

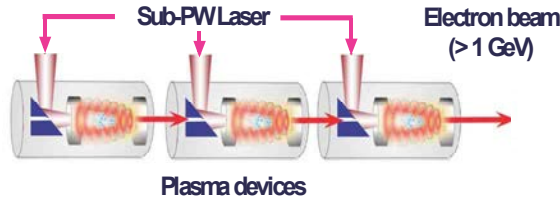
レーザー加速要素技術開発

大阪大学／理化学研究所 放射光科学研究センター 細貝 知直

課題

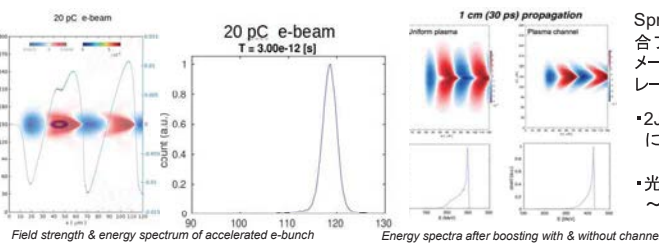
1GeV 超のステージングレーザー電子加速をに必要な要素技術を開発し、各ステージをプラズマ素子としてモジュール化する。

成果



GeV級ステージング加速の設計 (粒子法(PIC)シミュレーションによる検討)

Simulation Parameters	Value
Booster pulse	30 fs, (pulse energy 2J)
Booster pulse spot size ($2w_0$)	40 μm
Intensity	$1 \times 10^{19} \text{ Wcm}^{-2}$, $a_0 = 2.1$
Electron beam energy	100 MeV ($\gamma=200$)
Energy spread	3% ($\Delta\gamma/\gamma=0.03$)
Bunch charge	10, 20, 30, 50, 100 pC
Bunch diameter	10 μm
Bunch length	10 μm
Plasma density	$5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$
Delay between the laser pulse and electron bunch	100 fs



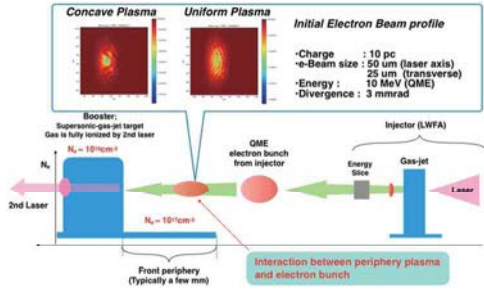
Spring-8に構築したレーザー加速統合プラットフォームのレーザーパラメータに基づき、GeV級ステージングレーザー航跡場加速を設計。

- 2J/Pulse 駆動のブースターで効率的に加速できる電荷量 < 20 pC
- 光導波路チャネルを用いて ~300MeV/1cm のエネルギー利得

Simulation box was 300x300x150 mm³, resolution N/32

詳細:ポスター'Charge Coupling in Multi-stage Laser Wakefield Acceleration', ポスター'Design of Staging LWFA'

プラズマレンズ効果による電子ビームの強集束



電子ビーム航跡場が作るプラズマレンズ効果を発見し、ブースター直前での電子ビームの強集束を実現。

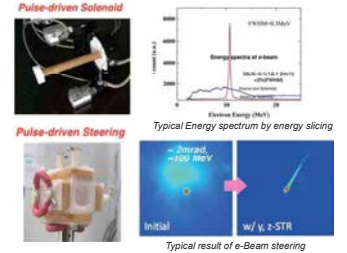
詳細:ポスター'ステージングレーザー追加速のためのプラズマレンズによる電子ビーム伝搬制御'



インジェクター真空容器内部(写真)



パルス駆動ビーム光学の開発

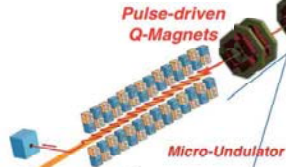


装置小型装置化"のためにパルスパワー技術を利用した小型ビーム光学系を構築。

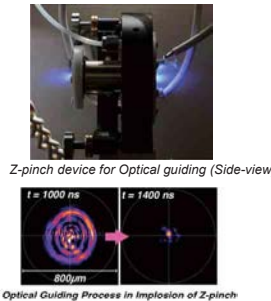
詳細:ポスター' LWFA電子ビーム入射器制御技術の開発'



レーザー加速プラットフォーム下流より(写真)



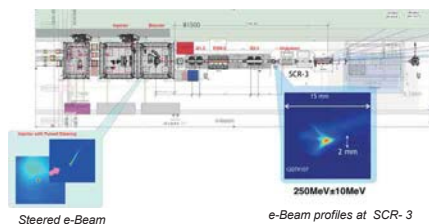
放電型光導波路の開発



Zピンチ放電の収縮過程を利用して安定かつロバスト性の高いプラズマ光導波路を発明。高強度レーザーパルスの安定な光導波に成功。

詳細:ポスター'放電型光導波路の開発'

GeV級電子ビーム輸送システムの構築



パルス電流駆動のビーム光学系を採用し、レーザー加速の電子ビームをアンジュレータ下流まで輸送することに成功。

詳細:ポスター'レーザー加速電子ビームの電子輸送システムの構築'

まとめ

GeV級ステージングレーザー加速に必要な要素技術開発を実施し、レーザー加速プラットフォームへのインストールを完了した。これからも安定・リピータブルなレーザー加速を追求し研究開発を推進していく。

* 技術詳細に関しては各ポスターをご参照ください。