

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 光制御極短シングル電子パルスによる原子スケール動的イメージング
2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名 (研究機関名・職名は研究参加期間終了時点):
研究代表者
細貝 知直(大阪大学大学院工学研究科 准教授)
主たる共同研究者
荒河 一渡(島根大学総合理工学部 准教授) (平成24年4月～)

3. 事後評価結果

○評点:

A 期待通りの成果が得られている

○総合評価コメント:

レーザー航跡場加速による超短パルス電子線の生成法の開発、さらにそれを用いたシングルショット電子顕微鏡の開発を目標とした。レーザー加速用の電子ビーム入射器として、ビーム伝搬用のプリフォームプラズマ生成用と電子発生のためのプラズマ生成用に2種のレーザーを異なったF値で集光する照射システムを考案している。この方式により高い位置安定性で指向性の高い大電荷電子ビームを毎ショット安定に生成することに成功した。この成果は、従来指向性等が不十分でかつ不安定で実用にならないと考えられていたレーザー生成電子ビームに対する常識を覆すもので、大変高く評価できる。さらに、二段レーザー航跡場加速の実施により本方式の高いポテンシャルを示した。これに加えて、多段レーザー航跡場加速の原理検証にも成功し、ビーム輸送用のビームラインも整備し、レーザー加速を電子「加速器」に近いものにすることに成功した。

動的電子線回折実験に向けて、加速後の電子ビームを磁場フィルターで切り出して単色電子ビームを生成し、回折実験可能なシステム構築を行った。このシステムを用いて金単結晶においてシングルショットで電子線回折像を得ることに成功した。これは、レーザー生成電子ビームを用いた電子線回折としては世界初であり、原理的に100 fs レベル時間分解能で1ショットで電子線回折を実現できる可能性を示した。

殆どゼロからのスタートで、大型の加速器を立ち上げ、シングルショット電子顕微鏡の実現にまで到達したことは高く評価できる。また、本プロジェクトで開発されたレーザー生成電子ビーム源は、種々の条件・理由から小型XFEL装置の利用を求める領域・市場では具体的ニーズが期待され、その観点からも社会的インパクトは大きい。加速器グループからも注目され、ImPACTプロジェクトにも採用された。電子ビームの性能は確実に向上しており、当初の研究目標であった「原子スケール動的イメージング」はまだ始まったところで未完ではあるが今後の着実な進展が期待される。

今後、卓上型高エネルギー加速器、XFELのビーム源などへの応用が期待される。不可逆な瞬時の結晶構造変化に関して1ショットパルス電子線での結晶回折像の取得は、従来輝度不足で測定が困難であったが、これが可能となると、結晶構造変化のみならず化学反応の時間変化追跡なども可能となるので、今後はより高品質な実用ビーム源を目指していただきたい。