

レーザーコンプトン光源のための自発共鳴型光蓄積共振器の開発

Development of self-resonating optical enhancement cavities for laser-Compton light sources

東北大¹, 高工研², 早大³, 広島大⁴ ○上杉 祐貴¹, 菅原 直人¹, アリシェフ アレクサンダー², 浦川 順治², 大森 恒彦², 福田 将史², 大塚 誠也³, 小柴 裕也³, 鷲尾 方一³, 高橋 徹⁴

Tohoku Univ.¹, KEK², Waseda Univ.³, Hiroshima Univ.⁴, ○Yuuki Uesugi¹, Naoto Sugawara¹, Alexander S. Aryshev², Junji Urakawa², Tsunehiko Omori², Masafumi Fukuda², Seiya Otsuka³, Yuya Koshiba³, Masakazu Washio³, and Tohru Takahashi⁴

E-mail: uesugi@tohoku.ac.jp

レーザーコンプトン光源とは、加速器で発生する高エネルギーの電子ビームと可視～近赤外域レーザーの光子との逆コンプトン散乱により、準単色のエックス線やガンマ線を発生する光源のことを指す。従来のシンクロトロン放射光施設に比べて、同じエネルギーの光を発生するのに必要な電子エネルギーが2桁から3桁小さいことから、装置規模を大幅に小型化できる特徴がある。開発における課題は、レーザーコンプトン光源の輝度をシンクロトロンの偏向電磁石ライン程度にまで向上することであり、そのために高密度かつ大強度のレーザー場を形成可能な光蓄積共振器の開発に取り組んできた。

電子加速器に組み込んで使用する光蓄積共振器では、振動雑音や温度ドリフトによる外乱が通常の光学実験環境よりも大きく、特に高フィネスの共振器を使用する場合に長時間の共鳴維持が困難であった。この問題を解決するために、我々の研究グループでは自発共鳴型光蓄積共振器 (Self-resonating optical enhancement cavity) と呼ぶ独自の手法を考案し、その実用化に向けて開発を行ってきた。この手法では、レーザー光を受動光共振器内に蓄積するのに電子回路を介したアクティブなフィードバック回路を必要としない。レーザー増幅器と受動共振器を直列に配した光閉回路を構築して、入れ子共振器構造のリング型レーザー発振器とする。こうすることで、受動共振器の共鳴条件を満たす波長（縦モード）が常に選択され、レーザー発振およびレーザー蓄積が自発的に達成される。これまでにフィネス 394,000 の共振器を用いて、マルチ縦モード動作の安定な光蓄積を実証した [1]。また、フィネス 100 程度の共振器を用いてモード同期パルス化に取り組み、数秒程度の断続的なパルス動作を確認している [2]。

本講演では、現在取り組んでいる単一縦モード動作でのレーザー発振・蓄積の試験、および、モード同期パルス化の長時間動作を目指した取り組みについて報告する。また将来展望として、レーザー増幅器系の高パワー化について議論する。

[1] Y. Uesugi *et al.*, APL Photonics **1**, 026103 (2016).

[2] Y. Hosaka *et al.*, J. Phys. Conf. Ser. **1350**, 021028 (2019).

謝辞：本研究の一部は JSPS KAKENHI Grant (JP25246039) および光科学技術研究振興財団平成 30 年度研究助成による。