Nakai¹, Hiroyuki Shiraga¹, Ryosuke Kodama¹

(1. 大阪大学レーザー科学研究所、2. 情報通信研究機構)

(1. Institute of Laser Engineering, Osaka University, 2. National Institute of Information and Communications Technology)

本文

米国における中心点火法によるレーザー核融合実験において、核融合燃焼の実現が報告され、核融合燃焼時間履歴の詳細な研究が求められている。また、大阪大学レーザー科学研究所では高速点火法による核融合点火実証実験が進められている。高速点火においては瞬間的な加熱を行うため、核融合燃焼の時間履歴を計測することは非常に重要である。このように核融合燃焼時間履歴計測の重要性は高まっている。

本研究では核融合中性子の発生時間履歴の計測によって核融合燃焼時間履歴を診断することを目的とした計測器開発を開発している。レーザー核融合における中性子発生時間幅は数十ピコ秒程度であり、時間履歴を計測するためには、数ピコ秒の時間分解能が必要になる。

従来の中性子計測では、シンチレータまたはチェレンコフ放射光を、高速の光電子増倍管やストリークカメラで電気信号に変換する手法が用いられている。しかしこれらの手法では最速でも25 ps程度の時間分解能しか得られていなかった。

そこで我々は、超短パルスレーザーと電気光学効果を利用することでピコ秒の時間分解能を実現できる新しい中性子計測手法を開発し

ている。

本計測は、電気光学 (EO) ポリマーを中性子検出素子として用いる、レーザー波長スキャニングを応用した計測手法である。線形チャープされたフェムト秒パルスレーザーは波長と時間が一対一に対応するため、波長分解計測信号から時間分解信号に焼き直すことができる。チャープパルスをプローブ光としてEOポリマーに入射させ、EOポリマーの透過光を分光計測する。EOポリマーは中性子の入射数に比例して電荷が生じ、それによってプローブ光の透過率が変化する特性を持つ。中性子によって変化を受けたプローブ光のスペクトルを、分光器で波長分解して計測することで、超高速の時間分解能が得られる。現在の我々の計測系においては、設計上5 ps以下の時間分解能が実現できると期待されている。

現在は大阪大学のLFEXレーザーを用いたレーザー実験においてこの計測装置の試験を進めており、主に高強度X線や電子パルスのデータを取得している。本講演では実際の実験で得られたデータとともに、現在の開発状況について報告する。

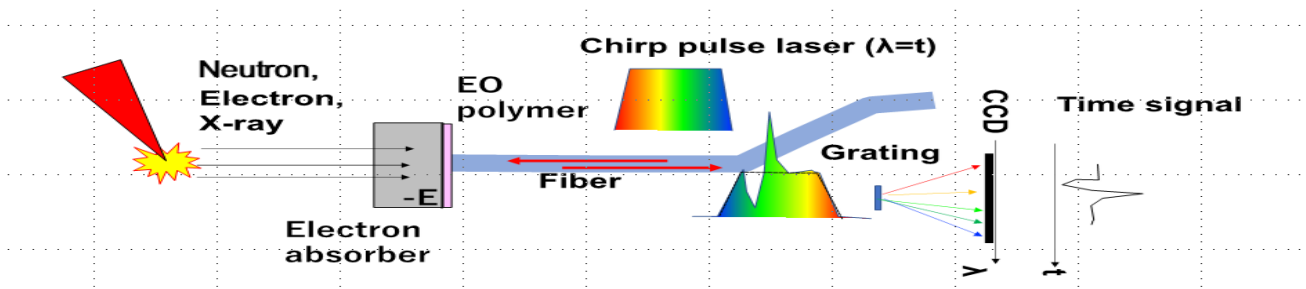


図1 計測原理概念図。レーザー核融合プラズマ (左) のごく近傍に EO ポリマーが設置され、光ファイバーでプローブレーザー装置と計測器が繋がっている。