

ERL 計画の概要

河田 洋

ERL 計画推進室、先端加速器推進部、高エネルギー加速器研究機構

Present status of ERL project

Hiroshi Kawata

ERL Project Office, Department of Future Accelerator and Detector Technologies, KEK

<Synopsis>

A 5 GeV class Energy Recovery Linac (ERL) is the most promising candidate for a future light source to progress the new synchrotron radiation activities which are based on sub-pico second pulses and/or spatially coherence of the synchrotron radiation, as well as to support a large variety of user needs from VUV to X-rays. To realize the ERL, the official organization of the ERL project office has started at KEK from 1st of April 2006. I will have a talk about the present status of the ERL project including the expected scientific case and the goal of the workshop.

ERL はリニアックであることから、蓄積リング型加速器において定常(平衡)状態で形成される電子ビームの広がりが無く、5GeV-ERLではエミッタンスが10pmrad, バンチ幅は0.1~1psecが実現できると期待される。すなわち、現状の第3世代光源と比較して輝度で約2~3桁の増大、光パルス幅で約2~3桁の短パルス化という非常に高品位の電子ビームを得ることが出来る。その結果、軟X線、X線領域においてコヒーレント光が可能であると同時に、サブピコ秒の短光パルスの利用が可能となり、ナノメートル領域のイメージング、フェムト秒サイエンス、ナノビームによる局所状態、超極端条件化での物質科学研究等を始めとする従来の第3世代光源の延長線上の研究はもちろんであるが、新たな展開が大きく期待される。また、ERLのオプションとして、最近提案された共振器形FEL(XFEL-O)はSASE-FELを大幅に超える完全にコントロールされた高繰り返しX線FELとして注目されている。

PF/KEKでは、上記の様に蓄積リング型放射光施設の限界を超えると同時に、多くの放射光科学の展開を可能とする立場から将来光源の方向性をERL(エネルギー回収型リニアック)に定めて2006年度ERL計画推進室を機構内に設置した[1]。この推進室を中心として、KEKの放射光源研究系、加速器研究施設、日本原子力研究開発機構、東京大学物性研究所、UVSOR、SPring-8等の加速器研究者また産業総合技術研究所のレーザー研究者との協力のもと、光源加速器としてのERLの実現性、開発項目の検討と試作を進めてきた。またERLの放射光源計画を持つコーネルともMOUを2007年に締結し、人的交流も含めて技術開発を進めている。その技術開発の詳細は坂

中氏の講演を参照願いたいですが、ERLの加速器要素技術開発の場として60-200MeVクラスのコンパクトERLを建設し、その技術開発を経て5GeVクラスの次期放射光源の建設に結びつける方針を掲げ、コンパクトERLのCDRは2008年3月に完成している[2]。昨年度から、先端加速器開発経費、補正予算、競争的資金を用いて、コンパクトERL建設予定の東カウンターホールの全面改修、電源・冷却水・ヘリウム冷凍機設備が2009年度中に整備され、また重要な要素技術である超伝導空洞、高輝度電子銃の開発が進行し、正に2009年度から要素技術開発からコンパクトERLの建設フェーズへと移行し、CDRで記述した2012年度にはコンパクトERLのビーム運転を目標に進めている。そして5GeV ERLの建設を2013-2014年度に開始する計画を立てている。加速器開発現状は今年6月8-12日にコーネルで開催されたERL09[3](ICFA:International Committee for Future AcceleratorsのビームダイナミクスワークショップのひとつとしてERLに特化したワークショップ)でも広く多方面で取り上げられ、次回の2011年のワークショップはKEKとJAEAとの共同主催で日本において開催することとなっている。

一方、昨年10月にKEKで行われているERL推進委員会では、「ERLに特徴的なサイエンスをもっと精鋭化すべき」との意見を受け、昨年末に並河東京学芸大学教授に議長をお願いし、ERLサイエンス戦略会議を行い、ERLの高繰り返しのコヒーレント放射光、100フェムト秒放射光パルス性から期待される特徴的実験手法の吟味とその手法によって切り開かれるサイエンスケースの方向性をまとめた[4]。(http://pfwww.kek.jp/ERLOffice/erl_science.html) そのときのサイエンスの方向性として、以下のものがあげられた。

- 1)不均一系の科学 (触媒、デバイス、薄膜・界面、生物等の局所・原子/電子・構造)
- 2)時空間スケールの階層構造
(高分子、相転移、細胞等の空間および時間空間における揺らぎを含めた階層構造)
- 3)時間分解測定法による物質研究
- 4)既存測定の高精度化
- 5)極限を実現する装置・光学系の検討

この中の既存測定の高精度化は言わずもがなのところがあり、今回のワークショップでは1)、2)、3)、5)のセッションごとにその分野の第一人者の方にERLへの期待を含めた話題提供を頂き、その実現に向けての開発要素の検討を各セッションの世話人である雨宮健太氏、中尾裕則氏、足立伸一氏、平野馨一氏を中心として最終日の総合討論でまとめる。今後このようなワークショップを「既存測定の高精度化」も含めておこない、ERLのマシン設計に反映していきたい。

[1] <http://pfwww.kek.jp/ERLOffice/index.html>

[2] 羽島良一、中村典雄、坂中章悟、小林幸則 (編集): KEK Report 2007-7, JAEA-Research 2008-32 (February, 2008)

[3] <http://www.lepp.cornell.edu/Events/ERL09/> (講演者のスライドが公開されている。)

[4] http://pfwww.kek.jp/ERLOffice/erl_science.html