

## SACLA 前史

石川 哲也

(理化学研究所播磨研究所)

電子加速器中の「自由電子」からコヒーレントな電磁放射を得る「自由電子レーザー(XFEL)」は、1970年にJohn Madeyによって提案された。それは、原理的にはあらゆる波長でのコヒーレント電磁放射を実現可能であるが、現実的には高反射直入射ミラーが存在する波長領域でしか実用化できない。そのような鏡のない短波長領域でのコヒーレント電磁放射をこの方式で得ることは困難であり、この領域のレーザー光源に向けての研究開発はレーザー高次高調波の利用が先行した。だが、高次高調波も硬X線領域に達することは困難であり、自由電子レーザーと高次高調波の双方に何らかの革新が求められていた。

1980年代に自己増幅自発放射(SASE)原理が発見されると、高エネルギー電子線形加速器と長尺アンジュレーターの組み合わせによるSASE型自由電子レーザーの検討が進み、EUV・軟X線領域でドイツのFLASH(2005年)、日本のSCSS(2006年)と、短波長のSASE型自由電子レーザーの建設が続き、ついに2009年にアメリカ・スタンフォードのLCLSが0.15ナノメートルの硬X線に到達した。

LCLSは、1960年代に高エネルギー物理学研究のために建設された線形加速器を転用してX線自由電子レーザーを作るものであった。90年代前半からさまざまな検討が重ねられ、2009年に実現した。90年代の後半には、ドイツで高エネルギー物理学研究のためのリニアコライダー開発が提案され、TESLA計画とよばれていた。前述のFLASHはまさにTESLA test facilityとして建設が開始されたものであり、その線形加速器を利用してSASE型FELとしたものである。TESLA本体でもリニアコライダーに併設する形で硬X線FELを建設する計画であったが、リニアコライダー建設予算は認められず、硬X線FELだけが残って、のちのEuropean XFELに繋がっていく。

そのような状況の中で、「SPring-8で開発された短周期真空封止型アンジュレーターを利用してFEL建設が可能か」という問いに真剣に立ち向かった結果、生まれたのが「SACLA」である。真空封止型アンジュレーターと高勾配Cバンド線形加速器の採用により、欧米の3分の1以下の規模で、同等の光性能に到達することを可能とした。

SACLAは2006年から2011年にかけて建設されたが、2012年から共用に供され、世界中の多くの研究者に利用されている。その後の利用成果などを紹介した本特集号を通して、XFELについての理解が一層深まることを願っている。