

## 研究課題別中間評価結果

1. 研究課題名： 高エネルギー密度プラズマフォトンクス

2. 研究代表者： 兒玉 了祐（大阪大学大学院工学研究科 教授）

### 3. 研究概要

超高強度レーザーで生成できる高エネルギー密度プラズマを、コヒーレントに制御し、規則性を維持した状態の過渡的なプラズマを利用することで、新たな光機能素子としてのプラズマフォニックデバイスの可能性を探索する。これにより開発されるデバイスは、通常の光学・制御デバイスでは直接制御が困難な桁違いに高い強度の電磁波や高エネルギー密度量子ビームを直接取り扱うことができる高い耐力と機能をもったもので、幅広い応用が期待される。

### 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

##### (1) 研究の進捗状況について

##### 1) 当初計画から見た進捗状況

10TW レーザーの導入を含む研究計画の中で、それらを応用したプラズマミラーの実験的成果をすでに出し、多くの国際共同研究が進行中で、海外の大規模研究所における研究に取り入れられるなど、順調な研究推進がなされている。この背景には、単なる実験的研究だけではなく、各々の背景にプラズマ物理学の計算機シミュレーション研究が付随しており、理論的裏付けがある状態で高強度レーザー実験が遂行されているという優れた研究体制構築があると見られる。

研究チームの構成員が、これまでからも所属組織の枠を越えた共同意識、プラズマコミュニティとしての連携意識があることも、有機的なつながりを強めている。

##### 2) 当初計画では想定されていなかった新たな展開が生じたか

プラズマミラー型短焦点集光光学系により、レーザー光のペデスタル低下と極小集光を実現し、従来の諸研究より5倍以上高いエネルギーイオンの生成に成功した。これによりこの方法の有効性が実証され、本研究の今後の展開が大いに期待できるようになってきた。

##### 3) 成果の科学的・技術的インパクト

本研究では、プラズマがもつ多様な性質を生かし、高強度レーザーや電子ビームの時間・空間特性を制御する方法を開拓している。さらに、生成した高性能ビームを用いて、従来の方法では実現できない高強度・高エネルギーのイオン、X線、THz 等を発生する方法を考案し、実験を開始している。さらに、(本研究テーマとして取り上げられてはいないが)、レーザー物質照射で発生する超高圧により、超硬ダイヤモンド、固体金属水素など新物質創製に関する研究も開始している。

これらの研究は、学術的に新規性が高く、かつ技術的インパクトも極めて高い。いくつかの課題に関し、基礎過程に関する研究は国内外(主として外国)で実施されている例もあるが、応用開拓まで含め有機的に関連付けて研究している例はなく、極めてユニークな研究である。

##### (2) 研究実施体制について

主として大阪大学がレーザーとプラズマ、電気通信大学が固体プラズマ、宇都宮大学が電子ビーム分野を担当し、これらが緊密な関係を保ち、阪大のレーザーを有効に活用して研究を展開している。

研究代表者は多様な概念を考案し、外国機関と共同研究を推進して本研究に役立てるなど、十分にリーダ

ーシップを発揮している。

#### 4-2. 今後の研究に向けて

##### (1) 今後の研究の進め方は適当か

これまでの研究が順調に進んだことを反映して、今後の研究にはさらに新しい計画が提案されている。スーパーダイヤモンドなど高密度固体物性の研究から、プラズマフォトリクスの特性を最大限に活用した新しいTHz発生方式の提案など、新規の物理機構を含む新しいプラズマフォトリクスデバイスの研究が盛られている。いずれの研究もこれまでになかった新領域開拓が可能な研究であり、大いに有望だと評価できる。

国際共同研究の成果を含めて、国際連携も含んだ展開は評価できる。研究が多岐にわたりともすれば散漫になりかねない危険を含むが、代表者の強いリーダーシップと固いチームワークでまとめて欲しい。

##### (2) 今後見込まれる成果について

科学技術のフロンティア開拓に貢献する多くの成果が見込まれる。また、この研究成果の普及を目指し、繰返し利用可能なデバイスの開発が重点項目として取り上げられたので、社会的にも直接貢献する成果が期待できる。

#### 4-3. 総合的評価

高強度超短パルスレーザーを用いたプラズマフォトリクス研究を、純粋な学理を探究する研究分野から、実際の装置に組み込んで、従来不可能であった高強度光やX線、THz光に応用可能なデバイスを開発しようとする本研究は、きわめて順調に進行していると評価できる。さらに高い光強度の応用については、英仏などの大型研究施設と国際共同研究を展開する方向も、非常に望ましいとして評価できる。

同時に、従来、単一ショットデバイスであったプラズマフォトリクスを、繰返し可能なデバイスとして、より低強度、低エネルギー密度状態でも利用可能にしようとする研究体制も、優れたものとして評価できる。

多岐にわたる研究分野、応用についても、通常ならば破綻をきたさないかと心配するほどであるが、プラズマ物理学の基礎の上に立った展開でまとめられており、テーマを無理に集約するべきとも考えにくい。精力的な研究展開を期待する。