



1A: レーザープラズマ電子加速技術の開発

プロジェクトの概要

研究開発責任者：細貝知直（大阪大学）

電子の加速長を既存技術の1/1000まで短縮させる技術を確認し、安定な電子加速を実現

- ・現状の高周波電子加速技術ではGeV級の電子加速には数百m~kmの装置サイズが必要であり、装置大型化の原因のひとつ
- ・次世代の高エネルギー小型加速技術として注目されているレーザープラズマ電子加速技術は、原理的に従来の高周波加速の1/1000以下の長さで同等の電子加速を可能にする
- ・海外機関が実現していない、レーザープラズマ電子加速による安定なビーム発生技術を確認する

加速長10cm以下、加速エネルギー利得>1GeV, エネルギー拡がり<1%、発散角<1 mm-mrad、パルス幅~10fsの高品質電子ビームを安定に加速する技術・装置を開発する。

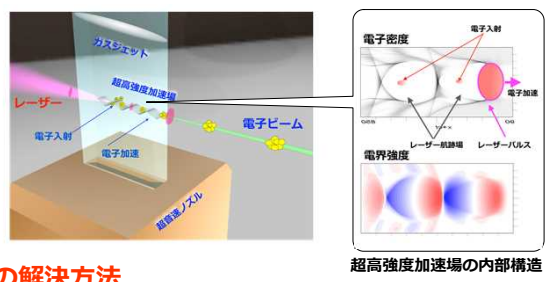
技術戦略

- ・再現性の高い安定なGeV級電子加速を実現するために、複数段で電子加速を行う多段レーザー電子加速技術を確認
- ・海外機関が使用するレーザー出力（PW超）に比べ、小型のレーザー（数十~数百TW）を複数用いることで、システムを小型化・低コスト化
- ・開発技術をレーザー加速統合プラットフォーム（LAPLACIAN）へ集結。各要素技術を統合し、有効性を実証

原理・技術施策

レーザープラズマ電子加速の原理

- TW級のレーザー光をガス標的の数ミクロン程度の微小領域に集光照射することによって励起される超高加速電場で電子を加速する。

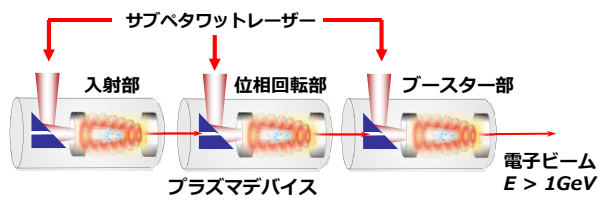


レーザープラズマ電子加速に期待される特徴

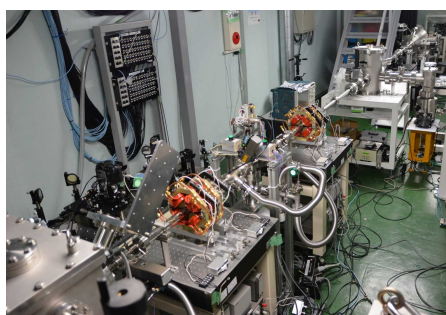
- ・超高加速電場 $E > 100\text{GV/m}$
(従来加速器の1000倍以上)
- ・大電荷量の電子ビーム $Q > 1\text{nC}$
- ・超短パルス $t < 10\text{fs}$
- ・超低エミッタンス

技術課題とその解決方法

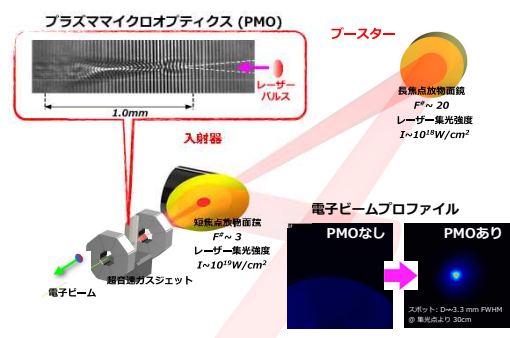
- 多段レーザープラズマ電子加速
数十~数百TW級の極短高強度レーザーパルスで超高加速場を同時に複数生成し、多段化した超高加速場で電子ビームを加速する。本プロジェクトでは多段加速方式で安定なGeV級のレーザープラズマ電子加速器の実現を目指す



多段レーザープラズマ電子加速の原理実証



レーザープラズマ加速
試験ビームライン（大阪大学）



同軸構造で実施される多段レーザープラズマ電子加速

再現性の高い電子ビームを発生させるには？

- ・プラズマオプティクス技術を用いた安定なレーザー加速場形成
- ・入射器とブースターに加速場の機能を分離し各々を最適化
- ・電子のブースター加速場への入射位相を制御
- ・レーザー加速場のポインティング（オーバーラップ）制御

etc.