

研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名：アダプティブパワーフォトリクス基盤技術

2. 研究代表者：宮永 憲明（大阪大学 レーザエネルギー学研究中心 教授）

3. 研究概要

高出力超短パルスレーザー光がもつ潜在能力を極限まで引き出すことにより、レーザー光と物質との相互作用を多様かつ高精度に制御することが可能となる。このような事を実現するために、半導体レーザー励起固体レーザーによる光パラメトリック増幅を基盤として出力 30TW 級の数サイクルレーザーを開発し、世界的に競争力のある基幹装置として利用研究に供していく。さらに、時間的・空間的位相制御や偏光分布制御技術を取り入れ、アダプティブな制御機能を有するパワーフォトリクス基盤技術を確立する。

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

パルス幅 5 fs、ピーク密度 30 TW、繰り返し 10 Hz の搬送波包絡線位相 (CEP) 安定化された世界トップレベルの数サイクルレーザーの実現を目指し、そのための要素技術、具体的には、CEP 安定化数サイクル光源、出力安定性に不可欠な光ファイバ増幅器、高出力チャープパルス半導体レーザー励起固体レーザー、大口径の非同軸光パラメトリックチャープパルス増幅、高出力レーザーシステムにおける分散補償と CEP 制御、レーザー高出力化のための高耐力素子・材料、多ビーム化のためのビーム結合、利用研究の多様化のための時間空間パルス制御など、広範にわたる技術開発・整備を進めてきた。いずれの研究は順調に進捗している。

一方で研究課題の置かれた状況には大きな変化が生じている。米国の巨大レーザー応用計画 NIF の完成を待って、これまで予算獲得が不可能で進展のなかった超高出力レーザー研究計画が数多く提案されるようになり、他方で欧州は共同で ELI プロジェクトを正式に決定し、200PW レーザの開発、建設に向けて進み出した。200PW, 10fs, 1 shot/min という実現不可能とも思える目標に向かってすでに国際共同研究チームが立ち上がっている。

そのような動向の中で同チームは、これまでに目標とする高出力レーザーを開発、動作させる技術において卓越した技術を有していることを証明した。国内企業がレーザー部門から撤退した今、大型レーザー建設を可能とする能力を維持し続けることは、我が国にとってきわめて重要である。

なお、大阪大学を中心として、浜松ホトニクス株式会社、日本原子力開発機構、レーザー技術総合研究所の四つのグループが有機的に連携し、基幹装置の完成に向けた調整が進められており、研究代表者の優れたリーダーシップが発揮されている。

4-2. 今後の研究に向けて

本チームの研究は文部科学省関西光科学拠点の一環としても進められるので、拠点の他の研究者の協力を得やすく、設備の共同利用も可能であるなど研究実施体制をより強化して、コストパフォーマンスを上げやすい環境に恵まれている。

研究の方向性は基本的には好ましいものであるが、「アダプティブパワーフォトリクス」と「アダプティブ」を冠するのであれば、その意図がより顕著に現れるよう努力ことが求められよう。今後は開発したシステムの具体的な応用例をひとつは試み、その効果を示すことが期待される。

4-3. 総合的評価

時間位相、空間位相、偏光等が高度に制御された超短パルス・高出力レーザー光を生成するために必要とされる諸技術の開発が順調に進められており、目標とされている CEP 制御された数サイクル、30TW, 10Hz

レーザー光の生成は達成される可能性が高い。

現在市販され世界的に広く利用されている CPA チタンサファイアレーザーに対し、本プロジェクトで開発される OPCPA 方式レーザーシステムは、これを超える性能をもつレーザーとなるものであり、このチームが集積してきた技術を集約した独自のレーザー開発として評価される。

ただし、目標とするシステム性能を達成するだけでなく、アダプティブパワーフォトニクスという名に値する研究とするための対応が求められよう。報告書において「基幹装置の利用研究計画」として述べられている、光縦電界による電子加速、チャープパルスによるイオン加速等は、本レーザーの特徴を生かした独自性の高い応用研究であると考えられるが、その意義、目標などを明確にし、説明する必要がある。