超短パルス電子ビーム発生のためのバンチ圧縮の研究

Bunch compression study for generation of ultrashort electron beams

*野澤一太[1]、菅晃一[1]、楊金峰[1]、近藤孝文[1]、神戸正雄[1]、吉田陽一[1]
[1]大阪大学産業科学研究所

本研究では、General Particle Tracer (GPT) code を使用して、フェムト秒・アト秒のパルス幅を持つ電子ビームの発生に不可欠なバンチ圧縮条件を検討した。当日は GPT シミュレーションの結果及び阪大産研における超短パルス電子ビーム発生・計測実験の現状を報告する。

キーワード：バンチ圧縮、超短パルス電子ビーム、ビームトラッキングシミュレーション

1. はじめに

阪大産研では、レーザーフォトカソード RF 電子銃・磁気パルス圧縮器を用いて超短パルス電子ビームを発生することで、フェムト秒パルスラジオリシス法の時間分解能の向上を目指している。また、これまでに利用拡大を目指した RF 電子銃ライナックの移設・アップグレードを行ってきた[1]。本研究では、移設後のライナックについて、バンチ圧縮条件を General Particle Tracer (GPT)[2]を用いて検討するとともに、超短パルス電子ビーム発生・計測実験を行い、パルス幅の評価を実施した。

2. ビームトラッキングシミュレーション

以下では、阪大産研のレーザーフォトカソード RF 電子銃ライナックを対象にビームトラッキングシミュレーションを実施した結果を示す。ビーム軌道計算には GPT を使用し、空間電荷効果を考慮したシミュレーションを行っている。また、計算に用いたフォトカソード RF 電子銃・ソレノイド・加速空洞に関しては、Poisson/Superfish[3]で計算した電磁場を採用している。また、マクロ粒子数は 10000 個とした。

図 1 に、磁気パルス圧縮器出口（0.15 m）での縦方向位相空間分布の例を示す。縦方向位相空間分布から、rms パルス幅を計算すると 7.7 fs となった。本ライナックでは、アーク型の磁気パルス圧縮器に六極電磁石を配置することで、二次効果によるパルス幅の増加を抑制している。また、カソードの励起に用いるレーザーのパルス幅が rms で 60 fs と短く電荷量も 1 pC と小さいことから、縦方向エミッタンスや空間電荷効果によるパルス幅の増長も抑制されていると考えられる。しかし、図 1 に示した計算結果は電磁石の磁場や径方向のエミッタンスに関して十分な最適化ができておらず、径方向エミッタンスは 0.18 mm-mrad 程度となっている。径方向エミッタンスもパルス幅の増長に寄与するため、今後は径方向を含む圧縮条件の最適化を図る予定である。また、当日は、GPT でのシミュレーション及び超短パルス電子ビーム発生・計測実験について報告する。

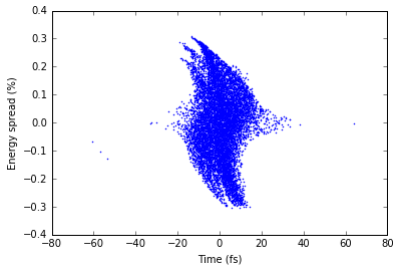

図 1　縦方向位相空間分布

参考文献

[1] J. Yang et. al., Proc. PASJ, SAP118 (2014). [2] http://www.pulsar.nl/gpt/ [3] J.H. Billen, L.M. Young, Proc. PAC-93, p. 790 (1993).

*Itta Nozawa[1], Koichi Kan[1], Jinfeng Yang[1], Takafumi Kondoh[1], Masao Gohdo[1], Yoichi Yoshida[1]
[1]ISIR, Osaka University