

## FEL 利用研究の例 (LCLS)

KEK-PF 平野馨一

現在、世界各地でX線自由電子レーザー (XFEL) の計画や建設が進められているが、アメリカのスタンフォードで計画されている LCLS (Linac Coherent Light Source) はその中でも代表的なものの一つである[1]。稼働開始は約4年後の2009年頃の予定であり、完成したあかつきには以下のような素晴らしい性能を発揮するものと期待されている。

X線の波長	1.5 ~ 15
パルス幅	1 ~ 230 fs
ピーク輝度	$0.8 \sim 0.06 \times 10^{33}$ phs/s/mm <sup>2</sup> /mrad <sup>2</sup> /0.1%b.w.
パルスあたりの光子数	$1.1 \sim 29 \times 10^{12}$ photons
電子ビームのエネルギー	4.5 ~ 14.3 GeV
ピーク電流値	3.4 kA
アンジュレータ磁石列の長さ	112 m
レーザー特性	コヒーレントX線

特にピーク輝度に注目すると、LCLS で得られる光は従来のX線源より約10桁強力である。このように短パルスでコヒーレントな光を生成する超高輝度光源が実現すれば、様々な物質における機能発現メカニズムを原子レベルで解明することが可能になり、環境問題、エネルギー問題、食糧問題、健康問題などの諸問題の解決や、人類の生活の質 (quality of life) の向上に大いに貢献するであろうと考えられる。

LCLS では最初に行う研究として、以下の5つの分野が挙げられている。

- ・原子物理 (Atomic Physics)
- ・フェムト秒化学 (Femtochemistry)
- ・ナノ領域におけるダイナミクスの研究 (Nanoscale Dynamics in Condensed Matter Physics)
- ・単粒子及び生体分子の構造研究 (Structural Studies on Single Particles and Biomolecules)
- ・プラズマ及びウォームデンスマター (Plasma and Warm Dense Matter)

各々の内容については、2000年に出版された“LCLS The First experiments” [2]という冊子に詳しく紹介されている。講演ではこの冊子の内容を概観し、その後の検討の進展についても簡単に紹介する。

[1] <http://www-ssrl.slac.stanford.edu/lcls/>

[2] “LCLS the First Experiments”, Ed. By G. K. Shenoy and J. Srohr, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford (2000).